t

APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT

N°07/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 DU_____RELATIF À LA CONCEPTION, LA FOURNITURE, LE TRANSPORT, LE MONTAGE, L'INSTALLATION, LE RACCORDEMENT ET LA MISE EN SERVICE D'UN POSTE DE TRANSFORMATION 90/15 KV – 75 MVA PROMETAL EN DEUX (02) LOTS.

FINANCEMENT : APPUI BUDGETAIRE DE LA BANQUE MONDIALE (PforR)

SOMMAIRE

PIECE N°1 : AVIS D'APPEL D'OFFRES (AAO) **3**

PIECE N°2 : REGLEMENT GENERAL DE L'APPEL D'OFFRES (RGAO)..... **12**

PIECE N° 3: REGLEMENT PARTICULIER DE L'APPEL D'OFFRES (RPAO)..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**33**

PIECE N° 4: CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIERES (CCAP) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**45**

PIECE N°5: DESCRIPTIF DE LA FOURNITURE **59**

PIECE N°6: BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES **302**

PIECE N° 7 : DETAIL ESTIMATIF **309**

PIECE N° 8 : CADRE SOUS DETAIL DES PRIX **318**

PIECE N° 9 : MODELES DE PIECES **320**

PIECE N° 10 : MODELE DE MARCHE..... **327**

PIECE N° 11: GRILLE D'EVALUATION **331**

PIECE N°12 : LISTE DES ETABLISSEMENTS BANCAIRES ET ORGANISMES FINANCIERS HABILITES A DELIVRER DES CAUTIONS DANS LE CADRE DES APPELS D'OFFRES..... **336**

Pièce n°1 :
Avis d'Appel d'Offres (AAO)

APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT N°07/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 DU _____ RELATIF À LA CONCEPTION, LA FOURNITURE, LE TRANSPORT, LE MONTAGE, L'INSTALLATION, LE RACCORDEMENT ET LA MISE EN SERVICE D'UN POSTE DE TRANSFORMATION 90/15 KV – 75 MVA PROMETAL EN DEUX (02) LOTS.

Financement : Appui Budgétaire Banque Mondiale (PforR)

1. OBJET DE L'APPEL D'OFFRES

Le Directeur Général de la Société Nationale de Transport de l'Électricité (SONATREL), Maître d'Ouvrage, lance un appel d'offres international ouvert pour la conception, la fourniture, le transport, le montage, l'installation, le raccordement et la mise en service d'un poste de transformation 90/15 kV – 75 MVA PROMETAL en deux (02) lots.

2. CONSISTANCE DES PRESTATIONS

Les prestations du présent marché sont précisées dans les cahiers des prescriptions et des spécifications techniques et le Détail Estimatif et Quantitatif.

3. DÉLAIS DE LIVRAISON

Le délai maximum de livraison prévu par le Maître d'Ouvrage pour cette prestation est de douze (12) mois.

4. ALLOTISSEMENT

Le présent appel d'offres est constitué de deux (02) lots répartis comme suit :

- LOT 1 : Ouverture et renforcement de la ligne 90 kV LOGBABA – KOUMASSI (des pylônes 1 – 4) ;

- LOT 2 : Construction du poste haute tension 90/15 kV de PROMETAL.

5. COUT PRÉVISIONNEL

Le coût prévisionnel de l'opération à l'issue des études préalables est de **cinq milliards trois cent quatre-vingt-deux millions trente-cinq mille francs CFA (5 382 035 000) FCFA Toutes Taxes Comprises** réparti comme suit :

- Lot 1 : 1 075 945 000 (un milliard soixante-quinze millions neuf cent quarante-cinq mille) FCFA TTC.
- Lot 2 : 4 306 090 000 (quatre milliards trois cent six millions quatre-vingt-dix mille) FCFA TTC.

6. PARTICIPATION ET ORIGINE

La participation au présent Appel d'Offres est réservée aux entreprises spécialisées dans le domaine.

7. FINANCEMENT

Les prestations objet du présent Appel d'Offres sont financées entièrement par un appui budgétaire de la Banque Mondiale (PforR).

CONSULTATION DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

Le dossier peut être consulté aux heures ouvrables à la Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés, 3ème étage, porte 15 de l'Immeuble CAA, siège de la Société Nationale de Transport de l'Electricité à Yaoundé, Tél. : (237) 222 22 53 55, BP : 16102 Yaoundé, dès publication du présent avis.

8. ACQUISITION DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

Le dossier peut être obtenu aux heures ouvrables auprès de la Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés, 3ème étage, porte 15 de l'Immeuble CAA, siège de la Société Nationale de Transport de l'Electricité à Yaoundé, Tél. : (237) 222 22 53 55, BP : 16102 Yaoundé, dès publication du présent avis, contre présentation d'une quittance de versement d'une somme non remboursable de **600 000 (six cent mille) FCFA payable *dans le Compte spécial CAS- ARMP n°33598860001 94 à la BICEC.***

9. REMISE DES OFFRES

Chaque offre rédigée en français ou en anglais en sept (07) exemplaires dont un (01) original et six (06) copies, marqués comme tel, doit être déposée à la Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés, 3ème étage, porte 15 de l'Immeuble CAA, siège de la Société Nationale de Transport de l'Electricité à Yaoundé, Tél. : (237) 222 22 53 55, BP : 16102 Yaoundé, au plus tard le_____ **à 13 heures** et revêtue de la mention :

« APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT N°07/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 DU _____ RELATIF À LA CONCEPTION, LA FOURNITURE, LE TRANSPORT, LE MONTAGE, L'INSTALLATION, LE RACCORDEMENT ET LA MISE EN SERVICE D'UN POSTE DE TRANSFORMATION 90/15 KV – 75 MVA PROMETAL EN DEUX (02) LOTS ».

« A n'ouvrir qu'en séance de dépouillement »

10. CAUTIONNEMENT PROVISOIRE

Chaque soumissionnaire doit joindre à ses pièces administratives, une caution de soumission établie par un établissement bancaire ou un organisme financier agréé par le Ministère en charge des finances et dont la liste figure dans la pièce11 du DAO, valable pendant trente (30) jours au-delà de la date limite de validité des offres et d'un montant de :

- Lot 1 : 21 518 900 (vingt-un millions cinq cent dix-huit mille neuf cents) FCFA TTC ;
- Lot 2 : 86 121 800 (quatre- vingt-six millions cent vingt un mille huit cents) FCFA TTC.

11. RECEVABILITE DES OFFRES

Les autres pièces administratives requises doivent être impérativement produites en originaux ou en copies certifiées conformes par le service émetteur, conformément aux stipulations du Règlement Particulier de l'Appel d'Offres. Elles devront obligatoirement dater de moins de trois (03) mois ou avoir été établies postérieurement à la date de signature de l'Avis d'Appel d'Offres.

Toute offre non conforme aux prescriptions du présent avis et du Dossier d'Appel d'Offres sera déclarée irrecevable. Notamment l'absence de la caution de soumission délivrée par un établissement bancaire ou un organisme financier agréé par le Ministère en charge des Finances ou le non-respect des modèles des pièces du Dossier d'Appel d'Offres, entraînera le rejet pur et simple de l'offre et sans aucun recours.

12. OUVERTURE DES OFFRES

L'ouverture des plis contenant des pièces administratives, des offres techniques et des offres financières aura lieu le_____ à **14 heures** par la Commission Interne de Passation des Marchés de la Société Nationale de Transport de l'Electricité dans la salle de réunion sise à l'immeuble CAA à Yaoundé.

Seuls les soumissionnaires peuvent assister à cette séance d'ouverture ou s'y faire représenter par une personne de leur choix dûment mandatée.

13. PRINCIPAUX CRITÈRES D'ÉVALUATION DES OFFRES

13.1. CRITERES ELIMINATOIRES

Les critères éliminatoires relatifs à la qualification des candidats porteront sur :

1) Offre administrative

- Absence d'un document administratif après 48h ;
- Fausse déclaration ou documents falsifiés ;
- Absence ou non-conformité de la caution de soumission.

2) Dossier technique

- Fausse déclaration ou document falsifié ;
- Absence de la liste des entreprises locales Sous-Traitantes avec lesquelles le soumissionnaire travaillera en mentionnant leurs expériences spécifiques dans les travaux similaires (poste HTB d'une tension supérieure à 90 kV);
- Non-respect des spécifications techniques des matériels et équipements ;
- Le non-respect de sept (07) critères essentiels sur neuf (09).

13.2. CRITERES D'EVALUATION

Les critères essentiels relatifs à la qualification des candidats porteront sur :

b1.	Présentation de l'offre et facilité de navigation	Oui/Non
b2.	Expérience dans la réalisation des travaux similaires	Oui/Non
b3.	Chiffre d'affaires	Oui/Non
b4.	Attestation de capacité financière	Oui/Non

b5.	Qualification du personnel technique	Oui/Non
b6.	Test de conformité des matériels	Oui/Non
b7.	Moyens matériels et logistiques	Oui/Non
b8.	Planning et le délai pour les fournitures, les travaux ainsi que les modalités de formation du personnel	Oui/Non
b9.	Certification ISO	Oui/Non

Toute offre n'ayant pas respecté tous les critères éliminatoires et obtenu au moins sept (07) sur les neuf (09) critères d'évaluation sera éliminée.

14. **ATTRIBUTION DU MARCHE**

L'autorité contractante attribuera le marché au Soumissionnaire dont l'offre a été reconnue conforme pour l'essentiel au Dossier d'Appel d'Offres et qui dispose des capacités techniques et financières requises pour exécuter le marché de façon satisfaisante et dont l'offre a été évaluée la moins-disante en incluant le cas échéant les rabais proposés. Un soumissionnaire peut être attributaire de tous les lots.

15. DUREE DE VALIDITE DES OFFRES

Les soumissionnaires restent engagés par leurs offres pendant cent vingt (120) jours à compter de la date limite fixée pour la remise des offres.

16. RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES

Les renseignements complémentaires peuvent être obtenus aux heures ouvrables à l'adresse suivante :
Siège de la SONATREL à Yaoundé, Direction Générale, 3ème étage de l'immeuble CAA, Tél. : (237) 222 22 53 55 BP : 16102 Yaoundé.

Fait à Yaoundé, le_____

Le Directeur Général

AMPLIATIONS :

- ARMP (pour publication et archivage)
-PCA/SONATREL
- PCIPM/SONATREL
- CHRONO
- ARCHIVES

OPEN INTERNATIONAL CALL FOR TENDERS

N°___/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 OF _____ FOR THE DESIGN, SUPPLY, TRANSPORT, ASSEMBLY, INSTALLATION, CONNECTION AND COMMISSIONING OF A 90/15 KV – 75 MVA PROMETAL TRANSFORMER SUBSTATION IN TWO (02) LOTS.

Funding: World Bank budget support (PforR)

1. SUBJECT OF THE CALL FOR TENDERS

The Director General of the National Electricity Transmission Company (SONATREL), Contracting Authority, is launching an open international invitation to tender for the design, supply, transport, assembly, installation, connection, and commissioning of a 90/15 kV – 75 MVA Prometal transformer substation in two (02) lots.

2. CONSISTENCY OF SERVICES

The services of this contract are specified in the Statement of Works and Technical Specifications and the Estimated and Quantitative Detail sheet.

3. DELIVERY TIME

The maximum delivery time set by the Contracting Authority for this service is twelve (12) months.

4. ALLOTMENT

This Call of tender consists of two (02) lots distributed as follows:

• Lot 1: Opening and reinforcement of the 90 kV LOGBABA – KOUMASSI line (pylons 1 – 4);

• Lot 2: Construction of the PROMETAL 90/15 kV high voltage substation.

5. ESTIMATED COST

he estimated cost of the operation following preliminary studies is five billion three hundred eighty-two million thirty-five thousand CFA francs (5,382,035,000) FCFA All Taxes Included, distributed as follows:

- Lot 1: 1,075,945,000 (one billion seventy-five million nine hundred forty-five thousand) FCFA including tax.

- Lot 2: 4,306,090,000 (four billion three hundred six million ninety thousand) FCFA including tax.

6. PARTICIPATION AND ORIGIN

Participation in this Call for Tenders is reserved for companies specializing in the field.

7. FUNDING

The services covered by this Call for Tenders are financed entirely by budget support from the World Bank (PforR).

8. CONSULTATION OF THE TENDER FILE

The file may be consulted during office hours at the Internal Structure of the Administrative Procurement Management Office ("Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés"), located on the 3rd floor of the CAA Building, door 15, headquarters of the National Electricity Transmission Company in Yaoundé, Tel.: (237) 222 22 53 55, PO Box: 16102 Yaoundé, upon publication of this notice.

9. ACQUISITION OF THE TENDER FILE

The file may be obtained during office hours from the Internal Structure of the Administrative Procurement Management Office ("Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés"), located on the 3rd floor of the CAA Building, door 15, headquarters of the National Electricity Transmission Company in Yaoundé, Tel.: (237) 222 22 53 55, PO Box: 16102 Yaoundé, upon publication of this notice, upon presentation of a receipt for payment of a non-refundable sum of **600,000 (six hundred thousand) FCFA payable in the CAS-ARMP Special Account n°33598860001 94 at the BICEC Bank.**

10. DELIVERY OF OFFER

Each tender drafted in French or English in seven (07) copies including one (01) original and six (06) copies, marked as such, must be submitted to Internal Structure of the Administrative Procurement Management Office ("Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés"), located on the 3rd floor of the CAA Building, door 15, headquarters of the National Electricity Transmission Company in Yaoundé, Tel.: (237) 222 22 53 55, PO Box: 16102 Yaoundé, no later than_____ **at 1 pm** and bearing the mention:

"OPEN INTERNATIONAL CALL FOR TENDERS N°07/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 OF _____FOR THE DESIGN, SUPPLY, TRANSPORT, ASSEMBLY, INSTALLATION, CONNECTION AND COMMISSIONING OF A 90/15 KV – 75 MVA PROMETAL TRANSFORMER STATION IN TWO (02) LOTS".

"To only be opened during the counting session".

11. PROVISIONAL GUARANTEE

Each tenderer must attach to their administrative documents, a bid bond established by a banking establishment, or a financial organization approved by the Ministry of Finance and listed in Exhibit 11 of the Tender File, valid for thirty (30) days beyond the deadline for the validity of the tenders and in the amount of:

- Lot 1: 21,518,900 (twenty-one million five hundred eighteen thousand nine

hundred) FCFA including tax;

- Lot 2: 86,121,800 (eighty-six million one hundred twenty-one thousand eight hundred) FCFA including tax.

12. ADMISSIBILITY OF TENDERS

The other required administrative documents must be produced in originals or certified true copies by the issuing service, in accordance with the stipulations of the Special Regulations of the Call for Tenders. They must be dated less than three (03) months old or have been established after the date of signature of the Call for Tenders' Notice.

Any offer that does not comply with the requirements of this notice and the Tender File will be declared inadmissible. In particular, the absence of the bid bond issued by a banking establishment, or a financial organization approved by the Ministry of Finance or non-compliance with the models of the documents in the Tender File will result in outright rejection of the tender and without any recourse.

13. OPENING OF TENDERS

The opening of tenders containing administrative documents, technical offers and financial offers will take place on_____ at **2 p.m.** by the Internal Procurement Commission of the National Electricity Transmission Company in the conference room located at the CAA building in Yaoundé.

Only tenderers may attend this opening session or be represented by a duly authorized person of their choice.

14. MAIN TENDER EVALUATION CRITERIA

14.2. ELIMINATORY CRITERIA

The eliminatory criteria relating to the qualification of the candidates will cover the following:

1) Administrative offer

- Absence of an administrative document after 48 hours;
- False declaration or falsified documents;
- Absence or non-compliance of Provisional Guarantee;

2) Technical file

- False declaration or falsified document;
- Absence of the list of local subcontractor companies with which the bidder will work, mentioning their specific experience in similar works (HTB substation up than 90 kV);
- Non-compliance with technical specifications of materials and equipment;
- Non-compliance with seven (07) essential criteria out of nine (09).
-

14.2. EVALUATION CRITERIA

The essential criteria relating to the qualification of candidates will cover the following:

b1.	Presentation of the offer	Yes/No
b2.	Experience in similar projects	Yes/No
b3.	Turnovers	Yes/No
b4.	Certificate of financial capacity	Yes/No
b5.	Key Technical staffs (Qualification and experience)	Yes/No
b6.	Certificate of compliance	Yes/No
b7.	Material and logistical resources	Yes/No
b8.	Schedule and timeline for supplies, works, and training methods	Yes/No
b9.	ISO Certification	Yes/No

Any tender that has not met all the eliminatory criteria and obtained at least seven (07) out of the nine (09) evaluation criteria will be eliminated.

15. CONTRACT AWARD

The Contracting Authority will award the purchase order to the Tenderer whose offer has been recognized as substantially compliant with the Call for Tenders documents and who possesses the required technical and financial capabilities to execute the contract satisfactorily, and whose offer has been evaluated as the lowest bid, including any proposed discounts, if applicable. A tenderer can be awarded all the lots.

16. PERIOD OF VALIDITY OF TENDERS

Tenderers remain committed to their tenders one hundred and twenty days (120) days starting from the deadline set for the submission of tenders.

17. FURTHER INFORMATION

Additional information may be obtained during office hours at the following address: **SONATREL headquarters in Yaoundé, Directorate General, 3rd floor of the CAA building, Tel.: (237) 222 22 53 55 PO Box: 16102 Yaoundé.**

Done in Yaoundé, on_____

The Director General

AMPLIANCES:

- ARMP (for publication and archiving)
-PCA/SONATREL
- PCIPM/SONATREL
- CHRONOGRAPH
- ARCHIVES

Pièce n°2 :
Règlement Général de l'Appel d'Offres (RGAO)

SOMMAIRE

A. GENERALITES
ARTICLE 1 : PORTEE DE LA SOUMISSION
ARTICLE 2 : FINANCEMENT
ARTICLE 3 : FRAUDE ET CORRUPTION
ARTICLE 4 : CANDIDATS ADMIS A CONCOURIR
ARTICLE 5 : FOURNITURES ET SERVICES CONNEXES REPONDANT AUX CRITERES D'ORIGINE
ARTICLE 6 : QUALIFICATION DU SOUMISSIONNAIRE

B. DOSSIER D'APPEL D'OFFRES
ARTICLE 7 : CONTENU DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES
ARTICLE 8 : ECLAIRCISSEMENTS APPORTES AU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES ET RECOURS
ARTICLE 9 : MODIFICATION DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

1. PREPARATION DES OFFRES
ARTICLE 10 : FRAIS DE SOUMISSION
ARTICLE 11 : LANGUE DE L'OFFRE
ARTICLE 12 : DOCUMENTS CONSTITUANTS L'OFFRE
ARTICLE 13 : PRIX DE L'OFFRE
ARTICLE 14 : MONNAIE DE L'OFFRE
ARTICLE15 : DOCUMENTS ATTESTANT L'ADMISSIBILITE DU SOUMISSIONNAIRE
ARTICLE 16 : DOCUMENTS ATTESTANT L'ADMISSIBILITE DES FOURNITURES
ARTICLE17 : DOCUMENTS ATTESTANT DE LA CONFORMITE DES FOURNITURES
ARTICLE18 : DOCUMENTS ATTESTANT LA QUALIFICATION DU SOUMISSIONNAIRE
ARTICLE 19 : CAUTION DE SOUMISSION
ARTICLE 20 : DELAI DE VALIDITE DES OFFRES
ARTICLE 21 : FORME ET SIGNATURE DES OFFRES

2. DEPOT DES OFFRES
ARTICLE 22 : CACHETAGE ET MARQUAGE DES OFFRES
ARTICLE 23 : DATE ET HEURE LIMITE DE DEPOT DES OFFRES
ARTICLE 24 : OFFRES HORS DELAI
ARTICLE 25 : MODIFICATION, SUBSTITUTION ET RETRAIT DES OFFRES

3. OUVERTURE DES PLIS ET EVALUATION DES OFFRES
ARTICLE 26 : OUVERTURE DES PLIS ET RECOURS
ARTICLE 27 : CARACTERE CONFIDENTIEL DE LA PROCEDURE
ARTICLE28 : ECLAIRCISSEMENT SUR LES OFFRES ET CONTACTS AVEC LE MAITRE D'OUVRAGE
ARTICLE 29 : CONFORMITE DES OFFRES
ARTICLE 30 : EVALUATION DE L'OFFRE TECHNIQUE
ARTICLE 31 : QUALIFICATION DU SOUMISSIONNAIRE
ARTICLE 32 : CORRECTION DES ERREURS
ARTICLE 33 : EVALUATION DES OFFRES AU PLAN FINANCIER
ARTICLE 34 : COMPARAISON DES OFFRES

4. **ATTRIBUTION DU MARCHÉ**

ARTICLE 35 : ATTRIBUTION
ARTICLE 36 : DROIT DU MAITRE D'OUVRAGE DE DECLARER UN APPEL D'OFFRES INFRUCTUEUX OU D'ANNULER UNE PROCEDURE
ARTICLE37 : DROIT DE MODIFICATION DES QUANTITES LORS DE L'ATTRIBUTION
ARTICLE 38 : NOTIFICATION DE L'ATTRIBUTION DU MARCHÉ
ARTICLE 39 : PUBLICATION DU RESULTAT D'ATTRIBUTION DU MARCHÉ ET RECOURS
ARTICLE 40 : SIGNATURE DU MARCHÉ
ARTICLE 41 : CAUTIONNEMENT DEFINITIF

1. GENERALITÉS

ARTICLE 1 : PORTÉE DE LA SOUMISSION

1.1. Le Directeur Général de la Sonatrel lance un Appel d'Offres International Ouvert pour la conception, la fourniture, le transport, le montage, l'installation, le raccordement et la mise en service d'un poste de transformation 90/15 kV – 75 MVA Prométal en deux (02) lots.

1.2. Le Soumissionnaire retenu, ou attributaire, doit livrer les Fournitures dans le délai indiqué dans le RPAO, et qui court, sauf stipulation contraire du CCAP, à compter de la date de notification de l'ordre de service de commencer la livraison des fournitures ou dans celle fixée dans ledit ordre de service.

1.3. Dans le présent Dossier d'Appel d'Offres, le terme "jour" désigne un jour calendaire.

Article 2 : Financement

La source de financement des fournitures objet du présent appel d'offres est précisé/e dans le RPAO.

Article 3 : Fraude et corruption

3.1. Les soumissionnaires et les entrepreneurs sont tenus au respect des règles d'éthique professionnelle les plus strictes durant la passation et l'exécution des marchés.

En vertu de ce principe :

a. Les définitions ci-après sont admises:

1. Est coupable de "corruption" quiconque offre, donne, sollicite ou accepte un quelconque avantage en vue d'influencer l'action d'un agent public au cours de l'attribution ou de l'exécution d'un marché ;

2. Se livre à des "manœuvres frauduleuses" quiconque déforme ou dénature des faits afin d'influencer l'attribution ou l'exécution d'un marché ;

iii. Sont considérées comme des « pratiques collusoires », toutes formes d'entente entre deux ou plusieurs soumissionnaires (que l'Autorité Contractante en ait connaissance ou non) visant à maintenir artificiellement les prix des offres à des niveaux ne correspondant pas à ceux qui résulteraient du jeu de la concurrence ; et

iv. « Pratiques coercitives » désignent toute forme d'atteinte aux personnes ou à leurs biens ou de menaces à leur encontre afin d'influencer leur action au cours de l'attribution ou de l'exécution d'un marché.

v. le « conflit d'intérêt » est toute situation dans laquelle l'intérêt financier ou personnel d'un agent ou d'une entité publique est de nature à compromettre à transparence dans la passation des marchés publics.

b. Toute proposition d'attribution est rejetée s'il est prouvé que l'attributaire proposé est directement ou par l'intermédiaire d'un agent public, coupable de corruption ou s'est livré à des manœuvres frauduleuses, des pratiques collusoires ou coercitives ou encore en situation de conflit d'intérêt lors de l'attribution de ce marché.

3.2. L'Autorité chargée des Marchés Publics peut à titre conservatoire, prendre une décision d'interdiction de soumissionner pendant une période n'excédant pas

deux (2) ans, à l'encontre de tout soumissionnaire reconnu coupable de trafic d'influence, de conflits d'intérêts, de délit d'initiés, de fraude, de corruption ou de production de documents non authentiques dans la soumission, sans préjudice des poursuites pénales qui pourraient être engagées contre lui.

Article 4 : Candidats admis à concourir

4.1. Si l'appel d'offres est restreint, la consultation s'adresse à tous les candidats retenus à l'issue de la procédure de pré-qualification.

4.2. En règle générale, l'appel d'offres s'adresse à tous les fournisseurs, sous réserve des dispositions ci-après :

a. Un soumissionnaire (y compris tous les membres d'un groupement d'entreprises et tous les sous-traitants du soumissionnaire) doit être d'un pays éligible, conformément à la convention de financement.

b. Un soumissionnaire (y compris tous les membres d'un groupement d'entreprises et tous les sous-traitants du soumissionnaire) ne doit pas se trouver en situation de conflit d'intérêt.

Un soumissionnaire peut être jugé comme étant en situation de conflit d'intérêt s'il:

i. Est associé ou a été associé dans le passé,
à une entreprise (ou à une filiale de cette entreprise) qui a fourni des services de consultant pour la conception, la préparation des spécifications et autres documents utilisés dans le cadre des lettres commandes passées au titre du présent appel d'offres; ou

1. Présente plus d'une offre dans le cadre du présent appel d'offres, à l'exception des offres variantes autorisées selon la clause17, le cas échéant ; cependant, ceci ne fait pas obstacle à la participation de sous- traitants dans plus d'une offre.
2. l'Autorité Contractante ou le maître d'ouvrage possède des intérêts financiers dans sa géographie du capital de nature à compromettre la transparence des procédures de passation des marchés publics.

c. Le soumissionnaire ne doit pas être sous le coup d'une décision d'exclusion.

d. Une entreprise publique camerounaise peut participer à la consultation si elle démontre qu'elle est (i) juridiquement et financièrement autonome, (ii) administrée selon les règles du droit commercial et (iii) n'est pas sous l'autorité directe de l'Autorité Contractante ou du Maître d'ouvrage.

Article 5 : Fournitures et Services connexes répondant aux critères d'origine

5.1. Toutes les fournitures et tous les services connexes faisant l'objet du présent marché devront provenir de pays répondant aux critères de provenance définis dans le RPAO.

5.2. En vertu de l'article 5.1 ci-dessus, le terme « fournitures » désigne produits, matières premières, machines, équipements et installations industrielles ; et le terme « services connexes » désigne notamment des services tels que l'assurance, l'installation, la formation et la maintenance initiale.

1. Le terme « provenir » qualifie le pays où les fournitures sont extraites, cultivées, produites, fabriquées ou transformées ; ou bien le pays où un

processus de fabrication, de transformation ou d'assemblage de composants, aboutit à l'obtention d'un article commercialisable dont les caractéristiques de base sont substantiellement différentes de celles de ses composants.

Article 6 : Qualification du Soumissionnaire

6.1. Les soumissionnaires doivent, comme partie intégrante de leur offre :

a. Soumettre un pouvoir habilitant le signataire de la soumission à engager le Soumissionnaire ; et

b. Fournir toutes les informations (compléter ou mettre à jour les informations jointes à leur demande de pré-qualification qui ont pu changer, au cas où les candidats ont fait l'objet d'une pré- qualification) demandées aux soumissionnaires, dans le RPAO, afin d'établir leur qualification pour exécuter le marché. Fournir toutes les informations (ou mettre à jour les informations jointes à leur demande de pré-qualification qui ont pu changer, au cas où les candidats ont fait l'objet d'une pré-qualification demandée aux soumissionnaires afin d'établir leur qualification pour exécuter le marché).

Les informations relatives aux points suivants sont exigées le cas échéant :

i. La production des bilans certifiés et chiffres d'affaires récents ;

ii. Accès à une ligne de crédit ou disposition d'autres ressources financières ;

iii. Les commandes acquises et les marchés attribués ;

iv. Les litiges en cours ;

v. La disponibilité du matériel indispensable.

6.2. Les soumissions présentées par deux ou plusieurs fournisseurs groupés (cotraitance) doivent satisfaire aux conditions suivantes :

a. L'offre devra inclure tous les renseignements énumérés à l'Article 6.1 ci-dessus : Le RPAO devra préciser les informations à fournir par le groupement et celles à fournir par chaque membre du groupement ;

b. L'offre et le marché doivent être signés de façon à obliger tous les membres du groupement ;

c. La nature du groupement (conjoint ou solidaire tel que requis dans le RPAO) doit être précisée et justifiée par la production d'une copie de l'accord de groupement en bonne et due forme ;

d. Le membre du groupement désigné comme mandataire, représentera l'ensemble des entreprises vis-à-vis du Maître d'Ouvrage ou de l'Autorité Contractante pour l'exécution du marché ;

e. En cas de groupement solidaire, les cotraitants se répartissent les payements qui sont effectués par le Maître d'Ouvrage dans un compte unique ; en revanche, chaque entreprise est payée par le Maître d'Ouvrage dans son propre compte, lorsqu'il s'agit d'un groupement conjoint.

6.3. Les soumissionnaires doivent également présenter des propositions suffisamment détaillées pour démontrer qu'elles sont conformes aux spécifications techniques et aux délais de livraison visés dans le RPAO.

B. DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

ARTICLE 7 : CONTENU DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

7.1 Le Dossier d'Appel d'Offres décrit les fournitures faisant l'objet du présent marché, fixe les procédures de consultation des fournisseurs et précise les conditions du marché. Outre l'(es) additif(s) publiés conformément à l'Article 9 du RGAO, le dossier comprend les documents énumérés ci-après:

Pièce N°1. L'Avis d'Appel d'Offres (AAO)
Pièce N°2. Le Règlement Général de l'Appel d'Offres (RGAO)
Pièce N°3. Le Règlement Particulier de l'Appel d'Offres (RPAO)
Pièce N°4. Le Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)
Pièce N°5. Le Descriptif de la fourniture
Pièce N°6. Le cadre du Bordereau des prix unitaires
Pièce N°7. Le cadre du détail estimatif
Pièce N°8. Le cadre du sous-détail des prix unitaires
Pièce N°9. Formulaires et modèles des pièces
Pièce N°10. Modèle du Marché
Pièce N°11. La liste des banques de 1er ordre agréé pour émettre des cautions
Pièce N°12. Grille d'évaluation

7.2. Le Soumissionnaire doit examiner l'ensemble des règlements, formulaires, conditions et spécifications contenus dans le DAO. Il lui appartient de fournir tous les renseignements demandés et de préparer une offre conforme à tous égards au dit dossier.

ARTICLE 8 : ECLAIRCISSEMENTS APPORTES AU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES ET RECOURS.

8.1. Tout soumissionnaire désirant obtenir des éclaircissements sur le dossier d'appel d'offres peut en faire la demande à l'Autorité Contractante par écrit ou par courrier électronique (télécopie ou e- mail) à l'adresse de l'Autorité Contractante indiquée dans les RPAO avec copie au Maître d'Ouvrage. Cependant, l'Autorité Contractante répondra par écrit à toute demande d'éclaircissement reçue au moins sept (07) jours pour les (AON) quatorze (14) jours pour les (AOI) avant la date limite de dépôt des offres.

Une copie de la réponse de l'Autorité Contractante, indiquant la question posée mais ne mentionnant pas son auteur, est adressée à tous les soumissionnaires ayant acheté le Dossier d'Appel d'offres.

8.2. Entre la publication de l'Avis d'Appel d'Offres y compris la phase de pré-qualification des candidats et l'ouverture des plis, tout soumissionnaire potentiel qui s'estime lésé dans la procédure de passation des marchés publics peut introduire une requête auprès du Directeur Général de la SONATREL avec copie au Président du Conseil d'Administration.

8.3. Le requérant adresse une copie de ladite requête au Comité d'Arbitrage et d'Examen de Recours avec copie au Président de la Commission.

8.4. Le Maître d'Ouvrage dispose de trois (03) jours pour réagir. La copie de la réaction est transmise au Président du Conseil d'Administration.

ARTICLE 9 : MODIFICATION DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

9.1 L'Autorité Contractante peut, à tout moment avant la date limite de dépôt des offres et pour tout motif, que ce soit à son initiative ou en réponse à une demande d'éclaircissements formulée par un soumissionnaire, modifier le Dossier d'Appel d'Offres en publiant un additif.

9.2. Tout additif ainsi publié fera partie intégrante du Dossier d'Appel d'Offres, conformément à l'article7.1 du RGAO et doit être communiqué par écrit ou signifié par tout moyen laissant trace écrite à tous les soumissionnaires ayant acheté le Dossier d'Appel d'offres.

9.3. Afin de donner aux soumissionnaires suffisamment de temps, pour tenir compte de l'additif dans la préparation de leurs offres, l'Autorité Contractante pourra reporter, autant que nécessaire, la date limite de dépôt des offres, conformément aux dispositions de l'Article 23.2 du RGAO.

1. PREPARATION DES OFFRES

ARTICLE 10 : FRAIS DE SOUMISSION

Le soumissionnaire supportera tous les frais afférents à la préparation et à la présentation de son offre, et le Maître d'Ouvrage n'est en aucun cas responsable de ces frais, ni tenu de les régler, quels que soient le déroulement ou l'issue de la procédure d'Appel d'Offres.

ARTICLE 11 : LANGUE DE L'OFFRE

L'offre ainsi que toutes les correspondances et tous les documents concernant la soumission échangée entre le Soumissionnaire et le Maître d'Ouvrage seront rédigés en français ou en anglais. Les documents complémentaires et les imprimés fournis par le soumissionnaire peuvent être rédigés dans une autre langue à condition d'être accompagnés d'une traduction précise en français ou en anglais auquel cas et aux fins d'interprétation de l'offre, la traduction fera foi.

ARTICLE 12 : DOCUMENTS CONSTITUANTS L'OFFRE

12.1. L'offre présentée par le Soumissionnaire comprendra les documents détaillés au RPAO, dûment remplis et regroupés en trois volumes :

a. Volume 1 : Dossier administratif

Il comprend :

i. Tous les documents attestant que le soumissionnaire :
-A souscrit les déclarations prévues par les lois et règlements en vigueur ;
-S'est acquitté les droits, taxes, impôts, cotisations, contributions, redevances ou prélèvements de quelque nature que ce soit ;
-N'est pas en état de liquidation judiciaire ou en faillite ;
-N'est pas frappé de l'une des interdictions ou d'échéances prévues par la législation en vigueur :
- s'est acquitté des frais du DAO.

ii. La caution de soumission établie conformément aux dispositions de l'article 19 du RGAO

iii. La confirmation écrite habilitant le signataire de l'offre à engager le Soumissionnaire, conformément aux dispositions de l'article 6.1 du RGAO.

b. Volume 2 : Offre technique

b.1. Les renseignements sur les qualifications
Le RPAO précise la liste des documents à fournir attestant la qualification des soumissionnaires conformément aux articles 6.1 du RPAO et 18 du RGAO.

b.2. Méthodologie propositions techniques
Le RPAO précise les éléments constitutifs de la proposition technique des soumissionnaires, notamment :
-une description détaillée des caractéristiques techniques, les performances, les marques, les modèles et les références des matériels proposés accompagnés de prospectus techniques conformément à l'article 17 du RGAO ;
-le calendrier, le planning et le délai de livraison des prestations ;

b.3. Les preuves d'acceptations des conditions du marché
Le soumissionnaire remettra les copies dûment paraphées, signées et datées des documents à caractères administratif et technique régissant le marché, à savoir :

1. Le Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) ;

2. Les spécifications techniques

c. Volume 3 : Offre financière
Le RPAO précise les éléments permettant de justifier le coût des prestations, à savoir :

1. La soumission proprement dite, en original rédigé selon le modèle joint, timbré au tarif en vigueur, signée et datée ;

2. Le Bordereau des Prix Unitaires dûment rempli ;

3. Le Détail estimatif dûment rempli ;

4. Le Sous-Détail des prix et/ou la décomposition des prix forfaitaires.
Les soumissionnaires utiliseront à cet effet les pièces et modèles prévus dans le Dossier d'Appel d'Offres, sous réserve des dispositions de l'Article 19.2 du RGAO concernant les autres formes possibles de caution de soumission.

12.2. Si, conformément aux dispositions du RPAO, les soumissionnaires présentent des offres pour plusieurs lots du même appel d'offres, ils pourront indiquer les rabais offerts en cas d'attribution de plus d'un lot.

ARTICLE 13 : PRIX DE L'OFFRE
13.1. Les prix seront indiqués comme requis dans les modèles de bordereaux des prix et de sous- détail des prix fournis en annexe.

Le fournisseur est libre, en indiquant le prix, de recourir à un transporteur et d'obtenir des prestations d'assurance en provenance de tout pays, sous réserve des conditions d'éligibilité liées à la convention de financement.

Les prix proposés dans les formulaires du sous détail des prix pour les fournitures et Services connexes, seront présentés de la manière suivante :

i. Le prix des fournitures EXW (sortie usine, fabrique, magasin d'exposition, entrepôt ou magasin de ventes, suivant le cas), y compris tous les droits de douanes, taxes sur les ventes ou autres déjà payés ou à payer sur les composants ou matières premières utilisées dans la fabrication ou l'assemblage des fournitures ;

ii. Les taxes sur les ventes et autres taxes perçues sur les fournitures qui seront dues si le Marché est attribué ;

iii. Le prix des transports intérieurs, assurance et autres services locaux afférents à la livraison des fournitures jusqu'à leur destination finale (Parc Automobile de l'Etat) spécifiée dans le RPAO.

13.2. Les prix offerts par le Soumissionnaire seront fermes pendant toute la durée d'exécution du Marché et ne pourront varier en aucune manière, sauf disposition contraire du RPAO. Sauf disposition contraire du CCAP, Une offre assortie d'une clause de révision des prix sera considérée comme non conforme et sera écartée, en application de l'article 29.3 du RGAO.
13.3. Au cas où l'appel d'offres comprend plusieurs lots, les prix indiqués pour un lot donné devront correspondre à la totalité des articles de ce lot, et à la totalité de la quantité indiquée pour chaque article. Les Soumissionnaires désirant offrir une réduction de prix en cas d'attribution de plus d'un lot spécifieront les réductions applicables à chaque groupe de lots ou à chaque lot, à la condition que les offres pour tous les lots soient soumises et ouvertes en même temps.

ARTICLE 14 : MONNAIE DE L'OFFRE
Les prix seront libellés en monnaie franc CFA.

ARTICLE 15 : DOCUMENTS ATTESTANT L'ADMISSIBILITE DU SOUMISSIONNAIRE
Le soumissionnaire fournira en tant que partie intégrante de son offre, des documents attestant qu'il satisfait aux dispositions de l'Article 4 du RGAO.

ARTICLE 16 : DOCUMENTS ATTESTANT L'ADMISSIBILITE DES FOURNITURES
16.1. En application des dispositions de l'article 5 du RGAO, le Soumissionnaire fournira, en tant que partie intégrante de son offre, les documents attestant que l'ensemble des fournitures et services qu'il se propose de fournir en exécution du marché satisfont aux critères de provenance.

16.2. Ces documents consisteront en une déclaration sur le pays d'origine des fournitures et services proposés dans le Bordereau des prix, déclaration à confirmer par un certificat d'origine délivré au moment de l'embarquement.

ARTICLE 17 : DOCUMENTS ATTESTANT DE LA CONFORMITE DES FOURNITURES

17.1. Pour établir la conformité des fournitures et Services connexes au Dossier d'Appel d'Offres, le Soumissionnaire fournira dans le cadre de son offre les preuves écrites que la fourniture se conforme aux spécifications techniques et normes spécifiées dans le Descriptif de la Fourniture.

17.2. Ces preuves peuvent revêtir la forme de prospectus, dessins ou données et comprendront une description détaillée des principales caractéristiques techniques et de performance des fournitures et services connexes, démontrant qu'ils correspondent pour l'essentiel aux spécifications et, le cas échéant une liste des divergences et réserves par rapport aux dispositions du Descriptif de la Fourniture.

17.3. Le Soumissionnaire fournira également une liste donnant tous les détails, y compris les sources d'approvisionnement disponibles et les prix courants des pièces de rechange, outils spéciaux, etc., nécessaires au fonctionnement correct et continu des fournitures depuis le début de leur utilisation par le Maître d'Ouvrage et pendant la période précisée au RPAO.

17.4. Les normes qui s'appliquent aux modes d'exécution, procédés de fabrication, équipements et matériels, ainsi que les références à des noms de marque ou à des numéros de catalogue spécifiés par le Maître d'Ouvrage sur le Bordereau des quantités, calendrier de livraison, et spécifications techniques ne sont mentionnés qu'à titre indicatif et n'ont nullement un caractère restrictif.

Le Soumissionnaire peut leur substituer d'autres normes de qualité, noms de marque et/ou d'autres numéros de catalogue, pourvu qu'il établisse à la satisfaction du Maître d'Ouvrage que les normes, marques et numéros ainsi substitués sont substantiellement équivalents ou supérieurs aux spécifications du Bordereau des prix et les spécifications techniques.

ARTICLE18 : DOCUMENTS ATTESTANT LA QUALIFICATION DU SOUMISSIONNAIRE

Les documents attestant que le Soumissionnaire est qualifié pour exécuter le marché si son offre est acceptée, établiront à la satisfaction du Maître d'Ouvrage :
a. Si le RPAO le stipule, que, dans le cas d'un Soumissionnaire offrant de livrer en exécution du Marché des fournitures qu'il ne fabrique ni ne produit par ailleurs, ledit soumissionnaire est dûment autorisé par le fabricant de ces fournitures à les livrer au Cameroun ;
b. Que le Soumissionnaire à la capacité financière, technique et de production nécessaire pour exécuter le Marché ;
c. Que, dans le cas où le Soumissionnaire correspondant n'exerce pas d'activité au Cameroun, il y est ou sera (si le Marché lui est attribué) représenté par un Agent doté des moyens et des capacités voulus pour assurer les tâches de maintenance, de réparation et de stockage de pièces de rechange aux obligations spécifiées dans le Cahier des Clauses Administratives Particulières et/ou les Spécifications techniques ;
d. Que le soumissionnaire jouit d'une expérience pertinente pour des prestations similaires à celles prévues au DAO.

ARTICLE 19 : CAUTION DE SOUMISSION

19.1. En application de l'article 10 du RGAO, le Soumissionnaire fournira une caution de soumission du montant spécifié dans le Règlement Particulier de l'Appel d'Offres, laquelle fera partie intégrante de son offre.

19.2. La caution de soumission sera conforme au modèle présenté dans le Dossier d'Appel d'offres ; d'autres modèles peuvent être autorisés, sous réserve de l'approbation préalable du Maître d'Ouvrage. La caution de Soumission demeurera valide pendant trente (**30**) jours au-delà de la date limite originale de validité des offres, ou de toute nouvelle date limite de validité demandée par le Maître d'Ouvrage et acceptée par le Soumissionnaire, conformément aux dispositions de l'Article 20.2 du RGAO.

19.3. Toute offre non accompagnée d'une Caution de Soumission acceptable sera rejetée par le Maître d'Ouvrage comme non conforme. La caution de Soumission d'un groupement d'entreprises doit être établie au nom du mandataire soumettant l'offre et mentionner chacun des membres du groupement.

19.4. Les Cautions de Soumission des soumissionnaires non retenus seront restituées dans un délai de quinze (**15**) jours, après la publication du résultat de l'attribution.

19.5. La caution de Soumission de l'attributaire du marché sera libérée dès que ce dernier aura signé le marché et fourni le Cautionnement définitif requis.

19.6. La caution de soumission peut être saisie :
a. Si le Soumissionnaire :
i. Retire son offre pendant le délai de validité qu'il aura spécifié dans son offre ; ou
ii. N'accepte pas la correction des erreurs en application de l'article 32 du RGAO ; ou

b. Si le Soumissionnaire retenu :
i. Manque à son obligation de souscrire le marché en application de l'article 38 du RGAO ; ou
ii. Manque à son obligation de fournir le cautionnement définitif en application de l'article 39 du RGAO.
iii.Refuse de recevoir notification du marché ou de l'ordre de service de démarrage des prestations.

ARTICLE 20 : DELAI DE VALIDITE DES OFFRES

20.1. Les offres doivent demeurer valables pendant la période spécifiée dans le Règlement Particulier de l'Appel d'Offres à compter de la date de remise des offres fixée par le Maître d'Ouvrage, en application de l'article 23 du RGAO. Une offre valable pour une période plus courte sera rejetée par le Maître d'Ouvrage ou le Maître d'Ouvrage Délégué comme non conforme.

20.2. Dans des circonstances exceptionnelles, le Maître d'Ouvrage peut solliciter le consentement du Soumissionnaire à une prolongation du délai de validité. La demande et les réponses qui lui seront faites le seront par écrit (ou par télécopie). La validité de la caution de soumission prévue à l'article 19 du RGAO sera de même prolongée pour une durée correspondante. Un Soumissionnaire peut refuser de

prolonger la validité de son offre sans perdre sa caution de soumission. Un Soumissionnaire qui consent à une prolongation ne se verra pas demander de modifier son offre, ni ne sera autorisé à le faire.

20.3. Lorsque le marché ne comporte pas d'article de révision de prix et que la période de validité des offres est prorogée de plus de soixante (60) jours, les montants payables au soumissionnaire retenu, seront actualisés par application de la formule y relative figurant à la demande de prorogation que le Maître d'Ouvrage adressera au(x) soumissionnaire(s). La demande du Maître d'Ouvrage devra inclure une forme de révision des prix. La période d'actualisation ira de la date de dépassement des soixante (60) jours à la date de notification de la lettre commande ou de l'ordre de service de démarrage des travaux au soumissionnaire retenu, tel que prévu par le CCAP. L'effet de l'actualisation n'est pas pris en considération aux fins de l'évaluation.

ARTICLE 21 : FORME ET SIGNATURE DES OFFRES

21.1. Le Soumissionnaire préparera un original des documents constitutifs de l'offre décrits à l'Article 12 du RGAO, en un volume portant clairement l'indication "ORIGINAL". De plus, le Soumissionnaire soumettra le nombre de copies requis dans les RPAO, portant l'indication "COPIE". En cas de divergence entre l'original et les copies, l'original fera foi.

21.2. L'original et toutes les copies de l'offre devront être dactylographiés ou écrits à l'encre indélébile (dans le cas des copies, des photocopies sont également acceptables) et seront signés par la ou les personnes dûment habilitées à signer au nom du Soumissionnaire, conformément à l'Article 6.1 (a) ou 6.2 (c) du RGAO, selon le cas. Toutes les pages de l'offre comprenant des surcharges ou des changements seront paraphés par le ou les signataires de l'offre.

21.3. L'offre ne doit comporter aucune modification, suppression ni surcharge, à moins que de telles corrections ne soient paraphées par le ou les signataires de la soumission.

D. DEPOT DES OFFRES

ARTICLE 22 : CACHETAGE ET MARQUAGE DES OFFRES

22.1. Le Soumissionnaire placera l'original et les copies des documents constitutifs de l'offre dans trois enveloppes séparées et scellées portant les mentions « Pièces administratives », « Offre technique» et «Offre Financière», selon le cas. Ces enveloppes seront ensuite placées dans une enveloppe extérieure qui devra également être scellée, mais qui ne devra donner aucune indication sur l'identité du soumissionnaire.

22.2. Les enveloppes intérieures et extérieures :
a. Seront adressées au Maître d'Ouvrage à l'adresse indiquée dans le Règlement Particulier de l'Appel d'Offres ;

b. Porteront le nom du projet ainsi que l'objet et le numéro de l'Avis d'Appel d'Offres indiqués dans le RPAO, et la mention "A n'ouvrir qu'en séance de dépouillement".

22.3. Les enveloppes intérieures porteront également le nom et l'adresse du soumissionnaire de façon à permettre au Maître d'Ouvrage de renvoyer l'offres celée conformément aux dispositions des articles 24 et 25 du RGAO.

22.4. Si l'enveloppe extérieure n'est pas scellée et marquée comme indiqué à l'article 22.2 susvisé, le Maître d'Ouvrage ne sera nullement responsable si l'offre est égarée ou ouverte prématurément.

ARTICLE 23 : DATE ET HEURE LIMITE DE DEPOT DES OFFRES

23.1. Les offres doivent être reçues par le Maître d'Ouvrage à l'adresse spécifiée à l'article 22.2 (a) du RPAO au plus tard à la date et à l'heure spécifiées dans l'avis d'appel d'offres.

23.2. L'Autorité Contractante peut, à son gré, reporter la date limite fixée pour le dépôt des offres en publiant un additif conformément aux dispositions de l'article 9 du RGAO. Dans ce cas, tous les droits et obligations du Maître d'Ouvrage et des soumissionnaires précédemment régis par la date limite initiale seront régis par la nouvelle date limite.

ARTICLE 24 : OFFRES HORS DELAIS

Toute offre parvenue à l'Autorité contractante après les dates et heure limites fixées pour le dépôt des offres conformément à l'Article 23 du RGAO sera déclarée hors délais et, par conséquent, rejetée.

ARTICLE 25 : MODIFICATION, SUBSTITUTION ET RETRAIT DES OFFRES

25.1. Un Soumissionnaire peut modifier, remplacer ou retirer son offre après l'avoir déposé, à condition que la notification écrite de la modification ou du retrait, soit reçue par le Maître d'Ouvrage avant l'achèvement du délai prescrit pour le dépôt des offres. Ladite notification doit être signée par un représentant habilité en application de l'article 21.2 du RGAO. La modification ou l'offre de remplacement correspondante doit être jointe à la notification écrite. Les enveloppes doivent porter clairement selon le cas, la mention « **RETRAIT** » et « **OFFRE DE REMPLACEMENT** » ou « **MODIFICATION** ».

25.2. La notification de modification, de remplacement ou de retrait de l'offre par le Soumissionnaire sera préparée, cachetée, marquée et envoyée conformément aux dispositions de l'article 22 du RGAO. Le retrait peut également être notifié par télécopie, mais devra dans ce cas être confirmé par une notification écrite dûment signée, et dont la date, le cachet postal faisant foi, ne sera pas postérieure à la date limite fixée pour le dépôt des offres.

25.3. Les offres dont les soumissionnaires demandent le retrait en application de l'article 25.1 leur seront envoyées sans avoir été ouvertes.

25.4. Aucune offre ne peut être retirée dans l'intervalle compris entre la date limite de dépôt des offres et l'expiration de la période de validité de l'offre spécifiée par le modèle de soumission. Le retrait de son offre par un Soumissionnaire pendant cet intervalle peut entraîner la confiscation de la caution de soumission conformément aux dispositions de l'article 19.6 du RGAO.

E. OUVERTURE DES PLIS ET EVALUATION DES OFFRES

ARTICLE 26 : OUVERTURE DES PLIS ET RECOURS

26.1. La Commission de Passation des Marchés compétente procédera à l'ouverture des plis en un temps et en présence des représentants des soumissionnaires qui souhaitent y assister, à la date, à l'heure et à l'adresse indiquée dans l'AAO. Les représentants des soumissionnaires qui sont présents signeront un registre ou une feuille attestant leur présence.

26.2. Dans un premier temps, les enveloppes marquées « Retrait » seront ouvertes et leur contenu annoncé à haute voix, tandis que l'enveloppe contenant l'offre correspondante sera renvoyée au Soumissionnaire sans avoir été ouverte. Le retrait d'une offre ne sera autorisé que si la notification correspondante contient une habilitation valide du signataire à demander le retrait et si cette notification est lue à haute voix. Ensuite, les enveloppes marquées « **Offre de Remplacement** » seront ouvertes et annoncées à haute voix et la nouvelle offre correspondante substituée à la précédente, qui sera renvoyée au Soumissionnaire concerné sans avoir été ouverte. Le remplacement d'offre ne sera autorisé que si la notification correspondante contient une habilitation valide du signataire à demander le remplacement et est lue à haute voix. Enfin, les enveloppes marquées « **modification** » seront ouvertes et leur contenu lu à haute voix avec l'offre correspondante. La modification d'offre ne sera autorisée que si la notification correspondante contient une habilitation valide du signataire à demander la modification et est lue à haute voix. Seules les offres qui ont été ouvertes et annoncées à haute voix lors de l'ouverture des plis seront ensuite évaluées.

26.3. Toutes les enveloppes seront ouvertes l'une après l'autre et le nom du soumissionnaire annoncé à haute voix ainsi que la mention éventuelle d'une modification, le prix de l'offre, y compris tout rabais (en cas d'ouverture des offres financières) et toute variante le cas échéant, l'existence d'une garantie d'offre si elle est exigée, et tout autre détail que le Maître d'Ouvrage peut juger utile de mentionner. Seuls les rabais et variantes de l'offre annoncés à haute voix lors de l'ouverture des plis seront soumis à évaluation.

26.4. Les offres (et les modifications reçues conformément aux dispositions de l'article 24 du RGAO) qui n'ont pas été ouvertes et lues à haute voix durant la séance d'ouverture des plis, quelle qu'en soit la raison, ne seront pas soumises à évaluation.

26.5. Il est établi, séance tenante un procès-verbal d'ouverture des plis qui mentionne la recevabilité des offres, leur régularité administrative, leurs prix, leurs rabais, et leurs délais ainsi que la composition de la sous- commission d'analyse. Une copie dudit procès-verbal à laquelle est annexée la feuille de présence est remise à tous les participants à la fin de la séance.

26.6 A la fin de chaque séance d'ouverture des plis, le Président de la commission met immédiatement à la disposition du point focal désigné par l'ARMP, une copie paraphée des offres des soumissionnaires.

26.7. En cas de recours, tel que prévu par le décret N°2018/355 du 12 juin 2018, au Comité d'Arbitrage et d'Examen de Recours avec copie au Président du Conseil d'Administration et au Directeur Général. Il doit parvenir dans un délai maximum de trois (03) jours ouvrables après l'ouverture des plis, sous la forme d'une lettre à laquelle est obligatoirement joint un feuillet de la fiche de recours dûment signée par le requérant et, éventuellement, par le Président de la Commission de Passation des Marchés.

L'Observateur Indépendant annexe à son rapport, le feuillet qui lui a été remis, assorti des commentaires ou des observations y afférents.

ARTICLE 27 : CARACTERE CONFIDENTIEL DE LA PROCEDURE

27.1. Aucune information relative à l'examen, à l'évaluation, à la comparaison des offres, et à la vérification de la qualification des soumissionnaires, et à la recommandation d'attribution du marché ne sera donnée aux soumissionnaires ni à toute autre personne non concernée par ladite procédure tant que l'attribution du marché n'aura pas été rendue publique. Sous peine de disqualification de l'offre du soumissionnaire et de la suspension des auteurs aux Marchés Publics.

27.2. Toute tentative faite par un Soumissionnaire pour influencer la Commission de Passation des Marchés ou la Sous-commission d'analyse dans l'évaluation des offres ou le Maître d'Ouvrage dans la décision d'attribution peut entraîner le rejet de son offre.

27.3. Nonobstant les dispositions de l'alinéa 27.2, entre l'ouverture des plis et l'attribution du marché, si un Soumissionnaire souhaite entrer en contact avec le Maître d'Ouvrage pour des motifs ayant trait à son offre, il devra le faire par écrit.

ARTICLE 28 : ECLAIRCISSEMENT SUR LES OFFRES ET CONTACTS AVEC LE MAITRE D'OUVRAGE

28.1. Pour faciliter l'examen, l'évaluation et la comparaison des offres, la Commission de Passation des Marchés peut, si elle le désire, demander à tout soumissionnaire de donner des éclaircissements sur son offre. La demande d'éclaircissements et la réponse qui lui est apportée sont formulées par écrit, mais aucun changement du montant ou du contenu de la soumission n'est recherché, offert ou autorisé, sauf si c'est nécessaire pour confirmer la correction d'erreurs de calcul découvertes par la Sous-commission d'analyse lors de l'évaluation des soumissions conformément aux dispositions de l'Article 32 du RGAO.

28.2. Sous réserve des dispositions de l'alinéa 1 susvisé, les soumissionnaires ne contacteront pas les membres de la Commission des marchés et de la Sous-commission pour des questions ayant trait à leurs offres, entre l'ouverture des plis et l'attribution du marché.

ARTICLE 29 : CONFORMITE DES OFFRES

29.1. La Sous-commission d'analyse procèdera à un examen détaillé des offres pour déterminer si elles sont complètes, si les garanties exigées ont été fournies, si les documents ont été correctement signés, et si les offres sont d'une façon générale en bon ordre.

29.2. La Sous-commission d'analyse déterminera, si l'offre est conforme pour l'essentiel aux dispositions du Dossier d'Appel d'Offres en se basant sur son contenu sans avoir recours à des éléments de preuve extrinsèques.

29.3. Une offre conforme pour l'essentiel est une offre conforme à toutes les stipulations, spécifications et conditions du Dossier d'appel d'offres, sans divergence, réserve ou omission substantielle. Les divergences ou omission substantielles sont celles :

a. Qui limitent de manière substantielle la portée, la qualité ou les performances des Fournitures et Services connexes spécifiés dans le marché ; ou

b. Qui limitent, d'une manière substantielle et non conforme au Dossier d'appel d'offres, les droits du Maître d'Ouvrage ou les obligations du Soumissionnaire au titre du marché ; ou
c. Dont l'acceptation serait préjudiciable aux autres Soumissionnaires ayant présenté des offres conformes pour l'essentiel.

29.4. Si une offre n'est pas conforme pour l'essentiel, elle sera écartée par la Commission des Marchés Compétente et ne pourra être par la suite rendue conforme.

29.5. L'Autorité Contractante se réserve le droit d'accepter ou de rejeter toute modification, divergence ou réserve. Les modifications, divergences, variantes et autres facteurs qui dépassent les exigences du dossier d'appel d'offres ne doivent pas être pris en compte lors de l'évaluation offres.

ARTICLE 30 : EVALUATION DE L'OFFRE TECHNIQUE

30.1. La Sous-commission d'Analyse examinera l'offre pour confirmer que toutes les conditions spécifiées dans le RPAO et le CCAP ont été acceptées par le Soumissionnaire sans divergence ou réserve substantielle.

30.2. La Sous-commission d'Analyse évaluera les aspects techniques de l'offre présentée conformément à la clause 17 du RGAO afin de s'assurer que toutes les stipulations du Bordereau des prix, du calendrier de livraison et du Descriptif de la Fourniture (Spécifications techniques, Plans, Inspections et Essais), sont respectées sans divergence ou réserve substantielle.

30.3. Si, après l'examen des termes et conditions de l'appel d'offres et l'évaluation technique, la sous-commission d'analyse établit que l'offre n'est pas conforme pour l'essentiel en application de la clause 29 du RGAO, elle proposera à la commission de Passation des marchés d'écarter l'offre en question.

ARTICLE 31 : QUALIFICATION DU SOUMISSIONNAIRE

La Sous-commission s'assurera que le Soumissionnaire retenu pour avoir soumis l'offre substantiellement conforme aux dispositions du Dossier d'Appel d'Offres, satisfait aux critères de qualification stipulés à l'article 6 du RPAO. Il est essentiel d'éviter tout arbitraire dans la détermination de la qualification.

ARTICLE 32 : CORRECTION DES ERREURS

32.1. La Sous-commission d'Analyse vérifiera les offres reconnues conformes pour l'essentiel au Dossier d'Appel d'Offres pour en rectifier les erreurs de calcul éventuelles. La Sous-commission d'Analyse corrigera les erreurs de la façon suivante :

a. S'il y a contradiction entre le prix unitaire et le prix total obtenu en multipliant le prix unitaire par les quantités, le prix unitaire fera foi et le prix total sera corrigé, à moins que, de l'avis de la Sous-commission d'analyse, la virgule des décimales du prix unitaire soit manifestement mal placée, auquel cas le prix total indiqué prévaudra et le prix unitaire sera corrigé ;

b. Si le total obtenu par addition ou soustraction des sous totaux n'est pas exact, les sous totaux feront foi et le total sera corrigé ;

c. S'il y a contradiction entre le prix indiqué en lettres et en chiffres, le montant en lettres fera foi, à moins que ce montant soit lié à une erreur arithmétique confirmée par le sous-détail dudit, auquel cas le montant en chiffres prévaudra sous réserve des alinéas (a) et (b) ci-dessus.

32.2. Le montant figurant dans la soumission sera corrigé par la Sous-commission d'analyse, conformément à la procédure de correction d'erreurs susmentionnée et, avec la confirmation du Soumissionnaire, ledit montant sera réputé l'engager.

32.3. Si le Soumissionnaire ayant présenté l'offre évaluée la moins-disante, n'accepte pas les corrections apportées, son offre sera écartée et sa garantie pourra être saisie.

ARTICLE 33 : EVALUATION DES OFFRES AU PLAN FINANCIER

33.1. La Sous-commission d'Analyse procédera à l'évaluation et à la comparaison des offres dont il aura déterminé au préalable qu'elles répondent pour l'essentiel aux dispositions du Dossier d'Appel d'Offres, au sens des articles 29, 30 et 31 du RGAO, comme indiqué ci-après.

33.2. Pour cette évaluation, la Sous-commission d'Analyse prendra en compte les éléments ci-après :

a. Le prix de l'offre, indiqué suivant les dispositions de la clause 13 du RGAO ;

b. Les ajustements apportés au prix pour corriger les erreurs arithmétiques en application de l'article 32 du RGAO ;

c. Les ajustements du prix imputables aux rabais offerts en application de l'alinéa 13.4 du RGAO;

33.3. Pour évaluer le montant de l'offre, la Sous-commission d'Analyse peut devoir prendre également en considération des facteurs autres que le prix de l'offre, dont les caractéristiques, la performance des fournitures et services connexes et leurs conditions d'achat. Les facteurs retenus et précisés dans le RPAO, le cas échéant, seront exprimés en termes monétaires de manière à faciliter la comparaison des offres.

ARTICLE 34 : COMPARAISON DES OFFRES

La Sous-commission d'Analyse comparera toutes les offres substantiellement conformes pour déterminer l'offre évaluée la moins-disante, en application de la clause 33ci-dessus.

2. ATTRIBUTION DU MARCHÉ

ARTICLE 35 : ATTRIBUTION

35.1. L'Autorité Contractante attribuera le Marché au Soumissionnaire dont l'offre a été reconnue conforme pour l'essentiel au Dossier d'Appel d'Offres et qui dispose des capacités techniques et financières requises pour exécuter le Marché de façon satisfaisante et dont l'offre a été évaluée la moins-disante en incluant le cas échéant les rabais proposés.

35.2. Si l'appel d'offres porte sur plusieurs lots, l'offre la moins-distante sera déterminée en évaluant ce marché en liaison avec les autres lots à attribuer concurremment, en prenant en compte les rabais offerts par les soumissionnaires en cas d'attribution de plus d'un lot.

35.3 Toute attribution des marchés de fournitures se fait au soumissionnaire présentant l'offre évaluée la moins-disante et remplissant les capacités techniques et financières requises résultant des critères dits essentiels ou de ceux éliminatoires ;

ARTICLE 36 : DROIT DE L'AUTORITE CONTRACTANTE DE DECLARER UN APPEL D'OFFRES INFRUCTUEUX OU D'ANNULER UNE PROCÉDURE

L'Autorité contractante se réserve le droit d'annuler une procédure d'Appel d'Offres (après autorisation du Conseil d'Administration lorsque les offres ont été ouvertes) ou de déclarer un appel d'offres infructueux après avis de la commission des marchés compétente, sans qu'il y'ait lieu à réclamation.

ARTICLE 37 : DROIT DE MODIFICATION DES QUANTITÉS LORS DE L'ATTRIBUTION DU MARCHÉ

Le Maître d'Ouvrage, lors de l'attribution du Marché, se réserve le droit d'augmenter ou de diminuer, d'un pourcentage ne dépassant pas **15 %**, la quantité des fournitures et des services initialement spécifiés dans le Bordereau des quantités, sans changement de prix unitaires ou d'autres termes et conditions.

ARTICLE 38 : NOTIFICATION DE L'ATTRIBUTION D DU MARCHÉ

Avant l'expiration du délai de validité des offres fixé par le RPAO, le Maître d'Ouvrage notifiera à l'attributaire le marché par télécopie confirmée par lettre recommandée, que sa soumission a été retenue. Cette lettre indiquera le montant que le Maître d'Ouvrage paiera au fournisseur au titre de l'exécution du marché et le délai d'exécution.

ARTICLE 39 : PUBLICATION DU RESULTAT D'ATTRIBUTION DU MARCHÉ ET RECOURS

39.1. Toute décision d'attribution d'un marché public par le maître d'ouvrage est insérée avec indication de prix et de délai dans le journal des marché publics édicté par l'organisme chargé de la régulation des marchés publics ou dans toutes autre publication habilitée.

39.2. L'Autorité contractante communique à tout soumissionnaire ou administration concernée, sur requête à lui adressée dans un délai maximal de cinq (**05**) jours après la publication des résultats d'attribution, le procès-verbal de la séance d'attribution du marché y relatif auquel est annexé le rapport d'analyse des offres.

39.3. L'Autorité contractante est tenue de communiquer les motifs de rejet des offres des soumissionnaires concernés qui en font la demande.

39.4. Après la publication du résultat de l'attribution, les offres non retirées dans un délai maximal de quinze (15) jours seront détruites, sans qu'il y ait lieu à réclamation, à l'exception de l'exemplaire destiné à l'organisme chargé de la régulation des marchés publics.

39.5. En cas de recours, il doit être adressé au Comité d'Arbitrage et d'Examen de Recours avec copie au Président du Conseil d'Administration, au Directeur Général et au Président de la Commission.
Il doit intervenir dans un délai maximum de cinq (05) jours ouvrables après la publication des résultats.

ARTICLE 40 : SIGNATURE DU MARCHÉ

40.1. Après publication des résultats, le projet de marché souscrit par l'attributaire est soumis à la Commission de Passation des Marchés compétente, pour examen et avis.

40.2. L'Autorité Contractante dispose d'un délai de sept (07) jours pour la signature du marché à compter de la date de réception du projet du marché et souscrit par l'attributaire.
40.3. Le marché doit être notifiée à son titulaire dans les cinq (5) jours qui suivent la date de sa signature.

ARTICLE 41 : CAUTIONNEMENT DEFINITIF

41.1. Dans les vingt (20) jours suivant la notification du marché par l'Autorité Contractante, le cocontractant fournira au Maître d'Ouvrage un Cautionnement définitif, sous la forme stipulée dans le RPAO, conformément au modèle fourni dans le Dossier d'Appel d'Offres.

41.2. Le cautionnement dont le taux varie entre 2 et 5% du montant TTC du marché, peut être remplacé par la garantie d'une caution d'un établissement bancaire agréé conformément aux textes en vigueur, et émise au profit du Maître d'Ouvrage ou par une caution personnelle et solidaire.

41.3. Les petites et moyennes entreprises (PME) à capitaux et dirigeants nationaux peuvent produire à la place du cautionnement, soit une hypothèque légale, soit une caution d'un établissement bancaire ou d'un organisme financier agréé de premier rang conformément aux textes en vigueur.

41.4. L'absence de production du cautionnement définitif dans les délais prescrits est susceptible de donner lieu à la résiliation pure et simple du marché.

Pièce N° 3

Règlement Particulier de l'Appel d'offres (R.P.A.O.)

	Généralités
1	**Définition des fournitures :** Les prestations consistent à fournir les équipements ci-après ainsi que leurs divers accessoires : 1. Transformateurs de puissance 2. Disjoncteurs 3. Cellules HTA 4. Sectionneurs 5. Armoire de contrôle/ Commande 6. Réducteurs de mesures 7. Câbles HTA et BT 8. Câbles HTB 9. Parafoudres 10. Transformateur des auxiliaires et bobine point neutre 11. Charpentes métalliques 12. Conducteurs 13. Pylônes Le détail de toutes ces fournitures est précisé dans les spécifications techniques.
1.0	Nom de l'Autorité Contractante : **Le Directeur Général de la Société Nationale de Transport de l'Electricité**
1.1	Nom du Maître d'Ouvrage bénéficiaire des prestations : **Le Directeur Général de la Société Nationale de Transport de l'Electricité** **Siège de la SONATREL à Yaoundé, Direction Générale, 3ème étage de l'immeuble CAA, Tél. : (237) 222 22 53 55 BP : 16102 Yaoundé.**
1.2	Délai de livraison **: douze (12) mois au maximum.**
2.1.	Source de financement : **Appui budgétaire de la Banque Mondiale (PforR)**
4.1	Liste des candidats préqualifiés : **N/A**
4.2.	Critères de provenance des soumissionnaires : **Entreprises spécialisées dans le domaine.**
5.1	Critères de provenance des fournitures : **Le soumissionnaire fournira une liste donnant l'origine et les prix unitaires courants des pièces de rechange, outils spéciaux, etc…, nécessaires au fonctionnement correct et continu des équipements.**
6. 6.1	Qualification du soumissionnaire **6.1.1 CRITERES ELIMINATOIRES** Les critères éliminatoires relatifs à la qualification des candidats porteront sur : **1. Offre administrative** 1. Absence d'un document administratif après 48h ;

2. Fausse déclaration ou documents falsifiés ;
3. Absence ou non-conformité de la caution de soumission.

4. Dossier technique

5. Fausse déclaration ou document falsifié ;
6. Absence de la liste des entreprises locales Sous-Traitantes avec lesquelles le soumissionnaire travaillera en mentionnant leurs expériences spécifiques dans les travaux similaires (poste HTB d'une tension supérieure à 90 kV) ;
7. Non-respect des spécifications techniques des matériels et équipements ;
8. Le non-respect de sept (07) critères essentiels sur neuf (09).

6.1.2 CRITERES D'EVALUATION

Les critères essentiels relatifs à la qualification des candidats porteront sur :

b1.	Présentation de l'offre et facilité de navigation	Oui/Non
b2.	Expérience dans la réalisation des travaux similaires	Oui/Non
b3.	Chiffre d'affaires	Oui/Non
b4.	Attestation de capacité financière	Oui/Non
b5.	Qualification du personnel technique	Oui/Non
b6.	Test de conformité des matériels	Oui/Non
b7.	Moyens matériels et logistiques	Oui/Non
b8.	Planning et le délai pour les fournitures, les travaux ainsi que les modalités de formation du personnel	Oui/Non
b9.	Certification ISO	Oui/Non

Toute offre n'ayant pas respecté tous les critères éliminatoires et obtenu au moins sept (07) sur les neuf (09) critères d'évaluation sera éliminée.

11	Langue de l'offre : L'offre ainsi que toute correspondance et tous les documents concernant la soumission, échangés entre le soumissionnaire et le Maître d'Ouvrage seront rédigés en Français ou en Anglais
12.1	La liste des informations sur la qualification visée à l'article 12 du RGAO devra être complétée et regroupée en trois volumes insérés respectivement dans des enveloppes intérieures et détaillée comme suit : **Enveloppe A – Volume 1 : dossier administratif** **<u>Pour les entreprises installées au Cameroun</u>**

1. la déclaration d'intention de soumissionner timbrée au tarif en vigueur, datée et signée du soumissionnaire suivant modèle joint, indiquant l'intention de soumissionner et faisant apparaître ses noms, prénoms, qualité, domicile, nationalité et les pouvoirs qui lui sont délégués, et s'il s'agit d'une société, la raison sociale et l'adresse du Siège Social;

2. le registre de commerce ;

3. l'accord de groupement notarié donnant pouvoir en cas de groupement d'entreprises (pièce produite en original) ;

4. le pouvoir de signature le cas échéant ;

5. une attestation de non-faillite établie par le Tribunal de Grande Instance ou par la Chambre d'Industrie et du Commerce du lieu de résidence du soumissionnaire datant de moins de trois (3) mois précédant la date de remise des offres ;

6. une attestation de domiciliation bancaire du soumissionnaire, délivrée par un organisme financier ou une banque de 1er ordre agréé par le Ministère en charge des Finances du Cameroun ;

7. la quittance d'achat du Dossier d'appel d'offres ;

8. une caution de soumission délivrée par un organisme financier ou une banque de 1er ordre agréé par le Ministère en charge des Finances du Cameroun et d'un montant de :

1. Lot 1 : 21 518 900 (vingt-un millions cinq cent dix-huit mille neuf cents) FCFA TTC ;
2. Lot 2 : 86 121 800 (quatre- vingt-six millions cent vingt un mille huit cents) FCFA TTC.

3. une attestation de non exclusion des Marchés Publics délivrée par le Directeur Général de l'ARMP ;

4. une attestation pour soumission signée du Directeur Général de la Caisse Nationale de Prévoyance Sociale certifiant que le soumissionnaire a satisfait à ses obligations vis-à-vis de ladite caisse datant de moins de trois mois ;

5. une attestation signée du Directeur Général des Impôts certifiant que le soumissionnaire a effectué les déclarations réglementaires en matière d'impôts datant de moins de trois mois ;

6. une attestation de localisation et un plan de situation du soumissionnaire dûment signés par les services des impôts compétents (pièce produite en original ou en copie certifiée conforme par l'autorité émettrice) ;

7. une attestation de visite de site signée sur l'honneur.

En cas de groupement, chaque membre du groupement doit présenter un dossier administratif complet, les pièces 6, 7 et 8 étant uniquement présentées par le mandataire du groupement.

<u>Pour les entreprises installées à l'étranger</u>

1.la déclaration d'intention de soumissionner suivant modèle joint, indiquant l'intention de soumissionner et faisant apparaître ses noms, prénoms, qualité, domicile, nationalité et les pouvoirs qui lui sont délégués, et s'il s'agit d'une société, la raison sociale et l'adresse du Siège Social ;

1. le registre de commerce ou l'extrait KBIS ;

2. l'accord de groupement notarié donnant pouvoir en cas de groupement d'entreprises (pièce produite en original) ;

3. le pouvoir de signature le cas échéant ;
4. une attestation de non-faillite établie par le Tribunal de Grande Instance ou par la Chambre d'Industrie et du Commerce du lieu de résidence du soumissionnaire datant de moins de trois (3) mois précédant la date de remise des offres ;
5. une attestation de domiciliation bancaire du soumissionnaire, délivrée par une banque agréée par le Ministère des Finances et du budget du Cameroun ;
6. la quittance d'achat du Dossier d'appel d'offres ;
7. une caution de soumission délivrée par un organisme financier ou une banque agréée par le Ministère en charge des Finances du Cameroun et d'un montant de :

1. Lot 1 : 21 518 900 (vingt-un millions cinq cent dix-huit mille neuf cents) FCFA TTC ;
2. Lot 2 : 86 121 800 (quatre- vingt-six millions cent vingt un mille huit cents) FCFA TTC

3. le statut juridique ;
4. une attestation de visite de site signée sur l'honneur.

En cas de groupement, chaque membre du groupement doit présenter un dossier administratif complet, les pièces 6, 7 et 8 étant uniquement présentées par le mandataire du groupement.

Enveloppe B - Volume 2 : Offre technique

* La deuxième enveloppe portera la mention : "Pièces techniques", et devra contenir :

b. Les renseignements sur les qualifications

1. b.1. Présentation de l'offre et facilité de navigation

Le Soumissionnaire devra présenter une offre lisible, avec des intercalaires couleurs, sans surcharges. Les croquis et dessins devront être lisibles et porter le maximum de détails.

2. b.2. Expérience dans la réalisation des travaux similaires

Avoir exécuté avec satisfaction au cours des huit (08) dernières années, en tant que entreprise/fournisseur principal, au moins un (01) marché (fourniture, transport, montage, installation et mise en service qui ont des paramètres techniques comparables). Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission. Le montant du marché considéré sera au minimum de **500.000.000 FCFA (cinq cent millions francs CFA)** pour le lot 1 et **2 000.000.000 FCFA (deux milliards francs CFA)** pour le lot 2. Pour les lots combinés, le montant minimum du marché considéré sera de **2.500.000.000 FCFA (deux milliards cinq cent millions Francs CFA).** Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission.

Expérience dans la fourniture des équipements similaires en Afrique subsaharienne au même montant. Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission.

3. b.3. Chiffre d'affaires

La Soumission de bilans vérifiés et certifiés par un expert-comptable agréé pour les trois (03) dernières années démontrant la solvabilité actuelle et la rentabilité à long terme du Soumissionnaire

4. b.4. Attestation de capacité financière

Le Soumissionnaire doit démontrer qu'il dispose d'avoirs liquides ou a accès à des actifs non grevés ou des lignes de crédit, etc. autres que l'avance de démarrage éventuelle, à des montants suffisants pour subvenir aux besoins de trésorerie nécessaires à l'exécution des travaux objet du présent Appel d'Offres à hauteur de :

1. Cinq cent millions de Francs CFA (500.000.000 FCFA) pour le Lot 1 ;
2. Deux milliards de Francs CFA (2.000.000.000 FCFA) pour le Lot 2 ;
3. Deux milliards cinq cent millions de Francs CFA (2.500.000.000 FCFA) pour les Lots 1 et 2 combinés.

Ces montants doivent être nets des autres engagements du Soumissionnaire. Tous les documents présentés pour être éligibles doivent être certifiés par des organismes bancaires.

4. b.5. Qualification du personnel technique

1. Chef de Projet : Ingénieur en génie électrique de niveau BAC + 5 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) ;

2. Ingénieur responsable des études : Ingénieur en génie électrique de niveau au minimum BAC + 3 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) ;

3. Responsable sur site en charge du génie civil : Ingénieur en génie Civil de niveau minimum BAC + 5 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) ;

4. Responsable sur site en charge du montage : Ingénieur/ Technicien supérieur en génie Civil/ou électrotechnique de niveau minimum BAC + 3 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté)

5. Responsable sur site en charge des raccordements et câblage : Ingénieur/ Technicien supérieur électrotechnique de niveau minimum BAC + 3 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) ; exclusivement pour le Lot 2

6. Experts formateurs agréés par les organisations (Diplôme et CV signé et daté).

7. Expert transformateur de puissance : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle. (Diplôme et CV signé et daté) ; exclusivement pour le Lot 2

8. Expert en Protection et Contrôle-Commande : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle. (Diplôme et CV signé et daté) ; exclusivement pour le Lot 2

9. Expert Appareillages HTB : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle comme installateur/monteur des appareillages HTB. (Diplôme et CV signé et daté) ; exclusivement pour le Lot 2

10. Expert Ligne HTB : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle comme installateur des lignes HTB. (Diplôme et CV signé et daté) ; exclusivement pour le Lot 1

11. Deux techniciens supérieurs en génie électrique de niveau BAC + 2 avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) exclusivement pour le Lot 2

12. Trois techniciens en génie électrique de niveau BAC avec 03 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) ;

13. 02 conducteurs de travaux de Genie Civil avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté).

14. 04 monteurs des lignes avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) exclusivement pour le Lot 1.

N.B : ce critère validé si 11/14 sous-critères sont validés

5. b.6. Test de conformité des matériels

Le soumissionnaire devra soumettre les informations sur les tests et contrôles de conformité (FATs et SATs) à réaliser sur les équipements et matériels clés à fournir :

1. la liste des essais détaillés (routine, type, spéciaux, etc)
2. la liste des laboratoires agréés

1. b.7. Moyens matériels et logistiques

Le Soumissionnaire doit établir qu'il a le matériel et outillage définis dans le tableau *matériel à justifier*. Pour prouver la disponibilité du matériel, le fournisseur fournira une photocopie de la carte grise pour le matériel roulant ainsi qu'une preuve d'acquisition pour les autres types de matériel (Facture ou tout autre document pouvant prouver l'acquisition) pour le matériel de test. Le soumissionnaire devra fournir la date et les résultats des derniers tests d'étalonnage. Tous les documents présentés doivent montrer les références et/ou numéro de série du matériel à justifier.

Type et caractéristique du matériel	Nombre minimum requis		
	Lot 1	Lot 2	Lot 1 et 2 combinés
Véhicules de transport de matériel (pick-up)	1	2	2
Camion avec nacelle (12 m, 350 kg)	1	1	1
Camion grue (18 tonnes/m)	1	1	1
Excavateur	1	1	1
Camion Benne	1	1	1
Betonniere	1	1	1
Vibreau de béton	1	1	1
Compacteur à cylindre 1T	1	1	1
Compacteur sauteur 1T	1	1	1
Chariot élévateur (Type Manitou)	1	1	1
Presse hydraulique Alu + Cu avec accessoires	1	1	2
Groupes électrogène (6 kVA)	1	1	1
Compresseur	1	1	1
Matériel de traitement d'huile de TFO	-	1	1
Matériel d'injection pour les différents tests des TC, des TT et des fonctions de protection, des TFOs et autres équipements	1	1	1
Outillages lignes HTB	1	-	1

N.B : ce critère est validé à 80%

2. b-8. Planning et le délai pour les fournitures, les travaux ainsi que les modalités de formation du personnel

Le soumissionnaire devra fournir un programme d'exécution détaillé et cohérent des prestations ressortant le planning et le délai pour les fournitures, les travaux, ainsi que les modules de formation du personnel de la SONATREL.

3. b-9. Certification ISO

Le soumissionnaire ou les usines proposés doivent Posséder une certification ISO ou norme internationale équivalente (l'équivalence est à démontrer par le Candidat) :

1. Certification d'assurance qualité ISO 9001
2. Certification de gestion environnementale ISO 14001 ;
3. Certification hygiène, santé et sécurité OHSAS 18001

Enveloppe C. Volume 3 : Offre financière

Elle porte la mention « offre de prix » et regroupe tous les éléments permettant de justifier le coût des prestations, à savoir :

1. la soumission proprement dite (suivant modèle joint dans le présent DAO) avec un montant hors taxes et un montant toutes taxes comprises ;

2. le cadre du devis quantitatif et estimatif (original du DAO dûment complété par les prix du soumissionnaire) paraphé, signé et cacheté par le soumissionnaire sur chaque page ;

3. le bordereau des prix unitaires du soumissionnaire paraphé, signé et cacheté par le soumissionnaire sur chaque page ;

4. le sous détail des prix unitaires du soumissionnaire paraphé, signé et cacheté par le soumissionnaire sur chaque page.

NB : - le rabais présenté de manière manuscrite n'est plus accepté ;

5. Pour être admis, le rabais doit être mentionné en lettres et chiffres.

Si les enveloppes ne sont pas marquées comme indiqué dans le présent DAO, le Maître d'Ouvrage ne sera en aucun cas responsable de ce que l'offre est égarée ou de ce qu'elle est ouverte prématurément.

NB : Les différentes parties d'un même dossier doivent obligatoirement être séparées par les intercalaires de couleur aussi bien dans l'original que dans les copies, de manière à faciliter son examen.

Prix de l'offre

13.1	Le Soumissionnaire indiquera sur le devis quantitatif et estimatif, les prix unitaires et le prix total des équipements qu'il se propose de livrer en exécution de la présente lettre commande. Pour faciliter la comparaison des offres par l'Autorité Contractante, le Soumissionnaire décomposera chaque prix unitaire en ses différents composantes et détails faisant ressortir notamment les valeurs d'acquisition, les coûts de transport et de livraison jusqu'à la destination finale. Le soumissionnaire fournira, en lettres et en chiffres, les prix unitaires du bordereau des prix, les multiplier par les quantités indiquées dans le cadre du devis quantitatif et estimatif, de façon à obtenir le montant total de son offre. Le bordereau des prix unitaires et le devis quantitatif et estimatif devront être obligatoirement complets. Le montant global du marché concerne l'exécution des prestations suivantes : 1. La fourniture et la livraison sur site des équipements tels que définis dans le CCAP et dans le bordereau des quantités. Tous les accessoires, documentations et sujétions nécessaires au bon fonctionnement de ces équipements sont compris dans le prix de l'offre : le fournisseur ne pourra pas s'appuyer sur les descriptifs du Cahier des Clauses Techniques pour ne pas fournir un élément s'il est nécessaire au bon fonctionnement de l'ensemble. 2. La formation des utilisateurs et des techniciens ; 3. La documentation telle que définie au CCAP ; Le soumissionnaire fournira une liste donnant l'origine et les prix unitaires courants des pièces de rechange, consommables, outils spéciaux, etc., nécessaires au fonctionnement correct et continu des équipements. Le soumissionnaire intégrera dans son offre les compléments et accessoires nécessaires et/ou omissions constatées dans le cahier des charges en ce qui concerne le bon fonctionnement et la bonne utilisation des équipements. Par conséquent, les éléments nécessaires pour le bon fonctionnement seront considérés comme compris dans les prix unitaires même s'ils ne sont pas expressément énumérés dans le cahier des charges. Les prix unitaires sont des prix complets comprenant toutes fournitures et sujétions. Les prix devront inclure toutes les dépenses. Les propositions doivent demeurer valides 120 jours après la date de soumission.
13.2	Les prix offerts par le Soumissionnaire seront fermes, non révisables et sans réserve aucune.
14.	Monnaies de l'offre Les prix seront libellés dans les monnaies ci-après : FCFA et Euro
15.1.	Les monnaies de l'offre sont définies en suivant l'option B de l'article 14.
15.2 et 15.3	Monnaie du pays l'Autorité Contractante (monnaie nationale) : FCFA
Préparation et dépôt des offres	
19.1	Montant de la garantie de l'offre Le Soumissionnaire fournira un cautionnement de soumission qui fera partie intégrante de son Offre.

	Le cautionnement de soumission sera libellé en F CFA, et se présentera sous la forme d'une garantie bancaire émise par une banque commerciale de premier ordre agréée par le Ministère en charge des Finances et dont le modèle sera conforme à celui présenté dans le présent Dossier d'Appel d'Offres par l'Autorité Contractante. Toute offre non accompagnée du cautionnement de soumission sera écartée par le Maître d'Ouvrage comme étant non conforme aux dispositions du Dossier d'Appel d'Offres. Il en sera de même pour toute offre dont le cautionnement de soumission ne sera pas conforme au modèle présenté par le Maître d'Ouvrage dans le présent DAO. Les cautionnements de soumission des Soumissionnaires non retenus seront libérés ou leur seront retournés automatiquement dès la publication du résultat de l'appel d'offres, et au plus tard trente (30) jours après expiration du délai de validité prescrit dans le présent DAO. Le cautionnement de soumission du Soumissionnaire qui aura obtenu le Marché sera libéré à la signature du marché et contre remise du cautionnement définitif prévu dans le présent DAO. Le cautionnement de soumission peut être saisi : (a) Si le soumissionnaire retire son Offre pendant le délai de validité qu'il aura spécifié dans son offre ; ou (b) Au cas où le Soumissionnaire obtiendrait le marché ; si ce dernier : (i) Manque à son obligation de signer du marché ; ou (ii) Manque à son obligation de déposer le cautionnement définitif prévu dans le présent DAO.
20.1	Période de validité des offres : Les Offres seront valables pour une période de cent vingt (120) jours à compter de la date d'ouverture des offres. Une Offre valable pour une période plus courte sera écartée par l'Autorité Contractante comme non conforme aux conditions du Dossier d'Appel d'Offres. Dans des circonstances exceptionnelles, l'Autorité Contractante pourra solliciter le consentement du Soumissionnaire à une prolongation du délai de validité. La demande et les réponses qui lui seront faites le seront par écrit ou par fax. La validité du cautionnement de soumission sera de même prolongée autant qu'il sera nécessaire. Un Soumissionnaire peut refuser de prolonger la validité de son Offre sans perdre son cautionnement de soumission. Un Soumissionnaire qui consent à une prolongation ne se verra pas demander de modifier son Offre ni ne sera autorisé à le faire. La période de validité des offres est de cent vingt (120) jours à partir de la date limite de dépôt des offres.

21.1	Nombre de copies de l'offre qui doivent être remplies et envoyées : Les soumissions rédigées en langue française ou anglaise doivent être présentées en sept (07) exemplaires dont un (01) original et six (06) copies marquées comme tels Les Soumissionnaires placeront l'original et les copies de leur Offre marquées comme tel dans des enveloppes cachetées. Ces enveloppes seront ensuite placées dans une enveloppe extérieure anonyme portant la mention indiquée ci-dessous
21.2 et 22.2	Adresse de l'autorité contractante à utiliser pour l'envoi des offres : Les soumissions devront être déposées auprès de la Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés, 3ème étage, porte 15 de l'Immeuble CAA, siège de la Société Nationale de Transport de l'Electricité à Yaoundé, Tél. : (237) 222 22 53 55, BP : 16102 **Elle portera la mention suivante :** **« APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT N°07/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 DU _____ RELATIF À LA CONCEPTION, LA FOURNITURE, LE TRANSPORT, LE MONTAGE, L'INSTALLATION, LE RACCORDEMENT ET LA MISE EN SERVICE D'UN POSTE DE TRANSFORMATION 90/15 KV – 75 MVA PROMETAL EN DEUX (02) LOTS ».** **« A n'ouvrir qu'en séance de dépouillement »**
23.1	**Date et heure limite de dépôt des Offres** Les offres doivent être déposées contre récépissé auprès de la Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés, 3ème étage, porte 15 de l'Immeuble CAA, siège de la Société Nationale de Transport de l'Electricité à Yaoundé, Tél. : (237) 222 22 53 55, BP : 16102 au plus tard le _____**à 13 heures** précises, heure locale.
26.1	**Lieu, Date et heure de l'ouverture des plis** L'ouverture des pièces administratives et des offres techniques et financières s'effectuera le _____**à 14 heures** par la Commission Interne de Passation des Marchés de la SONATREL dans la salle de conférence sise au 2ème étage de l'immeuble CAA, en présence des soumissionnaires ou de leurs représentants dûment mandatés et ayant une parfaite connaissance du dossier. Les représentants des Soumissionnaires qui seront présents signeront une fiche attestant de leur présence. Le Maître d'Ouvrage peut tolérer des différences mineures, des vices de forme, des irrégularités sans conséquence, pour autant que ces différences ne portent pas préjudice aux autres Soumissionnaires ou n'affectent pas le classement des Offres. Les Offres qui n'auront pas été ouvertes et lues à haute voix durant la séance d'ouverture des plis quelle qu'en soit la raison ne seront pas soumises à l'évaluation.

	Eclaircissements concernant les Offres En vue de faciliter l'examen, l'évaluation et la comparaison des Offres, le Maître d'Ouvrage aura toute latitude pour demander au Soumissionnaire de donner des éclaircissements sur son offre. La demande d'éclaircissements et la réponse se feront par écrit, et aucun changement de prix ni aucun changement substantiel de l'Offre ne seront demandés, offerts ou autorisés. La réponse se fera dans un délai à fixer par le Maître d'Ouvrage dans sa demande et qui n'excédera pas quatorze (14) jours calendaires.
Conversion en une seule monnaie	
33.1. 33.2.	Monnaie retenue pour la conversion en une seule monnaie : le franc CFA. Source du taux de change : la Banque des Etats de l'Afrique Centrale (BEAC)
Attribution du marché	
43.1 et 43.2	Le Maître d'Ouvrage attribuera le Marché au Soumissionnaire retenu, dont il aura déterminé que l'Offre est conforme pour l'essentiel aux dispositions du Dossier d'Appel d'Offres, et qu'elle est évaluée **la moins disante et techniquement qualifiée**. Avant que n'expire le délai de validité des Offres, le Maître d'Ouvrage notifiera au Soumissionnaire choisi, par écrit, par courrier recommandé, par fax, confirmé par écrit, par courrier recommandé, ou par voie de presse, que son Offre a été acceptée. Après que le Soumissionnaire retenu aura fourni son cautionnement définitif, le Maître d'Ouvrage notifiera dans les plus brefs délais aux Soumissionnaires non retenus que leurs offres n'ont pas été retenues et libérera le cautionnement de soumission. En même temps qu'il notifiera au Soumissionnaire retenu l'acceptation de son Offre, le Maître d'Ouvrage lui enverra le Modèle de Marché du Dossier d'Appel d'Offres, incluant toutes les dispositions convenues entre les parties. Dans les vingt (20) jours suivant la réception de la notification d'attribution du Marché, par les soins du Maître d'Ouvrage, le Soumissionnaire retenu fournira le cautionnement définitif, conformément au Cahier des Clauses Administratives Particulières, en utilisant le Modèle de cautionnement définitif inclus dans le Dossier d'Appel d'Offres (voir le Modèle de cautionnement définitif inclus dans le présent DAO).

PIECE 4 :

CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIERES (CCAP)

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I : GENERALITES 46
ARTICLE 1 : OBJET DU MARCHE 47
ARTICLE 2 : PROCEDURE DE PASSATION DU MARCHE 47
ARTICLE 3 : DEFINITIONS ET ATTRIBUTIONS 47
ARTICLE 4 : LANGUE, LOI ET REGLEMENTATION APPLICABLES 47
ARTICLE 5 : NORMES 48
ARTICLE 6 : PIECES CONSTITUTIVES DU MARCHE 48
ARTICLE 7 : TEXTES GENERAUX APPLICABLES 48
ARTICLE 8 : COMMUNICATION 49
ARTICLE 9 : ORDRES DE SERVICE 49
ARTICLE 10 : MATERIEL ET PERSONNEL DU FOURNISSEUR 50

CHAPITRE II : CLAUSES FINANCIERES 50
ARTICLE 11 : GARANTIES ET CAUTIONS 50
ARTICLE 12 : MONTANT DU MARCHE 51
ARTICLE 13 : LIEU DE PAIEMENT 51
ARTICLE 14 : VARIATION DES PRIX 51
ARTICLE 15 : FORMULES DE REVISION DES PRIX 51
ARTICLE 16 : FORMULES D'ACTUALISATION DES PRIX 51
ARTICLE 17 : AVANCES 52
ARTICLE 18 : PAIEMENT 52
ARTICLE 19 : INTERETS MORATOIRES 52
ARTICLE 20 : PENALITES DE RETARD 53
ARTICLE 21 : REGIME FISCAL ET DOUANIER 53
ARTICLE 22 : TIMBRES ET ENREGISTREMENT DES MARCHES 54

CHAPITRE III : EXECUTION DES PRESTATIONS 54
ARTICLE 23 : BREVET 54
ARTICLE 24 : LIEU ET DELAIS DE LIVRAISON 54
ARTICLE 25 : ROLES ET RESPONSABILITES DU FOURNISSEUR 54
ARTICLE 26 : TRANSPORT ET ASSURANCES 54
ARTICLE 27 : ESSAIS ET SERVICES CONNEXES 55
ARTICLE 28 : SERVICE APRES-VENTE ET CONSOMMABLES 55

CHAPITRE IV : DE LA RECEPTION 55
ARTICLE 29 : DOCUMENTS A FOURNIR AVANT LA RECEPTION TECHNIQUE 55
ARTICLE 30 : RECEPTION PROVISOIRE 56
ARTICLE 31 : DOCUMENTS A FOURNIR APRES RECEPTION PROVISOIRE 55
ARTICLE 32 : DELAI DE GARANTIE 56
ARTICLE 33 : RECEPTION DEFINITIVE 56

CHAPITRE V : DISPOSITIONS DIVERSES 57
ARTICLE 34 : RESILIATION DU MARCHE 57
ARTICLE 35 : CAS DE FORCE MAJEURE 57
ARTICLE 36 : DIFFERENDS ET LITIGES 58
ARTICLE 37 : EDITION ET DIFFUSION DU PRESENT MARCHE 58
ARTICLE 38 ET DERNIER : ENTREE EN VIGUEUR DU MARCHE 58

Chapitre I : Généralités

Article 1 : Objet du marché

Le présent marché a pour objet la conception, la fourniture, le transport, le montage, l'installation, le raccordement et la mise en service d d'un poste de transformation 90/15 kV – 75 MVA PROMETAL en deux (02) lots, suivant les caractéristiques définies dans les spécifications techniques et les quantités définies dans le devis estimatif.

Article 2 : Procédure de passation du marché

Le présent marché est passé après Appel d'Offres International Ouvert N°07/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 pour la conception, la fourniture, le transport, le montage, l'installation, le raccordement et la mise en service d d'un poste de transformation 90/15 kV – 75 MVA PROMETAL en deux (02) lots.

Article 3 : Définitions et attributions

3.1. Définitions générales

1. L'Autorité Contractante est le Directeur Général de la SONATREL. Il passe le marché, veille à la conservation des originaux des documents y relatifs et procède à la transmission des copies à l'organisme chargé de la régulation ;
2. Le Maître d'Ouvrage est le Directeur Général de la SONATREL. Il représente l'administration bénéficiaire des prestations ;
3. Le Chef de service du marché est le Directeur du Développement et Réalisation des Projets de la SONATREL. Il veille au respect des Clauses Administratives, Techniques et Financières et des délais contractuels ;
4. L'Ingénieur du marché est le Délégué Régional Littoral Sud-Ouest ;
5. Le fournisseur est ……, cocontractant au présent marché.

3.2. Nantissement

- L'autorité chargée de l'ordonnancement est le Directeur Général de la SONATREL ;

6. L'autorité chargée de la liquidation des dépenses est le Directeur Général de la SONATREL ;
7. Le responsable chargé du paiement est le Responsable Administratif et Financier de l'UGP PforR logé au MINEE ;
8. Le responsable compétent pour fournir les renseignements au titre de l'exécution du présent marché est le Directeur du Développement et Réalisation des Projets de la SONATREL.

Article 4 : Langue, loi et réglementation applicables

4.1. Les langues utilisées sont le Français ou l'Anglais.

4.2. Le fournisseur s'engage à observer les lois, règlements et ordonnances en vigueur en République du Cameroun, et ce aussi bien dans sa propre organisation que dans la réalisation du marché.

Si au Cameroun, ces règlements, lois et dispositions administratives et fiscales en vigueur à la date de signature du présent marché venaient à être modifiés après la signature du marché, les coûts éventuels qui en découleraient directement seraient pris en compte sans gain ni perte pour chaque partie.

Article 5 : Normes

5.1 Les fournitures livrées en exécution du présent marché seront conformes aux normes fixées dans les spécifications techniques et quand aucune norme applicable n'est mentionnée, la norme faisant autorité en la matière est celle applicable au pays d'origine ; cette norme sera la norme la plus récemment approuvée par l'autorité compétente.

5.2. Le Cocontractant étudiera, exécutera et garantira les fournitures du présent marché en prenant en considération la meilleure pratique de réalisation au Cameroun pour des opérations de technologie similaire.

Article 6 : Pièces constitutives du marché

1. La lettre de soumission ou l'acte d'engagement ;
2. La soumission du fournisseur et ses annexes dans toutes les dispositions non contraires au Cahier des Clauses Administratives Particulières et au Cahier des Clauses Techniques Particulières ci-dessous visés ;
3. Le Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) ;
4. Les Spécifications Techniques (ST) ou le CCTP ;
5. Les éléments propres à la détermination du montant du marché, tels que, par ordre de priorité les bordereaux des prix unitaires, l'état des prix forfaitaires, le détail ou le devis estimatif, la décomposition des prix forfaitaires et/ou le sous-détail des prix unitaires ;
6. Le Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG) ;
7. Le ou les Cahiers des Clauses Techniques Générales (CCTG) applicables aux prestations faisant l'objet du marché.

Article 7 : Textes généraux applicables

Le présent marché est soumis aux textes généraux ci-après :

1. la loi cadre N° 96/12 du 05 août 1996 sur la gestion de l'environnement;
2. la loi 92/007 du 14 août 1992 portant Code de travail;
3. la loi N°2017/11 du 12 juillet 2017 portant statut général des entreprises publiques ;
4. le décret n°2018/355 du 12 juin 2018 fixant les règles communes applicables aux

marchés des entreprises publiques;

5. le décret n°2003/651/PM du 16 avril 2003 fixant les modalités d'application du régime Fiscal et douanier des marchés publics ;
6. le décret N°2001/048 du 23 février 2001 portant création, organisation et fonctionnement de l'ARMP ;
7. la résolution n°2018/02/CA/SONATREL du 27 juillet 2018 portant création, organisation et fonctionnement de la commission interne de passation des marchés de la SONATREL ;
8. la résolution n° 2018/10/CA/SONATREL du 27 juillet 2018 portant création, organisation et fonctionnement de la structure Interne de Gestion Administrative des Marchés de la SONATREL ;
9. la Circulaire N°00000026 /C/MINFI du 29 DEC 2023 portant Instructions relatives à l'Exécution des Lois de Finances, au Suivi et au Contrôle de l'Exécution du Budget de l'État et des Autres Entités Publiques pour l'Exercice 2024;
10. le ou les Cahiers des Clauses Techniques Générales (CCTG) et normes applicables aux prestations faisant l'objet du marché ;
11. d'autres textes spécifiques au domaine concerné par le marché.

Article 8 : Communication

8.1. Toutes les notifications et communications écrites dans le cadre du présent marché devront être faites aux adresses suivantes :

1. **Dans le cas où le Maître d'Ouvrage en est le destinataire :**

Monsieur le Directeur Général de la SONATREL, B.P. : 16102 Yaoundé Tél./Fax : (+ 237) 222 22 53 55 mbemi2000@yahoo.fr avec copie Directeur de la Maintenance des Réseaux de Transport tel : +(237) 677 52 41 57, mail : maximilien.etoundi@sonatrel.co.cm

2. **Dans le cas où le fournisseur est le destinataire : ……..** B.P. : ……Tel : ……E-mail :……Site web : …….

S'agissant des correspondances adressées aux autres intervenants par le Cocontractant, une copie sera transmise dans les mêmes délais à l'Autorité Contractante.

8.2. Le Cocontractant adressera toutes notifications écrites ou correspondances au Maître d'Ouvrage, avec copie au Chef de service de marché.

Article 9 : Ordres de service

9.1. L'ordre de service de commencer les prestations est signé et notifié par le Maître d'Ouvrage, avec copie au Chef de service de marché et à l'Ingénieur du marché.

9.2. Les ordres de service à incidence financière ou susceptibles de modifier les délais seront signés par le Maître d'Ouvrage et notifiés par le Chef de service, avec copie à l'Ingénieur et l'organisme payeur.

9.3. Les ordres de service à caractère technique liés au déroulement normal des prestations et sans incidence financière seront directement signés et notifiés au Cocontractant par le Chef de service avec copie à l'Ingénieur.

9.4. Les ordres de service valant mise en demeure sont signés par le Maître d'Ouvrage et notifiés au Cocontractant par le Chef service, avec copie à l'Ingénieur.

9.5. Le Cocontractant dispose d'un délai de quinze (15) jours pour émettre des réserves sur tout ordre de service reçu. Le fait d'émettre des réserves ne dispense pas le Cocontractant d'exécuter les ordres de service reçus.

9.6 Les ordres de service de suspension et de reprise des prestations, pour cause d'intempéries, seront signés, après avis écrit de l'Ingénieur, par le Maître d'Ouvrage avec copie au Chef de service.

Article 10 : Matériel et personnel du fournisseur

10.1. Toute modification même partielle apportée aux propositions de l'offre technique n'interviendra qu'après agrément écrit du Chef de service. En cas de modification, le Cocontractant le fera remplacer par un personnel de compétence (qualifications et expérience) au moins égale ou par un matériel de performance similaire et en bon état de marche.

10.2. En tout état de cause, les listes du matériel et personnel d'encadrement à mettre en place seront soumises à l'agrément du Maître d'Ouvrage, dans les quinze (15) jours qui suivent la notification de l'ordre de service de commencer les travaux. Le Maître d'Ouvrage disposera de huit (8) jours pour notifier par écrit son avis avec copie au Chef de service. Passé ce délai, les listes seront considérées comme approuvées.

10.3. Toute modification unilatérale apportée aux propositions en matériel et en personnel d'encadrement de l'offre technique, avant et pendant les travaux constitue un motif de résiliation du marché tel que visé à l'article 34 ou d'application de pénalités

Chapitre II : Clauses financières

Article 11 : Garanties et cautions

11.1. Cautionnement définitif

Le cautionnement définitif varie entre 2% et 5% du montant TTC du marché.

Le cautionnement sera restitué, ou la garantie libérée, dans un délai d'un mois suivant la date de réception provisoire des prestations, à la suite d'une main levée délivrée par le Maître d'Ouvrage après demande du Cocontractant.

11.2. Cautionnement de garantie

La garantie de bonne exécution est fixée à 10% du montant TTC du marché.

La restitution de la garantie de bonne exécution ou du cautionnement sera effectuée dans un délai d'un (01) mois après la réception définitive sur main levée délivrée par le Maître d'Ouvrage après demande du Cocontractant.

11.3. Cautionnement d'avance de démarrage

Des avances peuvent être accordées au Cocontractant en vue de la réalisation des opérations nécessaires à l'exécution des prestations.

Le Cocontractant peut, sur simple demande adressée au Maître d'Ouvrage et sans justification, obtenir une avance dite de démarrage dont le montant ne peut excéder 30% du prix initial TTC du marché.

Cette avance devra être cautionnée à 100% par une banque de 1er ordre agréée.

Article 12 : Montant du marché

Le montant du présent marché, tel qu'il ressort du détail ou devis estimatif ci-joint, est de francs CFA TTC soit :

1. Montant HTVA : ……francs CFA ;
2. Montant de la TVA : ……..
3. Montant de la TSR : …….
4. Montant de l'IR : …….

Le montant des impôts et/ou taxes retenus ici seront reversés au trésor public, ce conformément aux dispositions du Code Général des Impôts en vigueur au Cameroun

Article 13 : Lieu et mode de paiement

13.1. En contrepartie des paiements à effectuer par le Maître d'Ouvrage au Cocontractant, dans les conditions indiquées dans le marché, le Cocontractant s'engage par les présentes à exécuter le marché conformément à ses dispositions.

13.2. Les paiements s'effectueront au compte n°_____ ouvert au nom du Cocontractant à la banque_____

Article 14 : Variation des prix

Les prix sont fermes et non révisables.

Article 15 : Formules de révision des prix

Sans objet.

Article 16 : Formules d'actualisation des prix

Sans objet.

Article 17 : Avances

Le Maître d'Ouvrage accordera à la demande du Cocontractant une avance de démarrage égale à 30 % du montant TTC du marché.

Le paiement de l'avance de démarrage s'effectue dès réception de la facture du Cocontractant, sous réserve que le dossier produit soit conforme.

Article 18 : Paiement

Le paiement se fera de la façon suivante :

Termes de paiement

Evènements	**%**
Avance démarrage	**30**
A la réception technique en usine des transformateurs de puissance, de mesure, disjoncteurs, sectionneurs, cellule moyenne tension et équipement de contrôle commande et protection.	**20**
A la livraison sur site	**15**
Mise en service	**15**
A la réception provisoire	**20**

En cas de non remplacement de la retenue de garantie par une caution bancaire acceptée par le Maître d'Ouvrage, dix pour cent (10%) du montant TTC du marché, comme retenue de garantie, sera payé à la réception définitive sans réserves, à la demande écrite du Cocontractant et sur présentation d'une facture en quatre (04) exemplaires décrivant les fournitures livrées et les services rendus, des documents énumérés dans l'article 30 du présent CCAP et du procès-verbal de réception définitive sans réserve signé par tous les membres désignés à cet effet par le maître d'Ouvrage et après que le Cocontractant aura satisfait à toutes les obligations stipulées dans le marché, notamment ses obligations de garantie.

Le délai d'approbation des factures par le Maître d'œuvre et le chef de service avant transmission au comptable chargé du paiement est fixé à quinze (15) jours ;

Le délai de paiement dès réception des factures approuvées est de trente (30) jours maximums.

Documents requis pour le paiement de l'avance de démarrage

(i)une copie du Marché enregistré ;

(ii) une copie du cautionnement définitif ;

(iii) une copie du cautionnement d'avance de démarrage ;

(iv) un dossier fiscal du Cocontractant.

Documents requis pour le paiement à la réception technique en usine

(i)une copie du Marché enregistré ;
(ii) une copie du cautionnement définitif ;
(iii) une copie de l'ordre de service de démarrage des prestations notifié ;
(iv) le Procès-Verbal de Réception Technique en Usine ;
(v) un dossier fiscal du Cocontractant.

Documents requis pour le paiement à la livraison sur site ou pour la réception provisoire

(i)une copie du Marché enregistré ;
(ii) une copie du cautionnement définitif ;
(iii) une copie de l'ordre de service de démarrage des prestations notifié ;
(iv) le ou les bordereaux de livraison sur site des équipements ;
(v) le Procès-Verbal de réception sur site ou de réception provisoire ;
(vi) un dossier fiscal du Cocontractant.

Article 19 : Intérêts moratoires

Les intérêts moratoires éventuels sont payés par état des sommes dues conformément à l'article 83 du décret n° 2018/355 du 12 juin 2018 fixant les règles applicables aux marchés des entreprises publiques.

Article 20 : Pénalités de retard

A défaut pour le Cocontractant d'avoir terminé la totalité des prestations attendues dans le délai imparti, il lui sera appliqué, après mise en demeure préalable, les pénalités de retard ci-après :

1. Un deux millième (1/2000è) du montant TTC du marché de base par jour calendaire de retard du premier au trentième jour au-delà du délai contractuel fixé par le marché ;
2. Un millième (1/1000è) du montant TTC du marché de base par jour calendaire de retard au-delà du trentième jour.

20.2. Le montant cumulé des pénalités de retard est limité à dix pour cent (10%) du montant TTC du marché de base avec ses pénalités de retard.

Article 21 : Régime fiscal et douanier

La Circulaire N°00000026 /C/MINFI du 29 DEC 2023 portant Instructions relatives à l'Exécution des Lois de Finances, au Suivi et au Contrôle de l'Exécution du Budget de l'État et des Autres Entités Publiques pour l'Exercice 2024;

. La fiscalité applicable au présent marché comporte notamment :

- Des impôts et taxes relatifs aux bénéfices industriels et commerciaux, y compris la TSR ;
- Des droits d'enregistrement calculés conformément aux stipulations du code des impôts ;

- Des droits et taxes attachés à la réalisation des prestations prévues par le marché :
- Des droits et taxes d'entrée sur le territoire camerounais (droits de douanes, TVA, taxe informatique) ;
- Des droits et taxes communaux.

Ces éléments doivent être intégrés dans les charges que l'entreprise impute sur ses coûts d'intervention et constituer l'un des éléments des sous-détails des prix hors taxes.

Le prix TTC dans le cadre de ce marché s'entend TVA incluse.

Article 22 : Timbres et enregistrement des marchés

Sept (07) exemplaires originaux du marché seront timbrés et enregistrés par les soins et aux frais du Cocontractant, conformément à la règlementation en vigueur.

Chapitre III : Exécution des prestations

Article 23 : Brevet

Le Cocontractant garantira le Maître d'Ouvrage contre toute réclamation des tiers touchant à la contrefaçon ou à l'exploitation non autorisée d'un brevet, d'une marque ou de droits de création industrielle résultant de l'emploi des fournitures ou de leurs composants.

Article 24 : Lieu et délais de livraison

24.1. Le lieu de livraison est : PROMETAL à Douala.

24.2. Le délai d'exécution des prestations objet du présent marché est de douze (12) mois avec sept (07) mois pour les délais de fourniture .

24.3. Ce délai court à compter de la date de notification de l'ordre de service de commencer les livraisons.

Article 25 : Rôles et responsabilités du Cocontractant

Le Cocontractant a pour mission d'assurer la fourniture du transformateur et les autres équipements tels que décrits dans les spécifications techniques, sous le contrôle du Maître d'Ouvrage et ce conformément au présent marché et aux règles et normes en vigueur.

Article 26 : Sous traitance

L'adjudicataire du présent marché est tenu de faire exécuter les travaux par les sous-traitants nationaux conformément à la réglementation en vigueur.

Article 27 : Transport et assurances

27.1. Emballage pour le transport

Le Cocontractant doit prendre toutes les dispositions nécessaires pour que le transformateur et les autres équipements proposés soient protégés par un emballage soigné et approprié au transport maritime, aérien, ferroviaire ou routier.

Le fournisseur doit faire toute diligence pour réparer tous les dégâts éventuellement occasionnés pendant le transport jusqu'au lieu de livraison.

27.2. Assurance

Les risques de toutes natures pendant le transport jusqu'au lieu de livraison doivent être couverts par une assurance prise par le Cocontractant.

Article 28 : Essais et services connexes

Se référer au cahier des prescriptions et des spécifications techniques.

- ***La formation du personnel***

Se référer au cahier des prescriptions et des spécifications techniques.

Article 29 : Service après-vente

Le Cocontractant s'engage pendant cette période à remplacer à ses frais et dans le plus court délai possible, toutes pièces reconnues défectueuses par suite de vice de matière ou défaut de construction.

Chaque pièce de remplacement sera garantie à nouveau pendant douze mois, les pièces rebutées restant la propriété du Constructeur. Si le remplacement d'une pièce défectueuse occasionnait l'immobilisation totale ou partielle du matériel fourni, le délai de garantie serait prolongé pour la partie immobilisée d'un temps égal à celui de l'arrêt.

Les fournitures des pièces et les réparations après le délai de la garantie sont à la charge du Maître d'Ouvrage.

Chapitre IV : De la réception

Article 30 : Réception technique

Avant la réception provisoire, le Cocontractant demande par écrit au Chef de service avec copie à l'ingénieur, l'organisation d'une réception technique préalable à la réception provisoire. Cette réception organisée en présence du Cocontractant sera conduite par l'Ingénieur du marché et d'une équipe désignée par le Maître d'Ouvrage.

La commission de réception technique se réunit sur convocation de son Président.

30-1. Les documents à fournir avant la réception technique

Le fournisseur devra dans un délai de dix (10) jours au moins avant la réception technique transmettre au Maître d'Ouvrage les documents suivants :

1. Tous les plans et schémas ;
2. Les résultats des tests et essais en usine ;
3. Le manuel et notices de fonctionnement et d'entretien des matériels ;
4. Les notices de tous les accessoires constitutifs de l'appareil ;
5. Le certificat de garantie du fabricant ;

6. Le calendrier des formations utilisateur effectuées ;
7. La liste de présence des participants aux formations ;

La réception technique fait l'objet d'un procès-verbal dressé sur le champ et portant proposition d'acceptation, de mise à réparer, à bonifier ou de rejet. Ce procès-verbal est signé par l'Ingénieur et tous les membres invités, contresigné par le Fournisseur et visé par le Chef service.

Article 31 : Réception provisoire

Après la mise en service, du transformateur et des autres équipements par l'Acquéreur, et si pendant une durée de fonctionnement de 3 (trois) mois aucun incident de marche ne se produit, la réception provisoire sera prononcée.

Dans tous les cas, il sera dressé le procès-verbal de cette réception.

31.1. La commission de réception est composée des membres suivants :

1. Le Maître d'Ouvrage ou son représentant - Président ;
2. Le coordonnateur de l'UGP PforR MINEE ;
3. Le responsable Administratif et Financier de l'UGP PforR MINEE ;
4. Le Chef de Service du marché, Membre ;
5. Le sous-directeur de l'Administration Générale ;
6. L'Ingénieur du marché, rapporteur ;
7. Un représentant de la Structure Interne de Gestion Administrative des marchés ;
8. Toute autre personne désignée pour ses compétences par le Président.

Le Cocontractant est convoqué à la réception par courrier au moins dix (10) jours avant la date de la réception. Il est tenu d'y assister (ou de s'y faire représenter).

Il assiste à la réception en qualité d'observateur. Son absence équivaut à l'acceptation sans réserve des conclusions de la commission de réception.

Article 32 : Délai de garantie

Au cas où le retard sur la date de la réception provisoire se produirait du fait du Cocontractant, le délai de garantie serait prolongé d'une période égale au retard constaté. Si au contraire le retard était imputable à l'Acquéreur, la garantie resterait celle précisée ci- dessus.

Le Cocontractant s'engage pendant cette période à remplacer à ses frais et dans le plus court délai possible, toutes pièces reconnues défectueuses par suite de vice de matière ou défaut de construction.

Chaque pièce de remplacement sera garantie à nouveau pendant vingt-quatre mois, les pièces rebutées restant la propriété du Cocontractant. Si le remplacement d'une pièce défectueuse occasionnait l'immobilisation totale ou partielle du matériel fourni, le délai de garantie serait prolongé pour la partie immobilisée d'un temps égal à celui de l'arrêt.

Article 33 : Réception définitive

La réception définitive sera acquise d'office, à la fin de la période de garantie stipulée à l'article 32, dans un délai maximum de dix (10) jours à compter de l'expiration du délai de garantie ceci après vérification du bon fonctionnement des équipements réceptionnés.

33-1. Les documents à fournir avant la réception définitive

Le fournisseur devra dans un délai de dix (10) jours au moins avant la réception transmettre au Maître d'Ouvrage les documents suivants :

1. Le Procès-Verbal de la réception provisoire.

La Commission pour la réception définitive sera la même que celle ayant prononcé la réception provisoire.

La réception fera l'objet du procès-verbal de réception signé sur le champ par tous les membres de la Commission.

33.2 Les réceptions partielles ne sont pas admises.

Chapitre V : Dispositions diverses

Article 34 : Résiliation du marché

Le marché peut être résilié dans l'un des cas suivants :

1. retard de plus de 15 jours calendaires dans l'exécution d'un Ordre de Service ou arrêt injustifié des prestations de plus de 7 jours calendaires ;
2. retard dans les prestations entraînant des pénalités au-delà de 10 % du montant total de la fourniture ;
3. refus de la reprise des prestations non conformes ;
4. défaillance du fournisseur ;
5. non-paiement persistant des prestations ;
6. Utilisation du matériel non approuvé ou d'origine douteuse ;
7. Recrutement d'un sous-traitant sans l'avis favorable du Maître d'ouvrage.

Article 35 : Cas de force majeure

Aux fins du présent article, "force majeure" désigne un événement échappant au contrôle du Fournisseur et qui n'est pas attribuable à sa faute ou à sa négligence et qui est imprévisible et irrésistible. De tels événements peuvent inclure, sans que cette liste soit limitative, les actes du Maître d'Ouvrage au titre de ses prérogatives, ou au titre du marché, les guerres et révolutions, incendies, inondations, épidémies et mesures de quarantaine.

En cas de force majeure, le fournisseur notifiera le Maître d'Ouvrage dans un délai de cinq (05) jours calendaires de tout cas de force majeure ou circonstances indépendantes de sa volonté, ainsi que de ses motifs, qui pourraient l'empêcher d'exécuter ses obligations contractuelles.

Sauf s'il reçoit des instructions contraires du Maître d'Ouvrage, le fournisseur continuera à exécuter les obligations qui sont les siennes en exécution du marché,

dans la mesure où cela est raisonnablement pratique de les exécuter, et s'efforcera de trouver tout autre moyen raisonnable d'exécuter les obligations dont l'exécution n'est pas entravée par la force majeure.

Dès qu'une telle information transmise au Maître d'Ouvrage est confirmée par ce dernier, le Prestataire se verra dégagé de toute responsabilité pour manquement à l'exécution de ses engagements.

Il appartient au Maître d'Ouvrage d'apprécier les cas de force majeure et les preuves fournies par le Prestataire après avis motivé du Chef de Service.

Article 36 : Différends et litiges

Lorsqu'aucune solution amiable ne peut être apportée au différend, celui-ci sera porté devant la juridiction camerounaise compétente.

Article 37 : Edition et diffusion du présent marché

Dix (10) exemplaires du présent marché seront édités et fournis au chef de service par les soins du Fournisseur.

Article 38 et dernier : Entrée en vigueur du marché

Le présent marché ne deviendra définitif qu'après sa signature par le Maître d'Ouvrage. Il entrera en vigueur dès sa notification au Prestataire par le Chef de Service du Marché.

PIECE 5 :

DESCRIPTIF DE LA FOURNITURE

TABLE DES MATIERES

LISTES FIGURES 65
LISTES TABLEAUX 65
1. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET 67
1.1. Contexte 67
1.2. Localisation 67
1.3. Configuration existante : 68
2. DESCRIPTION DES FOURNITURES ET DES TRAVAUX A REALISER 68
2.1. Champs d'application 69
2.2. Allotissement 69
2.3. Détails des prestations à réaliser par lot 70
2.3.1. Lot 1 : Ouverture et renforcement de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi (des pylônes 1 – 4) 70
2.3.2. Lot 2 : Construction du poste HT 90/15 kV de PROMETAL 70
2.3.3. Interface et limite des prestations 71
3. TRAVAUX POSTES 71
3.1. Description 71
3.2. Programme des travaux 73
4. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES POSTES HTB 73
4.1. Code et normes 73
4.1.1. Santé – sécurité : 74
4.1.2. Domaine électrique : 74
4.1.3. Charpentes : 74
4.1.4. Génie civil : 75
4.1.5. Standards et normes différents de ceux spécifiés : 75
4.1.6. Recommandations et normes principales : 75
4.2. Caractéristiques électriques 76
4.2.1. Intensité de court-circuit 77
4.2.2. Isolement 77
4.2.3. Caractéristiques générales des sols 78
4.2.4. Mise à la terre des neutres 78
4.3. Exigences techniques générales 79
4.3.1. Fournitures et services généraux 79
4.3.2. Installations de chantier à l'usage de l'Entrepreneur 79
4.3.3. Documentation à soumettre au Maître d'Ouvrage 80
5. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS POSTES 90
5.1. Généralités 90
5.2. Equipements électromécaniques 90
5.2.1. Généralités 90
5.2.2. Transformateurs de puissance HT/MT 92
5.2.3. Disjoncteurs HTB 116
5.2.4. Sectionneurs et sectionneurs de mise à la terre 120
5.2.5. Transformateurs de courant 125
5.2.6. Transformateurs de tension 129
5.2.7. Parafoudres 134
5.2.8. Isolateurs, Jeux de barres et accessoires 137
5.2.9. Transformateurs des services auxiliaires et point neutre 142
5.2.10. Appareillages MT sous enveloppe métallique 145
5.2.11. Câbles MT et BT et Accessoires 154
5.2.12. Réseau de mise à la terre 158
5.2.13. Circuit de terre 160
5.2.14. Protection contre la foudre 170
5.2.15. Equipements CA et CC des services auxiliaires 171
5.2.16. Système de contrôle, commande et protection 179
5.2.17. Système de Contrôle-commande du poste 197
5.2.18. Description et installation des tranches 212
5.2.19. Charpentes et châssis métalliques 216
6. TRAVAUX ET FOURNITURES LIGNES 221
6.1. Etudes des conceptions et documentations 221
6.1.1. Opérations assignées au Contractant 221
6.1.2. Installation de chantier 224
6.2. Operations, fournitures et travaux à réaliser par le Constructeur 225
6.2.1. Pylônes 225
6.2.2. Fondations 225
6.2.3. Conducteurs 226
6.2.4. Isolateurs 226
6.2.5. Matériel d'équipement 226
6.3. Standards 227

6.3.1. General 227
6.3.2. Environnement 228
6.3.3. Conducteurs et isolateurs 229
7. SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENIE CIVIL 230
7.1. Normes de référence 230
7.2. Dispositions liées à la documentation 231
7.2.1. Plans d'exécution 231
7.2.2. Plans conformes après travaux 231
7.3. Installation de chantier 231
7.4. Terrassements généraux et fouilles 231
7.4.1. Enlèvement de la végétation 231
7.4.2. Décapage 232
7.4.3. Déblais et définition des profils théoriques 232
7.4.4. Stabilité des fouilles 232
7.4.5. Mise hors d'eau des fouilles 233
7.4.6. Moyens à mettre en œuvre 233
7.4.7. Largeur minimale des tranchées 233
7.4.8. Réception des fouilles 234
7.4.9. Mise en dépôt 234
7.4.10. Remblais 234
7.4.11. Voiries provisoires et plateforme 235
7.5. Bétons 237
7.5.1. Caractéristiques des bétons 237
7.5.2. Composants des bétons 238
7.5.3. Protection vis à vis de l'alcali-réaction 238
7.5.4. Ciments 239
7.5.5. Eau de gâchage 239
7.5.6. Adjuvants 239
7.5.7. Fabrication des bétons 239
7.5.8. Epreuves d'études 240
7.5.9. Epreuves de convenance 241
7.5.10. Contrôles 241
7.5.11. Imperméabilisation des bétons des structures enterrées 242
7.6. Armatures pour béton armé 242
7.6.1. Vérification qualitative 242
7.6.2. Conditions de livraison et stockage 243
7.6.3. Produit de scellement des équipements 243
7.7. Coffrages et échafaudages 243
7.7.1. Coffrages ordinaires (type 1) 243
7.7.2. Coffrages soignés (type 2) 243
7.7.3. Etaiement 243
7.7.4. Gaines noyées dans le béton 244
7.8. Transformateur HT 244
7.8.1. Longrines support transformateur 244
7.8.2. Drainage du massif transformateur 244
7.9. Murs pare-feu 245
7.9.1. Principe 245
7.9.2. Dimensions 245
7.9.3. Disposition constructive 245
7.9.4. Règles générales de calcul 245
7.9.5. Composition des murs 246
7.10. Réseaux électriques et circuit de terre 246
7.10.1. Puits de terre 246
7.10.2. Fourreaux et grillage avertisseur 246
7.10.3. Matériau pour lit de pose des fourreaux et des canalisations 246
7.10.4. Matériau de remblai des tranchées 246
8. TRAVAUX ELECTROMECANIQUES POSTE 247
8.1. Généralités 247
8.2. Installation des transformateurs de puissance 248
8.2.1. Réception des équipements 248
8.2.2. Montage et installation 248
8.2.3. Précautions spéciales 249
8.3. Installation des disjoncteurs 249
8.3.1. Réception des équipements 249
8.3.2. Montage et installation 249
8.3.3. Précautions spéciales 250
8.4. Installation des sectionneurs 250
8.4.1. Réception des équipements 250

8.4.2. Montage et installation 250
8.4.3. Précautions spéciales 251
8.5. Installation des transformateurs de mesure 251
8.5.1. Réception des équipements 251
8.5.2. Montage et installation 251
8.5.3. Précautions spéciales 252
8.6. Installation des parafoudres 252
8.6.1. Réception des équipements 252
8.6.2. Montage et installation 252
8.6.3. Précautions spéciales 252
8.7. Installation des jeux de barres rigides 252
8.7.1. Réception des équipements 252
8.7.2. Montage et installation 253
8.7.3. Précautions spéciales 253
8.8. Installation des connexions en tendues 254
8.8.1. Réception des équipements 254
8.8.2. Installation des câbles de garde 254
8.8.3. Montage et installation 254
8.9. Installation des portiques et des supports d'équipements 255
8.10. Installation des transformateurs de services auxiliaires et de point neutre MT 256
8.10.1. Réception des équipements 256
8.10.2. Montage et installation 257
8.10.3. Précautions spéciales 257
8.11. Installation des équipements et câbles MT 257
8.11.1. Réception des équipements 257
8.11.2. Montage et installation 258
8.11.3. Précautions spéciales 259
8.12. Installation des équipements de services auxiliaires BT et câblage 259
8.12.1. Réception des équipements 259
8.12.2. Montage et installation 260
8.12.3. Précautions spéciales 260
8.13. Installation de l'appareillage de commutation MT 261
8.13.1. Réception des équipements 261
8.13.2. Montage et installation 262
8.13.3. Précautions spéciales 263
8.14. Installation des câbles de contrôle, d'instrumentation et de télécommunication 263
8.14.1. Réception des équipements 263
8.14.2. Montage et installation 264
8.14.3. Précautions spéciales 265
8.15. Installation des équipements SCADA 265
8.15.1. Réception des équipements 266
8.15.2. Montage et installation 267
8.15.3. Précautions spéciales 267
8.16. Installation des équipements de télécommunication 268
9. CONSTRUCTION LIGNE AERO-SOUTERRAINE 268
9.1. Ligne 90 kV Logbaba – Koumassi (du pylône 1 à 4) 269
9.1.1. Travaux sur le pylône N°4 269
9.1.2. Renforcement du tronçon de ligne 269
9.2. Liaison souterraine 90 kV 270
9.2.1. Liaison souterraine double circuit entre le poste PROMETAL et le pylône N°4 270
9.2.2. Mode de pose câbles souterraines 270
9.2.3. Consistance des travaux de pose des câbles 271
9.2.4. Autres travaux 272
10. MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX GENIE CIVIL 272
10.1. Description détaillée des ouvrages 272
10.1.1. Piste lourde 272
10.1.2. Piste légère 273
10.1.3. Fosse et longrines transformateurs 274
10.1.4. Murs pare feu 274
10.1.5. Massifs supports poteaux et charpentes métalliques 274
10.1.6. Caniveaux à câbles 275
10.1.7. Drainage et assainissement des travées 275
10.1.8. Bâtiment Transport 275
10.2. Bétons : 280
10.2.1. Préparation du fond de fouilles 280
10.2.2. Béton de propreté 280
10.2.3. Mise en place et durcissement des bétons 280
10.2.4. Durcissement 280

10.2.5. Reprises de bétonnage 280
10.2.6. Vibration 281
10.2.7. Essais de contrôle 281
10.2.8. Joints de construction - joints de dilatation 282
10.2.9. Ragréage des parements 282
10.3. Coffrages et traitement des parements coffrés ou non 282
10.3.1. Généralités 282
10.3.2. Tolérances géométriques 283
10.3.3. Chanfreinage des arêtes des murs 283
10.3.4. Coffrage des réservations 283
10.3.5. Décoffrage 284
10.3.6. Armatures et pièces enrobées 284
10.3.7. Fourreaux pour câbles de puissance 287
10.4. Caniveaux BT 293
10.4.1. Fonction des caniveaux 293
10.4.2. Caractéristiques 293
10.4.3. Utilisation 294
10.4.4. Caractéristiques des caniveaux renforcés 294
10.4.5. Ouvrages spéciaux 294
10.4.6. Utilisation des caniveaux renforcés et ouvrages spéciaux 294
10.4.7. Etude du tracé du réseau de caniveaux 294
10.5. Charpente 295
10.5.1. Dimensionnement 295
10.5.2. Règles de protection contre la corrosion 295
10.5.3. Réception des charpentes 295
10.5.4. Transport et manutention 295
10.5.5. Installation des charpentes 295
10.6. Connexions aériennes en câbles 297
10.7. Connexions aériennes en tubes 297
10.7.1. Dimensionnement 297
10.7.2. Mise en œuvre des jeux de barres 298
10.7.3. Caractéristiques mécaniques des tubes 298
10.7.4. Caractéristiques électriques des tubes 298
10.7.5. Intensités admissibles dans les tubes 300
10.8. Raccords pour connexions aériennes 300
10.8.1. Généralités 300
10.8.2. Prises cylindriques en alliage de cuivre 300
10.8.3. Plages en alliage d'aluminium 300
10.8.4. Raccordement des appareils munis de tiges cylindriques en cuivre 300
10.8.5. Catégories d'appareils 300
10.8.6. Solution générale, valable pour les transformateurs de puissance 301
10.8.7. Cas particulier des sectionneurs d'aiguillage supports de jeux de barres en tube 301
10.8.8. Mise en œuvre des raccords pour connexions aériennes 301
Montage des raccords 301
10.9. Canalisations souterraines MT 306
10.9.1. Type de câble (suivant norme IEC 502) 306
10.9.2. Choix des câbles 306
10.9.3. Dans le sol 307
10.9.4. Hors sol 307
10.9.5. Parallélisme de tracé 307
11. LIVRAISON 307
12. MONTAGE ET INSTALLATION 307
13. SUIVI DES TRAVAUX, ESSAIS, RECEPTION ET MISE EN SERVICE 308
13.1. Généralités 308
13.2. Suivi des travaux 308
13.3. Plan de mise en service 309
13.4. Organisation 309
13.4.1. Comité de mise en service 309
13.4.2. Superviseur Général de la mise en service 310
13.4.3. Représentant du fabricant 310
13.4.4. Responsabilité de L'entrepreneur 310
14. FORMATION DU PERSONNEL DU MAITRE DE L'OUVRAGE 312
14.1. Participation aux essais en usine 312
14.1.1. Principes 312
14.1.2. Modalités de participation aux essais en usine 312
14.2. Formation sur site du personnel exploitant 313
14.3. Formation chez les fabricants 313
15. SPECIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES 314

15.1. Etudes d'exécution 314
15.2. Spécifications techniques particulières lot 1 314
15.2.1. Généralités 314
15.2.2. Description des travaux à réaliser 314
15.3. Spécifications techniques particulières lot 2 316
15.3.1. Généralité 316
15.3.2. Description des travaux à réaliser 317
15.3.3. Pièces de rechanges lot 2 319
16. GARANTIES DE PERFORMANCES 323
16.1. Période de Garantie 323
16.2. Garanties techniques 323
16.2.1. Transformateur 323

LISTES FIGURES

Figure 1 : Image zone du projet 68
Figure 2 : Schéma logique plan de protection transformateur HT/MT 194
Figure 3 : Largeur minimale des tranchées 233
Figure 4 : Largeur & profondeur de fouille 234
Figure 5 : Nuances d'acier et types d'armatures 242
Figure 6 : Matérialisation du nouveau tronçon de ligne aéro-souterraine de 90 kV 269
Figure 8 : Illustration des extrémités à câbles HTB 272
Figure 9 : Caractéristiques fourreaux 287
Figure 10: Mode de pose de fourreaux en simple trèfle 288
Figure 11: Mode de pose de fourreaux en double trèfle 289
Figure 12: Mode de pose de fourreaux en nappe 290
Figure 13 : Mode de pose de fourreaux en double nappe 291
Figure 14 : Aménagement du poste Prometal 316
Figure 15 : Plan descriptif du bâtiment 316

LISTES TABLEAUX

Tableau 1 : Interface au poste de PROMATEL 71
Tableau 2 : Code et normes 73
Tableau 3 : Tableau normes génie civil 75
Tableau 4 : Normes électriques 75
Tableau 5 : Niveaux de tenue aux courants de court-circuit des réseaux de terre de postes HT/MT 77
Tableau 6 : Synthèse des niveaux d'isolement 78
Tableau 7 : Caractéristiques sommaires du transformateur de puissance 93
Tableau 8: Cartes armoire de Régleur en Charge 99
Tableau 9 : Plan de distribution des disjoncteurs HTB 117
Tableau 10 : Dispatching des sectionneurs 121
Tableau 11 : Dispatching des réducteurs de mesures 134

Tableau 12 : Dispatching des parafoudres 137
Tableau 13 : Dispatching des transformateurs auxiliaires 143
Tableau 14 : Cellule MT Arrivée Transformateur 151
Tableau 15 : Cellule MT Départ Client ou Couplage 151
Tableau 16 : Cellule MT Transformateur des Auxiliaires 152
Tableau 17 : Cellule MT Transformateur Potentiel 152
Tableau 18 : Dispatching par type de cellules 152
Tableau 19 : Section pour réseau de malt 162
Tableau 20 : Caractéristiques générales du groupe électrogène 177
Tableau 21 : Fonctions des protections principales 1&2 des lignes 90 kV 187
Tableau 22: Fonctions de mesure et contrôle pour les lignes 90 kV 188
Tableau 23 : Défauts internes et externes affectant le transformateur HT/MT 195
Tableau 24 : Nuances d'acier pour charpentes métalliques 220
Tableau 25 : Longueur de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi 269
Tableau 28 : Charges et largeurs de piste 273
Tableau 29 : Constitution du bâtiment 275
Tableau 30 : Essais & Contrôle de la production 281
Tableau 31: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en simple trèfle 287
Tableau 32: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en simple trèfle 288
Tableau 33: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en double trèfle 290
Tableau 34: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en nappe 291
Tableau 35: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en double nappe 292
Tableau 36: Caractéristiques mécaniques des tubes 298
Tableau 37: Caractéristiques électriques des tubes 298
Tableau 38: Intensité admissibles dans les tubes 300
Tableau 39: Intensité en fonction du diamètre de tige 301
Tableau 40: Tableau intensité à suivre 301
Tableau 41 : Plafonnement des frais généraux en lot 308
Tableau 42 : Dispatching des essais usines 312
Tableau 44 : Liste des pièces de rechange transformateur Lot 2 319
Tableau 45 : Liste des pièces de rechange disjoncteur Lot 2 319
Tableau 46 : Liste des pièces de rechange cellules MT Lot 2 321
Tableau 47 : Liste des pièces de rechange sectionneur Lot 2 321
Tableau 48 : Liste des pièces de rechange protection et contrôle commande lot 2 322

1. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET

1. Contexte

Pour soutenir la forte demande d'électricité des industriels de la ville de Douala à travers le réseau de transport de l'électricité, la SONATREL envisage de renforcer les capacités de transit et de transformation de ses ouvrages. Ayant reçu la demande formelle de l'entreprise PROMETAL qui souhaite augmenter de façon significative ses capacités de production à travers des extensions de ses usines existantes et la création de nouvelles unités de production, soit une demande actuelle de 30 MW contre 63 MW à l'horizon 2025. Pour s'aligner à cette politique de développement, la SONATREL va procéder au premier trimestre 2024 à un raccordement provisoire de PROMETAL à partir du poste de Logbaba et par la suite procédera à la construction d'un poste de transformation dédié à PROMETAL par le raccordement à la ligne 90 000 V Logbaba – Koumassi, objet du présent TDR (Termes de Références).

Ce projet d'alimentation définitive de PROMETAL consistera à :

1. Renforcer la capacité de transit de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi du pylône 1 au pylône 4 ;
2. Procéder à l'ouverture et au passage en coupure d'artère de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi au niveau du pylône 4 (Entrée-Sortie au poste de PROMETAL) ;
3. Construire une ligne souterraine double entre le pylône 4 et le poste de PROMETAL;
4. Construire un poste 90/15 kV PROMETAL en technologie AIS.

1. Localisation

Localisation

Le site de PROMETAL II est situé dans l'arrondissement de Douala III^{ième}, département du Wouri, Région du Littoral.

Site	Latitude	Longitude	Altitude
Logbaba	4°01'57''N	9°45'04''E	120 m

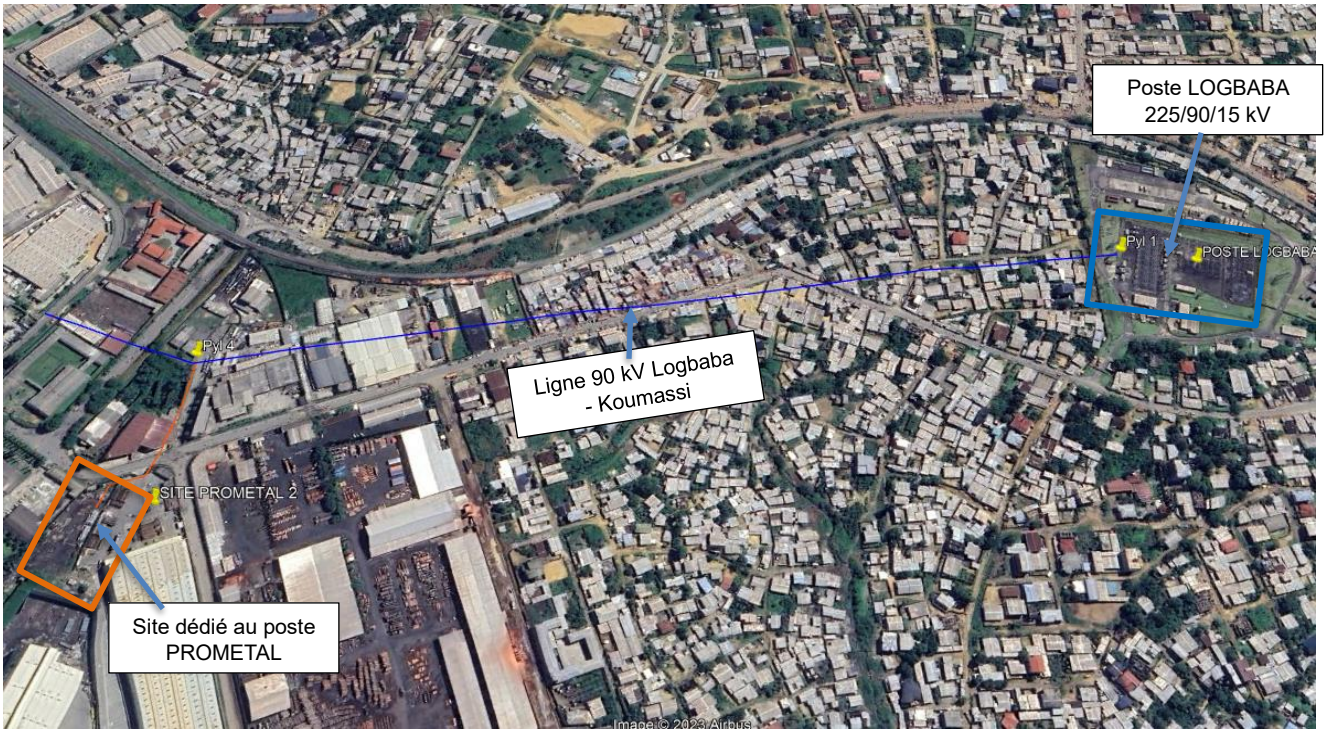


Figure 1 : Image zone du projet

2. Configuration existante :

Poste de Logbaba :

Le poste de transformation Logbaba est composé de :

1. Trois (03) travées lignes 225 kV (Mangombe, Bekoko et Songloulou)
2. Cinq (05) travées lignes 90 kV (Bassa 1 et 2, Koumassi, Ngodi-bakoko, Mangombe)
3. Une (01) travée transformateur 3x60 MVA 225/90/15 kV
4. Une (01) travée transformateur 3x35 MVA 225/90/15 kV
5. Une (01) travée transformateur 50 MVA 90/15 kV
6. Deux (02) bancs de condensateurs 90 kV de 25 MVAr chacun
7. Une (01) travée couplage 90 kV
8. Deux (02) jeux de barres 225 kV
9. Deux (02) jeux de barres 90 kV
10. un bâtiment de comma

Poste de Transformation
SONATREL

Ligne Logbaba - Koumassi :

La caractéristique principale de la ligne est de :

11. Tension utilisation : 90 kV
12. Section de la ligne : Almelec 366 mm²
13. Tronçon aérien : 8 403 m
14. Tronçon souterrain : 1 450 m
15. Type de pylônes : tubulaire et treillis

16. DESCRIPTION DES FOURNITURES ET DES TRAVAUX A REALISER

1. Champs d'application

Le présent document est une spécification technique qui décrit l'ensemble des prestations du Constructeur de manière globale pour la fourniture, le transport sur le site, les études d'ingénierie d'exécution, le montage et la mise en service des équipements et matériels électromécaniques en vue de la création du poste PROMETAL et ainsi que les travaux de renforcement de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi.

2. Allotissement

Le projet de construction du poste 90/15 kV de PROMETAL comprendra les spécificités postes et lignes. A ce titre, il sera découpé en deux (02) lots :

1. **<u>Lot 1</u> : Ouverture et renforcement de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi (des pylônes 1 – 4)**

Les prestations consisteront à la conception, la fourniture et au renforcement de la capacité de transit de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi entre le pylône 1 et le pylône 4 et à l'ouverture de cette ligne en vue de la création d'une Entrée/Sortie souterraine pour le raccordement du poste 90/15 kV de PROMETAL.

1. Lot 2 : Construction du poste HT 90/15 kV de PROMETAL

Les travaux consisteront à la conception, la fourniture, au transport, au montage, à l'installation, au raccordement et la mise en service d'un nouveau poste de transformation 90/15 kV- 75 MVA dédié au client industriel PROMETAL.

1. Détails des prestations à réaliser par lot

1. Lot 1 : Ouverture et renforcement de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi (des pylônes 1 – 4)

L'étendue des travaux à réaliser dans cette section se résume comme suit :

1. Remplacement de la configuration actuelle de ligne simple terne d'un conducteur Almelec 366 mm² par phase en une configuration de ligne simple terne d'un conducteur HTLS par phase du pylône 1 au pylône 4 soit une longueur d'environ 1 000 m de section devant permettre d'augmenter la capacité de transit de tronçon de cette ligne à une intensité au moins égale à 1300 A y compris l'insertion et/ou la modification des pylônes ;
2. Construction des Remontées Aéro-Souterraines (REAS) pour réaliser l'ouverture de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi ;
3. Réalisation des caniveaux et des tranchées à câbles HT ;
4. Fourniture et pose de deux circuits de câbles souterrains 90 kV ;
5. Remplacement du conducteur de l'ASTER 366 mm² existant par un conducteur HTLS garantissant au minimum le double de la capacité actuelle de ligne entre les pylônes 1 et 4 ;
6. Fourniture et pose de la Fibre Optique du poste de Logbaba au poste de PROMETAL ;
7. Fourniture et réalisation des boîtes de jonctions pour câbles HTB ;
8. Raccordement des deux tronçons aériens et souterrains ;
9. Déplacement du réseaux HTA et BT existants ;
10. Mesures des caractéristiques électriques des nouvelles lignes ;
11. Mise en service ;
12. Fourniture des pièces de rechange ligne (cornières muettes, câble ADSS 96 brins, accessoires de ligne et isolateurs)

1. Lot 2 : Construction du poste HT 90/15 kV de PROMETAL

Les travaux à réaliser dans le poste 90/15 kV de PROMETAL comprennent :

13. Un (1) jeu de barres 90 kV ;
14. Deux (2) travées lignes (Logbaba et Koumassi) ;
15. Deux (2) travées transformateur 90/15 kV donc une seule équipée ;
16. Un (1) transformateur de puissance triphasé 90/16,5 kV - 50/75 MVA (ONAN-ONAF) ;
17. La construction du bâtiment commande intégrant les cellules MT 15 kV, les systèmes auxiliaires basse-tension, contrôle-commande, mesures, protections et télé conduite pour l'intégration des nouveaux équipements.
18. Etablissement de la liaison Fibre Optique entre les postes de Logbaba et PROMETAL ;
19. Aménagement global de génie civil (pistes lourde et légère, caniveaux et clôtures électrique et défensive, guérite …)
20. Réseau de terre et de sécurité des personnes et des biens ;

1. Interface et limite des prestations

Pour gérer les interfaces avec les différents acteurs du projet, l'Entrepreneur devra se coordonner avec :

1. Les titulaires des lots et autres marchés au poste de Logbaba ;
2. Le Maitre de l'Ouvrage ainsi que les exploitants des futurs ouvrages ;
3. L'entreprise en charge de la gestion de la zone industrielle (MAGZI)
4. L'entreprise propriétaire du site PROMETAL ;

Interfaces entre l'entrepreneur de la ligne HT souterraine et celle du poste HT (AIS)

Les limites des prestations côté poste 90/15 kV de PROMETAL entre la ligne aéro-souterraine HT et le poste AIS HT sont décrites au tableau suivant :

Tableau 1 : Interface au poste de PROMATEL

Ouvrages	Entrepreneur Poste HT	Entrepreneur Ligne HT
Massifs et charpentes extrémités de câbles HTB	X	
Réalisation des extrémités câbles HTB		X
Raccordement Extrémités au poste PROMETAL	X	
Parafoudres	X	
Raccordement de la fibre optique	X	

Interface postes encadrants

Les travaux d'ouverture de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi devront être réaliser en tenant compte de l'avancée des travaux de construction du poste. Ainsi, ces travaux devront être réalisés une fois les essais de mise en service des deux travées lignes 90 kV ainsi que le jeu de barres afin de garantir l'alimentation du poste 90/15 kV de Koumassi.

Le choix des différentes protections des travées lignes 90 kV devront tenir compte des équipements installés dans les postes de Koumassi sur la travée Logbaba et au poste de Logbaba sur la travée de Koumassi. Ces protections devront être similaires et communiquées entre elles lors de leur exploitation.

5. TRAVAUX POSTES

1. Description

Les plans de disposition inclus dans les " Annexes - Plans, schémas et documents" du Dossier d'Appel d'Offres sont donnés pour information. Ils permettent à l'Entrepreneur d'identifier tous les travaux requis dans le cadre du projet mais ne peuvent être considéré comme des plans d'exécution qui sont à la charge du Contractant.

Les travaux des postes comprennent ce qui suit :

6. Études d'ingénierie d'exécution : plans, schémas, notes de calculs ;
7. Fourniture, transport et installation des équipements électriques et mécaniques des postes à construire et à étendre ;
8. Réalisation des socles des équipements, caniveaux à câbles, drainage, etc.
9. Montage des charpentes d'amarrage et des supports d'appareils ;
10. Montage des chaînes d'isolateurs ainsi que des jeux de conducteurs tendus.
11. Installation de conducteurs en cuivre enterrés de mise à la terre et des raccordements aux équipements extérieurs ;
12. Montage des disjoncteurs, des sectionneurs, des transformateurs de mesure, des isolateurs à fût massif et des parafoudres sur socle ainsi que des barres rigides ;
13. Montage des transformateurs remplis d'huile ;
14. Montage des équipements à haute tension HT et moyenne tension MT ;
15. Raccordement des équipements aux jeux de barres ;
16. Installation des luminaires sur les structures des travées ;
17. Installation des armoires de protection, de commande, de SCADA et télé-comptage d'énergie ;
18. Raccordement de tous les câbles d'alimentation, de commande et de télécommunication ;
19. Essais et mise en service de tous les équipements ;
20. Formation du personnel du Maître de l'Ouvrage.

En plus, de toutes les installations permanentes mentionnées précédemment, le Constructeur doit fournir toutes les installations provisoires nécessaires à l'exécution de ses travaux, tels que les aires de stockage, l'alimentation en eau et en électricité, un bureau de chantier, ainsi que des logements pour son personnel, s'il y a lieu.

Lorsque le projet intègre des travaux dans un poste existant, le Constructeur doit évaluer l'impact de ces travaux sur les installations en place et les organiser en conséquence. Ces travaux comprennent, sans toutefois être limitatifs :

21. Tous les travaux de génie civil nécessaires à l'intégration des nouveaux équipements du poste ;
22. L'extension du réseau de mise à la terre existant ;
23. La fourniture de toutes les barres et accessoire des structures métalliques des équipements des postes ;
24. L'extension si nécessaire de toutes les armoires de distribution en AC et DC afin de desservir les nouveaux équipements du poste ainsi que les armoires de commande et protection connexe ;
25. La vérification de la capacité des accumulateurs et la fourniture d'une deuxième série d'accumulateurs ou le remplacement de ceux en place s'il y a lieu afin d'atteindre l'autonomie requise par le Maître de l'Ouvrage ;
26. la construction de tranchées pour les nouveaux câbles si celles en place ne peuvent pas recevoir de câbles supplémentaires ;

Les travaux comprennent aussi la vérification des installations existantes afin d'évaluer leur capacité à desservir les nouveaux équipements, particulièrement leur extension et les modifications à apporter aux équipements en place. Le Constructeur doit identifier clairement les modifications ou les remplacements qui, selon lui, devraient être faits pour les besoins de l'extension du poste et en indiquer le prix.

1. Programme des travaux

Le Constructeur s'engage à achever son lot dans un délai de 18 mois après la signature du Contrat.
Le Constructeur préparera un programme montrant les diverses étapes des travaux afin de pouvoir évaluer l'avancement dans le temps :

27. Des travaux et des installations provisoires ;
28. De la fourniture des matériaux ;
29. Du transport et de la livraison sur site des équipements ;
30. De la réalisation des travaux par rapport au calendrier.

Le programme des travaux permettra au Maître d'Ouvrage de contrôler l'avancement des travaux et de vérifier les écarts par rapport au calendrier d'origine.

Le planning général du projet (détaillant l'intervention des autres marchés) est joint en annexe. Il montre comment la partie HTB (sur 12 mois) doit s'intégrer à l'intérieur du planning général.

31. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES POSTES HTB

Ce chapitre fournit à l'entrepreneur les informations pertinentes sur lesquelles se baser pour sa conception des installations à construire.

1. Code et normes

L'entrepreneur soumettra avec son offre des certificats valables attestant que les fabricants et les sous-traitants proposés sont certifiés selon la norme ISO 9001 et la conformité RoHS. Les fabricants non-certifiés selon la norme ISO 9001 et non-certifiés selon les termes de conformité avec la directive RoHS ne seront pas acceptés.

Les normes et standards des institutions énumérées dans le tableau suivant doivent être mentionnés avec les abréviations indiquées ci-dessous.

Tableau 2 : Code et normes

Abréviation	Désignation
BS	British Standards Institution
BAW	Bundesanstalt fuer Wasserbau
CEI	Commission Electrotechnique Internationale
CIGRE	Conseil International des Grands Réseaux Electriques
ISO	International Standardisation Organisation
NF / EN	Normes françaises (éditées par l'AFNOR) / normes européennes correspondantes
UTE	Union Technique de l'Électricité
UIT	Union International des Télécommunications
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers

DIN	Deutsches Institut fur Normung
ACI	American Concrete Institue
AFNOR	Association Française de normalisation
ANSI	American National Standards Institute
API	American Petroleum Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASCE	American Society of Civil Engineers
AWS	American Welding Society
AASHTO	American Association of Stage Highway and Transportation Officials
ASHRAE	American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers
USBR	United States Bureau of Reclamation
USCE	United States Corps of Project Managers
ICE	Institution of Civil Project Managers
EUROCODE	Eurocode

1. Santé – sécurité :

Au niveau santé/sécurité, le Constructeur respectera à minima les consignes indiquées dans la norme UTE C18-510 ainsi que dans la directive européenne 2004/40/CE qui fixe les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques.

2. Domaine électrique :

En particulier, Le constructeur prendra en compte les règles établies dans les documents suivants :

1. UTE C18510
2. CEI 60071.1 et CEI 60071.2
3. NFC 13-000 « installation électriques de tension nominales supérieur à 1kV en courant alternatif »
4. NFC 13-200 « installations électriques à haute tension – règles »
5. NFC 15-100 « installations électriques à basse tension »

Lorsque les documents contractuels contiennent une spécification particulière ou une spécification plus restrictive que ne l'exigent les Normes et Standards des instituts mentionnés ci-dessus, les documents contractuels prévaudront toujours.

En cas d'absence d'exigences précises dans les Spécifications et même s'il n'est fait aucune référence à une norme dans les présentes spécifications, les normes applicables doivent être utilisées comme référence.

1. Charpentes :

Le calcul des charpentes en acier sera exécuté en concordance avec les règlements suivants :

- CECM (Convention Européenne de la Construction Métallique)
- EURONORM 25 « Aciers de construction d'usage général »

Dans le présent document les dimensions des charpentes et des massifs éventuellement fournis ne le sont qu'à titre indicatif, la hauteur et le poids des appareils pouvant varier suivant les entrepreneurs.

2. Génie civil :

Les fondations standards et spéciales seront conçues pour résister aux efforts induits par les ouvrages. Les essais de sol, la conception des fondations, l'exécution des fouilles, l'élaboration du béton, la fabrication et la mise en place des embases, les aciers de renforcement du béton et le remblayage seront effectués conformément aux normes, standards et recommandations

Tableau 3 : Tableau normes génie civil

Abréviation	Désignation
EN 1990	Eurocode Basis of structural design
EN 1991	Eurocode 1 Actions on structures
EN 1992	Eurocode 2 design of concrete structures
EN 1993	Eurocode 3 Design of steel structures
EN 1994	Eurocode 4 Design of composite steel and concrete structures
EN 1996	Eurocode 6 Design of masonry structures
EN 1997	Eurocode 7 Geo technical Design

3. Standards et normes différents de ceux spécifiés :

Lorsque des exigences sont spécifiées en référence à une norme qui provient d'un pays. Il n'est pas prévu de restreindre les exigences à cette norme équivalente à la norme prise en référence. Il devra soumettre la norme alternative proposée et fournir la preuve écrite que la norme alternative proposée est équivalente à tous égards à la norme de référence.

L'entrepreneur devra remettre au Maître d'Ouvrage deux exemplaires de la norme et / ou réglementation alternative proposée dans la langue du contrat.

4. Recommandations et normes principales :

Les prescriptions techniques et normes en vigueur pour l'étude, la réalisation et la réception des installations techniques et du génie civil des postes du présent projet sont les prescriptions et normes les plus récentes reconnues sur le plan international telles que la dernière recommandation de la C.E.I. (Commission Electrotechnique Internationale), EN (normes européennes), NF (normes françaises), VDE ou DIN (normes allemandes), IEEE (standards de l'institute of electrical and Electronic Engineers), ASTM (normes américaines)

Seules les recommandations à caractère général sont énumérées ci-dessous.

Tableau 4 : Normes électriques

Abréviation	Désignation
CEI 60051	Appareils de mesure électriques
CEI 60060	Technique des essais à haute tension

CEI 60068	Essais d'environnement
CEI 60071	Coordination de l'isolement
CEI 60085	Isolation électrique - Evaluation et désignation thermiques
CEI 60227	Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V
CEI 60255	Relais électriques
CEI 60309	Prises de courant pour usages industriels
CEI 60354	Guide de charge pour transformateurs de puissance immergés dans l'huile
CEI 60364	Installation électrique dans les bâtiments
CEI 60422	Huiles minérales isolantes dans les matériels électriques – Lignes directrices pour la maintenance et la surveillance
CEI 60439	Ensemble d'appareillage à basse tension
CEI 60512	Connecteurs pour équipements électroniques
CEI 60542	Guide d'application pour changeurs de prises en charge
CEI 60598	Luminaires
CEI 60794	Câbles à fibres optiques
CEI 60815	Guide pour la sélection des isolateurs à haute tension à usage sous atmosphère polluée
CEI 60865	Courants de court-circuit – Calcul des effets
CEI 60870	Matériels et systèmes de télé-conduite
CEI 60947	Appareillage basse tension
CEI 61076	Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit
CEI 61156	Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques
CEI 61196	Câbles coaxiaux de communication
CEI 61537	Systèmes de câblage Systèmes de chemin de câbles et systèmes d'échelle à câbles
CEI 61755	Interfaces optiques avec connecteurs pour fibres optiques
CEI 61850	Réseaux et systèmes de communication dans les postes
CEI 62052	Equipement de comptage de l'électricité (CA) ; prescriptions générales
CEI 62053	Equipement de comptage de l'électricité (CA) ; prescriptions particulières
CEI 62219	Conducteurs pour lignes électriques aériennes
BS 7354	Design of high voltage open terminal stations

2. Caractéristiques électriques

1. Intensité de court-circuit

Les équipements ainsi que les réseaux de terres (aérien et souterrain) des postes HT/MT seront construits pour les valeurs symétriques de tenue et interruption de court-circuit triphasés. Les équipements HT à fournir doivent respecter les valeurs du tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Niveaux de tenue aux courants de court-circuit des réseaux de terre de postes HT/MT

Echelon de tension	Intensité de court-circuit (kA)
90 kV	Triphasé : 31.5 kA
15 kV	Triphasé : 31.5 kA
Constante de temps du réseau (en ms)	200ms

2. Isolement

La coordination de l'isolement est la sélection de la tenue diélectrique des matériels en fonction des tensions qui peuvent apparaître dans le réseau auquel le matériel est destiné. Elle a pour but de trouver un optimum entre le point de vue économique et celui de l'exploitation de façon à ce que la probabilité de défaut due aux contraintes électriques imposées au matériel demeure à un niveau acceptable.

Contraintes diélectriques sur le matériel

Le matériel est soumis à des contraintes diélectriques qui peuvent être engendrées par différents type de tension :

1. Les surtensions à fréquence industrielle qui peuvent apparaître en exploitation ;
2. Les surtensions temporaires (engendrées soit par des manœuvres, soit par des phénomènes atmosphériques).

Surtensions à fréquence industrielle

Elles proviennent soit d'un défaut sur le réseau (surélévation de tension d'une phrase saine lors d'un défaut monophasé phase terre), soit de phénomènes de résonance (surélévation de tension à l'extrémité ouverte d'une ligne), soit de pertes de charges importantes entraînant une survitesse des alternateurs, soit par des phénomènes de ferro-résonnance et harmoniques.

Surtensions temporaires

Surtensions d'origine atmosphériques : il s'agit des surtensions phase-terre ou phase-phase apparaissant lors d'une décharge atmosphérique.

Niveaux d'isolement

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI), dans ses publications 60071.1 et 60071.2, a pour la gamme de tensions normalisées, recommandé les niveaux d'isolement en fonction des différentes surtensions décrites précédemment.

Il est à noter que pour le matériel des gammes de tension I et II c'est-à-dire pour les tensions supérieures à 1kV et inférieures ou égales à 245kV, l'essai traditionnel de 1 min à fréquence industrielle sous la tension recommandée par le CEI réserve généralement une marge de sécurité convenable à l'égard des surtensions de manœuvres et temporaires. Les niveaux de tension de manœuvre peuvent être négligés à ces tensions d'exploitation, en accord avec la norme CEI 60071.

Pour ces gammes de tension, des essais avec tiges plaques ont été menés et une distance minimale CEI définie.
Il est rappelé à l'entrepreneur de bien tenir compte des conditions atmosphérique du site de Logbaba Les niveaux d'isolement externe correspondants et conformes à la norme CEI 60071-1 sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Synthèse des niveaux d'isolement

Désignation	Unité	15 kV	30 kV	90kV	225kV
Tension la plus élevée pour le matériel (Um)	kV valeur de crête	24	36	123	245
Tension de tenue assignée normalisée de courte durée à fréquence industrielle	kV valeur de crête	50	70	230	460
Tension de tenue assignée normalisée aux chocs de foudre	kV valeur de crête	145	170	550	1050

Distances d'isolement
Il appartiendra à l'entrepreneur d'effectuer, sous son entière responsabilité, les calculs de distances de sécurité et de les présenter pour approbation.
Pour les postes existants, les distances retenues à l'époque de la construction sont reprises.

1. Caractéristiques générales des sols

L'entrepreneur effectuera des essais de sol nécessaires à l'établissement des caractéristiques des sols qui lui permettront d'effectuer les calculs de la stabilité des massifs de fondation des équipements des postes.

L'entrepreneur effectuera également des mesures de résistivité du sol aux fins de la conception du réseau général de mise à la terre.

2. Mise à la terre des neutres

Mise à la terre des neutres HT et MT
Les appareillages des postes auront les niveaux de tenue récapitulés dans les tableaux suivants :

3. Neutre 225 kV : A la terre via un sectionneur et une résistance de mise à la terre
4. Neutre 90 kV : A la terre via un sectionneur et une résistance de mise à la terre
5. Neutre 30 kV : A la terre via une bobine de point neutre (BPN)
6. Neutre 15 kV : A la terre via une bobine de point neutre (BPN)

L'enroulement MT des transformateurs HT/MT étant triangle, le point neutre MT sera généré par une bobine de point neutre.

Le niveau de courant de défaut sera coordonné avec les circuits de protection des différentes artères MT pour éviter des déclenchements intempestifs.

Le dimensionnement des équipements BPN est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

1. Exigences techniques générales

Les fournitures et les services suivants doivent être inclus dans le prix de la soumission.

1. Fournitures et services généraux

1. Frais de matériel et de personnel pour tous les essais de inspections
2. Coûts matériels pour les inspections du site ;
3. Conception détaillée de tout l'équipement fourni, y compris la coordination de l'interface ;
4. Toute la documentation conforme à l'exécution ;
5. Plan de contrôle de la qualité et plan de sécurité ;
6. Documentation complète telle qu'indiquée dans les exigences du Maître de l'Ouvrage ;
7. Manuels d'exploitation et de maintenance détaillés ;
8. Programme de maintenance pour tous les équipements du système ;
9. Protection contre les incendies pendant l'approvisionnement et l'installation.

1. Installations de chantier à l'usage de l'Entrepreneur

Généralités
Sans porter préjudice au caractère général des diverses Clauses du Contrat et sauf pour les installations mentionnées ci-après, une attention particulière est accordée aux obligations de l'Entrepreneur de prendre ses dispositions pour la fourniture, la maintenance et l'ameublement des bureaux, des ateliers, des magasins et des locaux de stockage et pour la surveillance et le gardiennage de ces locaux.

Zone de stockage, Entrepôt et Atelier
L'Entrepreneur entreposera l'ensemble des matériels et équipements dans le site de Logbaba en étroite collaboration avec le chargé d'exploitation désigné par le Maître d'Ouvrage ou son Représentant. Aussi, l'Entrepreneur aura à sa charge de renforcer le gardiennage de ces équipements au sein du site de Logbaba.

Le Maître d'Ouvrage mettra dans la mesure de ses possibilités à la disposition de l'Entrepreneur l'alimentation en eau et lumière. En cas de contingence particulière, l'Entrepreneur sera lui-même responsable de l'alimentation en eau et en électricité de son chantier.

L'entrepreneur supportera à ses frais les risques d'interférences avec des tiers.

Il devra également produire et soumettre au Maître d'Ouvrage les plans d'aménagement des installations de chantier (plans des installations avec indication des limites) et autres chantiers de construction.

L'alimentation électrique sera conforme à la norme en vigueur de 400/230Vca et 50Hz.

Trousse de premier secours
Prévoir une trousse de premier secours et une civière en cas d'accident du personnel de l'entrepreneur pendant la durée des travaux.

L'entrepreneur doit à tout moment donner libre accès aux représentants autorisés du gouvernement et du Maître d'Ouvrage pour l'inspection des installations de premiers secours. En cas d'apparition d'une maladie de nature épidémique. L'entrepreneur se conformera aux

règlements, ordonnances et obligations que le gouvernement, le Maître d'Ouvrage ou les autorités médicales ou sanitaires locales pourront prendre et surmonter l'épidémie.

Téléphonie et communications
L'entrepreneur proposera un réseau efficace de communication entre les différentes zones de travail pendant la période de construction.
Pour la durée des travaux, l'entrepreneur prévoira une infrastructure de communication internet dans les bureaux de son personnel et dans la salle de réunion prévue sur le site des travaux, en fonction des besoins pour pouvoir remplir le contrat.

Equipements de levage et de transport autour du chantier
L'entrepreneur fournira tous les équipements de levage, manutention et transport dont elle pourra avoir besoin à son entrepôt, sur les zones de stockage et de dépôt ou ailleurs sur le chantier.

Déchets solides
L'entrepreneur prendra toutes les dispositions nécessaires, sous réserve de l'approbation du Maître d'Ouvrage, pour la collecte et l'évacuation des déchets solides de toutes les installations et lieux de travail.

A cet effet l'entrepreneur préparera un plan de gestion des déchets et matériaux de construction. Les déchets seront collectés au moins une fois par semaine et gérées de manière adéquate selon les dispositions du plan de gestion des déchets à soumettre.

2. Documentation à soumettre au Maître d'Ouvrage

En préambule, il est rappelé aux soumissionnaires que les documents remis au Maître d'ouvrage doivent être rédigés en langue française.

Généralités
Toutes les informations, la documentation, les calculs, les dessins, les échéanciers, etc.., devront être soumis dans les périodes ou aux dates requises pour garantir une gestion efficace du projet et éviter les retards.
L'entrepreneur est responsable de soumettre toute la documentation, conformément à un programme qu'il doit préparer. Le délai d'approbation des documents soumis par l'entrepreneur pour approbation par le Maître d'ouvrage est fixé par les conditions FIDIC. La qualité des documents soumis doit être conforme à une pratique internationale acceptable pour permettre une procédure de vérification rapide. Les documents ne répondant pas à ces exigences seront retournés au fournisseur sans commentaires pour amélioration et re-soumission.

Les types de documents suivants sont généralement pris en considération pour le projet :
1. Correspondance (lettres, fax et courriels) ;
2. Dessins et diagrammes (conception, fabrication, détails, versions préliminaires, construction, conformes à l'exécution) ;
3. Dossier d'approbation pour les équipements principaux, clés et spécifications fonctionnelles détaillées des logiciels ;
4. Notes de calcul de conception, fiches techniques ;
5. Résultats d'essais en usine ;
6. Résultats d'essais sur le site ;
7. Programmes d'essais ;

8. Programme de formation ;
9. Rapports, procès-verbaux des réunions ;
10. Manuels et instructions d'utilisation et de maintenance ;
11. Rapports d'avancement mensuels et trimestriels ;
12. Rapports d'inspection et essais ;
13. Echéanciers ;
14. Plan de gestion environnementale et sociale ;
15. Plan de gestion santé et sécurité ;
16. Plan de gestion des déchets ;
17. Plan d'engagement des parties prenantes ;
18. Plan de communication ;

Il est de la plus haute importance que tous les documents soient échangés entre l'entrepreneur et le Maître d'ouvrage de manière organisée et en stricte conformité avec ces procédures et les documents contractuels.

Toute la documentation remise en format électronique sera réalisée avec des logiciels compatibles avec les logiciels de la suite Microsoft Office en dernière version disponible (suite comprenant les logiciels MS Excel, MS Word, MS Power Point, MS project) ainsi que les logiciels d'usage standard tels que Autocad, Acrobat, etc. Sur demande, tous les documents doivent être remis par l'entrepreneur au Maître d'Ouvrage sous forme électronique dans le format où le document a été préparé.

Etapes de soumission

Les dessins émis par le Maître de l'Ouvrage avec le document d'appel d'offres et faisant partie des documents à des fins d'appel d'offres se veulent descriptifs du caractère des travaux. Ils doivent être utilisés en conjonction avec les exigences pour les spécifications et ne doivent en aucun cas limiter la responsabilité de l'entrepreneur de fournir tous les équipements, matériaux et services de l'installation nécessaires pour procurer un complexe complet et fonctionnel. Toute omission des dessins et des exigences ou une référence expresse à tout détail ou travail nécessaire et évidemment prévu ne dégage pas l'entrepreneur de sa responsabilité d'inclure de tels détails ou travaux.

Les dessins des exigences du Maître d'Ouvrage décrivent la disposition de base de l'envergure de la fourniture et des installations et l'Entrepreneur doit intégrer ces exigences dans les dessins de sa soumission.
En ce qui concerne les interconnexions et les extensions des installations existantes fournies, les dessins et les descriptions inclus dans les exigences du Maître d'Ouvrage sont censés être descriptifs dans la mesure nécessaire aux fins de la soumission.

L'Entrepreneur doit veiller à ce que les informations fournies dans les exigences techniques du Maître d'Ouvrage soient suffisantes pour soumettre son prix final au contrat. Aucune réclamation supplémentaire ne sera accordée pour des matériaux et des services nécessaires pour la fourniture et l'installation qu'il a à effectuer.

L'Entrepreneur est libre de commenter tout document et dessin émis avec les exigences techniques du Maître d'Ouvrage dans le délai spécifié aux entrepreneurs. Une fois sa soumission déposée, L'Entrepreneur est réputé avoir vérifié et accepté sans réserve tous ces documents. Aucune réclamation résultant d'omissions ou de divergences dans les documents de la soumission ne sera acceptée par le Maître d'Ouvrage.

L'Entrepreneur doit inclure ses plans, schémas, graphiques, courbes, ainsi que toute information nécessaire pour comprendre son offre d'un point de vue technique, financier et administratif.
L'Entrepreneur s'engage par le dépôt de sa soumission à assumer l'ensemble des frais inhérents à la gestion de l'environnement, la santé-sécurité des populations, la gestion des sols contaminés, les gestions des parties prenantes tel qu'exigée dans le présent document.

Etapes de conception détaillée et d'approvisionnement

L'Entrepreneur doit préparer et soumettre pour approbation des spécifications détaillées, des dessins, des documents, des notes de calcul, des diagrammes, des graphiques, des courbes et toute information nécessaire pour vérifier que les produits qu'il a l'intention de fournir satisfassent à tous les égards aux exigences du contrat.

Tous les documents soumis à l'approbation doivent être sous format numérique.
Les documents requis pour la conception, la construction, l'installation, le paramétrage, l'exploitation et la maintenance de l'ensemble du système doivent être soumis par l'entrepreneur en temps utile afin de permettre l'approvisionnement et l'installation de tout le système en conformité avec l'échéancier convenu. L'entrepreneur doit soumettre des dessins, des documents et toute information nécessaire pour vérifier que les produits qu'il a l'intention de fournir satisfassent à tous les égards aux exigences du contrat.
Ils doivent être soumis dans le délai spécifié, dans les semaines qui suivent l'attribution du contrat. Les détails doivent être convenus conformément à la procédure d'approbation pour les dessins et les documents ci-dessus.

L'entrepreneur validera avec le Maître d'Ouvrage (ou son Représentant) l'identification de l'installation, de l'équipement et du système de numérotation. Les documents requis pour la conception, la fourniture, l'installation, l'exploitation et la maintenance de l'ensemble du système doivent être soumis par l'entrepreneur en temps utile afin que le système puisse être installé comme un tout en conformité avec l'échéancier convenu.

L'entrepreneur doit distribuer les documents approuvés par le Maître d'Ouvrage dans le délai indiqué dans le présent document et selon le nombre prévu au contrat.
Chacun de ces livrables comprend des tests pertinents, des calculs, des données techniques, des dessins, etc. Tous ces documents de conception technique doivent être soumis au Maître d'Ouvrage pour approbation.
Après la signature du contrat, l'entrepreneur doit préparer des documents techniques pour la fabrication du matériel et les soumettre à l'approbation du Maître d'Ouvrage. Tout travail de fabrication effectué avant cette approbation sera aux risques et périls de l'entrepreneur. Les essais de réception en usine seront effectués sur la base de ces documents et des programmes d'essais.

Après la signature du contrat, l'entrepreneur doit préparer des documents techniques sur la base desquels l'installation sera construite et les soumettre pour approbation au Maître d'Ouvrage. Ce n'est qu'après avoir reçu l'approbation de ces documents que le « débuté de l'installation sera autorisé.
Sur la base de ces documents et programmes d'essai, l'inspection technique, la préparation à la mise en service, la mise en service seront réalisées et la réception provisoire sera prononcée.

Réception et tests d'achèvement

Les documents du travail tel que complété, les documents dits « conforme à l'exécution » doivent être préparés par l'entrepreneur et transmis au Maître d'Ouvrage pour revue.
La documentation conforme à l'exécution doit représenter l'état final des installations et doit inclure tous les changements, les corrections et les modifications après la mise en service et la mise sous tension. Après leur approbation, ces documents doivent être retournés à l'entrepreneur pour distribution au Maître de l'ouvrage selon les quantités requises.

Ces documents doivent être suffisamment détaillés pour permettre au Maître de l'Ouvrage de maintenir, démonter, réassembler et ajuster toutes les parties du travail.
Les dossiers et les dessins doivent inclure des dessins de tous les équipements, le câblage, etc, tels qu'ils ont été finalement installés et approuvés par le Maître d'Ouvrage. Les diagrammes, les graphiques, les plans, les listes, les manuels (dont une table des matières détaillée) et toutes les installations nécessaires telles que les pièces de rechange, les instructions d'utilisation, etc. ces documents doivent être fournis dans le format électronique convenu avec le Maître d'Ouvrage.

L'entrepreneur accepte et incorpore le système de numérotation du Maître d'Ouvrage ou convenu entre les différentes parties au démarrage du projet dans les documents « conformes à l'exécution » sans frais supplémentaires.

Pour les extensions ou les modifications dans les sous-stations (postes), les documents conformes à l'exécution doivent inclure également l'équipement électrique existant d'origine et les pièces de construction existantes d'origine.

En plus des copies papier, l'entrepreneur doit soumettre chaque document conforme à l'exécution au format MS Office et les dessins dans un format de fichier Autocad ou un format compatible, enregistrés sur une clé USB.

Les documents « conformes à exécution » (dessins, rapports d'essais, instructions d'exploitation et de maintenance) doivent être présentés de manière ordonnée (dans des dossiers, avec la table des matières à l'arrière et à l'intérieur, et répertoriés) sous réserve de l'approbation du Maître d'Ouvrage.
Tous les documents et dessins finaux doivent être en langue française.

Manuels d'exploitation et de maintenance, manuels d'instructions
L'entrepreneur doit fournir au Maître d'Ouvrage les manuels d'exploitation et de maintenance complets et des manuels d'instructions d'utilisation distincts. Les documents après approbation seront ensuite remis au Maître de l'Ouvrage dans le nombre d'exemplaires prévus. Les documents doivent être fournis en français. Le prix de ces documents est inclus dans le contrat.

1. Exigences générales

Les manuels d'exploitation et de maintenance fournis par l'entrepreneur doivent contenir une description détaillée e l'équipement, des logiciels et des composants. Ils doivent être écrits de manière à permettre au Maître d'ouvrage de faire fonctionner, maintenir, démonter, réassembler et ajuster toutes les parties.
Le contenu des manuels d'instructions doit être conforme à la table des matières et être aussi complet et précis que possible. La nomenclature ou la référence à un élément doit être cohérente tout au long du manuel.

Les manuels d'exploitation et de maintenance doivent être précis et faciles à comprendre et doivent être présentés de manière à ce que leur contenu puisse être utilisé pour entrainer le personnel du Maître d'Ouvrage pour l'exploitation, l'entretien, la maintenance et la réparation

des installations et de leurs composantes individuelles. Ils doivent contenir des tableaux, des listes, des présentations graphiques et des diagrammes explicatifs autant que possible pour faciliter la compréhension.

Les manuels d'instructions et de maintenance doivent être disponibles sous format électronique sauvegardé sur une clé USB. De plus, une liste complète des équipements et des pièces détachées doit être fournie sous format électronique sur clé USB. Si nécessaire, le logiciel de lecture doit être fourni avec le support.
Les informations fournies doivent être complètes pour les équipements et systèmes principaux et les auxiliaires fournis par l'entrepreneur. Les informations qui ne contribuent pas à la compréhension de la conception, de l'exploitation et de la maintenance de l'équipement doivent être exclus des manuels d'instructions, le cas échéant.

Une version préliminaire des manuels d'instruction doit être soumise à l'arrivée de l'équipement sur place, mais au plus tard trois (3) mois avant la mise en service d'un article ou d'une section spécifique de l'installation. Les versions finales doivent être fournies avant que le certificat de réception opérationnelle soit délivré. Cinq (5) exemplaires de la version finale des manuels d'exploitation et de maintenance doivent être fournis.

Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de spécifier une couverture uniforme (dossier à feuilles mobiles) pour tous les manuels d'exploitation et de maintenance.
L'entrepreneur doit soumettre une version préliminaire des manuels d'exploitation, de maintenance et d'instructions d'utilisation au Maître de l'Ouvrage pour vérification et approbation. Après avoir reçu l'approbation et avoir fait l'ensemble des corrections et ajouts nécessaires, l'entrepreneur doit envoyer des copies des manuels d'exploitation, de maintenance et d'instructions d'utilisation au Maître d'Ouvrage conformément à la présente spécification.
S'il s'avère pendant la construction, l'essai de mise en service ou durant la période de garantie de l'équipement que les manuels d'exploitation et de maintenance et les instructions d'utilisation sont inadéquats ou erronés et après avoir obtenu de tels renseignements qui sont uniquement disponibles après la mise en service et le bon réglage. L'entrepreneur devra effectuer les corrections et ajouts nécessaires.

2. Manuels d'Exploitation

Les manuels d'exploitation contiendront les informations suivantes de façon suffisamment détaillées pour permettre au Maître de l'Ouvrage d'exploiter l'ensemble de l'installation de façon rentable et avec la plus grande fiabilité et disponibilité. Le manuel d'exploitation doit être subdivisé en différentes section comme suit :

1. Introduction ;
2. Description générale du système ;
3. Définition des termes utilisés dans les manuels d'exploitation ;
4. Liste des sous-systèmes et composants principaux traités dans le manuel d'exploitation ;
5. Principes d'utilisation (résumé des principes d'exploitation technique) ;
6. Instructions d'exploitations ;

Les instructions d'exploitation doivent toujours être accompagnées de saisies d'écrans, de registres journaliers, de courbes, de listes etc…, provenant de l'interface homme-machine.
Les instructions doivent être précises, faciles à comprendre et elles doivent contenir la séquence des manipulations individuelles requises pour l'exploitation. L'information doit être présentée de manière à ce que le contenu puisse être utilisé pour former le personnel sur le

fonctionnement de l'équipement. Des tableaux, des listes et des présentations graphiques devraient être utilisés autant que possible pour rendre la description plus facile à comprendre

Conception et plans à réaliser par l'Entrepreneur

Les symboles utilisés sur les plans devront être conformes aux normes approuvées. Tous les plans soumis pour approbation devront respecter les formats de papier A0 à A4 et sous format numérique (DWG et PDF). Il conviendra de rapporter les différentes échelles d'édition des différents plans.

Tous les plans doivent être faits sur du papier durable avec des lignes sombres sur un fonds blanc. Le cartouche et la numérotation devront être approuvés par le Maître d'Ouvrage.

3. Calcul de conception

Les calculs de conception pourront être présentés sous format digital et devront inclure au minimum les informations suivantes :

Sur la page de garde :

1. Hypothèses de calcul ;
2. Contraintes maximales sous conditions d'exploitation normales et exceptionnelles durant les opérations de manipulation, transport et montage ;
3. Principales dimensions ;
4. Propriétés des matériaux utilisés ;
5. Références bibliographiques utilisées pour les calculs de dimensionnement ;

Dans la note de calcul :

6. Toutes les charges auxquelles les ouvrages seront soumis avec leur origine, ainsi que les charges transmises aux équipements existants et aux fondations ;
7. Les contraintes auxquelles sont soumis tous les équipements dans les conditions d'exploitation normales et exceptionnelles (y compris les contraintes liées à la manutention, le transport et le montage des équipements).
8. Les facteurs de sécurité retenus ;
9. Ainsi que toutes les indications nécessaires permettant d'acquérir une bonne compréhension du dimensionnement et de la conception de l'équipement fourni.

Les calculs de conception devront être fournis avec les plans et schémas de conception : aucun plan d'équipement ne pourra être approuvé tant que le Maître d'Ouvrage n'aura pas reçu les notes de calcul de conception de cet équipement. Pour chaque équipement, des notes de calculs partielles pourront être soumises au Maître d'Ouvrage en fonction de l'avancement de la réalisation des plans de ces équipements

L'ensemble complet des notes calculs de conception relatives à un équipement donné sera remis au Maître d'Ouvrage lorsque tous les plans d'exécution de cet équipement seront terminés.

Le Maître d'Ouvrage se réservera le droit, lors de la période de conception, de réclamer à l'Entrepreneur tout autre calcul de conception qu'il estime nécessaire.

4. Plans

Seulement les plans et schémas principaux sont énumérés ci-dessous.

Les plans seront soumis avec un délai raisonnable, de sorte que les corrections et les amendements souhaités par le Maître d'Ouvrage ainsi que la soumission après révision des documents n'entraînent aucun retard par rapport au calendrier ayant force. Le Maître d'Ouvrage se réservera le droit de demander à l'Entrepreneur des plans, documents, etc.

supplémentaires qu'il juge nécessaires à sa bonne compréhension et à la définition de la conception et de l'ingénierie des ouvrages.

Sans que cette liste soit limitative, l'Entrepreneur soumettra au moins les documents suivants :

Document d'ordre général :

1. Liste mise à jour des plans et schémas
2. Rapports d'avancement
3. Rapports d'avancement sur les travaux de montage et d'installation
4. Liste des sous-traitants/fabricants
5. Programmes d'inspection et d'essais proposés
6. Programme détaillé de la mise en service
7. Documents d'essais/rapports de résultats de tous les essais
8. Programme de formation
9. Manuel d'opération et de maintenance avec la description de tous les équipements et installations
10. Instructions détaillées d'opération et de maintenance
11. Documentation "tel-que-construit" (TQC) y compris les plans de tous les équipements

5. Calendrier :
    1. Calendrier global pour la conception, la fabrication, l'approvisionnement, l'assemblage et la mise en service, détaillant les principales composantes des travaux, en indiquant les dates d'achèvement des travaux préparatoires qui peuvent être nécessaires
    2. Calendrier détaillé du montage, de l'installation et de la mise en service
    3. Liste complète des documents avec les délais de soumission proposés

1. Ingénierie mécanique :
    1. Notes de calcul des supports et portiques en charpentes métalliques.
    2. Notes de calcul et de vérification de la tenue mécanique des pylônes et des lignes
    3. Dessins des systèmes mécaniques (dessins de disposition et vues en section des équipements, schémas, schémas de circuit et de câblage, nomenclatures des pièces…)
    4. Plans structurels et architecturaux
    5. Plans d'agencement des composants principaux, plans d'agencement des équipements auxiliaires
    6. Plans de cheminement tracés de câbles
    7. Détails des sources d'énergie auxiliaires nécessaires et des consommables (par exemple l'électricité, l'air d'instrumentation) avec des informations sur les caractéristiques et des valeurs de consommation
    8. Procédures de soudage
    9. Plans en coupe et plans détaillés de tous les composants
    10. Pour toutes les opérations de levage (réparation, maintenance, etc.), un plan de levage doit être soumis par l'Entrepreneur.

2. Ingénierie électrique :
    1. Fiches techniques des équipements HT, MT et BT remplies
    2. Notice et documentation/spécifications techniques des équipements
    3. Plans et schémas de verrouillages
    4. Listes des macarons, listes des étiquettes d'identification des appareillages

5. Plans détaillés des raccords et connexions
6. Plans de raccordement (schémas de filerie)
7. Schémas électriques (le schéma unifilaire global du poste complet, le schéma unifilaire particulier des appareils, les schémas d'implantation dessins de disposition et les vues en section des équipements, les plans de montage, les schémas, les schémas de circuit et de câblage, la conception de protection et de contrôle y compris le LAN et les connexions de communication du poste le cas échéant, nomenclatures des pièces, …)
8. Schémas électriques unifilaires
9. Listes des câbles
10. Schémas de câblage standards pour tous les différents types de consommateurs électriques
11. Schémas de câblage pour tous les équipements électriques individuels
12. Notes de calculs de dimensionnement des câbles
13. Listes des équipements et des appareils
14. Plans de mise à la terre avec calculs
15. Plans de protection contre la foudre avec les détails des emplacements de mesure et les rapports des mesures effectuées après la mise en service
16. Concept CEM avec une protection de surtension coordonnée
17. Plans d'agencement
18. Plans linéaires du système d'alarme incendie, si nécessaire
19. Plans d'agencement montrant l'emplacement exact des dispositifs d'alarme incendie, si nécessaire
20. Etude d'éclairage pour les nouveaux bâtiments et les extensions de postes
21. Plans d'installation d'électricité et d'éclairage
22. Plans d'agencement généraux des travées de câbles requises, plans de pose des câbles
23. Coupes et plans de montage, appareillage etc., y compris les vues de face et les vues de plan
24. Coupes des travées
25. Calculs des contraintes mécaniques des locaux de commutation en raison des défauts d'arc
26. Calcul de court-circuit et détermination des réglages des relais de protection et des alimentations électriques auxiliaires
27. Plan de coordination des protections
28. Etude de coordination d'isolement
29. Diagramme de protection et de mesure pour la protection de l'unité
30. Calcul du conducteur et tension et réglages des câbles de garde
31. Calculs statiques de tous les portiques et fondations
32. Plans de tous les portiques de fondation

3. Etudes réalisées par l'entrepreneur :
    1. Etude de MALT (incluant levées de résistivité. Inclure étude de court-circuit)
    2. Etude de dimensionnement des jeux de barres rigides et tendues
    3. Etude de protection contre la foudre
    4. Etude de coordination de l'isolation (dimensionnement des parafoudres)
    5. Etude de coordination des protections et réglages
    6. Etude d'éclats d'arcs électriques
    7. Etude de dimensionnement des services auxiliaires (batteries, chargeur, panneau AC/DC)
    8. Notes de calculs et dimensionnement des câbles

9. Notes de calcul de dimensionnement des transformateurs de mesure

1. Ingénierie de contrôle commande :
    1. Architecture du système de contrôle-commande montrant tous les composants
    2. Plans d'aménagement de la salle de contrôle-commande montrant la répartition spatiale des bureaux et des panneaux
    3. Agencement des salles électroniques montrant la répartition spatiale des cabines et des armoires
    4. Dimensions détaillées des bureaux, panneaux et cabines
    5. Agencement des modules à l'intérieur des cabines
    6. Description de tous les contrôles des groupes fonctionnels
    7. Listes de programmes pour tous les programmes d'application
    8. Documentation relative à l'interface contrôle-commande
    9. Affectation des points I/O -contrôle-commande
    10. Dessins techniques des vannes de contrôle, registres de réglages avec leurs actionneurs, orifices, buses, buses venturi
    11. Schémas de connexion internes, schémas de connexion externes, schémas de raccordement des bornes, diagrammes schématiques et schémas du circuit combinés
    12. Schémas des réseaux locaux de communication montrant l'interconnexion des composantes au réseau. Plan d'adressage des composantes informatiques.
    13. Diagrammes de boucles des instruments
    14. Diagramme de branchement des instruments
    15. Liste des enregistreurs/commutateurs de sélection
    16. Liste des instruments
    17. Liste des annonciations
    18. Listes des câbles
    19. Plan du tracé des câbles

2. Ingénierie de Génie civil :
    1. Dessins de génie civil (plan de masse, plans des fondations, carnets de massifs)
    2. Dessins architecturaux (plans en élévation, coupes, …)
    3. Etudes géotechniques des sols à l'endroit des travaux (inclus recommandation sur le drainage à faire par le laboratoire en fonction de la percolation de l'eau dans le sol)
    4. Etudes et schémas topographiques
    5. Plan général de l'ensemble de chaque site montrant tous les bâtiments et installations, voies de circulation et aménagements paysagers, etc. existants.
    6. Plans d'aménagement architectural, plans de conception et dessins détaillés (plans et sections) à l'échelle 1 :100 de tous les bâtiments et installations
    7. Vues de tous les côtés des bâtiments à l'échelle 1 :100
    8. Dessins architecturaux présentant chaque étage (plans, sections) des bâtiments à construire y compris tous les dessins détaillés nécessaires, à l'échelle 1 :50
    9. Plans d'aménagement des installations extérieures du site dans son ensemble (existantes ou planifiées) avec toutes les installations d'alimentation en énergie et en eau et pour l'évacuation des eaux usées, les routes et parkings de stationnement, les zones d'accès et de manœuvre des véhicules, les égouts, les canaux et conduits, etc.
    10. Plan en Elévations, coupes et plan de la toiture
    11. Systèmes de planchers surélevés et plafonds suspendus

12. Services souterrains et conduits avec des équipements appartenant aux services
13. Systèmes d'évacuation des eaux usées et pluviales
14. Schémas pour les travaux extérieurs montrant les installations et les clôtures, etc.
15. Schémas pour les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation
16. Fondations et tous les autres ouvrages souterrains en béton pour la ligne de transport
17. Dessins civils des routes (profils et structure).

Préparation et soumission des documents

Les documents provenant de l'Entrepreneur ou d'un sous-traitant doivent satisfaire à toutes les exigences et normes spécifiées. Avant d'envoyer des documents pour approbation, l'Entrepreneur s'assurera que ces documents soient conformes aux exigences et à l'intention des spécifications techniques.

Les documents seront soumis au Maître d'Ouvrage pour approbation selon la séquence prévue dans le registre des livrables et en respectant les échéances prévues dans ce même registre des livrables.

L'Entrepreneur veillera également à ce que les documents soient présentés dans les délais précisés par le FIDIC pour permettre d'effectuer des modifications et la re soumission pour approbation sans causer de retard dans le programme de livraison et d'installation ou dans les dates d'achèvement garanties des travaux.

L'Entrepreneur doit soumettre pour approbation un registre des livrables avec échéancier énumérant, par chantier, la liste des livrables à remettre avec la date de présentation estimée pour chaque livrable.

Cet échéancier doit être mis à jour chaque fois que cela est nécessaire jusqu'à la fin des travaux, au moins à chaque trimestre.

Tous les documents préparés ou fournis par l'Entrepreneur doivent être marqués avec le titre du travail. Ils doivent être certifiés par l'Entrepreneur et le sous-traitant/sous-Entrepreneur, respectivement, et être transmis au Maître d'Ouvrage. Chaque transmission de document doit être accompagnée d'une fiche de transmission de documents (DTS) donnant leur titre et leur numéro.

A intervalles mensuels, ou selon les modalités convenues autrement (le cas échéant, tout document et document de conception envoyé pour approbation), l'Entrepreneur doit présenter des copies de ses registres complets de documents ainsi que l'échéancier mis à jour tel que mentionné ci-dessus et les dernières fiches de transmission. Ces registres doivent indiquer clairement l'état actuel de chaque document et document de conception, c'est-à-dire : à titre d'information seulement, pour approbation, re-soumission pour approbation, approuvé ou conforme à l'exécution.

Les documents modifiés doivent indiquer la partie révisée et une date de révision. La nature de la modification doit être clairement indiquée, peu importe si elle a déjà été approuvée, approuvée sur condition, révisée ou non approuvée.

Tous les documents doivent porter les références des contrats et les en têtes approuvés, comme convenu avec le Maître d'Ouvrage.

Les informations suivantes doivent au moins être présentes dans l'en-tête :

1. Nom de l'Entrepreneur ;
2. Nom du Sous-traitant, le cas échéant ;
3. Nom du Maître de l'Ouvrage ;
4. Nom du Maître d'Ouvrage ;
5. Nom du Projet ;
6. Brève description du contenu des dessins ;
7. Numéro de dessin et de révision ;
8. Date initiale et dates de révision ;
9. Echelle et barre d'échelle (le cas échéant) ;
10. Espace pour le numéro de dessin du Maître de l'Ouvrage.

Tous les dessins et autres documents présentés par l'Entrepreneur seront dans l'un des formats standards définis par la norme internationale ISO 216.

11. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS POSTES

1. Généralités

L'Entrepreneur devra remettre les certificats des essais de type des différents matériels installés. Le cas échéant, le Maître d'Ouvrage se réservera le droit de faire exécuter, sans supplément de prix, certains essais de type pour lesquels l'Entrepreneur ne serait pas en mesure de présenter certains certificats conformes.
L'Entrepreneur doit fournir la liste des documents attendus par fournisseur d'équipement.

L'Entrepreneur doit présenter les qualifications des fabricants potentiels (nombre d'années d'expérience de fabrication de l'appareillage, …).

L'Entrepreneur doit fournir sa liste de fournisseurs potentiels pour chaque type d'appareillage.
L'Entrepreneur doit présenter des autorisations des fournisseurs.

2. Equipements électromécaniques

1. Généralités

Les appareils mentionnés ci-après doivent être déterminés en fonction :

1. De la tension de service,
2. De la coordination de l'isolement,
3. Des conditions climatiques,
4. Des calibres normalisés,
5. Du courant traversant,
6. Du courant de court-circuit du réseau considéré.

Les appareils concernés par la présente spécification sont les suivants :

1. Disjoncteurs HT de type AIS,
2. Sectionneurs HT de type AIS,
3. Parafoudres HT,
4. Transformateurs de mesures HT (transformateurs de tension et de courant),
5. Jeux de barres HT.
6. Armoires de protection
7. Câbles MT et BT
8. Etc

Les caractéristiques suivantes sont applicables à tout l'appareillage

Isolation :
L'isolation externe doit résister aux écarts de température et aux contraintes mécaniques.
Tous les supports, bornes et enveloppes doivent être constitués d'isolateurs en porcelaine de couleur brune, soigneusement vernies et répondant aux spécifications des normes CEI 60168 et 60273. Le vernis doit être exempt de bulles, craquelures ou autres défauts. La réparation des porcelaines ne doit être pas autorisée. Chaque isolateur doit être marqué de façon lisible et indélébile de la marque du fabricant, du numéro de charge et dans le cas d'isolateurs d'arrêt ou de suspension, de la tenue mécanique ainsi que du coefficient de température.

Bornes de raccordement :
Sauf indication contraire, les bornes de raccordement doivent être constituées de plages planes en aluminium ou cuivre, la surface de plaque et le nombre de trous de fixation sont déterminés par l'intensité nominale de l'appareil. Les connecteurs et accessoires doivent être harmonisés de manière à réduire autant que possible le nombre de modèles de pièces de rechange.

Résistance mécanique :
Les appareils doivent pouvoir résister aux contraintes suivantes :
1. Efforts dus au vent correspondant à une pression dynamique de 64 daN/m 2 (32 m/s),
2. Les efforts mécaniques permanents dus aux connexions extérieures et sollicitant les bornes,
3. Les efforts dynamiques de court-circuit transmis aux bornes par les connexions de raccordement.

Courants assignés :
Les valeurs des courants assignés doivent être conformes aux recommandations de la CEI. Les valeurs minimales des courants assignés sont données dans les schémas unifilaires et les fiches techniques des caractéristiques techniques minimum garanties relatives à chaque appareil.

Armoires de commande et coffrets :
Les armoires et coffrets doivent être prévus pour installation extérieure de type blindé et tropicalisé, protection mécanique IP65. Les raccordements extérieurs par câble doivent être réalisés au moyen de presse-étoupes montés dans une plaque placée à la partie inférieure. Afin d'éviter la condensation, des résistances de chauffage commandées par thermostat sont à prévoir. Les schémas développés et de câblage sont à joindre dans une pochette fixée dans l'armoire.

Alimentation des auxiliaires :
L'alimentation des auxiliaires des appareils devra être en conformité avec les valeurs des équipements existants ou avec les valeurs standardisées suivantes :
1. 127 Vcc circuits de commande, de verrouillage et de signalisation ;
2. 127 Vcc moteur des dispositifs de manœuvre ;
3. 48 Vcc télécommunications ;
4. 230/400 Vac résistance de chauffage, éclairage et prises de courant, moteurs des sectionneurs (conformément aux fiches techniques), etc.

Installation et raccordement :
Les appareils doivent être prévus pour installation extérieure ou intérieure, conformément aux plans d'implantation. Les raccordements de puissance entre appareils doivent être réalisés en tubes ou câbles d'aluminium ou cuivre. Les raccordements des circuits auxiliaires doivent être faits avec des câbles BT isolés.

1. Transformateurs de puissance HT/MT

Les transformateurs de puissance HT/MT sont basés sur un équipement de type triphasé, à cuve avec parties actives isolées à l'huile minérale.

Les transformateurs de puissance HT/HT sont basés sur un équipement de type monophasé, à cuve avec parties actives isolées à l'huile minérale.

Les transformateurs de puissance doivent être conformes aux dernières éditions des standards CEI/IEC applicables.

Il faut prévoir un enregistreur de choc pour permettre l'analyse des vibrations et des chocs occasionnés au cours du transport.

Préalable
La désignation « haute tension » (HT) désigne les tensions supérieures à 36 kV (225kV et 90 kV)

La désignation « moyenne tension » (MT) désigne les tensions comprises entre 1 et 36 kV (15 kV et 30 kV).

Normes et standards
Les transformateurs de puissance spécifiés dans cette spécification technique doivent être fabriqués et testés selon les dernières éditions et les amendements des standards CEI, ISO et NEMA applicables incluant :
CEI 60076 - Transformateur de puissance (toutes les parties applicables)
CEI 60137 - Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V
CEI 60214 - Changeurs de prises (toutes les parties applicables)
CEI 60273 - Caractéristiques des supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à des installations de tension nominale supérieur à 1000 V
CEI 60282 - Fusibles à haute tension
CEI 60296 - Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion
CEI 60354 - Guide de charge pour transformateurs de puissance immergés dans l'huile
CEI 60529 - Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)
CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution
CEI 60947 - Appareillage à basse tension
CEI 61869-2 - Transformateurs de mesure – Partie 2 : Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant
CEI 62271-1 - Appareillage à haute tension – Partie 1 : Spécifications communes
ISO 9001 - Système de management de la qualité – Exigences
NEMA TR1 - Transformers, Step Voltage Regulators and Reactors

D'autres normes équivalentes ou supérieures, reconnues sur le plan international telles que les normes françaises NF ou les normes allemandes DIN/VDE sont également acceptées.

L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais de transformateurs de puissance tel que spécifiés et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.
IEC 61131 - Programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment
IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules
IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams

Fiches techniques
Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques des transformateurs de puissance sont spécifiées.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Tableau 7 : Caractéristiques sommaires du transformateur de puissance

Désignation	Unités	
Poste		PROMATEL
Quantité	-	1
Type	-	Triphasé
Fréquence	Hz	50
Mode de refroidissement	-	ONAN/ONAF
Puissance nominale	MVA	50/75
Tension nominale de l'enroulement primaire	kV	90
Tension nominale de l'enroulement secondaire	kV	16,5
Réglage tension primaire	-	±12x1,5%
Nombre de positions de régleur	Nbre	25
Isolement des enroulements primaires	kV	123
Isolement des enroulements secondaires	kV	24
Neutre de l'enroulement primaire	-	étoile neutre sorti

Neutre de l'enroulement secondaire	-	Triangle
Symbole de couplage	-	YNd11
Mise à la terre neutre Primaire	-	Via sectionneur
Mise à la terre neutre Secondaire	-	Via bobine
Tension auxiliaire puissance	Vac	230/400
Tension protections et commande	Vdc	127

Documents à soumettre

L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des transformateurs et des inductances tout en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.

Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations suivantes doivent être soumises :

1. Le Tableau des caractéristiques techniques rempli avec les valeurs garanties ;
2. Une liste de plans ;
3. La vue d'élévation et le poids ;
4. La vue en plan ;
5. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
6. Les listes de matériels ;
7. Les fiches techniques des accessoires et des liquides isolants ;
8. Les schémas de principe ;
9. Les schémas de filerie ;
10. Les schémas d'assemblage ;
11. Les schémas d'expédition ;
12. Les fiches techniques du produit.

La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur.

L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation des transformateurs et des inductances. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.

Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées.

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître de l'Ouvrage sur demande :

1. Les bulletins descriptifs ;
2. Les fiches de produits.

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit être fournie au Maître de l'Ouvrage avant l'expédition au site.

Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :

- Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
- La liste recommandée de pièces de rechange ;
- Les plans et les instructions d'installation.

Les documents finaux suivants doivent être fournis à des fins de documentation :

1. Les plans finaux (tels que construits) et les informations pour les articles listés dans les sections précédentes ;
2. Les schémas de principe ;
3. Les schémas de filerie ;
4. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
5. Les plans et les informations d'installation ;
6. La certification sismique et le détail des équipements d'ancrage.

Les plans finaux (tels que construits) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications

Le manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Transport, entreposage et manutention

Les transformateurs doivent expédiés sans huile, et l'huile isolante doit être livrée séparément. Pour le transport, les transformateurs doivent être remplis d'air sec sous une pression mesurée et maintenue entre 115 kPa et 125 kPa absolu. Un indicateur de pression doit être fourni et monté provisoirement sur une des ouvertures prévues pour la tuyauterie, ou sur un des robinets. Le manomètre doit être lisible à partir du sol, et doit être protégé contre les chocs et le vandalisme.

Avant d'expédier les transformateurs, le fabricant doit enregistrer la pression interne, le taux d'humidité et la température et ces valeurs doivent être clairement indiquées sur la cuve. Durant le transport, la pression d'air sec doit être maintenue aux valeurs prescrites au paragraphe précédent.

Les transformateurs peuvent aussi être remplis d'azote, à basse pression. Afin de compenser toute fuite, une bonbonne d'azote avec les accessoires appropriés doit être transportée avec chaque transformateur, de manière que la cuve soit continuellement maintenue sous pression.

L'expédition doit être contrôlée de façon continue pour toute la durée du transport. À cet effet, chaque transformateur doit être muni de deux enregistreur de choc de vibration triaxiale, ayant une durée d'enregistrement égale ou supérieure à la durée complète de l'expédition.

Conditions d'opération
Les transformateurs de puissance doivent être conçus pour opérer normalement dans toutes les conditions d'opération énumérées dans les fiches techniques annexées.
Les transformateurs de puissance et les équipements accessoires doivent être conçus pour opérer normalement dans les conditions climatiques.
La capacité (puissance) spécifiée dans les fiches techniques doit être atteinte sans que la limite de température ne soit dépassée, ce qui signifie que l'Entrepreneur doit prévoir des radiateurs et des ventilateurs additionnels pour contrebalancer les effets de l'environnement du site. À cet effet, l'Entrepreneur doit fournir une note de calcul détaillée qui indique le nombre de radiateurs, de ventilateurs et de pompes requis.

Impédance de court-circuit
Les impédances de court-circuit (impédances) des appareils sont spécifiées dans les fiches techniques. L'Entrepreneur peut proposer une alternative avec des valeurs d'impédance basées sur l'optimisation de l'Entrepreneur.

Noyau
Le noyau doit être assemblé avec des feuilles d'acier à grains orientés roulées à froid et traité avec une couche isolante résistante à la chaleur et à l'huile.
Les supports du noyau doivent être conçus pour contrer les effets du transport maritime et terrestre sous de mauvaises conditions.
L'Entrepreneur doit fournir une description des détails de construction de la conception (cuirassée ou à colonnes).

Enroulements
Les enroulements doivent être bobinés avec des conducteurs en cuivre.
Le point de neutre des enroulements en étoile doit aboutir à une traversée et ne doit pas être raccordé à l'intérieur de la cuve.
Pour les transformateurs à couplage Y-Δ, un coin des enroulements de stabilisation connectés en triangle doit aboutir à une traversée et ne doit pas être raccordé à l'intérieur de la cuve.
Le matériau d'isolement des enroulements et des connexions utilisées doit être de première qualité et ne devra pas se désintégrer, carboniser ou devenir cassant sous l'action d'huile chaude et les variations de charge.

Les enroulements doivent être conçus et construits afin de pouvoir résister aux ondes de choc ainsi qu'aux efforts électrodynamiques causés par des courants de court-circuit dans le cadre d'une protection avec des parafoudres et disjoncteurs. Des fixations adéquates devront être prévues entre les enroulements et le noyau ainsi qu'entre les enroulements primaires et secondaires. Pour les mêmes raisons, les connexions allant aux bornes doivent être parfaitement fixées.

Les enroulements doivent être équipés des sondes en fibre optique pour la détection en temps réel de la température interne des différents enroulements. Ces fibres optiques ne devront en rien altérer l'isolement du transformateur.

Traversées
Les traversées doivent être en porcelaine (autres matériaux non acceptés) et avoir une capacité de courant adéquate afin d'utiliser l'équipement à sa capacité maximum en surcharge. Les traversées de neutre doivent avoir la même capacité de courant que les traversées de phase correspondantes.

Toute la porcelaine doit avoir des propriétés physiques adéquates et doit être de la couleur spécifiée dans les Exigences techniques Générales, doit être sans cavités, sans défauts et entièrement lisse.
Les supports et les accessoires doivent être faits en acier ou en fer malléable et doivent être galvanisés par trempage à chaud.
Les traversées doivent inclure des transformateurs de courant tel qu'indiqué dans les fiches techniques.
Les traversées de même courant et tension nominale doivent être interchangeables.
L'Entrepreneur doit fournir des raccords de traversée appropriés pour des connexions horizontales ou verticales.

Cuve principale
La cuve principale doit être entièrement soudée, faite de plaque d'acier à haute résistance et la conception doit être de type conventionnel avec un couvercle boulonné (aucune déviation acceptée). La cuve doit être conçue pour résister à un vide complet, aux efforts inhérents au transport, à la mise en place au site et aux phénomènes électriques survenant durant son exploitation.

Les rebords de la cuve et le couvercle doivent être fixés avec un nombre suffisant de boulons, espacés également, afin d'assurer une pression uniforme des joints.

Les grandes ouvertures (typiquement 500 mm de diamètre) doivent être prévues pour permettre l'inspection et l'accès facile aux traversées, transformateurs de courant des traversées, connexions des enroulements, etc. Les couvercles de ces ouvertures doivent avoir des poignées pour l'installation et l'enlèvement.
La partie inférieure du couvercle de la cuve doit être conçue de manière à permettre le passage des bulles de gaz vers le relais Buchholz.
La cuve doit être complète avec tous les accessoires suivants :
1. Valve de drainage d'huile ;
2. Valves de filtration au sommet et à la base ;
3. Valve d'échantillonnage d'huile à la base de la cuve ;
4. Valves de chaque côté du relais Buchholz ;
5. Enveloppe de thermomètre ;
6. Échelle murale pour accès au relais Buchholz avec protection adéquate ;
7. Dispositifs pour manipulation et installation (œillets de levage et anneaux de traction);
8. Butée de soulèvement pour la cuve ;
9. Valves pour l'isolation de la circulation d'huile ;
10. Plaque avec l'emplacement des valves.

Des plaques de centre de gravité doivent être fixées de chaque côté de la cuve pour le transport et le service et doivent inclure une indication à cet effet.
Toutes les valves doivent être fournies avec une plaque vierge ou un bouchon et possibilités de cadenassage en position ouverte ou fermée, et doivent avoir des indicateurs qui permettent de voir la position ouverte ou fermée.
Il doit être possible de prendre des échantillons d'huile de façon sécuritaire même quand le transformateur est sous tension.

Des valves de détente de pression à ressort avec re-fermeture automatique doivent également être installées et doivent avoir une section suffisante pour permettre de limiter la pression de la cuve. Elles doivent être munies d'un drapeau d'indication et d'un contact d'alarme.

La cuve doit avoir des radiateurs amovibles avec des valves aux deux extrémités. Les radiateurs doivent avoir une prise de prélèvement. Il doit y avoir un radiateur de rechange avec

des ventilateurs de rechange (n+1), permettant l'opération à la puissance nominale avec un radiateur hors d'usage.
La cuve doit être équipée de supports des détecteurs pour le système de protection incendie, afin d'éviter toute modification ultérieure dans la cuve.

La surface de couvercle doit être de type antidérapant avec l'application d'une peinture spéciale contenant des particules abrasives ou un autre moyen équivalent.
Le fabricant doit poinçonner, en chiffres de 20 mm de hauteur, l'identification de la ligne de centre de la cuve sur les deux faces transversales et sur les deux faces longitudinales, l'identification de la ligne de centre de la traversée basse tension (phase B). Ces identifications doivent apparaître au bas de la cuve pour les appareils à fond plat ou sur le châssis pour les autres.

Déplacement et éléments d'entretien
Chaque cuve doit être fournie avec les éléments suivants nécessaires pour le déplacement et l'entretien, incluant, mais non limité aux éléments suivants :

1. Base de glissage pour permettre le roulement du transformateur assemblé dans n'importe quelle direction ;
2. Crochets pour attacher l'équipement de traction ;
3. Œillets ou ancrages pour suspension ;
4. Œillets pour soulever l'unité complète, œillets pour soulever le couvercle de la cuve et couvercles d'ouverture pour l'entretien, crochets sur la culasse permettant de retirer l'assemblage du noyau et des enroulements de la cuve.
5. Une distance d'Entraxe des rails en travée (piste de repos) de 2 195 mm
6. Une distance d'Entraxe des rails piste lourde de 1 490 mm

Chaque cuve doit avoir au moins 4 bases de soulèvement faisant partie de la cuve qui doit permettre de soulever ou d'abaisser l'unité triphasée complète, remplie d'huile, en utilisant des vérins hydrauliques ou manuels. La capacité de soulèvement de chaque base et vérin doit être d'au moins 50% du poids total de l'unité.

Cuve d'expansion
L'équipement doit avoir une cuve d'expansion appropriée permettant l'expansion de l'huile entre les valeurs maximales et minimales de température de l'huile. La cuve du conservateur doit inclure un sac de caoutchouc pour éviter la contamination de l'huile par l'humidité de l'air et aussi équipé d'un relais du contrôle de la pression d'huile du conservateur. Elle doit aussi contenir un niveau à tube pour le contrôle du niveau d'huile du conservateur.

La cuve d'expansion doit être conçue pour maintenir un vide complet.
La capacité en huile de la cuve d'expansion ne doit pas être plus basse que 10% du volume total d'huile de l'équipement. Un indicateur de niveau d'huile avec un contact d'alarme pour bas niveau doit être installé dans un emplacement accessible.

Des ouvertures de dimensions suffisantes pour permettre l'accès durant l'inspection doivent être incluses. Les plaques utilisées comme couvercles pour les ouvertures d'inspection doivent être boulonnées à la cuve d'expansion et doivent avoir des poignées pour faciliter les opérations d'installation et d'enlèvement.
La cuve d'expansion doit être munie d'un orifice d'aération situé à une hauteur inférieure à 1,6 m au-dessus du niveau du sol. L'orifice doit comprendre un filtre air-huile avec gel de silice pour assécher l'air et conçu pour un taux d'humidité relative jusqu'à 100%.

La cuve d'expansion doit être fournie avec des valves pour le remplissage d'huile et le drainage et être complète avec un indicateur de niveau d'huile et un drain d'échantillonnage d'huile.

Changeur de prises en charge

L'Entrepreneur fournira des transformateurs de puissance munis d'un changeur de prise de type automatique et marque MR.

Le changeur de prises sous charge doit être conçu pour travailler avec 1.5 fois le courant de la prise la plus basse et la puissance du dernier mode de refroidissement.

Le dispositif de sélection de prises situé dans un compartiment séparé afin d'éviter la pollution de l'huile dans la cuve principale. Ce compartiment doit être muni d'un conservateur séparé, d'un dispositif de surpression et de dispositifs pour la vidange et l'échantillonnage d'huile. Ces dispositifs doivent être accessibles au niveau du sol.

Le compartiment du changeur de prises doit pouvoir maintenir un vide complet.

Un transformateur de courant supplémentaire doit être réservé exclusivement à la régulation.

Le dispositif de commutation doit avoir des résistances de transition (aucune exception permise) situées dans un compartiment séparé dans la cuve et doit permettre la possibilité de drainer l'huile et de le remplir de nouveau à partir de la cuve du conservateur, faisant en sorte que la vieille huile ne retourne pas à la cuve principale du conservateur. L'Entrepreneur doit fournir des tuyaux avec filtre pour connecter le compartiment à la cuve du conservateur et une valve pour le remplissage et le drainage de l'huile. L'expansion de l'huile du changeur de prises doit être faite dans un compartiment séparé dans la cuve du conservateur principal ou par un conservateur dédié. Des varistances (pour limiter les surtensions) installées sur des sections de prises ne sont pas acceptées.

Le compartiment du changeur de prises doit inclure un relais de protection de surpression de gaz avec un contact de déclenchement. Un indicateur de niveau d'huile doit également être installé dans le compartiment du changeur de prises avec un contact d'alarme de bas niveau.

Le mécanisme de contrôle fait d'un moteur d'entrainement à courant alternatif triphasé de 400VCA à 3 phases + Neutre et de fréquence 50Hz dont la puissance est de 0.75kW. La tension de commande des relais du système d'entrainement du moteur est de 127Vcc. Il doit être placé dans un coffret scellé hermétiquement avec des portes à charnière, être fixé au transformateur, avec un compteur d'opérations, des contacts d'indication de position à chaque prise, deux interrupteurs de fin de course, un indicateur de position et une manivelle pour opération manuelle.

Les dispositifs nécessaires pour l'indication locale et l'indication à distance doivent être inclus, en particulier un indicateur de position à distance (synchro-machine) ayant un afficheur numérique (INCON 1250 ou équivalent), un commutateur avec des contacts isolés connectés à une matrice de diode pour coder en BCD la position du changeur de prises, un commutateur avec des contacts isolés pour chaque prise pour l'indication à distance et deux contacts d'interrupteur de fin de course.

L'équipement fourni doit inclure tous les dispositifs de contrôle, protection, alarme et indication nécessaires. Les armoires de régleur en charge doivent être munis des cartes des positions de prises suivantes :

Tableau 8: Cartes armoire de Régleur en Charge

N°	TYPE DE CARTE	FONCTION/DESCRIPTION
1	S40M	Carte de 21 ou 25 positions
2	S38M	Carte 20 x 50 ohm pour le régulateur de tension

3	S39M	Carte 20 x 50 ohm pour signalisation SCADA
4	S61M	Carte BCD pour signalisation position en salle de commande

Les ordres de commande sont donnés :

1. soit à distance par boutons poussoirs ou par régulateur automatique de tension.
2. soit localement par boutons poussoirs installés dans l'armoire de commande du commutateur, ou manuellement par manivelle. L'engagement de cette dernière verrouille la marche du moteur du changeur de prises en charge.

L'indicateur de position à distance sera installé sur un panneau séparé dans la salle de contrôle. Cet équipement doit être fourni avec le transformateur et être emballé séparément.
Note : Les contacts des commutateurs du régulateur doivent être garantis pour permettre un minimum de 500 000 opérations en pleine charge sans nécessité de maintenance ou de remplacements

La cuve du changeur de prise en charge doit être équipée d'une soupape de suppression afin d'éviter tout déformation de la cuve en cas de défaut.

Huile du transformateur

Les transformateurs doivent être fournis avec suffisamment d'huile pour remplir la cuve de transformateur au niveau approprié pour l'opération, avec dix (10%) pourcent d'extra pour permettre des renversements. L'huile doit être de qualité telle qu'elle est particulièrement appropriée comme milieu isolant et refroidissant pour le transformateur.
L'huile doit être de l'huile minérale pure et raffinée, propre, claire et sans moisissures ni acides et ne contenir aucune particule solide. L'huile sera exempte de PCB.
L'huile doit être traitée pour soutenir un essai diélectrique avant de remplir le transformateur.
L'Entrepreneur doit fournir son propre équipement pour le traitement de toute l'huile fournie et utilisée pour le remplissage initial du transformateur sur le Site. L'Entrepreneur doit également fournir l'équipement de test du diélectrique.
L'huile doit être fournie dans des barils qui devraient être de qualité supérieure et traités contre la corrosion et peinturés avec de la peinture résistante à l'huile et aux intempéries.

Système de refroidissement

Pour les puissances nominales supérieures à 20 MVA, les transformateurs seront équipés d'un refroidissement du type auto-refroidissement / refroidissement à l'air forcé (ONAN / ONAF / ODAF).
Pour les plus fortes puissances, des transformateurs à 3 modes de refroidissement sont envisageables :

1. Mode 1 – ONAN : huile écoulement naturel, air convection naturelle ;
2. Mode 2 – ONAF : huile écoulement naturel, air circulation forcée (ventilateurs) ;
3. Mode 3 – ODAF : huile écoulement dirigé, air circulation forcée (ventilateurs).

L'Entrepreneur justifiera le choix du type de refroidissement retenu pour chaque transformateur de puissance.
Les transformateurs de puissance doivent être immergés dans l'huile, avoir une isolation améliorée thermiquement et avoir un conservateur ou une cuve d'expansion complète avec les accessoires et pièces de rechange et être appropriés pour l'opération à l'extérieur. Sauf si

mention contraire est ici faite, les transformateurs, accessoires et pièces de rechange doivent satisfaire aux exigences applicables du standard CEI 60076.

Les transformateurs doivent être munis d'un système de refroidissement à deux ou trois modes (selon le cas) capable d'opérer sous pleine charge sans dépasser la température de point chaud des enroulements de 115°C et satisfaire les spécifications applicables.
Les transformateurs doivent être fournis avec radiateurs, ventilateurs et refroidissement, contrôles, etc.
Les radiateurs doivent pouvoir maintenir un vide complet.

1. Refroidissement ONAN

Les transformateurs doivent disposer d'un système de refroidissement naturel par radiateurs air-huile, démontables et accolés à la cuve.
Les radiateurs doivent être conformes aux normes DIN ou équivalentes. Ils doivent être approuvés par le Maître d'œuvre. Les radiateurs doivent être raccordés par l'intermédiaire de vannes papillon de sorte que chaque radiateur pourra être démonté sans mettre le transformateur hors service et sans vidanger de l'huile de la cuve.

Si les radiateurs sont branchés par une conduite commune (collecteur général) à la cuve, cette conduite commune doit être connectée par des vannes à disque soudées directement sur la cuve du transformateur. L'accumulation d'air dans les radiateurs doit être évitée. Des radiateurs avec collecteurs type coude ne doivent être pas acceptés. Des bancs de radiateurs montés sur la cuve ou montés à part ne sont pas tolérés. Les radiateurs doivent être assemblés et fixés à la cuve de manière sûre et de manière à éviter des vibrations.
Les éléments de radiateurs doivent être fortifiés avec des brides soudées (horizontalement et diagonalement) pour garantir la rigidité et éviter des vibrations lors de l'exploitation des transformateurs.
La distance entre brides horizontales ne doit pas dépasser 100 cm. Les radiateurs doivent être conçus pour résister sans déformation permanente au vide et à la surpression ; ils doivent être complètement étanches. Les radiateurs doivent être munis de dispositifs de drainage et de purge permettant le remplissage complet. Tous les équipements doivent être facilement accessibles pour l'inspection et l'entretien.

Les accessoires suivants doivent être prévus :

1. 1 vanne papillon pour l'entrée et la sortie de chaque radiateur, directement accessible du niveau du sol et du couvercle de la cuve,
2. 1 vanne à disque pour la connexion de la conduite commune éventuelle (collecteur général) à la cuve du transformateur (si applicable),
3. 1 godet à thermomètre vissé et placée sur l'entrée et la sortie du collecteur général (si applicable),
4. 1 bouchon de drainage avec capot de protection vissé au point bas de chaque collecteur général (si applicable),
5. 1 bouchon de purge d'air avec capot de protection vissée au point haut de chaque collecteur général (si applicable),
6. 1 bouchon de drainage avec capot de protection vissé à la sortie de chaque radiateur et pouvant servir à raccorder des sondes de mesure de température lors des essais d'échauffement,
7. 1 bouchon de drainage avec capot de protection vissé à l'entrée de chaque radiateur et pouvant servir à raccorder des sondes de mesure de température lors des essais d'échauffement.

2. Refroidissement ONAF

Le refroidissement à l'air forcé sera réalisé avec au moins huit unités de ventilateurs, d'accès facile, montés sous les radiateurs spécifiés ci-dessus et sur une charpente solidaire des deux groupes de radiateurs (à soumettre pour approbation). Un minimum de 33 % de ventilateurs de réserve (connectés complètement aux unités de démarrage) sera installé pour garantir une exploitation à 10 % de surexcitation ou de sous-excitation du transformateur, à la température ambiante maximale ainsi que dans toutes les conditions de charge cyclique normale, conformément à la norme CEI 60354 pour une température ambiante de 30 °C (ceci sera vérifié durant les essais d'échauffement).
Sauf spécification différente, la capacité de refroidissement naturel (ONAN) sera au moins égale à 75 % du refroidissement nominal fourni par les radiateurs spécifiés ci-dessus.
Les plans d'ensemble et de montage des ventilateurs devront être soumis au Maître de l'Ouvrage pour approbation.

On devra pouvoir démonter chaque ventilateur sans influencer le fonctionnement des autres. Les pales de ventilateur seront protégées des deux côtés par une grille en acier galvanisé ou inoxydable. Les moteurs des ventilateurs seront accessibles sans démonter les grilles de protection. Dans le cas contraire, une plaque signalétique additionnelle sera installée à l'extérieur des ventilateurs dans une position accessible.
Partant de l'état chaud (100 % de charge à excitation nominale), le transformateur sera capable de rester en service, sans dépasser la température du point chaud des enroulements de 118 °C à une température ambiante maximale spécifiée, après la défaillance du refroidissement forcé pour au moins 60 minutes après le défaut de tout refroidissement forcé.

L'équipement de réglage et de commande des ventilateurs, les relais auxiliaires et bornes de raccordement (avec une borne de réserve 10 A) seront incorporés dans un coffret étanche, degré de protection IP65 monté sur le transformateur.

1. Refroidissement ODAF

Le système de refroidissement par Huile dirigée sera effectué avec des pompes dont l'accès sera facile pour les opérations de maintenance. Ce système de refroidissement permettra d'atteindre les performances exigées.
L'équipement de réglage et de commande des pompes, les relais auxiliaires et bornes de raccordement seront incorporés dans un coffret étanche, degré de protection IP65 monté sur le transformateur.
Un indicateur de circulation d'huile permettra de vérifier visuellement le bon fonctionnement de la circulation de l'huile dans les aéroréfrigérants.

2. Commande et contrôle des unités de refroidissement

Les recommandations de la CEI, notamment CEI 60947, CEI 60439 et CEI 114, sont applicables pour tous les circuits et appareils BT.

L'alimentation des ventilateurs sera faite en courant alternatif triphasé, interrupteur en charge principal et disjoncteurs manuels par groupe de ventilateurs. Des fusibles ne sont pas prévus. Les moteurs des ventilateurs ou groupes de ventilateurs seront commandés par relais en fonction de la température de l'huile et de la température des enroulements du transformateur. Les critères d'enclenchement et de déclenchement automatique "on/off" seront la température d'enroulement ("on") et la température de l'huile ("off"). Les températures d'enclenchement et de déclenchement seront ajustées sur les thermostats. Au moins deux groupes de ventilateurs indépendants seront prévus.

Le premier groupe sera mis en service à température basse (75 °C température point chaud) et le deuxième groupe à température haute (85 °C température point chaud). La régulation sera telle que, si le premier groupe ne démarre pas à la température d'enroulement de consigne, le deuxième groupe, s'il démarre à sa température d'enroulement de consigne (supérieure à celle du premier) met également en service le premier groupe. La mise hors service des ventilateurs ne peut être faite que par la température de consigne du point chaud de l'huile. Le tableau suivant résume le mode d'opération des ventilateurs.

Les valeurs actuelles de la température affichée en fonction des résultats de l'essai d'échauffement seront indiquées dans les rapports d'essai.
Les moteurs individuels seront protégés par protection thermomagnétique. La défaillance d'un ventilateur sera signalée par alarme regroupée ; la mise hors service d'un ventilateur ne devra pas influencer le fonctionnement des autres.
Le circuit électrique sera réalisé tel que le remplacement ou la réparation d'un ventilateur peut se faire, les autres étant en service.

Des relais de tension du type triphasé seront installés pour la surveillance de la tension dans les circuits d'alimentation.

Des commutateurs pour passer du service automatique au service manuel seront prévus.
Le dispositif d'alarme suivant ayant des contacts ouverts en position de repos sera prévu :
3. Défaut de ventilateur de refroidissement pour chaque groupe de radiateurs.

Les contacts de signalisation à distance (position de repos ouverte) des états suivants sont prévus :
4. Démarrage ventilateurs de refroidissement,
5. Système de refroidissement mode contrôle automatique,
6. Système de refroidissement mode contrôle manuel.

Indicateurs, protections, alarmes et dispositifs de déclenchement
Tous les transformateurs seront équipés d'un système de surveillance en continu qui permet d'analyser, en temps réel, les gaz dissous (hydrogène, monoxyde de carbone), l'humidité et les points chauds. Toutes les informations seront recueillies et enregistrées au poste opérateur/ingénierie via un protocole de communication selon la norme CEI 61850.
Les dispositifs de contrôle et d'alarme suivants doivent être fournis, câblés et terminés sur des blocs de jonction dans le coffret de contrôle.

1. Dispositif de surpression cuve principale et changeur de prise en charge :
Tout compartiment d'huile distinct doit être muni d'au moins un dispositif pour atténuer les surpressions survenant à l'intérieur du compartiment. Ce dispositif doit être raccordé à un contact permettant l'acheminement d'un signal d'alarme.
2. Relais de détection de gaz :
Un relais de détection de gaz à deux éléments de type Buchholz qui doit être équipé de 2 flotteurs, 2 groupes de contacts électriquement séparés, fermant pour alarme sur une accumulation lente de gaz et pour déclenchement sur une montée rapide de pression.
Le relais doit être situé dans l'inclinaison principale du tuyau du conservateur de telle manière qu'il accumule tous les gaz générés et puisse être inspecté. Le relais doit être installé avec tous les accessoires, tel que valve d'échantillonnage, situé à 1,6 m du sol. Le relais doit être à rappel automatique suivant la cessation de la circulation d'huile ou le drainage des gaz accumulés.

Un tube de cuivre doit aller de l'élément d'accumulation de gaz jusqu'à une valve appropriée située sur le mur de la cuve près de la base pour permettre le prélèvement de gaz au niveau du sol, un dispositif d'échantillonnage de gaz et de drainage, les deux situés à 1,5 m au-dessus du niveau du sol fini, doivent être fournis.
Le relais doit être à rappel automatique suivant la cessation de la circulation d'huile ou le drainage des gaz accumulés. Le relais doit également déclencher le transformateur dans le cas d'une rupture de la cuve.

3. Indicateur de niveau d'huile :

Un indicateur de niveau d'huile de type magnétique avec un cadran, lisible à partir du sol, doit être monté à l'extrémité de la cuve du conservateur. Les niveaux d'huile normal, maximal, minimal et à 25°C doivent être indiqués. L'indicateur doit fournir deux (2) groupes de contacts d'alarmes, un groupe de contacts bas niveau, et l'autre groupe de contacts pour fermer quand l'huile atteint un niveau dangereusement bas (pas plus bas que 25 mm) au-dessus de l'orifice de la cuve principale.

4. Température de l'huile :

Un thermomètre d'huile de type cadran, équipé de deux (2) groupes de contacts ajustables séparés pour l'alarme et avec une échelle lisible à partir du sol et selon les standards applicables doit être fourni. L'élément sensible à la température doit être installé dans un puits repli d'huile ou bien ajusté, situé pour mesurer le plus près possible l'huile la plus chaude.

5. Température des enroulements :

L'Entrepreneur doit fournir un détecteur de température des enroulements, de type indicatif, comprenant des transformateurs de courant, une bobine de température et des thermocouples, répondant à la combinaison de la température de l'huile au sommet et du courant de l'enroulement, calibré pour suivre la température des points chauds des enroulements du transformateur avec les groupes nécessaires de contacts électriquement séparés, adéquats pour l'opération à 125 V DC, pour remplir les fonctions suivantes :

1. Opérer une alarme à distance quand la température atteint une valeur prédéterminée
2. Isoler le transformateur du système quand la température excède une valeur prédéterminée.

Les réglages d'alarme et de déclenchement doivent être ajustables et doivent être en conformité avec les standards applicables. Les connexions du transformateur de courant pour le détecteur de température des enroulements doivent être terminées en dehors de la cuve principale pour des raisons d'essai.

Les circuits d'alarme et de déclenchement du poste doivent être alimentés à partir du système à 125 V DC. La capacité nominale des contacts d'alarme et de déclenchement doit être suffisante pour commuter et supporter le courant et la tension du système à 125 V DC.

Coffret de commande

Chaque transformateur doit être fourni avec un coffret de commande de taille adéquate, en conformité avec les standards applicables, attaché à la cuve, pour abriter tous les équipements de contrôle et les contacts des pompes d'huile et pour terminer tous les circuits de contrôle et auxiliaires.

Le coffret de contrôle doit être placé sur le côté de service de l'appareil et doit être facilement accessible et visible du personnel d'opération. Chaque équipement doit avoir dans son coffret de commande contenant :

6. Disjoncteur thermomagnétique triphasé sous boîtier moulé, avec une capacité de court-circuit de 14 kA eff symétrique pour système 400 Vca, 4 fils ;
7. Coffret IP65 (NEMA 4), en acier de 2,5 mm d'épaisseur, avec portes à charnières cadenassables et une plaque amovible à la base pour permettre l'entrée des câbles (200 x 500 mm) et pour la terminaison des presse-étoupes du câble armé (alimentation et commande) ;
8. L'élément de chauffage anti-condensation contrôlé par un thermostat ;
9. Éclairage avec un interrupteur activé par l'ouverture de la porte, prise de courant double et une lampe à main avec 20 m de fils flexible ;
10. Câble de cuivre toronné étamé avec isolation au fluoride polymérique ;
11. Des blocs de jonction montés sur des rails asymétriques (ENTRELEC ou équivalent) et les accessoires ;
12. Tous les accessoires doivent être connectés aux blocs de jonction avec des câbles armés ou des câbles dans des conduits métalliques ;
13. Equipements des changeurs de prises :
14. Relais de régulation de tension muni d'un compensateur de chute de tension de ligne et de type traversée ;
15. Relais de blocage à surintensité de courant et à sous tension ;
16. Un schéma de mise en parallèle de type "maître/esclave" avec commutateur de commande de type "maitre/esclave/indépendant". Le schéma doit avoir un dispositif d'alarme pour désynchronisation ;
17. Contrôle du changeur de prises : dispositif d'inter-verrouillage pour le contacteur "haut/bas", bouton-poussoir de contrôle local, commutateur-sélecteur local/à distance, commutateur-sélecteur manuel/automatique, relais d'alarme d'échec avec contacts 125 V DC.
18. Equipements du système de refroidissement ;
19. Sélection et opération locale ;
20. Opération manuelle et automatique ;
21. Indication de l'état des pompes, ventilateurs de refroidissement (opération, défaillance, perte de l'alimentation électrique, etc.) ;
22. Protection contre la surcharge des pompes et des ventilateurs de refroidissement ;
23. Le circuit de contrôle doit être conçu de telle manière que la défaillance d'un ventilateur n'empêche pas le fonctionnement du transformateur à la puissance nominale ;
24. Les thermomètres doivent être situés à l'intérieur du coffret de contrôle et une fenêtre en verre appropriée doit être fournie pour la lecture.

Les blocs de jonction doivent être arrangés de manière pratique par rapport aux ouvertures pour les câbles et doivent avoir un minimum de vingt (20%) pourcent de bornes libres. Les enroulements secondaires des transformateurs de courant doivent être terminés sur des blocs de jonction de type court-circuiteurs.
Le câblage doit être en cuivre toronné de pas moins de 2,5 mm2 (4 mm2 dans le cas des circuits des transformateurs de courant) avec isolation à l'épreuve de la chaleur et des flammes sur tous les câbles.

Toutes les terminaisons de câbles doivent être faites avec des cosses de terminaison de type à pression approuvées. Tous les câbles doivent être identifiés clairement au moyen d'étiquettes non effaçables et résistantes à la corrosion bien fixées autour de la terminaison de câble, juste au-dessus de la cosse à pression de câble. Les connexions à partir du coffret

de contrôle vers n'importe quel dispositif externe doivent être faites avec du câble armé dans une enveloppe de PVC.

Le coffret de commande ne doit pas être à moins d'un mètre au-dessus de la base de béton. L'espace en dessous du coffret de commande ne doit pas être obstrué d'une manière qui pourrait interférer avec les connexions de contrôle et d'autres conduits.

La barre de mise à la terre pour la mise à la terre individuelle de circuits qui requièrent des points de mise à la terre doit être fournie dans le coffret de commande. La barre doit inclure un (1) raccord de type boulonné pour câble de cuivre toronné de 10 mm2 pour chaque circuit mis à la terre.
Une pochette ou un support approprié à l'intérieur du coffret de commande doit être fourni pour contenir une (1) copie du manuel d'instructions.

Tenue au court-circuit
Les transformateurs doivent être conçus et fabriqués pour soutenir, sans dommages, les effets mécaniques et thermiques des courts-circuits externes, sous les conditions suivantes :

1. Le courant dans l'enroulement sous conditions de courts-circuits sera limité seulement par l'impédance du réseau ;
2. La durée de court-circuit dans les enroulements HT et BT sera limitée à 2 secondes
3. La durée de court-circuit dans l'enroulement tertiaire sera limitée à 1 seconde ;
4. L'asymétrie du courant de faute du réseau sera de X/R = 15 ;
5. Le court-circuit d'un seul enroulement à la fois est considéré, ce qui veut dire HT/BT, HT/tertiaire ou BT/tertiaire ;
6. Pour la conception, X0 = X1 sur HT, BT.
7. Enroulement tertiaire doit être capable de soutenir le courant de séquence homopolaire résultant d'un défaut phase-terre du côté HT ou BT.

Transformateurs de courant
Les transformateurs ayant un rapport abaissant le courant à 1 ampère doivent être construits selon la norme CEI 61869-2.
Le rapport, la précision et le nombre de transformateurs de courant par traversée doivent être conformes aux valeurs indiquées dans les Tableaux des caractéristiques.
Ces transformateurs doivent être externes à la cuve du transformateur et installés directement sur les bushings.

Monitoring
Chaque transformateur devra être équipé d'un système de monitoring Online. Ce système devra permettre de suivre l'évolution interne du transformateur en temps réel via notre système SCADA. Il devra donc être capable de communiquer via les protocoles CEI 60870-5-104, CEI 60870-5-103, CEI 61850. Il devra réaliser au minimum les fonctions suivantes :

1. Monitoring des gaz, via un équipement d'analyse des gaz Hydrocal ou équivalent. Cet équipement devra pouvoir faire l'analyse minimum de sept (07) gaz, et fournir la teneur en eau du transformateur en ppm ;
2. Capteur numérique de température communiquant avec le système SCADA existant ;
3. Détecteur de décharges partielles online

N.B. : Toutes ces informations devront être rapatriées vers le système SCADA.

Marche en parallèle et régulation de tension

Si défini ainsi, les transformateurs de puissance d'un poste devront pouvoir être exploités en parallèle sans aucune restriction.
Les équipements de contrôle et de régulation pour la marche en parallèle devront être opérés à partir du tableau de commande du poste et du centre de conduite du réseau.
Les équipements nécessaires pour la régulation automatique de la tension, tels que l'automatisme de régulation de tension, relais auxiliaires, compteurs, indicateurs, commutateurs, lampes de signalisation, bornes terminales d'essai et autres accessoires nécessaires au fonctionnement (tels que câbles de commande et de signalisation entre le transformateur et le bâtiment de service) feront partie intégrante du contrat.

Caractéristiques des moteurs auxiliaires
Les moteurs doivent être capables de fonctionner à puissance nominale et en mode continu aux conditions de service suivantes :

4. Variation de la tension d'alimentation nominale du moteur : ± 10 %,
5. Variation de fréquence nominale : ± 5 %,
6. Sur- ou sous-excitation combinée : ± 10 %,

Le moteur doit être capable de démarrer en direct sans dépasser la température d'enroulement à la tension d'alimentation de 85 % de la tension d'alimentation nominale. Les vibrations des moteurs doivent être dans les limites spécifiées dans les standards applicables. L'isolation aura un traitement tropical et fongicide approprié au climat chaud et humide.

Auxiliaires basse tension
Les circuits des services auxiliaires basse tension devront prévoir les tensions suivantes disponibles

1. Circuit d'alimentation des dispositifs de commande, du chauffage, de l'éclairage et des prises de courant : 230 V AC, 1 ph, 50 Hz ;
2. Circuit d'alimentation du moteur du changeur de prises : 400 V AC, 1 ph, 50 Hz ;
3. Circuit d'alimentation des moteurs des ventilateurs, des pompes : 400/230 V AC, 3ph, 50 Hz.
4. Circuit d'alimentation des circuits d'alarmes et de protection : 125 V DC.

Un équipement de stabilisation de la tension 230/410 V doit être installé en amont des armoires afin de réduire les impacts sur l'instabilité de la tension du réseau sur les circuits auxiliaires.

Protection anticorrosion et peinture
Tous les revêtements anticorrosion et la peinture doivent être appliqués sur des surfaces très propres, sèches dans des conditions atmosphériques appropriées. Tous les produits utilisés doivent être compatibles entre eux. L'intervalle de temps entre l'applicable des différentes couches doit être le plus bref possible.

Toutes les surfaces à peinturer doivent présenter un minimum d'irrégularités (bavures de soudure, résidus chimiques provenant des soudures, etc.). Elles doivent être débarrassées de toutes matières grasses ou traces de saletés pour assurer une adhésion complète. Il est nécessaire d'effectuer en tout temps un prétraitement chimique ou mécanique des surfaces à traiter.

Toutes les prescriptions des fabricants de peinture doivent être respectées en ce qui a trait aux méthodes d'application, à la durée du séchage, au type de solvant et au mode de cuisson.
Valeurs des harmoniques relevées sur le transformateur en exploitation :

Harmonique Courant RMS (A)	Harmonique Tension RMS (V)		Harmonique Courant RMS (A)	Harmonique Tension RMS (V)

A1 H1	1 176,53	U12 H0	31,76
A2 H1	1 192,39	U23 H0	18,85
A3 H1	1 188,34	U31 H0	31,01
A1 H2	410,76	U12 H1	17 244,60
A2 H2	499,44	U23 H1	17 247,33
A3 H2	719,62	U31 H1	17 211,87
A1 H3	140,62	U12 H2	253,17
A2 H3	148,66	U23 H2	260,27
A3 H3	601,30	U31 H2	275,89
A1 H4	134,18	U12 H3	243,57
A2 H4	60,49	U23 H3	245,71
A3 H4	103,27	U31 H3	202,30
A1 H5	338,40	U12 H4	185,87
A2 H5	364,69	U23 H4	177,42
A3 H5	249,84	U31 H4	266,62
A1 H6	51,92	U12 H5	777,50
A2 H6	76,33	U23 H5	842,19
A3 H6	255,53	U31 H5	806,03
A1 H7	356,58	U12 H6	148,19
A2 H7	153,89	U23 H6	121,41
A3 H7	306,64	U31 H6	244,91
A1 H8	62,69	U12 H7	405,93
A2 H8	31,53	U23 H7	379,97
A3 H8	99,58	U31 H7	344,32
A1 H9	59,96	U12 H8	80,66
A2 H9	32,22	U23 H8	135,19
A3 H9	194,15	U31 H8	116,44
A1 H10	31,02	U12 H9	283,81
A2 H10	18,49	U23 H9	215,59
A3 H10	130,08	U31 H9	264,45
A1 H11	187,57	U12 H10	89,86
A2 H11	154,40	U23 H10	90,61
A3 H11	173,49	U31 H10	101,08
A1 H12	21,97	U12 H11	681,33
A2 H12	52,52	U23 H11	854,39
A3 H12	53,96	U31 H11	711,30

A1 H19	79,99	U12 H18	79,76
A2 H19	36,27	U23 H18	73,58
A3 H19	69,82	U31 H18	77,82
A1 H20	45,63	U12 H19	216,05
A2 H20	16,09	U23 H19	209,70
A3 H20	74,29	U31 H19	218,47
A1 H21	25,24	U12 H20	109,39
A2 H21	40,32	U23 H20	107,63
A3 H21	54,49	U31 H20	102,49
A1 H22	41,38	U12 H21	219,81
A2 H22	9,76	U23 H21	172,72
A3 H22	71,12	U31 H21	179,60
A1 H23	62,99	U12 H22	119,46
A2 H23	73,16	U23 H22	126,36
A3 H23	106,02	U31 H22	129,49
A1 H24	30,66	U12 H23	473,29
A2 H24	33,67	U23 H23	492,70
A3 H24	92,57	U31 H23	426,07
A1 H25	46,64	U12 H24	201,77
A2 H25	66,12	U23 H24	213,98
A3 H25	86,32	U31 H24	218,95
		U12 H25	428,12
		U23 H25	449,01
		U31 H25	500,02

A1 H13	123,95	U12 H12	105,11
A2 H13	69,57	U23 H12	130,26
A3 H13	137,55	U31 H12	87,74
A1 H14	27,95	U12 H13	667,53
A2 H14	38,20	U23 H13	340,44
A3 H14	26,70	U31 H13	558,40
A1 H15	30,68	U12 H14	64,82
A2 H15	46,77	U23 H14	76,71
A3 H15	55,48	U31 H14	61,04
A1 H16	29,31	U12 H15	176,35
A2 H16	35,97	U23 H15	182,82
A3 H16	20,02	U31 H15	183,68
A1 H17	77,98	U12 H16	73,96
A2 H17	117,78	U23 H16	61,57
A3 H17	55,27	U31 H16	55,53
A1 H18	40,54	U12 H17	236,29
A2 H18	8,38	U23 H17	267,70
A3 H18	82,92	U31 H17	245,27
A1 H19	79,99	U12 H18	79,76

Harmonique	Courant (%f)	Harmonique	Tension (%f)
A1 H0	198,00	U12 H0	500,10
A2 H0	212,00	U23 H0	500,00
A3 H0	1 145,20	U31 H0	162,40
A1 H1	100,00	U12 H1	100,00
A2 H1	100,00	U23 H1	100,00
A3 H1	100,00	U31 H1	100,00
A1 H2	138,40	U12 H2	124,90
A2 H2	141,60	U23 H2	26,90
A3 H2	248,40	U31 H2	162,10
A1 H3	37,50	U12 H3	19,40
A2 H3	131,80	U23 H3	36,20
A3 H3	167,80	U31 H3	116,70
A1 H4	42,10	U12 H4	67,80
A2 H4	95,90	U23 H4	11,20
A3 H4	48,90	U31 H4	113,70
A1 H5	105,00	U12 H5	118,30

Harmonique	Courant (%f)	Harmonique	Tension (%f)
A3 H17	27,20	U31 H17	146,60
A1 H18	13,00	U12 H18	9,50
A2 H18	4,90	U23 H18	16,30
A3 H18	23,00	U31 H18	134,20
A1 H19	24,70	U12 H19	162,80
A2 H19	13,20	U23 H19	60,90
A3 H19	19,80	U31 H19	28,20
A1 H20	13,80	U12 H20	141,90
A2 H20	6,20	U23 H20	19,80
A3 H20	20,40	U31 H20	99,70
A1 H21	8,30	U12 H21	126,90
A2 H21	15,00	U23 H21	37,30
A3 H21	15,50	U31 H21	63,60
A1 H22	9,90	U12 H22	55,20
A2 H22	7,20	U23 H22	30,50
A3 H22	19,60	U31 H22	56,60

A2 H5	93,40	U23 H5	12,60	A1 H23	20,10	U12 H23	3,00
A3 H5	84,10	U31 H5	83,20	A2 H23	19,60	U23 H23	30,60
A1 H6	46,50	U12 H6	60,00	A3 H23	30,30	U31 H23	75,90
A2 H6	35,70	U23 H6	11,00	A1 H24	9,60	U12 H24	128,60
A3 H6	70,50	U31 H6	75,90	A2 H24	8,90	U23 H24	38,80
A1 H7	114,80	U12 H7	129,70	A3 H24	25,30	U31 H24	196,70
A2 H7	54,50	U23 H7	13,90	A1 H25	14,80	U12 H25	34,50
A3 H7	86,20	U31 H7	99,90	A2 H25	18,30	U23 H25	19,60
A1 H8	12,10	U12 H8	100,80	A3 H25	24,40	U31 H25	131,00
A2 H8	31,10	U23 H8	15,30	A1 H26	15,60	U12 H26	122,80
A3 H8	27,90	U31 H8	74,70	A2 H26	27,10	U23 H26	28,40
A1 H9	19,70	U12 H9	117,80	A3 H26	19,10	U31 H26	59,40
A2 H9	22,20	U23 H9	37,70	A1 H27	42,70	U12 H27	14,90
A3 H9	55,80	U31 H9	93,20	A2 H27	47,70	U23 H27	45,20
A1 H10	9,90	U12 H10	125,40	A3 H27	40,40	U31 H27	116,00
A2 H10	12,40	U23 H10	80,90	A1 H28	11,30	U12 H28	6,90
A3 H10	35,80	U31 H10	70,20	A2 H28	7,90	U23 H28	17,60
A1 H11	70,60	U12 H11	37,60	A3 H28	28,20	U31 H28	174,30
A2 H11	62,50	U23 H11	31,00	A1 H29	15,30	U12 H29	76,50
A3 H11	50,10	U31 H11	153,20	A2 H29	17,50	U23 H29	48,00
A1 H12	7,60	U12 H12	66,00	A3 H29	31,80	U31 H29	107,90
A2 H12	19,00	U23 H12	22,00	A1 H30	11,80	U12 H30	121,00
A3 H12	15,20	U31 H12	94,30	A2 H30	10,40	U23 H30	39,40
A1 H13	39,00	U12 H13	69,30	A3 H30	7,80	U31 H30	72,60
A2 H13	26,10	U23 H13	32,00	A1 H31	12,00	U12 H31	125,40
A3 H13	38,60	U31 H13	97,20	A2 H31	12,60	U23 H31	4,20
A1 H14	10,90	U12 H14	40,30	A3 H31	9,50	U31 H31	124,00
A2 H14	10,40	U23 H14	25,20	A1 H32	6,00	U12 H32	80,40
A3 H14	12,60	U31 H14	190,80	A2 H32	5,20	U23 H32	28,00
A1 H15	10,00	U12 H15	110,50	A3 H32	11,00	U31 H32	222,10
A2 H15	13,60	U23 H15	36,80	A1 H33	8,50	U12 H33	73,90
A3 H15	16,50	U31 H15	130,70	A2 H33	7,00	U23 H33	4,50
A1 H16	9,50	U12 H16	30,60	A3 H33	12,60	U31 H33	15,90
A2 H16	15,40	U23 H16	38,30	A1 H34	4,70	U12 H34	101,90
A3 H16	5,30	U31 H16	14,80	A2 H34	4,90	U23 H34	39,20
A1 H17	24,30	U12 H17	75,10	A3 H34	22,00	U31 H34	12,90

A2 H17	30,80	U23 H17	45,90	A1 H35	12,20	U12 H35	81,50
A1 H0	198,00	U12 H0	500,10	A2 H35	8,60	U23 H35	51,20
A2 H0	212,00	U23 H0	500,00				

Harmonique Courant (%f)		Harmonique Tension (%f)	
A3 H35	14,90	U31 H35	187,70
A1 H36	5,90	U12 H36	44,50
A2 H36	9,80	U23 H36	22,80
A3 H36	19,90	U31 H36	128,60
A1 H37	4,30	U12 H37	100,60
A2 H37	4,90	U23 H37	34,00
A3 H37	19,60	U31 H37	90,50
A1 H38	8,60	U12 H38	102,40
A2 H38	9,90	U23 H38	48,10
A3 H38	7,10	U31 H38	20,60
A1 H39	4,20	U12 H39	116,70
A2 H39	13,20	U23 H39	59,00
A3 H39	7,90	U31 H39	147,60
A1 H40	8,20	U12 H40	46,80
A2 H40	7,40	U23 H40	29,20
A3 H40	21,40	U31 H40	58,70
A1 H41	4,40	U12 H41	163,10
A2 H41	23,50	U23 H41	14,10
A3 H41	16,20	U31 H41	89,60
A1 H42	10,40	U12 H42	187,90
A2 H42	5,20	U23 H42	35,30
A3 H42	27,60	U31 H42	131,10
A1 H43	4,90	U12 H43	133,60
A2 H43	5,50	U23 H43	28,50
A3 H43	19,40	U31 H43	49,00
A1 H44	5,70	U12 H44	4,40
A2 H44	4,40	U23 H44	36,90

A3 H44	7,20		U31 H44	50,40
A1 H45	3,00		U12 H45	66,20
A2 H45	7,80		U23 H45	29,80
A3 H45	27,10		U31 H45	27,20
A1 H46	3,60		U12 H46	112,90
A2 H46	4,40		U23 H46	6,80
A3 H46	11,80		U31 H46	35,70
A1 H47	9,50		U12 H47	9,70
A2 H47	4,20		U23 H47	32,40
A3 H47	16,70		U31 H47	151,60
A1 H48	4,90		U12 H48	57,80
A2 H48	9,30		U23 H48	12,90
A3 H48	21,40		U31 H48	132,70
A1 H49	4,30		U12 H49	97,60
A2 H49	9,40		U23 H49	25,70
A3 H49	5,70		U31 H49	88,40
A1 H50	6,10		U12 H50	123,80
A2 H50	12,10		U23 H50	102,20
A3 H50	5,80		U31 H50	159,40

Capitalisation des pertes

La détermination des pertes s'effectuera conformément à la norme CEI 60076.

Pour les besoins de comparaison des offres, les pertes garanties des transformateurs de puissance définies aux valeurs assignées seront capitalisées selon les paramètres précisés dans les fiches techniques et au paragraphe 11 du présent document.

L'efficacité de garantie doit être considérée comme remplie lorsque la valeur des pertes totales mesurées ne dépasse pas 110% de la valeur garantie, y compris des pertes de mesure.

Refus d'un transformateur

Le Maître de l'Ouvrage aura le droit de refuser tout transformateur dont les caractéristiques réelles sont supérieures aux valeurs garanties, tolérances comprises, comme indiqué dans la norme CEI 60076-1 ou si les tolérances suivantes sont dépassées :

1. Pertes à vide : +15%
2. Pertes en charge (puissance nominale) : +10%
3. Pertes totales : +10%
4. Limite d'élévation en température : +2%
5. Niveau de bruit : +2 dB(A).

La tolérance admise sur les pertes totales garanties (pertes à vide + pertes en charge) sera de 10%.

Dans le cas où les pertes totales d'un transformateur fourni seraient supérieures à la limite de 10% au-dessus des pertes totales garanties, le transformateur sera rejeté.

Evaluation d'un transformateur
Aux fins de l'évaluation, les pertes du transformateur offert par les soumissionnaires seront évaluées selon les critères énoncés dans le DAO.

Plaque signalétique
Les plaques extérieures doivent être en acier inoxydable, poli, d'excellente qualité. Les plaques intérieures pour le coffret de commande doivent être d'un matériel conforme au standard des fabricants (à être soumis pour approbation).

La taille des caractères sur les plaques d'identification doit être bien lisible à partir du sol.
Les plaques suivantes doivent être prévues :

1. Une plaque signalétique en conformité avec la CEI 60076,
2. Une plaque indiquant les connexions, le groupe vectoriel des enroulements avec un plan de projection indiquant la position physique de chacune des phases,
3. Une plaque montrant la position exacte et la fonction de toutes les valves,
4. Une plaque avec les dimensions de transport,
5. Des plaques d'identification pour les ventilateurs, les vannes, le coffret de commande et les accessoires (taille minimale : 100 mm x 50 mm), fixées par des rivets sur des plaques de base non-corrosive.
6. Des plaques montrant tous les circuits de contrôle, d'huile, de mesure et de surveillance et les blocs de ornes. Ces plaques doivent être installées sur la face intérieure de la porte de l'armoire respective,
7. Une plaque représentant le circuit de commande du changeur de prises en charge. Cette plaque doit être installée dans le coffret de commande du changeur de prises.

Essais et inspections en usine
Les essais de type et individuels doivent être exécutés en conformité avec les standards CEI applicables. Les clauses spécifiques énoncées dans la présente spécification technique ont priorité sur les clauses des standards CEI mentionnés ci-haut.

Les transformateurs devront être complètement assemblés, y compris les traversées originales.
Cependant, les radiateurs peuvent n'être montés que pour le transformateur prévu pour les essais d'échauffement. Les autres radiateurs doivent être disponibles pour l'inspection visuelle lors de la réception en usine.
Le Maître de l'Ouvrage (SONATREL) assistera aux essais en usine.

Les prescriptions suivantes s'appliquent également :

1. Essais diélectriques :

Tous les enroulements d'équipement ayant une tension nominale égale ou supérieure à 10 kV doivent être assujettis à l'essai de tenue au choc de foudre avant les essais par tension induite et par tension appliquée à fréquence industrielle. L'essai doit inclure l'application d'ondes coupées à 110% de la tension de tenue au choc de foudre comme essai de type.
Tension induite : l'essai de routine doit être effectué selon la méthode #2 du standard CEI 60076-3 avec le changeur de prises dans la position correspondant à la tension la plus élevée.
Échantillons d'huile : des échantillons d'huile doivent être pris avant et après les essais diélectriques afin de vérifier son contenu en laboratoire.

Les pertes sous charge et à vide doivent être mesurées avant et après les essais. Les valeurs de pertes mesurées après les essais diélectriques doivent être utilisées pour comparer avec les valeurs garanties par l'Entrepreneur.
Les mesures de perturbations radioélectriques doivent être effectuées en utilisant des raccords de ligne et en considérant les valeurs indiquées dans les fiches techniques et la tension maximale d'opération.
Un défaut ou différence durant les essais doit résulter en une répétition des essais diélectriques.

2. Essai d'échauffement :

L'équipement doit être assujetti à des essais d'échauffement. Ces essais doivent être effectués avec tous les radiateurs et ventilateurs sauf le radiateur et les ventilateurs de réserve qui seront éteints durant le test L'augmentation de la température mesurée doit être corrigée selon les conditions environnementales, en conformité avec la méthode prescrite dans CEI 60076-2 et cette valeur doit être plus basse que la limite spécifiée dans les fiches techniques.
L'essai d'échauffement doit être répété tel que nécessaire afin de prouver que l'augmentation de température de chaque enroulement à la puissance nominale ONAN, ONAF et ODAF ne dépasse pas la limite spécifiée dans les fiches techniques.
Nota : conformément à la norme CEI, dans le cas où le transformateur doit être installé à une altitude supérieure de à 1000m au-dessus du niveau de la mer, alors l'augmentation de la température autorisée sera réduite de :

- 1K tous les 400m d'altitude pour un système de refroidissement à Air naturelle ;
- 1K tous les 250m d'altitude pour un système de refroidissement à Air Forcée ;

3. Essai d'impédance homopolaire :

La mesure de l'impédance de séquence homopolaire d'un transformateur doit être effectuée pour les conditions de court-circuit et de circuit-ouvert, pour différents enroulements et jusqu'à 30% de la tension nominale.

4. Essai de mesure de la capacitance :

À la fin des essais diélectriques, les mesures de la capacitance de différents enroulements entre eux et avec la cuve doivent être effectuées et également le facteur de puissance de l'isolation (tangente-delta) selon le standard ANSI C57.12.90.
Essai de niveau sonore :
Un essai doit être effectué sur une unité de chaque série de transformateurs en conformité avec la méthode prescrite par CEI 60551.

Essais de traversées

Les essais suivants doivent être effectués pour les traversées de transformateurs :

Essai de type :

5. Essai de tenue au choc de foudre et essai de tenue au choc de manœuvre (si applicable);
6. Essais de tenue à la tension de fréquence industrielle mouillée ;
7. Essais de tenue à la tension de fréquence industrielle à sec ;
8. Pertes diélectriques mesurées avant et après les essais précédents ;
9. Essais de résistance mécanique et à l'échauffement ;
10. Essai de tenue au courant de court-circuit.

Essais de routine :

1. Essais de tenue à la tension de fréquence industrielle à sec ;

2. Pertes diélectriques mesurées ;
3. Essais à la fréquence industrielle à la tension de prise capacitive.

Essai des transformateurs de courant de traversée

Les essais suivants doivent être effectués sur les transformateurs de courant de traversée :

1. Rapport de transformation ;
2. Polarité ;
3. Courant de magnétisation et mesure de la tension (courbe de saturation) ;
4. Isolation diélectrique du côté secondaire ;
5. Essai de précision.

Essais du changeur de prises sous charge

Les essais suivants doivent être effectués selon le standard spécifié.

Essais de type :

1. Echauffement des contacts ;
2. Endurance mécanique avec/sans le courant nominal ;
3. Interruption du courant ;
4. Tenue au courant de court-circuit ;
5. Résistance de transition ;
6. Minutage de la séquence des opérations ;
7. Essais diélectriques de l'isolation.

Tests spéciaux

Mesure de la réponse en fréquence (SFRA pour Sweep Frequency Response Analysis) : en usine et avant la mise en service, selon la CEI 60076-18. Ce test permet de vérifier l'intégrité des équipements et de détecter toute détérioration subie suite au transport et aux manutentions.

Analyse de la réponse diélectrique : en usine et à la fin de la période de garantie. La méthode doit être indiquée par les Entrepreneurs (par ex. méthode "PDC/FDS" ou équivalent).

Analyses de l'huile

Pour tous les transformateurs d'une puissance ONAF supérieure ou égale à 50 MVA, l'Entrepreneur est chargé de remettre au Maître de l'ouvrage (SONATREL), les rapports des analyses d'huile (couleur, tension de claquage, teneur d'eau, indice de neutralisation, résistivité, facteur de pertes tgδ, tension interfaciale, point d'éclair, analyse des gaz dissous), et ce conformément à la norme CEI 60422.

Ces analyses d'huile doivent être réalisées par un laboratoire agréé en la matière.

Les tests d'essai sur l'huile seront conduits :

1. En usine, avant l'expédition du transformateur ;
2. Une année après la mise en service du transformateur sur site ;
3. A la fin de la période de garantie du transformateur.

Certificat de confirmation de l'intégrité du transformateur

Pour les transformateurs d'une puissance égale ou supérieure à 50 MVA, un certificat de confirmation d'absence de détériorations suite au transport et aux manutentions devra être délivré par le constructeur du transformateur au Maître de l'Ouvrage.

La méthode d'investigation choisie pour le contrôle de l'intégrité du transformateur est laissée au libre choix du constructeur de transformateur.

1. Disjoncteurs HTB

Normes et standards

Les disjoncteurs spécifiés dans cette spécification technique doivent être fabriqués et testés selon les dernières éditions et les amendements des standards CEI et ISO applicables incluant :

CEI 60137 - Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V
CEI 60273 - Caractéristiques des supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à des installations de tension nominale supérieur à 1000 V
CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution
CEI 60947-1 - Appareillage à basse tension – Partie 1 : Règles générales
CEI 62271-1 - Appareillage à haute tension – Partie 1 : Spécifications communes
CEI 62271-100 - Appareillage à haute tension – Partie 1 : Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension
CEI 60529 - Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)
NEMA CC-1 - Electric Power Connection for Substations
ISO 9001 - Système de management de la qualité – Exigences

Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standard CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans la présente spécification.

L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais de disjoncteurs HT AIS tel que spécifiés et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
IEC 61082-1 - Preparation of materials used in Electrotechnology - Part 1: Rules
IEC 61131 - programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documentation for plants, systems and equipment
IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules
IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and headers paper
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams
4.5.3.2 Fiches techniques

Se référer aux fiches techniques annexés au présent document dans lesquelles les caractéristiques des disjoncteurs sont spécifiées.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Tableau 9 : Plan de distribution des disjoncteurs HTB

Disjoncteurs	Quantité
90 kV – 31,5 kA à commande unipolaire	2
90 kV – 31,5 kA à commande tripolaire	1
Gaz	SF6

Documents à soumettre

L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des disjoncteurs tout en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.

Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.
Les informations suivantes doivent être soumises :

Une liste de plans ;

1. La vue d'élévation et le poids ;
2. La vue en plan ;
3. Les diagrammes schématiques ;
4. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
5. La liste des composants ;
6. Les informations sur les accessoires ;
7. Le numéro de modèle des entre-barrages à clé ;
8. Les caractéristiques nominales, incluant :
9. La tension nominale ;
10. La tension maximale ;
11. Le courant continu ;
12. Le pouvoir de coupure en court-circuit ;
13. Le courant d'interruption capacitif maximal ;
14. La tenue au choc de foudre ;
15. Les températures d'opération minimum et maximums ;
16. Le temps de coupure maximum ;
17. L'élévation maximum (a.s.l.).
18. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
19. Les fiches techniques du produit ;
20. Le temps moyen avant réparation (MTTR) ;
21. La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur.

L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation des disjoncteurs. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.

Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées.

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître d'Ouvrage sur demande :

1. Les bulletins descriptifs ;
2. Les fiches de produits ;
3. L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit également être incluse avec l'équipement à l'expédition.
4. Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :
5. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
6. La liste recommandée de pièces de rechange ;
7. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents suivants doivent être fournis à des fins de documentation :

1. Les plans finaux (tels que construits) et les informations pour les articles listés dans les sections précédentes ;
2. Les schémas de filerie ;
3. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
4. Les plans et les informations d'installation ;
5. La certification sismique et le détail des équipements d'ancrage.

Les plans finaux (tels que construits) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications

Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Prescriptions générales

Les disjoncteurs doivent respecter la recommandation CEI 62271-100 et être conformes aux exigences des autres normes applicables ainsi qu'à la présente spécification.

Ils doivent être du type à coupure dans l'hexafluorure de soufre (SF6) à l'état gazeux comme fluide diélectrique et agent extincteur de l'arc, à un seul élément de coupure par pôle, accouplé à une commande de type à ressort avec réarmement par un moteur à courant continu. Le fonctionnement du disjoncteur doit pouvoir être également effectué sur place par commande manuelle.

Outre l'armoire de commande contenant les dispositifs auxiliaires, chaque disjoncteur doit être équipé :

1. D'un compteur de manœuvre (par pôle pour les disjoncteurs à commande monophasée),
2. D'un voyant mécanique local répéteur de la position ouverte ou fermée de l'appareil par pôle.

L'énergie emmagasinée doit être également rendue visible par tout dispositif approprié (par ex. manomètre).
Ces indicateurs doivent être visibles de l'extérieur.
Le disjoncteur sera muni d'un manomètre donnant la pression du gaz SF6.

Fonctionnement
Après fermeture suivie d'ouverture, la fermeture à nouveau du disjoncteur est interdite si l'ordre de fermeture est maintenu (anti-pompage). En cas de commande unipolaire, un dispositif d'anti-pompage par pôle est à prévoir.

Les chambres de coupure doivent être conçues pour permettre la coupure des courants capacitifs sans réamorçage et la coupure des faibles courants inductifs sans arrachement (par exemple transformateurs en fonctionnement à vide).

La réserve d'énergie stockée dans le dispositif de commande devra permettre de réaliser la séquence O - FO tripolaires sans apport d'énergie extérieure.
La construction et le choix des matériaux doivent être tels que les travaux d'entretien soient réduits au minimum ; en particulier le nombre de graissages est à limiter.

Le gaz SF6 devra être conforme à la recommandation CEI 60376. Le disjoncteur doit être transporté et stocké avec du SF 6 en légère surpression, le complément doit être fait sur place.

Contacts auxiliaires et protections
Les contacts auxiliaires pour les circuits extérieurs (répétiteurs de position des chambres de coupure, contacts de signalisation) doivent être au nombre de dix au minimum (5 pour chaque position), du type à double coupure et d'intensité nominale minimum de 10 A. Les contacts auxiliaires doivent être associés à chaque pôle dans le cas de commande unipolaire.

Les moteurs de commande doivent être protégés par des contacteurs avec relais magnétothermiques. Des verrouillages de manœuvre sont à prévoir si les réserves des dispositifs à accumulation d'énergie pour ces manœuvres sont insuffisantes. Si les réserves ne sont pas suffisantes, une signalisation extérieure par contact de fermeture doit être donnée.

La densité du gaz SF6 doit être surveillée par une jauge de densité avec deux contacts électriques, un pour la signalisation et un pour le verrouillage du disjoncteur.
Le circuit de fermeture du disjoncteur doit être commandé par un électro-aimant, celui d'ouverture par deux électro-aimants branchés dans des circuits indépendants.

Armoire
L'armoire doit comprendre les contacteurs d'ouverture et de fermeture, les boutons-poussoirs de commande, les relais de protection, les résistances anti-condensation, les borniers de raccordement, une prise de courant monophasé et un point lumineux.

Séquence et mode de fonctionnement
La commande doit être unipolaire et le réenclenchement monophasé pour les disjoncteurs de travées Lignes et couplages. La commande doit être tripolaire pour les disjoncteurs des travées Transformateur et les bobines de réactance, le cas échéant.

La séquence de fonctionnement assignée, correspondant à l'utilisation du réenclenchement rapide sur les lignes est de :
O – 0,3 s – FO – 3 min – FO

La commande du disjoncteur pourra être réalisée de la façon suivante :
1. Commande électrique à distance à partir du tableau de commande,
2. Commande électrique manuelle en cas d'urgence et commandée à partir de l'armoire locale, le disjoncteur pouvant être sous tension.

Essais en usine

Avant l'expédition du matériel, il sera procédé aux essais suivants :

1. Les essais de routine en usine comme prescrits par la norme CEI 62271-100 :
    1. Essais à fréquence industrielle à sec sur les circuits principaux ;
    2. Essai diélectrique sur les circuits de commande et les circuits auxiliaires ;
    3. Mesures de la résistance ohmique des circuits principaux ;
    4. Essai d'étanchéité ;
    5. Contrôle visuel et conformité aux documents d'études ;
    6. Essai de fonctionnement mécanique (mécanisme de commande et pôles) ;
    7. Essais sur les composants ;
    8. Essai sur les surfaces peintes et galvanisées
2. Les certificats des essais de type d'un disjoncteur de même modèle, suivant la norme CEI 62271-100 seront fournis,

Après montage, on procédera aux :

1. Vérification des temps des opérations d'enclenchement et de déclenchement,
2. Vérification des limites de fonctionnement du système de commande,
3. Vérification des dispositifs de verrouillage.
4. Mesurage de la résistance du circuit principal.
5. Essais diélectriques du circuit principal.
6. Essais des circuits auxiliaires et de commande.
7. Contrôles visuels et du modèle.

Essais sur site

Le montage sur site et le contrôle de fonctionnement des appareils comprendront :

1. Le raccordement des liaisons entre pôles et armoires de commande
2. La mise en place des châssis
3. Le réglage des disjoncteurs et leur système de commande
4. L'exécution de tous les essais de fonctionnement normal en charge (fermeture et coupure de courant)
5. Le contrôle du cycle de fonctionnement
6. La reprise de peinture ou galvanisation si nécessaire après montage

Si le montage sur site n'est pas réalisé par l'Entrepreneur, la mise en service devra être supervisée par un (1) spécialiste du fabricant. L'Entrepreneur est tenu de considérer cette disposition dans son offre et de bien spécifier toutes les composantes qui s'y rattachent.

1. Sectionneurs et sectionneurs de mise à la terre

Normes et standards

Les sectionneurs spécifiés dans cette spécification technique doivent être fabriqués et testés selon et doivent généralement être conforme avec les dernières éditions ou les amendements des standards CEI et ISO applicables incluant :

CEI 60273 - Caractéristiques des supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à es installations de tension nominale supérieur à 1000 V
CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution
CEI 60947-1 - Appareillage à basse tension – Partie 1 : Règles générales
CEI 62271-1 - Appareillage à haute tension – Partie 1 : Spécifications communes
CEI 62271-102 - Appareillage à haute tension – Partie 102 : Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif
CEI 62271-103 - Appareillage à haute tension – Partie 103 : Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
CEI 60529 - Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)
ISO 9001 - Système de management de la qualité – Exigences

Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standard CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans le présent standard.

L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais de sectionneurs HT AIS tel que spécifiés et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.
IEC 61131 - Programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment
IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules
IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams
4.5.4.2 Fiches techniques

Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques des sectionneurs sont spécifiées.

Les sectionneurs seront de type motorisé et seront aussi équipées d'une commande manuelle à l'exception des sectionneurs utilisés pour les mises à la terres.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Tableau 10 : Dispatching des sectionneurs

Sectionneurs	Lot 1
Sectionneur Tripolaire à ouverture centrale 123 kV avec sectionneur de mise à la terre incorporé non-motorisé	2
Sectionneur Tripolaire à ouverture centrale 123 kV motorisé	3
Sectionneur Unipolaire à ouverture centrale 72 kV	1

Documents à soumettre
L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des sectionneurs et sectionneurs de MALT tout en s'assurant que la

séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.
Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations suivantes doivent être soumises :
1. Une liste de plans ;
2. La vue d'élévation et le poids ;
3. La vue en plan ;
4. Les diagrammes schématiques ;
5. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
6. La liste des composants ;
7. Les informations sur les accessoires ;
8. Le numéro de modèle des entre-barrages à clé ;
9. Les caractéristiques nominales, incluant :
10. La tension nominale ;
11. La tension maximale ;
12. Le courant continu ;
13. Le pouvoir de coupure en court-circuit ;
14. Le courant d'interruption capacitif maximal ;
15. La tenue au choc de foudre ;
16. Les températures d'opération minimale et maximale ;
17. Les temps d'ouverture et de fermeture ;
18. L'élévation maximum (a.s.l.);
19. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
20. Les fiches techniques du produit ;
21. Le temps moyen avant réparation (MTTR) ;

La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur.
L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation des sectionneurs et sectionneurs de MALT. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.

Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :
1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées.

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître d'Ouvrage sur demande :
1. Les bulletins descriptifs ;
2. Les fiches de produits,

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit être fournie au Maître de l'Ouvrage avant l'expédition au site.
Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :
1. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
2. La liste recommandée de pièces de rechange ;

3. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents suivants doivent être fournis à des fins de documentation :
1. Les plans finaux (tels que construits) et les informations pour les articles listés dans les sections précédentes ;
2. Les schémas de filerie ;
3. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
4. Les plans et les informations d'installation ;
5. La certification sismique et le détail des équipements d'ancrage.

Les plans finaux (tels que construits) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications

Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Spécifications générales

Les sectionneurs constitués principalement des éléments suivants :
Les bras ou capteurs assurant le contact électrique,
1. Les isolateurs en porcelaine,
2. Les charpentes en acier galvanisé supportant les isolateurs,
3. L'armoire de commande,
4. La tringlerie.

Contacts principaux

Le sectionneur doit, selon qu'il est ouvert ou fermé, assurer le passage du courant de service tout en supportant les surintensités normales ou accidentelles et cela sans échauffement supérieur à celui autorisé par la norme des contacts. Les contacts doivent être du type à haute pression de contact, assuré soit par ressorts, soit par l'élasticité des bras. Ils doivent être constitués de cuivre argenté électrolytique ou de plaquettes d'argent rapportées. La position enclenchée et déclenchée doit être maintenue par dépassement de point mort. Ils doivent être du type à glissement lors de la fermeture et de l'ouverture avec action autonettoyante.

Raccordement

Les raccordements des câbles se font sur les bornes cylindriques ou des plages parallélépipédiques. Des couteaux de mise à la terre doivent être installés sur l'une ou sur les deux entrées du sectionneur.

Verrouillage et Interverrouillage

Des interverrouillages mécaniques et électriques doivent être fournis afin de permettre ou d'empêcher les conditions suivantes :
1. Empêcher la sollicitation concurrentielle de contacteurs d'ouverture et de fermeture ;
2. Empêcher le fonctionnement électrique lorsque la manivelle d'opération manuelle est engagée
3. Empêcher l'activation des contacts principaux, les contacts de terre étant déjà activés, ou vice-versa.
4. Assurer que les sectionneurs de mise à la terre ne peuvent pas être fermés sur un circuit alimenté et ne peuvent pas être alimentés, lorsqu'ils sont fermés, par le fonctionnement des sectionneurs de phase ;
5. Assurer une séquence correcte des opérations de commutation de transfert de barre omnibus sous charge pour les postes à jeux de barres multiples ;
6. Assurer qu'un disjoncteur de couplage de barre ou un disjoncteur de section de barre soit fermé uniquement avec ses sectionneurs associés à la fois ouverts ou fermés ;

7. Fonctionnement autorisé uniquement lorsqu'un contact d'autorisation externe est fermé.
8. Empêcher l'opération de mise à la terre de la ligne de transmission lorsqu'une tension est détectée sur la ligne. Cette fonction nécessitera un verrouillage électrique pour éviter que le sectionneur de mise à la terre ne soit fermé lorsque la tension est détectée sur la ligne. Cette fonctionnalité doit également être sécurisée (c'est-à-dire que le sectionneur de mise à la terre ne peut pas être utilisé lorsque le système de détection de tension est défectueux).

Commande
Le dispositif de commande est soit unipolaire, soit tripolaire. En cas de commande motorisée, l'utilisation de la commande manuelle de secours assure automatiquement l'isolement des circuits électriques de commande. Les contacts auxiliaires (répétiteurs de position, contacts de signalisation) doivent être au nombre de quatorze au minimum (7 pour chaque position), du type à double coupure et d'intensité nominale minimum de 10 A. Les moteurs de commande doivent être protégés par des contacteurs avec relais magnétothermiques.

Armoire de contrôle-commande
L'armoire doit comprendre les contacteurs d'ouverture et de fermeture, les boutons poussoirs de commande, les relais de protection, les résistances anti-condensation, les borniers de raccordements.
La construction et le choix des matériaux doivent être tels que les travaux d'entretien soient réduits au minimum ; en particulier le nombre de graissages est à limiter. Les parties mobiles des sectionneurs doivent être sans entretien.

Spécifications particulières : Sectionneurs avec ou sans sectionneurs de mise à la terre
Les sectionneurs de ligne doivent être de type horizontal à deux bras, à pôles tringlés, combinés avec des sectionneurs de mise à la terre. Ils doivent être verrouillés avec les disjoncteurs par un système de clé type Castel ou par tout autre moyen afin d'empêcher leur manœuvre lorsque les disjoncteurs correspondants sont fermés.

Les sectionneurs de jeu de barres doivent être motorisés, de type horizontal comme décrit ci-dessus, selon le poste, reliés par des tringleries pour former une unité tripolaire. Chaque pôle du sectionneur inclut une trame de base avec paliers, doubles isolateurs, parties sous tension avec contacts et bornes et mécanisme d'entraînement à moteur comprenant des tringleries de transmission. Le contact à suspension prévu pour être monté sur les conducteurs des jeux de barres sera livré avec le sectionneur. Chaque sectionneur de jeu de barres doit être verrouillé électriquement avec le disjoncteur associé par un dispositif de sécurité positive.
Pour des simplifications d'exploitation, tous les sectionneurs doivent être à commande électrique. Ils doivent être commandés depuis la salle de commande. Ils doivent être également équipés d'une commande mécanique de secours avec manivelle.
Les sectionneurs doivent être prévus avec un dispositif de verrouillage par cadenas en position « ouvert », assurant aussi une sécurité lors des entretiens.

Sectionneurs de mise à la terre
Les sectionneurs de mise à la terre (MALT) doivent être fournis pour être installés dans les sectionneurs aux endroits indiqués sur les schémas unifilaires. Le trajet du courant à partir de la lame de mise à la terre doit être connecté directement à la borne de mise à la terre à la base du sectionneur, pour une connexion commune de MALT et ne doit se faire par aucun ressort ou connexion mobile.
Les sectionneurs de mise à la terre doivent avoir des mécanismes de fonctionnement indépendants à l'épreuve des intempéries avec le nombre requis de contacts auxiliaires.
La commande des lames de MALT doit être manuelle.

Essais
Avant l'expédition du matériel, il sera procédé aux essais et contrôles ci-après :

1. Les essais de routine en usine comme prescrits par les normes ;
2. Le contrôle de la construction sur tous les appareils
3. La vérification de fonctionnement et du verrouillage sur tous les appareils
4. Les essais diélectriques sur chaque appareil et son armoire de commande
5. Tout autre essai et contrôle rendus indispensables pour le contrôle de qualité

1. Transformateurs de courant

Normes et standards

Les transformateurs de courant spécifiés dans le présent document doivent être fabriqués et testés conformément aux dernières éditions ou les amendements des standards CEI et ISO applicables incluant :

NEMA CC-1 - Electric Power Connection for Substations
CEI 60376 - Spécifications de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF6) pour utilisation dans les appareils électriques
CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution
CEI 60947-1 - Appareillage à basse tension - Partie 1 : Règles générales
CEI 61869-2 - Transformateurs de mesure - Partie 2 : Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant
CEI 61869-3 - Transformateurs de mesure - Partie 3 : Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension
CEI 61869-5 - Transformateurs de mesure - Partie 5 : exigences supplémentaires concernant les transformateurs condensateurs de tension
CEI 62271-1 - Appareillage à haute tension - Partie 1 : spécifications communes
ISO 9001 - Système de management de la qualité – Exigences

Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standard CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans le présent standard.

L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais de transformateurs de courant tel que spécifié et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.
IEC 61131 - Programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment
IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules
IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams

4.5.5.2 Fiches techniques
Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques des transformateurs de courant sont spécifiées.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Documents à soumettre
L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des transformateurs de mesure et tout équipement connexe en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.
Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations et documents suivants doivent être fournis :
1. Une liste de plans ;
2. La vue d'élévation et le poids ;
3. La vue en plan ;
4. Les diagrammes schématiques ;
5. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
6. La liste de composants ;
7. Les informations sur les accessoires ;

Les caractéristiques nominales pour les transformateurs de courant, incluant :
1. La tension nominale ;
2. Le courant continu ;
3. Le temps de court-circuit ;
4. Le courant en régime transitoire ;
5. La tenue au choc de foudre ;
6. La classe de précision ;
7. La charge nominale ;
8. Le ratio ;
9. Le facteur thermique ;
10. La résistance au secondaire ;
11. Le courant d'excitation ;
12. Les courbes de facteur de correction du ratio ;
13. Les températures d'opération minimale et maximale ;
14. L'élévation maximum (a.s.l.) ;
15. Distance de fuite ;

La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur.

L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation des transformateurs de mesures. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.
Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.
Assurance Qualité :
1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc ;

2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées ;
3. Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître de l'Ouvrage sur demande :
4. Les bulletins descriptifs ;
5. Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit être fournie au Maître de l'Ouvrage avant l'expédition au site.
Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :
1. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
2. La liste recommandée de pièces de rechange ;
3. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents suivants doivent être fournis à des fins de documentation :
1. Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
1. Les schémas de filerie ;
2. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
3. Les plans et les informations d'installation ;
4. La certification sismique et le détail des équipements d'ancrage.

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications
Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.
Conditions générales et définition
Les termes « transformateurs de courant » et « transformateurs d'intensité » sont utilisés indifféremment dans les présentes spécifications techniques pour désigner le même appareillage.

Les transformateurs de courant (TC) pour l'indication, la mesure et la protection doivent être conformes aux spécifications de la norme CEI 61869-2. Les TC doivent être de type autoportant, d'extérieur, et à bain d'huile. L'isolation extérieure doit être en porcelaine ou en silicone moulée.

Ils doivent être de construction complètement étanche, fermés hermétiquement, et montés dans une enveloppe en porcelaine de haute qualité (procédé par voie humide), homogène et non-poreuse, renfermant la partie supérieure de l'enroulement primaire en forme de U. La partie inférieure du transformateur doit être une cuve galvanisée à chaud dans laquelle les noyaux secondaires sont placés autour d'une branche de l'enroulement primaire.

Les enroulements doivent être isolés en papier spécial à résistance mécanique et diélectrique élevée, imprégnés dans l'huile, à faibles pertes diélectriques et à bonne résistance au vieillissement. Les transformateurs de courant devront pouvoir être commutés sur l'enroulement primaire. Les joints d'étanchéité utilisés doivent être résistants à l'huile jusqu'à une température de 100°C.

Les parties des TC sujettes à la corrosion doivent être correctement protégées. Le matériau doit être adapté pour résister à toutes les influences atmosphériques et climatiques sur le site.

Le changement de rapport doit être possible par une reconnexion primaire en série/parallèle, qui se situera à l'extérieur du transformateur. Les schémas unifilaires précisent les données pour chaque emplacement.
Les traversées des connexions secondaires et les bornes de raccordement doivent être installées dans une boîte de raccordement montée dans une position accessible. Les enroulements secondaires pour les indications, la mesure et la protection doivent être mis à la terre séparément dans l'appareillage de raccordement. La mise à la terre doit être faite via une liaison amovible et câblée à travers des bornes d'essai.
La boîte de raccordement doit être de type IP55 selon la norme CEI 60529. La boîte doit être équipée de trois presse-étoupes de type adapté aux câbles utilisés.

Les bornes secondaires doivent être de dimensions E-Cu, M10. Pour chaque borne secondaire une borne séparée de mise à la terre doit être disponible, avec la bretelle de mise à la terre.
La désignation des bornes pour les enroulements primaires et secondaires se fera selon les recommandations de CEI.

Tous les TC doivent être de type à faible réactance. L'Entrepreneur doit être responsable du choix des caractéristiques des transformateurs tel le courant primaire nominal et la puissance secondaire, qui elle, sera fonction des relais et instruments qui y seront raccordés.

Au minimum, seront prévus les accessoires suivants :
1. Bornes primaires (HT) selon les normes DIN, de type plaque à bornes, faites pour permettre une utilisation correcte des raccords en Alu ;
2. Valve de remplissage et de vidange d'huile (appropriée également pour l'échantillonnage de l'huile);
3. Bornes de mise à la terre avec deux vis M14, marquées par étiquettes selon la norme CEI 60417,
4. Châssis pour la fixation du transformateur de courant sur la structure de support ;
5. Une plaque signalétique faite en matériau anticorrosion et contenir toutes les données sur le transformateur ;
6. Coffret de regroupement des enroulements secondaires, résistant aux intempéries ;
7. Indicateur de signalisation extérieur permettant de détecter tout dégagement de gaz éventuel ou toute baisse de niveau d'huile, visible facilement à partir du sol ;
8. Anneaux de levage.

Courant nominal

1. Courant primaire

Les valeurs retenues du courant primaire pour les rapports de transformation sont telles que montrées sur les plans et les fiches techniques.

2. Courant secondaire

Le courant secondaire à considérer est de 1 A.

3. Classe de précision

La classe de précision désirée pour un transformateur de courant dépend du genre d'appareil auquel il est raccordé. Pour les utilisations suivantes, on doit retenir les classes de précision ci-dessous :

Classe de précision 0,2 pour les compteurs d'énergie active et réactive de tarification (comptage)
Classe de précision 0,5 pour les autres compteurs d'énergie active et réactive (Mesures)

Cette erreur composée est exprimée en % et deux classes ont été définies dans la recommandation CEI 61869-2 : 5 et 10 % (5P et 10P).

Les protections utilisées étant de type numérique, la classe PX pour les fonctions différentielles et 5P20 pour d'autres applications

4. Puissance de précision

Enroulements mesure :
La puissance de précision d'un transformateur de courant est la puissance apparente en VA que le transformateur peut fournir au secondaire en respectant la classe de précision choisie. Les transformateurs prévus pour la réalisation des protections de distances auront des noyaux particulièrement équilibrés et devront être coordonnés avec les autres noyaux intervenant dans cette protection.

Les valeurs indiquées dans les fiches techniques sont des valeurs estimées destinées à la seule comparaison des offres. Il appartiendra cependant à l'Entrepreneur d'effectuer un calcul précis, à soumettre au Maître d'Ouvrage. Les valeurs trouvées pourront être alors différentes.

Il a été décidé de retenir une valeur de classe de précision de 0.5 pour les enroulements de mesure et 0.2 pour la tarification de plus, les TC seront choisis avec un seul enroulement pour la mesure et le comptage.

Enroulements protection :
Il a été décidé de retenir une valeur de classe de précision PX pour la fonction différentielle (idem pour les TC neutre pour la fonction 64REF et les TC servant à la fonction 87T) et de classe de précision de 5P20 pour d'autres applications.

Caractéristiques
Les caractéristiques des transformateurs de courant sont données dans les fiches techniques.

Essais
Avant l'expédition du matériel, il sera procédé aux essais et contrôles ci-après :
5. Les essais de routine en usine comme prescrits par les normes ;
6. Les certificats des essais de type seront fournis.

1. Transformateurs de tension

Normes et standards
Les transformateurs de tension spécifiés dans le présent document doivent être fabriqués et testés conformément aux dernières éditions ou les amendements des standards CEI et ISO applicables incluant: Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standard CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans le présent standard.
L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais de transformateur de tension tel que spécifié et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams

NEMA CC-1 - Electric Power Connection for Substations
CEI 60358 - Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs
CEI 60376 - Spécifications de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF 6) pour utilisation dans les appareils électriques
CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution
CEI 60947-1 - Appareillage à basse tension - Partie 1 : Règles générales
CEI 61869-3 - Transformateurs de mesure - Partie 3 : Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension
CEI 61869-5 - Transformateurs de mesure - Partie 5 : exigences supplémentaires concernant les transformateurs condensateurs de tension
CEI 62271-1 - Appareillage à haute tension - Partie 1 : spécifications communes
ISO 9001 - Système de management de la qualité – Exigences
IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.
IEC 61131 - Programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment
IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules
IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams

Fiches techniques
Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques des transformateurs capacitifs de tension sont spécifiées.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Documents à soumettre
L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des transformateurs de mesure et tout équipement connexe en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.
Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations et documents suivants doivent être fournis :
1. Une liste de plans ;
2. La vue d'élévation et le poids ;
3. La vue en plan ;
4. Les diagrammes schématiques ;
5. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
6. La liste de composants ;
7. Les informations sur les accessoires ;
8. Les caractéristiques nominales pour les transformateurs de courant, incluant :
9. La tension nominale ;
10. Le courant continu ;

11. Le temps de court-circuit ;
12. Le courant en régime transitoire ;
13. La tenue au choc de foudre ;
14. La classe de précision ;
15. La charge nominale ;
16. Le ratio ;
17. Le facteur thermique ;
18. La résistance au secondaire ;
19. Le courant d'excitation ;
20. Les courbes de facteur de correction du ratio ;
21. Les températures d'opération minimale et maximale ;
22. L'élévation maximum (a.s.l.) ;
23. Distance de fuite ;

Les caractéristiques nominales pour les transformateurs condensateurs de tensions, incluant :

1. La tension nominale ;
2. La tension maximale du système ;
3. La charge nominale ;
4. La tenue au choc de foudre ;
5. La classe de précision ;
6. La charge thermique ;
7. Capacité de couplage (lorsqu'applicable);
8. Les températures d'opération minimale et maximale ;
9. L'élévation maximum (a.s.l.);
10. Distance de fuite ;
11. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
12. Les fiches techniques du produit ;
13. La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur ;

L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation des transformateurs de mesures. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.

Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc ;
2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées ;
3. Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître de l'Ouvrage sur demande :
4. Les bulletins descriptifs ;
5. Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit être fournie au Maître de l'Ouvrage avant l'expédition au site.

Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :

1. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;

2. La liste recommandée de pièces de rechange ;
3. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents suivants doivent être fournis à des fins de documentation :
1. Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
2. Les schémas de filerie ;
3. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
4. Les plans et les informations d'installation ;
5. La certification sismique et le détail des équipements d'ancrage.

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications
Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Conditions générales et définition
Les termes « transformateur de potentiel » et « transformateurs de tension » sont utilisés indifféremment dans les présentes spécifications techniques pour désigner le même appareillage.
Les transformateurs de potentiel (TP) doivent être de type inductif ou capacitif, monophasés, appropriés pour le fonctionnement avec l'équipement de protection, de synchronisation, instruments complémentaires de régulation de la tension et de mesure. Ils seront autoportants, à bain d'huile, scellés hermétiquement.

Les TP doivent être de type scellé hermétiquement, prévenant tout contact de l'huile d'isolation avec l'atmosphère. La chambre d'expansion de l'huile doit être faite de matériau en acier inoxydable inusable, résistant à la chaleur, à l'huile et aux agents atmosphériques. Les transformateurs de mesure doivent être de construction telle qu'elle préviendra les explosions en cas de surpression de l'huile.

Chaque TP doit avoir des enroulements séparés pour les mesures et pour la protection. Les deux extrémités de chaque enroulement secondaire doivent être raccordées aux traversées dans la boîte de raccordement. Les bretelles séparées de mise à la terre doivent être fournies pour chaque enroulement secondaire. Les circuits secondaires des TP ne doivent pas être raccordés en parallèle.
La boîte secondaire de raccordement doit être de type IP55 selon la norme CEI 60529, et être équipée des presse-étoupes conformément à la taille et à la nature des câbles.

Les TP doivent être montés dans des enveloppes en porcelaine émaillée de couleur marron (RAL 8017).
Afin de supporter l'humidité, les isolateurs en porcelaine doivent être de haute qualité (procédé à voie humide), homogène et non-poreuse.
Les bornes de raccordement des transformateurs et les isolateurs en porcelaine doivent supporter les contraintes mécaniques requises.

Les parties des TP sujettes à la corrosion doivent être protégées correctement. Le matériau doit être approprié pour résister à toutes les influences climatiques et atmosphériques sur le site.

Tous les TP doivent avoir une puissance nominale adéquate à la charge raccordée. Les valeurs de puissance de précision indiquées dans les fiches techniques sont des valeurs estimées destinées à la seule comparaison des offres. Il appartiendra donc à l'Entrepreneur

d'effectuer un calcul précis, à soumettre au Maître d'Ouvrage. Les valeurs trouvées pourront être alors différentes.
Chaque TP doit être complété avec tous les accessoires tels que :

1. Bornes primaires (HT) selon les normes DIN de type à boulonner ou à plaque à bornes afin d'assurer l'utilisation correcte de tous les raccords en Alu ou conducteurs ;
2. Boîtes de raccordement secondaire à l'épreuve des intempéries ;
3. Dispositifs d'indication du niveau d'huile, visible facilement à partir du sol ;
4. Valve de remplissage et d'évacuation de l'huile (appropriée également pour l'échantillonnage de l'huile) ;
5. Bornes de mise à la terre avec deux vis M14, marquées par étiquette selon la norme CEI 60417, symbole No. : 5019 ;
6. Trame de base pour la fixation du transformateur de potentiel directement sur la structure de support.

Une plaque signalétique doit être faite en matériau anticorrosion et contenir toutes les données sur le transformateur, suivant la norme CEI. Les TP seront faits de technologie et de matériaux qui donneront l'assurance d'une durée de vie aussi longue que possible sans maintenance. Ils seront prêts à fonctionner correctement en conditions normales, sans qu.il soit nécessaire d'effectuer des essais d'isolation ou toute autre maintenance pendant au moins 25 ans.

Les supports des TP font partie de la portée de l'offre.

L'huile des transformateurs doit être une huile minérale dont les propriétés répondent à la norme CEI 60296 pour la Classe IIA. Les propriétés de l'huile du transformateur doivent être analysées avant l'essai d'acceptation en usine.

Facteur de tension nominal
Pour les réseaux avec le neutre effectivement mis à la terre, le facteur de tension nominal doit être

1. De 1,5 pour une durée de 30 s
2. De 1,2 en continu

Ces valeurs de facteur de tension sont celles recommandées par les normes CEI 61869-3 et CEI 61869-5.

Rapports de transformation
La tension secondaire choisie est égale à 100V/ √ 3 pour tous les appareils.
Le rapport de transformation nominal doit être : 225.000/ √ 3 / 100/ √ 3 (pour 225 kV) et 90.000/ √ 3 / 100/ √ 3 (pour 90 kV).
Les transformateurs de potentiel doivent répondre aux exigences de la classe 0,2 pour la fonction comptage, 0.5 pour les fonctions mesure et 3P pour la faction protection comme défini dans la recommandation CEI 61869.
Le facteur de puissance spécifique de la charge est considéré égal à 0,8 (inductif).

Caractéristiques
Les caractéristiques des transformateurs de potentiel sont données dans les fiches techniques.

Essais
Se rapportant à ces appareils, les essais et contrôles vont consister en :

1. Des essais de routine en usine comme prescrits par les normes. Les certificats d'essais correspondants seront remis en cinq (5) exemplaires au Maître de l'Ouvrage délégué dont les agents devront être associés aux essais, plus une (1) copie au Maître d'Ouvrage.
2. Des vérifications après montage, de la performance des appareils.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Tableau 11 : Dispatching des réducteurs de mesures

Réducteurs de mesures HT et BT	Quantité
Transformateur de courant 90 kV	9
Transformateur de tension 90 kV	9
Transformateur de courant monobloc externe 15 kV	3
Transformateurs de courants 0,72 kV	6

1. Parafoudres

Normes et standards

Les parafoudres spécifiés dans le présent document doivent être fabriqués et testés conformément aux dernières éditions ou les amendements des standards CEI et ISO applicables incluant :

CEI 60099-4 - Parafoudres – Partie 4 : Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs pour réseaux à courant alternatif

CEI 60099-5 - Parafoudres – Partie 5 : Recommandations pour le choix et l'utilisation

CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution

ISO 9001 - Système de management de la qualité – Exigences

Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standard CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans le présent standard.

L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais de parafoudres tel que spécifiés et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.

IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams

IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.

IEC 61131 - Programmable controllers

IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment

IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software

IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation

IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules

IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes

IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products

ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets

ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers

ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams

4.5.7.2 Fiches techniques

Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques des parafoudres sont spécifiées.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Documents à soumettre

L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des parafoudres à oxyde métallique sans éclateur et tout équipement connexe en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.

Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations et documents suivants doivent être fournis :

1. Une liste de plans ;
2. La vue d'élévation et le poids ;
3. La vue en plan ;
4. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
5. La liste de composants ;
6. Les informations sur les accessoires ;

Les caractéristiques nominales incluant :

1. La tension nominale ;
2. La tension maximale ;
3. La tenue au choc de foudre (BIL);
4. La courbe des surtensions temporaires ;
5. Tensions résiduelles maximums pour le courant de décharge de 10 kA (en kV crête) ;
6. Tension d'opération continue maximale (MCOV) ;
7. Niveau de protection contre les surtensions (en kV crête) ;
8. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
9. Les fiches techniques du produit ;
10. La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur.

L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation des parafoudres. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.
Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées ;

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître de l'Ouvrage sur demande :

1. Les bulletins descriptifs ;
2. Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit également être incluse avec l'équipement à l'expédition.

1. Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :

2. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
3. La liste recommandée de pièces de rechange ;
4. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents finaux suivants doivent être fournis à des fins de documentation :
1. Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
2. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
3. Les plans et les informations d'installation ;

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications
Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Conditions générales de mise en œuvre
Les parafoudres doivent être de type robuste, utilisant des résistances non-linéaires à oxyde métallique (parafoudres MO). Ils doivent être conformes à la norme CEI 60099-4, et/ou aux dernières publications de CEI Technical Committee 37 (parafoudres).

Le parafoudre doit être conçu tenant compte du niveau d'isolement (BIL) de l'équipement, des transformateurs et des lignes HT, et de la distance entre les parafoudres et l'autre équipement (un calcul de dimensionnement sera soumis pour approbation avant la production). Les parafoudres doivent être conçus pour un montage vertical.
La partie active des parafoudres consistera en un stock de disques d'oxyde de zinc logés et à l'intérieur de caoutchouc silicone scellé hermétiquement (moulé d'un côté). Afin de supporter l'humidité, les isolateurs doivent être en porcelaine de haute qualité (procédé à voie humide), homogène et non-poreuse.
Des conteneurs seront remplis avec un gaz inerte ou de l'air et ne permettront pas l'entrée d'humidité.
Ils seront protégés contre les surpressions par un limiteur de pression.

Tous les parafoudres doivent être équipés de compteurs de décharge. Les compteurs doivent être tels qu'ils puissent être lus par un opérateur resté au niveau du sol.
Les parafoudres doivent être raccordés au réseau de terre à travers du compteur sans jonctions dans la liaison MALT. Les conducteurs doivent être isolés ou protégés par un écran afin de protéger le personnel contre les tensions transitoires dans le cas de fonctionnement des parafoudres.

Les bornes HT devront, selon les normes DIN, être de type boulonné ou à plaque à bornes, afin d'assurer l'utilisation correcte des raccords en Alu.

Les supports des parafoudres sont compris dans la portée de la livraison.
Les parafoudres doivent être installés aux endroits suivants :
1. Aux bornes HT et MT des transformateurs de puissance pour la protection des enroulements,
2. À la borne des neutres des enroulements des transformateurs de puissance en cas d'exploitation à neutre isolé,
3. En raison du niveau Kéraunique élevé, à l'entrée des lignes aériennes dans les postes.

Outre la protection des réducteurs de mesure, ces parafoudres assurent une protection efficace du disjoncteur lorsque celui-ci est en position ouverte après l'élimination d'un défaut.
Le facteur de sécurité minimum recommandé par les normes (rapport entre la valeur de tenue du matériel et le niveau de tension du dispositif de protection) est de 1,4 pour les tensions assignées de 52 à 245 kV.

Tableau 12 : Dispatching des parafoudres

Parafoudres	Quantité
Parafoudres 90 kV	9
Parafoudre 15 kV	3

1. Isolateurs, Jeux de barres et accessoires

Généralités

Cette spécification a trait aux exigences techniques minimales spécifiques qui s'appliquent à la conception, la fabrication et aux essais des isolateurs, raccords et matériel de barres pour les postes HT AIS dans le cadre du projet.

Cette spécification couvre, sans être limitative, les équipements suivants :

1. Colonne isolante de barres Omnibus 225 kV et 90 kV ;
2. Conducteur rigide tubulaire ;
3. Conducteur câblé ;
4. Câbles de garde ;
5. Raccords et matériel de jeux de barres ;
6. Chaîne d'isolateurs d'ancrage (225 et 90 kV) ;
7. Ensemble d'ancrage pour câble de garde.

Normes et standards

Les isolateurs, raccords et matériel de barres spécifiés dans le présent document doivent être fabriqués et testés conformément aux dernières éditions ou les amendements des standards CEI et ISO applicables incluant :

CEI 60104 - Fils en alliage d'aluminium du type aluminium-magnésium-silicium pour conducteurs électriques.

CEI 60105 - Recommandation concernant l'aluminium de pureté commerciale pour barres de connexion ;

CEI 60120 - Dimensions des assemblages à rotule et logement de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs ;

CEI 60273 - Caractéristiques des supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 volts ;

CEI 60305 - Caractéristiques des éléments d'isolateurs du type capot et tige ;

CEI 60372 - Dispositifs de verrouillage pour les assemblages à rotule et logement de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs — Dimensions et essais ;

CEI 60383 - Éléments d'isolateurs en matière céramique ou en verre pour systèmes à courant alternatif – Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation ;

CEI 60437 - Essai de perturbations radio électriques des isolateurs pour haute tension ;

CEI 60507 - Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif.

CEI 60575 - Essai d'endurance thermomécanique et essai d'endurance mécanique des éléments de chaînes d'isolateurs

CEI 60797 - Résistance résiduelle des éléments de chaîne d'isolateurs en verre ou en matière céramique pour lignes aériennes après détérioration mécanique du diélectrique

CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution

CEI 60889 - Fil d'aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes.

CEI 61089 - Conducteurs pour lignes aériennes à brins circulaires, câbles en couches concentriques.

CEI 62271-1 - Appareillage à haute tension - Partie 1 : spécifications communes

NEMA CC-1 - Electric Power Connection for Substations

CEI 61284 - Lignes aériennes. Exigences et essais pour le matériel d'équipement.

ISO 9001 - Systèmes de management de la qualité - Exigences

Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standard CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans le présent standard.

L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais de parafoudres tel que spécifiés et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.
IEC 61131 - Programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment
IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules
IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams

Fiches techniques

L'Entrepreneur doit fournir avec sa soumission une fiche technique qui contient les informations suivantes :

1. Le nom du fournisseur et le pays d'origine des matériaux ou des équipements ;
2. Le type, la désignation ou le numéro de catalogue des matériaux ou des équipements ;
3. Les caractéristiques principales et les particularités ;
4. Les standards applicables ;
5. Les données qui confirment la conformité avec les exigences de cette spécification ;
6. Le numéro du rapport d'essais types ;
7. Les dimensions et la masse ;
8. Les informations spécifiques pour le transport, l'emballage et la manutention ;

Ces informations devraient également inclure :

1. Les informations relatives aux produits dangereux ;
2. Les dessins, la littérature technique, les vues en coupe, les descriptions, etc.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Documents à soumettre

L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des isolateurs, raccords et matériels de barres et en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.

Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations et documents suivants doivent être fournis :
1. Une liste de plans ;
2. La vue d'élévation et le poids ;
3. La vue en plan ;
4. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
5. La liste de composants ;
6. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
7. Les fiches techniques des produits ;
8. La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur ;

Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :
1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées.

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître de l'Ouvrage sur demande :
1. Les bulletins descriptifs ;
2. Les fiches de produits.

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit également être incluse avec l'équipement à l'expédition. Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :
1. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
2. La liste recommandée de pièces de rechange ;
3. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents suivants doivent être fournis à des fins de documentation :

Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
1. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
2. Les plans et les informations d'installation.

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications

Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Critères de conception des isolateurs, raccords et matériel de barres

Les jeux de barres extérieures avec les raccords et dérivations de l'équipement HT devront satisfaire aux critères suivants :
1. Courant nominal : selon la charge ;
2. Conditions de service selon les exigences techniques générales ;

3. Tension de perturbation radioélectrique : 200 µV (161 kV);
4. Calibre minimum de conducteur (conducteurs flexibles et dérivations) : Aster (AAAC) – ampacité selon la charge ;
5. Champ électrique : 15 kV/cm ;
6. Ligne de fuite caractéristique des isolateurs : 25 mm/kV (référence de tension phase – phase).

Isolateurs

Les isolateurs et les traversées isolantes utilisés pour les jeux de barres et les équipements extérieurs devront être en porcelaine avec ailettes anti-pollution 3.
Les conducteurs flexibles aériens devront être supportés par des isolateurs capot/tige. Les équipements et jeux de barres devront utiliser des colonnes isolantes.

Chaînes d'isolateurs

Pour des raisons d'harmonisation, les chaînes d'isolateurs HT installées dans les postes devront normalement être identiques à celles utilisées pour les lignes aériennes.
Constitution des chaînes :
1. Chaînes d'ancrage en 225 kV : 2x14 isolateurs
2. Chaînes d'ancrage en 90 kV : 2x7 isolateurs

Accessoires des chaînes d'isolateurs et des câbles de garde

Les accessoires des chaînes d'isolateurs et des câbles de phase et de garde doivent respecter certaines conditions mécaniques et constructives précisées ci-après.

Toutes les pièces entrant dans la composition des chaînes doivent répondre à la même norme d'assemblage des isolateurs, c'est-à-dire la norme CEI 120 pour les assemblages à rotule et logement de rotule.

Tous les accessoires soumis à des efforts de traction en permanence doivent présenter une charge de rupture nominale qui doit être au moins équivalente à celle des isolateurs. Le coefficient de sécurité des pièces d'assemblage des chaînes et des dispositifs de suspension et d'ancrage doit être au moins égal à :
1. Pour les pièces en acier : 3,3 ;
2. Pour les pièces en fonte malléable et en acier fondu : 4,0 ;
3. Pour les pièces en alliage de fusion : 5,0 ;
4. Pour les pièces en alliage de corroyage : 3,3.

Les pièces de suspension des câbles doivent pouvoir absorber les charges maxima auxquelles elles sont soumises avec un coefficient de sécurité au moins égal à 2,5.
Les pièces d'ancrage et les raccords des conducteurs sous tension mécanique doivent pouvoir supporter la plus faible des deux valeurs suivantes :
1. 2,5 fois la traction maximale des conducteurs
2. 85 % de la force de rupture des conducteurs.

Les accessoires de conducteurs destinés au passage du courant ne doivent pas, pour le courant maximal admissible en service permanent, atteindre des températures supérieures à celles des conducteurs et doivent supporter les courants de court-circuit prévus.

Les pièces d'assemblage d'isolateurs doivent également résister aux contraintes de courants de court-circuit prévus.
Tous les accessoires doivent être parfaitement usinés et leurs surfaces ne doivent pas présenter d'aspérités ou de pointes de manière à minimiser les pertes par effet couronne et les perturbations radioélectriques. Tous les accessoires d'une chaîne d'isolation doivent être conçus de manière à ce que le niveau de perturbation radioélectrique mesuré sur une chaîne

complète soit en accord avec les modalités indiquées dans la recommandation CEI 437, et ne dépasse pas 200 µV à la fréquence de 1 MHz et sous une tension d'essai de 155 kV.

Les pinces d'ancrage doivent être de type à compression.
Les accrochages à la charpente doivent être de type « chape tourillon ». Les accrochages de type « étrier + manille » (contact ponctuel) ne seront pas admis.

Isolateurs supports ou « Colonnes isolantes
Des isolateurs de type colonne devront être installés là où cela est nécessaire pour supporter les longueurs de conducteurs flexibles et de conducteurs tubulaires rigides, comme indiqué sur les plans d'encombrement.
Ils devront être constitués d'unités interchangeables et devront pouvoir être montés soit debout sur support, soit sous élingue, selon le cas. Ils devront être conçus de manière à être capables de supporter tous les chocs auxquels ils pourraient être soumis en service. Ces isolateurs devront être conformes aux normes CEI 273 et devront être essayés conformément aux normes CEI 168.

Les ailettes des isolateurs devront être en porcelaine. Celle-ci devra être saine, exempte de défauts et soigneusement émaillée. L'émail ne devra pas être pris en compte dans le pouvoir isolant.

L'émail devra être lisse, dur et d'un brun uniforme et devra entièrement recouvrir toutes les pièces exposées des isolateurs. Les raccords des isolateurs situés à l'extérieur ne devront pas souffrir des conditions atmosphériques pouvant les dégrader, telles que les acides, alcalis, sels et poussières, ainsi que des brusques variations de température pouvant être éprouvées.

La résistance des isolateurs, vérifiée au moyen de charges d'essai électromécanique, devra être telle que le coefficient de sécurité en charge de travail maximale ne soit pas inférieur à trois. Les conceptions devront être telles que les efforts dus à la dilatation ou à la contraction de toute pièce des isolateurs ou raccords ne devra entraîner l'apparition d'aucun défaut.

Tous les isolateurs devront être construits d'un seul tenant. Le raccordement de porcelaines solides ou creuses n'est pas autorisé et les isolateurs endommagés ne devront pas être réparés. La porcelaine ne devra pas se trouver en contact direct avec le métal dur fritté et, si nécessaire, un matériau déformable résistant à l'huile et à l'eau devra être interposé entre la porcelaine et les raccords. De tels matériaux ne devront pas provoquer de réaction chimique avec les pièces métalliques ou provoquer un fissurage lors de leur dilatation en service. Lorsque du ciment sera utilisé comme matériau de scellement, l'épaisseur de celui-ci devra être la plus petite et la plus régulière possibles. Un centrage et un positionnement minutieux de chaque pièce s'imposera durant le bétonnage.

Chaque isolateur devra comporter une estampille indiquant le nom ou la marque du Constructeur, l'année de fabrication et la référence de l'isolateur. Ces estampilles devront être visibles après montage des raccords et devront être gravées et non pas imprimées. Ces estampilles devront être gravées avant la chauffe et devront être clairement lisibles après celle-ci et l'émaillage.

Lorsqu'un lot d'isolateurs aura été rejeté, aucun isolateur en provenance de ce lot ne devra être soumis et le Constructeur devra justifier auprès du Maître d'Ouvrage que des mesures adéquates ont été prises pour identifier ou mettre à l'écart les isolateurs du lot rejeté, de telle sorte qu'il ne subsiste aucune possibilité de représentation de ces isolateurs à titre d'essai ou dans le cadre de ce Marché.

Essais
Les essais de type et individuels doivent être exécutés en conformité avec les standards CEI applicables et énumérés dans le présent document. Les clauses spécifiques énoncées dans

la présente spécification technique ont priorité sur les clauses des standards CEI mentionnés ci-haut.

Les unités d'isolateur doivent être assujetties, durant la fabrication, à tous les essais d'échantillonnage et de routine décrits dans la clause 8 d'IEC 60383.1. Les procédures d'essais et les échantillons doivent également être en accord avec IEC 60383.1.

Les chaînes d'isolateurs pour ancrage doivent être soumises aux essais électriques d'IEC 60383.2.
Le Maître de l'Ouvrage se réservent le droit d'assister aux essais en usine.

1. Transformateurs des services auxiliaires et point neutre

Normes et standards
Les transformateurs de services auxiliaires dans le présent document doivent être fabriqués et testés conformément aux dernières éditions ou les amendements des standards CEI, CENELEC et ISO applicables incluant :
CEI 60076* - Transformateurs de puissance (*toutes les parties applicables);
CEI 60137 - Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V ;
CEI 60214* - Changeurs de prises (*toutes les parties applicables) ;
CEI 60273 - Caractéristiques des supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1000 V ;
CEI 60296 - Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion ;
CEI 60529 - Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP);
CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution ;
CEI 60947* - Appareillage à basse tension (*toutes les parties applicables);
CEI 61869-2 - Transformateurs de mesure - Partie 2 : exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant ;
CENELEC 50180 Traversées supérieures à 1 kV jusqu'à 52 kV et de 250 A à 3.15 kA pour les transformateurs isolés à l'huile.
CENELEC 50181 Connecteurs de type enfichables supérieurs à 1 kV jusqu'à 52 kV et de 250 A à 2.5 kA pour les équipements autres que les transformateurs isolés à l'huile.
ISO 9001 - Système de management de la qualité — Exigences.

Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standard CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans le présent standard.

L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais de transformateurs MT/BT tel que spécifiés et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.
IEC 61131 - Programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment
IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules

IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams

Fiches techniques
Se référer à la fiche technique annexée dans lesquelles les caractéristiques des transformateurs d'alimentation des services auxiliaires sont spécifiées.

Tableau 13 : Dispatching des transformateurs auxiliaires

Transformateurs auxiliaires	Quantité
TSA 15 kV 15/0,4 kV	1
BPN 15 kV	1

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Documents à soumettre
L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des transformateurs auxiliaires et de tout équipement connexe en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.

Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations et documents suivants doivent être fournis :
1. Une liste de plans ;
2. La vue d'élévation et le poids ;
3. La vue en plan ;
4. Les diagrammes schématiques ;
5. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
6. La liste de composants ;
7. Les informations sur les accessoires ;
8. Les caractéristiques nominales incluant :
9. Puissance nominale ;
10. Tension au primaire et au secondaire ;
11. Courant continu nominal au primaire et au secondaire ;
12. La tenue au choc de foudre ;
13. Impédance ;
14. Classe d'isolation et augmentations de températures ;
15. Niveau de bruit ;
16. Pertes en charges garanties ;
17. Pertes sans charges garanties ;
18. Les températures d'opération minimum et maximums ;
19. L'élévation maximum (a.s.l.)
20. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
21. Les fiches techniques du produit ;
22. Le temps moyen avant réparation (MTTR) ;

23. La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur ;

L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation des transformateurs de services auxiliaires. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.
Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :
1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées ;

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître d'Ouvrage sur demande :
1. Les bulletins descriptifs ;
2. Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit également être incluse avec l'équipement à l'expédition.
Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :
1. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
2. La liste recommandée de pièces de rechange ;
3. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents suivants doivent être fournis à des fins de documentation :
1. Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
2. Les schémas de filerie ;
3. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
4. Les plans et les informations d'installation ;
5. La certification sismique et le détail des équipements d'ancrage.

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications
Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Caractéristiques générales
Les transformateurs d'alimentation des services auxiliaires doivent répondre aux normes CEI 60076.
Les transformateurs doivent être du type hermétique, à remplissage intégral, immergés dans un diélectrique liquide pour service extérieur.

Tout isolant synthétique contenant des polychlorobiphényles (PCB) notamment l'Askarel est prohibé.
Ils possèdent une cuve à volume variable absorbant les variations de volume d'huile en fonction de la température.

L'enroulement MT doit être muni d'un commutateur manuel de réglage de tension hors charge à 5 positions, avec réglage de ± 2.5 % par position.

Les transformateurs doivent reposer sur quatre galets plats de roulement orientables dans les 2 axes.

La cuve doit être pourvue de deux crochets de levage et d'une plaque signalétique avec les indications suivantes (en langue française) en caractères lisibles et indélébiles :

1. Nom de l'Entrepreneur
2. Année de construction
3. Type de transformateur
4. Nombre de phases
5. Puissance assignée
6. Fréquence assignée
7. Rapport de transformation
8. Couplage avec indice horaire
9. Tension de court-circuit
10. Masse totale
11. Masse et nature du liquide diélectrique
12. Matériau des enroulements
13. Impédance directe (X1 [Ω])
14. Impédance homopolaire (X0 [Ω])

Caractéristiques spécifiques

Les caractéristiques des transformateurs d'alimentation des services auxiliaires sont données dans les fiches techniques.

Pièces de rechange

Les pièces de rechange suivantes doivent être livrées avec le transformateur :

1. 1 relais DGPT2 (ou équivalent)
2. 3 prises MT type extérieur

Essais

Les essais de type, individuels et de réception en usine, doivent être effectués par le Fournisseur conformément aux recommandations de la CEI.

Essais de type

Le fournisseur des transformateurs doit soumettre les copies des certificats d'essais de type réalisés et attestés par un laboratoire réputé et indépendant prouvant que le matériel satisfait aux exigences des recommandations CEI 60076-2 et 60076-3 ou des recommandations NFC 52-113.

Essais individuels

Ces essais doivent être effectués sur chaque transformateur selon les spécifications de la norme CEI 60076.

Les procès-verbaux d'essais des matériaux entrant dans la construction du transformateur (tôles magnétiques, cuivre, huile, cuve, traversées) doivent être mis à la disposition du Maître de l'Ouvrage

1. Appareillages MT sous enveloppe métallique

Normes et standards

L'appareillage de commutations moyenne tension spécifié dans cette spécification technique doit être fabriqué et testé selon et doit généralement être conforme avec les dernières éditions ou les amendements des standards CEI et ISO applicables incluant :

CEI 60060 - Technique des essais à haute tension
CEI 60068 - Essais d'environnement
CEI 60071 - Coordination de l'isolement.
CEI 60085 - Isolation électrique – Evaluation et désignation thermique.

CEI 60099-4 - Parafoudres – Partie 4 : Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à courant alternatif
CEI 60204 - Sécurité des machines – Équipement électrique des machines
CEI 60228 - Ames des câbles isolés
CEI 62271-103 - Appareillage à haute tension – Partie 103 : Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
CEI 60270 - Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles
CEI 60332 - Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu
CEI 60364 - Installations électriques à basse tension
CEI 60376 - Spécifications de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF6) pour utilisation dans les appareils électriques
CEI 60439 - Ensembles d'appareillage à basse tension
CEI 60445 - Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs
CEI 60480 - Lignes directrices relatives au contrôle et au traitement de l'hexafluorure de soufre (SF6) prélevé sur le matériel électrique et spécification en vue de sa réutilisation
CEI 60529 - Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP) IEC
CEI 60947 - Appareillage à basse tension
CEI 61000 - Compatibilité électromagnétique (CEM)
CEI 61243 - Travaux sous tension – Détecteurs de tension
CEI 62063 - Appareillage à haute tension – Utilisation de l'électronique et des technologies associées dans les équipements auxiliaires de l'appareillage
CEI 62271-1 - Appareillage à haute tension – Partie 1 : Spécifications communes
CEI 62271-4 - Appareillage à haute tension – Partie 4 : Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre (SF6) et des mélanges contenant du SF6
CEI 62271-100 - Appareillage à haute tension – Partie 100 : Disjoncteurs à courant alternatif
CEI 62271-101 - Appareillage à haute tension – Partie 101 : Essais synthétiques
CEI 62271-102 - Appareillage à haute tension – Partie 102 : Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif
CEI 62271-103 - Appareillage à haute tension – Partie 103 : Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
CEI 62271-110 - Appareillage à haute tension – Partie 110 : Manœuvre de charges inductives
CEI 62271-200 - Appareillage à haute tension – Partie 200 : Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
CEI 62271-201 - Appareillage à haute tension – Partie 201 : Appareillage sous enveloppe isolante solide pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
CEI 62271-302 - Appareillage à haute tension – Partie 302 : Disjoncteurs à courant alternatif à fonctionnement intentionnellement non simultané des pôles
CEI 62271-304 - Appareillage à haute tension – Partie 304 : Classes de construction pour l'appareillage d'intérieur sous enveloppe pour tensions assignées à partir de 1 kV jusqu'à 52 kV inclus pour usage sous conditions climatiques sévères
EC 517/2014 - Règlement (UE) No 517/2014 du parlement Européen et du Conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) no 842/2006
CE 1494/2007 - Règlement (CE) No 1494/2007 de la Commission du 17 décembre 2007 déterminant, conformément au règlement (CE) no 842/2006 du Parlement européen et du Conseil, le type d'étiquette et les exigences supplémentaires en matière d'étiquetage en ce qui concerne les produits et équipements contenant certains gaz à effet de serre fluorés
CE 305/2008 Règlement (CE) No 305/2008 de la Commission du 2 avril 2008 établissant, conformément au règlement (CE) no 842/2006 du Parlement européen et du Conseil, des prescriptions minimales et les conditions pour une reconnaissance mutuelle de la certification du personnel chargé de récupérer certains gaz à effet de serre fluorés contenus dans des appareillages de connexion à haute tension

CE 2002/95 Directive 2002/95/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques
IEEE 80 - Safety in AC Substation Grounding
IEEE 693 - IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations
IEEE C57.13 - IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers
ISO 9001 - Système de management de la qualité – Exigences

Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standard CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans le présent standard.

L'Entrepreneur soit fourni avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais d'appareillage GIS tel que spécifiés et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.
IEC 61131 - Programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment
IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules
IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams

Fiches techniques
Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques de l'appareillage MT sont spécifiées.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Documents à soumettre
L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais de l'appareillage de commutation moyenne tension tout en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.

Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatifs au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations suivantes doivent être soumises :

1. Une liste de plans ;
2. La vue d'élévation et le poids ;
3. La vue en plan ;
4. Les diagrammes schématiques ;
5. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
6. La liste de composants ;
7. Les informations sur les accessoires ;
8. Le numéro de modèle des entre-barrages à clé ;

Les caractéristiques nominales, incluant :
1. La tension nominale ;
2. La tension maximale ;
3. Le courant continu ;
4. Le pouvoir de coupure en court-circuit ;
5. Le courant d'interruption capacitif maximal ;
6. La tenue au choc de foudre ;
7. Les températures d'opération minimum et maximums ;
8. Le temps de coupure maximum ;
9. L'élévation maximum (a.s.l.).
10. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
11. Les fiches techniques du produit ;
12. Le temps moyen avant réparation (MTTR);
13. La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur.

L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation de l'appareillage de commutation moyenne tension. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.
Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :
1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiés.

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître d'Ouvrage sur demande :
1. Les bulletins descriptifs ;
2. Les fiches de produits.

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit également être incluse avec l'équipement à l'expédition.

Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :
1. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
2. La liste recommandée de pièces de rechange ;
3. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents suivants doivent être fournis à des fins de documentation :
1. Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
1. Les schémas de filerie ;
2. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
3. Les plans et les informations d'installation ;
4. La certification sismique et le détail des équipements d'ancrage.

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications
Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Caractéristiques générales
Les cellules MT sous enveloppe métallique doivent répondre à la recommandation CEI 62271-200 et avoir subi les essais de type et les essais individuels prévus par la même norme.
Les caractéristiques principales des cellules MT sont les suivantes :
1. Continuité de service : LSC 2B
2. Tenue à l'arc interne : A-FLR 25 kA, 3 s
3. Cloisonnement : PM
4. Fuite maximum de gaz SF6 : 0,1 % par an.

Les caractéristiques spécifiques de chaque type de cellule MT sont fournies dans les fiches techniques.

Type de cellules
L'Entrepreneur peut proposer différents types de cellules en tenant compte des spécifications techniques décrites dans le paragraphe des travaux et des surfaces et volumes disponibles dans le bâtiment de commande.

Installation
Les tableaux MT sont conçus pour résister aux défauts d'isolement interne (arc interne), c'est-à-dire qu'en cas de défaillance, la sécurité des personnes se tenant devant l'équipement est garantie de même que celle des biens situés dans le voisinage. Les zones d'expansion des gaz chauds, définies par les constructeurs, doivent être neutralisées. En particulier, aucun appareil d'éclairage ne doit être situé dans ces zones.

Pour des raisons de sécurité, tous les accès s'effectuent par l'avant des cellules et tout accès à l'arrière de ces cellules doit être empêché, notamment par l'adossement des cellules.

Les tableaux sont protégés contre l'intrusion de corps étrangers (animaux et objets) en raison des indices de protection spécifiés. Le caisson de regroupement BT participe à cette protection. Dans ces conditions, il ne peut pas être déporté et se situe à l'une des extrémités de la demi-rame.

Raccordement des câbles MT
Le raccordement des câbles MT peut s'effectuer soit par la face avant des cellules soit depuis le vide situé sous les cellules.

Caractéristiques de construction
Les cellules doivent être préfabriquées entièrement en usine, fermées, sous enveloppe métallique, à jeu de barres isolé à l'air et équipées de disjoncteurs débrochables. Le tableau doit être extensible des deux côtés et chaque compartiment de chaque cellule doit être une zone indépendante, pour permettre un remplacement aisé de toute la cellule.

Chaque cellule doit consister en :
1. Une unité de protection et de contrôle-commande
2. Un indicateur de présence de tension capacitif
3. Compartiment à câbles
4. Transformateur de tension selon spécifications

5. Transformateur de tension si nécessaire
6. Sectionneur à trois positions (fermé, ouvert, ouvert et mis à la terre)
7. Disjoncteur
8. Jeu de barres
9. Cloisonnements, séparations, obturateurs et connexions internes.

Détails de construction

Les parois des cellules doivent être en tôle de 2 mm d'épaisseur minimum séparant les cellules entre elles et les différents compartiments. La porte frontale, étanche à la poussière et indépendante du chariot doit fermer chaque cellule. Une barre de terre en cuivre nu doit être prévue sur toute la longueur du tableau.

Chaque appareil MT doit être raccordé à la barre de terre. Des dispositions doivent être prévues pour le raccordement des cellules au réseau de terre général du poste.

Les cellules doivent permettre la mise en place aisée des câbles et de leurs boîtes d'extrémité. Leur degré de protection doit être IP 44X selon la CEI 60529.

Le jeu de barres doit être inaccessible en exploitation normale, il doit être isolé au SF 6 et protégé mécaniquement par une gaine de matériau synthétique.

La filerie BT doit être séparée de la partie MT par écrans métalliques mis à la terre. L'accès au matériel BT doit être possible avec la cellule en service.
Des résistances de chauffage, alimentées en courant alternatif monophasé, doivent être prévues dans chacun des compartiments afin d'empêcher la condensation.

Pour des raisons d'uniformisation (réduction des types de pièces de rechange, flexibilité de l'exploitation), les appareils doivent être standardisés sur la base des aspects suivants :
1. Courant nominal ;
2. Tenue au court-circuit ;
3. Dimensions.

Verrouillages

L'appareillage doit être conçu et construit en tenant compte de la sécurité du personnel affecté aux manœuvres et doit être doté de verrouillages mécaniques adéquats.
La manœuvre d'un sectionneur ne doit être possible que lorsque :
1. Les portes ou capots de la cellule à laquelle il appartient sont fermés ;
2. L'appareil de coupure associé (disjoncteur ou sectionneur) est ouvert.

Le contrôle doit être mécanique, local, univoque et pourra être cadenassé aussi bien en position ouverte que fermée.

La position des organes de coupures seront visibles en face avant des armoires et représenté de la façon suivante :
1. Position fermée : couleur rouge
2. Position Ouverte : couleur noire

Les cellules à disjoncteur débrochable devront être dotées des verrouillages suivants :
1. Le sectionneur de mise à la terre sera mécaniquement inter-verrouillé avec le chariot disjoncteur.
2. Lorsque la mise à la terre est effectuée, un système d'interverrouillage interdit l'insertion du chariot.
3. Les sectionneurs de mise à la terre doivent être cadenassables en position ouvert et fermé.
4. Les volets accès aux jeux de barres et têtes de câbles doivent être cadenassables en position fermé.
5. Le chariot doit présenter toujours trois positions :
    1. 1. Position service

2. 2. Position essai
3. 3. Position débrochée

Relais, instruments et câblage
Ces appareils doivent être montés dans le compartiment BT. Les appareils de mesure doivent être montés sur la porte frontale du compartiment. Les relais de protection doivent être montés à l'intérieur, la face avant de l'appareil étant entièrement visible grâce á une ouverture dans la porte aux dimensions adéquates.

Tous les circuits BT doivent être raccordés à des borniers.

L'Entrepreneur prévoit dans les rames MT neuves, un système de protection (peut être intégré dans les relais de protection) contre les arcs électriques qui combine les capteurs lumineux et mesures de courant afin de réduire l'énergie dégagée pendant un arc électrique grâce à une détection et un déclenchement rapide.

Repérage
Chaque équipement doit être identifié par une plaque signalétique d'une façon univoque. Chaque cellule doit être clairement identifiée par une plaque indiquant le nom du départ et le numéro. Des panneaux de danger doivent être placés aux endroits nécessaires.
Equipements des cellules sous enveloppe métallique
Les cellules MT seront équipées des appareillages suivants.

Tableau 14 : Cellule MT Arrivée Transformateur

Appareillages	Quantité
Sectionneur de mise à la terre 3 positions	1
Disjoncteur tripolaire	1
Témoin néon de présence de tension	3 (1/phase)
Unité de protection et contrôle-commande	1
Transformateur de courant	3 (1/phase)
Centrale de mesure (voltmètre, ampèremètre, Wattmètre)	1
Transformateur de tension	3 (1/phase)

Tableau 15 : Cellule MT Départ Client ou Couplage

Appareillages	Quantité
Sectionneur de mise à la terre 3 positions	1
Disjoncteur tripolaire	1
Témoin néon de présence de tension	3 (1/phase)
Unité de protection et contrôle-commande	1
Transformateur de courant	3 (1/phase)
Centrale de mesure (voltmètre, ampèremètre, Wattmètre)	1

Tableau 16 : Cellule MT Transformateur des Auxiliaires

Appareillages	Quantité
Sectionneur de mise à la terre 3 positions	1
Disjoncteur tripolaire	1
Témoin néon de présence de tension	3 (1/phase)
Unité de protection et contrôle-commande intégrant la fonction DGPT2	1
Transformateur de courant	3 (1/phase)
Centrale de mesure (voltmètre, ampèremètre, Wattmètre)	1

Tableau 17 : Cellule MT Transformateur Potentiel

Appareillages	Quantité
Témoin néon de présence de tension	3 (1/phase)
Transformateur de tension	3 (1/phase)
Centrale de mesure (voltmètre, ampèremètre, Wattmètre)	1

Tableau 18 : Dispatching par type de cellules

Type de cellule MT sous enveloppe métallique	Quantité
Arrivée Transformateur (AT)	1
Départs Distribution (DP)	5
Transformateur des Services Auxiliaires (TSA)	1
Couplages de Barres (CB)	1
Transformateur de Potentiel (TP)	1

Equipements des cellules sous enveloppe métallique

1. Sectionneurs et dispositifs de mise à la terre

Les sectionneurs doivent répondre aux recommandations de la CEI 62271-102.

Les sectionneurs de jeu de barres doivent être à commande manuelle, par levier et poignée avec verrouillage. Les sectionneurs de barres doivent être verrouillés par câblage avec la cellule d'arrivée du transformateur de puissance pour éviter toute mise à la terre d'un jeu de barres sous tension. La tenue aux courts-circuits en position fermée correspondra au niveau de tenue du tableau.

Les sectionneurs de terre doivent être du type à enclenchement brusque. La fermeture d'un sectionneur de terre ne doit être possible que lorsque l'appareil de coupure de la cellule à laquelle il appartient est ouvert. La commande du dispositif doit être mécanique, locale, unique et verrouillable avec un cadenas dans les deux positions ouvert et fermé.

2. Disjoncteurs de puissance

Les disjoncteurs de puissance doivent être du type tripolaire à coupure dans le vide ou dans le SF6, à commande à accumulation d'énergie par ressort réarmé manuellement et à moteur électrique. Les disjoncteurs doivent être commandés localement par un commutateur « tourner-pousser-lumineux».

Des contacts auxiliaires doivent être prévus pour assurer les verrouillages et les signalisations. Au moins 4 contacts de réserve doivent être prévus.

La séquence nominale de fonctionnement doit être :

1. Pour les disjoncteurs raccordés à des câbles isolés : O - 3 min. - FO - 3 min. - FO Pour les disjoncteurs raccordés à des lignes aériennes : O - 0,3 sec. - FO - 3 min. - FO

Les transformateurs de mesure répondront aux recommandations de la CEI 61869.

3. Transformateurs de courant

Les transformateurs de courant répondront aux recommandations de la CEI 61869.
L'Entrepreneur du poste doit être responsable du choix des caractéristiques des transformateurs. Leur courant assigné et leur puissance, en particulier, doivent être coordonnés avec les caractéristiques des équipements raccordés. Les valeurs figurant sur les schémas sont données seulement à titre indicatif.

Les caractéristiques à respecter sont les suivantes :

1. Type monophasé à résine synthétique moulée
2. Courant secondaire assigné de 1 A.

La puissance de précision sera à déterminer par l'Entrepreneur, mais doit être au minimum 5 VA et 120 % de la charge calculée.

4. Transformateurs de tension

Les transformateurs de tension répondront aux recommandations de la CEI 61869.
L'Entrepreneur doit être responsable du choix des caractéristiques des transformateurs de tension et en particulier de la coordination de leur puissance avec les caractéristiques des équipements raccordés.
Les valeurs figurant aux schémas sont données seulement à titre indicatif.
Les caractéristiques à respecter sont les suivantes :

1. Type monophasé à résine synthétique moulée
2. Raccordement soit phase-terre, soit phase-phase
3. Branchement soit phase-terre, soit phase-phase
4. Tension secondaire : 100 V.

La puissance de précision doit être déterminée par l'Entrepreneur mais ne doit être pas inférieure à 20 VA.
Ces transformateurs doivent être munis de fusibles de protection placés dans la boîte de raccordement.

5. Pièces de rechange

Les Entrepreneurs doivent prévoir la livraison d'un jeu de pièces de rechange et d'outillage, nécessaire pour une maintenance normale sur une période de cinq (5) ans, comprenant mais non limitée à :

1. Un indicateur de présence de tension
2. Un transformateur de mesure de chaque type
3. Cinq (5) lampes, fusibles et mini-disjoncteur de chaque type
4. Un kit de maintenance pour disjoncteur MT
5. Un jeu d'outils et instruments pour la manutention du gaz SF 6 .

Les équipements de sécurité sont indiqués dans la liste des équipements et mobilier du bâtiment de contrôle-commande.

Essais en usine

6. Essais d’étanchéité au gaz SF6
7. Essais de fonctionnement mécanique et de vérification des dispositifs des verrouillages fonctionnels

8. Vérification du fonctionnement des disjoncteurs MT
9. Essai de déclenchement fusible
10. Vérification du schéma électrique et de la documentation
11. Contrôle visuel du matériel
12. Contrôle des vitesses de manœuvre
13. Essais de mesurage de la résistance du circuit principal
14. Essais diélectriques à fréquence industrielle sur le circuit principal HT
15. Essais diélectriques à fréquence industrielle sur le circuit BT
16. Vérification du fonctionnement des sectionneurs de terre
17. Vérification de l'ordre des phases et des indicateurs de signalisation de la présence de tension
18. Vérification des alarmes sonores
19. Essais du compartiment basse tension en accord avec le schéma électrique

1. Câbles MT et BT et Accessoires

Normes et standards
Les câbles spécifiés dans cette spécification technique doivent être fabriqués, testés et doivent être conforme avec les dernières éditions et les amendements des standards CEI/IEC et ISO applicables, incluant :
IEC 60085 - Electrical insulation – Thermal evaluation and designation
IEC 60228 - Conductors of insulated cables
IEC 60287 - Câbles électriques – Calcul du courant admissible
IEC 60331 - Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity
IEC 60332 - Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
IEC 60364 - Low voltage electrical installations
IEC 60445 - Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors.
IEC 60502 - Câbles de puissance à isolation extrudée de 1 à 30 kV
ISO 9001 - Quality management system - Requirements

Fiches techniques
Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques des câbles moyenne tension sont spécifiées.
Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques des câbles basse tension sont spécifiées.
Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Documents à soumettre
Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.
Les informations et documents suivants doivent être fournis :

Les fiches techniques qui incluent :
1. La tension nominale ;
2. La tension maximale en continu ;
3. Le courant nominal ;
4. Le courant de court-circuit maximal ;
5. Les températures d'opération maximale et minimale ;

6. Les caractéristiques électriques (impédances, capacitances, etc.);

7. Les caractéristiques physiques.

Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

1. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;

2. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées ;

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître d'Ouvrage sur demande :

1. Les bulletins descriptifs ;

2. Les fiches de produits

Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :

1. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;

2. La liste recommandée de pièces de rechange ;

3. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents finaux suivants doivent être fournis à des fins de documentation :

1. Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;

2. Les rapports d'essais en usine certifiés ;

3. Les plans et les informations d'installation

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications

Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Généralités

Rappel : L'Entrepreneur doit s'assurer que les cheminements câbles MT et BT doivent séparés conformément aux normes en vigueur.

Caractéristiques générales des câbles MT

Les câbles électriques MT seront utilisés pour les liaisons suivantes :

1. Entre le transformateur HT/MT et la cellule « arrivée » du transformateur MT du poste intérieur MT : section 630 mm² Alu
2. Entre la cellule MT départ TSA et le transformateur des services auxiliaires TSA : section recommandée 240 mm² Alu
3. Entre la grille MT départ BPN et la bobine de point neutre : section recommandée 240 mm² Alu
4. Entre la bobine de point neutre et la résistance de neutre : section recommandée 240 mm² Alu
5. Entre cellule couplage et cellule pont de barres : section recommandée 630 mm² Alu.

Ils doivent être du type N2XSY, de type unipolaire, à conducteur en Alu avec une gaine de protection extérieure en PVC résistant :
1. À la pénétration de l'eau,
2. Au rayonnement solaire,
3. Aux bases et acides,
4. Aux dégâts causés par les insectes, rongeurs et champignons.

Les câbles doivent être posés en une seule longueur, sans raccord.
Les câbles seront posés dans des caniveaux à câble ou à l'air libre pour les remontées au support d'arrêt des lignes aériennes ou transformateurs de puissance.

Le câble N2XSY est auto extinguible et ignifuge conformément aux normes VDE 0482-332-1-2 et CEI 60332-1.

Les câbles doivent être dimensionnés pour le courant nominal permanent et le courant de court-circuit dans les limites de température spécifiées et selon les critères et considérations détaillés dans les spécifications.
Les caractéristiques des câbles à poser dans les postes sont données dans les fiches techniques.

Accessoires d'extrémité MT
Les câbles sont raccordés au compartiment HT du poste MT intérieur au moyen d'extrémités de câbles du type rétractable pour installation intérieure.

Des connexions de plusieurs câbles et de différentes sections doivent pouvoir être possibles. La taille et le nombre des boîtes d'extrémité doivent être coordonnés avec le nombre et la section des câbles employés. Elles seront de même tension assignée que le câble sur lequel elles seront installées.

Les boîtes d'extrémité pour le raccordement des câbles aux transformateurs seront du type extérieur. Toutes les boîtes d'extrémité seront fournies avec tous leurs accessoires (cosses de raccordements et manchons adéquats).

Câbles BT
Tous les câbles à basse tension doivent être de tension spécifiée 0,6/1 kV à âme cuivre câblée de classe 2 pour des sections de 1,5 mm² à 120 mm² inclus.
Ils doivent être en âme en cuivre, blindage cuivre et de type sémi rigide.

Les conducteurs doivent être isolés au polyéthylène réticulé chimiquement (PRC) pour les câbles de puissance.

Les câbles des circuits à courant continu doivent être tous munis d'une protection contre les perturbations électromagnétiques. Cette protection doit être réalisée par une gaine continue en cuivre du type annelé permettant le cintrage des câbles.
En ce qui concerne les circuits en courant alternatif, leur emploi est également obligatoire, sauf, pour certains circuits d'alimentation auxiliaire tels que chauffage, éclairage.
Les câbles doivent permettre les liaisons suivantes :

Circuits alternatifs auxiliaires :
1. La liaison entre le ou les transformateurs d'auxiliaires et le tableau des services auxiliaires,
2. Les liaisons relatives aux services généraux (alimentation des aéroréfrigérants, chauffage, éclairage, maisons d'astreinte, etc.),
3. L'alimentation des tranches.

La connexion entre le transformateur des services auxiliaires et le disjoncteur BT ou le jeu de barres existant sera assurée par câbles mono ou triphasés isolés au polyéthylène réticulé chimiquement (PRC).

Circuits alternatifs de mesure :
La liaison entre les réducteurs de mesure et les équipements tels que protections, automates, appareils de mesure situés soit dans les bâtiments de relayage, soit dans le bâtiment de service.

Circuits continus :
1. Les liaisons entre les équipements situés dans le bâtiment de service,
2. Les liaisons entre les équipements situés dans les bâtiments de service et l'appareillage HT.

1. Qualimètre

Fourniture et Installation des qualimètres sur les départs à caractères industriels et sur certaines arrivées transformateurs

Fourniture des qualimètres mobiles avec tous les câbles de raccordement pour la gestion des opérations d'exploitation de son réseau.

Fiche techniques

Normes pour la qualité des mesures	IEC 61000-4-30 Class A
Fonctions	Indicateur de mesure et enregisteur PQ
Normes pour les flicker	IEC 61000-4-15
Normes pour les valeurs de tension	EN 50160
Input (V,I)	4 , 4
Fault recorder	Oui – Enregistrement des données de perturbographie sous format COMTRADE

Synchronisation de temps	Par NTP (Network Time Protocol) et par liaison série
Alimentation	48-127 VDC
Protocole de communication	IEC-61850 / Modbus
Export des données	Oui les données doivent être exportables par CSV minimum
Ecran LCD	Oui l'équipement doit disposer d'un écran LCD pour la lecture des informations et des courbes
Trigger	RMS-Level et Binary
Memoire	Minimum 2 GB
Binary Input	Oui
Binary output	Oui

2. Réseau de mise à la terre

Préambule
L'Entrepreneur aura la responsabilité du dimensionnement du circuit de terre et de sa justification par calculs.
Prévoir des conducteurs pour éviter le vol du cuivre.

Normes et standards
Les matériaux de mise à la terre spécifiés dans le présent document doivent être fabriqués et testés conformément aux dernières éditions et amendements des standards CEI et ISO applicables incluant :
ASTM B8 - Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors Hard Medium-Hard.
ASTM 833 - Standard Specification for Tinned soft or annealed Copper wire for electrical Purposes.
IEEE 837 - Standard for Qualifying Permanent Connections Used in Substation Grounding.
IEEE Std. 80 - IEEE guide for safety in AC substation grounding materials materials.
ISO 9001 - Quality management systems - Requirements

Les standards supplémentaires applicables sont les standards ISO, DIN/VDE, CENELEC, BS et Américains ou des standards spécifiques nationaux listés ci-haut, si aucun standard CEI/IEC pertinent n'existe ou s'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles dans les standards CEI/IEC et/ou s'il est demandé explicitement dans le présent standard.
L'Entrepreneur doit fournir avec son offre des certificats valides qui prouvent que les manufacturiers et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les manufacturiers qui n'ont pas suffisamment d'expérience dans la fabrication, l'installation et les essais d'appareillage GIS tel que spécifiés et/ou qui ne sont pas certifiés ISO 9001 et qui ne sont pas conformes aux certifications RoHS ne seront pas acceptés.

Les standards listés ci-dessous sont d'une importance particulière pour la documentation.
IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
IEC 61082-1 - Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules.
IEC 61131 - Programmable controllers
IEC 61355 - Classification and designation of documents for plants, systems and equipment

IEC 61506 - Industrial-process measurement and control - Documentation of application software
IEC 62023 - Structuring of technical information and documentation
IEC 81346-1 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules
IEC 81346-2 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 2: Classification of objects and codes for classes
IEC 81714 - Design of graphical symbols for use in the technical documentation of products
ISO 5457 - Technical product documentation - Sizes and layout of drawing sheets
ISO 7200 - Technical product documentation - Data fields in title blocks and document headers
ISO 14617 - Graphical symbols for diagrams

Documents à soumettre
L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des matériaux de mise à la terre et en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.
Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations et documents suivants doivent être fournis :
1. Une liste de plans ;
2. La liste de composants ;
3. Les informations sur les accessoires ;
4. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
5. Les fiches techniques du produit ;
6. La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur.

Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

<u>Assurance Qualité :</u>
7. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
8. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées ;

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître d'Ouvrage sur demande :
9. Les bulletins descriptifs ;
10. Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit également être incluse avec l'équipement à l'expédition.
Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :
11. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
12. La liste recommandée de pièces de rechange ;
13. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents suivants doivent être fournis à des fins de documentation :
14. Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
15. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
16. Les plans et les informations d'installation ;

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications
Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

1. Circuit de terre

Fiches techniques
L'Entrepreneur doit fournir avec sa soumission les fiches techniques avec les informations suivantes :

17. Le nom du fournisseur et le pays d'origine des matériaux ou des équipements ;
18. Le type, la désignation ou le numéro de catalogue des matériaux ou des équipements ;
19. Les caractéristiques principales et les particularités ;
20. Les standards applicables ;
21. Les données qui confirment la conformité avec les exigences de cette spécification ;
22. Le numéro du rapport d'essais types ;
23. Les dimensions et la masse ;
24. Les informations spécifiques pour le transport, l'emballage et la manutention ;

Ces informations devraient également inclure :

25. Les informations relatives aux produits dangereux ;
26. Les dessins, la littérature technique, les vues en coupe, les descriptions, etc.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Critères de dimensionnement d'une prise de terre
La conception des installations de mise à la terre doit répondre à 9 exigences :

27. Résister aux contraintes mécaniques et à la corrosion,
28. Supporter, d'un point de vue thermique, le courant de défaut le plus élevé calculé,
29. Limiter les perturbations apportées aux ouvrages tiers et aux installations électriques,
30. Assurer la sécurité des personnes vis à vis des tensions apparaissant sur les installations de mise à la terre lors du défaut terre,
31. Assurer la fiabilité de l'ouvrage vis-à-vis de la foudre.

Les paramètres pertinents pour le dimensionnement des installations de mise à la terre sont :

32. La valeur du courant de défaut,
33. La durée du défaut,
34. Les caractéristiques du sol,
35. La distance vis à vis des ouvrages tiers ou des personnes.

Définitions
Tension de pas : La tension de pas est la différence de potentiel entre 2 points à la surface du sol, séparés par une distance de un pas, que l'on assimile à un mètre, dans la direction du gradient de potentiel maximum.
Tension de toucher (ou de contact) : La tension de toucher (ou de contact) est la différence de potentiel entre une structure métallique mise à la terre et un point situé à la surface du sol, à une distance égale à la distance que l'on peut atteindre, soit approximativement 1 mètre.

Sécurité des personnes

Il convient de garantir la sécurité des personnes vis à vis de la montée en potentiel des installations de mise à la terre apparaissant lors de l'écoulement d'un défaut d'isolement à la terre. Le risque d'électrocution est lié non à la valeur de l'élévation du potentiel de terre, mais au courant traversant le corps humain. Afin d'assurer la sécurité des personnes, le concepteur de l'ouvrage devra déterminer les valeurs de tension de toucher et de tension de pas, ainsi que la valeur de l'intensité du courant traversant le corps humain d'après les modèles de calcul définis ci-dessous. La condition à respecter consiste à limiter le courant traversant une personne, à une valeur n'entraînant normalement aucun risque organique, lorsque cette personne est placée dans une position caractéristique correspondant à un lieu donné au moment du défaut. La valeur maximale de ce courant en fonction de la durée du défaut, est définie dans la publication CEI 60479-1.

Conséquences

Il est impératif que le réseau général de terre satisfasse aux conditions suivantes :

36. Le réseau général de terre est constitué de mailles reliant, sans interruption des conducteurs, les charpentes, les rails et les autres pièces métalliques susceptibles d'être mises directement sous tension, lors d'un défaut.
37. Aucun appareil de coupure n'est intercalé sur les conducteurs du réseau général de terre,
38. Les bornes de terre des transformateurs de mesure sont reliées au réseau général de terre,
39. Les sections des conducteurs du réseau général de terre sont calculées pour résister aux courants maximaux de court-circuit,
40. Les conducteurs de terre sont protégés contre les dégradations mécaniques, chimiques (corrosion due à l'agressivité du sol) ou électrolytiques (contact avec des métaux différents),
41. La section minimale des conducteurs de terre en cuivre est de 25 mm2, mais dans la pratique elle est plus importante et dépend de l'intensité de court-circuit à évacuer et de la durée d'élimination des défauts du poste.
42. Les connexions entre les conducteurs du réseau général de terre ou entre celui-ci et les pièces métalliques sont faites de manière à ne pas risquer de se détériorer et par suite de ne plus remplir leur rôle,
43. Les masses des appareils à relier à la terre doivent être reliées individuellement aux conducteurs du réseau général de terre. Deux masses simultanément accessibles à une personne doivent être reliées à un même conducteur de protection,
44. Dans les équipements à enveloppe métallique, l'assemblage par boulonnage ou soudage des charpentes, capots, cloisons d'une cellule peut être considéré comme assurant la continuité électrique.

Il est souhaitable que :

45. La superficie du polygone circonscrit au maillage soit au moins égale à 2500 m 2,
46. La résistance du réseau général de terre soit inférieure à 1 Ohm, pour des conditions saisonnières moyennes.

Géométrie du circuit

Le circuit de terre de protection est constitué par un réseau maillé en câbles nus.

Le maillage doit être assez serré pour limiter les tensions de pas et de contact à des valeurs non dangereuses pour le personnel. En général, dans les grands postes, un maillage lâche sur une grande surface serait suffisant pour écouler le courant de défaut ; il est néanmoins important de diminuer les dimensions des mailles aux points de forts gradients de potentiel de façon à diminuer les tensions de pas. C'est notamment le cas du point de raccordement des neutres MT et HTB.

Pour éviter qu'un appareil, par suite de la rupture d'un câble de terre, ne soit isolé du réseau général de terre, aucune connexion en antenne n'est admise pour la réalisation du circuit

général de terre, particulièrement une liaison la plus directe possible doit relier le coffret de déconnexion des TR au bâtiment de relayage correspondant.

Les conducteurs de terre sont reliés entre eux par des raccords appropriés.
Au cas où la résistance de terre du poste serait trop élevée, il est envisageable de relier ce circuit général de terre à des électrodes cylindriques (puits de terre) enfoncées à la périphérie du réseau de terre et sur une profondeur supérieure au dixième du diamètre du cercle circonscrit au réseau de terre.

Le calcul de la résistance de terre est systématiquement réalisé en tenant compte de la résistivité du sol (étude géologique et application de la méthode de WENNER). Avant le remblaiement des tranchées, un contrôle visuel ainsi qu'un relevé du réseau sont effectués.
Avant la mise en service du poste la résistance de la terre sera mesurée et elle devra être comprise entre 0 et 1 Ohm. L'entrepreneur devrait prendre les mesures correctives pour atteindre ce résultat.

Caractéristiques des conducteurs de terre

47. Nature

Les conducteurs sont des câbles nus, en cuivre recuit ou écroui.
L'utilisation de conducteurs en aluminium ou en alliages légers est strictement prohibée pour la réalisation des réseaux souterrains du fait de leur mauvaise résistance à la corrosion due à l'acidité des sols ou de certains types de ciments.
La réalisation du circuit de terre est telle que tout contact, même accidentel, avec un métal différent susceptible de provoquer une corrosion électrolytique, est impossible.

48. Forme géométrique

La forme cylindrique des conducteurs de terre est celle qui conduit au plus petit périmètre à section égale, donc à la moins grande facilité d'écoulement du courant. Mais la résistance de terre d'une longue électrode dépend très peu de son diamètre ; il est donc inutile de s'écarter de la forme cylindrique qui est mécaniquement la plus robuste, économiquement la moins chère et surtout la plus facile d'emploi (connexions aisées, rayon de courbure favorable à la mise en œuvre...).

49. Nombre

Le raccordement d'un équipement à la terre s'effectue au moins par un câble formant une boucle ininterrompue du circuit et offrant donc au courant de défaut au moins 2 voies d'écoulement.

50. Section

Les valeurs suivantes sont retenues :

Tableau 19 : Section pour réseau de malt

Choix des sections des câbles de terre					
Icc²(kA)/t(s)	20/0.7	20/2.0	31.5/0.8	40/0.25	63/0.25
Section (mm²) Installée	74.9	74.9	116	146	182

51. Dispositions particulières

Le sol se comporte comme une résistance quasiment pure à l'égard de la plupart des phénomènes électriques. Ce n'est que dans le cas de la conjugaison d'une résistivité

extrêmement grande et de fréquences très élevées ou d'ondes de choc à front très raide que la capacité du sol peut intervenir.
En vue de diminuer le couplage électromagnétique entre les câbles B.T. et le matériel H.T., il est nécessaire de protéger des câbles B.T. par une gaine métallique mise à la terre aux deux extrémités du câble afin de :

1. Diminuer la surface de la boucle formée par la gaine des câbles et le circuit de terre qui sert de conducteur de retour lors d'une surtension de manœuvre,
2. Limiter, en cas de défaut, le courant circulant dans la gaine des câbles,
3. Éviter de réaliser deux tranchées différentes.

Il est fortement conseillé d'enfouir le plus souvent possible les conducteurs de terre sous la filerie B.T. enterrée ou en caniveaux. Ceci conduit à poser le câble de terre à 0,80 m de profondeur. Dans le premier cas les câbles B.T. sont enterrés à 0,50 m de profondeur ; dans le deuxième cas les caniveaux de câbles B.T. sont installés dans la tranchée ainsi constituée, conformément aux dispositions retenues pour les niveaux d'arasement.

Il est à noter que l'épaisseur de terre séparant le câble de terre de la filerie B.T. doit être au moins de 0,30 m de façon que la résistance de terre du câble ne soit pas trop augmentée et aussi de façon à éviter que l'échauffement du conducteur de terre ne détériore la filerie B.T.

Afin d'améliorer la répartition des courants H.F. dans les têtes de cellules, il convient d'une part de resserrer le maillage du circuit de terre à cet endroit et d'autre part de relier au réseau de terre chaque châssis support d'appareillage H.T. par deux boucles fixées sur des pieds diagonalement opposés, les 2 conducteurs d'une même boucle formant entre eux un angle d'environ 90°. Ces dispositions sont précisées sur les plans guide "Principe MALT".

Enfin, pour limiter les surtensions transmises par les jeux de barres et les transformateurs de tension de barres, les bornes de terre des T.T. doivent être reliées directement entre elles par un câble de terre.

52. Connexions entre les circuits de terre et les différents éléments du poste

Pour que les courants de défaut aient le plus grand nombre possible de chemins d'écoulement, il est nécessaire de connecter entre eux les circuits de terre des différents niveaux de tension d'un même poste.
Cette connexion doit être faite par au moins trois câbles de terre, ceux–ci étant éloignés le plus possible les uns des autres.

Un câble de terre sera mis en place :

1. Sous les caniveaux collecteurs entre chaque échelon de tension et le bâtiment de commande,
2. Sous les câbles basse tension des liaisons entre Transformateur ou Autotransformateur et le bâtiment de relayage correspondant.

Les pylônes situés à l'intérieur de la clôture seront reliés à la terre du poste.

53. Raccordement dans le sol ou des interconnections de réseau de MALT en soudure aluminothermique ou fusion thermique

L'Entrepreneur peut prévoir dans son offre technique la réalisation de dérivation (interconnexion) de câbles de malt en méthode de soudure aluminothermique ou fusion thermique comme alternative aux raccords de dérivation de circuits de terre (sertissage). L'Entrepreneur décrira sa méthode ainsi que son mode opératoire dans son offre technique.

L'aluminothermie est un principe chimique qui permet la production de hautes températures, par une réaction dite exothermique, c'est-à-dire qu'elle produit de la chaleur. Cette réaction est obtenue sur les métaux au moyen d'aluminium en poudre, et est déclenchée par la

combustion d'une mèche de magnésium, que l'on met à feu par une étincelle ou une flamme. Une fois amorcé, ce processus ne peut être stoppé, et doit aller à son terme par la combustion complète des métaux mis en œuvre. L'apport d'eau, ou même l'immersion complète, ne peuvent s'opposer à cette réaction.
La température obtenue est supérieure à la température de fusion des métaux utilisés et approche leur température d'ébullition. Ainsi elle peut atteindre de 1800 à 3500 °C selon le métal ou l'alliage exposé à la réaction.

L'aluminothermie permet la fusion entre les métaux, cette propriété est notamment utilisée pour des applications industrielles.
L'Entrepreneur devra réaliser toutes les jonctions en technique Aluminothermie pour les réseaux de MALT situés dans le sol dans le cas d'interconnexions ou de prolongements et réseau de MALT.

54. Raccordement des équipements au réseau de terre

Les charpentes principales, les châssis supports d'appareillage et, d'une façon générale toutes les masses métalliques sont reliées à au moins une boucle ininterrompue du réseau de terre souterrain.
Ce raccordement est réalisé par l'intermédiaire d'un sabot de terre à ailettes, placé juste au–dessus du sol, à partir duquel peuvent être tirées des antennes aériennes. Dans le cas où un sabot ne suffit pas, on peut installer un plat de cuivre de section identique au circuit général de terre sur lequel peuvent être fixés plusieurs sabots de terre.

Lorsque les appareils sont montés sur châssis supports fixes, la mise à la terre des cuves et châssis d'appareils peut se faire par l'intermédiaire du châssis support, étant entendu qu'il est nécessaire d'assurer un contact électrique satisfaisant entre celui–ci et les appareils supportés.
Lorsque deux boucles du réseau de terre sont en attente de leur châssis support futur, il convient de les shunter électriquement entre elles.

Nature et section des conducteurs de raccordements aériens :

55. Ces conducteurs sont des câbles en cuivre recuit ou écroui. Il n'y a pas lieu d'utiliser des câbles de terre munis d'une gaine isolante.

Lorsque les conducteurs de raccordement sont susceptibles d'être parcourus par le courant de court– circuit, ils ont la même section que les câbles du réseau de terre souterrain. Lorsqu'il s'agit uniquement d'assurer une mise au potentiel d'un appareil, des câbles de section plus réduite sont utilisés dans la mesure où cette section n'est pas inférieure à 25 mm².

56. Fixation des câbles le long des charpentes

La fixation des câbles le long des charpentes est nécessaire pour deux raisons :

1. Le câble doit être convenablement positionné et maintenu le long de la charpente,
2. Le câble doit être éloigné de la charpente pour que le contact charpente–câble cuivre ne provoque pas de corrosions électrolytiques.

57. Transformateurs de tension

Pour minimiser le niveau des perturbations à haute fréquence transmises aux bornes secondaires des transformateurs de tension, la borne P2 de l'enroulement primaire est placée dans le coffret de raccordement de l'appareil à l'intérieur duquel est réalisée la liaison P2 masse terre. Il suffit donc de raccorder la prise de terre du coffret au réseau général de terre.

58. Transformateurs de courant

Le coffret basse tension de l'appareil qui contient la borne de mise à la terre S2 doit être relié le plus directement possible au réseau général de terre.

59. Transformateurs combinés de mesure

La borne P2 de l'enroulement primaire du circuit tension est placée dans le coffret de raccordement "tension". A l'intérieur de celui–ci est réalisée la liaison P2 - masse terre. Cette prise de terre est raccordée directement au réseau général de terre.
La prise de terre du coffret "courant" est raccordée sur le circuit direct P2 - circuit général de terre.

60. Disjoncteurs 90 kV

Leur mise à la terre se fait par l'intermédiaire du châssis, l'installation d'un shunt de section convenable, n'est à prévoir entre le socle du disjoncteur et le châssis que si l'un des deux ou les deux sont peints.

Pour permettre la mise en place des terres pour travaux lors de l'intervention sur ces disjoncteurs, il est nécessaire de disposer de deux conducteurs de terre perpendiculaires à l'axe des pôles de disjoncteurs, de part et d'autre de ceux–ci. Chacun de ces conducteurs est fixé à la base du châssis de l'appareil par des sabots de terre à ailettes.

Les constructeurs des disjoncteurs assurent l'éclissage électrique des éléments complémentaires et des différents supports d'un même pôle de disjoncteur.

61. Masses des transformateurs de puissance

Pour assurer le fonctionnement correct de la protection de cuve des transformateurs de puissance, les dispositions suivantes doivent être prises pour raccorder les transformateurs au réseau général de terre :

62. La cuve étant isolée des galets et des rails, s'il y en a, ceux–ci doivent être reliés directement au circuit de terre ;
63. Le T.C. masse cuve est isolé de cette dernière : la borne S2 et la masse de ce T.C. doivent donc être mises à la terre par une connexion séparée ;
64. La prise de terre des transformateurs doit être reliée au plus près du circuit général de terre (longueur de connexion inférieure à 5 m) : cette connexion est faite au travers du T.C. masse cuve;

Pour les transformateurs dont la tension la plus élevée est supérieure ou égale à 225 kV, les armoires de réfrigération et du régleur sont reliées au circuit de terre séparément si l'armoire de réfrigération n'est pas montée sur la cuve ou par une seule connexion si elle est portée par la cuve.

Pour les transformateurs dont la tension la plus élevée est inférieure ou égale à 100 kV, l'armoire de réfrigération est raccordée directement à la terre.

65. Neutre des transformateurs de puissance

La connexion venant de la borne du neutre du transformateur, directement, est isolée par rapport aux masses et descendue jusqu'à un point de connexion avec le réseau maillé, dans un tube isolant allant du niveau du sol jusqu'à une hauteur de 2,25 m. Le raccordement de cette connexion au réseau maillé qui doit être accessible se fait dans un regard protégé par une dalle. A ce point de raccordement doivent aboutir au moins deux mailles (soit quatre conducteurs) du réseau général de terre.

Le conducteur de raccordement du neutre à la terre doit avoir une section permettant d'écouler le courant maximal de défaut.

66. Sectionneurs

Les couteaux de mise à la terre des sectionneurs de ligne doivent être reliés au socle du sectionneur par une tresse de cuivre. Le socle est lui–même relié au circuit de terre par une connexion directe.

Dans le cas de sectionneurs dont la manœuvre est normalement commandée à distance, à partir du tableau de commande du poste par exemple, il n'y a pas lieu d'installer des caillebotis fixes devant les coffrets de commande locale de ces appareils, il est alors prévu la fourniture d'un caillebotis mobile qui est utilisé lors d'une manœuvre locale exceptionnelle.

67. Parafoudres-éclateurs

Les bornes de terre des parafoudres et des éclateurs doivent être reliées à la terre des masses.
Les caractéristiques (forme, étendue, etc.) de la prise de terre des parafoudres doivent être prévues pour écouler les surtensions d'origine atmosphérique telles qu'elles sont écrêtées par le parafoudre, ainsi que les surtensions à 50 Hz.

Les cas généraux de raccordement des parafoudres au réseau de MALT sont traités ci-dessous :

1. Parafoudres sur charpente monopode : raccordement direct de la borne de terre par un câble de cuivre nu au sabot de MALT en pied de charpente et sur lequel est raccordée la boucle de remontée du réseau général de terre.
2. Parafoudres sur ou sous le portique d'ancrage (cellule existante sans possibilité d'installer les parafoudres au sol) : réalisation d'une boucle en câble cuivre nu sur le portique (poteau - poutre - poteau) se raccordant aux sabots de MALT en pied de poteaux. Chaque parafoudre sera raccordé à cette boucle par l'intermédiaire d'un raccord en C serti.
3. Parafoudres de phase sur les transformateurs : ces parafoudres (à oxyde de zinc) sont raccordés par un câble de cuivre nu à la cuve du transformateur.

68. Transformateurs triphasés, Transformateur services auxiliaires

Les cuves des transformateurs 225/30 kV sont mises à la terre à travers un T.C. appelé TC Masse cuve.
Le neutre, lorsqu'il est relié à la terre, l'est à travers un T.C.
Le neutre des enroulements primaires des transformateurs triphasés 225/30 kV seront mis à la terre à travers un T.C.
Dans tous les cas, la cuve des transformateurs de services auxiliaires (TSA) est mise directement à la terre.

69. Neutre des circuits MT et BT

Les neutres de ces circuits peuvent être reliés au circuit général de terre et il est alors conseillé de le faire si les réseaux ne s'étendent pas en dehors du poste ou si la résistance du circuit de terre est au plus égale à 1 Ohm pour des conditions saisonnières moyennes.

<u>Neutre MT :</u>
Des bobines de points de neutre sont reliées à une cellule MT du poste tampon pour générer le point neutre, de plus une résistance de neutre sera installée au point neutre généré par la bobine de point neutre.
Les résistances de neutre seront équipées de bloc résistance, et en sortie d'un TC que l'on nomme TC neutre. Le TC Neutre sera raccordé à la terre du poste.

<u>Neutre BT :</u>
Au secondaire des TSA 30/0,4kV, le neutre BT sera raccordé directement à la terre.

70. Portails métalliques

Le portail devra être raccordé au réseau de terre. La mise à la terre peut s'effectuer de deux façons :

1. Création d'un réseau de terre indépendant du réseau de terre du poste. Pour obtenir un réseau de terre indépendant, le réseau indépendant doit se trouver à une distance de 5ml du réseau de MALT du poste.

2. Raccorder le portail du poste au réseau de terre du poste, et mettre en œuvre une boucle de terre (en câble cuivre nu, ou caillebotis) sous le portail pour permettre de créer une zone équipotentielle afin de protéger les utilisateurs contre le risque de tension de contact et pas.

71. Liaisons entre demi–rames

Bornes secondaires des Tr H/MT vers Cellules Arrivées Transfo :
Les écrans sont reliés et mis à la terre en passant par un TC Tore au niveau du TR. Côté cellule arrivée Transfo, les écrans sont isolés de toutes masses et reliés entre eux.

Cellules Couplage et pont de barre :
Les écrans sont mis à la terre au niveau de chacune des extrémités du câble, sur le collecteur de terre des tableaux, relié à ses deux extrémités au circuit de terre du bâtiment.

Cellules Départs :
Les écrans des câbles sont raccordés au collecteur de terre des tableaux.

Mise en œuvre des raccords pour circuit de terre

72. Généralités
Devant les différents modes d'assemblages des raccords pour circuit de terre, il est apparu nécessaire d'apporter des précisions sur les résultats à obtenir et sur les dispositions et l'outillage à mettre en œuvre pour réaliser ces assemblages.

Les connexions et les raccords essentiellement utilisés sont en alliage de cuivre.

73. Montage des raccords
Il est impératif de se conformer aux instructions de montage des constructeurs de raccords, ces documents sont habituellement fournis pour chaque livraison de matériels et à défaut aux recommandations présentées ci- après.

L'assemblage des raccords s'effectue principalement de quatre manières :

1. Raccordement boulonné avec une plage. Ce type est principalement utilisé pour le raccordement des raccords et connexions aux bornes des appareils.
2. Raccordement boulonné tube raccord pour tube, il permet le raccordement et/ou la fixation des connexions réalisés en tube.
3. Raccordement par compression, il est utilisé pour le raccordement des câbles et s'effectue par l'intermédiaire des cosses, de manchons de dérivation. Il est réalisé par compression du raccord sur la partie de câble concerné.
4. Raccordement par étriers câble - raccord pour câble, ce type est utilisé pour la fixation ou la tenue mécanique de la connexion (ex : serre câble sur charpente...). Dans certains cas, il peut assurer également un contact électrique (ex : sabot de terre nu ou à ailettes, …).

74. Mise en œuvre
La réalisation de ces assemblages vise à obtenir le meilleur contact et le plus grand soin doit être apporté lors du montage.

Le but est d'obtenir la résistance de contact la plus faible possible et de la conserver durablement dans le temps, quels que soient les régimes de fonctionnement et les modes d'exploitation.
La réalisation d'un mauvais contact conduit à un échauffement lors du passage du courant, à une oxydation des pièces en contact et, à terme, à la destruction partielle ou totale d'une ou des deux pièces assemblées.

Indépendamment des matériaux des raccords et connexions utilisés, on note l'importance de la mise en œuvre pour l'obtention de contacts de bonne qualité. Dans tous les cas, il convient de se conformer aux instructions de mise en œuvre des fournisseurs de raccords.

Les descriptions de mise en œuvre ci-après ne sont que des exemples et sont données à titre indicatif à défaut d'instructions du fournisseur. En aucun cas, ces descriptions n'ont valeur de norme ou de spécifications, le résultat à obtenir étant des contacts ayant les plus faibles résistances possibles.

75. Raccordement boulonné avec plage

Matériel nécessaire :

1. Outil de brossage : brosse métallique (différente de celle utilisée pour le brossage des raccords aluminium),
2. Chiffons secs,
3. Clé dynamométrique,
4. Clé à pipe standard,
5. Pinceau,
6. Éventuellement mastic ou graisse d'étanchéité.

76. Préparation et nettoyage des contacts

Aucune préparation particulière n'est requise pour les raccords et les plages en bronze ou en cuivre.

Cependant, il est nécessaire d'éliminer les pellicules superficielles d'oxydes ou de couches étrangères, peu conductrices, et d'empêcher leur reconstitution.

Les surfaces de contact sont brossées à l'aide de la brosse métallique spécifique à cet usage. Cette opération est à effectuer sur toute la surface à assembler jusqu'à obtenir une surface de cuivre bien brillante.

L'outil utilisé pour le brossage ne doit servir qu'à ce genre d'opération. Il est nettoyé et rangé à l'abri des poussières.

Une légère couche définitive et régulière de graisse neutre (genre vaseline, épaisseur inférieure à 1 mm) est appliquée avec un pinceau. L'utilisation de cette graisse a pour but principal d'éviter une éventuelle pénétration d'eau entre les contacts.

77. Assemblage

Les deux surfaces à assembler sont préparées de façon identique. Elles sont assemblées sans attendre (15 minutes maximum). La boulonnerie est ensuite mise en place et bloquée au couple de serrage préconisé par approches successives et selon les séquences définies par le fournisseur du raccord. Il convient d'éviter soigneusement que la boulonnerie ne soit enduite de graisse, car sa présence modifierait la relation entre le couple de serrage et l'effort axial.

La graisse en excès sur le pourtour du contact est essuyée à l'aide d'un chiffon sec. Il est souhaitable de protéger les surfaces de contact contre les entrées d'eau qui peuvent se produire par la boulonnerie d'assemblage ou par des espaces existants (mêmes s'ils sont momentanément remplis par la graisse).

Pour ce faire, l'utilisation de mastic pâteux ou semi liquide insensible aux variations climatiques peut être recommandée.

78. Raccordement boulonné tube – raccord pour tube

Ce raccordement est habituellement utilisé pour la mise à la terre des neutres des transformateurs. Le mode opératoire décrit précédemment est à mettre en œuvre pour ce type d'assemblage. Dans tous les cas, il y a lieu de se conformer aux instructions de mise en œuvre et de montage prescrites par les fournisseurs.

Dans ces raccords, les boulons de brides maintenant le tube doivent être montés dans la mesure du possible en position verticale.

79. Raccordement par compression

Pour ce type de raccordement, il est nécessaire d'utiliser les matrices préconisées par le constructeur des raccords et de se conformer aux instructions de montage.

Le mode opératoire est aussi partiellement à mettre en œuvre pour ce type d'assemblage.
L'utilisation des raccords de dérivation ou de croisement pour conducteurs de terre (raccords type J ou K) doit être limitée autant que possible notamment lorsqu'ils sont enterrés après leurs mises en œuvre.

Le raccordement des câbles cuivre de mise à la terre sur les bornes filetées des appareils est réalisé à l'aide de cosses serties par rétreint hexagonal. Le verrouillage du serrage est assuré grâce à un contre–écrou.

80. Raccordement par étriers câble - raccord pour câble

Le raccordement des boucles du circuit général de terre sur les charpentes et les châssis supports d'appareils se fait exclusivement à l'aide de sabots de terre.

Les sabots de mise à la terre sont montés de façon que les rainures soient verticales. Pour un montage sur un châssis support en acier galvanisé ou métallisé au zinc ou en alliage d'aluminium, il y a lieu d'interposer des plaques bimétalliques entre l'embase du sabot et la charpente d'une part et entre le boulon et la charpente d'autre part. Une mince pellicule de graisse neutre (inférieure à 1 mm) est à appliquer entre les charpentes et les plaquettes bimétalliques afin d'éviter la pénétration d'eau.

Le montage des plaquettes bimétalliques doit être effectué, dans la mesure du possible, de façon à éviter le ruissellement des sels de cuivre sur l'autre composant.

Les sabots de terre doubles ne doivent pas comporter plus d'une cale auxiliaire. Exceptionnellement ils peuvent être montés avec une ou deux encoches inutilisées : il convient, dans ce cas, d'y placer de petites longueurs de câble de cuivre afin d'assurer le passage normal du courant et réaliser le montage correct du raccord sans créer de contraintes de flexion sur la boulonnerie.

81. Couple de serrage

Il est rappelé que :

1. L'utilisation d'une clé dynamométrique ou à échappement est obligatoire (vérifier périodiquement son étalonnage),
2. Le serrage des boulons doit être effectué selon le couple indiqué par le Constructeur de raccords. A défaut de cette indication, les couples de serrage usuels ci-dessous peuvent être utilisés. Tout serrage supplémentaire est nuisible.

Chaque boulon ou étrier doit comporter un contre écrou pour verrouiller le serrage.

Installation et matériel de moyenne tension

On appelle « grille MT » le dispositif de raccordement entre les sorties MT du transformateur HT/MT et les équipements suivants :

82. Les rames MT,
83. Les réducteurs de mesure éventuels,
84. Les parafoudres MT.

Les écrans des câbles MT des liaisons entre le transformateur HT/MT et les disjoncteurs d'arrivées MT sont mis à la terre une seule fois "côté grille". Ainsi tout défaut de câble est éliminé par la protection masse grille (TC tore installé côté BPN, RDN, TSA).

L'écran des câbles reliant la cellule MT avec la bobine de point neutre et la bobine à une résistance de mise à la terre sera aussi relié à la terre en un seul point, côté bobine et

résistance. Une attention particulière devra être apportée dans le cas de connexion par prise de courant embrochable côté résistance (l'enveloppe semi– conductrice et l'écran du câble seront reliés).

Cette grille est dite isolée car les liaisons avec l'appareillage MT se font en câbles isolés et les raccordements de cet appareillage se font par prises de courant.

Les tronçons de barres entre les bornes MT du transformateur et les extrémités des câbles de liaison raccordés sur ces barres doivent être protégés contre les risques d'amorçage accidentel provoqués par la présence d'animaux (rongeurs et oiseaux) par l'une ou l'autre des solutions suivantes :

85. Gainage par des enveloppes thermo-rétractables de type RAYCHEM,
86. Utilisation de barres préfabriquées de type TIRESCA (fabrication Moser Glaser) avec revêtement externe en résine et capotage des raccords.

Pour toute intervention, les tubes de la grille sont toujours considérés comme des conducteurs nus (qu'ils soient gainés ou préfabriqués) ; de ce fait les distances de sécurité réglementaires sont toujours.

1. Protection contre la foudre

L'Entrepreneur aura à sa charge de réaliser une étude et la mise en œuvre d'une protection Foudre.
L'objectif de protéger les installations contre les chocs foudres directs.
Il s'agit dans le cas des postes de favoriser le passage du courant de foudre par un chemin qui le détourne du bâtiment ou des installations sensibles à protéger de la foudre.

Paratonnerre
Un paratonnerre est un appareil qui sert non pas à éloigner la foudre mais au contraire à attirer la foudre : sa présence augmente le risque de voir tomber la foudre sur le site qu'il doit protéger.

Principe de la protection contre la foudre par le paratonnerre :

87. Disposer, verticalement, sur ou à proximité du bâtiment à qui est destinée la protection foudre, une structure conductrice (tige de métal) reliée au sol par un conducteur de faible impédance afin de faire tomber la foudre sur un endroit choisit et non pas n'importe où sur l'installation.

Pour favoriser la capture du courant de foudre, l'extrémité haute de la tige est soit, effilée soit, équipée de systèmes à impulsions soit, de systèmes à étincelage.

L'efficacité de ces systèmes de protection contre la foudre tient à la présence d'une étincelle ou d'une impulsion juste au moment où le traceur foudre descendante est dans le voisinage du paratonnerre.
Il est dans l'esprit de tout un chacun, qu'un volume conique virtuel, dit de couverture, assure la protection contre la foudre de tout ce qu'il englobe. La hauteur de cette protection serait déterminée, par la distance entre le sol et l'extrémité de la pointe du paratonnerre. Sa base, couvrirait, dans le cas d'une tige simple, une surface circulaire dont le rayon est égal à la hauteur. Les autres pointes offriraient une couverture au sol encore plus grande. La comparaison entre les différentes techniques de paratonnerre n'est pas facile à imaginer, car même dans les pays très exposés, la probabilité qu'un coup de foudre tombe sur un paratonnerre, est beaucoup trop faible (environ 1 %) pour que des études comparatives puissent être menées.

Selon le modèle électromagnétique, aujourd'hui largement reconnu, la réalité de la protection foudre par paratonnerre serait assez différente. La zone de protection vis-à-vis de la foudre est en effet déterminée par une sphère de captation de la foudre dont le centre est l'extrémité du traceur et le rayon défini, de façon approchée, par la formule : R = 5 x I 2/3. Un coup de foudre moyen, 40 kA est donc capté par tout élément conducteur situé à environ 35 m de l'extrémité du traceur. Ce modèle indique que la zone de couverture (protection) ne dépend, ni la nature du paratonnerre ni de la hauteur à laquelle le paratonnerre est placé, mais seulement de l'intensité du choc de foudre.

Plus le coup de foudre est important, plus la zone protégée de la foudre est grande.

Cage de Faraday

Une cage de Faraday est un volume constitué de parois métalliques à l'intérieur duquel on est à l'abri des effets directs d'une décharge (foudre par exemple). On n'imagine pas de placer, pour obtenir une bonne protection contre la foudre, un bâtiment à l'intérieur d'une enveloppe métallique totalement fermée. Mais en appliquant à la cage de Faraday le modèle électromagnétique, on s'aperçoit que l'enveloppe n'a pas besoin d'être complète pour capter puis écouler le courant de décharge de la foudre à la terre. Cercler la construction avec des conducteurs, de préférence plats, espacés tous les 10m permet une protection du bâtiment contre la foudre pour tous les chocs de foudre supérieurs à 3 kA, ce qui est nettement suffisant pour une protection complète vis-à-vis de la foudre.

Ce dispositif par la multiplicité des descentes à la terre favorise la répartition des courants et réduit ainsi les risques de montée en potentiel liés à l'écoulement en un seul point.

Le principe de la cage maillée est aussi utilisé pour la protection contre la foudre des installations extérieures à des bâtiments et des postes AIS. On parle alors de câbles de garde. Il s'agit de câbles tendus en l'air soutenus par des poteaux espacés de 10 à 15 m et reliés à un réseau de terre maillé

1. Equipements CA et CC des services auxiliaires

Définitions

Les services auxiliaires regroupent les installations de production et de distribution de :

88. Courant alternatif à basse tension 230/400 V (TSA raccordés sur chaque rame MT)
89. Courant alternatif à basse tension 230/400 V (Groupe électrogène)
90. Courant continu 127 V pour le Contrôle-commande et les forces motrices,
91. Courant continu 48 V pour les équipements Télécom.

Dont il est nécessaire de disposer, pour assurer diverses fonctions directement liées ou non au fonctionnement des appareils à haute tension.

Normes et standards

Les équipements des services auxiliaires basse tension spécifiés dans le présent document doivent être fabriqués et testés conformément aux dernières éditions et amendements des standards CEI et ISO applicables incluant :

ANSI/NEMA PE 5 Utility Type Battery Charges.

ANSI/IEEE 1106 Recommended Practice for Maintenance, Testing and Replacement of Nickel-Cadmium Storage batteries for Generating Stations and Station-ary Substations.

CEI 60068* - Essais d'environnement (*toutes les sections applicables) ;

CEI 60255* - Relais électriques (*toutes les sections applicables) ;

CEI 60598* - Luminaires (*toutes les sections applicables) ;

CEI 60623 - Accumulateur alcalin ou autres accumulateurs à électrolyte non acide Éléments individuels parallélépipédiques rechargeables ouverts au nickel- cadmium ;

CEI 60715 - Dimensions de l'appareillage à basse tension ;

CEI 60947* - Appareillage à basse tension (*toutes les sections applicables) ;

CEI 61439* - Ensembles d'appareillages à basse tension (*toutes les sections applicables) ;
IEEE 1115 - Recommended Practice for Sizing Nickel-Cadmium Batteries for Stationary Substations.
ISO 9001 - Système de management de la qualité — Exigences.

Fiches techniques
Se référer aux fiches techniques dans lesquelles les caractéristiques des batteries d'accumulateurs sont spécifiées.

Les systèmes 48 VDC et 127VDC doivent inclure :
92. Colonnes UA 230/400V alternatives (unités auxiliaires Alt),
93. Colonnes UA 127V continu (unités auxiliaires 127Vdc),
94. Colonnes UA 48V continu (unités auxiliaires 48Vdc),
95. Deux batteries d'accumulateurs stationnaires 48 VDC,
96. Deux chargeurs 48 VDC (dont un de secours),
97. Deux batteries d'accumulateurs stationnaires 127 VDC,
98. Deux chargeurs 127 VDC (dont un de secours),

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Les batteries seront dimensionnées pour supporter les appels de courants des démarrages des équipements.

Documents à soumettre
L'Entrepreneur doit fournir un échéancier détaillé pour la conception, la fabrication, la livraison, l'installation et les essais des équipements des services auxiliaires B.T et en s'assurant que la séquence des tâches et la synchronisation sont compatibles avec l'échéancier global de construction.
Fournir la littérature, les spécifications et les fiches techniques relatives au produit et inclure les caractéristiques, les critères de performance, les dimensions physiques, les finis et les limitations du produit.

Les informations et documents suivants doivent être fournis :
99. Une liste de plans ;
100. La vue d'élévation et le poids ;
101. Les dessins des dimensions avec les vues avant, arrière et internes. Tous les dessins doivent indiquer ou identifier clairement toutes les composantes de la liste de matériel. Les dessins doivent indiquer les détails d'ancrage, l'entrée de câbles, les détails de construction, etc. ;
102. Les schémas c.a. tri filaires, les schémas des circuits de contrôle, de protection c.a. et d'alarme c. c. Les schémas doivent montrer les circuits internes des relais, les interrupteurs, les terminaux, et l'identification des bornes et des numéros de fil ;
103. La vue en plan ;
104. Les diagrammes schématiques ;
105. Les diagrammes des plaques signalétiques ;
106. La liste de composants ;
107. Les informations sur les accessoires ;
108. Les diagrammes logiques ou d'échelles des fonctions programmables du contrôleur ;
109. Les courbes d'opération des appareils de protection ;
110. La liste de la base de données des contrôleurs programmables, si applicable ;
111. La liste de programmation des contrôleurs programmables en format numérique, si applicable ;
112. La dimension permissible des terminaux de câbles ;
113. Les fiches techniques du produit ;
114. La liste de pièces de rechange, d'outils spécialisés et d'instruments de rechange

recommandés, incluant les numéros de matériel et les prix de vente en vigueur.

L'Entrepreneur doit fournir le détail complet des ancrages sismiques pour l'installation des équipements des services auxiliaires. Le fournisseur doit recommander les ancrages et montrer en détail la localisation des ancrages pour que le système d'ancrage rencontre les exigences applicables.
Les instructions du manufacturier : fournir les instructions d'installation du manufacturier et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

115. Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
116. Fournir les certificats signés qui certifient que les matériaux sont en conformité avec les critères de performance et les propriétés physiques spécifiées ;

Les informations suivantes sur le produit doivent être disponibles et envoyées au Maître d'Ouvrage sur demande :

117. Les bulletins descriptifs ;
118. Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du manufacturier. Une (1) copie de ces instructions doit également être incluse avec l'équipement à l'expédition.

Les manuels d'opération et d'entretien doivent inclure les informations suivantes :

119. Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
120. La liste recommandée de pièces de rechange ;
121. Les plans et les instructions d'installation.

Les documents finaux suivants doivent être fournis à des fins de documentation :

122. Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
123. Les schémas de filerie ;
124. Les rapports d'essais en usine certifiés ;
125. Les plans et les informations d'installation ;
126. La certification sismique et le détail des équipements d'ancrage.

Les plans finaux (tels que construit) doivent inclure les mêmes plans que les plans de fabrication et doivent inclure tous les changements apportés durant le processus de fabrication.

Qualifications

Le Manufacturier doit avoir produit des équipements électriques similaires pendant une période d'au moins dix (10) ans. Sur demande, une liste appropriée d'installations avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Besoins à satisfaire

L'ensemble des fonctions de services communs et des fonctionnalités liées à l'exploitation des équipements HT, MT, BT et Télécom.

Services à assurer

Ils comprennent :

127. Les services relatifs à l'alimentation de l'appareillage auxiliaire du matériel haute tension :
    1. Moteurs des disjoncteurs, des sectionneurs,
    2. Moteurs auxiliaires des transformateurs,
    3. Circuits de chauffage (anti-condensation), et éventuellement d'éclairage, des

coffrets et armoires du matériel extérieur.

128. Les services relatifs à l'alimentation des équipements de conduite et de contrôle des cellules haute tension :
    1. Équipements de contrôle (protections, automates),
    2. Équipements de conduite locale et à distance.
129. Les services relatifs à l'alimentation des équipements généraux :
    1. Équipements de télécommunications,
    2. Redresseurs,
130. Les services relatifs à l'alimentation des installations annexes :
    1. Circuits de force motrice, traitement des huiles,
    2. Éclairage des installations extérieures et des bâtiments,
    3. Chauffage des locaux,
    4. Pompes de puisards (éventuelles),
    5. etc.....

Degrés de sécurité d'alimentation

En ce qui concerne le degré de sécurité d'alimentation en énergie électrique, on distingue :

131. Les circuits qui doivent demeurer alimentés en toutes circonstances pour pouvoir assurer les fonctions essentielles pour la sécurité des ouvrages.

Ils comprennent :

132. Les équipements de conduite et de contrôle,
133. Les équipements de télécommunications.

Les circuits qui peuvent admettre un temps de coupure réduit, mais dont la défaillance prolongée est susceptible de provoquer des perturbations dans l'exploitation du poste.

Ils comprennent :

134. Les circuits d'éclairage du poste extérieur et des locaux industriels,
135. Les moteurs des disjoncteurs des sectionneurs et des régleurs en charge des transformateurs,
136. Les dispositifs de charge des batteries d'accumulateurs (redresseurs),

Les circuits dont la perte, bien que gênante, ne compromet pas dans l'immédiat l'exploitation de l'ouvrage.

Ils concernent :

137. La climatisation des bâtiments,
138. L'alimentation des appareils de manutention,
139. Le circuit force et de traitement des huiles,
140. Les résistances anti-condensation de l'appareillage HT,
141. Les circuits d'alimentation des aéroréfrigérants des transformateurs, qui doivent être impérativement alimentés si le transformateur correspondant est en service.

Consistance des services auxiliaires

Pour répondre aux critères définis ci-dessus, les services auxiliaires du poste comprennent schématiquement :

Les Unités d'Auxiliaires (UA) assurant la distribution des énergies et situées dans la salle de commande

142. Une UA courant alternatif 230/400 V,
143. Une UA courant continu 127 V « Contrôle-commande » ,
144. Une UA courant continu 48 V « télécommunications ».

Sources de courant alternatif

L'alimentation est assurée par 1 Transformateurs de Services Auxiliaires (TSA) et un groupe électrogène (dans le cadre de ce projet). Le transformateur sera raccordé à une cellule MT dédiée du poste tampon MT.

Les transformateurs de services auxiliaires sont de puissance de 250 kVA et les groupes électrogènes de puissance 160kVA (dimensionnement à confirmer par l'Entrepreneur lors de

des études "bilans de puissances" qui sont à sa charge), posés sur une fosse de rétention et équipé d'un capot BT, verrouillage et DGPT2.

L'UA alternatif comprend :

145. Un dispositif qui délivre une alarme lors d'un manque de tension sur l'un des TSA et fait permuter automatiquement l'alimentation, le cas échéant, sur le deuxième TSA ;
146. Un dispositif MAX de U qui permet d'isoler le disjoncteur amont (Disjoncteur BT du TSA).
147. Un tableau à un seul jeu de barres, qui assure la distribution de l'énergie sur plusieurs départs protégés par des disjoncteurs divisionnaires.

Contrôle des circuits et des disjoncteurs de l'UA Alternatif

Le châssis de permutation comprend un Voltmètre et un commutateur de choix des TSA, « normal » ou « secours ».

Deux relais de surveillance de la tension de chacune des sources génèrent une alarme « manque source UA » ; ces alarmes sont temporisées pour permettre l'accomplissement de cycles de réenclenchement réussis des départs alimentant les TSA et ne sont validées qu'en présence de tension HT. Un relais à manque de tension signale l'absence tension sur le jeu de barres de distribution ; il est temporisé pour ne pas signaler une absence fugitive due à un cycle de réenclenchement HT ou une permutation de sources.

Deux relais de MAX de U permettent de surveiller l'élévation de tension et génèrent une alarme "max de U source UA"; le réenclenchement automatique de la source sera temporisé d'une minute.

Tous les disjoncteurs sont munis de contacts de signalisation « à fermeture » sur déclenchement ; leur utilisation est donnée dans la tranche générale.

Contrôle des circuits 127 V

Le châssis de permutation comprend un Voltmètre et un commutateur de choix des redresseurs, « normal » ou « secours ».
Deux relais de surveillance de la tension de chacune des sources génèrent une alarme « manque source 127 V ». Un relais à manque de tension signale l'absence tension sur le jeu de barres de distribution 125 V et lance une permutation automatique vers l'autre redresseur secours.

Redresseurs 127 V

Les auxiliaires sont fournis avec 2 redresseurs 127 V dont les caractéristiques sont les suivantes :

148. Alimentation : 3x400 V+N
149. Tension de sortie : 127 V régulée à +/- 1 %
150. Régimes de charge : floating-égalisation-charge manuelle (sur batterie ouverte seulement
151. Limitation de courant : 1,05 x In
152. Filtrage : 0,1 %

Nota : Le dimensionnement est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études "Bilans de Puissances" qui sont à sa charge.

Contrôle des circuits 48 V

Le châssis de permutation comprend un Voltmètre et un commutateur de choix des redresseurs, « normal » ou « secours ».

Deux relais de surveillance de la tension de chacune des sources génèrent une alarme « manque source 48 V ». Un relais à manque de tension signale l'absence tension sur le jeu de

barres de distribution 48 V et lance une permutation automatique vers l'autre redresseur secours.

Redresseurs 48 V
Les auxiliaires sont fournis avec 2 redresseurs 48 V dont les caractéristiques sont les suivantes :

153. Alimentation : 3x400 V+N
154. Tension de sortie : 48 V régulée à +/- 1 %
155. Régimes de charge : floating-égalisation-charge manuelle (sur batterie ouverte seulement)
156. Limitation de courant : 1,05 x In
157. Filtrage : 0,1 %

Nota : Le dimensionnement est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études « Bilans de Puissances » qui sont à sa charge.

Sur batterie étanche : limitation du courant de charge et asservissement de la tension en fonction de la température ambiante (-3 mV/ °C/élément).

Batteries
On doit utiliser des batteries Plomb-Calcium de type PLANTE. Ces batteries permettent une réduction d'entretien et ont une durée de vie d'au moins 20 ans.
Les éléments de la batterie doivent être regroupés en blocs montés sur des châssis et placés dans un local dont l'accès est séparé du reste du bâtiment de service.

La réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumet à déclaration les ateliers de charge d'accumulateurs dont la puissance maximale de courant continu disponible pour cette opération est supérieure à 50 kW.

Cette puissance est obtenue en faisant le produit de la tension de charge d'égalisation (53V pour 23 éléments, 55 V pour 24 éléments, 133 V pour 58 éléments) par le courant conventionnel de charge (C/10, C étant le nombre qui exprime en Ah la capacité de la batterie en 10 heures) et la condition s'apprécie, pour chaque local indépendant, en sommant les puissances élémentaires de chaque batterie présentes dans le local.
Exemple : P = 53 x 400/10 + 53 x 600/10 = 5300 W pour une batterie de 23 éléments de 400 Ah et une batterie de 23 éléments de 600 Ah.
Sont considérés comme indépendants des locaux entre lesquels ne peut se propager un incendie et qui présentent donc, s'ils sont contigus ou très proches, des caractéristiques de réaction et de résistance au feu de type M0.

Nota : L'Entrepreneur a la charge du calcul de dimensionnement des batteries en fonction des puissances en régime normal et secouru.

Groupe électrogène
Le groupe électrogène doit être prévu pour démarrer automatiquement en cas de manque de tension et livré avec le commutateur automatique.

En cas de perte de l'alimentation principale 400 V, le disjoncteur d'arrivée réseau doit s'ouvrir, le groupe doit démarrer et être connecté automatiquement. Le groupe doit être déconnecté et s'arrêter automatiquement une fois l'alimentation normale rétablie et le disjoncteur d'arrivée réseau doit s'enclencher alors automatiquement.

Le groupe de secours doit être placé sur une dalle en extérieur à proximité du bâtiment de contrôle. Un réservoir de stockage du carburant diesel (d'une capacité minimale de 200 litres) doit être installé à l'extérieur. II doit avoir une capacité suffisante pour alimenter le groupe en

fonctionnement permanent à pleine charge pendant 24 heures. Le moteur diesel doit être alimenté par gravité. II doit être démarré par sa propre batterie (12 ou 24 V). La dalle sera conçue avec abri et grillage pour protéger l'accès et des intempéries.

Les caractéristiques du groupe diesel de secours sont données dans le tableau suivant :

Tableau 20 : Caractéristiques générales du groupe électrogène

Désignation	Abréviation
Type	Groupe avec diesel sur châssis avec capot insonorisé
Installation	Extérieure
Altitude	Inférieure à 1700 m
Moteur :	
Type	Diesel 4 temps
Vitesse	1.500 tr/min
Refroidissement	Par eau, radiateur externe
Démarrage	Démarrage sur batterie
Capacité en carburant	12 heures d'exploitation à pleine charge
Alternateur :	
Fréquence	50 Hz
Tension	400/230 V +/- 10 %
Puissance nominale	70 kVA
Présence d'un système d'insonorisation	Oui

158. Généralités

Les groupes électrogènes (auxiliaires transport et distribution) 400/230 V ± 10 % doit être fourni et comprendre :

1. Un moteur diesel de type 4 temps
2. Un alternateur avec excitation sans balais
3. Un système d'alimentation en fuel
4. Un tableau de contrôle-commande, indicateurs inclus
5. Un système de régulation automatique de vitesse
6. Un système de régulation automatique de tension
7. Les dispositifs de protection
8. Un système d'échappement
9. Un système d'insonorisation

Le groupe de secours doit être placé sur une dalle proche du bâtiment de commande. II doit avoir une capacité suffisante pour alimenter les charges suivantes :

10. Chargeurs de batteries
11. Eclairage du poste
12. Moteurs des disjoncteurs, des sectionneurs et des sectionneurs de terre
13. Résistances de chauffage anti-condensation

14. Toute alimentation supplémentaire essentielle au fonctionnement du poste

159. Moteur Diesel

Le moteur doit être du type à 4 temps, avec vitesse maximale de 1500 tr/mn. Il doit être de conception largement éprouvée et doit pouvoir fonctionner avec les carburants disponibles sur place.
Le moteur doit être directement couplé à l'alternateur, les deux appareils étant montés sur un socle métallique rigide comportant des supports anti-vibrations.

160. Equipement de démarrage

Le moteur doit être conçu pour un démarrage à froid par batterie. Le système de démarrage doit comporter une batterie de capacité suffisante pour permettre huit démarrages successifs sans recharge.
Un alternateur associé doit recharger automatiquement la batterie.

161. Système de refroidissement

Le moteur diesel doit être à refroidissement par eau en circuit fermé, avec radiateur et ventilateur attelé.
Un filtre à 2µm récupèrera les impuretés.
L'air de refroidissement et de combustion doit être prélevé à l'extérieur du local et soufflé par un ventilateur de type axial asservi au fonctionnement du groupe.
L'air chaud doit être refoulé à l'extérieur du local par une gaine équipée en son débouché extérieur d'une bouche à volets équilibrés.

162. Système d'échappement

Le système d'échappement des gaz brûlés doit comporter un silencieux avec brides d'extrémité, bouchon de drainage et regard. Le silencieux doit être dimensionné de telle sorte que le niveau de bruit ne dépasse pas 70 dBA à une distance de 10 m.

163. Système d'alimentation en fuel

La fourniture comprend un ensemble complet comprenant notamment :

1. N réservoir journalier d'une capacité de 200 litres (offrant une autonomie globale de 24h à pleine charge)
2. Les pompes de transfert de fuel, soit une pompe électrique et une pompe manuelle
3. Les tuyauteries, instruments sur tuyauteries et accessoires de raccordement

164. Régulateur de vitesse

Le régulateur doit être de type Woodward UG8 ou équivalent. La fréquence doit être maintenue à ± 1 %.

165. Alternateur et excitation

<u>Type et capacité :</u>

L'alternateur doit être de type synchrone à pôles saillants avec enroulements entièrement en cuivre, refroidi à l'air. Ses caractéristiques doivent être les suivantes :

1. Tension : 400/230 V, triphasé + neutre
2. Fréquence : 50 Hz
3. Puissance : selon le poste, à cos phi = 0,8 en service continu

166. Excitatrice et régulateur de tension

L'excitateur doit être de type à diodes tournantes, sans bagues ni balais, et être commandé par un régulateur statique.
Chaque ensemble alternateur excitatrice-régulateur doit être totalement autonome et indépendant de toute source extérieure. Le régulateur automatique de tension doit pouvoir maintenir la tension de sortie dans les limites définies ci-dessous :

1. ± 5 % de la tension nominale en régime établi
2. ± 15 % à la prise ou réjection de 100 % de la charge

167. Equipement de contrôle

Armoire de contrôle :

Une armoire de contrôle doit être fournie et installée dans le local du groupe électrogène. Cette armoire doit être équipée de tout l'appareillage nécessaire à la commande et à la supervision du groupe et de ses équipements auxiliaires et en particulier :

1. Les relais de protection électrique
2. Les relais d'automatisme
3. Les instrumentations
4. Les éléments de signalisation et d'alarme

168. Description

L'équipement doit comporter :

1. L'équipement de commutation automatique normal-secours
2. L'équipement de contrôle du démarrage avec interdiction de démarrage et alarme sur :

1. Niveau bas de d'eau de refroidissement
2. Niveau bas du réservoir de fuel
3. L'équipement de contrôle en fonctionnement provoquant l'arrêt et l'alarme sur :

1. Surcharge
2. Court-circuit
3. Pression d'huile basse
4. Survitesse
5. Température haute moteur
6. Tension élevée
7. Tension basse
8. L'équipement de démarrage permettant trois tentatives de démarrage successives avec déclenchement d'une alarme après la troisième tentative sans succès
9. Le boîtier de signalisation, avec témoin lumineux pour chaque défaut
10. Les sorties disponibles pour signalisation dans la salle de commande du poste concerné, des informations suivantes :
11. Groupe non disponible
12. Groupe en service
13. Groupe à l'arrêt sur défaut
14. L'équipement de contrôle des circuits auxiliaires de fuel avec commutateurs de sélection, commande de marche forcée et signalisation de marche et de défaut

1. Système de contrôle, commande et protection

L’intégration des nouveaux équipements doit pouvoir être contrôlé et visualisé par un centre de conduite (SONATREL) et le système de conduite local du poste. À cet effet, il comprendra les ports de communication supportant le protocole CEI61850 avec plusieurs clients. Le protocole de communication avec le SCADA sera conforme à la CEI-104

Normes et standards

1. Généralités :

CEI 60255 - Relais de mesure et dispositifs de protection
CEI 60038 - Tensions normales de la CEI
CEI 60068 - Essais d’environnement
CEI 60664 - Coordination de l’isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension
CEI 60870 - Matériels et systèmes de téléconduite
CISPR 11 et suivants Documents relatifs à la compatibilité électromagnétique

2. Label CE :

EN 50081-2 - Emissivité (Industrie)

EN 50082-2 - Immunité (Industrie)

Fiches techniques
Se référer à la fiche technique annexée dans laquelle les caractéristiques des protections sont spécifiées.

Généralités
Il revient à l'Entrepreneur de définir les protections et de s'assurer de la programmation des réglages des protections.
L'Entrepreneur est tenu de s'assurer de la bonne coordination des relais de protection et de leur paramétrage. L'Entrepreneur doit prendre en compte les ouvrages existants dans son étude de coordination des protections.
L'étude de coordination des protections réalisée par l'Entrepreneur doit être soumise au Maître d'Œuvre pour approbation.

La conception de tous les systèmes, sous-systèmes et composants doit être approuvée et fiable. Le degré le plus élevé d'uniformité et d'interchangeabilité doit être atteint, autant que possible. La conception doit faciliter une maintenance simple, le diagnostic des pannes et la réparation des composants.
Les systèmes doivent être entièrement numériques et à la pointe de la technologie pour fonctionner dans les conditions électriques présentes dans les postes haute et moyenne tension, suivre les pratiques d'ingénierie les plus modernes, assurer les exigences de compatibilité à long terme et la continuité de la fourniture des équipements et la sécurité du personnel d'exploitation. Les dispositifs matériels doivent être basés sur une fonctionnalité intégrée, un degré élevé d'auto-contrôle et d'échange de données avec les autres systèmes via des ports de communication utilisant le protocole CEI 61850.

Tous les relais de protection et les équipements auxiliaires associés doivent être construits de façon standard par des fabricants expérimentés et fiables. Les équipements de protection et ses logiciels associés doivent disposer d'un nombre important d'installations de référence à des tensions similaires et au moins cinq années d'expérience opérationnelle dans des postes similaires.
Une redondance est exigée dans les schémas de protection des niveaux de tension 225 et 110 kV.

Les valeurs de paramètres ainsi que les entrées et les sorties à chaque fonction doivent pouvoir être assignées facilement et librement. En outre, chaque fonction de protection doit avoir des plages de réglage très larges et des pas de réglage très fin. Toutes les valeurs mesurées et tous les paramètres de réglage aussi bien que les ordres de commande et les signalisations doivent pouvoir être consignés et documentés à l'aide d'un ordinateur portable et d'une imprimante.

Les panneaux de relais doivent être fournis par les fabricants de relais respectifs, les relais devant être entièrement assemblés, câblés et testés sous leur contrôle et ils seront entièrement responsables de la conception et de l'ingénierie des systèmes de protection, des diagrammes schématiques et des performances matures.

Tous les équipements ainsi que les terminaux des armoires doivent être facilement accessibles.
Pour tous les systèmes de protection, des armoires doivent être fournies, placées et coordonnées de façon appropriée dans les pièces respectives.
Tous les relais doivent être clairement identifiés selon leurs fonctions et l'équipement à protéger ou à surveiller. Il est entendu que toutes les installations auxiliaires doivent être fournies selon les besoins, c'est-à-dire pour les essais, l'ajustement, la remise à zéro, etc.

même si ceci n'est pas explicitement spécifié ci-après, et si elles sont jugées nécessaires pour achever les travaux.

Tous les câblages internes et externes se terminant dans les équipements de protection doivent être identifiés et marqués avec des étiquettes durables selon les dessins et les schémas.
Lorsque deux groupes de relais sont utilisés pour protéger un circuit, les circuits TT (transformateurs de tension) et les alimentations en courant continu doivent être disposés de manière redondante de sorte qu'un groupe puisse être arrêté sans affecter la performance de l'autre groupe.

Dans la mesure du possible, les relais et les produits de protection de type numérique doivent être fournis. Les dispositifs matériels doivent être basés sur une fonctionnalité intégrée, un degré élevé d'autocontrôle et d'échange de données avec des systèmes de contrôle par ordinateur (poste de travail CCN) via des ports de communication série utilisant des protocoles CEI.

L'isolation de tous les circuits associés doit être conforme à la norme CEI-60255 ou à d'autres normes internationales.

Si une protection existante sur un terminal de circuit à distance en fonctionnement doit être modifiée pour une raison quelconque, par exemple pour fonctionner avec des équipements nouvellement installés, tous les relais, panneaux, bornes de câblage, câbles, etc. nécessaires afin d'assurer une coordination et une performance satisfaisantes doivent être fournis.

Les exigences de protection doivent inclure les modifications nécessaires à l'autre extrémité (autre poste et/ou autre côté de l'appareillage) de tout circuit/système protégé. L'Entrepreneur doit aussi modifier/compléter les plans correspondants, monter tous les équipements nécessaires et accomplir la mise en service selon les exigences indiquées dans les spécifications comme convenu avec le Maître d'Ouvrage.

Les essais doivent comprendre les tests secondaires, primaires et les essais de charge sur les systèmes de protection affectés par les modifications. L'Entrepreneur doit également fournir les nouveaux plans "tels que construits" pour les terminaux du circuit de l'extrémité distante qui illustrent les modifications de conception et d'ingénierie effectuées en format Auto CAD et PDF, en supplément des plans sur papier.

Les circuits de commande et de relais, les circuits secondaires de transformateur de courant et de tension, les circuits de batterie et de l'alimentation auxiliaire, les circuits de surveillance, d'alarme et de communication doivent être protégés contre les influences par contact, électrostatiques et électromagnétiques.

Lorsqu'un équipement de relayage supplémentaire doit être installé dans un poste existant, il faut s'assurer que les batteries et les chargeurs existants ont une capacité suffisante pour satisfaire aux exigences de charge supplémentaire du nouvel équipement.

L'Entrepreneur devra fournir des schémas fonctionnels et des schémas électriques du schéma de protection pendant toutes les phases de ce projet, qui seront soumis à l'approbation du Maître d'Ouvrage. Ces schémas doivent inclure les informations concernant les circuits de commande et d'alarme, les circuits secondaires des transformateurs de courant et de tension, les bobines de déclenchement des disjoncteurs, les alimentations en CC et les circuits de communication.
Les schémas fonctionnels, ainsi que toutes les autres documentations, doivent être mis à jour chaque fois que des modifications seront apportées à une date ultérieure durant la période d'exécution du Contrat.

Que ce soit explicitement indiqué ou non, tous les éléments nécessaires pour coordonner et assurer le fonctionnement approuvé et correct du système de protection, neuf ou existant, conformément aux exigences de cette spécification doivent être inclus.

La durée de vie et la fourniture de logiciels actuels adéquats de relais de protection numérique doivent être supérieures à 15 ans. La durée du service après-vente pour les protections et les systèmes associés doit être indiquée. Le service après-vente doit être assuré durant tout le cycle de vie et des recommandations seront faites quant à la fourniture des pièces de rechange.

Toutes les évolutions et modifications du logiciel seront compatibles avec les modèles des relais existants dans le projet.
Les offres incluront une liste de pièces de rechange prévues comme étant requises pour les 5 premières années d'exploitation et, en plus, pendant la durée de vie de conception de la protection. Cette liste doit être comprise dans le Bordereau : Pièces de rechange recommandées des postes.

Les équipements de relais devront être séparés par tranche, et montés sur une suite de panneaux, qui, à moins d'indication contraire, devra être installée dans la salle de relayage du poste ou dans la salle de contrôle. Tous les équipements et appareils devront être montés en tenant compte à la fois de la fiabilité et de leur facilité d'accès pour des raisons de maintenance. Les équipements devront être montés à une distance minimale de 300 mm et à une distance maximale de 1,65m du sol.

Les éléments fonctionnels de chaque relais devront pouvoir fonctionner dans les conditions climatiques locales.

Les bobines de relais à courant continu devront être connectées de telle sorte que les phénomènes d'électrolyse soient minimisés.

Il ne doit pas être possible d'actionner manuellement un relais, à l'exception du réenclenchement, sans ouvrir au préalable le boitier ou la porte de l'armoire. Chaque indicateur, de type électrique ou mécanique, doit pouvoir être remis à zéro manuellement. L'ouverture du boitier anti-poussière du relais doit être évitée autant que possible. En général, des installations externes de réenclenchement doivent être fournies ; cependant, au cas où les relais électroniques et statiques sont intégrés dans les armoires, la procédure de réenclenchement pourra être possible après l'ouverture des portes seulement.

Les exigences des interfaces de communication pour les canaux de signalisation de télé-protection de commande et des canaux d'échange de données de protection vers les terminaux doivent être coordonnées avec les systèmes de communication SDH existants pour supporter le fonctionnement multiplexé sur des moyens de communication à fibres optiques diversement acheminées. Pour plus de détails, se référer à la partie pertinente des spécifications relatives aux équipements de communication.

Les schémas de protection doivent comporter toutes les interfaces nécessaires pour adapter tout calibre inadéquat utilisé dans les équipements de protection, tels que les équipements de signalisation de protection, le calibre requis dans les circuits d'entrée/sortie, par exemple pour les exigences de déclenchement des fonctions relais avec les contacts appropriés.

Tout contact de sortie de relais de protection doit être coordonné avec les exigences du poste, mais, sauf indication contraire, les valeurs minimales de contact doivent être les suivantes :

Tous les relais de protection doivent être munis individuellement d'un commutateur IN/OUT (verrouillable).

L'Entrepreneur fournira les documents suivants après la mise en service et avant le certificat de réception opérationnelle :

3. Copie des réglages de chaque relais de protection (copie sur papier et copie électronique) ainsi les fichiers de sauvegarde des réglages sous format électronique natif ;
4. Copie du fichier téléchargeable du logiciel embarqué ("firmware") dans le cas de relais pouvant être mis à jour ;
5. Copie du logiciel de configuration/sauvegarde des réglages des relais sous forme électronique ainsi que les licences nécessaires ;
6. Tout logiciel utilisé ou nécessaire pour l'entretien, le diagnostic et les tests de routine des relais ;
7. Instructions, entretien et manuels d'exploitation de tous les relais ;
8. Calculs de réglage, etc. ;
9. Quantité suffisante de câble de communication entre les relais et un ordinateur pour le chargement ou le téléchargement de dossiers ou réglage.

Equipements de test, signalisation

Les essais de fonctions de protection, y compris les schémas complets concernant le contrôle, la communication, la supervision, etc. doivent être effectués en atelier (plateforme d'essai/laboratoire du fabricant) avant l'expédition.

Des dispositifs d'essais et d'isolement adéquats doivent être fournis dans les plans de protection pour permettre au personnel de l'utilisateur final d'effectuer les procédures d'essais de mise en service et de maintenance recommandées d'une manière sûre et pratique.

Les déclenchements, alarmes, événements et autres conditions de statut du matériel et des logiciels doivent être indiqués sur l'interface utilisateur de la face avant du relais de protection et/ou sur le tableau de distribution externe, le cas échéant, de manière appropriée.
En plus de l'indication locale, des installations d'affichage à distance doivent aussi être fournies dans la salle de contrôle via une interface de communication.

Sauf indication contraire, chaque relais ou groupe de fonction de relais d'éléments précâblés doit comporter des indicateurs pour permettre d'identifier les phases et les zones de fonctionnement en défaut, de recevoir et d'envoyer tous les signaux HF associés (blocage, permissivité, déclenchement direct, défaillance du canal HF associé ou défaillance du CGFO (PLC), essais état marche/arrêt).

Le panneau avant du relais est toujours visible pour les LED d'alarme et les unités d'affichage. Les éléments fonctionnels des relais numériques doivent avoir des indicateurs LED sur le panneau avant pour permettre l'identification de leur fonctionnement, des phases et des zones en défaut, du statut du matériel et des logiciels, etc.

Dans le coin supérieur gauche de chaque armoire et panneau doit être placé une lampe facilement visible pour indiquer qu'un élément de la cabine ou du panneau a déclenché une alarme. Sur le panneau d'alarme du poste une alarme doit être indiquée et ne peut être réinitialisée que si l'alarme de l'armoire a été réinitialisée directement à l'armoire ou au panneau. La lampe de l'alarme du panneau peut uniquement être réinitialisée lorsque l'élément de l'armoire provoquant l'alarme actuelle a été réinitialisé.
Le bouton de réinitialisation doit être situé à l'extérieur de la porte.

Des blocs d'essai doivent être fournis pour faciliter les essais par injection secondaire de tous les principaux relais comprenant des mesures de défauts, sans déconnecter un fil ou une connexion permanente. Le boc d'essai doit permettre l'injection directe de courants et tensions dans les relais individuels.
Les blocs terminaux d'essai doivent isoler les contacts de déclenchement des principaux relais de protection des deux côtés. Les prises d'injection doivent être disposées de façon à ne pas

pouvoir ouvrir les circuits secondaires du transformateur de courant lors de l'insertion des prises de test.

Les fonctions de déclenchement, si elles ne sont pas interrompues par un commutateur de test, doivent être bloquées lors de l'insertion des fiches de test. De même, les circuits SER, de conduite, FMS et d'alarme doivent être bloqués de manière appropriée (commutateur de test ou autre).
Les circuits de tension, courant et courant continu doivent être raccordés au bas du bloc d'essai et le raccordement au relais doit être pris par le haut.

Quatre fiches pour chaque type de fiche d'essai et par poste, doivent être fournies et remises au Client.
Lorsqu'on utilise des transformateurs de courant d'adaptation, on doit disposer d'une douille de test ou d'un lien pour mesurer les courants primaires et secondaires de ces transformateurs de courant d'adaptation.

Alimentation
Pour chaque unité de fonctionnement individuel, l'alimentation des relais statiques sera assurée par la batterie ou les redresseurs AC/DC, de préférence pour chaque unité fonctionnelle individuelle.

Fondamentalement, des circuits principaux et de secours ou doublés de protection du même élément de réseau seront fournis à partir de circuits de batterie différents. L'alimentation en CC de compartiment de relais sera surveillée et une alarme centrale sera émise toutes les fois que la tension dépassera les limites d'une opération fiable. Le concept sera basé sur le principe de sécurité intrinsèque ; la perte d'approvisionnement de CC ou un circuit ouvert par exemple ne causant pas l'ouverture ou la fermeture incorrecte des contacts de relais.

Sauf indication contraire, le concept retiendra les valeurs suivantes :
1. Tension d'alimentation CC : 127 V DC (+10 % -20 %) ;
2. Circuits de déclenchement CC : 127 V DC (+10 % -50 %) ;
3. Tension secondaire de TT : 100/√3 V ;
4. Fréquence nominale : 50 Hz (-6 % +2 %) ;

A l'intérieur de ces valeurs, les relais proposés conserveront toutes leurs caractéristiques et conserveront une fonctionnalité parfaite.

Circuits de déclenchement et supervision de ces circuits
La sortie de déclenchement doit toujours être directe à partir du relais de protection correspondant, renforcée par un contact du type master de relais de déclenchement électromécanique

Les relais de déclenchement répétitifs doivent avoir des temps de fonctionnement rapides pour atteindre un temps de déclenchement global du système dans les limites spécifiées.

Partout où deux bobines de déclenchement du disjoncteur sont fournies, les ordres d'ouverture de protection principale ou de secours (ou dupliquée) seront transmis aux différentes bobines de déclenchement par des câbles de commande différents.

Les circuits de déclenchement seront surveillés sans interruption en position d'ouverture ou en position fermée des disjoncteurs. Le circuit de surveillance de déclenchement inclura autant que faire se peut toutes les boucles entre les contacts de déclenchement.

La connexion galvanique entre la source auxiliaire de tension (batterie de 125 V DC), les contacts de déclenchement de protection, les contacts auxiliaires de disjoncteur et la bobine de déclenchement de disjoncteur doit être en parfait état de marche tout le temps. Il sera

employé pour la surveillance mentionnée ci-dessus de circuits ou bien la fonction de surveillance de circuit de déclenchement de chaque dispositif de protection (désignation de norme ANSI – 74TC) ou bien des relais séparés qui devront être installé en plus.

Ils indiqueront à minima :
1. Défaillance des contacts auxiliaires du disjoncteur ;
2. Défaillance des bobines de déclenchement ;
3. Ouverture des circuits de commande ;
4. Défaillance de l'alimentation.

Comme les dispositifs de blocage (relais de verrouillage) sont spécifiés, ces relais doivent être agencés pour empêcher la fermeture de tout disjoncteur associé jusqu'à ce qu'il soit remis à zéro. Une remise à zéro locale et à distance du centre de répartition de la charge doit être possible. Un indicateur de fonctionnement doit être fourni et réinitialisé lorsque le relais de blocage est réinitialisé.

Les relais de déclenchement doivent avoir un indicateur de fonctionnement. Ils doivent être garantis pour un fonctionnement jusqu'à 50 % de la tension continue nominale comme cela pourrait se produire durant un black-out total du poste.

Essais

1. Essais de type

Les essais de type doivent être effectués selon les normes suivantes et compris dans le prix des équipements de protection.

Isolation :
1. CEI 60255-5
2. CEI 60870-2-1

Essai CEM d'immunité aux interférences :
3. CEI 60255-6 and 22
4. CEI 61000-4
5. CEI 60694
6. IEEE Std C37.90.1
7. IEEE Std C37.90.2

Essai CEM pour émission d'interférence :
8. CEI 61000-6-3
9. CEI 61000-3-2
10. CEI 61000-3-3
11. CEI – CISPR 22

Essai mécanique (oscillation, choc, sismique) :
12. CEI 60255-21
13. CEI 60068-2

Résistance aux vibrations et aux chocs (transport) :
14. CEI 60255-21
15. CEI 60068-2

Stress climatique :
16. CEI 60255-6

Interruption de l'alimentation :
17. CEI 60255-11

Protocole de communication :

18. CEI 61850
19. CEI 60870

Essais de réception en usine
Le Maître de l'Ouvrage et ou son représentant participeront aux essais de réception en usine pour les équipements de protection.

Essais de mise en service
Le programme des essais de mise en service sera soumis au Maître d'Ouvrage pour approbation.
Les équipements minimums à mettre à disposition par l'Entrepreneur lors de la mise en service sont les suivants :

20. 2 x multimètres analogiques
21. 2 x multimètres numériques
22. Equipement pour mesurer la continuité, la séquence de phase
23. Primaires pour les essais d'alimentation
24. 3 x voltmètres et ampèremètre de phase secondaires pour les essais d'alimentation, avec minuteur pour tester les équipements de protection
25. 4 x talkie-walkie opérationnels
26. 1 x équipements de tests de batteries

Les conditions minimales d'essai sont les suivantes :

Transformateur de courant :
2. Contrôle général de l'enveloppe isolante, des mises à la terre et du marquage des bornes.
3. Courbe de magnétisation, essais de polarité jusqu'à la protection et cartes de mesure, ratio, test de la résistance secondaire, test d'isolement.

Transformateur de tension :
1. Contrôle général de l'enveloppe isolante, des mises à la terre et du marquage des bornes.
2. Essais HT, ratio, polarité, mesure de la résistance d'isolement et des enroulements, courants magnétisants.
3. Injection au secondaire du transformateur de tension. La mesure de la tension sera effectuée à chaque point du secondaire du TC en appliquant une tension de 100 V au secondaire.

Essais de base des protections :
1. Résistance d'isolation de tous les circuits secondaires (transformateurs de courant et de tension, contrôle, indication et circuits d'alarme, etc.).
2. Injection au primaire du transformateur de courant, y compris l'injection globale des circuits de protection différentiels, pour vérifier toutes les connexions et pour vérifier les rapports, les réglages des niveaux de défaut, la stabilité et l'identification de phase.
3. Injection au secondaire des relais CA et CC pour vérifier leurs caractéristiques de fonctionnement en fonction des paramétrages et réglages.

Contrôle du système :
1. Essais fonctionnels complets de déclenchement, d'alarme, et des circuits de contrôle-commande. Manœuvre des organes de coupure à tension CC.
2. Essais de déclenchement et de réenclenchement automatique
3. Vérification de l'ordre des phases avant la mise sous tension.
4. Mesure des temps de transmission point-à-point des canaux de transmission.
5. Simulation par injection au secondaire et transmission de signal des divers ordres d'ouverture, déclenchement par phases séparées ainsi que les séquences de réenclenchement avec les disjoncteurs associés.

6. Essais de charge pour la protection et les unités directionnelles.
7. Essais de toutes les fonctions définies dans les schémas de protection, alarmes
8. Essais des schémas logiques de télé-protection
9. Tests points à points vers / depuis le NSCC et vers / depuis les postes de travail opérateur (et ingénierie (back-up))

Protection de ligne 90 kV

Pour les lignes, les protections numériques suivantes seront fournies :

10. Protection principale 1 (PP1) composée d'une protection différentielle de ligne et d'un relais de distance multizones, avec une alimentation en courant continue et raccordée avec des circuits de déclenchement séparés + schémas de télé-action + autres fonctions
11. Protection principale 2 (PP2) composée d'un relais de distance multizones, avec une alimentation en courant continue et raccordée avec des circuits de déclenchement séparés avec schémas de télé-action et autres fonctions.
12. Les protections PP1 et PP2 devront provenir d'un fournisseur différent.
13. Un localisateur de défaut par ondes migrantes. Les localisateurs de défaut par ondes migrantes seront intégrés aux armoires de protection et installés de part et d'autre des lignes concernées.
14. Spécifications générales pour les protections 1 et 2

Les temps de déclenchement des protections doivent être compris entre 20 et 25 ms pour les protections principales 1 et 2.

Les schémas de protection principaux 1 et 2 doivent être conçus pour fonctionner avec une fonction indépendante de réenclenchement automatique pour obtenir un déclenchement et un réenclenchement monophasés dans des conditions de défauts monophasés et un déclenchement triphasé avec un réenclenchement automatique à grande vitesse dans des conditions de défauts multiphasés, respectivement.

Pour améliorer la vitesse, la fiabilité et la sécurité, des équipements redondants de signalisation de télé-protection pour la protection différentielle de la ligne principale 1 et le schéma de comparaison directionnel (principal 2) (chacun sur un canal dédié) sont fournis par deux ports optiques STM-16 via des noyaux de fibres optiques redondants de CGFO.

La mesure de défaut à la terre dans la zone de distance 1 doit être compensée par des courants de charge. La discrimination directionnelle doit être basée sur l'utilisation de tensions à séquence positive verrouillées en phase, et doit fournir une sensibilité directionnelle illimitée pour tous les défauts non-symétriques. La tension de mémoire à séquence positive doit être utilisée pour les défauts triphasés proches et doivent être opérationnels pour plus de 100 ms.

La fonction de distance dans le relais de protection principal aura au moins trois zones avec réglages indépendants et en outre des zones de mesure pour tous les plans usuels de déclenchement. L'intégrité des circuits de TT et de TC sera surveillée.

Le relais de protection principal effectuera et montrera la mesure du courant de phase, phase-terre et les tensions entre phases, le courant et les tensions résiduelles, la fréquence, le facteur de puissance, la puissance et l'énergie active et réactive, la surveillance de la qualité de la puissance, etc.
L'échange de données sera assuré par l'intermédiaire d'une interface de communication.

Tableau 21 : Fonctions des protections principales 1&2 des lignes 90 kV

Fonction de protection	Protection principale 1&2 des lignes 90 kV

Protection d'enclenchement sur défaut	X
Protection directionnelle de défaut de terre pour défaut de terre impédant	X
Caractéristiques de déclenchement quatre quadrants / ohm	X
Localisateur de défaut	X
Détection / déclenchement de fluctuation de courant	X
Dispositifs de télé-protection	X
Télé-protection PUT / POTT / Blocage	X
Protection d'alimentation faible	X
Protection de secours surintensité	X
Protection de surcharge thermique	X
Protection de jeu de barres "stub"	X
Protection de courant inverse en cas de ligne parallèle	X
Protection contre surtension/sous-tension	X
Protection de distance	X
Différentielle de ligne	X
Maximum de courant de terre (instantanée et temporisée)	X
Maximum de courant de phase (instantanée et temporisée)	X
Maximum de courant de phase directionnelle	X
Maximum de courant de terre directionnelle	X
Réenclenchement automatique	
Réenclenchement automatique unipolaire	
Vérification synchro	X
Fonctions TT, de défaillance de fusible et autres fonctions de contrôle	X
Supervision du circuit de déclenchement	X
Supervision de TC	X
Détection de conducteur endommagé ou de la discontinuité de phase	X
Supervision propre	X
Enregistreur d'événements	X

Tableau 22: Fonctions de mesure et contrôle pour les lignes 90 kV

Fonction de mesure et signalisation	Protection principale 1&2 des lignes 90 kV
Courants triphasés opérationnels mesurés	X
Courant neutre (3IO)	X
Tensions triphasées opérationnelles mesurées	X
Tension résiduelle (Uo)	X
Puissances triphasées actives et réactives	X
Comptage de l'énergie : -	X
Valeur d'énergie active – directe	
Valeur d'énergie active – inverse	
Valeur d'énergie réactive – inductive	
Valeur d'énergie réactive – capacitive	
Facteur de puissance	X
Fréquence de système	X
Moyenne ainsi que courants et tensions minimales et maximales	X
Enregistreur de défauts /Perturbations	X
Blinder de charge	x

15. Protection de distance

Le relais de distance conviendra à la protection des lignes simple ou double terne dans des systèmes à neutre impédant ou solidement mis à la terre. Il sera capable de détecter toutes sortes de défauts de réseau comprenant défauts triphasés, les défauts transnationaux (le cas échéant), les défauts en évolution et les défauts à la terre de haute impédance. Toute l'attention nécessaire sera accordée aux oscillations de puissance et aux changements de direction de l'écoulement d'énergie.

Un minimum de deux dispositifs de télé-protection sera fourni par circuit sur des liaisons de 90 kV simple terne, un pour la protection de distance ; et un autre pour les trois signaux de déclenchement supplémentaires pour la protection directionnelle de défaut de terre.

Les relais de protection de distance devront fournir également toutes les fonctionnalités étendues incluant la protection, la mesure, la signalisation, les communications et l'affichage conditionnel tel que précisé dans les tableaux suivants.

Le relais supportera des plans de télécommunication tels que le PUTT, POTT, bloquant (éléments inverses y compris de mesure). Toutes les logiques supplémentaires en cas de lignes parallèles (coupure bloquant) ou d'alimentation faible doivent être incluses.

Une protection directionnelle sensible de défaut de terre, utilisant un circuit de signalisation de protection distinct et une temporisation pour coordonner avec la zone 1 du relais de distance (si spécifié). Par conséquent, ce relais se déclenchera en monophasé (disjoncteur à

commande unipolaire) avant qu'une temporisation ne déclenche en mode triphasé en cas d'un défaut persistant sans réception du signal porteur en provenance de l'autre extrémité.

La protection directionnelle sensible de défaut de terre sera équipée d'un dispositif bloquant (Blocage de Protection Directionnelle) avec éléments avant et bloquera les éléments directionnels de départ pour les logiques des défauts internes. Dans le cas de lignes parallèles, tous les éléments permettant de stabiliser le dispositif doivent être fournis.

Le localisateur de défaut, qui indique la distance en kilomètres ainsi que les valeurs de R et de X en Ohms sur les valeurs primaires et secondaires, la distance en % de la longueur de la ligne et du R et X par unité de longueur. La localisation du défaut aura les équipements mutuels de compensation d'ordre zéro. Le repère doit fonctionner correctement pour tous les types de défauts 1 phase-terre et de défauts triphasés et n'aura pas d'erreur de mesure inhérente supérieure à 3 %. Il devrait également indiquer si un emplacement de défaut à haute précision doit être fourni et avec quel degré d'indépendance vis-à-vis de la résistance de défaut et du courant de charge, prenant en considération les données disponibles aux deux extrémités de la ligne.

Les fonctions de protection seront sous forme de logiciels tels que des fonctions supplémentaires ou simplement différentes, comme blocage de saut de vecteur, défauts à la terre sensible, protection de surintensité, surcharge thermique, réenclenchement simple/tripolaire, protection de fréquence, application de logiques spécifiques, détection de conducteur cassé/ discontinuité de phase, etc., peuvent être aisément implémentés sans modification du matériel existant. Toutes les configurations et opérations de réglage seront faites en utilisant un programme piloté par menu d'opérateur et fonctionnant sur un PC relié localement au terminal à cet effet et/ou à distance.

16. Autres protections de la ligne

Le relais de vérification de synchronisation fera partie du dispositif de protections et sera alimenté par le transformateur de tension du départ et le transformateur de tension approprié du jeu de barres. Le choix sélectif de la tension du jeu de barres sera réalisé au moyen de commutateurs de sélection de commande ou de relais de sélection de tension.

Le relais de synchronisation de contrôle devra comparer l'angle de phase entre les tensions du jeu de barre et de la ligne, avec la sélection de l'angle de fermeture admissible d'env. 5° à 30° (électrique). Il doit également comparer l'amplitude des tensions du jeu de barre et de la ligne dans des limites sélectionnables de 95 %, 90 % ou 85 %. Il doit également comparer la fréquence.

Les différences d'angle de phase et d'amplitude de tension doivent se situer dans les limites prédéfinies avant de permettre l'opération de réenclenchement automatique.

L'Entrepreneur fournira les fibres optiques multimodes et monomodes entre les différents équipements ainsi que les convertisseurs adéquates pour la communication avec le multiplexer SDH (OTN ou équivalent).
Pour les besoins de la télé-protection, le relais de protection doit être raccordé directement au multiplexer SDH par une paire de de fibres optiques multimodes ou via un convertisseur.

Les fonctions de protection seront sous forme de logiciel de telle sorte que des fonctions additionnelles ou différentes de fonctions comme par exemple l'application de logiques spécifiques puisse être aisément mis en application sans modification du matériel existant. Toutes les configurations et opérations de réglage seront faites en utilisant un programme piloté par un menu opérateur fonctionnant sur un PC relié localement ou à distance.

Le relais de protection différentielle de ligne intègrera un localisateur de défaut à ondes migrantes.

Protection des transformateurs HT/MT
Les transformateurs de puissance seront protégés par une protection principale et une protection de type différentielle de transformateur. Les relais de protection de transformateur conviendront à la protection des transformateurs à deux enroulements, des bobines de réactance et des unités bloc de générateur-transformateur. La protection numérique de transformateur sera conçue pour fonctionner correctement sur une grande plage de fréquence et pour s'adapter à des variations de fréquence du système. Le relais numérique multifonctionnel inclura la fonction différentielle (87) comme protection principale et un relais de surintensité phase et terre comme protection de secours. La protection restreinte de défaut de terre sera employée pour détecter des défauts de terre de faible amplitude dans le transformateur. De plus, tous les contacts seront doublés pour les alarmes et défauts sur le transformateur

Les caractéristiques suivantes seront incluses :
1. Protection différentielle restreinte de courant traversant pour une réaction fiable aux défauts internes et stable vis-à-vis des défauts externes, même en cas de saturation du noyau du TC ;
2. Sensibilité ajustable pour les défauts à la terre ;
3. Une protection différentielle indépendante seuil haut, non soumise aux retenues sera incluse ;
4. Injection directe d'au moins deux ordres d'ouverture extérieurs ;
5. Transfert de déclenchement.

Protection différentielle transformateur
La protection différentielle numérique multifonctionnelle avec autocontrôle étendu et conversion analogique/numérique de toutes les grandeurs d'entrées, appropriées à une protection sélective, au contrôle-commande et à la signalisation rapides et sélectifs de transformateurs et réactances à deux enroulements sera fournie.
L'adaptation nécessaire aux rapports de courant et aux groupes vectoriels sera réalisée par le logiciel (avec l'adaptation réglable interne au rapport de TC et au groupe vectoriel), toutes les entrées de courant (1A et 5A) seront fournies pour permettre la liaison directe au TC principal et aucune demande de quelconque matériel supplémentaire que ce soit ne sera faite, c'est-à-dire aucun transformateur de courant d'adaptation au groupe vectoriel du transformateur et au rapport de TC ne sera exigé.

La protection différentielle comprendra une protection différentielle rapide, non restreinte et à réglage haut pour le déclenchement très rapide sur courant de défaut interne élevé.

Les fonctions de protection différentielle seront pourvues d'une restriction face à l'harmonique de rang 2 pour éviter tout déclenchement intempestif sur le courant d'enclenchement et face à l'harmonique de rang 5 pour éviter tout déclenchement intempestif sur surexcitation. Le courant d'enclenchement et de saturation de TC n'influenceront pas la fonction différentielle (la protection différentielle aura une fonction de stabilisation contre les courants d'enclenchement de transformateur/réactance et contre la saturation de TC pour les défauts externes).

La protection différentielle aura une contrainte caractéristique réglable et sera fournie en configuration différentielle adaptative pour des dispositions à plusieurs disjoncteurs.
La protection différentielle sera stable en cas de défauts traversant élevés également dans des dispositions à plusieurs disjoncteurs. Une indication de position du régleur en charge sera incluse pour fournir une sensibilité maximum pour la protection différentielle. Une protection de courant différentielle indépendante seuil haut, non soumise aux retenues sera incluse.

Les différents types de protection suivants seront inclus à minima :

1. Protection de surintensité triphasée à temporisation inverse et fixe. Cette protection agira en tant que protection de secours pour les transformateurs/réactances aux défauts internes ou réseau ;
2. Protection à la terre restreinte pour des réseaux mis à la terre directement ou par l'intermédiaire d'une résistance faible ;
3. Protection de surintensité à la terre à temporisation inverse et fixe ;
4. Surcharge thermique pour protéger les enroulements du transformateur contre le stress thermique ;
5. Opto-coupleurs binaires d'entrée en nombre suffisant pour autoriser des contacts de relais externes formation de gaz et échauffement.

La protection différentielle aura les fonctions de surveillance et de mesure suivantes sur l'IHM frontal et un PC relié ou de tout autre poste de travail via le système de transmission de données :
1. Affichage des valeurs de service (courant de charge, courant différentiel, etc.) ;
2. Affichage des listes d'événement ;
3. Autocontrôle continu et diagnostics ;
4. Enregistrement et stockage de données de perturbation pour présentation sur PC et évaluation ultérieures.

Les échanges de données entre le système de contrôle-commande du poste, le dispatching régional et national seront assurés par l'intermédiaire d'une interface de communication. Le relais sera conçu avec le matériel nécessaire pour l'enregistrement de défaut ou l'accouplement à un système de contrôle-commande de poste.

Une flexibilité élevée d'attribution de signaux d'entrée et de sortie sera garantie. L'entrepreneur s'assurera que les enroulements des équipements relevant les grandeurs utiles à la fonction différentielle de transformateur soient en adéquation avec le relais de protection.

Autres protections de transformateur
Toute autre fonction de protection de transformateur, comme Buchholz (désignation de norme ANSI – 63), thermomètre à contact (désignation de norme ANSI – 26), etc., seront reliés à un terminal et agiront par l'intermédiaire de ce terminal. Pour protéger le transformateur contre les surcharges, une fonction thermique monophasée de protection de surcharge (désignation de norme ANSI – 49), y compris une image thermique avec taux réglable d'échauffement et de refroidissement devra être fournie. Cette fonction de protection doit tenir compte des caractéristiques du transformateur, avec une réponse en temps inverse. La température d'enroulement doit être simulée et suivre les changements rapides de la charge. L'élément de reproduction sera conçu sur une base numérique.

Protection des départs MT
Une surintensité triphasée et une protection défaut à la terre numérique pour la détection d'interphases et de défauts phase-terre devront être fournies. Les caractéristiques de déclenchement doivent pouvoir être sélectionnées, c'est-à-dire soit une caractéristique de temps définie ou un grand nombre de caractéristiques de temps inverse, selon les normes CEI-60255 et BS-142.

Les relais seront équipés avec des ports avant et arrière disposant de logiciels de communication pour un accès aux données local / à distance ainsi que le téléchargement de paramètres.
Les relais seront équipés d'un afficheur graphique dans lequel sont représenté le synoptique du départ et la liste les signalisations.

Les plages de réglage du courant seront pour la surintensité d'au moins 20 % à 200 % de In, par étapes de 10 % ou moins et pour un défaut de terre de 10 % à 80 % de I n , par pas de 5 % ou moins. L'élément de réglage haut aura une plage de réglage de 200 pour cent à 3 000

pour cent de valeur nominale. Le déclenchement des éléments de seuil devrait s'effectuer en environ 20 ms.
Chaque élément de protection dispose d'un déclenchement et des contacts d'alarme séparés, de même qu'un indicateur de déclenchement.

Des relais de surintensité et de protection de défauts de terre seront fournis pour tous les départs de câble 30 kV, section de jeu de barre 30 kV et de ligne 30 kV. Les relais seront désignés pour supporter les exigences du départ, par exemple l'option de contrainte de la seconde harmonique devrait être disponible sur les départs transformateurs.

Plan de protection des transformateurs HT/MT

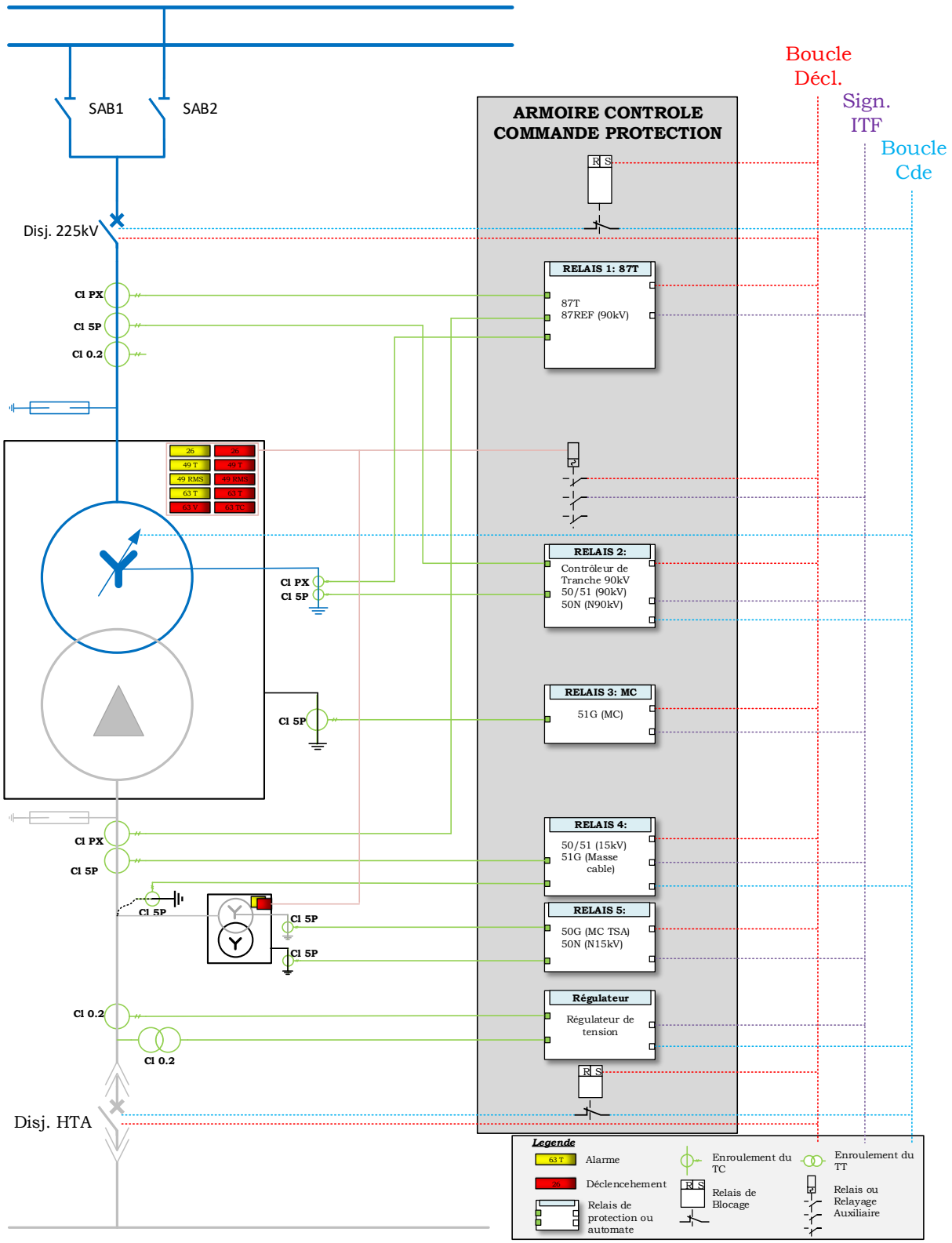


Figure 2 : Schéma logique plan de protection transformateur HT/MT

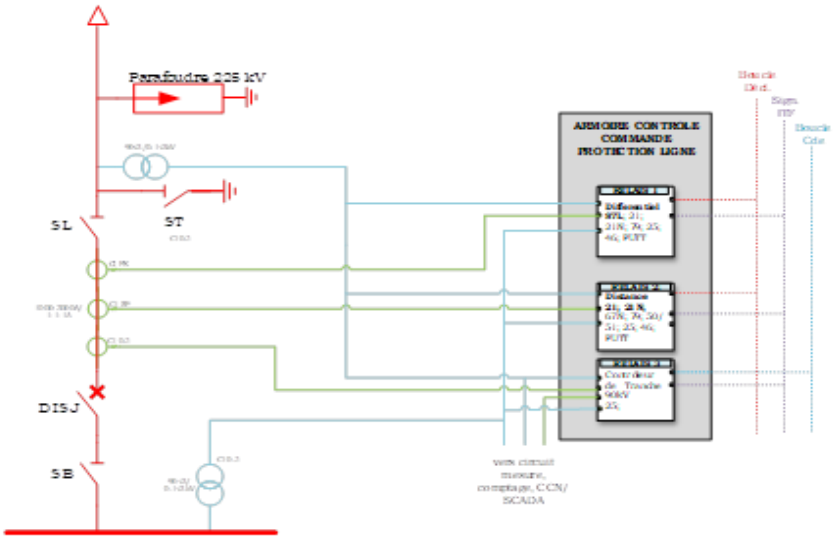
Tableau 23 : Défauts internes et externes affectant le transformateur HT/MT

N°	Type de défaut	Protection principale	Protection Secondaire	Protection tertiaire
1	Défaut entre phases sur l'enroulement primaire	Differentiel (87T)	Surintensité (50/51)	
2	Défaut entre phase et terre sur l'enroulement primaire	Differentiel (87T et 87REF)	Surintensité (51N)	
3	Défaut entre phases sur l'enroulement secondaire	Differentiel (87T)	Surintensité (50/51)	
4	Défaut entre phase et terre sur l'enroulement secondaire	Differentiel (87T et 87REF)	Surintensité (51N)	
5	Défaut entre bobine	Differentiel (87T)	Buchholz (63)	
6	Defaut sur le noyau	Differentiel (87T)	Buchholz (63)	Soupape (63V)
7	Défaut cuve	Differentiel (87T)	Buchholz (63)	Masse Cuve (51G)
8	Surchauffage	Image thermique (49RMS)	Image thermique (26, 49T)	
9	Défaut Régleur	Differentiel (87T)	Buchholz (63TC)	Masse Cuve (51G)

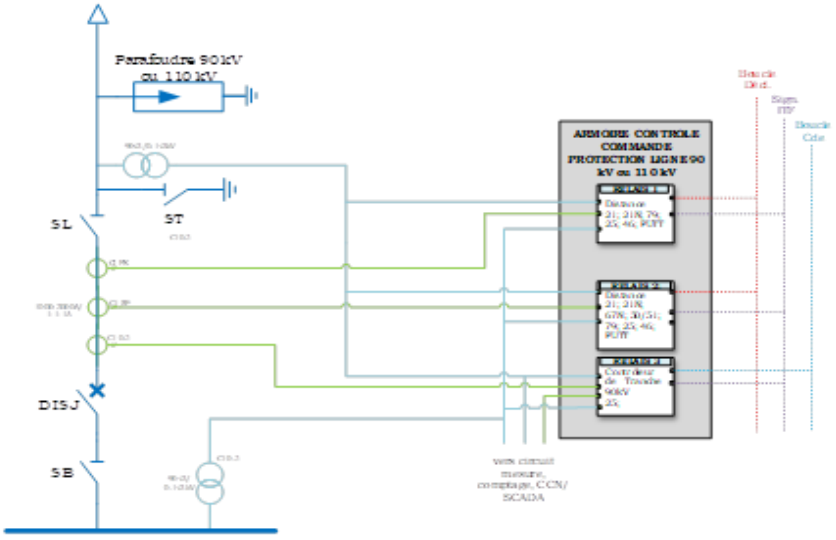
Ces plans sont donnés à titre indicatif et sont dans le seul but de préparer les offres.

Plan de protection des lignes HT

Lignes HTB > 225 kV et toutes les lignes courtes < 10km



Lignes HTB 90 kV et 110 kV > 10km



Legende

	Relais de protection ou automate
	Enroulement du Transformateur de courant
	Enroulement du Transformateur de tension
SL	Sectionneur de Ligne
SB	Sectionneur de Barre
ST	Sectionneur de Terre
DISJ	Disjoncteur

1. Système de Contrôle-commande du poste

Introduction

Le chapitre présente les différentes architectures à installer dans les différents cas et détaille les équipements à prévoir au niveau des systèmes de contrôle-commande

Architecture du Système de Contrôle-Commande Numérique (SCCN)

5. Structure du système de contrôle commande numérique

Le système de contrôle commande numérique sera constitué de :

Un ensemble de tranches contrôle commande et de protections standardisées en armoires ou en panneaux, interconnectées entre elles par un réseau local de communication utilisant le protocole normalisé et ouvert (CEI 61850).

Une tranche standard contient l'ensemble des équipements permettant d'assurer la protection, les automatismes et le contrôle local de la tranche. Une tranche peut être un départ, une arrivée, un transformateur, une tranche MT, une tranche supervision ou une tranche générale. Chaque tranche possède un commutateur Local/Distant permettant la gestion du contrôle local ou distant de la tranche. Le mode distant correspond à un contrôle de la travée à partir du poste opérateur/ingénierie ou du centre national de conduite (CNC-SONATREL). Pour la tranche générale, le mode distant correspond au contrôle du poste dans sa globalité à partir du CNC.

L'Entrepreneur fournit une architecture contrôle-commande basée sur un réseau local de communication de type auto-cicatrisant avec des commutateurs manageables (configurables). L'architecture du réseau de communication peut être en étoile ou en boucle (anneau) en fonction des équipements proposés. La défaillance d'un câble du réseau ou d'un commutateur ne doit pas entrainer la défaillance complète du système. Le réseau local de communication sera composé de commutateurs avec port Ethernet et optique, de câbles de catégorie 6 et à fibre optique multimode. De plus, chaque tranche inclut un commutateur pour le raccordement au réseau local.

Un calculateur de poste assurant le traitement des données et les automatismes du poste.

Deux passerelles de télé-conduite pour le poste assurant l'interface entre le réseau local de communication du poste électrique et le centre de gestion du réseau électrique CNC-SONATREL (principal et relève). Le protocole utilisé est CEI 60870-5-101 ou CEI 60870-5-104 pour assurer l'échange de données entre les postes et le CNC-SONATREL. Quel que soit l'état du poste (local ou distant) les signalisations, alarmes et télémesures sont envoyées au CNC. Il est à noter selon la solution proposée par l'Entrepreneur, les fonctions de passerelle de communication peuvent être intégrées dans le calculateur de poste.

Un poste opérateur (Interface Homme-Machine, IHM) réalisant la supervision et le contrôle local du poste, la consignation d'états, l'archivage et l'impression des données et rapports nécessaires à la conduite locale du poste.

Un poste opérateur/ingénierie réalisant les fonctions d'ingénierie et de maintenance du SCCN, des relais de protection et DEI installés dans le poste ainsi que l'analyse post-mortem des données du système et du poste. En plus de ces fonctions, le poste opérateur/ingénierie assure la fonction du poste opérateur. Quel que soit l'état du poste ou des travées (local ou distant) les signalisations, alarmes et télémesures sont affichées sur les deux postes. Toutefois, la commande est permise uniquement à partir de l'un des 2 postes à la fois.

Une horloge de synchronisation satellite permettant la synchronisation temporelle des abonnés du réseau local avec une résolution de 1ms ou mieux. Une horloge murale synchronisée et affichant l'heure locale sera installée au-dessus du bureau opérateur.

Deux imprimantes (1 laser couleur et 1 matricielle).
La communication entre les tranches, les postes opérateur et ingénierie ainsi que les passerelles sera conforme à Ethernet TC/IP UCA2/CEI 61850, 100/1000 Mbit/s.
Le système proposé doit être éprouvé, de haute fiabilité et conforme aux standards d'interopérabilité CEI 61850 et compatible à la télé-conduite.

Un synoptique à base d'armoires à commandes déportées (synoptique d'exploitation) sera fourni et installé par l'entrepreneur dans la salle de commande du bâtiment de commande du poste.

Conception
Le Système de Contrôle Commande Numérique (SCCN) devra être conçu suivant le concept de « tranche » communicante selon le standard CEI 61850 :

L'ajout d'un nouveau départ ou d'une « tranche Transformateur » devra être facile par simple évolution de la configuration et ajout du matériel correspondant.

Chaque tranche devra avoir une gestion et un comportement indépendants du reste du système : par exemple gestion du mode d'exploitation, interverrouillage, consignation d'états, etc. Elle est connectée aux autres tranches par des échanges de données logiques associées à la topologie, mais, en cas de perte de la communication avec les autres tranches, elle peut avoir un comportement en mode dégradé assurant l'intégralité des fonctions de protection, automatisme et contrôle de la tranche.

Chaque tranche devra posséder son propre commutateur pour le raccordement à travers un réseau local auto-cicatrisant (architecture en boucle ou en étoile).

Une panne d'un équipement ou d'une tranche ne devra pas remettre en cause le fonctionnement du reste du système du point de vue du contrôle tant local que distant depuis le centre de télé-conduite.

Le SCCN devra permettre l'exploitation d'une tranche en local ou en maintenance indépendamment du reste du poste. Dans ce cas, la tranche ne sera gérée qu'à partir de l'IHM locale au niveau de la tranche : suivant le cas, les informations issues de cette tranche seront ou non transmises. En situation de maintenance, la transmission d'information aux niveaux supérieurs (salle de commande et centre de conduite) sera inhibée afin d'éviter la transmission de données incohérentes.

Les équipements du SCCN doivent être capables de gérer au moins 2 bases de données de configuration afin de permettre des évolutions simples et efficaces. Une seule base de données est active par équipement, l'autre étant en réserve. La cohérence des bases de données des différents équipements est garantie au niveau du SCCN. Le changement de base de données est réalisable soit par l'IHM soit par la plate-forme d'ingénierie.

Une réserve de capacité d'au moins 50 % sera prévue pour le transfert de données supplémentaires, en plus de la réserve de capacité nécessaire aux futurs circuits spécifiés. Cette capacité n'affectera pas les performances du système et concerne tous les équipements, postes informatisés et équipements terminaux de postes.

Le système devra permettre une capacité d'extension de 30 % en nombre de tranches et de 20 % pour les Entrées/Sorties de chaque tranche.
Le SCCN devra assurer l'intégration future d'équipements en UCA2/CEI 61850.
Le SCCN supportera le format XML pour la configuration conformément à la CEI 61850.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Modes d'exploitations

Le Système de Contrôle-Commande Numérique (SCCN) permet différents modes d'exploitation des ouvrages Haute Tension :

6. Niveau 2 : Conduite à distance du poste à partir d'un centre de conduite centralisé (CNC-SONATREL).
7. Niveau 1 : Conduite locale du poste à partir des armoires de commande déporté situées en salle de commande du bâtiment du poste soit une armoire par travée.
8. Niveau 0 : Conduite locale à partir du panneau de contrôle de chacune des tranches du poste (dans les bâtiments de relayage) :
    1. - À partir de l'interface IHM du calculateur de tranche
    2. - À partir de TPL en cas de défaillance du calculateur.
    3. - À partir de boutons de commande directe des disjoncteurs et sectionneurs.

À un instant donné, la conduite n'est autorisée qu'à partir d'un seul point : centre de télé-conduite (CNC-SONATREL) ou salle de commande ou panneau de contrôle de la tranche. Un ouvrage ne peut en aucun cas être commandé à un instant donné à partir de deux endroits distincts ou par deux personnes distinctes.
Les SCCN seront conformes au standard CEI 61850 qui est la norme de référence concernant le système de Contrôle-commande numérique des postes haute tension

Une illustration des modes d'exploitation est montrée sur la figure ci-après.

Les fonctions de basculement des modes d'exploitation doivent être exécutées par des commutateurs physiques 2-positions. La seule commutation virtuelle acceptée étant celle qui permet de basculer la commande entre le poste opérateur et le poste ingénierie.

9. Calculateur de tranche

Au niveau de la tranche, le Calculateur de Tranche et les terminaux de protection assureront toutes les fonctions au niveau de tranche concernant la commande, supervision et protection, entrées pour l'indication de statut et sortie pour les commandes. Ils seront directement raccordés aux appareils HT sans nécessiter d'interposition ou transducteurs. Chaque Calculateur de Tranche sera indépendant des autres (exception faite des interverrouillages) et son fonctionnement ne sera pas affecté par n'importe quel défaut dans d'autres Contrôleurs de Tranches du poste.

Les Contrôleurs de Tranches seront capables de commande locale et à distance, acquisition des données et automatisation locale et assureront les fonctions ci-après.
Les fonctions doivent être le plus près possible du processus dans une architecture décentralisée. En tenant compte de ce fait, les fonctions suivantes seront donc allouées au niveau de commande tranche :

1. Les fonctions de contrôle tranches ;
2. Les fonctions de protection tranches ;
3. Les fonctionnalités de collecte de données.

La logique programme interne des tranches, les séquences de commande, la collecte des signaux et des informations, les sorties de commandes et le traitement des signaux requis par les différentes unités d'appareillages des tranches correspondantes seront exécutées par les dispositifs intelligents (IEDs).
Les dispositifs seront placés avec les équipements d'entrées/sorties dans les armoires de contrôle locales de la salle de contrôle du même bâtiment. Les dispositifs du niveau de commande tranche seront alimentés par une tension de 125 V DC de l'alimentation sans interruption du poste.

<u>Fonctions de contrôle du niveau tranche :</u>

Les différents appareillages de haute et moyenne tension du poste seront commandés depuis des emplacements différents :

10. Depuis le centre de contrôle à distance ;
11. Depuis le poste de travail opérateurs ;
12. Depuis les contrôleurs de tranche ;
13. Panneau local ;
14. Depuis l'équipement individuel.

Il sera assuré que la manipulation ne sera possible que par un seul opérateur à la fois. Des priorités de contrôle très claires seront définies et empêcheront que la manipulation d'un commutateur puisse être initiée au même moment depuis des niveaux de contrôles différents. La priorité sera toujours octroyée au niveau de contrôle activé le plus bas.

Calculateur de tranche - Mode local :

L'objet concerné devra au préalable être sélectionné depuis l'IHM local sur l'affichage du dispositif intelligent correspondant. La sélection ne devra pas être possible dans des conditions de blocage ou de verrouillage. En outre, une notification d'alarme appropriée devra apparaître. Si la sélection est valide, l'indicateur d'état montrera la direction possible et le bouton ON ou OFF approprié sera pressé afin d'ouvrir ou de fermer l'objet correspondant. Des opérations de contrôle depuis d'autres emplacements (par exemple à distance) ne seront pas possibles dans ce mode opératoire.

Calculateur de tranche - Mode distance :

L'autorité pour le contrôle dans ce mode se trouve entre les mains de l'unité du niveau distant. Les installations ne peuvent être contrôlées qu'à distance. Le contrôle depuis des niveaux de contrôle inférieurs ne sera pas possible dans ce mode opératoire.
Il sera possible d'adopter d'autres philosophies de contrôle au travers du paramétrage.

Interfaces :

Tous les calculateurs de tranche seront fournis avec une interface optique pour la connexion au commutateur de tranche selon la norme CEI 61850.
En outre, ces calculateurs seront fournis avec un port de communication local permettant la connexion d'un ordinateur portable.

La surveillance, le contrôle et la configuration de tous les signaux logiques d'entrée et de sortie, de toutes les entrées binaires ainsi que les sorties de relais pour toutes les fonctions et signaux sera possible aussi bien localement qu'à distance.

IHM local :

Un IHM local, au niveau des dispositifs intelligents, permettra le contrôle et la surveillance des tranches individuelles depuis le niveau tranche. Il doit avoir une résolution pour garantir l'affichage des éléments unifilaires de la tranche avec les mesures et alarmes associées, la gestion des commandes et des contrôles et l'affichage de la consignation d'états.

L'IHM local sera monté à l'avant et sera basé sur un programme convivial, structuré en menus et exécuté à l'aide d'une unité IHM installée de manière permanente avec le dispositif intelligent.
Un diagramme de la tranche montrera l'état des commutations et les valeurs mesurées du poste.
Les valeurs de service des courants et des tensions ainsi que des puissances actives et réactives seront disponibles. Les valeurs analogiques relatives aux fonctions activées (par exemple l'impédance dans le cas de la protection de distance) seront également disponibles.

En outre, une notification d'alarme pour les alarmes de tranche devra également être comprise dans l'IHM local.

Supervision des commandes :

La collecte et le traitement parfait de tous les états des appareillages du poste tout entier seront assurés à tout moment. Les informations qui ne sont pas claires telles que les états intermédiaires, les défauts d'appareillage, les défauts de transfert de données, etc. ne devront jamais entraîner des opérations de commutation.

Les fonctions de contrôle, de réglage et de synchronisation devront requérir une collecte et un traitement parfait de toutes les informations du poste. Les informations devront être à jour et valides.

Des anomalies dans les installations de contrôle et de réglage telles que la commutation à la charge d'un sectionneur, la commutation dans un état asynchrone, etc. seront à éviter. Dans le cas ou des installations de contrôle et de réglage à distance ou au niveau du poste étaient manquantes, un moyen de contrôle de secours devra être possible.

Procédure « sélectionner-avant-exécuter » :
Une procédure « sélectionner-avant-exécuter » sera appliquée pendant la manipulation des disjoncteurs. Pour des raisons de sécurité, les commandes seront toujours données en deux phases :

15. Sélection de l'objet et
16. Initiation de la commande.

Ces deux phases seront réalisées à l'aide d'un seul contact chacune et la commande finale ne sera exécutée que lorsque les deux contacts seront fermés.

Verrouillage du poste :
Des infrastructures de verrouillage seront installées dans les appareillages afin de prévenir des dommages et accidents en cas de mauvaise manipulation.

Des verrouillages par logiciel contrôlés au travers des dispositifs de tranches intelligents seront par contre utilisés pour les tranches elles-mêmes. Les systèmes de verrouillage du poste seront fournis via le bus de communication du poste. L'offre décrira en outre le scénario appliqué lorsque le dispositif intelligent d'une tranche est éteint ou hors-ligne.

Le verrouillage primaire des arrivées du poste sera résolu grâce à un câblage parallèle tel que spécifié.

Le système de verrouillage du poste simplifiera l'addition de nouvelles arrivées (ligne, transformateur, etc.). Des modifications et extensions futures seront possibles sans que ces dernières n'interfèrent dans le fonctionnement d'autres parties de l'installation.

Il sera aisé de comprendre la configuration des systèmes de verrouillage et il sera en outre facile de la changer lors de la mise à niveau du poste après l'addition de futures tranches. Les modifications pourront être faites par le personnel du Maître d'Ouvrage ou l'Exploitant sans la présence du Constructeur.

La fonctionnalité et la conception des systèmes de verrouillage seront basées sur du matériel de verrouillage avec câblage de cuivre parallèle comme indiqué. Ces systèmes devront être extrêmement sûrs et fiables.

Les concepts suivants de verrouillage seront appliqués pour la commutation et l'exploitation du poste :

17. Un sectionneur sera seulement opérationnel lorsque le disjoncteur correspondant sera à l'état OFF et que tous les sectionneurs de terre pertinents auront été retirés.
18. Un commutateur de mise à terre n'est opérationnel que lorsque les sectionneurs auront été ouverts et que l'emplacement concerné aura été libéré de toute tension.
19. La fermeture d'un disjoncteur ne sera seulement possible que si tous les sectionneurs de terre sont retirés et les relais de protection ainsi que les relais de verrouillage non

actionnés ou, s'ils le sont, les défauts auront été effacés et les relais de verrouillage respectifs auront été replacés.

20. Une commutation de jeu de barre ne sera possible que si les sectionneurs de jeu de barre et de coupleur de bus sont en position fermée sans interruption de l'alimentation électrique.
21. Si un signal de chute de pression est reçu par le dispositif de détection de gaz pour disjoncteur SF6, les signaux de déclenchement et de fermeture seront verrouillés.
22. D'autres verrouillages estimés nécessaires pendant la phase d'ingénierie.
23. Une fonction de dérivation sera fournie afin de contourner la fonction de verrouillage en cas échéant.

Des services de verrouillage seront fournis pour des futures opérations à distance et des verrouillages de maintenance pour les opérations locales.
Le système de verrouillage sera conçu de manière à ce que des tests soient possibles durant le fonctionnement normal.

Fonction de vérification de synchronisme :
Les fonctions de vérification de synchronisme et de mise sous énergie seront réparties sur les dispositifs intelligents de contrôle et de protection et auront les caractéristiques suivantes :

24. Tension réglable, angle de phase et différence de fréquence.
25. Mise sous énergie des « deadline-live bus », « live line-dead bus » ou « line-dead bus ».
26. Les paramètres des commandes de fermeture manuelle ainsi que de réenclenchement seront adaptables aux temps d'exploitation des appareillages spécifiques.

La fonction de synchronisme sera appliquée à tous les disjoncteurs.

Sélection de tension :
Les tensions qui sont pertinentes pour les fonctions de vérification de synchronisme dépendent de la topologie du poste (par exemple des états des disjoncteurs et/ou des sectionneurs). La tension idéale pour la synchronisation est dérivée des contacts auxiliaires des disjoncteurs, des sectionneurs et des sectionnaires de terre et sera sélectionnée automatiquement par les dispositifs de contrôle et de protection (IED).

Autosurveillance :
Le système électronique correspondant sera fourni avec des fonctions d'autosurveillance permanente ainsi que des fonctions de tests.

Chaque carte de circuit comprendra des circuits pour le test automatique de ses propres fonctions. Ces circuits interagiront avec un programme de test et de diagnostique contrôlé par l'unité centrale.
Les défauts dans une unité seront indiqués au travers de l'illumination d'une DEL rouge placée sur le bord avant de cette dernière et signalée aux niveaux d'exploitation les plus élevés. Les messages d'erreurs/indications qui seront générés permettront la localisation du défaut jusqu'au niveau de la carte.
Le temps nécessaire pour la recherche et le remplacement d'une unité défectueuse sera réduit au minimum.
L'autosurveillance comprendra également le système d'alimentation électrique, le système de bus interne ainsi que l'habilité de l'unité centrale à communiquer avec différentes cartes de circuits imprimés.

Fonctionnalité de collecte de données :
En général, les fonctions basiques suivantes de collecte de données devront être exécutées par les contrôleurs de tranche.

27. Acquisition des signaux ;
28. Acquisition de valeurs mesurées et comptées ;
29. Suivi de l'exécution des commandes ;

30. Calcul des valeurs mesurées dérivées de l'exploitation ;
31. Génération de groupes de signaux ;

L'état de chaque appareillage (par exemple disjoncteur, sectionneur, sectionneur de terre, changeur de prises de transformateur, etc.) sera surveillé de manière permanente. Chaque changement d'état détecté sera immédiatement indiqué sur l'unifilaire de l'IHM local et rapporté au niveau du poste et au niveau à distance. Des alarmes seront déclenchées dans le cas de changements d'état spontanés.

Les états des appareillages seront indiqués à l'aide de deux commutateurs auxiliaires Normalement Fermé (NC – Normally Close) et Normalement Ouvert (NO – Normally Open).

Une alarme sera déclenchée si les changements d'état sont incohérents ou si le temps requis pour faire fonctionner le mécanisme de changement d'états dépasse une limite prédéfinie.

Des entrées analogiques pour les mesures de courant et de tension avec une exactitude de 0,5% seront fournies. Les valeurs de puissance active (W), réactive (Var), fréquence (Hz) et rms pour la tension (U) et le courant (I) seront calculées.

Les valeurs mesurées seront affichées localement sur l'IHM du poste et rapportées aux niveaux supérieurs. Les valeurs limites de seuil seront sélectionnables pour les indications d'alarme.
Des entrées numériques supplémentaires pour l'acquisition de la puissance active et réactive dans les tranches lignes et transformateurs seront garanties si besoin.

Entrées analogiques :
Les exigences techniques pour les entrées de TT et TC sont :
32. Acquisition du courant directement du TC : 1 A ca
33. Acquisition de tension directement du TT : 100 V ca
34. Calcul sur ligne de P et Q (rms).
35. Précision 0,5% de la valeur assignée ou meilleure.
36. Echantillonnage de fréquence ≥ 1000 Hz.
37. Isolement HT de 5 kV pour chaque circuit de mesure.

Les exigences techniques pour les entrées analogiques de 4-20 mA sont :
38. Acquisition de circuit de courant : 0-20 mA, 4-20 mA.
39. Résistance d'entrée ≤ 200 Ω,
40. Précision 0,5% de la valeur assignée ou meilleur.
41. Séparation galvanique pour chaque entrée.

Entrées numériques :
Les exigences techniques pour les entrées numériques sont :
42. Acquisition des entrées numériques sur le niveau 125 V DC sans relais intermédiaires.
43. Séparation galvanique du processus et maximum 8 entrées par connexion commune.
Toutes les entrées numériques auront un filtre d'entrée pour le blocage des perturbations de réseau.

Sorties numériques :
Les exigences techniques pour les sorties numériques sont :
44. 127 V DC
45. Capacité à 127 V DC ≥ 5 A
46. Capacité de coupure à la charge inductive avec L/R<40ms, à tension assignée : 0,2 A
47. Séparation galvanique du processus.
Les quantités d'entrées/sorties numériques et analogiques telles qu'indiquées dans ce document sont des exigences minimales. Toute autre exigence supplémentaire identifiée par

le fournisseur des appareillages du poste pendant les phases d'ingénierie, de réception sur site et d'installation devra être incluse.

Calculateur de poste
Deux ordinateurs sont à fournir (1 poste opérateur, 1 poste d'ingénierie).
Le logiciel du système devra pouvoir être installé depuis un media transportable (par exemple CD, DVD).
Les ordinateurs seront de type semi-rigide et doivent être alimentés par une alimentation sans coupure par batterie.

Tous les logiciels de configuration des IED seront fournis ainsi que tous les câbles de raccordement à ces IED. Une licence supplémentaire par logiciel sera fournie au MOA par lot.

Poste opérateur/Ingénierie
Le poste opérateur et le poste opérateur/ingénierie sont utilisés comme interface personne-machine du SCCN pour l'exploitation locale du poste. Les deux postes de travail sont identiques à l'exception que le poste opérateur/ingénierie est équipé de logiciels supplémentaires et est normalement utilisé pour réaliser les fonctions d'analyse post mortem, de maintenance et d'ingénierie.

Chaque poste de travail est constitué d'un ordinateur de type PC avec deux écrans couleur et une présentation graphique à fenêtrage pour visualiser, contrôler et commander tout élément autorisé du SCCN.
Un avertisseur sonore alimenté en courant continu sera installée dans la salle de contrôle pour signaler les alarmes. L'avertisseur s'arrêtera dès que l'alarme aura été acquittée. Un klaxon extérieur fonctionnera en parallèle avec cette alarme à l'avertisseur sonore de la salle du SCCN.

Toutes les fonctions de visualisation, contrôle et commande sont soumises à une gestion par mot de passe et profil d'utilisateur déterminant pour chacun les droits d'accès et d'action.

<u>Caractéristiques techniques IHM :</u>
Les postes de travail du SCCN doivent être opérés en mode graphique. Ils doivent être basés sur le système d'exploitation Windows™ 10 professionnel équipé au minimum de processeur de 64-bits de dernière génération. Les postes de travail doivent être connectés sur le réseau local redondant.
Chaque poste Opérateur/Ingénierie du SCNN doit être équipé au minimum de :

48. Deux écrans,
49. Souris,
50. Clavier alphanumérique AZERTY,
51. Sortie audio pour alarme auditive avec le volume réglable,
52. Connexion redondante au réseau local redondant,
53. Disque dur de type RAID 1 256Go minimum,
54. Mémoire en quantité suffisante pour obtenir les performances désirées,
55. Interface graphique supportant au minimum deux écrans,
56. Deux ports de communication Ethernet 100Mbit/s-1Gbit/s reliés au réseau redondant du poste ou au dispositif d'interconnexion au réseau auto-cicatrisant.

Les postes de opérateurs/ Ingénierie doivent supporter les fonctionnalités suivantes :

57. Deux écrans graphiques selon la fonction,
58. Multifenêtrage, défilement, agrandissement et réduction,
59. Élaboration de texte alphanumérique et de symboles graphiques pour les schémas unifilaires qui seront définis lors de la phase de conception détaillée,
60. Taille des caractères élargie,

61. Un minimum de 65536 couleurs affichables à partir d'un choix de couleurs disponibles,
62. Coloration dynamique du réseau sur un schéma unifilaire (i.e. partie isolée du réseau),
63. Mise en valeur sélective, assignation de couleurs, vidéo inverse, intensité d'affichage pour chaque caractère/symbole individuellement ou groupé,

Ecrans de visualisation :

64. Deux écrans de visualisation à panneau plat de technologie LED couleur doivent être fournis avec chaque poste de travail. Les écrans à haut contraste doivent avoir une diagonale minimale de 56cm (22 pouces) et supporter l'affichage haute résolution.
65. Les moniteurs doivent être conformes aux normes internationales relatives à la qualité des écrans plats (ISO 13406).

Les postes de opérateurs/ Ingénierie doivent supporter les fonctionnalités suivantes :

66. Multifenêtrage sur les écrans en mode "bureau étendu" (curseur de pointage unique, affichage libre de contraintes sur deux écrans), fonctions de défilement, agrandissement et réduction,
67. Taille de caractères programmables élargie,
68. Support de texte alphanumérique et de graphiques animés pour les schémas unifilaires qui seront définis lors de la phase de conception détaillée,
69. Coloration dynamique du réseau sur un schéma unifilaire (i.e. partie isolée du réseau), Mise en valeur sélective, assignation de couleurs, vidéo inverse, intensité d'affichage pour chaque caractère/symbole individuellement ou groupé.

Synchronisation horaire

L'ensemble de fonctions du système devront utiliser un horodatage commun, c'est en particulier le cas pour:

70. La conduite au sens large (comprenant les fonctions de conduite locale, et télé-conduite) avec la datation des signalisations, alarmes, mesures et commandes,
71. L'analyse d'incidents : analyse chronologique des événements, perturbographie et localisation de défaut
72. La maintenance et l'administration,

En cas de perte de synchronisation externe (signal GPS), la chronologie des informations sera toujours assurée, qu'il s'agisse de consignation d'état ou de liste historique de toute nature. Le système continuera de fournir l'heure à la précision requise pendant une durée minimale de 8 heures. Au-delà de cette limite, une dérive de 10ms par jour sera admise.

En cas de perte de l'équipement interne de synchronisation horaire, les informations de conduite seront déclarées en perte de synchronisation système en conduite locale, et en télé-conduite.

En cas de recalage de l'horloge interne par rapport à l'interface de synchronisation GPS, le système assurera la cohérence de la datation du flot d'informations survenant juste avant et après ce recalage. En particulier, il garantira la conservation de la séquence des informations datées, au prix éventuellement d'un défaut passager de synchronisme, et minimisera les valeurs des corrections apportées à la datation sur des signalisations successives.

L'Entrepreneur a la responsabilité de faire la fourniture, l'installation et la mise en service :

73. De l'horloge de synchronisation GPS avec son antenne extérieure
74. De l'horloge murale synchronisée
75. Des câbles et de l'équipement nécessaire à la synchronisation des DEI de l'installation avec les sorties de synchronisation de l'horloge.

Relais d'interfaçage

Les interfaces avec les équipements de comptage et de mesure (Changeur de prise des Transformateur et Réactances…) seront du type BCD ou code Gray, ou analogiques.

Les interfaces pour le comptage d'énergie et de puissance seront par impulsion avec accumulation dans le système ou directement par transducteurs (type 4-20mA), ou via port de communication lorsque le DEI est raccordé directement aux TC et TT.

L'interface de commande des disjoncteurs sera réalisée directement par le DEI ou par l'entremise de relais d'interposition. Les caractéristiques des sorties de commande vers les disjoncteurs sont les suivantes :

76. Un courant d'établissement et de maintien de 5A continu, 30 A pendant 500 ms, 250 A pendant 30 ms
77. Une capacité de coupure de 5A à 125Vcc (L/R = 40 ms)

Par acquisition directe sur des TC et TT, les mesures suivantes seront disponibles :

78. Valeur efficace des courants et des tensions
79. Fréquence
80. Puissances actives
81. Puissances réactives
82. Puissances apparentes - Facteur de puissance
83. Déphasage
84. Distorsion totale d'harmoniques (THD) & Distorsion totale de la demande (TDD), les harmoniques seront mesurées jusqu'au rang 15
    - Amplitudes
    - Information de synchronisme : ΔF, ΔV, $\Delta \varphi$

Passerelles de communication du poste

La communication avec le centre de contrôle distant sera assurée par un lien redondant supportant les protocoles CEI 60870-5-101 ou 104. La communication avec l'IHM déportée (pour la maintenance à distance) sera assurée par connexion sécurisée (VPN).

La passerelle sera capable d'envoyer vers le centre de télé-conduite en fonction du protocole sélectionné :

85. L'état des entrées simples horodaté.
86. L'état des entrées doubles horodaté.
87. L'état des positions du régleur en charge de transformateur et réactance horodaté.
88. Les mesures horodatées.
89. Les valeurs intégrées des compteurs horodatées

La passerelle sera capable de recevoir du centre de télé-conduite en fonction du protocole sélectionné :

90. Les commandes simples directes ou en mode SBO (Select Before Operate)
91. Les commandes doubles directes ou en mode SBO
92. Les commandes d'interrogation d'un groupe de données
93. Les signaux de synchronisation
94. Les commandes de gel des compteurs

Commutateurs

Il peut être distingué :

95. Les commutateurs de poste installés au niveau des tranches supervision
96. Les commutateurs de tranche installés au niveau des autres tranches

Les commutateurs sont de type administrable (Switch manageable). Ils sont installés dans chaque tranche et assurent la communication interne au poste.

Le protocole UCA2/CEI 61850 est imposé pour l'échange de données entre les différentes tranches du poste, les IHM locales et les passerelles de télé-conduite ou télécommunication Gateway (TG). Il sera utilisé pour la synchronisation des équipements, le contrôle, les rapports, les échanges point-à-point et les transferts de fichiers de perturbographie, de formes d'onde et de Qualimétrie.

La communication entre les équipements de conduite, commande et protection du poste est fondée sur un réseau local Ethernet 100/1000 Mbit/s. La communication entre les tranches est réalisée sur des tronçons de fibre optique multimode alors que la communication interne à une tranche peut être réalisée par liaison fibre optique ou cuivre 1000Base-T. Par sa conception auto-cicatrisante en anneau ou en étoile redondante, le réseau sera résiliant aux pannes de façon à assurer la continuité de service en cas de perte d'un équipement ou de dommage sur un tronçon du réseau. Lors d'une panne, le temps maximal de bascule / reconfiguration sera inférieur à 1 ms.

Chaque commutateur devra posséder en réserve un port électrique libre afin de permettre le raccordement d'un PC portable.

Onduleur
L'Entrepreneur est tenu de fournir pour le système une source d'alimentation sans coupure (UPS) de puissance suffisante.

L'alimentation alternative des périphériques et du calculateur du poste devra être assurée d'une part, à partir d'un UPS (Uninterrupted Power Supply) et d'autre part via le By-Pass à partir du jeu de barres alternatif. L'alimentation de l'UPS devra être réalisée à partir de la batterie 48 Vcc du poste.

En cas d'indisponibilité ou de tension et fréquence anormales de cette sortie, l'alimentation du système devra être assurée automatiquement à partir du jeu de barres alternatif via le By-Pass constitué, entre autres, d'un transformateur d'isolement, d'un inverseur et des protections nécessaires. Le basculement durera 5 ms au maximum, le retour vers la sortie de l'UPS sera effectué après 5 sec, si la tension et la fréquence à vide de celui-ci sont normales.

Afin d'effectuer la maintenance en toute sécurité, le By-Pass ne doit en aucun cas être installé dans l'armoire de l'UPS.
Chaque circuit devra être dimensionné pour la charge totale du système qui est de 3 kVA minimum (valeur à titre indicatif).

Les informations de marche normale ou de défauts relatives à l'ensemble UPS/By-Pass doivent pouvoir être consultées en face avant sur afficheur. Elles sont remontées, non regroupées d'une part au système via des liaisons numériques, et d'autre part à la tranche générale via les sorties physiques mises à disposition par le constructeur. L'indication des paramètres U, I, F et le mode d'alimentation (effectuée par l'UPS ou de l'alternatif) devront être prévues.

Système de supervision

Présentation générale
L'écran de conduite du poste opérateur/Ingénierie (IHM) devra toujours présenter :

97. Les dernières alarmes survenues
98. La date, l'heure, le nom de l'opérateur connecté et le nom du poste
99. Un ensemble d'icônes regroupées en bandeau avec les commandes de copie d'écran, connexion / déconnexion de l'opérateur, arrêt du klaxon, lancement d'applications tierces (logiciel de paramétrage des relais, analyse de la perturbographie, traitement de texte…)
100. Un bandeau de navigation permettant d'accéder directement par simple clic aux

différentes vues de détail, au visualisateur d'alarme, consignateur d'états, panneau de mesures…

Dans chaque schéma unifilaire, les lignes, les jeux de barres et les organes seront représentés en couleur en fonction du niveau et de la présence de tension selon le code de couleurs en vigueur à la SONATREL

Fonctions principales

L'IHM doit réaliser les fonctions de supervision, contrôle, archivage et maintenance. Les fonctions les plus importantes sont détaillées ci-dessous.

Contrôle et supervision

1. Supervision :
    1. Présentation de la topologie unifilaire : vue générale du poste, vue de chaque niveau de tension, vue de détail de chaque tranche. Cela inclut la position dynamique des disjoncteurs, sectionneurs, la valeur des mesures, compteurs, la représentation graphique des alarmes, etc.…Tout changement spontané, comme l'ouverture d'un disjoncteur, sera représenté avec une couleur et un état spécifique.
    2. Présentation de l'architecture système : vue générale du système, vue de détail de chaque tranche (calculateur, IEDs, PT, PAD, etc.). Cela inclut l'état dynamique des équipements (actif, défaut, déconnecté, maintenance, test). Tout changement spontané sera représenté avec une couleur et un état spécifique.
    3. Présentation de la liste d'alarmes, des boutons d'acquittement et d'effacement
    4. Présentation du journal de bord (liste en temps réel de l'ensemble des données système et procédé).
    5. Présentation de la liste des événements (consignation d'états)
    6. Présentation des courbes de mesure en temps réel ou extraites des archives. Les données invalides doivent être indiquées graphiquement.
    7. Présentation des fichiers de perturbographie et de Qualimétrie
    8. Impression de tout ou partie des changements d'état archivés, des alarmes ou des états des différentes entrées/sorties logiques. La génération de rapport doit être possible directement via l'IHM (solution possible via Crystal Report).

2. Contrôle :
    1. Contrôle des équipements primaires, via des fenêtres dédiées (pop-up) permettant, suivant la configuration de l'organe, des commandes directes ou du type Sélection avant exécution (SBO), le forçage de l'interverrouillage ou la validation du synchrocheck.
    2. Possible forçage, substitution ou suppression d'information afin de corriger des données incorrectes ou non-disponibles.

Surveillance disjoncteur

La filerie de chaque circuit de déclenchement de disjoncteur sera surveillée par un processus continu (agissant de façon permanente quelle que soit la position du disjoncteur) qui transmettra une alarme à l'opérateur local et distant (télé-conduite) en cas de détection d'une défaillance.

Surveillance des appareils de mesure

Les appareillages de mesure TT (transformateur de tension) et TC (transformateur de courant) seront surveillés en permanence de façon à détecter la moindre défaillance d'une ou plusieurs phases. La surveillance des TC sera fondée sur le principe du courant homopolaire. La surveillance des TT permettra de discriminer les défauts de fusion fusible de ceux affectant directement le TT (défaut interne). Elle sera basée sur la tension inverse.

Archivage

L'archivage permettra :

3. Le stockage des changements d'état, mesures, fichiers de perturbographie, Qualimétrie et de toutes les actions de l'opérateur
4. Le stockage de toutes les bases de données du SCCN et des documents techniques de chacun des IED
5. La durée minimum de l'archivage est de 3 mois

Les données seront stockées sur les disques durs du poste opérateur et du poste ingénierie. Une extraction de ces données sera possible pour conserver une sauvegarde sur support amovible (CD, DVD, clé USB …).

Maintenance

Les fonctions suivantes seront proposées :

6. Modification et évolution des bases de données de configuration du SCCN
7. Paramétrage des IED
8. Chargement des données de paramétrage des IED

Affichage des informations de chaque équipement du SCCN avec présentation détaillée et claire

Configuration

L'Entrepreneur aura la responsabilité de la configuration initiale du système de Contrôle-commande.

Le système devra intégrer un outil de configuration pour générer les bases de données qui seront chargées dans les différents équipements du système (IHM, calculateurs de poste et de tranche etc…).

L'outil de configuration sera unique pour l'ensemble des fonctions et des équipements du système, par exemple il sera possible avec cet outil de :

9. Construire la représentation unifilaire des différents équipements,
10. Décrire les éléments électriques comme les étiquettes des alarmes,
11. Configurer les éléments du système, attribuer les différentes entrées/sorties à un organe,
12. Construire et valider les éléments d'automatisme, la gestion de l'état et de la commande des disjoncteurs par exemple,
13. Adresser les éléments du système suivant le protocole CEI 61850.

L'outil de configuration sera orienté objet et permettra, à partir de modèles, d'instancier ceux-ci pour créer les éléments de la configuration de l'application du Système. Il sera fourni avec le logiciel de configuration une base de données des modèles qui, pour chaque modèle de tranche, regroupera toutes les informations de la tranche (graphique, électrique, système, automatisme et communication).

Le configurateur du système assurera la gestion et la numérotation des versions de base de données et éditera les différences entre deux versions de base de données. Il utilisera le langage XML tel que défini dans la CEI 61850 pour les fonctions d'export de données et d'import. Un outil de tri et extraction partielle sera disponible.

Procédure de commande

Une commande peut être exécutée suivant deux modes : Commande directe ou Sélection avant exécution : Select Before Operate (SBO). En cas de refus de commande, une fenêtre dédiée est présentée à l'opérateur avec une indication claire et textuelle de la cause du refus. En cas de blocage la suite d'une non-concordance d'interverrouillage ou d'un verrouillage manuel, l'utilisateur peut, dans cette fenêtre, s'il possède les droits afférents, outrepasser ce verrouillage. Avant exécution, l'utilisateur peut visualiser de manière simple et graphique les équations non conformes.

Plusieurs conditions définies lors de la configuration seront vérifiées sur le passage de commande :
Durée de commande (temps entre deux séquences de commande sur le même organe)

14. Mode d'exploitation de la tranche et du poste
15. Interverrouillage topologique
16. Cycle d'automate en cours sur l'organe ou l'équipement
17. Contrôle de synchronisme (Synchro check)
18. Verrouillage de l'équipement
19. Unicité de commande : Une seule commande à un instant donné pour un même organe

Gestion des alarmes

Les alarmes sont en général engendrées lors du changement d'état d'une information logique, du franchissement d'un seuil de mesure ou d'un défaut interne au système. Les alarmes sont définies en traitement immédiat ou différé (avec un temps prédéfini) et peuvent être associées à un signal sonore ou lumineux (lui aussi immédiat ou différé). Les alarmes doivent pouvoir être associées à n'importe quel changement d'état (ouverture, fermeture, incohérence, etc.) ou à chaque seuil d'une mesure (franchissement positif ou négatif). Elles peuvent avoir différents niveaux de gravité.
Les alarmes sont présentées via l'IHM au niveau du poste en utilisant :

1. Une fenêtre dédiée avec :
    1. La liste chronologique des alarmes combinable à des critères de tri par équipement et niveau de tension
    2. Un horodatage pour chaque alarme/évènement avec une précision de ± 1 ms.
    3. Les N dernières alarmes (N étant fixé lors de la configuration) avec différentes couleurs pour chaque niveau d'alarme

Des symboles graphiques définis durant la configuration et associés à chaque organe, permettant de connaître directement les alarmes et leur localisation dans les différentes vues.
Chaque alarme peut être acquittée et effacée depuis l'IHM, suivant les droits de l'opérateur.
L'opérateur peut acquitter les alarmes unitairement ou par groupe. Indépendamment de l'acquittement, le signal sonore ou visuel peut être arrêté par l'opérateur manuellement ou automatiquement après un délai donné (défini lors de la configuration). Une alarme peut être effacée uniquement si la cause de son apparition n'est plus valide (alarme inactive) et si elle a été acquittée au préalable par l'opérateur.

Il sera possible de configurer chaque alarme comme « effacée automatiquement » si et seulement si elle a été acquittée et que la cause de celle-ci a disparu.

Automatismes

Interverrouillage

La gestion de l'interverrouillage du poste doit être prioritairement faite sur une base topologique.
L'interverrouillage topologique doit analyser les positions de tous les disjoncteurs et sectionneurs du poste et autoriser ou inhiber les commandes suivant les règles prédéfinies, par exemple en fonction des caractéristiques mécaniques et électriques des organes. La fonction peut être soit centralisée dans les calculateurs de poste soit totalement répartie dans les tranches.

La fonction d'interverrouillage topologique s'applique aux équipements suivants :

2. Disjoncteurs
3. Sectionneurs
4. Sectionneurs de mise à la terre

La fonction d'interverrouillage topologique pourra être associée à des équations de type booléen afin de satisfaire des besoins de maintenance. La gestion des ouvertures et la gestion des fermetures via l'interverrouillage sont indépendantes. L'interverrouillage peut être outrepassé par l'opérateur s'il dispose des droits suffisants.

Les commandes issues du contrôle local pourront, suivant le niveau de tension, être contrôlées par un automatisme d'interverrouillage, si la tranche est électriquement connectée au reste du système. Si la communication avec les autres tranches via le réseau Ethernet UCA2/CEI 61850 n'est pas disponible ou si certaines informations sont manquantes, une fonction locale d'interverrouillage sera utilisée, ne prenant en compte que les informations de la tranche. Un opérateur possédant les droits peut outrepasser l'interverrouillage.

Régulation de tension

La fonction de régulation de tension est utilisée pour maintenir au secondaire d'un transformateur une tension dans les limites fixées par l'exploitant. La tension secondaire est contrôlée par l'intermédiaire d'un changeur de prise. Le régulateur de tension doit respecter la norme CEI 61850.

La régulation de tension doit être capable de gérer un transformateur ou plusieurs en parallèle. La régulation de tension devra assurer également :

5. Le « homing » (retour à une position neutre) pour prendre en compte la tension primaire du jeu de barres sur lequel est raccordé le transformateur
6. La minimisation du courant circulant

La position des prises et la commande augmenter/diminuer ainsi que le choix du mode de régulation doit être possible à partir du poste opérateur en plus des fonctionnalités locales.

1. Description et installation des tranches

Description des tranches

D'une façon générale, chaque tranche du Système de Contrôle-Commande comprend :

7. Tous les appareillages de sécurité (court-circuiteurs, ICT et boîtes d'essais tension et courant), lignes et transformateurs permettant à l'opérateur de maintenance d'intervenir en toute sécurité dans la tranche.
8. Les IED nécessaires à l'acquisition des données (calculateur de tranche ou BCU – Bay Control Unit), des protections des équipements et des automatismes. Le calculateur de tranche comportera une interface interactive permettant de superviser et assurer la conduite de la tranche.
9. Les commutateurs manageables nécessaires comportant des ports Ethernet électriques et optiques.
10. Un panneau de contrôle permettant d'assurer la commande locale des disjoncteurs et sectionneurs directement par bouton poussoir. Les positions des disjoncteurs et sectionneurs ainsi que les mesures de tension et courant seront affichées sur le panneau de contrôle. Un commutateur Local/Distant permettra de sélectionner le mode de conduite de la tranche.

Description du système de contrôle-commande AIS

Les tranches seront équipées conformément aux équipements énumérés ci-dessous, toutefois le nombre d'armoires par tranche sera adapté en fonction des équipements prévus par l'Entrepreneur par tranche.

Armoire de Tranche Générale

Elle est équipée de :

11. Un calculateur de tranche CEI 61850,
12. Un commutateur administrable,
13. Un commutateur local/distant,
14. Un interrupteur de consignation de Tranche,
15. Un klaxon pour la signalisation sonore en cas de défaut.
16. Des relais d'interfaces assurant la sécurisation des alarmes (Défaut poste et alarme danger)
17. Borniers, repères de bornier

Armoire de Tranche Ligne

Elle est équipée de :

18. Un commutateur manageable,
19. Un calculateur de tranche CEI 61850,
20. Un relais de protection différentielle de Barre CEI 61850
21. Un relais de protection principale n°1,
22. Un compteur statique,
23. Une commande manuelle par TPL,
24. Un commutateur local/distant,
25. Un Interrupteur de consignation de Tranche,
26. Les appareillages de sécurité (court-circuiteurs, boîtes d'essais tension et courant),
27. Des relais d'interfaces assurant la sécurisation des alarmes (Défaut poste et alarme danger)
28. Borniers, repères de bornier,

Armoire de Tranche Transformateur

Elle est équipée de :

29. Un commutateur manageable,
30. Un calculateur de tranche CEI 61850
31. Un relais de protection différentielle de barres CEI 61850,
32. Un relais de protection transformateur
33. Un relais de protection surintensité
34. Une commande manuelle par TPL,
35. Une centrale d'alarme pour les défauts personnalisés des transformateurs,
36. Un régulateur de tension
37. Un commutateur local/distant
38. Un interrupteur de consignation de Tranche
39. Les appareillages de sécurité (court-circuiteurs, boîtes d'essais tension et courant)
40. Des relais d'interfaces assurant la sécurisation des alarmes (Défaut poste et alarme danger)
41. Borniers, repères de bornier

Armoire de Tranche Arrivée Transformateur

Elle est équipée de :

42. Un commutateur manageable ,
43. Un calculateur de tranche CEI 61850,
44. Un relais de protection différentielle de barres CEI 61850,
45. Un relais de protection,
46. Une commande manuelle par TPL,
47. Une centrale d'alarme pour les défauts personnalisés des transformateurs,
48. Un commutateur local/distant
49. Un compteur statique (selon le plan de protection)
50. Un interrupteur de consignation de Tranche
51. Les appareillages de sécurité (court-circuiteurs, boîtes d'essais tension et courant)
52. Des relais d'interfaces assurant la sécurisation des alarmes (Défaut poste et alarme danger)
53. Borniers, repères de bornier

Le comptage sera réalisé par un compteur homologué par la SONATREL et un enregistreur de mesures par tranche raccordement transformateur qui seront regroupés dans une armoire comptage qui est à la charge de l'Entrepreneur.

Armoires de Tranche MT

Elle est équipée de :

54. Un commutateur manageable ,
55. Un calculateur de tranche CEI 61850,
56. Un commutateur local/distant
57. Un interrupteur de consignation de Tranche
58. Les appareillages de sécurité (court-circuiteurs, boîtes d'essais tension et courant)
59. Des relais d'interfaces assurant la sécurisation des alarmes (Défaut poste et alarme danger)
60. Borniers, repères de bornier

Armoires de Tranche Supervision

Elle est équipée de :

61. Deux commutateurs manageables
62. Deux calculateurs de poste CEI 61850
63. Une synchro horaire (récepteur horaire Serveur de temps)
64. Borniers, repères de bornier
65. Une ventilation forcée dimensionnée en fonction de la dissipation des équipements actifs

Description des prestations

Etude Système :

L'Entrepreneur a la charge de :

66. La réalisation de tables d'échanges des informations entre les différents systèmes
67. (Calculateurs/concentrateurs, Poste Opérateur).
68. L'établissement des fiches de conduite en accord avec le client,
69. L'établissement du PTI (Plan de Télé-information) en accord avec le client,
70. La réalisation d'un dossier de conception des vues système,
71. La réalisation de dossiers de test reprenant les tables d'échanges et d'adressages pour réalisation de la FAT et de la SAT,
72. La programmation des vues système,
73. La programmation des relais de protection et des calculateurs de tranche,
74. La spécification des moyens à mettre en œuvre en plateforme de réception usine,
75. Les essais unitaires.

Tests de réception en usine ("Factory Acceptance Tests", FAT) :

L'Entrepreneur devra soumettre au Maître de l'Ouvrage un programme d'essais conformément à l'IEC 62381.

Ce programme devra définir :

76. Plan d'essai du FAT,
77. Procédure d'essai
    1. Montage d'essais,
    2. Réalisation des essais,
    3. Procédure de vérification de l'application,
78. Reprise du FAT,
79. Documentation du FAT

Les essais de réception usine auront pour but de vérifier l'adéquation du système aux caractéristiques du site. Cela consistera principalement à vérifier :

80. La complétude de la fourniture (exhaustivité et conformité des composants matériels

et des versions logicielles),

81. La conformité de l'ensemble des fonctions du Système.

Les essais fonctionnels devront être mis en œuvre dans un contexte aussi proche que possible de celui dans lequel le Système sera exploité ultérieurement. Ces conditions portent sur les méthodes de tests, les moyens de tests et bien évidemment la consistance de l'architecture à tester. La plate-forme de tests, à la charge du Constructeur, devra permettre la mise en œuvre de toutes les fonctionnalités du Système.

Le Maître de l'Ouvrage se réservera le droit d'ajouter tout essai, cohérent avec les spécifications du Système et avec le type de tranche réceptionné, qu'il juge souhaitable. Une fois que le Système aura passé avec succès les essais en usine, il pourra être expédié sur le site.

Mise en service SAT (Tests d'acceptation sur site ou « Site Acceptance Test »)

Des essais de réception sur site seront effectués pour vérifier le bon fonctionnement du Système dans chaque poste après l'installation. Ces essais devront démontrer que la conception générale du système respecte les exigences fonctionnelles et de performance sur le terrain, en utilisant le système de communication actuel ainsi que le matériel existant, et auquel ce Système devra être raccordé.

Dans le cadre de cette prestation, l'Entrepreneur réalise les prestations suivantes :

82. Contrôle de l'état des équipements et des liaisons suite aux travaux d'installation,
83. Réalisation de tous les essais de tranche suivant les Plans de Tests et de Validation,
84. Participation aux essais à réaliser avec les agents du contrôle électrique et d'exploitation de la SONATREL avant la mise sous tension du poste.
85. Réalisation des essais de Télé-conduite.

L'Entrepreneur devra soumettre au Maître de l'Ouvrage un programme d'essais conformément à la CEI 62381.

Ce programme devra définir :

86. Les procédures d'essais de chaque équipement indépendamment et des ensembles de fonctionnalités,
87. Le relevé des marques et des numéros de série de chaque équipement,
88. Le plan d'essais du SAT,
89. Les rapports d'essais intégrant les valeurs relevées,
90. Etc.

Une fois que le Système aura passé avec succès les essais sur site, le Système subira une période d'essai de trente jours, pendant laquelle il devra répondre aux conditions du contrat et confirmer sa fiabilité, sa stabilité et sa robustesse.

Le Système sera réceptionné lorsque tous les éléments du matériel auront passé avec succès la période d'essai.

Documentation à fournir

91. Réalisation d'un plan d'assurance qualité (PAQ)
92. Dossier de conception système de Contrôle-commande,
93. Dossier de conception système de supervision,
94. Dossier et plan de tests et de validation pour recette usine, pour essais sur site,
95. Schémas en D.A.O,
96. Le guide utilisateur de l'application de supervision,
97. Support de formation,
98. Documentation du constructeur de tous les matériels fournis.

L'Entrepreneur fournira les documents en français selon la liste préliminaire et non exhaustive suivante :

99. Rapports trimestriels et mensuels
100. Plans et données sur les produits
101. Notes de calcul de projet
102. Documents d'approvisionnement
103. Plan Qualité de l'Entrepreneur
104. Plan de contrôles et d'essais, atelier et chantier
105. Programme et procédures d'essais et de contrôles en atelier
106. Programme et procédures d'essais et de contrôles sur le Chantier
107. Rapports d'essais et de contrôles en atelier
108. Rapports d'essais et de contrôles sur site
109. Documents d'expédition et manuels de montage
110. Manuels d'exploitation et de maintenance
111. Liste des pièces de rechange

1. Charpentes et châssis métalliques

Généralités

L'Entrepreneur doit s'assurer que la conception des structures en acier est compatible avec l'équipement électromécanique et tout autre composant qui sera installé ou fixé à ces structures. L'ajout de structures et supports doit s'insérer parfaitement et être compatible avec les structures et supports existants sans qu'il soit exercé de forces additionnelles sur les parties existantes ou nouvelles.

Dans le cas où le châssis support en acier est inclus avec l'équipement électromécanique fourni par le manufacturier ou le fournisseur, c'est la responsabilité de l'Entrepreneur de coordonner les différentes conceptions afin d'assurer leur parfaite insertion et compatibilité avec l'ensemble.

L'Entrepreneur doit fournir au moins 10 % (dix pourcent) de boulons, écrous, rondelles, rondelles de blocage, anneaux de remplissage de plus que la quantité nécessaire pour compenser pour les pertes normales de chantier.

La conception doit être conforme aux normes EN 1990, EN 1991 et EN 1993 ou ASCE 10 pour les structures en treillis, ou équivalent, en plus des exigences de la présente spécification technique.
Les charpentes et châssis supports doivent être conçus et installés pour pouvoir remplir leur fonction sous les conditions climatiques applicables à l'endroit de l'installation, avec une durée de vie de 50 ans minimum.

Le terme charpente ou support désigne :

1. Les portiques
2. Les structures de support des équipements HT (disjoncteurs, sectionneurs, transformateurs de mesure, parafoudres),
3. Les supports isolants des jeux de barres ou de câbles,
   Et, de manière générale, toutes les structures métalliques nécessaires à l'installation des équipements extérieurs.

Normes et standards

Sauf mention contraire, les matériaux, la conception, la fabrication, le transport, la manutention, et l'assemblage des structures d'acier doivent respecter la dernière édition les codes et normes suivants ou des codes et normes équivalents :

1. La dernière édition des Recommandations de la CEI (EN 50341-1),
2. La VDE (Association des Ingénieurs Electrotechniques Allemands), spécialement EN 50341-3-4, la DIN (Normes Industrielles Allemandes),
3. Les recommandations CEI spécialement la CEI 60652 ;
4. Les normes françaises AFNOR.
5. L'AWS (American Welding Society

D'autres normes internationales reconnues seront acceptées si elles sont équivalentes à celles énumérées ci-dessus ou si elles confèrent et assurent au matériel et à l'équipement une meilleure qualité et de meilleures performances.

Les portiques seront de type moulé afin de s'adapter à l'existant.

Si le matériel et l'équipement sont conformes à des normes autres que celles prescrites, toutes les différences entre les normes proposées et celles prescrites devront nécessairement être fournies pour autant qu'elles affectent les caractéristiques, performances, et qualités du matériel et de l'équipement.

NF EN 10204 - Produits métalliques Types de documents de contrôle
NF EN 10021 - Aciers et produits sidérurgiques Conditions générales techniques de livraison
NF EN 10025 - Produits laminés à chaud en aciers de construction non alliés Conditions techniques de livraison
NF A 35-503 - Produits sidérurgiques Aciers pour galvanisation par immersion à chaud
NF A 45-001 - Produits sidérurgiques Barres laminées à chaud ou laminés marchands d'usage général Tolérances sur formes et dimensions
NF EN 10056-1 - Cornières à ailes égales et inégales en acier de construction - Partie 1 : dimensions
NF EN 10056-2 - Cornières à ailes égales et à ailes inégales en acier de construction Partie 2 : tolérances de formes et de dimensions
NF EN 10029 - Tôles en acier laminées à chaud, d'épaisseur égale ou supérieure à 3 mm Tolérances sur les dimensions, la forme et la masse
NF EN ISO 9013 - Soudage et techniques connexes Niveaux de qualité et tolérances dimensionnelles des surfaces découpées thermiquement (à la flamme d'oxygène / gaz de chauffe)
NF EN 287-1 - Epreuve de qualification des soudeurs Soudage par fusion Partie 1 : aciers
NF EN 288-3 - Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques Partie 3 : épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage à l'arc sur acier
NF EN 24015 - Eléments de fixation vis à tête hexagonale partiellement filetée – Grade B – tige réduite (diamètre tige = diamètre sur flanc de filet)
NF EN 20273 - Eléments de fixation Trous de passage pour vis
NF E 25-017 - Eléments de fixation Chambrages (lamages) des vis à métaux Dimensions
NF P 22-471 - Construction métallique Assemblages soudés Fabrication
NF P 22-472 - Construction métallique Assemblages soudés Qualification d'un mode opératoire de soudage
NF EN 10045-1 - Matériaux métalliques : Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy Partie 1 : méthode d'essai
NF EN ISO 4759-1 - Tolérances des éléments de fixation Vis, goujons et écrous Partie 1 : grades A, B et C
NF EN ISO 898-1 - Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié Partie 1 : vis et goujons
NF EN 26157-1 - Eléments de fixation Défauts de surface Partie 1 : vis et goujons d'usage général
NF EN 20898-2 - Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation Partie 2 : écrous avec charges d'épreuves spécifiées Filetage à pas gros
NF EN 493 - Eléments de fixation Défauts de surface Ecrous

NF EN ISO 4032 - Ecrous hexagonaux - Style 1 Grade A et B
NF EN ISO 7089 - Rondelles plates Série normale - Grade A
NF EN 1179 - Zinc et alliages de zinc Zinc primaire
NF EN ISO 1461 - Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis ferreux Spécifications et méthodes d'essais
NF EN ISO 14713 - Protection contre la corrosion de fer et de l'acier dans les constructions Revêtements de zinc et d'aluminium Lignes directrices
NF EN 22063 - Revêtements métalliques et inorganiques Projection thermique Zinc, aluminium et alliages de ces métaux
NF EN ISO 8501-1 - Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés Evaluation visuelle de la propreté d'un subjectile Partie 1 : degrés de rouille et degrés de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents + Supplément informatif : exemples de clichés représentatifs du changement d'aspect communiqué à l'acier décapé avec des abrasifs différents

Fiches techniques
L'Entrepreneur doit fournir avec sa soumission les fiches techniques avec les informations suivantes :
1. Le nom du fournisseur et le pays d'origine des matériaux ou des équipements ;
2. Le type, la désignation ou le numéro de catalogue des matériaux ou des équipements ;
3. Les caractéristiques principales et les particularités ;
4. Les standards applicables ;
5. Les données qui confirment la conformité avec les exigences de cette spécification ;
6. Le numéro du rapport d'essais types ;
7. Les dimensions et la masse ;
8. Les informations spécifiques pour le transport, l'emballage et la manutention ;

Ces informations devraient également inclure :
1. Les informations relatives aux produits dangereux ;
2. Les dessins, la littérature technique, les vues en coupe, les descriptions, etc.

Nota : la définition et le choix du matériel est à réaliser par l'Entrepreneur lors des études à sa charge.

Documents à soumettre
L'Entrepreneur doit soumettre pour revue et acceptation les dessins détaillés (fabrication et assemblage) des différentes structures en acier et des diverses structures de métaux ouvrés, à être conçues fabriquées et assemblées.

L'Entrepreneur doit soumettre pour revue et acceptation avant la fabrication ou la commande de matériel, les dessins d'atelier et assemblage en indiquant en détail les sections et composantes d'acier, type et qualité de l'acier, ainsi que les connexions et les détails de soudure.

L'Entrepreneur doit soumettre ses documents de conception au Maître de l'Ouvrage pour obtenir son approbation avant de procéder à la fabrication. Cette approbation ne libère pas le fabricant de sa responsabilité relativement aux erreurs de calcul et de détail des assemblages, aux dimensions, grosseurs ou à l'effet de fournir les matériaux, la main-d'œuvre et d'exécuter les travaux conformément au mandat.

Les dessins à soumettre pour revue et acceptation doivent indiquer :
1. La méthode d'assemblage ;
2. Détails des ancrages et détails des connexions ;

3. Liste des matériaux avec les détails de chaque membrure, boulons, ancrage, etc., ainsi que les numéros d'identification ;
4. Préparation de surface et traitement de galvanisation.
5. Les dessins de fabrication détaillés doivent montrer :
6. Les détails de tous les joints boulonnés ou soudés ; et
7. Les symboles de soudure applicables, montrant les dimensions des soudures et des examens non destructifs (END), le cas échéant.

Les dessins d'érection et assemblage détaillés doivent indiquer :
1. L'emplacement, les dimensions et les détails d'assemblages de tous les composants soit permanents ou temporaires ;
2. Les détails de tous les joints, connexions, composants, supports internes et externes, permanents ou temporaires ;
3. Les marques d'identification et la taille de chaque membre ;
4. La taille et la quantité de boulons ;
5. Le moment maximal et la classe de chaque connexion ;
6. L'emplacement et l'épaisseur des rondelles de remplissage.
7. Tolérances d'assemblage ; et
8. Les soudures sur le terrain, les connexions et les symboles de soudure applicables, montrant les dimensions des soudures et examens non destructifs (END), le cas échéant.

Soumettre pour revue et acceptation les certificats et rapports d'essais certifiés pour l'acier, les boulons, la galvanisation et tous autres matériaux et produits à être incorporés dans les travaux.
Soumettre pour revue et acceptation les procédures de soudage et des certificats de qualification pour les soudeurs.

Sur demande du Maître de l'Ouvrage, l'Entrepreneur doit soumettre les documents de conception suivants :
1. Les critères de conception ;
2. Les diagrammes de charge des structures ; et
3. Les calculs de conception incluant les charges de fondation et des tableaux des membrures.

Qualifications
Le manufacturier des composantes ou des équipements doit avoir produit des équipements similaires sur une période minimum de dix (10) ans. Une liste de référence avec des équipements similaires doit être fournie pour démontrer la conformité avec cette exigence.

Acier
Les critères de choix des formes des différents éléments des supports, cordes, profilés et fixations, sont les suivants :
1. Recherche du poids minimum compatible avec les conditions requises de fonctionnement et de sécurité,
2. Recherche de la simplicité de fabrication et de mise en place, en réduisant la diversité des pièces.

Les valeurs minimales des caractéristiques techniques à utiliser dans les calculs sont celles spécifiées par les normes AFNOR relatives aux structures en acier, laminés, plaques métalliques, fixations, etc.

Cornières
L'acier pour les barres et les plats sera conforme à l'EN 10025. Les cornières pour les barres seront de la série métrique. Les teneurs en silicium et en phosphore des aciers garantiront une galvanisation correcte.

Tous les éléments en acier sont galvanisés à chaud. L'épaisseur de la couche doit être d'au minimum
610 g/m² pour les barres. La qualité de la galvanisation doit être conforme à la norme BS 729.

Tableau 24 : Nuances d'acier pour charpentes métalliques
Cornières (EN 10025 à 16mm)

Nuance	Limite élastique (MPa)	Résistance à la traction (MPa)
S235	235	360-510
S275	275	370-530
S355	355	470-630

Il sera fait usage de cornières élancées à ailes égales. L'usage de ce type de profilé apporte une économie sensible sur le poids par rapport aux cornières au1/10ème et améliore la tenue au flambement.

L'élancement des cornières (rapport de la largeur de l'aile à son épaisseur) doit être limité à 15 du fait de l'occurrence de certains phénomènes au-delà de cette valeur (flambement local et global).

Les cornières utilisées doivent se situer dans la gamme des fabrications courantes dont les dimensions sont fixées par les normes européennes, le plus petit échantillon étant la cornière 40 x 40 x 3.

Les cornières utilisées doivent faire partie de la gamme des produits courant et dont les dimensions sont fixées par les normes européennes, le plus petit échantillon étant le profilé L 40 x 40 x 3.

Boulonnerie
L'acier pour les boulons sera conforme à l'ISO 898. Les boulons seront de classes 5,6, ou 8,8, le mélange de 2 classes différentes pour le même diamètre ne sera pas admis. Les teneurs en silicium et en phosphore des aciers garantiront une galvanisation correcte.

Tous les éléments en acier sont galvanisés à chaud. L'épaisseur de la couche doit être d'au minimum 375 g/m2 pour les boulons. La qualité de la galvanisation doit être conforme à la norme BS 729.

Les dispositions suivantes doivent être considérées :
1. La gamme des boulons utilisés sera aussi réduite que possible afin de simplifier les opérations de montage,
2. Il sera fait usage d'une seule nuance d'acier pour éviter les confusions sur le chantier lors du montage,
3. Le diamètre nominal minimal doit être de 12 mm,
4. L'épaisseur des rondelles ne doit pas être inférieure à 1,5 mm

Les coefficients de sécurité minimum garantis doivent être :
1. De 1,8 par rapport à la limite élastique moyenne dans le cas de sollicitations normales,
2. De 1,2 par rapport à la limite élastique moyenne dans le cas de sollicitations accidentelles,
3. Définis par le fournisseur pour d'autres cas de sollicitations exceptionnelles.

La conception doit être conforme aux normes EN 1990, EN 1991 et EN 1993.

L'ensemble des boulons utilisés pour l'assemblage des éléments des pylônes doivent être des boulons à tête hexagonale galvanisés à chaud. Chaque boulon doit être accompagné de rondelles (plates ou Grower).

Les boulons (vis et écrous) utilisés pour l'assemblage des membrures et cornières doivent être de classe de qualité 8,8. Les boulons servant d'échelons et ceux destinés à la fixation d'accessoires peuvent être de la classe de qualité 5,6.

Conception des structures
Elles seront calculées dans le pire cas, à charge maximum.

Deux méthodes sont possibles :
1. Considérer les structures des portiques comme hyperstatiques avec poutrelles intégrées,
2. Considérer l'ensemble comme isostatique.

Généralités
Les structures de poste doivent être de type treillis ou à profil solide fabriquées à partir de profilés, laminés ou de tubes structurels.

La conception des structures de poste doit se conformer aux exigences applicables de l'AISC pour les structures à profil solide ou ASCE 10 pour les structures en treillis, ou équivalent, en plus des exigences de la présente Spécification Technique.

Conception et charges
Les structures doivent être conçues de telle manière que leur résistance satisfasse les exigences structurales et de sécurité sous n'importe quelle condition de charge à laquelle les structures seront exposées.

La conception des structures devra inclure, sans y être limité, aux :
1. Forces de court-circuit ;
2. Charge de transport et manutention ;
3. Charge de vent ;
4. Charge de construction et d'entretien ;
5. Charge des conducteurs ;
6. Charge des barres omnibus rigides ;
7. Charge des équipements ; et
8. Forces sismiques.

Les critères et paramètres des charges, ainsi que la combinaison de charges, devront être clairement identifiés et présentés dans les critères de conception.

9. TRAVAUX ET FOURNITURES LIGNES

1. Etudes des conceptions et documentations

1. Opérations assignées au Contractant

L'objet de la présente composante du projet comprend au minimum les études, fournitures et travaux suivants :

1. le relevé du profil en long. Largeur de la bande d'investigation : 2 x 250 m. Nombre des relevés X, Y, Z /m² et précision des données sera défini dans les spécifications techniques particulières suivi du traitement des données afin d'éditer des cartes comptables aux logiciels de design ;

2. vérifications des relevés sur site (topographiques, implantation des pylônes, propriétés géomécaniques du sol aux emplacements des nouveaux pylônes, conducteurs/câbles de garde des lignes existantes au niveau des croissements de la ligne en projet…); le niveau de détail doit être suffisant pour permettre la réalisation des plans, profils en long, dimensionnement des fondations, … qui font également partie de l'entreprise. L'étude topographique de la ligne devra être effectuée à l'aide des dernières technologies ;

3. Design détaillé de la nouvelle ligne et établissement des plans. Les livrables comprennent notamment : plan d'ensemble (échelle 1:10000), vues en plan terrier, profil en long (échelle V 1:2000 et H 1:200), carnet de piquetage, profil diagonal en cas de terrain inclinée, tableaux des efforts, tableaux de pose, liste des propriétaires ;

4. Calcul des nouveaux pylônes en accord avec les spécifications, réalisation des plans de fabrication ;

5. Etude géotechnique détaillée pour établir les caractéristiques géo-mécaniques du sol à chaque emplacement de pylône en cas d'insertion de nouveaux pylônes ou de modification de pylônes existants ;

Il s'agira de faire un essai de sol au pénétromètre dynamique manuel (SPT Standard Penetration Test) au fur et à mesure de l'avancement de la construction de la ligne et en adaptant et/ou validant chaque fondation. Cette validation se fera tronçon par tronçon avec l'approbation du Maître d'Ouvrage.

Codes, normes et standards de l'étude géotechnique :

Les procédures d'investigation seront régies par les codes, normes et standards internationaux comme les suivants dans leur dernière édition (valide dans la séquence mentionnée ci-dessous) :

DIN 1054	Sol: Charge admissible des sols
DIN 4021 Part 1	Sol: Exploration par puits et forage; échantillonnage; investigations dans les sols
DIN 4021 Part 2	Sol: Investigations dans le roc
DIN 4021 Part 3	Sol: Investigations des eaux souterraines
DIN 4022 Part 1	Sol et eau souterraine: Désignation et description des types de sol et sol rocheux; liste des couches de terrain pour essai et forage sans gainage continu des échantillons
DIN 4022 Part 2	Sol et eau souterraine: Liste des couches de terrain pour investigations et forage en terrain rocheux (étude en tant qu'avant-projet de norme)
DIN 4023	Sol et forage à l'eau: Présentation graphique des résultats
DIN 4030 Part 1	Evaluation des liquides, sols et gaz nocifs pour le béton: Exigences fondamentales et valeurs limites
DIN 4030 Part 2	Evaluation des liquides, sols et gaz nocifs pour le béton: Prélèvement et analyse des échantillons d'eau et de sol (étude en tant qu'avant-projet de norme)
DIN 4094 Part 1	Sol: Equipement pour essais statique et dynamique

	Dimension des appareils et procédure
DIN 4094 Part 2	Sol: Pénétromètre dynamique et statique Application et évaluation des résultats
DIN 18196	Terrassement: Classification des sols à usage du génie civil et méthodes d'identification des catégories de sol
DIN 4094	Sol: Exploration au moyen d'essais de sondage
DIN 4094 Add. 1	Sol: Conseils relatifs à l'application, informations supplémentaires
BS 1377	Méthodes de tests des sols pour des objectifs de génie civil
BS 3882	Recommandations et classifications des sols
BS 4019	Equipement de forage
BS 5930	Code pratique pour les investigations sur site

Rapport de reconnaissance des sols

Un rapport sur la reconnaissance finale des sols sera fait en détail de sorte que les recommandations pour le choix des fondations y soient incluses. Les principales rubriques à mentionner dans le rapport seront les suivantes :

1. plan de situation des investigations des sols
2. profils des sols
3. diagrammes, graphiques, tableaux

Le rapport comprendra de manière non-limitée les informations suivantes :

4. diagrammes de sondages, forages et puits comprenant entre autres :
5. le niveau actuel du terrain
6. la description et les limites des différentes strates
7. les échantillons
8. les résultats des essais de pénétration
9. les niveaux des eaux
10. les profondeurs des forages, sondages et puits.
11. analyse chimique
12. conclusions

Les investigations doivent permettre de retrouver les couches ayant une bonne capacité portante et de déterminer le niveau de la nappe souterraine et plus particulièrement son niveau maximum. Des recommandations claires pour toutes les fondations seront émises sur la base des essais en laboratoire et des investigations in situ. Ces recommandations se réfèreront à la capacité portante du sol et au tassement correspondant en accord avec le type de fondation finalement sélectionné.

13. Choix du type de fondation et calcul sur base des résultats des essais de sol réalisés, conformément aux spécifications, réalisation des plans de fondations, calcul des volumes de béton et de ferraillage nécessaires ;
14. Fourniture des pylônes, et réalisation des traitements de protections décrits dans les spécifications ;
15. Fourniture des accessoires de lignes (matériel d'armement, isolateurs, amortisseurs de vibrations, …) conformément aux spécifications, y compris note de calcul pour les amortisseurs de vibrations (nombre, emplacement, …) ;
16. Fournitures des conducteurs et câbles de garde classique et OPGW à minimum 48 fibres optiques, conformément aux spécifications ;
17. Fournitures des éventuels contrepoids et leurs dispositifs d'accrochage au(x) pylône(s) ;

18. Tous les documents de conception mentionnés ci-dessus doivent être soumis au Maître d'Ouvrage pour commentaires et/ou approbation. Planning de construction, scénario des travaux, y compris description des situations provisoires, mobilisation des chantiers et des équipes, zones de stockage ;
19. Transport du matériel depuis usine de fabrication jusqu'à l'emplacement final ;
20. Préparation des routes d'accès longitudinales et transversales, actions éventuelles à prévoir à proximité du site, de façon à permettre l'accès au site, assurer la sécurité et sureté des personnes et du bétail ;
21. Construction des fondations ;
22. Installation des mises à la terre de pylônes ;
23. Installation et réglage des socles de pylônes ;
24. Montage des pylônes et autres supports éventuels ;
25. Dépose et entreposage des équipements à remplacer (pylônes, câbles et accessoires) ;
26. Installation des chaînes d'isolateurs, du matériel d'armement, … pour conducteurs, câbles de garde, descentes vers postes, …
27. Tirage des conducteurs en conformité avec le tableau de pose et les spécifications ;
28. Participation aux réunions de chantier, à l'inspection finale de la ligne ;
29. Réalisation des différents essais (FAT, SAT, essais de performance, …) ;
30. Assistance lors de la mise en service de la ligne aérienne ;
31. Réalisation du plan contrôle-qualité pour tous les points mentionnés ci-dessus.
32. … [liste non exhaustive].

En outre, le Contractant réalisera un scénario des travaux qui devra être approuvé par le Maître d'Ouvrage. Ce document inclura au moins les périodes d'interruptions requises pour intégrer la nouvelle ligne dans le réseau, avec comme objectif d'éviter les pannes de courant des postes/lignes aériennes impliquées.
L'entrepreneur doit fournir pour le stockage de tous les matériaux dans la mesure nécessaire, doit transporter et distribuer tous les matériaux aux points où ils doivent être placés dans la ligne de transmission et le droit d'installer le matériel en conformité avec ces spécifications et dessins. Les cours d'entreposage doivent être maintenues propres et en bon état et la croissance de l'herbe et des mauvaises herbes doit être contrôlée.
Le prix proposé dans le cadre de chaque article comprend tous les frais de main-d'œuvre, le matériel, les matériaux, les charges et frais qui ne sont pas d'être classés dans aucun autre article ou les articles et qui peuvent être nécessaires pour effectuer le travail complètement d'être effectué en vertu de ces éléments de la manière ci-après énoncées et précisées.
L'entrepreneur doit, sans rémunération supplémentaire, donc de coordonner et de regrouper toutes les différentes subdivisions de l'œuvre et produire toutes les fondations érigées.
Tous les travaux doivent être fait et terminé dans une manière professionnelle, conformément à la meilleure pratique moderne pour la construction de lignes de transmission, nonobstant toute omission de cette spécification ou de dessins.
L'opérateur de réseau se réserve le droit d'apporter des changements tels que, à son avis, peuvent être considérés comme nécessaires ou souhaitables.

1. Installation de chantier

L'installation du chantier comprend :

33. Constat de l'état des lieux (arbres, cultures, biens immeubles impactés ou susceptibles d'être impactés par les travaux ; les structures franchies ou surplombée ; les pistes a bétails, les zones de transhumances et de pâturages)

34. Signalisation/ Plans de signalisation
35. Mise en place des installations de chantier : des dispositifs de confinement et de traitements des affluents (eaux, huiles, boues)
36. l'installation du dépôt du chantier avec son infrastructure pour toute la durée du chantier ;
37. la fourniture et prise en charge (transport, déchargement, …) de tous les équipements, …;
38. la réception quantitative et dimensionnelle de tout le matériel sur base des bordereaux d'expédition et des tableaux de matériel;
39. le triage et le stockage au dépôt du chantier;
40. le réglage des socles de pylône avant le montage d'un pylône ainsi que le contrôle de celui-ci par géomètre;
41. la mise à jour régulière des formulaires du plan contrôle-qualité des ouvrages haute tension à toutes les phases des travaux ainsi que la mise à disposition du Maître d'Ouvrage en cours et en fin de chantier;
42. la rédaction du rapport hebdomadaire de l'avancement des travaux exécutés durant la semaine écoulée;
43. la participation à toutes les réunions;
44. l'élaboration du Plan de Sécurité et Santé comprenant l'analyse des risques spécifiques aux travaux exécutés et l'application des procédures de Sécurité (législation, règlements, …) en vigueur;
45. la réalisation des essais après installation;
46. la réception de la nouvelle ligne par un organisme agréé avant la mise en service, …
47. … [Liste non exhaustive].

1. Operations, fournitures et travaux à réaliser par le Constructeur

1. Pylônes

L'étude et la fourniture des pylônes couvrent la conception, la fourniture, la fabrication, la galvanisation, l'inspection, les essais, l'expédition et la livraison de matériel pour leur montage, y compris les boulons avec rondelles et écrous, les boulons anti vandalisme jusqu'à hauteur du système anti escalade, les boulons échelons, les supports pour les plaques de limite de sécurité et les panneaux d'identification, le dispositif anti-escalade, les socles, ainsi que les dispositifs de sécurité et tout autre matériel divers pour une installation complète.

La responsabilité des calculs des pylônes y compris la réalisation du tableau des efforts et des éléments constitutifs des pylônes incombe entièrement au Contractant. Cette responsabilité reste pleine et entière, même si le Contractant s'est conformé à un règlement officiel, à des normes ou aux stipulations de la présente Spécification.

2. Fondations

L'étude et la détermination du type des fondations à partir des études géotechniques, la fourniture du matériel et l'exécution de tous les travaux nécessaires à la construction des fondations des pylônes, y compris l'excavation, le remblayage, les travaux en béton, l'installation des embases et les opérations de mise à la terre.

La présente spécification vise à s'assurer que les fondations sont achevées et prêtes pour le montage des pylônes.

Dans le scope du Contractant sont également compris les essais géotechniques.

3. Conducteurs et câbles souterrains

La fourniture a pour objet :

48. l'étude et la fourniture complète de conducteurs HTLS et câbles souterrains. Ils sont fournis sur touretet sont destinés à équiper une ligne aérienne et souterraine à haute tension. les conducteurs sont installés par la méthode de déroulage dite sous tension mécanique ;

49. l'exécution éventuelle des essais de type et l'exécution des essais d'échantillonnage et de réception en usine;

50. la transmission à l'Ingénieur et au Maître d'Ouvrage de toute information utile concernant les précautions à prendre lors du déroulage, de la mise en œuvre et l'utilisation du câble à fournir;

51. la remise à l'Ingénieur et au Maître d'Ouvrage d'un dossier contenant les caractéristiques électriques, mécaniques, métalliques, chimiques entre autres du câble, ainsi que les éléments pour estimer sa durée de vie et le fluage.

1. Isolateurs

La fabrication, les essais et la fourniture des isolateurs destinés à la ligne HT conformément aux présentes spécifications et aux normes applicables renseignées dans ces documents font partie de l'entreprise.

Il incombe au Constructeur d'entretenir des contacts étroits et permanents entre le fabricant des isolateurs et celui des accessoires, fixations … pour que toutes les pièces constitutives d'une chaîne d'isolateurs soient parfaitement adaptées les unes aux autres.

Pour cette raison, une quantité requise d'éléments d'isolateurs de chaque type doit être fournie au fabricant des accrochages.

Les isolateurs sont en verre trempé.

2. Matériel d'équipement

La fabrication, les essais et la fourniture de tout le matériel d'équipement des conducteurs et des câbles de garde des lignes HT font partie de l'entreprise.

Le Constructeur doit entretenir des contacts étroits et permanents entre le fabricant du matériel d'équipement, le fabricant des conducteurs, le fabricant des structures de support (pylônes ou portiques) et le fabricant des isolateurs pour que le matériel d'équipement soit parfaitement adapté aux conducteurs et aux isolateurs utilisés.

Types de matériel d'équipement

Les types suivants de matériel d'équipement doivent être fournis :

52. Équipement de suspension pour conducteurs simples

    Cet équipement comprend tout le matériel d'équipement nécessaire pour raccorder le conducteur sur la chaîne d'isolateurs et pour fixer la chaîne à la traverse ou à la structure de support.

    Tout l'équipement de suspension doit être conçu pour supporter les conducteurs ou les câbles de garde munis de garnitures en hélice.

53. Équipement d'ancrage des conducteurs de phase

    Cet équipement comprend tout le matériel d'équipement et d'extension nécessaire pour raccorder le conducteur sur la chaîne d'isolateurs et pour fixer la chaîne à la traverse ou à la structure de support, pour former les raccords

nécessaires et pour fixer les conducteurs au portique d'extrémité de la sous-station.

54. Équipement de suspension du câble de garde

    Comprenant tout le matériel d'équipement nécessaire pour raccorder le câble de garde sur les structures de support.

55. Équipement d'ancrage du câble de garde

    Comprenant le matériel d'équipement nécessaire pour raccorder le câble de garde sur la structure de support, pour former les raccords nécessaires et pour fixer le câble de garde au portique d'extrémité de la sous-station.

56. Manchons de jonction

    Pour raccorder les différentes longueurs des conducteurs et des câbles de garde. Les manchons sont du type « de compression ».

    Le soumissionnaire précise si la compression est continue ou discontinue.

57. Coquilles de réparation

    À utiliser en cas de très léger endommagement des brins extérieurs des conducteurs. Mais ils ne pourront être utilisés qu'après réception de l'ouvrage en cas d'incidents survenu lors de la première phase d'exploitation. Pose interdite lors du montage.

58. Amortisseurs de vibrations

    À fournir pour les conducteurs et le câble de garde suivant une étude à réaliser par le Constructeur.

59. Balisage

Le Constructeur appliquera toutes les mesures de balisage dictées par les autorités civiles locales. Le Constructeur se charge de vérifier quels règlements sont en vigueur et est seul responsable de la conformité du balisage qu'il propose.

Des garnitures en hélice doivent être utilisées pour les conducteurs et le câble de garde à chaque support de suspension. Les garnitures en hélice doivent être du type préformé.

1. Standards

Les éditions les plus récentes des codes et des normes mentionnés dans le présent document doivent être suivies dans la conception, la fabrication, l'inspection, les essais et l'expédition des composants de ligne HT.

Le Constructeur, les sous-traitants et les fournisseurs doivent être certifiés selon la norme ISO 9000 et ISO 9001. Une copie des certificats correspondants doit être transmise.

Le Constructeur est tenu de fournir des preuves suffisantes démontrant que toute norme nationale ou autre norme qu'il propose (autres que celles susmentionnées) permettra d'assurer un niveau équivalent ou supérieur.

Le Soumissionnaire doit indiquer clairement dans son offre les normes et les codes qu'il envisage d'appliquer.

1. Général

60. EN 50341: 2015 - Lignes électriques aériennes dépassant AC 1 kV. Règles générales Normative française
61. CEI 60038 - Tensions standards CEI
62. CEI 60060-1 - Technique des essais à haute tension - Partie 1: Définitions et exigences générales
63. CEI 60826 - Critères de conception des lignes aériennes de transport

64. IEEE 738-2006 - IEEE Standard for Calculating the Current-Temperature of Bare Overhead Conductors
65. IEC 60270 Techniques des essais à haute tension-Mesures des décharges partielles
66. IEC 60287 Câbles électriques – Calcul du courant admissible
67. IEC 60889 Fils d'aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes.
68. IEC 60949 Calcul des courants de court-circuit admissibles au plan thermique, tenant compte des effets d'un échauffement non adiabatique
69. IEC 60853 Calcul des capacités de transport des câbles pour les régimes de charge cycliques et de surcharge de secours
70. IEC 60885 Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques
71. IEC 60331 Essais pour câbles électriques soumis au feu.
72. IEC 60332 Essais des câbles électriques et à fibres optique soumis au feu
73. EN 50182:2001- Conducteurs pour lignes aériennes - Conducteurs à brins circulaires, câblés en couches concentriques
74. BS 5930 - Investigations sur site
75. EN 1992-1 - Eurocode 2 - Calcul des structures en béton
76. EN 13369 - Règles communes pour les produits préfabriqués en béton
77. IEEE standard 80-2000 - Guide pour la sécurité dans la conception du poste en alternance
78. IEEE standard 81-1983 - Guide recommandé pour mesurer la résistance au sol et les gradients potentiels dans la terre

1. Environnement

79. ISO 14001 - Systèmes de management environnemental - Exigences et lignes directrices pour son utilisation
80. ISO 14004 - Systèmes de management environnemental - Lignes directrices générales concernant les principes, les systèmes et les techniques de mise en œuvre
81. CEI 60588 - Askarels pour transformateurs et condensateurs - Parties 1 à 6
82. CEI 61438 - Risques potentiels pour la santé et la sécurité liés à l'emploi des accumulateurs alcalins. Guide à l'usage des fabricants d'équipements et des utilisateurs.
83. DIN EN 13965 - Caractérisation des déchets
84. NF EN 15308 - Caractérisation des déchets - Détermination de polychlorobiphényles (PCB) sélectionnés dans les déchets solides, par chromatographie en phase gazeuse capillaire avec détection par capture d'électrons ou spectrométrie de masse
85. NF EN 50195 - Code pour la sécurité d'emploi des matériels électriques totalement clos remplis d'askarels
86. NF EN 50225 - Code pour la sécurité d'emploi des matériels électriques remplis d'huile qui peuvent être contaminés par les PCB
87. NF X 46010 - Santé et sécurité au travail - Amiante friable - Qualification des entreprises réalisant des travaux de traitement de l'amiante friable - Référentiel technique
88. NF X 46020 - Repérage amiante - Repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante dans les immeubles bâtis - Mission et méthodologie

89. XP X 46021 - Traitement de l'amiante dans les immeubles bâtis - Examen visuel des surfaces traitées après travaux de retrait de matériaux et produits contenant de l'amiante - Mission et méthodologie
90. NF S 31 010 (Acoustique, Caractérisation et mesure des bruits de l'environnement)

1. Conducteurs et isolateurs
2. CEI 60060 - Technique des essais à haute tension
3. CEI 60071 - Coordination de l'isolement
4. CEI 60120 - Dimensions des assemblages à rotule et logement de rotule
5. CEI 60 305 - Isolateurs pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1000V- Eléments d'isolateurs en matière céramique ou en verre pour systèmes à courant alternatif- Caractéristiques des éléments d'isolateurs du type capot et tige.
6. CEI 60372 - Dispositifs de verrouillage pour les assemblages à rotule et logement de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs - Dimensions et essais
7. CEI 60383 - Isolateurs pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1000V
8. CEI 60437 - Essai de perturbations radioélectriques des isolateurs pour haute tension
9. CEI 60507 - Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif
10. CEI 60575 - Essai d'endurance thermomécanique et essai d'endurance mécanique des éléments de chaînes d'isolateurs
11. CEI 60797 - Résistance résiduelle des éléments de chaîne d'isolateurs en verre ou en matière céramique pour lignes aériennes après détérioration mécanique du diélectrique
12. CEI 60815 - Guide pour le choix des isolateurs sous pollution
13. CEI 60888 - Fils en acier zingué pour conducteurs câblés
14. CEI 60889 - Fils d'aluminium écroui dur pour conducteurs de lignes aériennes
15. CEI 61089 - Conducteurs pour lignes aériennes à brins circulaires, câblés en couches concentriques
16. CEI 61109 - Isolateurs pour lignes aériennes - Isolateurs composites de suspension et d'ancrage destinés aux systèmes à courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 000 V - Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation
17. CEI 61 211 - Isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1000V- Essais de perforation par chocs dans l'air
18. CEI 61232 - Fils en aluminium pour conducteurs de lignes aériennes
19. CEI 61284 - Lignes aériennes - Exigences et essais pour le matériel d'équipement
20. CEI 61466-1 - Isolateurs composites pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V - Partie 1: Classes mécaniques et accrochages d'extrémité standards
21. CEI 61466-2 - Isolateurs composites destines aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V - Partie 2: Caractéristiques dimensionnelles et électriques
22. EN 50182 - Conducteurs pour lignes aériennes - Conducteurs à brins circulaires, câblés en couches concentriques

23. CEI/EN 60507 - Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif
24. CEI 60104 - Recommandation pour une norme internationale concernant les fils en alliage d'aluminium du type aluminium-magnésium-silicium pour conducteurs électriques
25. CEI 60468 - Méthode de mesure de la résistivité des matériaux métalliques
26. CEI 61597 - Conducteurs pour lignes électriques aériennes. Méthodes de calcul applicables aux conducteurs câbles
27. CEI 61897 - Lignes aériennes. Exigences et essais applicables aux amortisseurs de vibrations éoliennes Stockbrige
28. CEI 62219 - Conducteurs pour lignes électriques aériennes - Conducteurs à fils de forme, câblés en couches concentriques
29. EN 50183 - Conducteurs pour ligne aériennes - Fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium
30. IEEE 738-2006 - Norme IEEE pour calculer la température actuelle des conducteurs aériens nuisibles
31. ASTM B415 - Standard Specification for Hard-Drawn Aluminum-Clad Steel Wire. (Norme pour les câbles écrouis en acier plaqué d'aluminium)
32. ASTM B230 - Standard Specification for Aluminum 1350-H19 Wire for Electrical Purposes. (Norme pour les câbles en aluminium 1350-H19 à buts électriques)
33. ASTM B398 - Standard specification for Aluminum-Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes. (Norme pour les câbles en alliage aluminium 6201-T81 à buts électriques)

91. SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENIE CIVIL

1. Normes de référence

En général, pour la réalisation des travaux, l'Entrepreneur devra se référer à toutes les normes en vigueur en matière de génie – civil et charpente métallique. Etant entendu qu'il supplée par ses propres connaissances techniques à l'exécution des prestations.
Ainsi, sont donc applicables à ces ouvrages les normes suivantes :
Pour la conception et les dimensionnements :

1. Euro code 0 : Bases de calcul
2. Euro code 1 : Actions sur les structures
3. Euro code 2 : Calcul des structures en béton armé
4. Euro code 3 : Calcul des structures métalliques
5. Euro code 5 : Calcul des structures en bois
6. Euro code 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie
7. DTU 13.12 : Règles pour le calcul des fondations superficielles.

Pour l'exécution des travaux, les Documents Techniques Unifiés (DTU) suivants :

1. DTU 13.11 : Fondations superficielles
2. DTU 20.1 : Ouvrages en maçonneries de petits éléments. Parois et murs
3. DTU 21 : Exécution des ouvrages en béton
4. DTU 26.1 : Enduits de mortiers
5. DTU 26.2 : Chapes et dalles à base de liants hydrauliques.

Toutefois, le Contractant devra se référer en particulier au Cahier des Prescriptions Techniques Générales des ouvrages de Génie-Civil qui est un document propre à SONATREL.

1. Dispositions liées à la documentation

1. Plans d'exécution

Pour l'exécution des travaux, le Contractant devra produire des plans d'exécution.
Le Contractant recevra du Maître d'Ouvrage pour approbation avec la mention « BON POUR EXECUTION ».
Cependant en cas de modification des plans, SONATREL fera connaître son approbation ou ses observations dans les 7 jours suivant la réception des plans, schémas et documents. Passé ce délai, ceux-ci peuvent être considérés comme approuvés.
Les plans et schémas servant à la construction recevront le cachet « BON POUR EXECUTION » avant toute mise en œuvre.

2. Plans conformes après travaux

L'entrepreneur produira à la fin du chantier, les plans conformes aux prestations effectivement exécutées. Ces plans seront établis à partir des plans d'exécution fournis par l'Entrepreneur au démarrage des travaux.

Les plans seront produits comme suit :
1. En trois exemplaires sur format papier tirés à des échelles conventionnelles
2. Une copie électronique, en fichier Autocad sur CD ou clé USB.

1. Installation de chantier

Les installations de chantier comprendront :
1. La construction du baraquement de chantier comportant outre les locaux de service, une salle de réunion climatisée d'environ 15 places assises,
2. L'aménagement des aires de stockage, de préfabrication et de façonnage des armatures,
3. La construction d'une toilette publique,
4. Autres installations nécessaires à la réalisation des travaux.

Les installations de chantier seront démolies dès la fin des travaux et l'emplacement remis en bon état.
Toutefois, le Maître d'Ouvrage se réserve le droit d'autoriser l'entrepreneur à laisser certaines installations intactes s'il les juge utilitaires.

1. Terrassements généraux et fouilles

Les travaux traités ci-après comprennent les excavations à l'air libre et la mise en dépôt ou en décharge des déblais correspondants. Ils concernent aussi bien les zones d'emprunt ou de décharge que les ouvrages liés au projet.

Les travaux comprennent tout nettoyage de surface, décapage, excavation, confortement, transport et mise en dépôt des déblais, ceci quelle que soit la profondeur ou la qualité des matériaux rencontrés, le nettoyage et la mise à sec des fouilles en vue du bétonnage ou remblaiement ultérieur.

L'Entrepreneur est réputé avoir examiné sous sa propre responsabilité le site, les relevés topographiques annexés, les résultats des sondages géotechniques (annexés), les résultats d'essais de laboratoire et avoir, après cet examen, fait toutes les études qu'il pourrait désirer pour juger par lui-même des conditions de travail.

1. Enlèvement de la végétation

L'Entrepreneur devra procéder à l'arrachage des plants de la parcelle du poste ainsi qu'effectuer le débroussaillage et le déboisage au besoin.

Ces opérations consistent à arracher et à éliminer selon la réglementation en vigueur la végétation dépassant du sol sur les emprises de travaux.

L’arrachage des plants se fera après Ordre de Service du Maître de l’Ouvrage.

2. Décapage

La terre végétale sera décapée sur toutes les zones à aménager, hormis les zones d’aménagement paysager. L'étendue de la zone à décaper sera soumise à l'agrément du Maître de l’Ouvrage. Le décapage sera effectué sur 0,30 m moyen. Elle sera chargée et mise en remblais sur la zone prévue.
Une partie de l’excédent sera mise en dépôt provisoire en vue de son emploi ultérieur. Le reste sera évacué.
L'Entrepreneur implantera les zones de stockage, de façon à ce qu'elles n'apportent ultérieurement aucune gêne dans la marche du chantier.

Il est précisé que l'Entrepreneur sera tenu de déplacer, sur demande du Maître de l’Ouvrage, autant de fois que nécessaire, les dépôts qu'il aura constitués, dans la mesure où ces dépôts pourraient apporter une gêne à l’exécution d'autres ouvrages ou travaux.

Le travail sera conduit de telle sorte que l'engin suive l’épaisseur de la terre végétale en place et ne la mélange pas avec les terres sous-jacentes.

Les débris végétaux seront à mettre en dépôt provisoire au fur et à mesure de l'avancement des travaux puis évacués et éliminés selon la réglementation en vigueur. Les gravats, grosses pierres, détritus... rencontrés au cours de ces opérations seront évacués.

L'Entrepreneur devra prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas altérer les qualités de la terre végétale :
1. Ne prendre que la terre arable sans la mélanger au sous-sol, ni à d'autres matériaux ou corps étrangers,
2. Ne pas stocker sur plus de trois mètres d'épaisseur.

1. Déblais et définition des profils théoriques

Les profils théoriques des excavations et fouilles à réaliser sont définis par les plans d'exécution. Aucune saillie ne doit exister à l'intérieur des profils théoriques.

Le Maître de l’Ouvrage se réserve le droit d'apporter toute modification aux pentes et aux profondeurs des excavations s'il juge qu'il est nécessaire ou possible de le faire.

Toute excavation faite en trop par l'Entrepreneur pour quelque raison que ce soit, sans ordre ou autorisation, n'est pas prise en compte pour le paiement. Elle fait l'objet, si le Maître de l’Ouvrage l'estime nécessaire, d'un comblement, entièrement à la charge de l'Entrepreneur, en remblai ordinaire ou compacté, et conformément aux instructions du Maître de l’Ouvrage.
Si le profil altimétrique le requière, une pente peut être mis en place pour la plateforme dans l’axe et perpendiculaire aux jeux de barres 225kV. Cette pente sera limitée au maximum à 3% et devra être choisie judicieusement pour permettre les futures extensions des sites.

2. Stabilité des fouilles

L'Entrepreneur est tenu de prendre toutes les précautions nécessaires pour assurer la stabilité des fouilles. Il est responsable de cette stabilité et de toutes les conséquences de glissements éventuels.
L'Entrepreneur doit ouvrir les fouilles suffisamment largement pour que les talus soient stables ou bien mettre en place les blindages nécessaires.

Les excavations réalisées à proximité des ouvrages pour la construction de caniveau ou d’autres massifs seront obligatoirement blindées. En plus, des barricades ou des barrières continues ou une ligne d’avertissement doivent être installées au sommet de tout creusement

dont la profondeur dépasse 3 m. Les coûts liés au blindage des fouilles sont réputés inclus dans le prix des installations de chantier.

Si, au cours des travaux, il apparaît que, soit la stabilité des talus mis au profil conformément aux recommandations du rapport géotechnique, soit celle des ouvrages voisins, soit celle des blindages et étayages eux-mêmes, n'est pas assurée, l'Entrepreneur doit prendre, s'il y a urgence, les mesures nécessaires et en rendre compte au Maître de l'Ouvrage ou, dans le cas contraire, les soumettre à l'agrément préalable de ce dernier.

Le coût résultant de ces dispositions est réputé inclus dans les prix unitaires du bordereau des prix.

3. Mise hors d'eau des fouilles

L'ensemble des travaux est prévu au-dessus du niveau moyen de la nappe sans réaliser de rabattement systématique. Au cas où un rabattement de nappe s'avèrerait nécessaire, le coût résultant de ces dispositions est réputé inclus dans les prix unitaires du bordereau des prix.

Cependant, en cas de forte averse, l'Entrepreneur assure la mise à sec et le maintien à sec des fouilles par pompage. Le coût résultant de ces dispositions est réputé inclus dans les prix unitaires du bordereau des prix.

4. Moyens à mettre en œuvre

L'Entrepreneur est seul juge des moyens à mettre en œuvre pour la réalisation des excavations. Dans le cadre du PAQ, ces moyens sont soumis à l'agrément du Maître de l'Ouvrage, sans que cet agrément n'engage sa responsabilité de quelque manière que ce soit.

5. Largeur minimale des tranchées

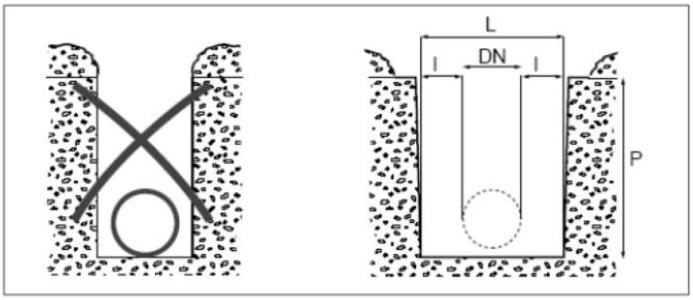


Figure 3 : Largeur minimale des tranchées

Ainsi la largeur minimale L de la tranchée en fond de fouille sera égale à la largeur de l'ouvrage, augmentée de chaque côté d'une valeur I déterminée en fonction de plusieurs paramètres, comme indiqué dans le tableau suivant.

P = profondeur de la tranchée (m)	Type de blindage	L = largeur de la tranchée (m) De + 2 l	
		DN ≤ 600	DN > 600
de 0,00 à 1,30	B	De + 2 × 0,30 (mini 0,90)	De + 2 × 0,40 (mini 1,70)
de 0,00 à 1,30	C	De + 2 × 0,35 (mini 1,10)	De + 2 × 0,45 (mini 1,80)
de 1,30 à 2,50	C	De + 2 × 0,55 (mini 1,40)	De + 2 × 0,60 (mini 1,90)
de 1,30 à 2,50	CBG	De + 2 × 0,60 (mini 1,70)	De + 2 × 0,65 (mini 2,00)
de 2,50 à 3,50	CR	De + 2 × 0,55 (mini 1,70)	De + 2 × 0,60 (mini 2,10)
de 2,50 à 3,50	CBG	De + 2 × 0,60 (mini 1,80)	De + 2 × 0,65 (mini 2,10)
de 2,50 à 3,50	CDG	De + 2 × 0,65 (mini 1,90)	De + 2 × 0,70 (mini 2,20)
de 3,50 à 5,50	CDG	De + 2 × 0,65 (mini 2,00)	De + 2 × 0,70 (mini 2,30)
de 5,50 à 6,50	CDG	De + 2 × 0,70 (mini 2,10)	De + 2 × 0,80 (mini 2,60)

Figure 4 : Largeur & profondeur de fouille

Dans des conditions de sol normal, le fond de la tranchée est arasé à 0,10 m au-dessous de la cote prévue pour l'ouvrage. En cas de sol dur ou rocheux, l'épaisseur du lit de pose est de 0,15 m. Le fond de fouille sera réglé suivant les pentes des canalisations et devra offrir une surface d'assise plane sans aucun point saillant.

Dans toute cette épaisseur, le lit de pose est constitué d'éléments dont la granulométrie est conforme aux exigences citées plus haut. En cas de venues d'eaux importantes, un drainage du fond de la tranchée, et latéral à la conduite, peut s'avérer nécessaire.
Enfin, pour éviter une contamination du lit de pose par des fines issues du sol environnant, on peut être amené à envelopper tout ou partie du massif d'un film géotextile.

Les travaux seront conduits autant que possible de manière qu'il ne soit préparé chaque jour qu'une longueur de fouille susceptible de recevoir la ou les canalisations dans la journée.

6. Réception des fouilles

En fin d'excavation, l'Entrepreneur procède au levé topographique de la fouille et le remet au Maître de l'Ouvrage. Ces levés sont nécessaires à la levée du point d'arrêt autorisant la mise en œuvre des bétons, remblais, éléments préfabriqués...
Dans le cas où l'Entrepreneur aurait méconnu les modalités de réception sur tout ou partie d'une excavation, le Maître de l'Ouvrage est libre de demander le dégagement, par démolition au besoin, des fouilles non réceptionnées.

7. Mise en dépôt

L'évacuation des déblais excédentaires et leur mise en dépôt dans une zone autorisée est à la charge de l'Entrepreneur.

8. Remblais

Remblais en grande masse
Les remblaiements des fouilles seront exécutés avec les matériaux extraits des fouilles ou un matériau d'apport dans le cas de stocks insuffisants.

La procédure de remblaiement est déterminée par l'Entrepreneur, en fonction de l'épaisseur des couches et de la nature du matériau. La procédure précise :
1. Le type de compacteur utilisé,
2. La valeur du Q/S,
3. Le poids de l'engin en service et ses dimensions,
4. Le nombre de passes,
5. L'épaisseur des couches,
6. Le recouvrement des passes adjacentes,
7. La vitesse d'avancement de l'engin.

Les matériaux sont à compacter à une densité sèche de 95 % de la densité Optimum Proctor Modifié (OPM). Les essais Proctor Modifié, ainsi que les contrôles de densité en place au

gamma-densimètre sont à la charge de l'Entrepreneur. Il convient de prévoir deux essais Proctor pour l'ensemble des remblais, ainsi qu'un contrôle de densité tous les 200 m3 de remblai mis en œuvre. Les emplacements des contrôles sont choisis par le Maître de l'Ouvrage.

Pour les fouilles blindées l'enlèvement des blindages s'effectuera au fur et à mesure du remblaiement, l'abandon de tout type de blindage étant interdit.

Remblais en tranchées
Ce paragraphe concerne les remblais à mettre en œuvre et compacter à proximité des ouvrages en béton ou dans les endroits exigus.
L'objectif de compactage en termes de densité sèche est le même que pour les remblais courants : la densité sèche à atteindre est de 95 % de l'OPM.

Remblais des tranchées
Le remblai des tranchées sera composé d'un lit de pose, d'une assise, d'un remblai latéral, d'un remblai initial (enrobage) et du remblai proprement dit.

L'Entrepreneur peut envisager le réemploi des matériaux excavés pour la fermeture des tranchées.

Il informe alors le Maître de l'Ouvrage de l'utilisation qu'il compte faire du matériau et ne peut effectivement l'utiliser que sur accord écrit de ce dernier.
Les remblais pollués ne pourront pas être réemployés.

La tranchée drainante sera exclusivement remplie de matériau drainant et recouverte de la couche de finition en deuxième phase (option). Le drain PVC sera disposé en pente constante vers l'exutoire.

Enrobage et calage
Le remblaiement est réalisé jusqu'à une hauteur minimale de 20 cm au-dessus de la génératrice extérieure supérieure de la conduite. Le compactage doit être réalisé exclusivement sur les parties latérales de la tranchée, hors de la zone occupée par le tube, afin d'obtenir un calage efficace des flancs de la canalisation.

Afin d'éviter une décompression de la zone d'enrobage, il convient de ne constituer celle-ci qu'après relevage partiel des blindages de soutènement.

Compactage
Le compactage requis est (95 % de l'OPM).

Remblai proprement dit
L'exécution du remblai proprement dit peut comporter la réutilisation des déblais d'extraction de la fouille, si ceux-ci sont expurgés des éléments de dimension supérieure à 10 cm, des débris végétaux et animaux, des vestiges de maçonnerie, de tout élément pouvant porter atteinte à la canalisation ainsi qu'à la qualité du compactage. Ce remblai est réalisé par couches successives et régulières de 20 cm environ, légèrement damées, au jet de pelle d'abord, par des moyens mécaniques ensuite.

1. Voiries provisoires et plateforme

Compactage
L'assise de la couche de forme reçoit un compactage préliminaire (10 passes de compacteur de type V3, par exemple).

La procédure de compactage liée à chaque couche est déterminée par l'Entrepreneur en fonction de l'épaisseur de la couche et de la nature du matériau. La procédure précise :

1. Le type de compacteur utilisé,
2. La valeur du Q/S,
3. Le poids de l'engin en service et ses dimensions,
4. Le nombre de passes,
5. Le recouvrement des passes adjacentes,
6. La vitesse d'avancement de l'engin.

Le compactage sera réalisé sur des couches de 30 cm maximum, et en particulier :

1. 2 couches minimum pour la plate-forme
2. 2 couches minimum pour les couches de base et de roulement de la voirie provisoire

Contrôles de compacité

Les matériaux sont à compacter à une densité sèche de 95 % de la densité Optimum Proctor Modifié (OPM). Les essais Proctor Modifié, ainsi que les contrôles de densité en place au gamma-densimètre sont à la charge de l'Entrepreneur. Il convient de prévoir deux essais Proctor au total pour chaque type de matériau, ainsi qu'un contrôle de densité tous les 20 ml, et ceci pour chaque couche. Les emplacements des contrôles sont choisis par le Maître de l'Ouvrage.

Tolérances et nivellement

Les tolérances d'exécution admises pour le réglage en nivellement des surfaces finies des couches de fondation sont fixées à plus ou moins 2 cm.

Les corrections éventuelles de flaches et bosses se font après repiquage et comportent un nouveau compactage avant toute nouvelle opération de réception, le tout aux frais de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur est tenu, avant réception en réglage et nivellement des couches de fondation et de reprofilage, de procéder à la mise en œuvre de piquets comportant un repère lisible et correspondant aux cotes théoriques à atteindre, à raison de trois piquets par profil dont un sur l'axe et un sur chaque limite de plateforme.

L'Entrepreneur titulaire du marché réalise, tous les 200 m², des essais à la plaque dont les résultats sont compatibles avec les conditions suivantes :

Pour la couche de fondation et la couche de base des voiries provisoires :

1. EV2 > 80 MPa
2. EV2 / EV1 < 2,2

Pour la plate-forme provisoire et définitive :

1. EV2 > 50 MPa
2. EV2 / EV1 < 2,2

En cas d'insuffisance de compactage, et notamment si les résultats imposés ne sont pas atteints ou plus généralement si des réserves ont été émises par le Maître de l'Ouvrage, l'Entrepreneur doit procéder à ses frais à :

1. Une reprise de compactage si le défaut constaté ne porte que sur la dernière couche,
2. L'enlèvement des matériaux sous-compactés et leur mise en ouvrage correcte si le défaut constaté concerne également d'autres couches,
3. L'arrosage, l'aération, la mise en cordon ou tout autre mesure de son choix visant à obtenir une teneur en eau compatible avec une bonne mise en œuvre des matériaux, si leur état au moment de la reprise de compactage ou de leur mise en œuvre ne permet pas de les réemployer.

Dans le cas contraire, il doit évacuer les matériaux et les remplacer par d'autres pour la réalisation des remblais et couche des formes.

Les frais entraînés par ces opérations sont entièrement à la charge de l'Entrepreneur, y compris les incidences financières qu'elles peuvent avoir sur le mouvement des terres (augmentation des volumes d'emprunts pour substitution de matériaux sous compactés, augmentation du volume mis en dépôt, etc.).

1. Bétons

1. Caractéristiques des bétons

L'étude de la composition des bétons incombe à l'Entrepreneur qui doit en soumettre les résultats au visa du Maître de l'Ouvrage, avec toutes les justifications expérimentales nécessaires. Cette étude est à démarrer au plus tôt afin de disposer de tous les résultats avant le premier coulage de béton.
La formule devra répondre aux exigences du cahier des charges et présenter le meilleur compromis ouvrabilité / retrait en fonction de la nature des parties de l'ouvrage à réaliser et des conditions climatiques.
La composition de principe de chacun des bétons sera la suivante :
Béton de propreté (B0) :
Le béton de propreté (B0) est un Béton à Composition Prescrite qui n'est pas soumis au contrôle de résistance. Les spécifications imposées les suivantes :

1. Classe d'exposition : XO
2. Teneur minimale en ciment : 150 kg/m3
3. Dimension maximale des granulats : 31,5 mm
4. Autres caractéristiques : à déterminer par l'Entrepreneur

Béton pour travaux de fondation (B1) :
Le béton B1 pour les travaux de fondations, massifs, semelles, radiers, caniveau, regards, et plus généralement tout ouvrage enterré, qu'il soit préfabriqué ou coulé en place, est un Béton à Propriétés Spécifiées dont les propriétés sont, suivant la norme NF EN 206-1.

1. Classe d'exposition : XC2
2. Rapport E eff /C maximal : 0,60
3. Classe de résistance : C25/30
4. Dimension maximale des granulats : 31,5 mm
5. Teneur minimale en ciment : 280 kg/m 3
6. Classe de chlorures : Cl 0,40
7. Masse volumique : supérieure à 24 kN/m 3,
8. Classe de consistance : à déterminer par l'Entrepreneur

Béton pour structures hors sol (B2) :
Le béton B2 pour les structures qui ne sont pas en contact direct avec le sol (mur pare-feu du transformateur, bossages sur les radiers…) est un Béton à Propriétés Spécifiées dont les propriétés sont, suivant la norme NF EN 206-1 :

1. Classe d'exposition : XC4
2. Rapport E eff /C maximal : 0,5
3. Classe de résistance : C30/37
4. Dimension maximale des granulats : 31,5 mm
5. Teneur minimale en ciment : 300 kg/m 3
6. Classe de chlorures : Cl 0,40,
7. Classe de consistance : à déterminer par l'Entrepreneur

L'Entrepreneur doit soumettre ses propositions relatives à la composition des bétons au plus tard cinq (5) semaines avant le début des travaux. Le Maître de l'Ouvrage ou son représentant dispose d'un délai de deux (2) semaines pour faire connaître ses observations.

1. Composants des bétons

Granulats
Caractéristiques :
Les granulats doivent être conformes à la norme NF EN 12620.
Le bilan de chlorures sur les granulats et l'eau de gâchage doivent permettre de respecter les classes de chlorures spécifiées ci-dessus.

Le choix des classes granulométriques des granulats revient à l'Entrepreneur pour obtenir un béton à la granulométrie conforme aux règles de l'art.
L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que l'utilisation du sable de lagune est autorisée, dans la mesure où il permet de respecter les classes de chlorures et d'atteindre les résistances spécifiées.
Dans le cas contraire, l'Entrepreneur devra avoir recours à du sable concassé.
Les granulats ne devront pas contenir de matières susceptibles d'altérer ni les liants ni les armatures métalliques. Le sable devra être exempt de coquilles.

L'équivalent en sable mesuré sur le mélange des deux sables entrant dans la composition du béton, sera au moins égal à 80 pour les bétons armés des structures et des massifs ferrailles, et à 65 pour les gros massifs de fondation.

Les différentes catégories de granulats, principalement les sables, seront stockés séparément à l'abri des précipitations atmosphériques et des infiltrations ; le contrôle fréquent de la teneur en eau est exigé.
Des dispositions devront être prises pour qu'au cours d'un poste de bétonnage pouvant durer 24 heures, la teneur en eau des sables, par rapport au poids du sable, ne varie pas de plus de 0,5 %.
Les quantités stockées devront correspondre à au moins 10 jours d'utilisation à la cadence maximale de bétonnage.

Les sables seront obligatoirement stockés sur un dallage bétonné et suffisamment incliné pour faciliter l'essorage de la zone de stockage protégée par une toiture.

2. Protection vis à vis de l'alcali-réaction

Une étude spécifique à cette pathologie est à prévoir. Elle est à la charge de l'Entrepreneur et sera menée conformément aux « Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali réaction » du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

De préférence, les granulats entrant dans la composition des bétons fournis par l'Entrepreneur devront être classés non réactifs vis-à-vis de l'alcali-réaction suivant la norme NF P 18-542 et XP P 18-594.

A défaut, des granulats classés comme potentiellement réactifs pourront être utilisés. Dans ce cas, l'Entrepreneur devra obligatoirement fournir un bilan des alcalins de chaque composition de béton soumise au Maître de l'Ouvrage. Ce bilan des alcalins devra reposer sur des mesures de teneurs en alcalins des différents constituants réalisés par un laboratoire spécialisé et devra tenir compte de la variabilité de ces teneurs.

Le laboratoire faisant les analyses des composants des bétons devra se prononcer sur les risques liés à cette pathologie.
La classe d'ouvrage à prendre en compte est la catégorie II, étant entendu que la catégorie III, la plus contraignante, regroupe les ouvrages tels que les bâtiments réacteurs ou réfrigérants des centrales nucléaires, les barrages, les tunnels, les ponts et viaducs exceptionnels ou les monuments de prestige.

La classe d'exposition à prendre en compte est la classe 4, soit un environnement marin, sans gel. Le niveau de prévention qui en résulte est donc le niveau B au sens des recommandations citées ci-dessus.

3. Ciments

Les ciments utilisés seront conformes à la norme NF EN 197-1. Les ciments répondent aux caractéristiques suivantes :

1. Ciment pour béton B1, choix entre : CPJ-CEM II/A ou B
2. Ciment pour béton B2, choix entre : CPA-CEM I
   CPJ-CEM II/A ou B
1. Classe de résistance : au choix de l'Entrepreneur selon disponibilité et résistance à atteindre.

L'Entrepreneur soumettra à l'agrément du Maître de l'Ouvrage les fiches d'identification du liant hydraulique qu'il compte utiliser, en conformité avec la législation en vigueur.

A l'appui de ses propositions, l'Entrepreneur fournira au Maître de l'Ouvrage les résultats statistiques des essais effectués dans le cadre de l'autocontrôle par la société cimentière. Le Maître de l'Ouvrage se réserve le droit d'effectuer des contrôles contradictoires réguliers dans un laboratoire indépendant.

Dans le cas où les essais montrent la conformité aux spécifications, ces essais sont à la charge du Maître de l'Ouvrage et dans le cas contraire, ils sont à la charge de l'Entrepreneur.

Il sera prévu en moyenne un prélèvement par lot provenant d'une même tranche de fabrication. L'acheminement des échantillons et les essais de laboratoire seront à la charge l'Entrepreneur.
Dans le cas de livraison de ciment en sacs, l'Entrepreneur contrôlera le poids des sacs statistiquement, à la demande du Maître de l'Ouvrage.

1. Eau de gâchage

L'eau utilisée pour la fabrication du béton devra respecter les critères de la norme NF EN 1008.

2. Adjuvants

Les bétons B1 et B2 nécessitent a priori l'utilisation d'adjuvants de type plastifiant réducteur d'eau.

L'Entrepreneur doit intégrer le coût de l'emploi de ces adjuvants dans les prix de béton.

L'emploi de tout adjuvant (plastifiant, hydrofuge, accélérateur de prise, etc...), s'il n'est pas intégré dans les études de formulation du béton, doit faire l'objet d'une demande écrite de l'Entrepreneur et d'une autorisation expresse de le Maître de l'Ouvrage, lequel statuera au vu des documents techniques justificatifs présentés par l'Entrepreneur à l'appui de sa proposition et après essais à la charge de l'Entrepreneur effectués dans un laboratoire agréé par le Maître de l'Ouvrage.
L'utilisation de chlorures ou de matières chlorurées notamment sous forme d'accélérateurs de prise est interdite.
Les adjuvants devront être titulaires de la marque NF.

3. Fabrication des bétons

Sauf dérogation expresse du Maître de l'Ouvrage, les bétons seront conformes à la norme NF EN 206-1.

L'Entrepreneur peut utiliser une centrale à béton hors du site, à partir du moment où la durée maximale séparant la fabrication du béton et sa mise en place ne dépasse pas 30 min, sauf étude appropriée à soumettre à l'acceptation du Maître de l'Ouvrage. Dans le cas où une telle

centrale à béton n'est pas accessible, une centrale à béton ou des bétonnières peuvent être installées sur le site.

Dans tous les cas, l'Entrepreneur remet, au moment de son offre un descriptif de l'installation de fabrication des bétons, avec les fiches techniques et les procès-verbaux des derniers contrôles ou étalonnages effectués.

Tous les équipements auxiliaires nécessaires à la sécurisation de la continuité du bétonnage doivent de même être fournis par l'Entrepreneur.
L'utilisation de bétonnière n'est autorisée que pour les massifs secondaires de volume inférieur à 1 m³.
Dans ce cas, l'Entrepreneur doit décrire la méthode de dosage de chaque constituant du béton par gâchée et les contrôles qu'il compte mettre en œuvre pour vérifier régulièrement ces dosages. Les granulats sont stockés avec séparation des classes, dans un dispositif permettant leur égouttage.

Une attention particulière devra être apportée à la teneur en eau naturelle des granulats, qui devra être mesurée régulièrement pour corriger la quantité d'eau ajoutée dans le béton. Les quantités stockées devront correspondre à au moins 10 jours d'utilisation à la cadence maximale de bétonnage.
La capacité de stockage du ciment, compte tenu de la cadence maximale de bétonnage doit permettre un vieillissement de 30 jours.

L'Entrepreneur doit prévoir un dispositif de refroidissement de l'eau (de type chiller) lorsque la température dépasse 25 °C sous abri à 7h.

Le Maître de l'Ouvrage se réserve la possibilité de contrôler la qualité des matériaux, notamment les ciments peu avant leur emploi. Les matériaux refusés doivent être immédiatement évacués par les soins de l'Entrepreneur et à ses frais, hors du chantier en des lieux agréés.

4.6.2.4 Tolérances du dosage

En exécution les tolérances de composition, en plus ou en moins, sur le poids des composants sont accordées :

2. 5 % pour chaque catégorie de granulats,
3. 1 % pour l'eau
4. 1 % pour le ciment

Des prélèvements pourront être effectués en cours de travaux à la sortie des appareils de dosage sur demande du Maître de l'Ouvrage.

1. Epreuves d'études

Les épreuves d'étude doivent être réalisées le plus tôt possible afin d'effectuer l'épreuve de convenance avant tout bétonnage. Elles sont réalisées en laboratoire avec les matériaux dont l'emploi est envisagé.
Elles concernent les bétons des classes B1 et B2 et portent au total sur neuf gâchées pour chaque type de béton :

1. 3 gâchées réalisées selon la formule nominale,
2. 2 gâchées dérivées de la formule nominale par la modification du rapport (poids du sable/poids total des granulats) de +10 % pour l'une et de -10 % pour l'autre,
3. 2 gâchées dérivées de la formule nominale par la modification de la quantité de ciment de +25 kg/m 3 pour l'une et de -25 kg/m 3 pour l'autre,
4. 2 gâchées dérivées de la formule nominale par la modification de la quantité d'eau de gâchage de +5 % pour l'une et de -5 % pour l'autre.

Sur chaque gâchée, un prélèvement est effectué pour réaliser en conformité avec les normes NF EN 12350 et NF EN 12390 :

1. Un essai de consistance (affaissement cône d'Abrams),

2. Un essai de détermination de la résistance à 28 jours (moyenne sur trois éprouvettes)
3. Un essai de détermination de la masse volumique,
4. Un essai de porosité,
5. Une mesure des temps de début et de fin de prise.

Pour la préparation des éprouvettes, les moules sont fournis par l'Entrepreneur. Lors de la confection des éprouvettes, il convient d'obtenir un serrage aussi semblable que possible à celui qui est réalisé dans l'ouvrage.

On cherchera à atteindre en laboratoire une résistance à la compression supérieure de 6MPa à la résistance caractéristique demandée sur le chantier.

Dans le cas de béton prêt à l'emploi, l'Entrepreneur propose une formulation pour les bétons B1 et B2, provenant de son fournisseur agréé, accompagnée des résultats des essais cités ci-dessus.

1. Epreuves de convenance

Les épreuves de convenance sont réalisées pour vérifier que le béton fabriqué dans les conditions du chantier, en application de la formule nominale, satisfait aux spécifications du marché. Aucun béton d'une formule donnée ne peut être mis en œuvre sur le chantier sans avoir subi au préalable une épreuve de convenance.

Il convient de vérifier qu'avec les quantités de constituants prévues dans la composition d'un mètre cube de béton, un mètre cube de béton est bien obtenu.

Les épreuves de convenance sont complétées par un essai de mise en œuvre à la pompe (si l'Entrepreneur envisage d'utiliser cette technique), avec une longueur de tuyaux significative, en réalisant un tracé comparable à celui de la conduite à utiliser pendant les travaux les plus difficiles.

Les procédures d'exécution feront l'objet d'une mise au point avec le Maître de l'Ouvrage, tant sur la méthode de réalisation que pour les valeurs minimales à atteindre.
Enfin, si pour certains ouvrages l'Entrepreneur souhaite décoffrer et charger partiellement sans attendre 28 jours, une procédure devra également être mise au point avec le Maître de l'Ouvrage pour justifier les contraintes par le calcul et réaliser des épreuves d'études et de convenance sur béton plus jeune (7 ou 14 jours par exemple).

Pour les classes de béton B1 et B2 on réalise en conformité avec les normes NF EN 12350 et NF EN 12390 :

1. Un essai de consistance (affaissement),
2. Des essais d'écrasement (6 éprouvettes à 7 jours et 12 éprouvettes à 28 jours ; 3 éprouvettes à 90 j),
3. Un essai de détermination de la masse volumique,
4. Une mesure des temps de début et de fin de prise, la justification de la compatibilité entre le temps de transport et la mise en œuvre si la centrale est éloignée du site,
5. Une proposition pour la cure du béton,
6. L'étude sur les risques liés au phénomène d'alcali-réaction.

Les informations seront à fournir à l'issue de la période de préparation du chantier. Le Maître de l'Ouvrage dispose d'un délai d'un mois pour faire connaître ses observations.

1. Contrôles

Si le béton provient d'une centrale extérieure au chantier, l'Entrepreneur tient à disposition du Maître de l'Ouvrage les bons de livraison de chaque charge de béton, sur lesquels figurent les informations exigées dans le paragraphe 7.3 de la norme NF EN 206-1.

Les essais exigés par gâchée sont les suivants pour les bétons B1 et B2 :

1. Essai de consistance du béton frais par essai d'affaissement au cône d'Abrams (selon la norme F EN 12350-2) effectuée lors du coulage immédiatement après le prélèvement.
2. Résistance à la compression selon les normes NF EN 12390-1 à EN 12390-3 :
    1. 3 éprouvettes pour les essais sur le béton durci à 24h
    2. 3 éprouvettes pour les essais à 7 jours
    3. 4 éprouvettes pour les essais à 28 jours
    4. 3 éprouvettes pour les essais à 90 jours
    5. Un essai de détermination de la masse volumique,
    6. Résistance à la traction selon la norme NF EN 12390-6
    7. 3 éprouvettes pour les essais à 28 jours
    8. 3 éprouvettes pour les essais à 90 jours
    9. Un essai de porosité,
    10. Une mesure des temps de début et de fin de prise.

Pour la préparation des éprouvettes, les moules sont fournis par l'Entrepreneur. Lors de la confection des éprouvettes, il convient d'obtenir un serrage aussi semblable que possible à celui qui est réalisé dans l'ouvrage.

On cherchera à atteindre en laboratoire une résistance à la compression supérieure de 6 MPa à la résistance caractéristique demandée sur le chantier.
La résistance à prendre en compte sera la moyenne arithmétique des résultats obtenus.

Il sera effectué au minimum, une série d'essais à la compression et une série d'essais à la traction par jour de bétonnage ou tous les 150 m3 .

1. Imperméabilisation des bétons des structures enterrées

Ce paragraphe s'applique aux fosses, sous-sol de bâtiments en béton armé.
Les bétons enterrés seront protégés en face extérieure de l'humidité par l'application d'une double couche de peinture bitumineuse.

11. Armatures pour béton armé

1. Vérification qualitative

La fourniture des aciers incombe à l'Entrepreneur. Les armatures devront être conformes aux normes AFNOR ou équivalent. L'Entrepreneur est tenu de fournir les fiches d'identification des armatures qu'il propose.

Les armatures utilisées sur le chantier devront systématiquement posséder une fiche de provenance et de certification. Les armatures façonnées devront être certifiée AFCAB ou équivalent. Aucune armature ne pourra être incorporée en l'absence de certificat de provenance et de façonnage.

Type d'armatures	Nuance d'acier	Normes AFNOR ou équivalent
Ronds lisses	Fe E235	NF A 35-015
Aciers à haute adhérence (barres)	Fe E400 et Fe E500	NF A 35-016
Aciers à haute adhérence (fils)	Fe TE 400 et Fe TE 500	NF A-35-019-1
Treillis soudés	Fe TL et Fe TE 500	NF A 35-019-2

Figure 5 : Nuances d'acier et types d'armatures

2. Conditions de livraison et stockage

Les aciers pour béton armé peuvent être livrés sur le chantier soit en barres droites, soit en couronnes, soit sous forme de panneaux ou de rouleaux, soit sous forme d'éléments coupés et façonnés dans un atelier d'armatures industrielles habilité (de préférence).

Les barres ne doivent présenter aucun ployage, souillure et autre blessure. Les barres accidentellement ployées sont remplacées. Le stockage doit être assuré dans des conditions telles que les différents repères ne puissent être mélangés et qu'ils soient commodément repris sur parc.

Si les aciers sont livrés assemblés en cages, celles-ci doivent être transportées avec précautions sur les lieux d'utilisation de façon qu'aucun élément ne subisse de déformation permanente.

Les aires de stockage doivent être propres et organisées de telle façon que les barres soient soustraites du contact du sol et de l'humidité.

En particulier les armatures devront être propres, sans aucune de trace de calamine, de rouille non adhérente, de peinture, de graisse, de ciment ou de terre.

3. Produit de scellement des équipements

Cet article concerne la fourniture, à la charge de l'Entrepreneur, du produit de scellement des pièces d'équipements fournies par les fabricants retenus pour ce projet.
L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait qu'il y a une grande quantité de produit de scellement à fournir dans le présent marché.

Le scellement des pièces fixes des équipements dans le béton devra être réalisé en utilisant un produit à retrait compensé spécifique, de type Sikagrout® 212 Scellement, Sikagrout® 131 CeraCem® de SIKA ou Masterflow® 830DC de BASF® ou similaire.

Le dosage minimal sera effectué selon les spécifications de fournisseur de matériaux et la demande du bureau d'étude.

Ce produit est soumis à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

12. Coffrages et échafaudages

Les bois de coffrages, échafaudages et supports sont choisis par l'Entrepreneur dans le cadre des prescriptions et dans les catégories correspondant aux contraintes calculées.
Les banches seront conformes à la réglementation en vigueur.

1. Coffrages ordinaires (type 1)

Ces coffrages ne seront utilisés que dans les parties non vues des ouvrages, ils seront jointifs et pourront présenter des irrégularités de surface.

2. Coffrages soignés (type 2)

Ces coffrages devront présenter des surfaces intérieures bien dressées et sans irrégularités. Ils seront utilisés pour les parements vus des ouvrages.

3. Etaiement

L'étaiement des ouvrages, devra être réalisé avec des éléments présentant une rigidité suffisante pour éliminer tous les risques de déformation pendant le coulage du béton.
L'emploi d'attaches comportant des fils torsadés ou parallèles traversant le béton est interdit.
L'emploi de fourreaux plastiques ou d'un système équivalent sera interdit lorsque l'ouvrage devra être étanche aux pressions intérieures ou extérieures.

4. Gaines noyées dans le béton

Les gaines pour réseaux noyées dans le béton sont en en acier ou en PVC. Les tuyaux et raccords sont conformes à la réglementation en vigueur.
La fourniture à pied d'œuvre de ces gaines est à la charge de l'Entrepreneur.

13. Transformateur HT

1. Longrines support transformateur

La géométrie de ces longrines (profondeur, largeur, semelle éventuelle, liaisonnement des longrines entre elles, ferraillage...) est effectuée par l'Entrepreneur sur la base des plans guides à partir des caractéristiques des sols indiquées dans l'étude géotechnique de l'ouvrage et vérifiées in situ par l'Entreprise (par une étude géotechnique), ainsi que des efforts enveloppes appliqués par les appareils aux fondations et précisés les caractéristiques du transformateur.

Compte tenu de la pression admissible sur les fonds de fouille, l'Entrepreneur doit déterminer la façon rationnelle de réaliser les longrines : soit qu'elles s'appuient de façon continue sur le sol, soit qu'elles constituent des poutres de dimensions convenables s'appuyant sur des poteaux à semelles descendues au sol résistant ou sur des pieux.

L'Entrepreneur doit soumettre au Maître de l'Ouvrage pour accord les notes de calculs et les plans d'exécution justifiant le bien fondé des dispositions envisagées.

Les longrines sont prolongées sous et au–delà de la route pour effectuer le déchargement des Transformateurs.

Les longrines seront équipées de rail permettant de faire rouler le transformateur dans sa loge.

2. Drainage du massif transformateur

Le dispositif de récupération d'huile comprend au niveau du banc de transformation :

1. Un bac de récupération décrit ci-après,
2. Un caniveau collecteur et un regard décanteur décrits dans les éléments communs à tous les appareils.

Ces éléments collectent de l'eau de pluie en fonctionnement normal et de l'huile enflammée en cas d'incendie.

Bac de récupération :
Il est constitué d'une dalle en béton armé, inclinée pour assurer l'écoulement (minimum 1 cm/m) et limité par des murets de béton banchés devant assurer la rétention de la totalité, du volume d'huile du transformateur en cas d'obstruction de l'évacuation. Ce muret en béton armé mesure en général 40 cm de haut et peut constituer la partie basse des murs de protection.
Sauf spécification contraire la dalle d'une épaisseur de 15 cm minimum est dimensionnée selon les règlements en vigueur pour une surcharge de 500daN/m²
Les transformateurs sont installés sur les rails fixés sur les longrines.
Les zones au voisinage des longrines ne sont jamais des points bas.

Caniveau collecteur :
Intégré à la dalle il a pour fonction de collecter l'huile pour l'évacuer. La position du caniveau indiquée dans les plans guide peut être modifiée mais le drainage de la dalle doit rester efficace.

Ses parois ont une épaisseur minimale de 15 cm et sont en béton armé et coulées d'un seul tenant pas de caniveaux préfabriqués avec joints).
Sa largeur, fonction du type de transformateur, est indiquée sur les plans guides. Il a une pente minimale de 2 cm/m.
Il est recouvert d'un caillebotis en acier galvanisé 70 µm.
Dans la mesure du possible le caniveau et la dalle doivent être coulés en même temps. Toute reprise de bétonnage à ce niveau doit faire l'objet d'attention particulière vis–à–vis de l'étanchéité. Toute reprise du bétonnage doit, le cas échéant, être portée sur les plans et obtenir l'accord du Maître de l'Ouvrage. Une attention particulière est alors portée sur la continuité du ferraillage.

Regard décanteur :
Il est la transition entre le regard et le tuyau d'évacuation. Il assure une décantation des dépôts solides pouvant être entraînés par l'eau de pluie (sables...). Il est équipé d'une pompe pour permettre l'évacuation des eaux de pluie. Cette pompe est reliée à un dispositif de capteur de niveau pour la mise en marche automatique dans le cas de présence d'eau.
Le fonctionnement de la pompe est asservi au transformateur de puissance. En cas de défaut transformateur, la pompe sera immédiatement mise hors services pour éviter toute évacuation d'huile.
Ses dimensions sont les suivantes :
1. Décantation minimale de 30 cm,
2. Épaisseur minimale des parois et du radier en béton armé : 15 cm,
3. Cotes intérieures, fonction du type de transformateur, indiquées sur les plans.

Il est recouvert d'un caillebotis en acier galvanisé. Ce dernier ne gêne pas le fonctionnement de la guillotine.
Un système de guillotine permet d'isoler le tuyau d'évacuation lors des opérations d'entretien de la fosse déportée. Une plaque amovible coulisse dans deux fers "U" scellés à cet effet.

1. Murs pare-feu

1. Principe

A l'origine, la protection des transformateurs de puissance a pour but essentiel d'éviter la propagation aux appareils voisins d'un incendie se déclarant dans un transformateur. Elle permet aussi aux équipes d'intervention d'approcher du foyer. De plus, elle empêche la projection de matières enflammées ou d'éclats provenant de l'explosion. Des murs latéraux, dits "pare–feu", assurent cette protection.

2. Dimensions

Dans le cas des dispositions ne comportant que les deux murs latéraux, la longueur de ces derniers sera de la largeur du transformateur (y compris son système de refroidissement) augmentée d'une longueur d'au moins 1,5 mètre de part et d'autre.

3. Disposition constructive

Les murs ont leurs fondations entièrement désolidarisées de toutes les autres structures avoisinantes telles que bacs de récupération d'huile, longrines, massifs...
La continuité des murs est assurée dans les angles.

4. Règles générales de calcul

La pression du vent à prendre en considération pour le calcul du mur de protection doit être déterminée suivant les prescriptions des "Règles définissant les effets du vent sur les constructions" en tenant compte de la situation géographique de l'ouvrage.
Il peut arriver que le mur serve de structure porteuse à certains appareillages (colonnes isolantes, boîtes à câble...), il y a lieu d'en tenir compte dans les descentes de charges.

5. Composition des murs

Mur préfabriqué
Les murs de protection sont de conception simple.
Sur une ossature de poteaux préfabriqués en béton armé, et comportant des glissières verticales, sont enfilées des dalles préfabriquées. Celles-ci sont en béton cellulaire (épaisseur 15 cm minimum), ce qui confère à la structure une tenue au feu Mo (durée minimum de 4 h).

En aucun cas l'ossature ne peut être métallique en raison de sa faible tenue au feu. Cependant une exception peut être faite pour les poteaux compris dans la zone de manutention du transformateur qui doivent être démontables. Dans ce cas, toute partie métallique de la structure démontable devra, d'une part, être équipée de protections efficaces contre l'échauffement et d'autre part être mise à la terre.
Dans tous les cas la partie supérieure des murs de protection comporte une lisse haute de couronnement.

Mur maçonné
Sur une ossature de poteaux en béton armé, les murs réalisés en béton devront respecter une tenue au feu M0 (durée minimum de 4h).

2. Réseaux électriques et circuit de terre

1. Puits de terre

Les puits de terre seront fournis et installés par l'Entrepreneur. Ils seront constitués à minima d'une buse béton DN 800 enterré permettant un accès personnel. Cette buse sera couverte par un tampon fonte de classe C250
.

2. Fourreaux et grillage avertisseur

Les fourreaux, fournis et installés par l'Entrepreneur, seront posés en tranchée pour le passage de câbles électriques. Ils sont du type annelé à l'extérieur et lisse à l'intérieur, ou lisse à l'extérieur et lisse à l'intérieur, selon les utilisations et les recommandations du Maître de l'Ouvrage. Ils sont conformes à la norme EN 50086-2-4, à savoir :
1. Résistance à l'écrasement maximum 5 % du diamètre intérieur avec F ≥ 450 N,
2. Résistance aux chocs (mesuré à -5 °C) 40 joules
3. Seule la classe N est autorisée. Les fourreaux ont un diamètre intérieur de 150 mm ou 200 mm selon leur fonction.
4. Les fourreaux seront installés avec leur fil de tirage.

1. Matériau pour lit de pose des fourreaux et des canalisations

Lorsqu'ils ne sont pas enrobés dans le béton, les câbles, fourreaux et canalisations sont posés sur un lit de sable dont les caractéristiques sont les suivantes :
1. 100 % de passant au tamis de 5 mm,
2. Équivalent de Sable Piston compris entre 40 et 50.

Les contrôles entrant dans le cadre du contrôle externe du PAQ seront au minimum les suivants :
1. 1 analyse granulométrique du sable,
2. 1 mesure de l'équivalent de sable.

1. Matériau de remblai des tranchées

Si les matériaux utilisés sont issus des déblais expurgés, ils nécessitent la mise en œuvre de moyens de compactage, agissant par couches successives d'une épaisseur maximale de 30 cm. Le remblai peut être réalisé avec les terres extraites expurgées des gros éléments,

conformément à la NF EN 1610 soit Dmax < 22 mm si DN ≤ 200 et Dmax ≤40 mm si DN > 200 à DN ≤600.
Le grillage avertisseur, fourni et installé par l'Entrepreneur, est de type de grillage plastique, de la même couleur que les fourreaux (rouge pour le réseau électrique).

3. TRAVAUX ELECTROMECANIQUES POSTE

1. Généralités

Tout travail devant être effectué dans des installations existantes par l'Entrepreneur doit être réalisé sous son entière responsabilité et en étroite collaboration avec le Maître d'Ouvrage. L'Entrepreneur doit soumettre pour approbation toutes les informations requises (plans, schémas unifilaires, méthodologie, procédures de sécurité...) avant le démarrage des travaux.

Cette Spécification porte sur les exigences techniques minimales qui s'appliquent à l'installation des équipements électromécaniques. Elle couvre, sans se vouloir restrictive, les prestations et travaux suivants :

1. Installation des équipements et des matériaux fournis par le Maître de l'Ouvrage, le cas échéant, et de tous les autres équipements et matériaux nécessaires afin d'achever les travaux ;
2. Montage des portiques du poste et des supports d'équipements ;
3. Montage des chaînes d'isolateurs ainsi que des jeux de câbles tendus ;
4. La prolongation de la grille de mise à la terre en place et leurs raccordements aux équipements ;
5. Montage des disjoncteurs, des sectionneurs, des transformateurs de mesure, des parafoudres ainsi que des barres rigides et flexibles ;
6. Montage des équipements remplis d'huile, soit les transformateurs, transformateurs de services auxiliaires, transformateurs de mise à la terre ;
7. Fourniture de toutes les barres et accessoires des structures des équipements du poste ;
8. Montage des équipements à moyenne tension ;
9. Raccordement des équipements aux jeux de barres ;
10. Installation des câbles de puissance et de commande dans les tranchées et leur raccordement aux équipements dans le bâtiment de commande et contrôle ;
11. Installation des boîtes de jonction ;
12. Installation des luminaires sur les nouvelles travées et travées existantes ;
13. Installation des tableaux de protection, de commande et régulation ;
14. Installation nouveaux équipements et appareillages BT
15. Prolongement, au besoin, de tous les tableaux de distribution en courant alternatif et en courant alternatif afin de desservir les nouvelles installations ;
16. Vérification de la capacité des accumulateurs, au besoin et/ou la fourniture d'une autre série d'accumulateurs ou le remplacement de ceux en place s'il y a lieu ;
17. Construction de tranchées pour les nouveaux câbles si celles en place ne peuvent pas recevoir de câbles supplémentaires (génie civil) ;
18. Raccordement de tous les câbles d'alimentation et de commande ;
19. Essais et mise en service de tous les équipements.

Les prestations et travaux s'entend de la part de l'Entrepreneur un examen préalable détaillé des installations existantes afin de bien évaluer leurs caractéristiques, capacités, performances, etc., pour la bonne intégration des nouveaux équipements et également, là où nécessaire, l'extension ou les modifications à apporter aux équipements existants.

L'Entrepreneur devra exécuter le montage des équipements conformément aux directives du manuel d'instructions du fabricant. Pour ce faire, il devra en manipuler les composants à l'aide d'appareils, de machinerie et de méthodes convenables.
L'Entrepreneur doit prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter que les équipements soient endommagés ou contaminés.

Des précautions devront être prises pour garder l'intérieur des conduits et autres parfaitement propre ; les ouvertures et les conduits seront fermés par des plaques de bois ou de métal ou par des bouchons afin d'éviter que tout corps étranger y pénètre pendant le montage.

Avant de fermer un réseau de conduits, celui-ci doit être vérifié avec soin afin de s'assurer que toute particule ou substance étrangère, telle que des chiffons, des outils, des boulons et autres, a été enlevée.
L'Entrepreneur doit prendre toutes les précautions nécessaires afin de maintenir l'aire de travail propre et bien ordonnée pendant et après le montage.

1. Installation des transformateurs de puissance

1. Réception des équipements

En plus des prescriptions pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

1. L'Entrepreneur mesurera l'isolation du noyau à l'aide d'un mégohmmètre d'au moins 1 000 V. Il comparera cette mesure à celle qui a été prise au moment de la livraison dans l'usine du fabricant. Il devra prendre une nouvelle mesure chaque fois que l'appareil est déplacé.
2. L'Entrepreneur vérifiera la pression de l'air sec ou de l'azote pour s'assurer qu'aucune fuite ne s'est produite ou qu'il n'y a eu aucune infiltration d'air humide ou pollué. Cette vérification devra être faite périodiquement pendant le transport et l'entreposage, et ce, jusqu'à ce que l'équipement soit mis en place.
3. Le point de rosée sera mesuré au moment de l'arrivée de l'équipement sur le site et au moment de son montage, jusqu'à ce qu'il soit prêt à être rempli d'huile.
4. La lecture du point de rosée prise sur le site sera comparée à celle qui a été prise au moment de la livraison de l'équipement chez le fabricant.

1. Montage et installation

Le montage et l'installation des équipements seront supervisés par les spécialistes du fabricant employés par l'Entrepreneur (pour assurer la formation de l'équipe de l'Entrepreneur sur chaque type d'équipement) et ils seront faits conformément aux manuels d'installation.
L'Entrepreneur devra utiliser des appareils, une machinerie et une méthode convenables pour transférer en toute sécurité les équipements de la plate-forme du camion jusqu'à leur fondation.
Le montage sera entièrement exécuté par l'Entrepreneur, y compris ce qui suit :

1. L'inspection visuelle des parties internes par les ouvertures d'accès afin de s'assurer que l'appareil n'a subi aucun dommage interne, qu'il n'a aucune partie flottante ou brisée et que ses pièces actives n'ont pas été déplacées ;
2. La vérification des indicateurs de pression d'air sec ou d'azote de remplissage pendant le transport, ainsi que des enregistreurs d'impact ;
3. La vérification de tous les contacts du changeur de prise, lorsqu'applicable, pour s'assurer qu'il n'y a aucune connexion desserrée ni aucune fissure dans les pièces moulées isolées ;
4. Le montage des composants comprendra, sans toutefois s'y limiter :
    1. Les traversées et leur connexion aux enroulements ;
    2. Le conservateur de l'autotransformateur ou du transformateur et son support ;
    3. Les étriers des parafoudres ;
    4. Les radiateurs, les robinets et les ventilateurs ;
    5. Les tuyaux pour l'huile, les robinets et les filtres ;

6. Les relais et les instruments ;
7. La barre de mise à la terre du neutre et autres.

5. Le serrage des connexions d'enroulement conformément aux caractéristiques assignées ;
6. La mesure du point de rosée avant le remplissage d'huile ;
7. La mise sous vide de la cuve sans le conservateur ;
8. L'essai, le filtrage et le remplissage d'huile jusqu'au couvercle et sous vide. Un échantillon d'huile sera pris dans chacun des contenants et testé afin de s'assurer de la qualité de l'huile avant le remplissage ;
9. Les essais sur les instruments et les relais ;
10. L'installation des parafoudres ;
11. Le raccordement à la grille de mise à la terre ;
12. Le raccordement des traverses aux barres omnibus ;
13. Le raccordement des câbles de commande aux bornes de l'armoire de commande ;
14. L'essai de pression à 35 kPa sur le transformateur complètement assemblé ;
15. Les retouches aux endroits où la peinture a été endommagée.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière devra être accordée à ce qui suit :

1. L'exposition aux intempéries des parties internes des équipements doit être réduite au minimum. 'Entrepreneur doit installer une bâche ou une tente au-dessus des équipements afin d'empêcher la pluie, la poussière ou tout autre contaminant d'entrer dans le réservoir. Pendant tout le montage, il doit s'assurer de maintenir une pression positive de l'air sec dans le réservoir ;
2. Le contrôle absolu des pièces et des outils lorsque le réservoir est ouvert afin d'éviter qu'ils ne tombent à l'intérieur. Les pièces et les outils seront attachés par une corde, ou un filet sera placé sous l'aire de travail. On fera la liste de tous les outils utilisés pour travailler à l'intérieur du réservoir avant l'ouverture de ce dernier et, par la suite, on vérifiera qu'il n'en manque aucun ;
3. Les éléments fragiles ou en porcelaine seront manipulés avec soin à l'aide de capuchons de protection et d'élingues en textile afin d'éviter de les fissurer ou de les écailler. Tous les dommages devront être rapportés au Maître d'Ouvrage ;
4. Le sac de caoutchouc du conservateur ne doit pas être exposé au vide et le conservateur doit être rempli suivant les directives du fabricant ;
5. Les barrettes de court-circuit sur les bornes raccordées aux enroulements secondaires des transformateurs de courant doivent rester en place jusqu'à ce que le raccordement des câbles de courant dans le bâtiment de commande soit terminé.

1. Installation des disjoncteurs

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

1. L'examen minutieux des pièces en porcelaine, des mouvements dans l'emballage ou d'un desserrage entre les brides et la porcelaine ;
2. La disponibilité de bouteilles intactes (sans fuite) de gaz SF 6 , d'une capacité suffisante pour remplir les équipements.

1. Montage et installation

Le montage et l'installation des équipements seront supervisés par les spécialistes du fabricant employés par l'Entrepreneur (pour assurer la formation de l'équipe de l'Entrepreneur sur chaque type d'équipement) et ils seront faits conformément aux manuels d'instructions.

L'Entrepreneur devra utiliser des appareils, une machinerie et une méthode convenables pour manipuler les composants des disjoncteurs. Le montage sera entièrement exécuté par l'Entrepreneur, y compris ce qui suit :

1. L’assemblage, le montage et le nivellement des socles de chaque poteau ;
2. L’ajustement soigné de la distance entre les axes de chaque poteau ;
3. Le levage, à l'aide d'élingues de nylon, des éléments en porcelaine et leur assemblage sur les socles ;
4. L’installation des mécanismes et de l'armoire de commande centrale ;
5. Le remplissage au gaz SF 6 et la vérification à l'aide d'un instrument de détection des fuites
6. Le raccordement aux barres du poste, en s'assurant qu'aucune traction excessive n'est exercée sur les bornes ;
7. Le raccordement à la grille de mise à la terre ;
8. Le raccordement des câbles de commande à chaque mécanisme et à l'armoire de commande centrale ;
9. L’ajustement des liens et des mécanismes afin d'assurer le bon fonctionnement des disjoncteurs ;
10. Les essais de fonctionnement à l'aide de dispositifs de commande locale/à distance, d'enclenchement, de signalisation et d'alarme éloignés ;
11. La vérification de la puissance de réserve du mécanisme pour exécuter un cycle complet de fonctionnement des trois pôles ;
12. La vérification de la constance de la pression du gaz SF 6 dans le temps.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

1. La vérification des fuites de gaz SF 6 autour des brides, des manchons d'accouplement, des instruments, des manomètres et autres ;
2. La manipulation des pièces de porcelaine creuse qui sont vulnérables aux efforts ou au serrage excessif ainsi qu'aux manipulations brusques ;
3. L’ajustement soigné et précis du lien qui actionne les pôles à l'aide d'un seul mécanisme. Si les éléments ne peuvent pas être assemblés facilement et correctement, les superviseurs du fabricant doivent être mis à contribution afin de ne pas endommager le mécanisme ;
4. Le fonctionnement des enclenchements pour s'assurer qu'il est sécuritaire ;
5. Les commandes d'ouverture/fermeture à distance doivent être bloquées par le commutateur de commande locale/à distance. Le signal de déclenchement de la protection doit fonctionner sans interférence ;
6. Le couvercle protégeant l'appareil contre l'introduction de particules étrangères ne doit être enlevé qu'au dernier moment, une fois que l'assemblage aux autres composants est terminé. Si les conditions environnementales ne conviennent pas à l'assemblage (poussière, pluie, etc.), le montage doit être interrompu jusqu'à ce que les conditions soient acceptables ou que l'aire de travail soit recouverte d'une bâche ou d'une tente.

1. Installation des sectionneurs

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

1. Un examen méticuleux des isolateurs ;
2. Les isolateurs des sectionneurs ne doivent pas être confondus avec les isolateurs à fût massif des barres omnibus du poste.

1. Montage et installation

Le montage et l'installation des équipements seront supervisés par les spécialistes du fabricant employés par l'Entrepreneur (pour assurer la formation de l'équipe de l'Entrepreneur sur chaque type d'équipement) et ils seront faits conformément aux manuels d'instructions.

L'Entrepreneur devra utiliser des appareils, une machinerie et une méthode convenables pour manipuler les composants des sectionneurs. Le montage sera entièrement exécuté par l'Entrepreneur, y compris ce qui suit :

1. L’assemblage, l'installation et le nivellement des socles et des structures de support ;
2. La vérification de l'axe des socles des sectionneurs à l'aide d'un seul mécanisme pour les trois pôles et l'ajustement de leur position afin de faciliter l'installation des liens ;
3. L’installation des mécanismes ;
4. Le levage et la mise en place des isolateurs à l'aide d'élingues de nylon ;
5. Le levage et la mise en place des parties actives et des liens ;
6. L’ajustement des liens et des parties actives afin qu'il soit parfait au moment de la fermeture et du fonctionnement simultané des trois pôles. Les leviers d'interruption centraux doivent être parfaitement alignés ;
7. Le raccordement des bornes aux barres omnibus. Les efforts imposés par le raccordement ne doivent pas être excessifs afin de ne pas endommager le contact rotatif et le palier ou de nuire à leur fonctionnement ;
8. Le raccordement à la grille de mise à la terre ;
9. Le raccordement des câbles de commande ;
10. L’ajustement minutieux des interrupteurs de fin de course, afin que leur mécanisme ne pousse pas les leviers du sectionneur au-delà de la position mécanique souhaitée. Des manœuvres répétées devront être faites afin de s'assurer que la position des leviers reste constante ;
11. L’essai des enclenchements, de la commande locale/à distance ainsi que de l'alarme et de la signalisation à distance.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

1. La vérification des interverrouillages avec les disjoncteurs correspondants ;
2. Toute force excessive exercée sur les sectionneurs ou un mauvais assemblage endommagera les mécanismes et les liens.

1. Installation des transformateurs de mesure

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

1. L’intégrité des corps en porcelaine afin de s'assurer qu'ils n'ont ni fissures ni éclats ;
2. La vérification des fuites d'huile ou de gaz SF6.

1. Montage et installation

Les transformateurs de courant seront montés à côté des disjoncteurs, tandis que les transformateurs de tension seront raccordés directement aux barres principales du poste.
Le montage comprend ce qui suit :

1. Les socles seront assemblés, levés, placés sur les fondations et mis à niveau ;
2. Les transformateurs de mesure seront levés à l'aide d'élingues de nylon une fois que la base isolante aura été mise en place ;
3. Le raccordement aux conducteurs à haute tension des barres : la traction exercée sur les bornes doit être réduite au minimum ;
4. Le montage de la boîte de jonction sur le socle du pôle central ;
5. Le raccordement des câbles de courant, de tension et autres entre les pôles et la boîte de jonction jusqu'au bâtiment de commande ;
6. Le raccordement à la grille de mise à la terre ;
7. La vérification de la continuité des enroulements en mesurant la résistance à partir des boîtiers de jonction.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

1. Les joints de dilatation doivent être vérifiés, afin de s'assurer qu'ils fonctionnent normalement et qu'il n'y a aucune fuite d'huile
2. La borne à basse tension des transformateurs de courant doit demeurer en court-circuit jusqu'à ce que le câble menant aux tableaux de protection soit raccordé correctement aux interrupteurs d'essai ;
3. La connexion primaire des transformateurs de courant doit être vérifiée, afin de s'assurer que le bon rapport a été choisi ;

1. Installation des parafoudres

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

1. L'intégrité des corps en porcelaine afin de s'assurer qu'ils n'ont ni fissures ni éclats ;
2. Le déplacement des brides sur la porcelaine ;
3. Les accessoires, tels les anneaux de blindage, l'isolation de base, les compteurs de décharge et les matériaux de raccordement.

1. Montage et installation

Les parafoudres seront montés sur les socles des artères de lignes à haute tension et sur les socles situés à proximité des transformateurs de puissance et des bobines de réactance.
Le montage comprend ce qui suit :

1. Les socles seront assemblés, levés, placés sur les fondations et mis à niveau, sauf aux endroits où les parafoudres sont montés sur des supports d'équipements ou des portiques ;
2. Les parafoudres seront levés à l'aide d'élingues de nylon une fois que la base isolante aura été mise en place ;
3. Le raccordement aux conducteurs à haute tension des barres : la traction exercée sur la borne du parafoudre doit être réduite au minimum ;
4. Les compteurs de décharge seront montés à moins de 1,5 m de la base de la fondation, ils seront raccordés à la borne du parafoudre à l'aide de barres ou de câbles isolés, conformément aux directives du fabricant. Les bornes opposées des compteurs seront raccordées à la grille de mise à la terre à l'aide de câbles isolés d'une dimension suffisante (au moins 240 mm 2 par 1 kV d'isolation).

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

1. L’assemblage adéquat des pare-effluves afin d'empêcher l'endommagement des parafoudres.

1. Installation des jeux de barres rigides

Les jeux de barres 225 kV seront construits en tube aluminium de gamme électrique donc le diamètre et l’épaisseur seront choisis et adaptés au jeu de barres existants.

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

2. Examiner les isolateurs afin de s'assurer qu'ils ne sont pas endommagés ;
3. Examiner les accessoires afin de s'assurer qu'ils sont bien ceux qui sont nécessaires à l'assemblage des chaînes d'alignement et d'ancrage requises dans le poste ;
4. Procéder à une vérification aléatoire des dimensions des connecteurs et des raccords pour s'assurer qu'ils correspondent à ceux indiqués sur les dessins du fabricant ;

5. La dimension et le calibre des barres d'aluminium. Mesurer de manière aléatoire le diamètre et l'épaisseur des barres et les comparer aux valeurs standards ;
6. L'intégrité de la porcelaine ainsi que les dimensions des isolateurs à fût massif par rapport aux valeurs standards. Ces isolateurs ne doivent pas être échangés ni mélangés avec les isolateurs de l'appareillage.

1. Montage et installation

Certaines parties des jeux de barres seront faites de conducteurs câblés afin de pouvoir être raccordées aux bornes des équipements. Tous les raccords seront faits à l'aide de connecteurs boulonnés afin de ne pas souder l'aluminium.

L'Entrepreneur doit faire le montage conformément aux directives des manuels d'instructions. Pour ce faire, il doit manipuler les barres d'aluminium à l'aide d'appareils, de machinerie et de méthodes convenables.
Assembler au sol, lever, installer et mettre au niveau les socles des isolateurs. Les raccorder à la grille de mise à la terre. Les socles des isolateurs doivent être parfaitement alignés.
Lever et installer les isolateurs sur les socles. Les mettre à niveau et les aligner les uns avec les autres ;
Monter les brides de support des câbles sur les isolateurs sans les serrer.
Couper et enlever les bavures et insérer les barres d'aluminium dans le support de barres, comme le montrent les plans de construction.
Nettoyer l'extrémité des barres d'aluminium et y enlever toute trace d'huile ou de graisse ; raccorder les barres avec les couplages à manchon.
Serrer les brides de support des barres. S'assurer que la barre d'aluminium n'est pas soumise à une force excessive. Les brides de support doivent être bien installées et, conformément aux plans de construction, elles devront être fixes ou coulissantes.
Garder une longueur libre d'au moins 250 mm entre la barre et l'axe de l'isolateur afin de pouvoir raccorder un équipement (selon les plans de construction) ;

La surface des barres d'aluminium ne doit pas entrer en contact avec le sol ni avec un matériau dur qui pourrait entraîner des protubérances, des arêtes vives, etc. Corriger les petites imperfections à l'aide de papier de verre.

Les extrémités libres des fourreaux de câbles seront terminées par un capot. Une longueur de conducteur câblé sera insérée dans une longue barre (tube) afin d'éviter toute résonance mécanique lorsque le vent souffle.
Les jeux de barres doivent être complètement installés et ajustés avant de faire les raccords verticaux ou horizontaux.

Les anneaux de pare-effluves doivent être vérifiés avec soin avant leur installation afin de s'assurer qu'ils n'ont aucune protubérance ni arête vive.

Les connecteurs doivent être nettoyés, brossés et enduits de pâte à joint avant d'être installés. La barre est insérée à la partie inférieure du raccord et est maintenue sous pression à sa partie supérieure. Les boulons sont ensuite insérés et serrés progressivement selon une séquence en alternance.
Le couple de serrage à appliquer sur les boulons doit correspondre aux recommandations du fabricant.

2. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :
1. L'état de la surface des conducteurs et des barres d'aluminium est très important afin d'éviter un effet de couronne excessif. Par conséquent, les conducteurs et les barres d'aluminium ne doivent pas entrer en contact avec des surfaces dures ni avec le sol naturel ;

2. Les distances d'isolement doivent être conformes à celles indiquées sur les plans de construction ;
3. Le couple de serrage des boulons de raccordement sera celui indiqué par le fabricant de raccords ;
4. Les raccords de conducteurs et barres en aluminium aux bornes de cuivre devront subir un traitement spécial afin d'éviter les réactions chimiques et les points chauds pendant l'exploitation ;
5. Les outils et matériaux employés pour assembler les câbles de cuivre ne doivent jamais être utilisés pour les câbles en aluminium et vice-versa.

1. Installation des connexions en tendues

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

1. Examiner les chaînes d'isolateurs afin de s'assurer qu'ils ne sont pas endommagés ;
2. Examiner les accessoires afin de s'assurer qu'ils sont bien ceux qui sont nécessaires à l'assemblage des chaînes d'alignement et d'ancrage requises dans le poste ;
3. S'assurer que les accessoires fournis pour les câbles de garde sont bien ceux qui doivent être employés avec des câbles de garde standards en acier galvanisé ;
4. S'assurer que les manchons d'ancrage correspondent à la dimension et au type des câbles de garde tendus et que des matrices appropriées sont fournies avec l'outil de compression ;
5. Le type et le calibre des conducteurs pour s'assurer qu'il s'agit bien de ceux qui ont été commandés. Procéder à une vérification aléatoire des dimensions des connecteurs et des raccords pour s'assurer qu'ils correspondent à ceux indiqués sur les dessins du fabricant ;
6. La dimension et le calibre des conducteurs. Mesurer de manière aléatoire le diamètre et l'épaisseur des conducteurs et les comparer aux valeurs standards ;
7. L'intégrité des chaînes d'isolateurs ainsi que les dimensions des isolateurs par rapport aux valeurs standards.

1. Installation des câbles de garde

Les câbles de garde doivent être connectés aux parties supérieures des structures des portiques pour protéger de façon adéquate les équipements contre les chocs de foudre.

2. Montage et installation

L'Entrepreneur doit monter connexion en câbles tendus conformément aux directives des manuels d'instructions. Pour ce faire, il doit manipuler les câbles à l'aide d'appareils, de machinerie et de méthodes convenables.
Les connexions tendues seront installées d'un côté à l'autre des poutres des portiques du poste, sur un ou deux niveaux.

Les câbles tendus à 225 kV seront en conducteur ASTER 570 mm² .

Les chaînes d'isolateurs sont assemblées conformément aux plans du fabricant. Le nombre de chaînes et le nombre d'isolateurs doivent être conformes aux plans de construction. Accorder une attention particulière aux anneaux pare-effluves afin d'éviter d'endommager la surface. Toute protubérance doit être poncée avec soin à l'aide de papier de verre fin.

Le conducteur est ensuite coupé à la longueur spécifiée et inséré à son extrémité dans un manchon à comprimer selon les prescriptions du manufacturier. Les chaînes d'isolateurs et les tendeurs sont ajoutés aux longueurs de conducteurs et tirés jusqu'aux points d'ancrage du portique. Puis, la flèche de chaque conducteur est ajustée à l'aide des tendeurs, selon le tableau indiqué sur les plans de construction et la température sur le site. La flèche peut être

mesurée à l'aide d'un théodolite ou de tout autre instrument approuvé par le Maître d'Ouvrage. Les conducteurs seront inspectés avec soin afin de déceler toute imperfection ou protubérance, ainsi que tous les fils pliés, lâches ou saillants. Le conducteur ne doit pas être placé directement sur le sol et sa surface doit être protégée contre tout dommage. Des entretoises seront installées sur les faisceaux de deux conducteurs ou plus avant leur montage ;

Au cours du raccordement vertical du câble à l'équipement ou à un niveau inférieur de jeu de câbles, laisser un certain jeu afin d'éviter d'exercer une traction excessive lorsque la flèche varie en fonction de la température. La température ambiante doit être prise en compte au moment de la mise en place des câbles.

La flèche des conducteurs sera ajustée à la valeur spécifiée une fois que tous les raccordements verticaux auront été faits.

Le raccordement horizontal entre les bornes des équipements ou entre les jeux de câbles et les bornes des équipements doit être fait avec une petite flèche équivalant à la courbe normale du conducteur pour les raccordements très courts et à une flèche de 5 % pour les raccordements plus longs. Les conducteurs doivent être installés de façon à former un point d'égouttement autre que sur l'isolation des appareils. La traction exercée sur les bornes des équipements ne doit pas dépasser la traction indiquée dans les spécifications du fabricant.

Les raccords comprimés seront faits avec les outils appropriés et les matrices qui conviennent à chaque raccord (conducteur à âme d'acier et autres). La surface du raccord doit être nettoyée avec soin, à l'aide de papier de verre fin, de toute protubérance, bavure ou arête vive qui se serait produite pendant le processus de compression. Les raccords doivent être examinés avec soin afin de déceler toute fissure, desserrement ou poinçonnage non uniforme.

Les raccords doivent être préparés avec soin et nettoyés de toute trace d'huile ou de graisse à l'aide d'un produit décapant. L'extrémité du conducteur doit être attachée avant d'être coupée. La surface doit ensuite être brossée à l'aide d'une brosse en acier inoxydable et une pâte à joint spéciale (Penetrox A-13 de Burndy ou un équivalent) doit être appliquée sur sa surface. Une petite couche de pâte doit aussi être appliquée sur les connecteurs avant l'assemblage. Cette manière de procéder vaut pour les conducteurs câblés en aluminium, les tubes d'aluminium, les bornes soudées, les bornes filetées, etc.

2. Installation des portiques et des supports d'équipements

Assemblage de la charpente :

1. L'exécution du travail au chantier, y compris le transport, le stockage, la manutention et l'assemblage doivent répondre aux exigences de l'AISC et à la présente spécification.
2. Avant de compléter le serrage des boulons des assemblages au chantier, la charpente doit avoir été alignée, nivelée et mise d'aplomb. Toutes les membrures d'une charpente assemblée doivent être alignées et exemptes de courbures, de distorsions et de joints ouverts.
3. Les assemblages soudés au chantier ne doivent être utilisés qu'aux endroits indiqués sur les dessins ou aux endroits autorisés par le Maître d'Ouvrage.
4. Le travail doit être effectué par des soudeurs qualifiés, conformément à AWS D1.1 et selon les exigences de la présente spécification.
5. Toutes les soudures bout à bout doivent être du type « pleine pénétration ».

Assemblages boulonnés :

1. Les assemblages de la charpente au chantier doivent être faits à l'aide de boulons à haute résistance conforme à la norme ASTM A325 ou équivalent accepté par le Maître d'Ouvrage.

2. Chaque assemblage doit avoir un minimum de deux (2) boulons.
3. Tous les boulons doivent être installés avec une rondelle durcie en dessous de la partie (écrou ou tête de boulon) en voie de serrage.
4. Les goujons d'assemblage ne doivent pas être enfoncés avec une force qui puisse déformer le métal adjacent.
5. Les surfaces des joints (y compris celles sous les têtes des boulons, les écrous et les rondelles) doivent être libres de bavures, de saleté, de peinture et d'autres matières étrangères qui empêchent un contact parfait entre les pièces.
6. Aucun trou ou agrandissement d'un trou ne doit être fait au chalumeau.
7. Le serrage des boulons doit être effectué et vérifié selon les exigences de l'AISC. La procédure de serrage et de vérification du serrage devra être soumise à l'approbation du Maître d'Ouvrage.

Correction des défauts de fabrication :
1. La correction des défauts de fabrication est l'entière responsabilité de l'Entrepreneur, sans frais pour le Maître de l'Ouvrage.
2. Tous les défauts de fabrication doivent être rapportés au Maître d'Ouvrage et la méthode de correction proposée par l'Entrepreneur doit être soumise pour approbation avant d'effectuer le travail.

Corrections mineures au chantier :
1. Les défauts mineurs peuvent être corrigés par alésage ou par coupe et meulage selon les instructions du Maître d'Ouvrage.
2. Les arêtes des coupes et les soudures doivent être meulées, nettoyées et traitées selon ASTM A780 ou équivalent accepté par le Maître d'Ouvrage.

Tolérances de montage :
1. À moins d'indication contraire, les tolérances doivent être conformes à l'AISC.

Éléments temporaires :
2. Tous les contreventements temporaires, les entretoises et les haubans nécessaires à la stabilité de la charpente érigée doivent rester en place jusqu'à l'assemblage définitif des éléments de la charpente.
3. Dans le cas où la stabilité permanente de la charpente pourrait dépendre d'autres éléments à être installés après la charpente, l'Entrepreneur doit contreventer les parties concernées jusqu'à l'achèvement des travaux des autres corps de métiers.

Retouches sur le chantier de la galvanisation :
1. Les zones où la galvanisation a été endommagée lors du transport, du déchargement et du montage doivent être nettoyées et retouchées avec une peinture riche en zinc selon ASTM A780 ou équivalent accepté par le Maître d'Ouvrage.

1. Installation des transformateurs de services auxiliaires et de point neutre MT

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :
2. Le remplissage complet des transformateurs avec de l'huile et vérifier s'il y a des fuites d'huile
3. Le matériel de mise à la terre à la barre neutre est inclus ;
4. La plaque signalétique pour s'assurer qu'il n'y a aucune erreur de destination de l'équipement
5. Mesurer la résistance d'isolation de l'enroulement et la comparer aux données du fabricant ;

6. Mesurer la continuité des enroulements à l'aide d'un ohmmètre.

1. Montage et installation

Le transformateur est fourni entièrement assemblé et rempli d'huile.
Le montage comprend ce qui suit :

1. Le transformateur des services auxiliaires doit être raccordé à l'appareillage de commutation MT au moyen de câbles MT isolés ;
2. Le transformateur de point neutre MT se raccorde directement à la sortie MT du transformateur de puissance (Emergence) installé dans une grille métallique près du transformateur de puissance
3. Les bornes à basse tension des transformateurs doivent être raccordées aux câbles de puissance menant au tableau de transfert situé dans le bâtiment de commande ;
4. Le point neutre de l'enroulement BT doit être mis à la terre à l'extrémité éloignée dans le tableau de transfert. Par conséquent, le point neutre doit être raccordé à l'aide d'un câble isolé ;
5. Les câbles de commande doivent être raccordés aux bornes de l'armoire de commande ;
6. Le transformateur des services auxiliaires sera monté sur une dalle de béton.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

1. La distance d'isolement entre les connexions sous tension des transformateurs des services auxiliaires et toute structure mise à la terre doit être suffisante ;
2. Le neutre de l'enroulement BT ne doit pas être mis à la terre à l'extrémité des équipements, mais doit être amené vers le tableau de transfert par un câble neutre isolé ;
3. Les changeurs de prise doivent être ajustés en fonction de la tension assignée de l'enroulement du transformateur de puissance principal ;
4. Toute traction excessive sur les traversées doit être évitée.

1. Installation des équipements et câbles MT

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes doivent être effectuées :

1. Vérifier que toutes les sections de l'appareillage ont été livrées au site avant d'effectuer l'installation ;
2. S'assurer qu'aucune section n'a subi de dommage durant le transport ;
3. Vérifier la plaque signalétique pour s'assurer qu'il n'y a aucune erreur de destination de l'équipement ;
4. En autant que possible, conserver l'équipement dans son emballage d'expédition pour le transport sur le site jusqu'à son installation à l'intérieur du bâtiment.
5. Vérifier l'isolation des câbles à basse tension lorsqu'ils sont sur le touret en appliquant, entre les conducteurs, une tension d'essai inférieure à 750 Vca pendant une (1) minute ou à l'aide d'un mesureur de la résistance d'isolation. La valeur doit être d'au moins 100 MΩ. Si la lecture s'avérait mauvaise, le Maître d'Ouvrage déciderait si la totalité du touret doit être rejetée ou s'il l'utilisera après vérification de chaque longueur de câble au fur et à mesure de son déroulement.
6. Vérifier l'isolation des câbles moyenne tension lorsqu'ils sont sur le touret en appliquant, entre les conducteurs, une tension d'essai inférieure à 7500 Vca pendant une (1) minute ou à l'aide d'un mesureur de la résistance d'isolation. La valeur être d'au moins 100 GΩ. Si la lecture s'avérait mauvaise, le Maître d'Ouvrage déciderait si la totalité du touret doit être rejetée ou s'il l'utilisera après vérification de chaque longueur de câble au fur et à mesure de son déroulement.

7. Vérifier les caractéristiques des câbles et la dimension des conducteurs par rapport aux documents de livraison.
8. Vérifier le nombre et la dimension des raccords de câble par rapport aux plans d'installation.

1. Montage et installation

L'Entrepreneur doit déballer les tourets et installer les câbles conformément aux listes de câblage.
Pendant la pose des câbles, on suivra à la lettre les directives du fabricant, particulièrement en ce qui concerne leur manutention et la tenson de tirage, et ce, afin d'éviter de les endommager.
Les câbles seront séparés en fonction de leur groupe (A ou B) ou leur utilisation (CC, CA, signaux de données, alimentation BT). Des chemins de câble, conduits et caniveaux séparés seront installés pour chaque groupe de câble suivant :

1. Câbles d'alimentation supérieurs à 1000 V ;
2. Câbles d'alimentation inférieurs à 1000 V ;
3. Câbles d'alimentation courant continu ;
4. Câbles des transformateurs de mesure ;
5. Câbles de commande et de signalisation supérieurs à 60 V.
6. Câbles prévus pour des systèmes

Raccordement des équipements : les câbles avec une armure métallique pourront être fixés directement sur la structure des équipements. Les câbles ne comportant pas d'armure seront installés dans des conduits installés le long de la structure de l'équipement. Les câbles ou conduits seront fixés à la structure en parallèle et de manière organisée, au moyen de bandes d'acier inoxydable ou d'acier galvanisé. Lorsqu'il n'y a aucun support et que la distance entre la tranchée et le point d'entrée de l'équipement dépasse 0,5 mètre, l'Entrepreneur fournira un support (étagère à câble) en acier galvanisé convenable (l'acier inoxydable est acceptable) entre la tranchée et l'équipement afin d'y fixer les câbles.
Lorsqu'on doit poser une grande quantité de câbles à l'intérieur d'un bâtiment, le support sera une étagère à câble en forme d'échelle et les câbles seront posés en parallèle de manière organisée.
Les étagères à câbles auront une dimension suffisante pour respecter les critères de séparation des câbles et il y restera assez d'espace pour une utilisation ultérieure. Les étagères â câbles devront être approuvées par le Maître d'Ouvrage.

Les câbles entreront dans l'enceinte des équipements aussi près que possible de leurs plaques à bornes.
Avant la pose du câble, toute la surface du câble sera vérifiée afin d'y déceler tout dommage apparent.
Pendant sa pose, le câble ne devra pas entrer en contact avec des objets métalliques à arêtes vives ni avec des surfaces abrasives et il devra être protégé convenablement. Son rayon de courbure ne doit pas être inférieur à la valeur recommandée par le fabricant. Les extrémités des câbles seront recouvertes d'un capuchon dès leur coupage sur le touret jusqu'à leur raccordement définitif.

Avant le tirage des câbles, ceux-ci seront nettoyés et lubrifiés avec un produit convenant au type de câble à tirer. Des guides, poulies et roulettes guideront les câbles tout le long de leur trajet afin de respecter la force de tirage limite ainsi que le rayon de courbure. La vitesse de tirage (maximale) sera de 15 à 30 m/minute.

Lorsqu'on place les câbles dans conduits, le conduit inférieur doit être utilisé en premier.
Entre deux points de raccordement, le câble doit être d'une seule venue, sans épissure.
Les ouvertures des conduits qui se terminent à l'extérieur doivent être scellées convenablement.

Dans les tranchées, les câbles seront placés en parallèle sur les différents niveaux de support, sans chevauchement autre que ce qui est nécessaire à la sortie de la tranchée pour aller vers un équipement, une autre tranchée ou un conduit.
On doit laisser une distance d'au moins un demi-diamètre entre les câbles d'alimentation et les câbles adjacents.

Pour amener les câbles des caniveaux jusqu'aux équipements, on pratiquera une ouverture dans la paroi du caniveau, ouverture qui sera scellée par la suite, et on installera un conduit ou on enterrera le câble (sur une courte distance).

Les extrémités de chaque câble seront identifiées à l'aide d'une étiquette qui convient à un usage extérieur, portant le numéro indiqué sur la liste des câbles. Ces étiquettes seront bien attachées au câble à l'aide de bandes d'acier inoxydable ou de nylon.

Les câbles auront une longueur suffisante pour éviter toute traction sur les plaques à bornes et faciliter l'organisation et le raccordement. L'épissage des conducteurs est interdit.
Les conducteurs doivent être raccordés en ordre numérique de haut en bas, à moins d'indications contraires sur les plans de construction.

L'enveloppe et l'armure extérieures seront enlevées à l'aide d'outils appropriés afin d'éviter d'endommager l'isolation des conducteurs.

Le câblage interne d'un tableau ou d'une armoire, lorsque nécessaire, sera fait à l'aide de conducteurs toronnés isolés avec un matériau non inflammable à une tension nominale de 750 V. Des dévidoirs de rechange sont fournis par le fabricant d'équipement. La couleur de l'isolant des câbles sera la même que celle des autres équipements servant à une même application ou dans un même circuit.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée aux points suivants :
1. Mesurer avec soin la tension de tirage ;
2. Toute ouverture non utilisée que l'Entrepreneur aurait pratiquée dans un équipement doit être munie d'un capuchon et scellée ;
3. La planification des câbles doit être exécutée avec soin afin de respecter les critères de séparation et d'obtenir un agencement organisé. Cette planification doit être soumise à l'approbation du Maître d'Ouvrage ;
4. Les raccords des câbles doivent être serrés adéquatement pour éviter les points chauds (câbles d'alimentation) ou la perte de signaux (câbles de commande, de communication de données)

1. Installation des équipements de services auxiliaires BT et câblage

1. Réception des équipements

Il est recommandé d'apporter les tableaux à l'intérieur du bâtiment dès leur réception au site et de les garder dans leur emballage afin d'éviter de les exposer aux intempéries. L'ouverture des portes et des fenêtres sera réduite au minimum afin d'éviter de les exposer à la poussière, à la pluie, etc.

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :
1. S'assurer que les éléments internes n'ont pas bougé pendant le transport et que le bâti des tableaux ou des armoires n'a pas été déformé ;
2. Afin d'éviter les efforts excessifs produits par les éléments attachés pendant le transport, certains éléments (tels que les relais et les instruments) ont été enlevés et

emballés individuellement. La liste de ces éléments doit être vérifiée afin de s'assurer qu'il n'en manque aucun ;

3. Tout signe de dommage causé par la pression de l'eau, l'humidité, la condensation et la poussière ou autre facteur durant le transport devront être rapportés afin d'évaluer leur impact sur les équipements et de prendre des mesures correctives, s'il y a lieu ;
4. Examiner le bac de chaque cellule avec soin afin de déceler les fissures, une borne lâche ou des fuites ;
5. Vérifier le type de cellules dans l'accumulateur par rapport aux documents de construction ;
6. Dresser un inventaire de tous les matériaux de raccordement des batteries, tels les cavaliers, les raccords et autres afin de s'assurer que leur stock est complet ;
7. S'assurer que l'emballage contient l'armoire du sectionneur à fusibles des accumulateurs, y compris les fusibles.

1. Montage et installation

L'installation comprend ce qui suit :

1. L'installation des tableaux montés au sol : les tableaux seront étendus sur les tranchées de câbles du plancher et ancrés au moyen de goujons de dilatation (HILTI ou un équivalent) ;
2. L'installation des tableaux de distribution muraux : les tableaux seront placés à l'endroit qui convient le mieux et ancrés au mur au moyen d'accessoires convenables ;
3. L'alignement et la mise à niveau des tableaux ;
4. L'installation des bâtis de support des accumulateurs : les bâtis de support doivent être ancrés au plancher au moyen de goujons de dilatation (HILTI ou un équivalent) ;
5. L'installation et le raccordement des cellules dans les bâtis de support des accumulateurs ;
6. L'installation des armoires des sectionneurs à fusibles (panneau de sectionnement des accumulateurs) : les panneaux de sectionnement des accumulateurs doivent être installées au mur, aussi près que possible des bornes de raccordement des accumulateurs, puis raccordés à l'aide de câbles mono-conducteurs.

Les éléments qui ont été enlevés et emballés séparément seront installés dans leurs châssis sur les panneaux. Le câblage de ces éléments sera fait conformément aux dessins d'atelier du fabricant.
Si des modifications s'avéraient nécessaires dans les tableaux d'un poste existant, elles seront exécutées conformément aux plans de construction approuvés par le Maître d'Ouvrage. Le travail devra faire l'objet d'une planification et d'une coordination soignée avec l'opérateur du poste afin de mettre hors service et d'enlever les équipements dans le laps de temps convenu avec l'opérateur.

Des presse-étoupes seront placés à l'entrée des câbles dans la plaque de base des tableaux ou des armoires. La position de l'ouverture d'entrée et des câbles sera planifiée avec soin afin que le déploiement des conducteurs vers les plaques à bornes se fasse de manière organisée.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

1. Les appareils de mesure de l'isolation diélectrique (mégohmmètre) doivent être utilisés avec soin, car certains équipements électroniques des tableaux ne peuvent pas résister sans dommage à la tenson d'essai de ces appareils.
2. Une fois déballé, l'équipement doit être placé dans le bâtiment ou dans un endroit d'entreposage protégé et ayant des dispositifs de contrôle tel que spécifié ;
3. L'Entrepreneur se doit de protéger les tableaux de manière à éviter qu'ils soient volés ou endommagés, car certains de leurs éléments ne pourront pas être remplacés avant plusieurs mois. Normalement, le tableau doit rester verrouillé. L'Entrepreneur donnera

un jeu de clés au Maître d'Ouvrage et l'autre sera gardé par l'Entrepreneur chargé de la sécurité ;

4. Lorsque les tableaux doivent être ouverts à des fins autres que la ventilation, ils doivent être scellés avec soin à la fin des travaux ;
5. Aucune tension ne doit être appliquée sur les panneaux jusqu'à ce que leur installation soit terminée et qu'ils soient prêts à être mis en service ;
6. La manutention et la préparation de l'acide devront être faites conformément aux directives du fabricant. Le personnel qui fait ce travail doit porter un tablier ainsi que des gants et des lunettes de sécurité. On restreindra l'accès à la salle des accumulateurs pendant la manutention de l'acide. Une installation de lavage (douche) située à proximité permettra au personnel d'enlever toute trace d'acide sur sa peau ou ses vêtements. Si de l'eau doit être ajoutée, elle devra être distillée et ajoutée, conformément aux directives du fabricant. Ne jamais employer l'eau du robinet à cette fin. S'il y a un accumulateur au cadmium-nickel dans la même salle, les contenants doivent être marqués clairement afin de ne pas mélanger l'acide et l'hydroxyde et éviter ainsi d'endommager les accumulateurs et de blesser le personnel ;
7. Installation à la main, avec soin, des raccords et des cavaliers entre les cellules des accumulateurs. L'emploi d'un marteau et d'un levier est interdit, de même que de tout autre outil pour frapper ou tirer les raccords ou les cavaliers, car cela desserrerait les bornes dans le bac isolant et endommagerait la cellule de manière permanente. Aucune traction excessive ne doit être exercée sur les bornes des cellules ;
8. La surface des cellules doit être nettoyée afin d'éviter tout courant de fuite ;
9. Aucun outil métallique ne doit être employé autour des cellules d'accumulateur durant leur remplissage et lorsqu'elles sont sous tension, et ce, afin d'éviter les courts-circuits et les blessures ;
10. Les accumulateurs doivent être chargés conformément aux directives du fabricant ;
11. L'ouverture destinée au câble menant au tableau de distribution doit être scellée convenablement.

1. Installation de l'appareillage de commutation MT

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes doivent être effectuées :

1. Vérifier que toutes les sections de l'appareillage ont été livrées au site avant d'effectuer l'installation ;
2. S'assurer qu'aucune section n'a subi de dommage durant le transport ;
3. Vérifier la plaque signalétique pour s'assurer qu'il n'y a aucune erreur de destination de l'équipement ;
4. Vérifier la pression du gaz SF6 ;
5. En autant que possible, conserver l'équipement dans son emballage d'expédition pour le transport sur le site jusqu'à son installation à l'intérieur du bâtiment.
6. Vérifier l'isolation des câbles à basse tension lorsqu'ils sont sur le touret en appliquant, entre les conducteurs, une tension d'essai inférieure à 750 Vca pendant une (1) minute ou à l'aide d'un mesureur de la résistance d'isolation. La valeur doit être d'au moins 100 MΩ. Si la lecture s'avérait mauvaise, le Maître d'Ouvrage déciderait si la totalité du touret doit être rejetée ou s'il l'utilisera après vérification de chaque longueur de câble au fur et à mesure de son déroulement.
7. Vérifier l'isolation des câbles moyenne tension lorsqu'ils sont sur le touret en appliquant, entre les conducteurs, une tension d'essai inférieure à 7500 Vca pendant une (1) minute ou à l'aide d'un mesureur de la résistance d'isolation. La valeur être d'au moins 100 GΩ. Si la lecture s'avérait mauvaise, le Maître d'Ouvrage déciderait si la totalité du touret doit être rejetée ou s'il l'utilisera après vérification de chaque longueur de câble au fur et à mesure de son déroulement.

8. Vérifier les caractéristiques des câbles et la dimension des conducteurs par rapport aux documents de livraison.
9. Vérifier le nombre et la dimension des raccords de câble par rapport aux plans d'installation.

1. Montage et installation

L'Entrepreneur doit déballer les tourets et installer les câbles conformément aux listes de câblage.
Pendant la pose des câbles, on suivra à la lettre les directives du fabricant, particulièrement en ce qui concerne leur manutention et la tenson de tirage, et ce, afin d'éviter de les endommager.
Les câbles seront séparés en fonction de leur groupe (A ou B) ou leur utilisation (CC, CA, signaux de données, alimentation BT). Des chemins de câble, conduits et caniveaux séparés seront installés pour chaque groupe de câble suivant :

1. Câbles d'alimentation supérieurs à 1000 V ;
2. Câbles d'alimentation inférieurs à 1000 V ;
3. Câbles d'alimentation c. c. ;
4. Câbles des transformateurs de mesure ;
5. Câbles de commande et de signalisation supérieurs à 60 V.
6. Câbles prévus pour des systèmes redondants (protection 'A' et 'B', alimentation c. c. 'A' et 'B', etc.).

Raccordement des équipements : les câbles avec une armure métallique pourront être fixés directement sur la structure des équipements. Les câbles ne comportant pas d'armure seront installés dans des conduits installés le long de la structure de l'équipement. Les câbles ou conduits seront fixés à la structure en parallèle et de manière organisée, au moyen de bandes d'acier inoxydable ou d'acier galvanisé. Lorsqu'il n'y a aucun support et que la distance entre la tranchée et le point d'entrée de l'équipement dépasse 0,5 mètre, l'Entrepreneur fournira un support (étagère à câble) en acier galvanisé convenable (l'acier inoxydable est acceptable) entre la tranchée et l'équipement afin d'y fixer les câbles.
Lorsqu'on doit poser une grande quantité de câbles à l'intérieur d'un bâtiment, le support sera une étagère à câble en forme d'échelle et les câbles seront posés en parallèle de manière organisée.
Les étagères à câbles auront une dimension suffisante pour respecter les critères de séparation des câbles et il y restera assez d'espace pour une utilisation ultérieure. Les étagères â câbles devront être approuvées par le Maître d'Ouvrage.

Les câbles entreront dans l'enceinte des équipements aussi près que possible de leurs plaques à bornes.
Avant la pose du câble, toute la surface du câble sera vérifiée afin d'y déceler tout dommage apparent.
Pendant sa pose, le câble ne devra pas entrer en contact avec des objets métalliques à arêtes vives ni avec des surfaces abrasives et il devra être protégé convenablement. Son rayon de courbure ne doit pas être inférieur à la valeur recommandée par le fabricant. Les extrémités des câbles seront recouvertes d'un capuchon dès leur coupage sur le touret jusqu'à leur raccordement définitif.

Avant le tirage des câbles, ceux-ci seront nettoyés et lubrifiés avec un produit convenant au type de câble à tirer. Des guides, poulies et roulettes guideront les câbles tout le long de leur trajet afin de respecter la force de tirage limite ainsi que le rayon de courbure. La vitesse de tirage (maximale) sera de 15 à 30 m/minute.

Lorsqu'on place les câbles dans conduits, le conduit inférieur doit être utilisé en premier.
Entre deux points de raccordement, le câble doit être d'une seule venue, sans épissure.

Les ouvertures des conduits qui se terminent à l'extérieur doivent être scellées convenablement.
Dans les tranchées, les câbles seront placés en parallèle sur les différents niveaux de support, sans chevauchement autre que ce qui est nécessaire à la sortie de la tranchée pour aller vers un équipement, une autre tranchée ou un conduit.
On doit laisser une distance d'au moins un demi-diamètre entre les câbles d'alimentation et les câbles adjacents.

Pour amener les câbles des caniveaux jusqu'aux équipements, on pratiquera une ouverture dans la paroi du caniveau, ouverture qui sera scellée par la suite, et on installera un conduit ou on enterrera le câble (sur une courte distance).

Les extrémités de chaque câble seront identifiées à l'aide d'une étiquette qui convient à un usage extérieur, portant le numéro indiqué sur la liste des câbles. Ces étiquettes seront bien attachées au câble à l'aide de bandes d'acier inoxydable ou de nylon.

Les câbles auront une longueur suffisante pour éviter toute traction sur les plaques à bornes et faciliter l'organisation et le raccordement. L'épissage des conducteurs est interdit.
Les conducteurs doivent être raccordés en ordre numérique de haut en bas, à moins d'indications contraires sur les plans de construction.

L'enveloppe et l'armure extérieures seront enlevées à l'aide d'outils appropriés afin d'éviter d'endommager l'isolation des conducteurs.

Le câblage interne d'un tableau ou d'une armoire, lorsque nécessaire, sera fait à l'aide de conducteurs toronnés isolés avec un matériau non inflammable à une tension nominale de 750 V. Des dévidoirs de rechange sont fournis par le fabricant d'équipement. La couleur de l'isolant des câbles sera la même que celle des autres équipements servant à une même application ou dans un même circuit.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

1. Mesurer avec soin la tension de tirage ;
2. Toute ouverture non utilisée que l'Entrepreneur aurait pratiquée dans un équipement doit être munie d'un capuchon et scellée ;
3. La planification des câbles doit être exécutée avec soin afin de respecter les critères de séparation et d'obtenir un agencement organisé. Cette planification doit être soumise à l'approbation du Maître d'Ouvrage ;
4. Les raccords des câbles doivent être serrés adéquatement pour éviter les points chauds (câbles d'alimentation) ou la perte de signaux (câbles de commande, de communication de données).

1. Installation des câbles de contrôle, d'instrumentation et de télécommunication

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes doivent être effectuées :

5. Vérifier l'isolation des câbles à basse tension lorsqu'ils sont sur le touret en appliquant, entre les conducteurs, une tension d'essai inférieure à 750 Vca pendant une (1) minute ou à l'aide d'un mesureur de la résistance d'isolation. La valeur doit être d'au moins 100 MΩ. Si la lecture s'avérait mauvaise, le Maître d'Ouvrage déciderait si la totalité du touret doit être rejetée ou s'il l'utilisera après vérification de chaque longueur de câble au fur et à mesure de son déroulement.
6. Vérifier les caractéristiques des câbles et la dimension des conducteurs par rapport

aux documents de livraison.

7. Vérifier le nombre et la dimension des raccords de câble par rapport aux plans d'installation.

1. Montage et installation

L'Entrepreneur doit déballer les tourets et installer les câbles conformément aux listes de câblage.
Pendant la pose des câbles, on suivra à la lettre les directives du fabricant, particulièrement en ce qui concerne leur manutention et la tenson de tirage, et ce, afin d'éviter de les endommager.
Les câbles seront séparés en fonction de leur groupe (A ou B) ou leur utilisation (CC, CA, signaux de données, alimentation BT). Des chemins de câble, conduits et caniveaux séparés seront installés pour chaque groupe de câble suivant :

8. Câbles d'alimentation supérieurs à 1 000 V ;
9. Câbles d'alimentation inférieurs à 1 000 V ;
10. Câbles d'alimentation c. c. ;
11. Câbles des transformateurs de mesure ;
12. Câbles de commande et de signalisation supérieurs à 60 V.
13. Câbles prévus pour des systèmes redondants (protection 'A' et 'B', alimentation c. c. 'A' et 'B', etc.).

Raccordement des équipements : les câbles avec une armure métallique pourront être fixés directement sur la structure des équipements. Les câbles ne comportant pas d'armure seront installés dans des conduits installés le long de la structure de l'équipement. Les câbles ou conduits seront fixés à la structure en parallèle et de manière organisée, au moyen de bandes d'acier inoxydable ou d'acier galvanisé. Lorsqu'il n'y a aucun support et que la distance entre la tranchée et le point d'entrée de l'équipement dépasse 0,5 mètre, l'Entrepreneur fournira un support (étagère à câble) en acier galvanisé convenable (l'acier inoxydable est acceptable) entre la tranchée et l'équipement afin d'y fixer les câbles.

Lorsqu'on doit poser une grande quantité de câbles à l'intérieur d'un bâtiment, le support sera une étagère à câble en forme d'échelle et les câbles seront posés en parallèle de manière organisée.
Les étagères à câbles auront une dimension suffisante pour respecter les critères de séparation des câbles et il y restera assez d'espace pour une utilisation ultérieure. Les étagères â câbles devront être approuvées par le Maître d'Ouvrage.

Les câbles entreront dans l'enceinte des équipements aussi près que possible de leurs plaques à bornes.
Avant la pose du câble, toute la surface du câble sera vérifiée afin d'y déceler tout dommage apparent.
Pendant sa pose, le câble ne devra pas entrer en contact avec des objets métalliques à arêtes vives ni avec des surfaces abrasives et il devra être protégé convenablement. Son rayon de courbure ne doit pas être inférieur à la valeur recommandée par le fabricant. Les extrémités des câbles seront recouvertes d'un capuchon dès leur coupage sur le touret jusqu'à leur raccordement définitif.

Avant le tirage des câbles, ceux-ci seront nettoyés et lubrifiés avec un produit convenant au type de câble à tirer. Des guides, poulies et roulettes guideront les câbles tout le long de leur trajet afin de respecter la force de tirage limite ainsi que le rayon de courbure. La vitesse de tirage (maximale) sera de 15 à 30 m/minute.
Lorsqu'on place les câbles dans conduits, le conduit inférieur doit être utilisé en premier.
Entre deux points de raccordement, le câble doit être d'une seule venue, sans épissure.
Les ouvertures des conduits qui se terminent à l'extérieur doivent être scellées convenablement.

Dans les tranchées, les câbles seront placés en parallèle sur les différents niveaux de support, sans chevauchement autre que ce qui est nécessaire à la sortie de la tranchée pour aller vers un équipement, une autre tranchée ou un conduit.
On doit laisser une distance d'au moins un demi-diamètre entre les câbles d'alimentation et les câbles adjacents.
Pour amener les câbles des caniveaux jusqu'aux équipements, on pratiquera une ouverture dans la paroi du caniveau, ouverture qui sera scellée par la suite, et on installera un conduit ou on enterrera le câble (sur une courte distance).
Les extrémités de chaque câble seront identifiées à l'aide d'une étiquette qui convient à un usage extérieur, portant le numéro indiqué sur la liste des câbles. Ces étiquettes seront bien attachées au câble à l'aide de bandes d'acier inoxydable ou de nylon.

Les câbles auront une longueur suffisante pour éviter toute traction sur les plaques à bornes et faciliter l'organisation et le raccordement. L'épissage des conducteurs est interdit.
Les conducteurs doivent être raccordés en ordre numérique de haut en bas, à moins d'indications contraires sur les plans de construction.
L'enveloppe et l'armure extérieures seront enlevées à l'aide d'outils appropriés afin d'éviter d'endommager l'isolation des conducteurs.
Le câblage interne d'un tableau ou d'une armoire, lorsque nécessaire, sera fait à l'aide de conducteurs toronnés isolés avec un matériau non inflammable à une tension nominale de 750 V. Des dévidoirs de rechange sont fournis par le fabricant d'équipement. La couleur de l'isolant des câbles sera la même que celle des autres équipements servant à une même application ou dans un même circuit.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

14. Mesurer avec soin la tension de tirage.
15. Toute ouverture non utilisée que l'Entrepreneur aurait pratiquée dans un équipement doit être munie d'un capuchon et scellée.
16. La planification des câbles doit être exécutée avec soin afin de respecter les critères de séparation et d'obtenir un agencement organisé. Cette planification doit être soumise à l'approbation du Maître d'Ouvrage.
17. Les raccords des câbles doivent être serrés adéquatement pour éviter les points chauds (câbles d'alimentation) ou la perte de signaux (câbles de commande, de communication de données).

1. Installation des équipements SCADA

Les panneaux de protection et de contrôle sont de type autoportant avec une largeur d'environ 800 mm, une profondeur de 800 mm et une hauteur de 2 200 mm, avec une porte d'accès à l'arrière.
Les équipements du système SCCN contiennent essentiellement des ordinateurs servant de poste de travail, de ponts de communication, de contrôleurs et de réseaux locaux.
Les contrôleurs sont préinstallés dans les panneaux de protection et de contrôle appropriés, tel que spécifié dans la section relative aux exigences techniques aux systèmes de protection et contrôle.
L'Entrepreneur doit déballer les équipements et les installer dans la salle de contrôle aux endroits indiqués sur les plans approuvés. Les panneaux doivent être mis au niveau à l'aide de calles.
L'Entrepreneur doit installer et raccorder tous les câbles et les connexions pour le réseau local requis par le fournisseur du système SCCN (soit des paires de fils de cuivre, des câbles coaxiaux ou des câbles à fibres optiques).
L'installation et le raccordement doivent être exécutés en conformité avec les exigences des manufacturiers.

1. Réception des équipements

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes doivent être effectuées :

18. S'assurer qu'il n'y a pas d'éléments internes qui ont bougés durant le transport et que l'enceinte des panneaux n'est pas déformée.
19. Pour éviter d'être endommagés par d'autres éléments attachés pendant le transport, certains items (comme les relais de protections et des instruments) sont retirés et enveloppés individuellement. La liste de ces items doit être vérifiée pour assurer qu'ils sont tous réceptionnés.
20. Tout signe de dommage causé par la pression d'eau, l'humidité, la condensation et la poussière ou d'autres facteurs durant le transport doivent être rapportés pour évaluer leur impact sur l'équipement et des actions correctives doivent être entreprises, si nécessaire.

1. Montage et installation

L'Entrepreneur doit faire le montage des panneaux en conformité avec les manuels d'instruction. Pour ce faire, l'Entrepreneur doit utiliser des outils, des appareils et des méthodes appropriés.
Le montage et l'installation seront entièrement exécutés par l'Entrepreneur, y compris ce qui suit :

21. Les systèmes de contrôle, SCADA et les panneaux de protection seront premièrement entrés dans la pièce où ils doivent être installés.
22. Les panneaux seront positionnés au-dessus des caniveaux de câbles situés dans le plancher.
23. Les panneaux seront alignés et mis au niveau.
24. Les panneaux seront ancrés au plancher à l'aide de boulons d'expansion (Hilti ou équivalent) fournis par l'Entrepreneur.
25. Dans certains cas, tel qu'indiqué dans les plans pour construction, les panneaux seront installés sur des caniveaux ouverts situés dans le plancher.
26. Les items qui ont été retirés et emballés séparément seront installés dans les panneaux. Le filage de ces items sera complété en conformité avec les dessins d'atelier du manufacturier.
27. Si des modifications sont nécessaires dans les panneaux d'un poste existant, elles seront exécutées en conformité avec les plans pour construction approuvés par le Maître d'Ouvrage. Les travaux seront planifiés et coordonnés de façon étroite avec l'opérateur du poste pour retirer ou mettre hors tension les équipements dans la période entendu avec l'opérateur.
28. Des presse-étoupes seront placées à l'entrée des câbles sur la plaque à la base des panneaux. La position des ouvertures et des câbles doit être planifiée minutieusement pour que l'arrangement des conducteurs vers les borniers soit fait d'une façon organisée.
29. À la fin de l'installation, les entrées de câbles doivent être scellées pour prévenir l'intrusion de poussière, eaux, d'insectes, de vermine, etc. dans les panneaux.

1. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

30. Les appareils pour mesurer l'isolation diélectrique (Mégohmmètre) doivent être utilisés avec soin, puisque certains équipements dans les panneaux ne peuvent soutenir la tension d'essai de l'appareil sans être endommagés. Ces équipements incluent les équipements des PLCs et du SCADA raccordés avec les panneaux de protection et contrôle.
31. Il est recommandé de transporter les panneaux à l'intérieur du bâtiment dès qu'ils sont réceptionnés au Site et de les conserver dans leur emballage pour éviter de les exposer aux intempéries. L'ouverture des portes et des fenêtres doit être minimisée pour éviter l'exposition à la poussière, à la pluie, etc.
32. Après le déballage, les équipements doivent être placés dans le bâtiment ou dans une aire d'entreposage protégée.

L'Entrepreneur doit protéger les panneaux de manière à éviter les vols ou les dommages, car certains des équipements peuvent prendre plusieurs mois à remplacer. Normalement, les panneaux doivent demeurer verrouillés. L'Entrepreneur fournira un ensemble de clés au Maître d'Ouvrage et les autres resteront en possession de l'Entrepreneur responsable de la sécurité du Site.

Lorsque les panneaux doivent être ouverts pour des fins autres que la ventilation, ils doivent être scellés avec soin à la fin des travaux.
Aucune tension de doit être appliquée dans les panneaux avant que l'installation soit complète et qu'ils soient prêts pour la mise en service.

1. Installation des équipements de télécommunication

L'Entrepreneur doit installer les équipements en conformité avec les spécifications, les instructions et les plans. L'Entrepreneur doit effectuer les travaux d'installation sous la supervision du Maître d'Ouvrage.
L'Entrepreneur doit installer tous les câbles de fibres optiques et les cordons de raccordement.

L'Entrepreneur doit soumettre au Maître d'Ouvrage pour approbation les documents qui montrent le calendrier d'installation, les conduits électriques et les accessoires avant d'entreprendre les travaux d'installation.
Les rapports et les résultats des essais doivent être soumis au Maître d'Ouvrage pour approbation durant les travaux d'installation.
Tous les câbles doivent être identifiés à l'aide d'étiquettes (à chaque extrémité) avec un code d'identification qui définit le type et la taille de chaque câble, etc.

33. CONSTRUCTION LIGNE AERO-SOUTERRAINE

Tout travail devant être effectué sur les tronçons de lignes existantes et nouvelles par l'Entrepreneur aux fins de garantir l'alimentation du nouveau poste de PROMETAL ainsi que les postes adjacents à ce dernier. L'Entrepreneur doit soumettre pour approbation toutes les informations requises (plans, méthodologie, procédures de sécurité...) avant la commande du matériel et le démarrage des travaux sur le site.

La solution technique envisagée :

34. Renforcement du tronçon de ligne aérienne du poste de Logbaba au pylône N°4. Cette phase implique :

1. Remplacement de la configuration actuelle de ligne simple terne d'un conducteur Almelec 366 mm² par phase en une configuration de ligne simple terne d'un conducteur HTLS par phase du pylône 1 au pylône 4 soit une longueur d'environ 1 000 m de section devant permettre d'augmenter la capacité de transit de tronçon de cette ligne à une intensité au moins égale à 1300 A y compris l'insertion et/ou la modification des pylônes ;
2. Construction des Remontées Aéro-Souterraines (REAS) pour réaliser l'ouverture de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi ;
3. Réalisation des caniveaux et des tranchées à câbles HT ;
4. Fourniture et pose de deux circuits de câbles souterrains 90 kV de section pouvant permettre un transit équivalent à celui des conducteurs HTLS ;
5. Fourniture et pose de la Fibre Optique du poste de Logbaba au poste de PROMETAL ;
6. Fourniture et réalisation des boîtes de jonctions pour câbles HTB ;
7. Raccordement des deux tronçons aériens et souterrains ;
8. Déplacement du réseaux HTA et BT existants ;
9. Mesures des caractéristiques électriques des nouvelles lignes ;
10. Mise en service ;
11. Fourniture des pièces de rechange ligne (cornières muettes, câble ADSS 96 brins, accessoires de ligne et isolateurs)
12. ;
13. La modification de la configuration du pylône actuel N°4 pour devenir un support aéro-souterrain devant servir d'interface pour le raccordement des câbles souterrains aux lignes aériennes ou aux différents postes concernés.

Le Maître d'Ouvrage étant responsable de l'ensemble des démarches à réaliser en vue de l'obtention des autorisations pour la libération des différents espaces devant servir à la construction de la nouvelle ligne d'alimentation du poste.

Figure 6 : Matérialisation du nouveau tronçon de ligne aéro-souterraine de 90 kV

1. Ligne 90 kV Logbaba – Koumassi (du pylône 1 à 4)

1. Travaux sur le pylône N°4

La configuration du pylône N°4 sera modifiée pour devenir un support aéro-souterrain. Sa position et sa structure de base ne seront pas changées. La structure sera renforcée pour supporter les remontées de câble, les colonnes isolantes pour une orientation fixe des conducteurs ainsi que divers accessoires de fixation. Il y sera joint une structure (une plate-forme) indépendante spécialement conçue pour supporter les extrémités de câbles et parafoudres à poser de chaque côté de la liaison aéro-souterraine.

2. Renforcement du tronçon de ligne aérienne

Le tronçon de ligne concerné par ce renforcement part du pylône 1 au poste de Logbaba au pylône 4 qui servira de point d'ouverture pour le raccordement en coupure d'artère du nouveau poste de PROMETAL.

Ce tronçon se compose de :

14. un (1) pylône d'arrêt biterne (le pylône 1)
15. deux (2) pylônes d'alignement (les pylônes 2 et 3)
16. un (1) pylône d'angle fort (le pylône 4)
17. nature et section conducteur : Almelec 366 mm²
18. type de pylône : Triangle

Tableau 25 : Longueur de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi

Pylônes	Portées	Longueur Portée (ml)
1		0
2	S1- S2	256

3	S2- S3	441
4	S3- S4	293

Les travaux consisteront au remplacement du conducteur actuel en Almelec de section 366 mm² d'une capacité de 100 MVA par un conducteur HTLS pour une capacité de transit minimale de 200 MVA.

Les accessoires d'accrochage des conducteurs (isolateurs, étriers, pinces, manchons, blocs bifilaires, stockbridges, etc) seront entièrement remplacés durant cette opération.

Des pylônes pourront éventuellement être insérés dans le tronçon 1-4 suivant les études afin de remonter la flèche basse dans ce tronçon au regard de l'activité riveraine qui y prévaut et d'assurer le bon comportement mécanique compte tenu du renforcement des conducteurs.

1. Liaison souterraine 90 kV

La liaison aéro-souterraine consiste à la réalisation des opérations qui assureront le passage du poste de PROMETAL en coupure d'artère. Ces travaux consisteront à construire et raccorder deux circuits de lignes souterraines 90 kV avec la fibre optique intégrée sur chaque circuit.

1. Liaison souterraine double circuit entre le poste PROMETAL et le pylône N°4

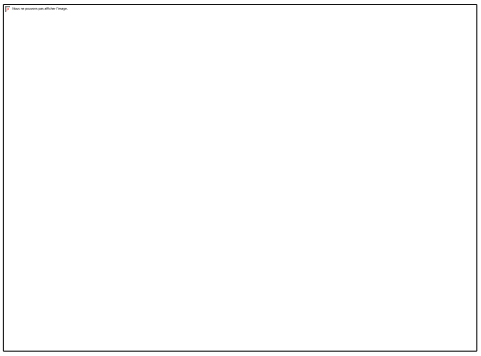
La liaison souterraine double circuit sera d'une longueur d'environ 250 m et chacune des liaisons sera composée de :

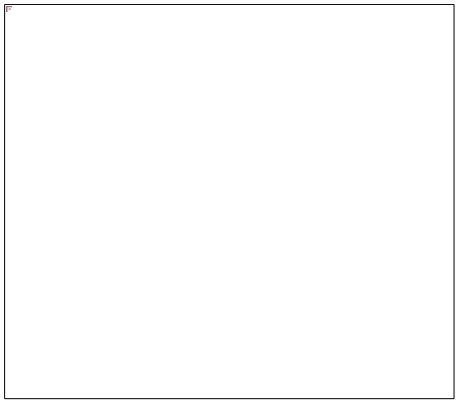
1. Quatre câbles unipolaires indépendants de section 1600 mm² (Dont trois en fonctionnement permanent et un en réserve), chacun étant déroulé dans un fourreau PVC haute pression ;
2. un câble fibre optique ADSS 96 brins G656, 656D (pour la télécommunication) aussi déroulé dans un fourreau approprié pour chaque ligne mais à insérer dans un fourreau unique.

La liaison souterraine étant d'une longueur relativement courte, les dispositions devront être prises lors des phases d'études, d'acquisition du matériel et de mise en œuvre pour qu'il n'y ait pas de jonctions de câbles sur ce tronçon.

1. Mode de pose câbles souterraines

La pose des câbles se fera en technique de fourreaux PVC Haute Pression (PVC HP) pour permettre de limiter la longueur et la durée d'ouverture des tranchées.
Ce type de pose consiste à mettre les câbles dans des fourreaux PVC HP enrobés de béton non armé dosé à 200 kg/m^3. Ce bloc est posé à environ 2 m de profondeur en fond de fouille, sur une largeur d'environ 1,40 m pour cette liaison double. La fouille est ensuite remblayée, compactée et munie d'un grillage avertisseur.





Câbles enterrés en fourreaux en trèfle Câbles enterrés en fourreaux en nappe

Les fourreaux de câbles réserves et fibre optique ne sont pas représentés et leur insertion ne pourra pas apporter de modification substantielle à ce schéma

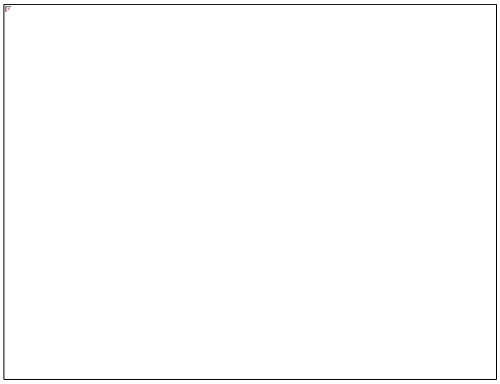
Le type de pose sera défini à l'issue des études tenant compte de :

3. La capacité de transit envisagée sur chacune des sections souterraines ;
4. L'encombrement du site du tracé de la liaison ;
5. La résistivité thermique et de la température du sol ;

Le passage de la voie de circulation

Le trajet de la liaison souterraine étant intersecté par une route de grande circulation, la technique de pose en sous-œuvre sera fortement préconisée dans cette partie du tronçon.

La pose en sous-œuvre permet la traversée d'obstacles ponctuels (routes à grande circulation, voies ferrées, rivières,). Il sera donc fait recours à la technique du forage dirigé ou du fonçage. Ces deux techniques consistent à poser des fourreaux sans ouvrir de tranchée dans lesquelles les câbles souterrains seront ensuite introduits.



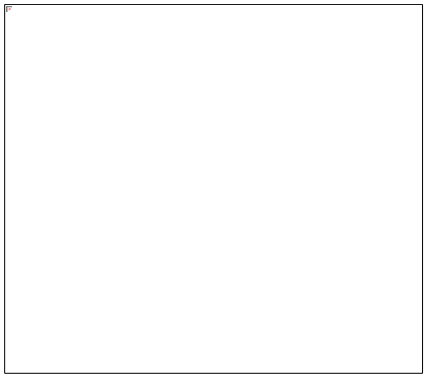


Schéma d'un passage en forage dirigé Schéma de fonçage

1. Consistance des travaux de pose des câbles

Les travaux de pose de câbles en fourreaux PVC HP se dérouleront de la façon suivante :

1. Identification et implantation du tracé ;
2. Identification et déplacement des réseaux des autres concessionnaires (CAMTEL, CAMWATER, Eneo, etc)
3. Traçage des fouilles
4. Ouverture de la tranchée et blindage de la fouille ;
5. Passage des fourreaux PVC HP sous la traversée de la route (Suivant technique trouvée appropriée pour l'environnement) ;

6. Mise en place des fourreaux PVC HP et des peignes qui les maintiennent ;
7. Coulage du béton ;
8. Remblayage des fouilles et pose du grillage avertisseur au fur et à mesure de l'avancement linéaire du chantier ;
9. Déroulage et tirage des câbles et fibre optique ;
10. Réfection du sol (chaussées, espaces verts, etc.) ;
11. Nettoyage et remise en état du site.

1. Autres travaux

Les travaux additionnels indispensables pour la mise en service et le fonctionnement de l'ensemble de la liaison aéro-souterraine sont :

12. Renforcement des liaisons aériennes du départ Koumassi au poste de Logbaba (c'est-à-dire passage des conducteurs 366 mm² en 570 mm² ainsi que l'ensemble des accessoires de connexion)
13. Fourniture et la réalisation de huit (8) extrémités extérieures pour câbles HTB en porcelaine au pylône 4 ;
14. Fourniture et la réalisation de huit (8) extrémités extérieures pour câbles HTB en porcelaine au poste PROMETAL dans les travées lignes 90 kV Logbaba et Koumassi ;
15. Fourniture et pose de huit (8) parafoudres 90 kV au niveau de la REAS ;
16. Réalisation d'un réseau de terre fiable au niveau de la REAS ;
17. Fourniture et pose de deux (2) boîtes de jonction pour fibre optique ;
18. Réaménagement des différentes voies impactées par le projet ;

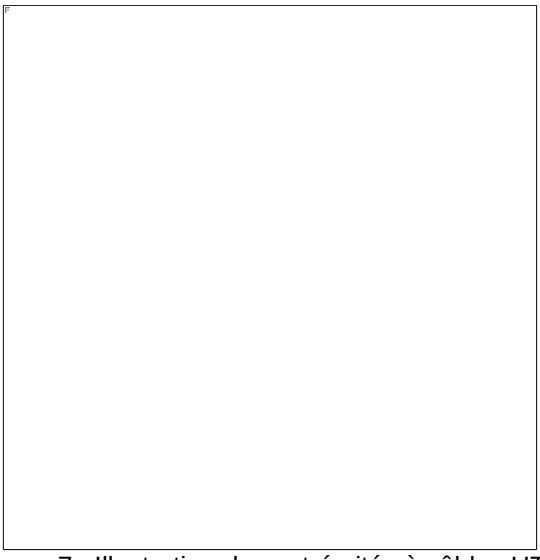


Figure 7 : Illustration des extrémités à câbles HTB

Les fiches techniques des équipements à fournir seront renseignées en annexe.

19. MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX GENIE CIVIL

1. Description détaillée des ouvrages

1. Piste lourde

Elle sera construite sur une longueur de 50m, d'une largeur de 5m avec une épaisseur déterminée par calcul et en béton armé dosé à 350 kg/m3 sur un hérisson tout venant de 20 cm soigneusement compactés à 95% de l'optimum Proctor. Le dimensionnement de la piste a pris en compte la charge roulante du transformateur et la charge statique des rails, d'un porte char chargé de transformateur et/ou d'une grue portant le transformateur à installer, plus évidemment la marge de sécurité.

Les arêtes des abords de la piste seront chanfreinées à 45° pour éviter des éventuelles cassures.
Les rails de roulement du transformateur seront exactement conformes à ceux utilisés par le concessionnaire CAMRAIL. Ils devront correspondre à une charge de 46 kg/ml et répondre aux normes et règles de calcul en la matière. Ils possèderont les qualités de non-agressivité par les agents atmosphériques. Leurs caractéristiques seront bien assorties dans un document afin de permettre au Maître d'Ouvrage de donner son avis avant la livraison sur le chantier.
Les rails seront posés comme mentionné plus haut, en prenant les dispositions techniques pour le changement de direction du transformateur au niveau des croisements des rails.
Il sera prévu des massifs de halage à l'extrémité de la piste, et aux endroits propices pour faire entrer ou sortir le transformateur de la cage. Les massifs seront munis de trou de halage protégés par un tube en acier galvanisé de 90 cm de diamètre. De même, le Contractant fournira 03 tiges en acier plein de 1,50 m de long et 80 mm de diamètre pour servir de point de halage.

Tableau 26 : Charges et largeurs de piste

2. Piste légère

La largeur des pistes légères est déterminée par l'empattement des véhicules appelés à y circuler en tenant compte d'une surlargeur de 0,35 m de part et d'autre de la voie de roulement des véhicules. De ce fait, la largeur retenue pour les pistes est de 3,20 m quel que soit l'échelon de tension de l'ouvrage considéré.
Les changements de direction sont appropriés au rayon de braquage des véhicules utilisés (rayon minimal de 9 m). Lorsque les pistes comportent un profil en long avec pente, celle–ci doit être interrompue au droit des raccordements des pistes de dérivation et des voies de desserte. Ces raccordements doivent être réalisés avec le souci d'éviter tout ressaut brusque susceptible de gêner la stabilité des véhicules dans leurs manœuvres et de ne pas entraver l'écoulement des eaux superficielles.

Les véhicules qui doivent circuler sur les pistes légères sont ceux nécessités par la manutention de l'appareillage, c'est–à–dire :
1. Les camions pour le transport des appareils sur les lieux de montage,
2. Les grues automotrices dont le rôle est de procéder aux manutentions nécessaires au montage ou au démontage des appareils à haute tension,
3. Les toupies de béton en phase de chantier.

Sauf cas particulier, précisé au Cahier des charges, les pistes sont prévues pour les charges suivantes :
1. 13 tonnes par essieu,
2. Pression des pneus : 7,5 bars.

Les pistes légères seront dimensionnées comme des chaussées flexibles (structure)

L'implantation des pistes intérieures dans les ouvrages est précisée sur les plans types des différentes dispositions.
Les pistes légères constituent un réseau routier secondaire, intérieur au périmètre de l'ouvrage et permettent d'accéder aux cellules des installations à haute tension.

Leur tracé doit être tel, qu'en étape finale d'équipement de l'ouvrage, elles constituent un circuit. En étape intermédiaire, lorsque ce circuit n'est pas réalisé, il doit être prévu, en bout de piste

1. Fosse et longrines transformateurs

Les fosses et les longrines seront réalisées en béton armé hydrofuge dosé à 350 kg/m3, afin d'assurer une parfaite étanchéité des parois. Le Contractant proposera un adjuvant hydrofuge de son choix accompagné de la notice d'utilisation pour approbation du Maître d'Ouvrage.
La fosse transformateur sera construite dans le strict respect des normes environnementales. Par conséquent, l'ouvrage devra comporter un dispositif de séparation huile/eau permettant l'évacuation des effluents de manière séparée vers chaque réseau de drainage prévu à cet effet.
La fosse comportera également un dispositif coupe-feu constitué de ballast 40/60 mm ou similaire, disposé sur des caillebottis en acier galvanisé ou autre matériau susceptible de résister au feu et à la charge permanente des ballasts.
La fosse a été dimensionnée afin que sa capacité de rétention soit au moins égale à deux tiers du volume du diélectrique du transformateur à installer. Elle aura une longueur de 12.3m pour une largeur de 4.3m et une profondeur de 1.5m avec des voiles en béton armé d'épaisseur 0.15m. Afin de limiter la contamination du sol en dessous de la fosse il sera posé un film polyane ainsi qu'un géotextile après la pose du béton de propreté dosé à 150 kg/m3.
Les longrines sont dimensionnées pour supporter les charges permanentes du transformateur et des rails, avec une marge de sécurité. Elles auront une épaisseur de 0.7m pour une hauteur de 1m sur longueur de 15m.
Les rails de roulement du transformateur seront exactement conformes à ceux utilisés par le concessionnaire CAMRAIL. Ils devront correspondre à une charge de 46 kg/ml et répondre aux normes et règles de calcul en la matière. Ils possèderont les qualités de non-agressivité par les agents atmosphériques. Leurs caractéristiques seront bien assorties dans un document afin de permettre au Maître d'Ouvrage de donner son avis avant la livraison sur le chantier.
La fixation des rails sur les longrines sera assurée par des dispositifs de calage ou blocage (tiges filetées et plaquettes galvanisées) permettant de garder leur écartement régulier à 1,44 m.

2. Murs pare feu

Le mur pare feu dont le rôle essentiel est d'empêcher la propagation des flammes en cas d'un éventuel incendie avec une tenue au feu de 4h minimum. Il sera réalisé en béton armé dosé à 350 kg/m3 sur les côtés latéraux des cages des transformateurs. Le mur aura une largeur de 25 cm, d'une longueur de 5m et une hauteur d'environ 4,30 m hors sol avec une hauteur dans le sol de 1.5m sur semelles filantes de largeur 1.8m et d'épaisseur. De préférence, le mur doit araser le dessus des conservateurs des transformateurs.
Le Contractant prendra soins d'utiliser des coffrages de qualité (à faces lisses) afin d'obtenir après décoffrage, des parements bruts et finis sans enduits ni ragréage.
Les arêtes des murs seront chanfreinées à 45° afin d'éviter toute cassure pendant les travaux de décoffrage.

3. Massifs supports poteaux et charpentes métalliques

Les massifs supports poteaux et charpentes métalliques des équipements électriques seront réalisés en béton armé dosé à 350 kg/m3.

Ils comporteront :

1. Des tiges d'ancrage (hors fourniture génie-civil) mises en place pendant le bétonnage des massifs en respectant rigoureusement les entraxes conformément aux dispositions prévues par les plans. Les tiges seront posées de telle sorte qu'après la fixation des charpentes qu'il reste 3 à 4 filets au-dessus de l'écrou de serrage.
2. Des barres d'ancrages en acier haute adhérence de diamètre 32, uniquement pour les massifs supports des équipements suivants :
    1. Sectionneurs,
    2. Disjoncteurs,
    3. Transformateurs de mesures,
    4. Parafoudres
    5. Portiques transfo.
3. Des fourreaux en gaine annelée diamètre 60 mm orientés vers les caniveaux suivant plans pour le passage des câbles électriques.

Afin d'assurer le ruissellement des eaux de pluie et en même temps de donner un aspect esthétique à l'ouvrage, il sera réalisé en deuxième phase, au-dessus des massifs des sortes de pointes de diamant en béton ordinaire dosé à 350 kg/m3. Ce béton couvrira toute la platine et les têtes des tiges d'ancrage.

1. Caniveaux à câbles

Le Contractant réalisera l'ensemble des caniveaux nécessaires pour la pose des câbles électriques. Les caniveaux seront réalisés en béton armé dosé à 350 kg/m3 et couverts de dallettes dont le poids permettra une amovibilité aisée.

Les caniveaux pour câbles moyenne tension comporteront des supports à câbles en acier galvanisé (fer plat de 8x40 mm) scellés sur les parois internes suivant disposition prévue par les plans.
Sous le radier des caniveaux seront disposés tous les 5 m, des puits filtrants de dimensions 50x50x50 cm pour l'assèchement intérieur.

Les puits seront remplis de graviers tout venant et déboucheront dans les caniveaux à travers des buses en PVC 100 mm.

2. Drainage et assainissement des travées

Le réseau de drainage des travées sera constitué de :

1. Tuyaux crépines recouverts de tissu géotextile,
2. Avaloirs de dimensions intérieures 70x70x70 cm avec parois de 10 cm d'épaisseur, recouverts de caillebottis.
3. Remblai de 30 cm d'épaisseur en matériaux filtrants tel que de la pouzzolane compactée.

A la fin des travaux de drainage, il sera procédé à l'épandage sur toutes les emprises des travées, d'une couche de 10 cm de graviers 15/25 au-dessus du remblai afin d'assainir le cadre.

1. Bâtiment Transport

Descriptif

Tableau 27 : Constitution du bâtiment

Local	Particularité
Salle de commande (d'exploitation)	Faux plancher
	Portes antipanique

	Climatisation
	Les fenêtres seront grandes et orientées vers la zone HT du poste pour permettre d'observer le poste depuis la salle
	La salle accueillera la commande déportée du poste ainsi que les autres armoires de commande et protection du poste
Bureau 1 (chargé d'exploitation)	Portes antipaniques
	Climatisation
Vestiaire	Carrelage du sol
HTA (poste tampon)	Portes antipanique
Pour 02 rames HTA	Carrelage du sol
	L'installation permettra le débrochage des DJ ainsi que leur maintenance
	La salle HTA possèdera un sous-sol pour permettre la remontée des câbles MT sous les cellules MT
Salle sources auxiliaires	Portes antipanique
Batteries	Portes antipanique
	Revêtement sol et murs antiacide
	Matériels électriques ATEX
Local TSA et BPN	01 local par transfo de puissance
Archives	

Fondation

Les fouilles seront excavées en puits pour les semelles des poteaux et en rigole pour les murs en fondation. Elles seront exécutées à la profondeur requise donnée par les plans. Toutefois, l'Entrepreneur devra s'assurer que l'ouvrage est suffisamment fiché et fondé sur un bon sol.
Les fouilles seront exécutées de préférence manuellement afin que les parois soient bien taillées pour servir de coffrage éventuel. Le fond des fouilles sera soigneusement compacté avant la mise en œuvre des bétons de propreté.

La structure du bâtiment en fondation, sera entièrement réalisée en béton armé dosé à 350 kg/m3.
Le béton de propreté dosé à 150 kg/m3 de 5cm d'épaisseur sera réalisé sous les semelles de poteaux et sous murs en fondation.

Les murs en fondation seront en agglomérés de 20x20x40 cm bourrés de béton ordinaire dosé à 300 kg/m3, et posés au mortier de ciment dosé à 350 kg/m3.

Le dallage du sol intérieur de 10cm d'épaisseur sera réalisé en béton armé dosé à 400 kg/m3 au-dessus d'un hérisson de sable 0/5 de 10 cm d'épaisseur soigneusement compacté.

A l'entrée de la salle des cellules, sera réalisée une rampe d'accès en béton armé dosé à 350 kg/m3 pour raccorder le dallage sol intérieur sur la plateforme afin de faciliter les manutentions des équipements.

L'Entrepreneur prendra soins de poser en fond de fouilles, un câble de terre en cuivre nu de 70 mm² de section pour la mise à la terre des équipements électriques et des éléments métalliques. Ce câble sera continu et devra comporter des remontées en boucles au-dessus du dallage sol, de 50 cm de longueur suivant indications des plans.

Les caniveaux à câbles seront réalisés en béton armé dosé à 350 kg/m3, suivant le plan prévu à cet effet. Au bout de chaque caniveau, et au droit des sorties ou des entrées des câbles, il sera disposé en moyenne 12 buses d'environ 1,50 m en tuyaux PVC 160 mm traversant les murs en fondation pour le passage des câbles.

Elévation

L'ossature du bâtiment en élévation réalisé entièrement en béton armé dosé à 350 kg/m3 sera constitué de :

1. Poteaux de section 30x30 cm et 20x30 cm,
2. Longrines de section 20x25 cm,
3. Poutres de 20x70 cm, 20x30 cm et 20x40 cm,
4. Linteaux de 20x20 cm,
5. Plancher de type dalle pleine de 12 cm d'épaisseur,
6. Acrotère périphérique de 14 cm d'épaisseur.

Les arêtes des poteaux en saillie seront chanfreinées à 45° pour éviter des cassures.
Le remplissage des murs se fera au moyen des agglomérés bourrés de 20x20x40 cm hourdés au mortier de ciment dosé à 350 kg/m3.
Les baies de fenêtre comporteront des appuis en saillie réalisés en béton ordinaire au-dessus des allèges. Les appuis possèderont des larmiers en sous faces et présenteront une légère pente vers l'extérieur pour le ruissellement des eaux.

Il sera prévu des chéneaux comportant des moignons munis de crapaudines, réalisés en béton armé dosé à 350 kg/m3 pour la collecte des eaux de la toiture rapportée. La pente d'écoulement des eaux dans ces chéneaux sera donnée à l'aide d'un béton ordinaire de 2ème phase, dosé à 300 kg/m3.
Les descentes d'eaux seront assurées par les tuyaux PVC 125mm fixés sur les murs au moyen des attaches appropriées. Ils déboucheront dans des regards de 50x50x50 cm réalisés en béton armé dosé à 350 kg/m3 en pied de chute.

Toiture rapportée

La toiture du bâtiment sera réalisée au-dessus du plancher haut pour servir d'étanchéité. Elle sera constituée :

1. D'une charpente en bois provenant des essences locales de premier choix, traités aux fongicides et insecticides, puis ignifugés. Les fermes seront en bastaings de 3x12 cm tandis que les pannes seront des lattes de 5x8 cm.
2. D'une couverture en tôles bac alu de 6/10ème type nervural, dont la fixation sur les pannes se fera exclusivement par vissage à l'aide des tire-fond équipés de rondelles et de feutres bitumineux. Les tôles seront posées en une seule longueur à partir du sommet, sans jointure. Un solin de rive cranté sera posé au droit du contact de l'acrotère avec la toiture pour permettre une bonne mise en place de l'étanchéité multicouche.
3. D'une étanchéité multicouche réalisée dans les chéneaux ainsi que sur la face interne de l'acrotère au-dessus du toit afin d'éviter d'éventuelles infiltrations d'eaux dans ces parties d'ouvrage exposé à d'importantes intempéries.

Enduits

Les murs seront enduits deux faces sur une épaisseur moyenne de 2 cm minimum, au moyen de mortier de ciment dosé à 350 kg/m3 suivant le procédé de mise en œuvre courant ci-après :

4. Une première couche de dégrossissement simplement refoulé à la truelle et devant servir d'accrochage à la seconde couche,
5. Une deuxième couche dite de finition devant faire ressortir l'aspect esthétique des parements. Elle sera finement talochée et bien feutrée pour être peinte.

Il est fortement recommandé de procéder juste après décoffrage, à un simple ragréage des surfaces extérieures de l'acrotère et sous face du plancher supérieur au lieu de les enduire au mortier de ciment. Le ragréage se fera au moyen du coulis de ciment mélangé avec un adjuvant de type hydrofuge de surface afin de garantir d'avantage l'étanchéité des surfaces.

Menuiseries

On distinguera trois types de menuiseries :

6. En aluminium constituée des châssis alu avec panneaux de vitre claire de 6 mm d'épaisseur :
    1. Coulissants pour les fenêtres,
    2. Ouvrables pour les portes, équipées de serrure de sécurité. La porte de secours de la salle de commande sera munie quant à elle d'une serrure anti-panique.
7. Métallique à doubles parois réalisées suivant les dimensions clairement ressorties dans les plans. La porte de la salle des batteries sera quant à elle de type persienne doublée à l'intérieur de grillage moustiquaire. En général, toutes les portes seront équipées de serrure à canon et celles de la salle des cellules seront doublées de serrure anti-panique. Les parois des battants seront faites de tôle d'acier de 14/10ème recouverte de deux couches de peinture minium et deux couches de peinture glycérophtalique, teinte au choix du Maître d'Ouvrage et de marque Seigneurie de préférence.

8. En bois massifs pour les portes dont le motif sera soumis à l'approbation du Maître d'Ouvrage avant usinage. Le bois devra être bien poli puis recouvert de deux couches de vernis MARIN. Les portes seront munies de serrure de sécurité à canon et à mortaiser type Vachette ou similaire. Les battants seront fixés sur les dormants à l'aide des trois paumelles chromées de 160 mm.

Plancher

Les planchers des bâtiments seront réalisés en béton armé de type B1 pour les éléments enterrés et B2 pour le béton de seconde phase.

Electricité et Sécurité incendie

9. Electricité

L'installation électrique du bâtiment sera de type encastré, réalisée conformément aux normes en vigueur en la matière, avec une source d'alimentation de 220/380 V.
L'installation sera protégée en amont par un disjoncteur différentiel et un coffret de répartition comportant trois modules dont un pour le circuit lumière, un pour le circuit prises et un pour le circuit climatiseur.
Chaque circuit sera sécurisé à son origine par un coupe-circuit unipolaire équipé de fusible calibré, installé sur le conducteur de phase.

Tous les conducteurs passeront à travers des gaines annelées préalablement scellées au mur. La section des conducteurs sera de 1,5 mm² pour le circuit éclairage et 2,5 mm² pour le circuit des prises de courants. La liaison entre le tableau BT et la boîte de répartition sera assurée par des conducteurs de 10 mm² de section.

Les interrupteurs et les prises de courants (2P+T et 3P+T) seront de type « confort ».

L'éclairage sera essentiellement constitué de :

1. Luminaires duo et simple avec tube fluorescent de 1,20 m sous vasque pour l'intérieur,
2. Luminaires simples avec tube fluorescent de 1,20 m diffuseur étanche plastique pour l'extérieur,
3. Hublots étanches,
4. Blocs normal secours.

La climatisation du bâtiment sera assurée par des splits simples de 2,5 cv comportant des dispositifs individuels de protection contre les surintensités.

Les liaisons prises de courants et masses de tous les éléments métalliques du poste seront reliés au circuit de terre réalisé avec un conducteur en cuivre nu de 48 mm² de section posée en fond de fouilles.

N.B : L'appareillage électrique, la filerie et les accessoires de raccordement seront soumis à l'approbation préalable du Maître d'Ouvrage avant leur mise en œuvre.

10. Sécurité incendie

Le système de sécurité incendie du bâtiment comprendra la fourniture et pose :

1. Des détecteurs de fumée installés dans toutes les salles,
2. Du coffret de télécommande, y compris toutes sujétions de raccordement,
3. Du diffuseur sonore général,
4. Des extincteurs à mousse de forte capacité.

Equipement en mobilier

Le mobilier de bureau concerne la fourniture et pose de :

11. 01 bureau de 1,80x0, 80 m avec 6 tiroirs,
12. 02 fauteuils avec accoudoirs,
13. 05 chaises avec accoudoirs,
14. 01 armoire haute de 2,00x1,50 m, à deux battants coulissants.

Revêtement et peinture

Le sol intérieur du bâtiment de commande sera revêtu comme ci-après :

1. Carreaux grès cérame de 30x30 cm pour les salles de commande, de réunion et les couloirs de circulation,
2. Chape bouchardée de 4 cm d'épaisseur réalisée au mortier de ciment dosé à 400 kg/m3, pour la salle des cellules, local TSA, salle des batteries, local IT et chargeur,
3. Carreaux grès cérame de 5x5cm pour les toilettes.

Les murs des toilettes seront revêtus sur une hauteur de 2,00 m au moyen des carreaux faïence de 20x30 cm posés au ciment colle.

Avant de procéder à l'application des peintures, les surfaces devront être débarrassées des souillures, poussières, gravois, tâches de graisse ou d'huile.

En général, les peintures seront appliquées en deux couches ainsi qu'il suit :

4. Sur les murs intérieurs et sous face du plancher supérieur
   1. Deux couches d'imprégnation d'IMPRIMUR, soigneusement appliquées,
   2. Deux couches de PANTEX 800
5. Sur les murs extérieurs et acrotère
   1. Deux couches d'imprégnation au PANTIPRIM,
   2. Deux couches de PANCRYTEX algicide et fongicide,
   3. Deux couches de NEOSTAR SATIN.
6. Sur la chape bouchardée au sol,
   1. Deux couches de peinture anti-poussière.

2. Bétons :

1. Préparation du fond de fouilles

La réception du fond de fouille est obligatoire avant tout commencement de bétonnage.
Préalablement à la mise en place des armatures et au bétonnage, le fond de fouille est nettoyé, humidifié au besoin, compacté et asséché complètement le cas échéant avant mise en œuvre du béton de propreté.

2. Béton de propreté

Un béton de propreté avec une épaisseur minimale de 10 cm est coulé sous tous les ouvrages en béton armé avant la mise en place des armatures, du coffrage ou la pose d'éléments préfabriqués.

3. Mise en place et durcissement des bétons

L'Entrepreneur devra soumettre au visa du Maître de l'Ouvrage le programme de bétonnage dans un délai de quinze (15) jours avant tout commencement d'exécution. A ce programme de bétonnage sera jointe une note donnant les résistances nominales et minimales à atteindre pour permettre le décoffrage.

4. Durcissement

Cette clause s'applique lorsque la température extérieure est supérieure à 25 °C sous abri le matin à 7h.
L'Entrepreneur devra appliquer au moins les dispositions suivantes :

1. Mettre en œuvre le béton aux heures les plus fraîches de la journée et dès son arrivée sur le chantier,
2. Humecter les surfaces avec lesquelles le béton sera en contact (coffrage, armatures …),
3. Soigner la vibration,
4. Réduire au minimum la durée entre la fabrication et la mise en œuvre du béton (Prévoir un nombre de personne suffisant et les moyens nécessaires pour une mise en place rapide),
5. Le dosage en ciment doit être réduit au maximum tout en conservant une résistance à la compression suffisante,
6. Refroidir l'eau de gâchage et/ou incorporer un retardateur dans le béton.
7. Réalisation de la cure du béton grâce à des toiles de jute soigneusement et régulièrement humectées pendant au moins 48h.

L'Entrepreneur devra avoir pris ces aspects en compte au moment de son offre et ne pourra prétendre à aucune rémunération complémentaire en cas de non prise en compte de ces spécifications dans son chiffrage.

1. Reprises de bétonnage

Ce paragraphe est applicable à tous les ouvrages en béton armé.
Les surfaces de reprise verticales sont coffrées avec un grillage type Nerlat garantissant une grande rugosité de la surface de reprise.
Les surfaces de reprise horizontales sont soigneusement repiquées sur toute leur surface et sur une épaisseur minimale de 2 cm, avant la levée suivante. Un nettoyage appuyé à l'eau ou à l'air sous pression et un traitement de la surface de reprise avec un produit de type SIKADUR 32 LP ou SIKALATEX est à prévoir avant le bétonnage. Ce produit est à soumettre à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.

Tout arrêt de bétonnage impromptu durant lequel le béton commence à faire prise donne lieu à un traitement similaire avant la reprise du bétonnage.
Une autorisation spéciale devra être demandée au Maître de l'Ouvrage pour toute démolition sur une épaisseur supérieure à 2 cm.

Pour ce faire, l'Entrepreneur devra indiquer au Maître de l'Ouvrage quinze (15) jours en avance l'emplacement de ces reprises de bétonnage afin d'en étudier la possibilité et le cas échéant les inclure dans les plans de ferraillage.

2. Vibration

Pendant le bétonnage, le béton ne devra pas être déversé d'une hauteur supérieure à 1,5 m. Le béton sera vibré dans la masse.

Pour la vibration interne, il ne sera agréé que des vibrations à fréquence élevée de douze mille (12 000) à vingt mille (20 000) cycles par minutes.
L'Entrepreneur devra tenir en réserve sur le chantier les appareils de vibration et de production d'énergie capable de remplacer le matériel utilisé en cas de défaillance de celui-ci.

3. Essais de contrôle

L'épreuve de contrôle constitue le contrôle de conformité du béton aux spécifications du marché.
Elle est réalisée sur des prélèvements de béton frais effectués au moment de l'utilisation du béton, au point le plus près possible de sa mise en œuvre dans l'ouvrage.

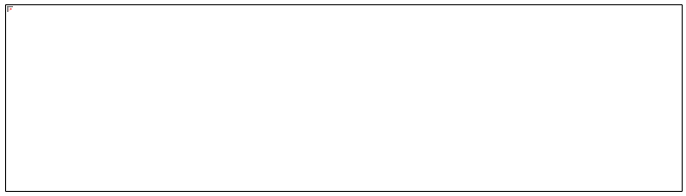
A partir de ce prélèvement, sont réalisés :
1. Des mesures de consistance (essais d'affaissement selon norme NF P 18-451),
2. Des essais de détermination de la résistance à la compression à 7 jours et 28 jours (essais selon les normes NF EN 12390-1 à EN 12390-3).

Le contrôle des résistances consiste à préparer 6 éprouvettes cylindriques normalisées dont 3 sont essayées à 7 jours et 3 sont essayées à 28 jours.

La fréquence des contrôles pour la consistance et la résistance est :
1. Pour les 50 premiers m³ de béton, 3 contrôles (c'est à dire 3 mesures de consistance et 3 x 6 éprouvettes préparées),
2. Au-delà de 50 m³, un contrôle tous les 150 m³ ou tous les jours (retenir la fréquence la plus élevée en fonction du rythme de bétonnage).

Pour valider la résistance à la compression, deux conditions doivent être simultanément remplies pour la production initiale (moins de 50 m3 mis en œuvre) et pour la production continue (au-delà de 50 m3) :

Tableau 28 : Essais & Contrôle de la production



Dans ces inégalités (les valeurs étant exprimées en MPa) :
1. f cl est la valeur de résistance à la compression à 28 jours donnée par l'essai en cause,
2. fc est la moyenne arithmétique des résultats de la résistance à la compression à 28 jours se rapportant au béton de l'ouvrage considéré, soit les 3 résultats pour la production initiale et les 15 derniers résultats pour la production continue
3. fc28 est la valeur requise de la résistance caractéristique,
4. s est l'écart type calculé sur les quinze derniers résultats précités.

Si l'une des deux conditions spécifiées n'est pas remplie, le béton mis en œuvre est déclaré non conforme aux spécifications et le Maître de l'Ouvrage peut faire procéder par l'Entrepreneur à l'application des dispositions suivantes :

1. Le contrôle systématique du béton considéré par des essais non destructifs, par des essais sur-carottes prélevées ou éventuellement en soumettant l'ouvrage à des épreuves de chargement direct,
2. Il appartient au Maître de l'Ouvrage de juger si compte tenu des résultats obtenus, de la destination de l'ouvrage et de ses conditions de services, l'ouvrage peut être accepté, ou s'il est nécessaire de renforcer l'ouvrage par des éléments confortatifs dont l'Entrepreneur est responsable, ces éléments ayant pour objet de rétablir les conditions de sécurité initialement prévues,
3. La démolition et la reconstruction des parties présumées défectueuses si l'insuffisance de résistance met en péril la sécurité même de l'ouvrage sans que les dispositions précédentes puissent y remédier.

Le Maître de l'Ouvrage peut subordonner son acceptation de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage en cause à une réfaction sur le prix total (béton, coffrages, armatures), qu'il a à apprécier et qui peut atteindre vingt pour cent.

1. Joints de construction - joints de dilatation

Les dallages en béton armé seront découpés en éléments de 15 à 20 m² par un joint sec affectant toute l'épaisseur de la dalle.

2. Ragréage des parements

L'Entrepreneur est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires à l'obtention d'un bon aspect des parements : qualité du béton, étanchéité des coffrages, soin à la mise en place. Les défauts de parement ne seront acceptés qu'exceptionnellement. Ces défauts, qu'ils concernent des parements vus ou non vus seront agréés, à la satisfaction du Maître de l'Ouvrage et aux frais de l'Entrepreneur. Ce ragréage est éventuellement précédé d'un repiquage si le parement à ragréer présente une cohésion insuffisante du fait d'une carence en pâte de ciment.
Les ragréages sont obligatoirement exécutés à l'aide d'un mortier pré dosé spécifique. La surface à ragréer est au préalable humidifié à refus.

2. Coffrages et traitement des parements coffrés ou non

1. Généralités

Les coffrages doivent être conformes aux spécifications de la norme XP ENV 13670-1.
Ils sont soumis à l'acceptation du Maître de l'Ouvrage avant tout coulage.
Les coffrages doivent être soigneusement étudiés et construits avec des joints bien fermés. Ils sont rigides et suffisamment étayés pour éviter toute déformation et toute fuite de mortier ou de laitance pendant la construction. Ils sont conçus de façon à pouvoir être aisément enlevés lors du décoffrage, sans dommage pour le béton.

La surface intérieure des coffrages doit être absolument propre avant tout bétonnage, toute trace de sciure ou de matériau étranger étant soigneusement enlevée.
Les coffrages doivent présenter des surfaces intérieures bien dressées, sans irrégularités localisées et présenter un fini du parement exempt d'aspérités et de décrochements au droit des raccordements d'éléments de coffrages.
A la fin du bétonnage, les trous d'ancrage des boulons de coffrage sont soigneusement obturés par un dispositif étanche approprié tel qu'un bouchon conique scellé à la résine de même teinte que le béton avoisinant et nettoyé en surface. Ce dispositif est à soumettre à l'agrément du Maître de l'Ouvrage.
Si des armatures doivent traverser le coffrage, des joints étanches doivent être assurés autour de chaque barre.

L'emploi d'attaches comportant des fils torsadés ou des groupes de fils parallèles traversant le béton est interdit.

En complément des dispositions les plus sévères prévues par les documents généraux ou en cas de contradiction entre les différents documents, il est précisé ci-dessous :

1. L'Entrepreneur devra fournir et mettre en place tous les panneaux ou bandes de désolidarisation en matériaux appropriés. Ces matériaux étant dégagés après réalisation de l'ouvrage.
2. L'Entrepreneur sera tenu de prévoir, au coulage ou à la préfabrication, toutes les réservations nécessaires à la bonne exécution des ouvrages, conformément aux plans qui lui auront été remis en temps utile. La fourniture de tous les caissons de coffrage, tasseaux, boîtes de scellement, négatifs, etc. nécessaires pour les différentes réservations, sera à la charge de l'Entrepreneur.
3. L'Entrepreneur devra la mise en place au coulage de toutes douilles, rails ou autres pièces métalliques nécessaires à la réalisation des travaux, conformément aux plans qui lui auront été remis. Ces pièces lui seront fournies par les fabricants des équipements intéressés et ces derniers les réceptionneront après coulage pour contrôler le respect des tolérances de positionnement.

1. Tolérances géométriques

Le projet est caractérisé par des exigences sévères par rapport à la précision des ouvrages, suite aux connexions des différents ouvrages par des tuyaux ou des équipements tournants.
On appelle :

1. Défaut de planéité d'ensemble, toute irrégularité par rapport à la forme théorique de la surface, définie par les plans d'exécution ; elle est mesurée avec un gabarit ou une règle de 2,00 m,
2. Défaut de planéité locale, toute irrégularité résultant d'un déplacement, d'une mauvaise mise en place ou du mauvais état d'un coffrage ; elle est mesurée avec un gabarit ou règle de 0,20 m.
3. Les valeurs admissibles pour les écarts et les irrégularités, hors réservations pour scellement des équipements, sont :
    1. Implantation générale en planimétrie : ± 25 mm dans les deux directions,
    2. Implantation générale en altimétrie : ± 20 mm,
    3. Hauteur : ± 25 mm,
    4. Épaisseur : ± 15 mm,
    5. Défaut de verticalité : ± 20 mm par rapport à l'axe vertical,
    6. Défaut de planéité d'ensemble : ± 9 mm pour les surfaces coffrées :
    7. ± 15 mm pour les surfaces non coffrées,
    8. Défaut de planéité locale : ± 4 mm pour les surfaces coffrées,
       ± 6 mm pour les surfaces non coffrées

1. Chanfreinage des arêtes des murs

Les arêtes des arases sont systématiquement chanfreinées par la pose d'une baguette de section triangulaire de 20 mm de côté.

2. Coffrage des réservations

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que de nombreuses réservations sont à prévoir au niveau de tous les massifs pour les scellements des équipements mécaniques et électriques.
Le coffrage des réservations sera réalisé par un grillage type NERLAT offrant une bonne rugosité au décoffrage et permettant le passage des armatures. Ce grillage devra être arraché avant le scellement des équipements.

Dans le cas où la rugosité des surfaces de réservations serait jugée insuffisante par le Maître de l'Ouvrage, celles-ci devraient être repiquées.

Les tolérances géométriques sur les réservations sont :
1. Position en planimétrie et dimensions : ± 5 mm,
2. Profondeur : ± 5 mm.

1. Décoffrage

Il n'est procédé au décoffrage que lorsque le béton a atteint une résistance suffisante pour qu'il n'en résulte aucun dommage pour les ouvrages. Ces opérations doivent être faites sans chocs.
Le décoffrage se fait cependant le plus tôt possible pour éviter tout retard dans le traitement des parements et permettre au plus tôt la réfection des parties défectueuses.

2. Armatures et pièces enrobées

Généralités

D'une façon générale les travaux seront conformes aux spécifications du chapitre 6 de la norme ENV 13670-1, pour ce qui n'est pas contraire aux dispositions particulières du présent article.
Avant le bétonnage, toutes les pièces à enrober doivent être solidement fixées à leur place exacte.
Elles doivent être propres, exemptes de toute graisse, rouille non adhérente, peinture, calamine, laitance ou autre matière risquant d'en compromettre l'adhérence.

Mise en œuvre des armatures

Les armatures devront avoir les dimensions et formes prescrites par les plans d'exécution. Elles seront coupées et cintrées à froid, en conformité avec les normes et règles en usage pour les diverses nuances d'acier
Il est strictement interdit de plier deux fois une barre au même endroit.
L'Entrepreneur prendra toutes précautions utiles pour éviter que les armatures se déforment ou se déplacent sous l'action de la pervibration. Elles seront maintenues exactement à leur place par tous dispositifs appropriés, à l'exclusion des cales de bois. Toutes les ligatures en fil de fer devront être retournées vers la masse.

Toutes les précautions devront également être prises pour ne pas déplacer les armatures du béton déjà coulé. Le pliage et le dépliage systématique des barres en attente seront interdits sauf autorisation écrite du Maître de l'Ouvrage.

Le Maître de l'Ouvrage procède à la vérification des dispositions de ferraillage avant tous travaux de bétonnage. Cette vérification fait partie des points d'arrêt prévus par l'Entrepreneur dans son PAQ.

Enrobage

D'une façon générale, l'enrobage minimal des armatures est de 35 mm et 50 mm pour les éléments de fondation. Il est obtenu par la mise en place de cales pleines en béton en nombre suffisant pour éviter tous problèmes d'enrobage. Les cales utilisées pour garantir l'enrobage des nappes inférieures en sous-face sont obligatoirement des cales en béton.
Les tolérances sur l'enrobage, doivent être conformées à l'article 10.6 de la norme ENV 13670-1, soit -10 mm / +15 mm.

Gaines noyées dans le béton

L'implantation des gaines sera indiquée sur les plans d'exécution. Elles sont généralement noyées dans le béton de première phase. L'Entrepreneur prend toutes les dispositions pour le maintien des gaines dans les coffrages lors du bétonnage.

Il veille à ce qu'elles soient bien enrobées par le béton et vérifie après le décoffrage qu'elles ne sont ni obturées par des coulures de béton ou de laitance, ni brisées.

Les extrémités des gaines doivent être bouchées provisoirement après le bétonnage afin d'éviter qu'elles ne se bouchent avec des gravats et de la poussière.

Scellement des pièces fixes pour l'ancrage des équipements
Cette partie concerne les crosses et tiges d'ancrages des charpentes électriques.
Ce paragraphe ne concerne pas les cornières dont les tiges de scellement sont coulées dans le béton de première phase, ni les rails des transformateurs, ni les anneaux tire forts des transformateurs.

L'Entrepreneur est responsable des tâches suivantes :
1. Le dépotage et le transport à pied d'œuvre des pièces à bétonner (depuis le container jusqu'au massif)
2. La mise en place de ces pièces dans les coffrages et le ferraillage avant bétonnage,
3. La protection contre la corrosion des pièces à bétonner durant le stockage et après mise en place dans le ferraillage,
4. Le maintien de ces pièces durant le coulage,
5. Le nettoyage des pièces après bétonnage.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur la masse importante des pièces embetonnées sur le projet.
L'Entrepreneur prendra toutes les dispositions nécessaires pour le levage de ces pièces et leur mise en place dans les coffrages sans les endommager.

L'Entrepreneur est responsable de la stabilité des pré-scellés en phase de bétonnage, de la stabilité des pièces fixes au cours du bétonnage et du bon remplissage derrière les pièces fixes.
Le scellement des pièces fixes se fait suivant les spécifications des plans d'exécution, soit directement dans le béton, soit à l'aide d'un mortier de scellement. Les scellements et calfeutrements ne seront effectués qu'après contrôle et acceptation de l'implantation des pièces à sceller.

Le bétonnage ne sera possible qu'après contrôle et acceptation de l'implantation des pièces à bétonner.
Le Maître de l'Ouvrage fournira à l'Entrepreneur les tolérances géométriques du positionnement des pièces (de l'ordre du millimètre en planimétrie et en altimétrie). La supervision du montage des pièces scellées sera réalisée par le fournisseur des pièces scellées.

Toutes les précautions devront être prises pour que les pièces soient enrobées aussi parfaitement que possible avec un béton bien vibré ou du produit de scellement. Toutes les coulures devront être enlevées des équipements mécaniques avant que le béton ait fait sa prise, un nettoyage tardif dégradant la protection contre la corrosion. L'Entrepreneur prendra toutes les dispositions nécessaires pour protéger de filetage des diverses crosses d'ancrages des coulures de béton.

L'Entrepreneur effectuera un contrôle topographique qu'il transmet au Maître de l'Ouvrage pour approbation, avant coulage du béton de seconde phase (mais après mise en place du coffrage et de la totalité du ferraillage) et après coulage du béton de première phase.

Finition des dallettes de couvertures des caniveaux et fosses
Les angles des dalles en béton armée seront protégés par un profilé à 90°au droit des passages de route. Elles seront jointives lors de la livraison. Une dalle présentant un défaut d'alignement sera immédiatement remplacée.

Deux boucles de ferraillage seront placées au centre de la dallette dans des réservations pour faciliter sa manutention.

Peinture époxydique résistante aux hydrocarbures
L'Entrepreneur se conformera aux prescriptions de mise en œuvre indiquées sur la fiche technique du produit agréée par le Maître de l'Ouvrage.

Réseau de terre
L'installation du réseau de terre se fera sous la supervision du Maître de l'Ouvrage, selon les documents fournis pendant l'exécution du Contrat. Les travaux consistent à :
1. La réalisation des tranchées (1 ml de profondeur),
2. Le déroulage de câbles dans les tranchées,
3. La pose des puits,
4. Le fichage dans le sol de piquets de terre de 6 m de longueur, manuellement ou à l'aide d'une pelle hydraulique (si nécessaire)
5. Le remblaiement après réalisation des essais du réseau

Le ferraillage des massifs des équipements et la charpente métallique sont connectés au réseau de terre. Les connexions sont conformes aux prescriptions fournies par le Maître de l'Ouvrage.
Pour assurer une bonne surface équipotentielle, chaque élément de caillebotis doit être raccordé au réseau général de terre par un câble cuivre de :
1. 75 mm² de section pour un Icc de 20kA,
2. 120 mm² de section pour un Icc de 31,5kA

Pour assurer une bonne surface équipotentielle, chaque élément de caillebotis doit être raccordé au réseau général de terre par un câble cuivre de section correspondant au courant de court-circuit (Icc) de construction du poste.

Deux cas de raccordements indiqués ci-après peuvent être rencontrés :
1. 1er cas. Le caillebotis, servant à isoler l'opérateur du sol (manœuvre d'appareillage), est raccordé au réseau général de mise à la terre de l'ouvrage par un câble cuivre de 75 mm² de section. Ce câble de cuivre (mise à la terre équipotentielle) est directement liaisonné à l'axe de commande de l'appareillage.
2. 2ème cas. Le caillebotis est raccordé par tresse à une barre collectrice de mise au potentiel. Tresse et barre collectrice doivent présenter une section minimale de 75mm². La barre de cuivre est raccordée au réseau général de mise à la terre au moins une fois. La longueur des tresses est calculée pour autoriser un débattement de 90° du caillebotis Dans les deux cas chaque élément de caillebotis est mis à la terre une seule fois.

Le circuit de terre du ou des bâtiments, réalisé en fond de fouille et en périphérie du bâtiment devra être de la même section de câble que le réseau général de terre du poste.

Un ceinturage en barre de cuivre de 30x4 sera réalisé pour chaque salle et sous-sol du ou des bâtiments à l'exception des sanitaires et du local Batterie. Les barres de cuivre seront reliées physiquement au réseau de terre fond de fouille.

Pose des fourreaux MT, BT, Telecom et de MALT
Le mode de réalisation des tranchées en section courante sur terrain meuble est laissé au choix de l'Entrepreneur en fonction du matériel disponible, du délai de réalisation imposé et des objectifs fixés dans le présent cahier des charges.

A la traversée de points particuliers comme les voiries, ou les parkings, un sciage préalable du revêtement est demandé.
La distance entre le bord du réseau et l'extérieur de tout autre réseau enterré (gaz, câbles, eau, air comprimé, assainissement, etc.) doit être d'au moins 0,50m en parcours parallèle et 0,20m en croisement.

Les fourreaux sont posés en tranchée sur un lit de sable et entièrement enrobées dans ce matériau.

La charge de remblai est d'au moins 80 cm au-dessus de la génératrice supérieure des fourreaux ou conduite. La largeur des tranchées doit permettre le compactage du sable.
Pour les fourreaux du réseau électrique, un grillage avertisseur rouge est déroulé 20 cm au-dessus de la génératrice supérieure des fourreaux.

Dans le cas où la structure du sous-sol et la présence d'autres canalisations ne permettraient pas de respecter les profondeurs minimales, il devra en demander l'accord au Maître de l'Ouvrage avant le démarrage des travaux. A l'approche d'ouvrages existants, les sondages du sol et les terrassements doivent être exécutés manuellement, à la charge du prestataire.

Le rayon de courbure des fourreaux du réseau électrique ne devra pas être inférieur à 300 mm (à l'axe).
Aucun pli et aucune cassure ne seront acceptés.

Dans certains cas, la pente nécessitée pour les réseaux d'assainissement ne permettra pas d'obtenir la couverture de 80 cm de sable. Les tuyaux sont alors enrobés dans du béton maigre.
Les extrémités de chaque fourreau ou conduite enterré sont scellées dans la paroi des chambres de tirage.

1. Fourreaux pour câbles de puissance

Fourreaux en PVC
Les fourreaux PVC utilisés pour les ouvrages bétonnés doivent être conformes à la norme NF EN 1329 – 1. Ils sont de type « compact » et estampillés NF E. Ils permettent le déroulage des câbles de puissance, de terre et de télécommunication. Le cas échéant, des fourreaux PVC conformes à la norme NF EN 1452, estampillés NFP, peuvent être utilisés pour le portage à l'air des câbles de télécommunication.
La classe au feu de ces fourreaux doit être supérieure ou égale à M2 (M2 ou M1).

Ces fourreaux sont équipés de pré-manchonnages 1 à coller ou à joint caoutchouc.
Les principales caractéristiques de fourreaux PVC utilisés pour la construction des lignes souterraines HTB sont données ci-dessous.

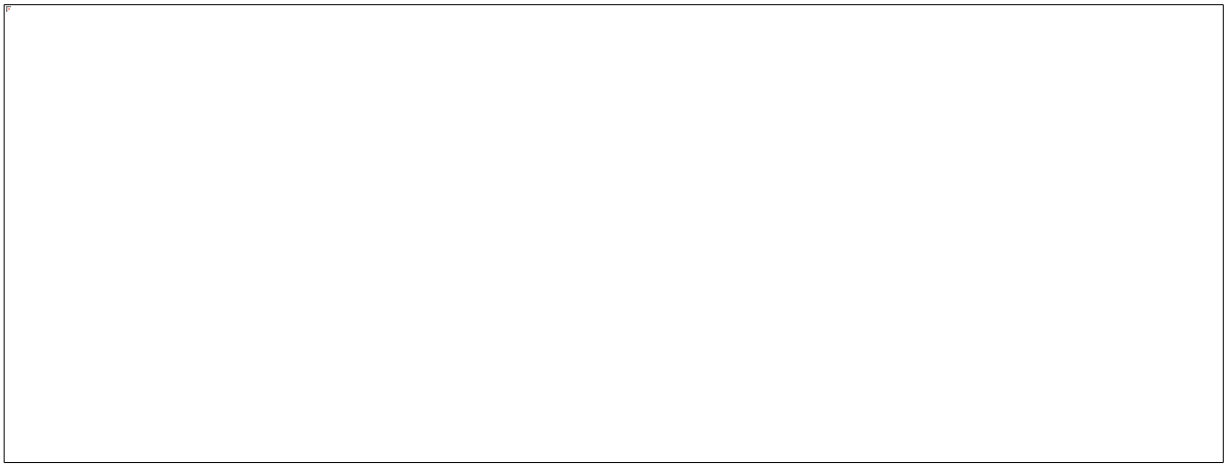
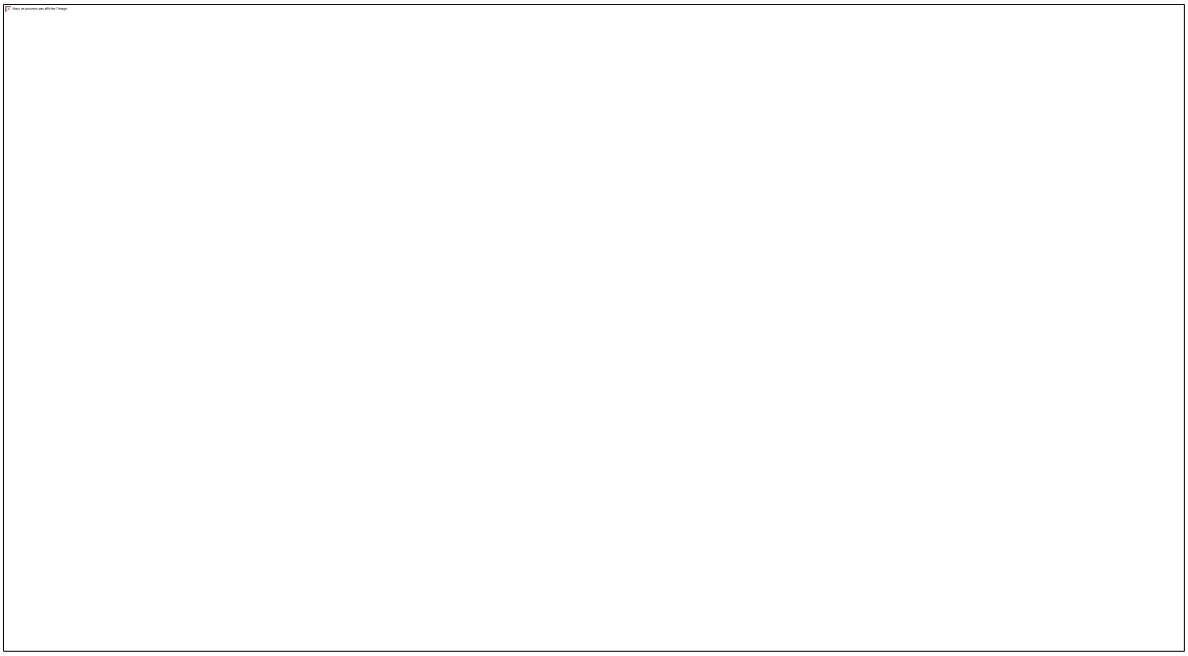


Figure 8 : Caractéristiques fourreaux

Tableau 29: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en simple trèfle



Pose des fourreaux PVC enrobés de béton en simple trèfle

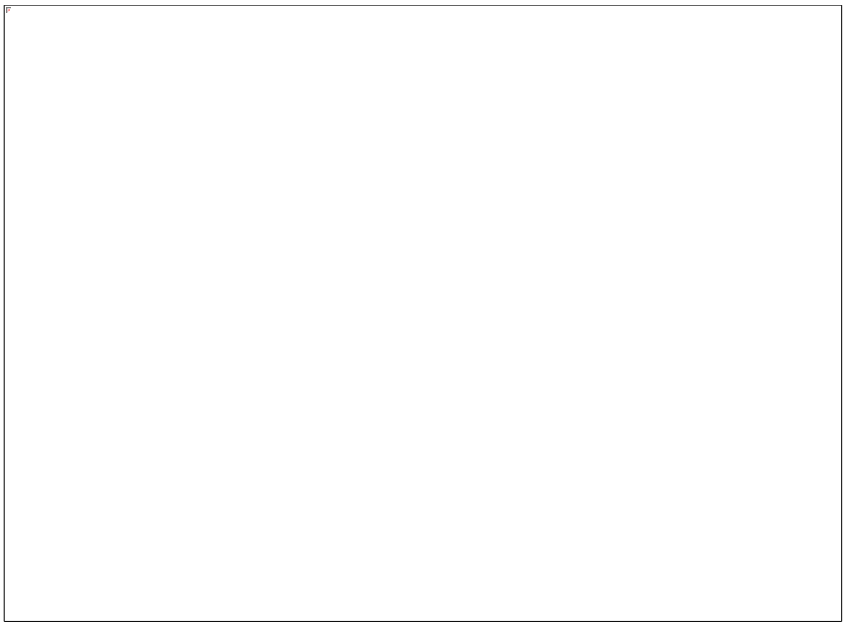


Figure 9: Mode de pose de fourreaux en simple trèfle

Tableau 30: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en simple trèfle

Pose des fourreaux PVC enrobés de béton en double trèfles

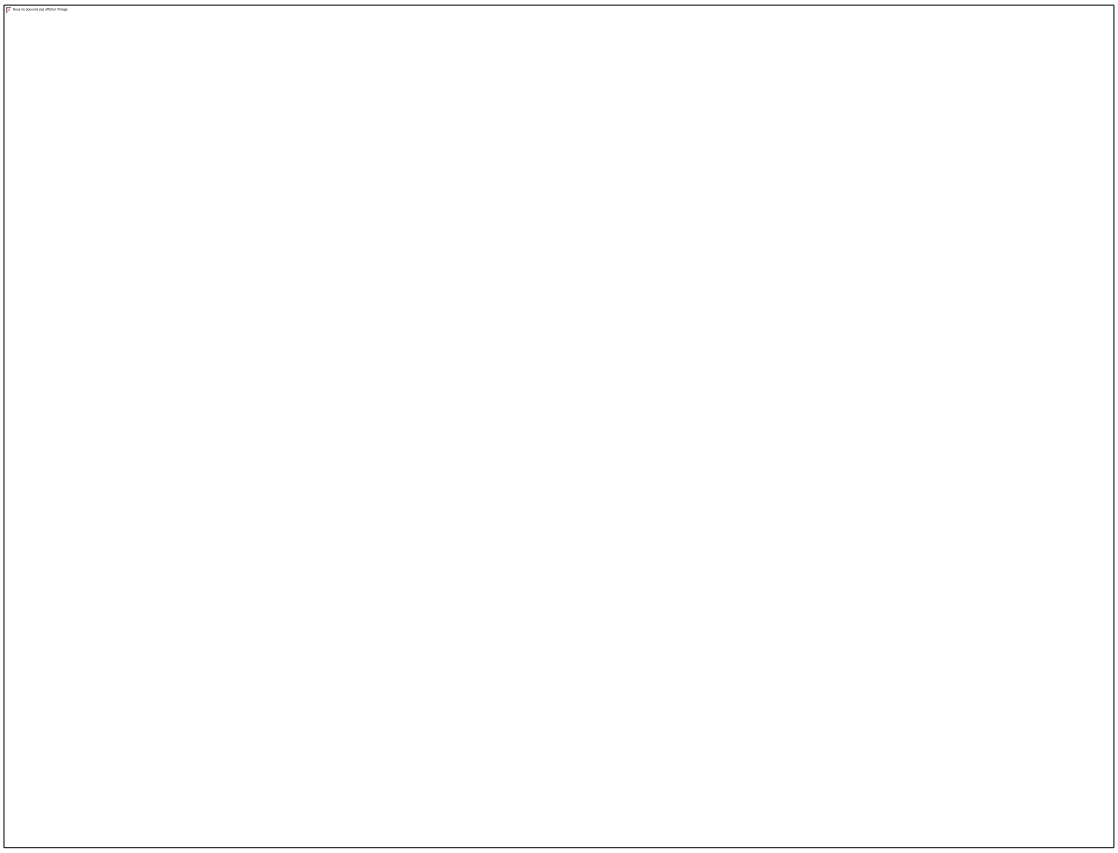
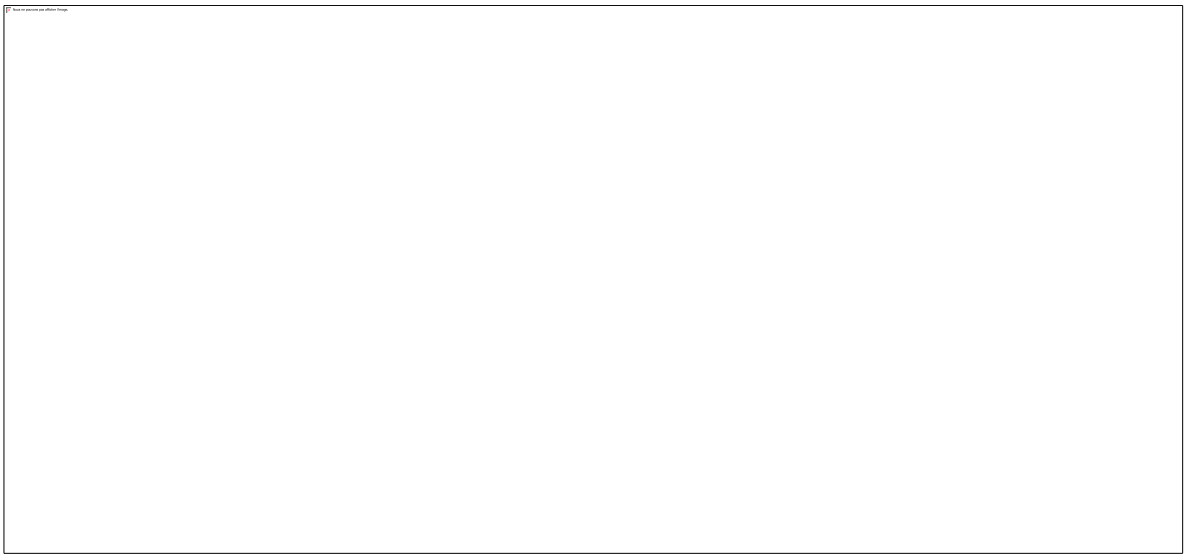


Figure 10: Mode de pose de fourreaux en double trèfle

Tableau 31: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en double trèfle



Pose des fourreaux PVC enrobés de béton en nappe

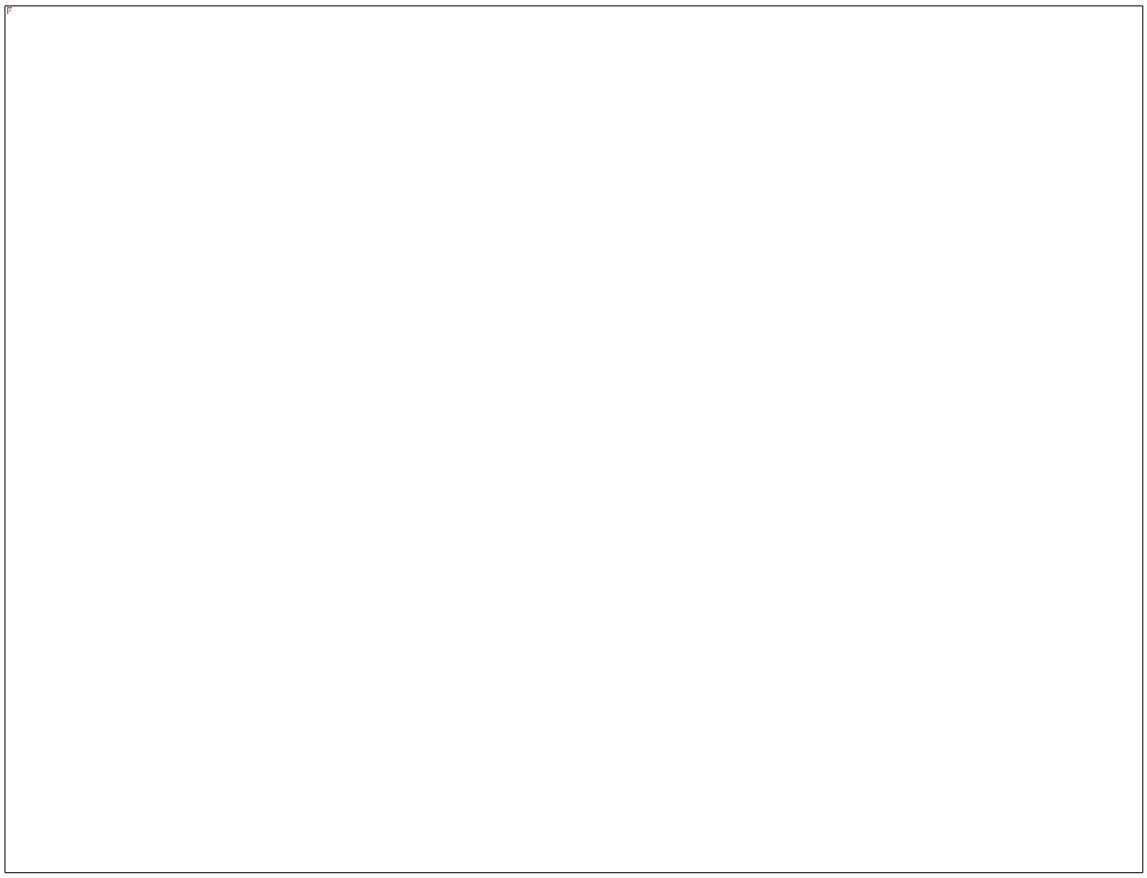
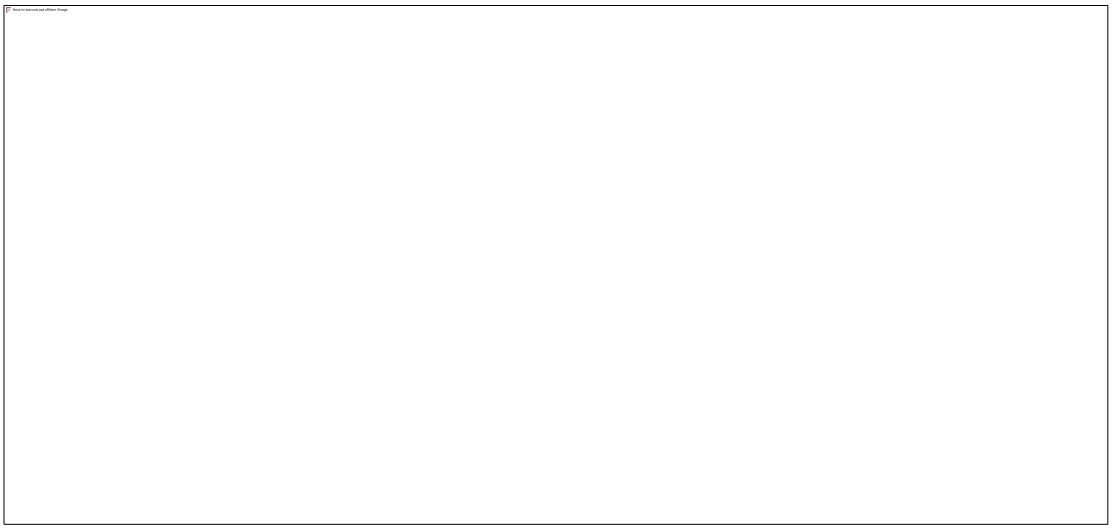


Figure 11: Mode de pose de fourreaux en nappe

Tableau 32: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en nappe



Pose des fourreaux PVC enrobés de béton en doubles nappes

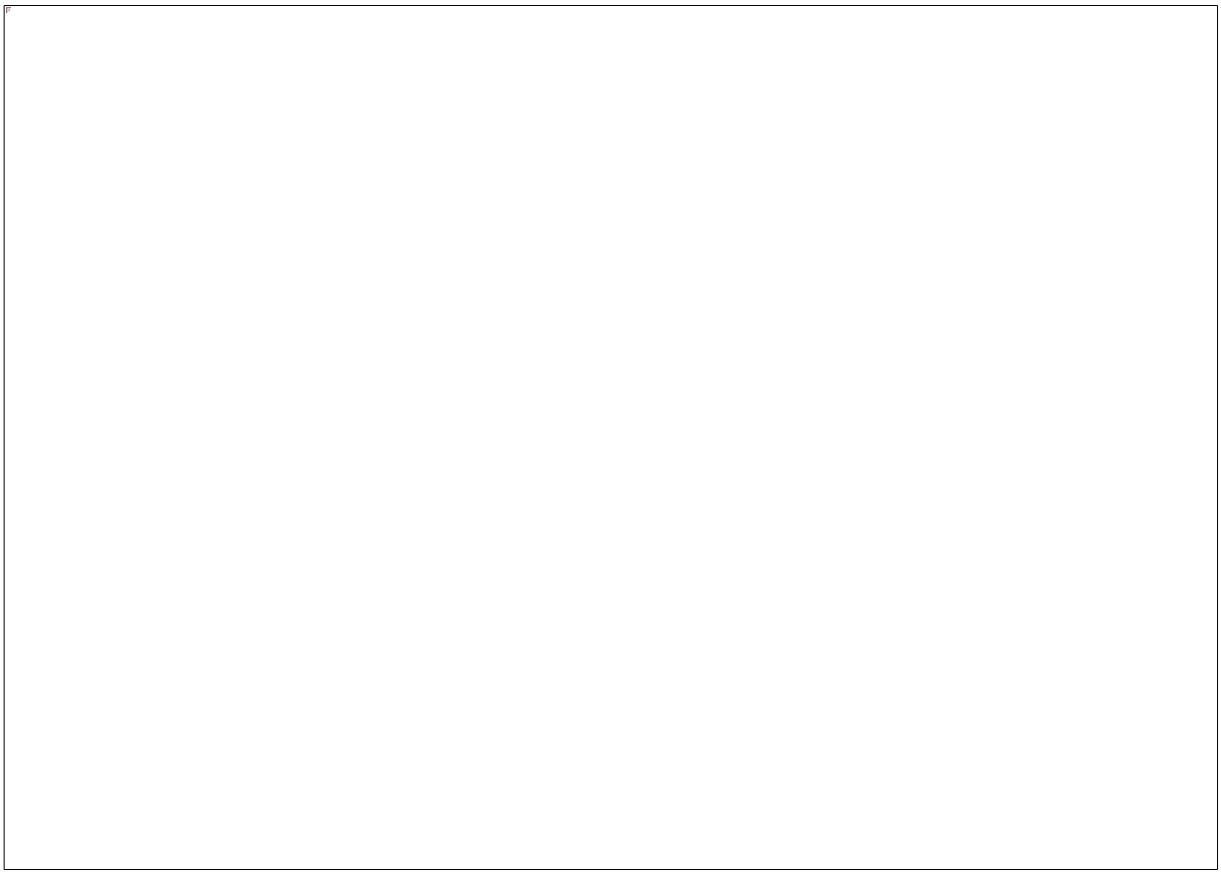


Figure 12 : Mode de pose de fourreaux en double nappe

Tableau 33: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en double nappe

Enrobage des fourreaux
Quelle que soit la disposition des câbles de puissance (trèfle pointe en haut ou en nappe), l'enrobage des fourreaux des câbles de puissance par rapport à la face extérieure verticale ou horizontale du bloc de béton doit être de 100 +5/-0 mm. Cet enrobage minimal est réduit à 40 +5/-0 mm pour les fourreaux des autres câbles.

Espacement entre fourreaux de puissance
L'espacement entre fourreaux de puissance doit être de 40 +5/-0 mm afin de permettre un bon enrobage et la réduction de l'air inclus. Ce paramètre intervient dans le dimensionnement du câble et doit donc être respecté sauf précision particulière du Cahier de charges de l'ouvrage.

Espacement entre fourreaux de télécommunication
Les fourreaux de télécommunication peuvent être posés jointifs. Ils doivent être distants des fourreaux de puissance de 40 +5/-0 mm.

Peignes
Les peignes sont des dispositifs utilisés pour la réalisation des ouvrages fourreaux PVC. Ils permettent d'assurer le positionnement des fourreaux et l'espacement entre eux. Ils doivent maintenir l'ensemble lors du bétonnage. Ils peuvent aussi être désignés par « gabarits », « écarteurs ».
Ils peuvent être réalisés en béton, en polystyrène rigidifié, en PVC ou en toute autre matière permettant de satisfaire les conditions ci-dessus. Ils sont espacés d'une distance égale à :
1. 15 fois le diamètre extérieur du fourreau pour les ouvrages 100 et 125,
2. 10 fois le diamètre extérieur du fourreau pour les ouvrages 160 et 200.

Assemblage des fourreaux
Les fourreaux sont assemblés de façon à n'offrir qu'une faible résistance au passage du câble. En particulier, le sens d'emboîtement sur un même tronçon doit être unique et conforme au sens de déroulage retenu.

L'assemblage doit assurer simultanément la liaison mécanique et l'étanchéité. La longueur d'emboîtement doit être au moins égale au 4 / 5 de l'emboîture. Ces termes sont définis par la norme XP ENV 13 801.
En cas d'assemblage par collage, la colle doit être adaptée à la nature des fourreaux. En cas d'assemblage avec joint caoutchouc, un lubrifiant doit être utilisé pour faciliter l'emboîtement des tubes.

Bétonnage
Les ouvrages fourreaux en trèfle ou en nappe sont posés et alignés soit sur le fond de fouille dressé, soit sur un béton de propreté lorsque les conditions de sol et/ou de pluviométrie le requièrent.
Le béton doit être :
1. Mis en place par couches successives d'épaisseur maximale de 0,40 m avec une hauteur de chute maximale tolérée de 1,20 m,
2. Préservé des souillures du sol ou du remblai,
3. Soigneusement vibré à l'aide d'un pervibrateur à aiguille ou tout autre procédé similaire pour obtenir un béton compact sans ségrégation de ses constituants,
4. Coulé sans interruption et en contact avec le sol sur toute leur surface de manière à ne pas créer de poches d'air néfastes à la conductivité thermique.

Après tout arrêt prolongé, la surface de reprise doit être entièrement ravivée par repiquage, nettoyée et humidifiée avant d'entamer la phase suivante du bétonnage.

Lors d'un bétonnage sous l'eau, la composition du béton doit être adaptée afin de garantir les caractéristiques mécaniques requises. L'utilisation de dispositifs ou de modes opératoires adaptés doit éviter le délavage du béton en masse. Les moyens d'épuisement doivent être disposés de manière à ne pomper ni le sol, ni la laitance.

L'emploi du béton mélangé à sec est interdit.

1. Caniveaux BT

1. Fonction des caniveaux

L'ensemble des câbles à basse tension d'un poste assurant les liaisons entre les différents matériels pour ce qui est de l'alimentation, de la commande et du contrôle, emprunte dans la plupart des cas des passages privilégiés dénommés « caniveaux de câbles B.T. ».
Ces passages, matérialisés par des ouvrages partiellement enterrés, permettent un regroupement des câbles reliant les différents appareils et bâtiments entre eux.
Les câbles à basse tension sont disposés en nappes successives à l'intérieur de ces caniveaux.
Le réseau des caniveaux est complété par des ouvrages en béton armé au droit des pistes, des routes et à l'entrée de tous les bâtiments.

2. Caractéristiques

Les caniveaux normalisés sont de deux types : type A et type B. Leurs côtes intérieures sont indiquées ci-dessous :

Type A :
1. Largeur 600 mm
2. Hauteur libre entre fond et la dalle 220 mm.

Type B :
1. Largeur 200 mm
2. Hauteur libre entre fond et la dalle 220 mm.

La capacité de ces caniveaux est d'environ 105 câbles pour le type A, 35 câbles pour le type B pour un remplissage aux 2/3. La masse maximale du corps de caniveau est de 100 kg. Le fond peut être plein ou comporter des trémies.

Il est possible d'utiliser des éléments préfabriqués en accord avec le Maître de l'Ouvrage et ceux-ci peuvent être coulés sur place.

1. Utilisation

Sauf dans les aires de circulation au droit des passages de pistes et des zones de manutention, ou dans quelques cas spéciaux, c'est le caniveau avec une dalle béton du type A ou B qui doit être utilisé.
Afin d'éviter que les gaines des câbles ne soient blessées au droit des orifices prévus à la partie basse de ces caniveaux, il est souhaitable de mettre en place, suivant la nature du terrain, un lit de sable ou de béton maigre assurant le cheminement horizontal des nappes de câbles.

2. Caractéristiques des caniveaux renforcés

Lorsque les contraintes mécaniques deviennent trop importantes (circulation de camions ou d'engins de manutention), il est nécessaire d'employer des caniveaux renforcés. Ceux–ci sont constitués, comme les précédents, d'un corps principal en U en béton armé et de plaques de couverture constituées de fers profilés UAP protégés par galvanisation à chaud.

Du point de vue résistance mécanique, ces caniveaux ne doivent pas constituer un point faible de l'ouvrage auquel ils sont incorporés. De ce fait, les charges que peuvent subir les parois et les dalles, sont coordonnées aux charges admissibles sur l'ouvrage traversé (route, piste, aires de manutention, …).

3. Ouvrages spéciaux

Parmi les ouvrages spéciaux, on peut citer les fourreaux, buses ou blocs buses pour traversées de pistes, les chambres de tirage, les entrées dans les bâtiments. En fonction des ouvrages, des buses de réserve seront aménagées sous les voies de circulation.

4. Utilisation des caniveaux renforcés et ouvrages spéciaux

Les caniveaux renforcés sont utilisés pour les traversées de pistes, de routes et de zones de manutention ainsi que lors du passage d'un caniveau à proximité immédiate (moins de 1 m) d'une route prévue pour charges lourdes.

La face supérieure des fers profilés utilisés est recouverte d'un revêtement antidérapant ; ce matériau d'aspect liquide est constitué d'un durcisseur contenant des grains d'abrasif en suspension.

Lorsque la quantité de câbles à passer est limitée, les traversées de pistes peuvent se faire au moyen de fourreaux en PVC enrobés de béton. Remarque : Du fait de l'importance du génie civil nécessaire et du tirage des câbles rendu plus difficile, l'utilisation de dalles à alvéoles doit être autant que possible évitée.

5. Etude du tracé du réseau de caniveaux

Le tracé des caniveaux doit être étudié avec soin de façon :

1. À être simple et facile d'accès pour retirage de câbles,
2. À comporter le moins possible de changements brusques de direction. Il est en outre à noter que le rayon de courbure de chaque câble est supérieur à dix fois son diamètre,
3. À éviter le plus possible les passages sous piste ou la proximité d'une route prévue pour charge lourde,
4. Dans le cas d'un cheminement parallèle entre une route ou une piste et un caniveau non renforcé, une distance minimale de 2,00 m de bord à bord est à respecter.

A proximité des transformateurs de puissance, par suite des risques de propagation d'un incendie par l'huile enflammée, il est impératif de remplir les caniveaux de sable sur toute la longueur où ils se tiennent dans
la cellule du transformateur, le sable étant maintenu à chaque extrémité par des tampons en plâtre coulés sur place.

Le tirage des câbles doit pouvoir s'effectuer facilement, en particulier dans le cas de passage sous piste par buses ou fourreaux, les chambres de tirage peuvent dès lors être nécessaires.

1. Charpente

1. Dimensionnement

Le poste comporte un ensemble de charpentes support. L'Entrepreneur justifiera les choix et les dimensionnements d'après les critères suivants :

1. Effort statique
2. Effort Dynamique (en court-circuit)

Les notes de calculs devront être soumises au Maître de l'Ouvrage ou son représentant.

1. Règles de protection contre la corrosion

L'atmosphère de l'ouvrage est urbaine et industrielle.
Pour les trois premiers types d'atmosphère, une protection par galvanisation à chaud est systématiquement employée. La spécification relative à la protection contre la corrosion des charpentes en acier devra être soumise par l'Entrepreneur au Maître de l'Ouvrage ou son représentant pour validation.

2. Réception des charpentes

L'Entrepreneur chargée de la commande des charpentes s'assurera que les produits livrés sont conformes au plan d'exécution au dernier indice. Par ailleurs le charpentier chargé de la réalisation de ces charpentes adressera le ou les procès-verbaux de réception des charpentes :

1. En deux exemplaires à l'Entrepreneur commanditaire,
2. En un exemplaire au Maître de l'Ouvrage.

Nota : Les dispositions précisées dans ce paragraphe, à la charge du charpentier, ne sont plus exigées si ce dernier est sous "Assurance de la Qualité".

1. Transport et manutention

Chaque charpente ou élément de charpente doit être colisée de telle manière que toute détérioration de sa structure ou de son revêtement soit évité au cours des manutentions et des transports.

Les éléments permettent le calage ou la séparation des éléments de charpentes durant le transport ne doivent en aucun cas provoquer des détériorations ponctuelles ou des défauts d'aspect (taches brunâtres dues à des cales en bois par exemple).

2. Installation des charpentes

Domaine d'application

La présente section concerne essentiellement les différentes opérations prenant place sur le site :

1. Assemblage des éléments unitaires et des sous–ensembles entre eux,
2. Levage des charpentes assemblées,
3. Réglage et fixation sur les massifs,

4. Fixation de l'appareillage et des accessoires.

Il est admis dans la suite de ce document que les matériels installés répondent en tous points aux garanties et aux conditions techniques pour lesquelles les constructeurs s'engagent à exécuter les charpentes.

Assemblage des sous-ensembles de charpentes

Les éléments des charpentes principales ou secondaires sont assemblés entre eux par boulonnage.
Les caractéristiques géométriques et la qualité des boulons utilisés, précisées sur les plans d'exécution des charpentes métalliques, doivent être impérativement respectées.
Au montage, les boulons doivent avoir, autant que possible, l'écrou placé vers l'intérieur de la charpente ; les boulons verticaux doivent avoir l'écrou placé en bas

Boulons à serrage contrôlé :
Dans les assemblages utilisant de la boulonnerie à serrage contrôlé, les boulons sont serrés à l'aide d'une clé dynamométrique à la précontrainte nominale indiquée par le constructeur dans sa livraison.
Le pré-serrage et le serrage de ces boulons sont effectués conformément aux préconisations.
Le contrôle de serrage de ces boulons est effectué conformément préconisation.

Boulons ordinaires :
Dans les assemblages utilisant de la boulonnerie ordinaire, les boulons sont serrés "à la buttée", c'est–à–dire un serrage obtenu par l'effort d'un homme seul utilisant une clé de dimension normale sans rallonge.
Les couples de serrage sont fournis par le constructeur.

Levage des charpentes

Les portiques d'ancrage sont levés en deux temps à l'aide d'engins appropriés. Les poteaux sont fixés sur les crosses de scellement prévues à cet effet dans le massif, puis la poutre, préalablement assemblée au sol, est fixée entre les deux poteaux, étant entendu que des cales d'épaisseur ou des pièces d'attaches spéciales, définies sur les plans d'exécution, permettent de s'affranchir des conditions de pente éventuelle des terrains.
Les poteaux de rappel ainsi que les châssis supports d'appareillage sont montés tout assemblés sur les crosses de scellement.

Toutes les précautions doivent être prises pendant le levage pour que les différents éléments de charpentes ne subissent aucun voilement, déformation ou altération du revêtement de protection contre la corrosion.
Des retouches éventuelles à la peinture « riche en zinc » sont exécutées, après brossage soigné des surfaces en cause lorsque, malgré les précautions prises, on constate des blessures du revêtement de protection. Ces retouches ne pourront être exécutées qu'après obtention d'un accord du Maître de l'Ouvrage.

Réglage et fixation sur les massifs

Les charpentes principales et poteaux de rappel sont fixés par platines sur des crosses pré-scellés.
Les charpentes secondaires sont fixées sur des crosses ou des chevilles pré-scellées.
Le réglage de la verticalité de ces charpentes s'effectue par action sur les écrous situés sous la platine de l'élément métallique à régler
Une fois la charpente boulonnée, on peut procéder immédiatement à l'installation des connexions sans attendre l'exécution du béton de finition du massif.

Tolérances :
Les tolérances indiquées ci–après peuvent servir de références :
L'écart entre l'axe réel de la structure à l'axe théorique à l'appui ne doit pas excéder 10 mm.
Le défaut de verticalité de la structure de hauteur H ne doit pas excéder la plus petite des valeurs suivantes : H/1000 et 20 mm

Fixation de l'appareillage et des accessoires :
Le catalogue des charpentes normalisées précise :
1. Les caractéristiques dimensionnelles principales des structures métalliques,
2. L'utilisation des différents perçages (remontées des câbles BT, des câbles de terre ...).

Les câbles BT devront être fixés par des colliers inoxydables (y compris la visserie de fixation) plastifiés ou pas. Ces colliers devront être boulonnés à la charpente dans les trous prévus à cet effet.
Dans le cas d'absence de trous de fixation (charpente existante, installation particulière) les colliers devront être tenus par des clips inoxydables.

Les fixations des boucles du circuit général de mise à la terre devront être fixées par des serre–fils laiton (y compris la visserie de fixation) ou similaire. Ces serre–fils devront être boulonnés à la charpente dans les trous prévus à cet effet.
Dans les deux cas, si nécessaire, des plaques bimétalliques seront prévues pour éviter tous problèmes de couple électrolytique.

Toutes les informations nécessaires à la mise en place de l'appareillage à haute tension et de ses accessoires figurent sur les plans du Constructeur. A l'aide de ces plans l'Entrepreneur doit vérifier la compatibilité d'installation de cet appareillage sur les charpentes.

1. Connexions aériennes en câbles

Les postes ne comportent que quelques liaisons aériennes en câbles de type Almélec. Compte tenu des dispositions particulières en surface, l'Entrepreneur justifiera les choix de connecteurs et la disposition des bretelles et autres liaisons.

L'Entrepreneur intégrera à minima les notions suivantes :
1. Régime statique
2. Régime de court-circuit

Deux types de dimensionnement sont effectués : mécanique et géométrique (distances phases -phases et phases-masse).
La valeur de courant maximale en régime de court-circuit étant :
1. 31,5 kA en 90 kV
2. 40 kA en 225 kV

1. Connexions aériennes en tubes

1. Dimensionnement

Tubes soumis à des efforts statiques :
Le calcul des contraintes mécaniques et des déformations des tubes sous l'action du poids propre, du vent se fait en utilisant les formules usuelles de résistance des matériaux.
On rencontre habituellement deux configurations :
1. Les tubes en appui libre à une extrémité et encastrés à l'autre,
2. Les tubes en console.

Tubes soumis à des efforts électrodynamiques :

Le dimensionnement s'effectue pour un court-circuit en biphasé isolé et triphasé. Les efforts sur le tube, le raccord, l'isolateur et le support sont déterminés par les contraintes électrodynamiques auxquelles sont ajoutées les contraintes dues au vent sur le tube, sur l'isolateur et le châssis, ainsi que celles dues au poids propre.

Les mêmes conditions atmosphériques sont applicables aux tubes, comme pour les câbles.

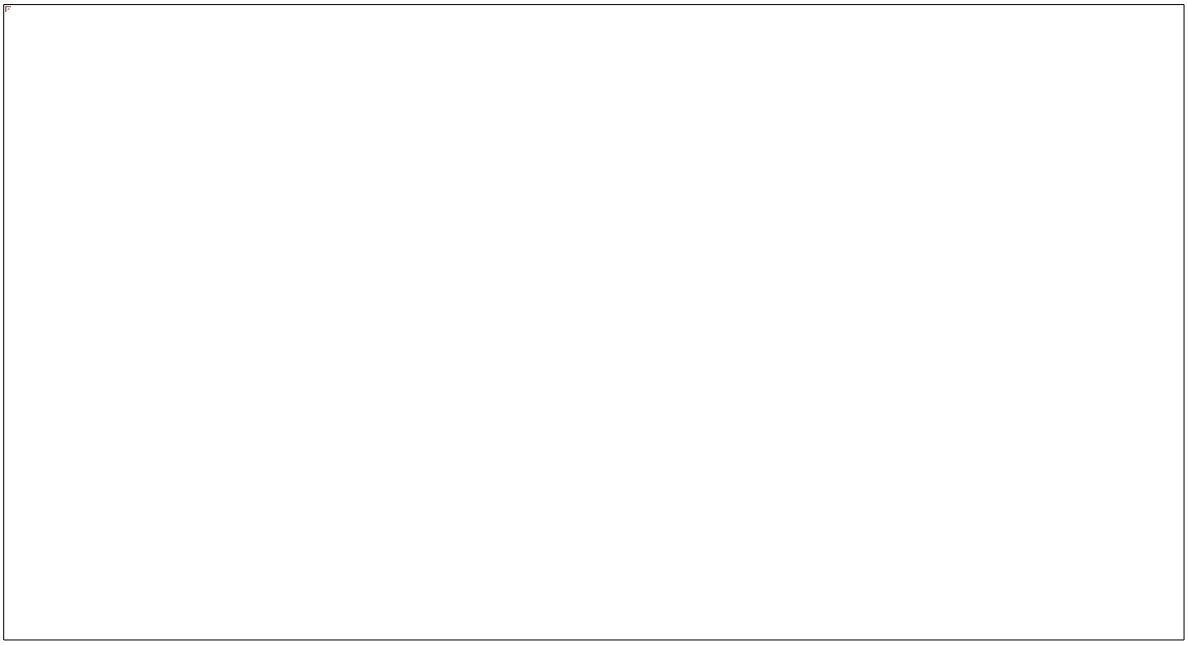
En cas de risque de circulation de courant de court–circuit sur plusieurs jeux de barres (en situation de transfert d'un départ sur le disjoncteur de couplage par exemple), il sera nécessaire de prendre en compte l'éventuelle amplification résultant du parallélisme (jeux de barres principaux ...). Les efforts maximaux obtenus doivent être inférieurs aux charges maximales admissibles du tableau ci-dessous.

1. Mise en œuvre des jeux de barres

Chaque portée est normalement rectiligne et comporte une extrémité fixe et une extrémité souple de manière à absorber l'effort longitudinal de dilatation. De plus, chaque raccord support tubes doit former un angle inférieur à 6° avec l'horizontale. On peut ainsi, sans précaution particulière, installer des jeux de barres sur des terrains dont la pente est inférieure à 5 %, de même que, dans la disposition à phases mixtes, remplacer un sectionneur d'aiguillage par un autre appareil de hauteur légèrement différente.
La soudure des tubes bout à bout autour d'un manchon intérieur est possible par un procédé classique sous atmosphère inerte. La baisse des caractéristiques mécaniques de l'alliage, limitée à la zone de la soudure, est compensée par le renforcement dû au manchon intérieur.

2. Caractéristiques mécaniques des tubes

Tableau 34: Caractéristiques mécaniques des tubes

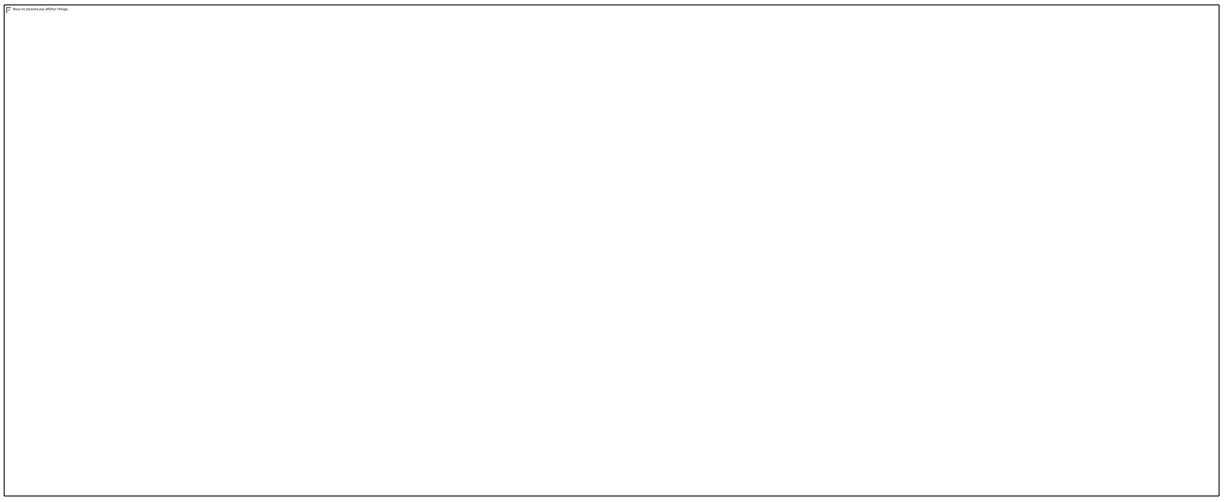


3. Caractéristiques électriques des tubes

Tableau 35: Caractéristiques électriques des tubes

4. Intensités admissibles dans les tubes

Tableau 36: Intensité admissibles dans les tubes



2. Raccords pour connexions aériennes

1. Généralités

La présente section fixe les prescriptions relatives à la réalisation des raccordements des connexions aériennes en câble et en tube.
La quasi-totalité des pièces qui composent les raccords de connexions aériennes sont en alliage d'aluminium. Les problèmes électriques, mécaniques et de corrosion relative aux jonctions aluminium cuivre sont donc évités. Ceci est possible grâce à l'abandon des tiges de cuivre au profit de plages en alliage d'aluminium pour les prises de courant de la plupart des appareils à haute tension.

2. Prises cylindriques en alliage de cuivre

Ce type de prises est désormais réservé aux transformateurs de puissance dont les traversées isolées doivent être conformes aux prescriptions de la norme IEC 60137.

3. Plages en alliage d'aluminium

En règle générale, les plages sont disposées verticalement sur les sectionneurs à deux colonnes, les réducteurs de mesure, boîtes d'extrémité et circuits-bouchons. Elles sont disposées horizontalement sur les disjoncteurs et les sectionneurs pantographes.
L'alliage constitutif est choisi notamment en fonction des propriétés mécaniques et électriques exigées.

4. Raccordement des appareils munis de tiges cylindriques en cuivre

Lors de l'établissement des plans de raccordement d'un poste déterminé, il est primordial de veiller à la nature et la disposition des prises de chaque appareil.
Pour un appareil muni de tiges de cuivre, les connexions restent conformes aux plans types, les raccords sont déterminés dans chaque cas particulier en fonction de leur rôle et de la configuration de l'appareil autour de ses prises.
Il est intéressant qu'un appareil déplacé conserve ses raccords de type ancien et démontable, quand ceux-ci conviennent aux nouvelles connexions.

5. Catégories d'appareils

Il est nécessaire de prévoir les raccordements par tige en alliage de cuivre lors de l'installation de trois catégories d'appareils :
3. Les transformateurs et autotransformateurs de puissance,

4. Les appareils neufs commandés selon les anciennes spécifications,
5. Les appareils anciens déplacés.

Pour la première catégorie, le nombre et les dimensions des tiges sont définis, sauf dans le cas de raccordement blindé SF6, selon les règles suivantes :

Tableau 37: Intensité en fonction du diamètre de tige

Ces règles sont valables de 225 kV.

Les autres appareils obéissent aux règles données dans le tableau suivant.

Tableau 38: Tableau intensité à suivre

1. Solution générale, valable pour les transformateurs de puissance

On emploie des raccords bimétalliques permettant de raccorder directement un câble Aster ou un tube AGS/I sur la tige en cuivre. Ces raccords peuvent être droits ou équerres et, dans le cas de tubes, rigides ou souples.

Remarque : Les adaptateurs bimétalliques permettent de passer d'une tige cuivre à une plage en alliage léger adaptée au calibre de l'appareil. Cette plage est ensuite utilisée conformément au plan type. Cette deuxième solution, plus onéreuse, n'est à envisager que comme dépannage ou bien lors de l'installation provisoire d'un appareil ancien dans un poste neuf équipé, d'une façon générale, d'appareils à plage.

2. Cas particulier des sectionneurs d'aiguillage supports de jeux de barres en tube

Les raccords en T souple pour tubes ou à plage ainsi que les raccords équerres souples sur appareils pour tubes de 104/120 et 90/100 mm peuvent être munis sur demande, à la place de la plage verticale, d'un dispositif de serrage d'une tige de cuivre monté en usine sur le berceau par l'intermédiaire d'un joint bimétallique.

3. Mise en œuvre des raccords pour connexions aériennes

Montage des raccords

Il est impératif de se conformer aux instructions de montage des constructeurs de raccords, ces documents sont habituellement fournis pour chaque livraison de matériels et à défaut aux recommandations présentées ci-après.

L'assemblage des raccords s'effectue principalement de quatre manières :

6. A) Raccordement boulonné plage-plage. Ce type est principalement utilisé pour le raccordement des raccords et connexions aux bornes des appareils haute tension.
7. B) Raccordement boulonné tube–raccord pour tube, il permet le raccordement et/ou la fixation des jeux de barres et des connexions réalisés en tube.
8. C) Raccordement par compression, il est utilisé pour le raccordement des câbles et s'effectue par l'intermédiaire des cosses, de manchons d'ancrage ou de dérivation par compression hexagonale du raccord sur la partie de câble concerné.
9. D) Raccordement par étriers câble– raccord pour câble, ce type est utilisé pour la fixation ou la tenue mécanique de la connexion (ex : bloc bifilaire, entretoise, serre câble sur colonne isolant...). Cependant dans certain cas, il peut assurer également un contact électrique (ex ; raccord droit ou équerre bimétallique pour câble).

A l'exception des sabots et de raccords de mise à la terre, où le montage et la mise en œuvre sont précisés, les joints bimétalliques (montés et préparés en usine) ne doivent jamais être démontés ni resserrés sur les raccords bimétalliques. Ces derniers, ainsi que les plaquettes bimétalliques (utilisées pour les raccords de circuit de terre) permettent le raccordement de deux connexions ou matériaux de nature différente (en général alliage cuivre et d'aluminium ou alliage de cuivre et zinc).
Le montage des plaquettes bimétalliques doit être effectué, dans la mesure du possible, de façon à éviter le ruissellement des sels cuivre sur l'aluminium.

Raccords en alliage d'aluminium

Raccordement boulonné plage-plage :
Ces opérations ne concernent pas les plages de certains raccords, qui sont livrées enduites de pâte de contact et protégées. Dans ce cas, il convient simplement d'enlever la protection. Ces plages fournissent un exemple de la qualité de graisse à déposer sur les plages.
Les opérations décrites ci-dessous sont à mettre en œuvre au premier montage mais aussi lors des opérations d'entretien démontage-remontage.

Matériel nécessaire :

10. Graisse de contact (« Contactal HPG » ou similaire) et graisse neutre,
11. Outil de brossage : brosse métallique à brins fins inox, ou brosse rotative montée sur perceuse portative,
12. Chiffons secs,
13. Clé à pipe standard,
14. Pinceau,
15. Éventuellement mastic ou graisse d'étanchéité,
16. Solvant (agréé par la législation du travail) pour une opération démontage-remontage.

Préparation et nettoyage des contacts :
Cette opération a pour but d'enlever la couche d'oxyde d'aluminium (alumine), qui se forme sur tout alliage d'aluminium dès qu'il est soumis au contact de l'air, et d'éviter une nouvelle formation de cette pellicule par l'interposition d'une légère couche de graisse.

Elle consiste principalement en un brossage sous graisse.
Les surface de contact sont brossées sous graisse « Contactal HPG » (graisse chargée en zinc et dont la plage d'utilisation est de – 40 à + 150° C) ou graisse neutre.
Déposer sur toute la surface une couche de graisse de 1 mm d'épaisseur environ, enduire également l'outil de brossage de la même graisse.
Le brossage est effectué avec l'un des outils préconisés ci-dessus.

Cette opération est à effectuer sur toute la surface à assembler en plusieurs passes à traits croisés.

Le brossage s'arrête lorsque le quadrillage est bien visible sous la graisse. L'outil utilisé pour le brossage ne doit servir qu'à ce genre d'opération et est essuyé à sec. Il doit être rangé à l'abri des poussières et nettoyé au solvant avant chaque nouvelle période d'utilisation pour ôter toutes les particules y compris la graisse ancienne.

Cette première graisse est essuyée sans frotter avec un chiffon sec non pelucheux en prenant soin de ne pas réexposer la surface brossée à l'air. Une légère couche définitive et régulière de graisse de contact type « Contactal HPG » ou similaire (épaisseur inférieure à 1 mm) est appliquée avec un pinceau.

Assemblage :

Les deux surfaces à assembler sont préparées de façon identique à l'exception de la couche définitive qui ne peut être appliquée que sur l'un des deux composants (le raccord, selon le cas).
Elles sont assemblées sans attendre (15 minutes maxi). La boulonnerie est ensuite mise en place et bloquée au couple de serrage préconisé. Le serrage doit être effectué par séquences et par approches successives du couple nominal.

Il convient d'éviter soigneusement que la boulonnerie ne soit enduite de graisse, car sa présence modifierait la relation entre le couple de serrage et l'effort axial.
La graisse en excès sur le pourtour du contact est essuyée à l'aide d'un chiffon sec. Il est souhaitable de protéger les surfaces de contact contre les entées d'eau qui peuvent se produire par la boulonnerie d'assemblage ou par des espaces existants (mêmes s'ils sont momentanément remplis par la graisse). Pour ce faire, l'utilisation de mastic pâteux ou semi liquide est recommandé (type RUBSON : liquid Rubber, liquid Rubber S, Aluminium ou SICAFLEX par exemple).

Raccordement boulonné tube-raccord tube :

Le mode opératoire décrit précédemment est à mettre en œuvre pour ces types d'assemblage. Cependant certains fournisseurs préconisent l'utilisation de graisse neutre (vaseline) pour le premier brossage puis l'application d'une fine couche définitive de graisse de contact pour les gorges de ces raccords.

Dans tous les cas, il y a lieu de se conformer aux instructions de mise en œuvre et de montage prescrites par les fournisseurs.
De plus les recommandations suivantes sont à appliquer :

17. Dans ces raccords, les boulons des brides maintenant le tube doivent être montés dans la mesure du possible en position verticale (selon les instructions de montage des fournisseurs, en général têtes de vis en bas et écrous-contre écrous en haut).
18. Les porte-tubes réalisant un appui articulé comprennent un dispositif permettant un jeu en dilatation de tube de 60mm. Ce dispositif possède des graduations repère, à utiliser pour le montage correct du raccord en fonction de la température ambiante (une notice de montage est habituellement fournie par le constructeur du raccord).
19. Les porte-tubes réalisant un encastrement permettent un réglage de l'inclinaison du tube dans la limite de + ou - 6° par rapport à l'horizontale. La séquence normale de montage d'un raccord de ce type est la suivante :
    1. mise en place du raccord sur la colonne isolante avec serrage des vis de fixation à une valeur inférieure au couple préconisé de manière à assurer une bonne liaison sans bloquer le raccord en rotation.
    2. mise en place du tube avec serrage des brides au couple, suivant les instructions du constructeur,
    3. serrage des vis de blocage du dispositif permettant l'inclinaison + ou - 6° au couple préconisé - blocage au couple des vis fixation du raccord sur son embase.
20. Dans le cas de raccords où tube est interrompu (la continuité électrique étant assurée par des shunts), le tube ne sera pas coupé au ras des raccords tubes, afin de réserver

la possibilité future de remplacer un raccord par un modèle équivalent dont la géométrie serait légèrement différente ; toutefois, dans le cas des raccords à dilatation, l'intervalle entre les extrémités des tubes coupés sera suffisant pour permettre le jeu en dilatation de ces tubes.

Raccordement comprimé :
Ce raccordement est effectué par une compression hexagonale du raccord sur le conducteur. Les recommandations du cahier correspondant des Dispositions Types des raccords qui sont à mettre en œuvre pour ce type de raccordement.

Raccordement par étriers câble – raccord câble :
La mise en œuvre de ce type de raccordement a pour but d'assembler mécaniquement un câble sur un raccord (blocs bifilaires, entretoise, serre câble sur colonne isolante...).
Cependant pour certains raccords, il assure également un contact électrique (ex : raccord droit équerre ou équerre bimétallique pour câble...).

Raccords en alliage de cuivre

Raccordement boulonnage plage-plage :
Matériel nécessaire :

21. Outil de brossage : brossage métallique (différente de celle utilisée pour le brossage des raccords d'aluminium).
22. Graisse neutre
23. Éventuellement mastic ou graisse d'étanchéité e (vaseline P4)
24. Chiffons secs,
25. Clé dynamométrique
26. Clé à pipe standard,
27. Pinceau

Préparation et nettoyage des contacts :
Aucune préparation particulière n'est requise pour les raccords et les plages en bronze ou en cuivre.
Cependant il est nécessaire d'éliminer les pellicules superficielles d'oxyde ou de couches étrangères, peu conductrices, et d'empêcher leur reconstitution.
Les surfaces de contact sont brossées à l'aide de la brosse métallique spécifique à cet usage. Cette opération est à effectuer sur toute la surface à assembler jusqu'à obtenir une surface de cuivre bien brillante.
L'outil utilisé pour le brossage ne doit servir qu'à ce genre d'opération. Il est nettoyé et rangé à l'abri des poussières.
Une légère couche définitive et régulière de graisse neutre (genre vaseline, épaisseur inférieure à 1 mm) est appliquée avec un pinceau. L'utilisation de cette graisse a pour but principal d'éviter une éventuelle pénétration d'eau entre les contacts.

Assemblage :
Les deux surfaces à assembler sont préparées de façon identique. Elles sont assemblées sans attendre (15 minutes maxi). La boulonnerie est ensuite mise en place et bloquée au couple de serrage préconisé par approches successives et selon les séquences définies par le fournisseur du raccord.
Il convient d'éviter soigneusement que la boulonnerie ne soit enduite de graisse, car sa présence modifierait la relation entre le couple de serrage et l'effort axial.
La graisse en excès sur le pourtour du contact est essuyée à l'aide d'un chiffon sec. Il est souhaitable de protéger les surfaces de contact contre les entrées d'eau qui peuvent se produire par la boulonnerie d'assemblage ou par des espaces existants (mêmes s'ils sont momentanément remplis par la graisse). Pour ce faire, l'utilisation de mastic pâteux ou semi liquide est recommandé (type RUBSON : liquid Rubber, liquid Rubber S, Aluminium ou SICAFLEX par exemple).

Raccordement boulonnage tube – raccord tube :
Ce raccordement est habituellement utilisé pour la mise à la terre des neutres de transformateurs. Le mode opératoire décrit précédemment est à mettre en œuvre pour ce type d'assemblage.
Dans tous les cas il y a lieu de se conformer aux instructions de mise en œuvre et de montage prescrites par les fournisseurs.
Dans ces raccords, les boulons des brides maintenant le tube doivent être montés dans la mesure du possible en position verticale.

Raccordement comprimé :
Pour ce type de raccord, il est nécessaire d'utiliser les matrices préconisées par le constructeur des raccords.
L'utilisation des raccords de dérivation ou de croisement pour conducteurs de terre (raccords type J ou type K) doit être limité autant que possible. Concernant les raccordements enterrés, ils seront de type aluminothermique.
Le raccordement des câbles de cuivre sur les bornes filetées des appareils est réalisé à l'aide de cosses serties par rétreint hexagonal. Un contre-écrou permet d'assurer le verrouillage du serrage.

Raccordements bimétalliques et par étriers câble - raccord câble :
Pour ce type de raccordement, il y a lieu d'appliquer les différentes dispositions précisées dans les sections précédentes pour l'aluminium et pour le cuivre. Elles ne s'appliquent qu'aux connexions et parties de raccords concernés. Les joints bimétalliques (montés et préparés en usine) ne doivent jamais être démontés sur des raccords de ce type. Les boulons d'assemblage serrés au couple par le constructeur ne doivent pas être resserrés.

Couples de serrage :
28. L'utilisation d'une clé dynamométrique ou à échappement est obligatoire (vérifier périodiquement son étalonnage),
29. Le serrage des boulons doit être effectué selon le couple indiqué par le Constructeur de raccords. A défaut de cette indication, les couples de serrage usuels ci-dessous peuvent être utilisés. Tout serrage supplémentaire est nuisible.

Chaque boulon ou étrier doit comporter un contre écrou permettant de verrouiller le serrage des écrous.
Les boulons après serrage doivent porter, une marque de couleur.

1. Canalisations souterraines MT

1. Type de câble (suivant norme IEC 502)

Les câbles utilisés sont :
30. Unipolaires,
31. De tension spécifiée 30 kV (36kV),
32. À âme conductrice en aluminium ou en cuivre, de section égale à 240, 400 ou 630 mm 2 ,
33. À isolation synthétique en polyéthylène réticulé (PR).

L'écran métallique sur l'isolant est capable de transiter 1 000 A pendant 5 secondes.

1. Choix des câbles

Pour les câbles enterrés, les intensités sont calculées en régime discontinu au sens de la norme IEC 287.

2. Dans le sol

Les câbles devront être enterrés à 80 cm de profondeur environ.
Les câbles d'un même terne (groupe de 3 câbles de phases différentes) seront disposés en trèfle dans le caniveau rempli de sable.

Les ternes appartenant à une même liaison seront disposés dans une même fouille en respectant une distance d'environ 30 cm entre deux caniveaux.

Dans les parties sous chaussées ou en traversées de mur, les câbles devront être protégés par des fourreaux en matière plastique, disposés en trèfle, à raison d'un câble par fourreau. Dans le sol, ces fourreaux seront noyés dans du béton en respectant un entraxe d'environ 50 cm. L'emploi de fourreaux en matériau magnétique (fonte ou acier) est interdit avec les câbles unipolaires.

Nota : L'emploi de remblai de résistivité thermique contrôlée doit être exceptionnel.

3. Hors sol

Dans les parcours horizontaux, les câbles peuvent être :

34. Soit posés à même le sol dans des caniveaux remplis de sable,
35. Soit posés sur des tablettes et solidement amarrés à celles–ci, à raison d'un terne par tablette et d'un écartement de 30 cm environ entre tablettes.

Dans les parcours verticaux, les câbles seront soigneusement maintenus par des colliers en matériau non magnétique.

1. Parallélisme de tracé

On veillera à respecter le plus possible le parallélisme de tracé des différents ternes constituant une même liaison afin d'éviter de créer un déséquilibre dans la répartition du courant total à transiter entre eux. Pour cela il faut que les impédances propres des câbles soient identiques, c'est–à–dire que ces câbles aient même spécification et même longueur. Il faut en outre adopter une disposition des conducteurs qui donne, pour tous les câbles d'une même phase, une tension induite, par l'ensemble des câbles de la liaison, aussi identique que possible.

36. LIVRAISON

Le Constructeur tient compte des contingences de transport sur site liées aux distances, et procédures douanières.

Le Constructeur tient compte du programme de disponibilité des voies d'accès et de la place de stockage dans les postes, selon les indications du Maitre d'Ouvrage. Le Constructeur est notamment responsable de l'éventuel entreposage extérieur des fournitures livrées.

L'emballage des équipements sera celui nécessaire pour un transport maritime et terrestre.

37. MONTAGE ET INSTALLATION

Le Constructeur dispose pour ses installations de chantier des espaces désignés par le Maitre d'ouvrage. Aucun stockage de grosse pièce ne pourra se faire en dehors de ces espaces.

Le Constructeur associera étroitement au montage le personnel du Maître de l'ouvrage. Il le tiendra notamment informé :

1. Des phases principales de montage et des détails de montage particulièrement importants ;
2. Des modifications adoptées en cours de montage ;
3. Des réglages au montage et des configurations initiales des instruments ;

4. De tous les faits marquants et incidents survenus sur le chantier.
5. Le Constructeur participera à une séance de chantier hebdomadaire et y soumettra à l'approbation du Maitre d'Ouvrage ou de son Représentant son programme détaillé d'intervention, mis à jour, pour les 4 semaines suivantes.

Plusieurs copies de la documentation du fabricant seront incluses dans l'emballage des équipements au moment de leur livraison. Le Constructeur :
1. Utilise une (1) copie pour ses besoins lors du montage et de la mise en service ;
2. Dépose une (1) copie qu'il entreposera dans un classeur central ;
3. Remet une (1) copie au Maître d'Ouvrage.

4. SUIVI DES TRAVAUX, ESSAIS, RECEPTION ET MISE EN SERVICE

1. Généralités

Les procédures d'essais et de mise en services sont produites par l'Entrepreneur dans le but d'établir une façon méthodique de mener les activités d'essai et de mise en service des nouveaux ouvrages. Ces procédures intègreront un planning décrivant les possibilités de réception des ouvrages (avant le début des essais) et des levées de réserves (avant la mise en service définitive).

C'est le Superviseur de mise en service de l'Entrepreneur qui aura la charge de la gestion de la mise en service des installations en coordination avec le Maître d'Ouvrage ou son Représentant.

Avant de commencer la mise en service, les procédures seront revues, discutées et feront l'objet d'une entente entre le Maître d'ouvrage et L'Entrepreneur.

2. Suivi des travaux

Les équipes techniques et administratives du Maître d'Ouvrage ont la charge du suivi des travaux à réaliser par l'Entrepreneur. A ce titre, elle s'occupe de :
5. Délivrer les autorisations de travail à l'Entrepreneur ;
6. Valider les études d'exécution, les différents plans et schémas
7. Mettre en chantier l'Entrepreneur et ses sous-traitants
8. Animer les réunions de chantier
9. Suivre les différents chantiers en apportant des corrections sur
10. Assister et valider les Site Acceptance Tests pour des équipements
11. Assurer en liaison avec l'Entrepreneur la sécurité des biens et des personnes

A cet effet, l'ensemble des frais inerrants à cette gestion de travaux seront à la charge de l'entrepreneur et ne devraient pas excéder les taux ci-dessous de l'offre totale par lot :

Tableau 39 : Plafonnement des frais généraux en lot

Lots	Plafond (%)
Lot 1 : Ouverture et renforcement de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi (des pylônes 1 à 4)	2%
Lot 2 : Construction du Poste Haute Tension 90/15 kV de Prometal	2%

Ces moyens financiers couvrent les charges suivantes sans limitation :
12. Frais de mission en local du personnel du Maître d'Ouvrage soit :
    1. Directeur Général et Directeur Général Adjoint : 150 000 Fcfa/jour
    2. Directeurs : 100 000 Fcfa/jour

3. Sous-directeurs et coordonnateur : 80 000 Fcfa/jour
4. Chefs de Centre, chargés d'études, chef service ou assimilés : 60 000 Fcfa/jour
5. Ingénieurs, cadres assistant : 50 000 Fcfa/jour
6. Techniciens : 40 000 Fcfa/jour
7. Chauffeurs et électriciens : 25 000 Fcfa/jour

13. Frais de carburant et de location de véhicules
14. Commodités pour la tenue des réunions
15. Restauration de chantier
16. etc

1. Plan de mise en service

Le plan de mise en service est préparé dans le but de présenter au Maître d'ouvrage le déroulement des essais, de la réception des ouvrages et de la mise en service :

1. Les équipements ont été installés correctement ;
2. Les équipements ont été installés au bon endroit ;
3. Les équipements n'ont pas été affectés par le transport ou l'installation ;
4. L'ensemble de l'installation a été faite correctement ;
5. L'ensemble de l'installation peut être mise sous tension en toute sécurité et peut entrer en exploitation.

Ces activités seront réalisées en deux phases, divisées de la manière suivante :

1. Activités préalables à la mise en service : Diffusion des plans 'As built' et des manuels (d'exploitation et de maintenance) un mois avant la mise en service, inspection et essais des équipements et des systèmes devant mener à la réception de chacun d'eux afin de procéder à une première mise sous tension et à une exploitation préliminaire. Ces activités mèneront à la validation d'un certificat d'achèvement provisoire listant les réserves à lever. Cette période a une durée de trois (03) mois.

1. Mise en service : inspection, essais opérationnels et de performance des équipements sous tension pendant l'exploitation préliminaire, dans le but de procéder à la réception des systèmes aux fins d'exploitation à l'essai et d'exploitation commerciale (vérification de la levée des réserves) et transmission du certificat d'achèvement définitif.

1. Organisation

La mise en service est organisée en groupes de travail supervisés par un directeur qui assure la coordination avec le Maitre d'ouvrage. Les activités des divers groupes sont exécutées en parallèle. Au cas où le contrat comporte plus d'un poste, on doit accorder une attention particulière à la coordination afin de s'assurer de la disponibilité de toutes les parties prenantes.

1. Comité de mise en service

Le comité de mise en service a pour objectif principal d'élaborer des procédures communes en vue de l'intégration de toutes les parties de la mise en service.
Le comité se composera d'un superviseur général de la mise en service, des équipes de mise en service, chacune formée d'un superviseur, d'un représentant du fabricant et d'un représentant du Maître de l'Ouvrage.

Il est essentiel que le comité de mise en service soit informé suffisamment à l'avance :

2. Du calendrier préliminaire d'exploitation de chaque équipement et/ou système ;
3. Des exigences en matière de mise en service et de personnel d'exploitation.

Le comité de mise en service fournira tous les efforts nécessaires pour que la main-d'œuvre soit disponible au moment voulu afin d'éviter toute répétition non nécessaire des essais et d'assurer une transition sans heurt entre la construction et l'exploitation préliminaire et commerciale.

1. Superviseur Général de la mise en service

Le superviseur général de la mise en service a pour fonction de :

1. Préparer le programme de mise en service, y compris les essais et la mise sous tension séquentielle ;
2. Préparer le calendrier de mise en service ;
3. Assurer la coordination avec les principaux fabricants d'équipements ;
4. Assurer la coordination entre les équipes de construction des postes et des lignes (des autres Constructeurs) ;
5. Coordonner les échanges de spécialistes et d'appareils avec les équipes de mise en service
6. Informer le Maitre d'ouvrage des activités de mise en service ;
7. Obtenir du Maitre de l'Ouvrage ou de son délégué, le Maitre d'ouvrage l'approbation de la mise sous tension partielle et complète ;
8. Assurer la coordination de la construction avec les entrepreneurs afin de résoudre les problèmes d'installation ;
9. Préparer, de concert avec le Maitre d'ouvrage, les procédures d'exploitation de chaque poste.

1. Représentant du fabricant

Le Constructeur nommera un représentant du fabricant afin d'assister son personnel pendant la mise en service, particulièrement en ce qui concerne les équipements spécialisés (tels les disjoncteurs, les transformateurs de puissance, sectionneurs, etc.).

Les tâches du représentant comprennent ce qui suit :

1. Superviser l'installation des équipements ;
2. Élaborer et soumettre le programme de mise en service à l'approbation du Maitre de l'Ouvrage ou de son délégué le Maitre d'ouvrage ;
3. Vérifier si leurs équipements ont été installés correctement ;
4. Tester les équipements conformément aux formulaires de mise en service ;
5. Répondre aux questions du Maitre de l'Ouvrage ou de son délégué le Maitre d'ouvrage et des équipes de mise en service ;
6. Justifier les résultats des essais auprès du Maitre d'ouvrage et de l'équipe de mise en service ;
7. Expliquer au Maitre d'ouvrage et à l'équipe de mise en service la méthodologie employée et l'avancement des essais ;
8. Préparer et soumettre le rapport de mise en service au directeur de la mise en service ;

Le fabricant doit fournir toute l'assistance nécessaire et coopérer aux essais et à la mise en service lorsqu'il en est directement responsable.

1. Responsabilité de L'entrepreneur

Le Constructeur a pour responsabilité de livrer une installation entièrement fonctionnelle. Pour ce faire, il doit exécuter toutes les tâches de mise en service, y compris la période d'essai de deux (02) semaines.

Toutes les fonctions du comité de mise en service seront assumées par le personnel du Constructeur qui :

1. Fournira un soutien logistique à la mise en service : transport du comité de mise en service, des appareils, des outils, des matériaux, etc. ;
2. Fournira un système de communication adéquat entre les postes ainsi qu'un système de radiocommunication (émetteur-récepteur portatif) pour les communications locales ;
3. Fournira les techniciens et la main-d'œuvre nécessaires pour corriger les ouvrages électromécaniques et de génie civil ;

4. Établira et mettra en application ses propres procédures de sécurité concernant les équipements, les systèmes et les aires de travail, ainsi que l'étiquetage de tous les équipements afin d'indiquer qu'ils sont en période d'exploitation préliminaire.

Le Maître de l'Ouvrage doit établir et mettre en application son propre étiquetage ainsi que ses procédures de sécurité et d'autorisation de travail pour la protection du personnel et des équipements, et ce, aussitôt que les équipements et/ou les systèmes ont été mis sous tension à partir du réseau en place.

5. FORMATION DU PERSONNEL DU MAITRE DE L'OUVRAGE

1. Participation aux essais en usine

1. Principes

Avant l'expédition du matériel, les équipements ou les appareils compris doivent être soumis séparément, en usine, aux essais de routine définis par la norme prescrite à cet effet, pour vérifier le bon fonctionnement du matériel et sa conformité aux spécifications et garanties. Le matériel, les équipements ou les appareils ne peuvent être expédiés que si les essais en usine sont satisfaisants et que les rapports d'essais définitifs n'aient été transmis au Maître d'Ouvrage.

Les essais seront effectués aux frais de l'entrepreneur qui veille à leur propre exécution.
L'entrepreneur prendra à sa charge la participation aux essais en usine du nombre de personnes du Maître de l'Ouvrage accompagné éventuellement d'un représentant mandaté par celui-ci pour le représenter pour les essais suivants conformément au présent document.

Pour le lot 1 :

1. Essais en usine des câbles souterrains

Pour le lot 2 :

1. Essais en usine du transformateur de puissance
2. Essais en usine des réducteurs de mesures
3. Essais en usine des disjoncteurs
4. Essais en usine des cellules sous enveloppe métallique moyenne tension
5. Essais en usine des équipements de contrôle commande et protection
6. Essais en usine des équipements de SCADA, CCN et télécom

1. Modalités de participation aux essais en usine

Le Constructeur invitera au maximum quatre (4) représentants du Maitre de l'Ouvrage pour chaque session d'essais en usine pour tester les équipements suivants et ainsi vérifier leurs conformités avec les spécifications garanties :

Tableau 40 : Dispatching des essais usines

Dénomination	Nombre de participants	Durée des essais
Transformateurs de puissance	4	1 semaine
Cellules MT	3	1 semaine
Contrôle commande et protection	4	1 semaine
SCADA, CCN et Télécom	2	1 semaine
Disjoncteurs	2	1 semaine
Réducteurs de mesures	2	1 semaine
Câbles et extrémités	4	1 semaine

Dans le cas des formations et/ou réception usine réalisées en dehors du Cameroun, les coûts liés aux billets d'avion, à l'hébergement, aux repas, au transport local, aux frais de visa du personnel du Maître d'Ouvrage seront à la charge de l'Entrepreneur et seront alors inclus dans le montant global du marché des travaux. Des per diem, mis à disposition par l'Entrepreneur

avant les débuts des travaux, seront alloués aux participants pour la couverture de leurs autres frais applicables, aux taux journaliers fixés par le DSA (Daily Subsistence Allowance) des Nations Unies."

Les classes de billets d'avion à mettre à la disposition du personnel du Maitre d'Ouvrage en déplacement hors du Cameroun, en fonction des positions occupées au sein de la SONATREL, sont les suivantes :

1. Directeur Général et Directeur Général Adjoint : Classe Business
2. Directeurs, Sous-directeurs, et autres personnels : Classe Economique

1. Formation sur site du personnel exploitant

Pour faciliter la prise en main des postes HT, le Constructeur formera sur le tas, le personnel exploitant du Maitre de l'Ouvrage pendant toute la durée des travaux de montage et de mise en service.

Le personnel exploitant sera composé de :

1. Quatre (4) Chef de postes ;
2. Huit (8) techniciens HT ;
3. Huit (8) techniciens BT.

Ils participeront au montage et à la mise en service :

1. Des équipements HT et MT (en particulier disjoncteurs et sectionneurs HT pour lesquels la réception sera réalisée sur site conjointement aux formations) ;
2. Des équipements BT, contrôle-commande et protection ;

1. Formation chez les fabricants

Le Constructeur organisera, hors du Cameroun, une formation aux sièges des fabricants d'équipements pour le personnel du Maitre de l'Ouvrage.

Ces formations porteront sur l'exploitation et la maintenance des équipements suivants :

1. Transformateurs de puissance (pour quatre personnes) ;
2. Cellule HTA (pour quatre personnes) ;
3. Equipements de Contrôle-Commande et protections (pour quatre personnes) ;
4. Installation, maintenance et intervention sur les câbles souterrains HT (Pose des câbles, confection des extrémités et boites de jonction) (pour quatre personnes).

En rappel, Dans le cas des formations et/ou réception usine réalisées en dehors du Cameroun, les coûts liés aux billets d'avion, à l'hébergement, aux repas, au transport local, aux frais de visa du personnel du Maître d'Ouvrage seront à la charge de l'Entrepreneur et seront alors inclus dans le montant global du marché des travaux. Des per diem, mis à disposition par l'Entrepreneur avant les débuts des travaux, seront alloués aux participants pour la couverture de leurs autres frais applicables, aux taux journaliers fixés par le DSA (Daily Subsistence Allowance) des Nations Unies."

Les classes de billets d'avion à mettre à la disposition du personnel du Maitre d'Ouvrage en déplacement hors du Cameroun, en fonction des positions occupées au sein de la SONATREL, sont les suivantes :

5. Directeur Général et Directeur Général Adjoint : Classe Business
6. Directeurs, Sous-directeurs, et autres personnels : Classe Economique

7. SPECIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES

Cette section du document détail l'ensemble des travaux à réaliser dans les différents lots afin de garantir l'alimentation HT de PROMETAL

1. Etudes d'exécution

Les prestations d'ingénierie à fournir par le Contractant sont détaillées dans le présent document. L'entrepreneur devra fournir l'ensemble des études nécessaires à la bonne exécution du projet.

2. Spécifications techniques particulières lot 1

1. Généralités

Les prestations d'ingénierie à fournir sont détaillées dans le présent document. L'entrepreneur devra fournir l'ensemble des études nécessaires à la bonne exécution du projet « clé en main ».

Les lignes qui desserviront le nouveau poste de PROMETAL seront de type aéro-souterraine et se réaliseront par l'ouverture de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi actuel et renforcement du tronçon d'un (1) kilomètre entre le poste de Logbaba et le pylône 4 de ladite ligne.

2. Description des prestations à réaliser

Les prestations à réaliser (objet du marché) comprennent sans se limiter :

1. Réalisation des études d'ingénierie ;
2. Réalisation des études topographiques, géotechniques ;
3. Réalisation des études de déplacement des réseaux des autres concessionnaires ;
4. Renforcement capacité de transit de la ligne 90 kV Logbaba – Koumassi (pylône 1 à 4) :
    1. Fourniture de pylônes complets
    2. Fourniture conducteur HTLS GTACSR 353 mm² (4000 m) ;
    3. Fourniture conducteur Almelec 570 mm² (1000 m) ;
    4. Fourniture des chaînes isolateurs ;
    5. Fourniture des accessoires d'ancrage et d'alignement;
    6. Fourniture des matériels supplémentaires de maintenance en pièce de rechange :
        1. 200 Cornières galvanisées à ailes égales de 40x40x4 (6m)
        2. 200 Cornières galvanisées à ailes égales de 45x45x4,5 (6m)
        3. 200 Cornières galvanisées à ailes égales de 50x50x5 (6m)
        4. 100 Cornières galvanisées à ailes égales de 60x60x6 (6m)
        5. 25 Cornières galvanisées à ailes égales de 120x120x12 (6m)
        6. 6000 éléments d'isolateur profil standard U100BS
    7. Fourniture de câble fibre optique ADSS 96 brins G656, 656D (3000 m)
    8. Pièces de rechange
    9. Insertion et/ou modification des pylônes :
        1. Les massifs de fondation
        2. Mise à la terre
        3. Montage des pylônes à l'aide d'une grue
        4. Reprise des conducteurs
    10. Dépose des conducteurs 366 mm² Almelec existant (3 x 1000 m)
    11. Déroulage, réglage et mise sous pince du nouveau conducteur HTLS ;
    12. Renforcement des liaisons de la travée ligne 90 kV Koumassi au poste de Logbaba ;

13. L’ensemble des raccordements HT;
14. Outillage spécifique pour maintenance des conducteurs HTLS proposés ;
15. La vérification et amélioration des résistances de MALT des pylônes et autres structures métalliques.

5. Construction de deux (02) plateformes aéro-souterraines ; (y compris matériels) comprenant :
    1. Le renforcement du pylône N°4
    2. L’insertion d’un nouveau pylône pour ouverture de la ligne existante
    3. Les massifs de fondation ;
    4. Les portiques métalliques
    5. Les charpentes supports ;
    6. La mise à la terre des charpentes ;
    7. Les colonnes isolantes ;
    8. Parafoudre de phase 90 kV (1/ phase + 1 réserve) ;
    9. Terminaison de câbles 90 kV (1/ phase + 1 réserve) ;
    10. Deux (2) boîtes de jonction pour fibre optique
    11. Accessoires de raccordement ;
    12. Plaques signalétiques ;
    13. L’ensemble des raccordements HT

6. Réalisation réseau 90 kV souterrain ; (y compris matériels) comprenant :
    1. Traçage et réalisation des fouilles ;
    2. Ouverture de la tranchée et blindage des fouilles ;
    3. Fourreaux PVC Haute Pression enrobés de béton armé ;
    4. Compactage et remblayage ;
    5. Fusées latérales pour la traversée de route ;
    6. Passage des fourreaux PVC HP sous la traversée de la route ;
    7. Pompage du béton par injection dans les tranchées de traversée de la route ;
    8. La mise à la terre des charpentes ;
    9. Mise en place des fourreaux PVC HP et des peignes qui les maintiennent ;
    10. Coulage du béton ;
    11. Remblayage des fouilles et pose du grillage avertisseur ;
    12. Fourniture câble XLPE 100 kV Alu section 1600 mm² (2000 ml)
    13. Déroulage des différents câbles ;
    14. Terminaison de câbles 90 kV (1/ phase + 1 réserve) ;
    15. Réfection du sol (chaussées, espaces verts, etc.) ;
    16. Nettoyage et remise en état du site ;
    17. Accessoires de raccordement ;
    18. Plaques signalétiques ;
    19. L’ensemble des raccordements HT
    20. Outillage spécifique de maintenance des câbles
    21. Kit de pièces de rechange pour réparation câble

22. Spécifications techniques particulières lot 2

1. Généralité

Les prestations d'ingénierie à fournir sont détaillées dans le présent document. L'entrepreneur devra fournir l'ensemble des études nécessaires à la bonne exécution du projet.

Le nouveau poste de Prometal est de type AIS avec deux arrivées lignes en aéro-souterrain via deux travées lignes et une travée transformateur complètement équipées et à mettre en service. Le génie civil de la deuxième travée transformateur doit être complètement réalisé mais la travée sera non équipée. Un bâtiment unique comprendra une salle de cellules MT, salle des auxiliaires, salle de commande avec l'ensemble des armoires.

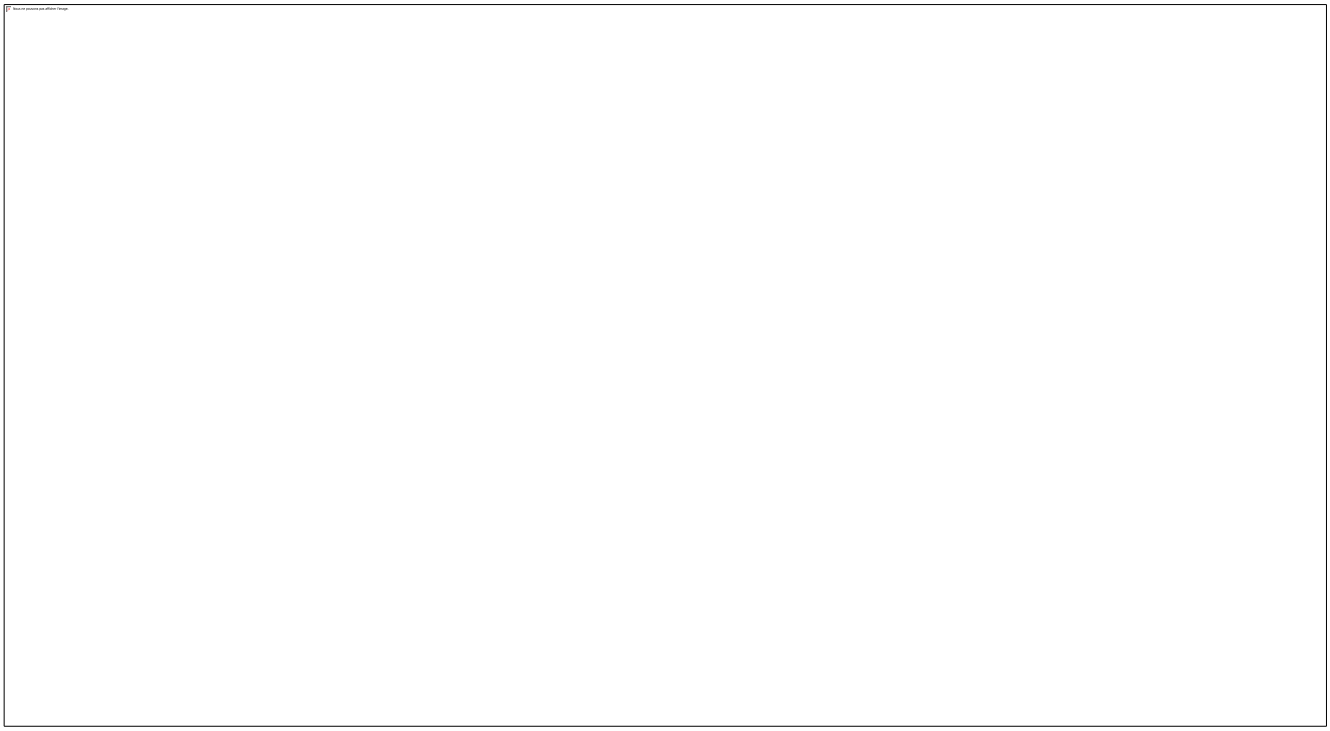


Figure 13 : Aménagement du poste Prometal

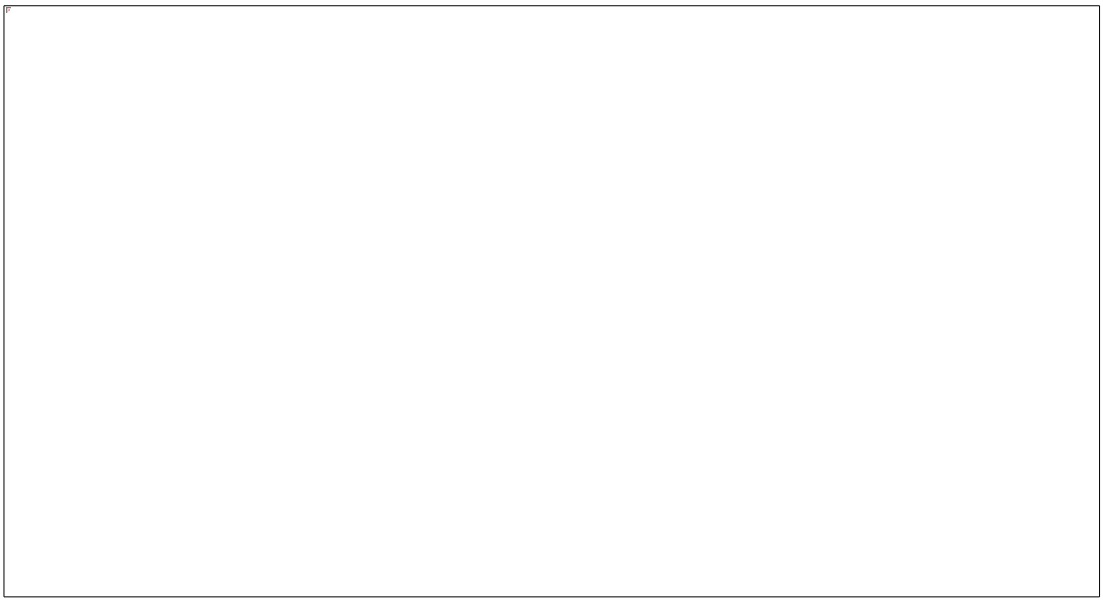


Figure 14 : Plan descriptif du bâtiment

2. Description des travaux à réaliser

Les travaux de création du poste 90/15 kV de Prometal (objet du marché) comprennent sans se limiter :

7. Réalisation des modifications de la clôture périphérique ;
8. Réalisation de la clôture grillagée de la zone HT ;
9. Fourniture et installation des portails ;
10. Réalisation des pistes lourdes et légères ;
11. Construction et équipement du bâtiment contrôle commande intégrant les cellules MT ;
12. Construction et équipement de la guérite de gardiennage ;
13. Réalisation du réseau de MALT du poste ;
14. Fourniture et installation des bornes de pré-balisage ;
15. Fourniture et installation des caniveaux HT ;
16. Fourniture et installation des caniveaux MT ;
17. Fourniture et installation des caniveaux BT ;
18. Réalisation des réseaux (télécom, eaux potables, eaux usées) ;
19. Réalisation du circuit d'éclairage extérieur ;
20. Fourniture et installation d'une protection incendie (émulseurs + détection incendie bâtiment contrôle commande) ;
21. Construction d'un jeu de barres 90 kV en tube (y compris matériels HT et BT) comprenant :
    1. Les massifs de fondation ;
    2. Les charpentes supports ;
    3. La mise à la terre des charpentes ;
    4. Les tubes Alu et raccords associés ;
    5. transformateurs de tension 90 kV (1/phase) ;
    6. Plaques signalétiques ;
    7. Circuit d'éclairage sur charpentes ;
    8. L'ensemble des raccordements HT et BT ;
22. Construction de deux (2) travées lignes 90 kV (LOGBABA et KOUMASSI) (y compris matériels HT et BT) :
    1. Les massifs de fondation ;
    2. Les charpentes supports et portiques métalliques ;
    3. La mise à la terre des charpentes ;
    4. Les colonnes isolantes ;
    5. Les transformateurs de courant ligne 90 kV (1/ phase) ;
    6. Les transformateurs de tension ligne 90 kV (1/ phase) ;
    7. Le sectionneur ligne et terre combiné 90 kV ;
    8. Le sectionneur de barres 90 kV ;
    9. Le disjoncteur unipolaire 90 kV ;
    10. Les parafoudres de phase 90 kV (1/ phase) ;
    11. Le TC tore masse câbles HT ;
    12. Plaques signalétiques ;
    13. Circuit d'éclairage sur charpentes ;
    14. L'ensemble des raccordements HT et BT
23. Construction de deux (02) travées transformateur 90 kV dont une seule travée sera équipée ; (y compris matériels HT et BT) comprenant :
    1. Les massifs de fondation ;
    2. Les portiques métalliques
    3. Les charpentes supports ;
    4. La mise à la terre des charpentes ;
    5. Les colonnes isolantes ;
    6. Les transformateurs de courant 90 kV (1/ phase) ;
    7. Le sectionneur barre rotatif 90 kV ;
    8. Le disjoncteur 90 kV ;
    9. Parafoudre de phase 90 kV (1/ phase + 1/réserve) ;

10. TC tore masse cuve, neutre 90 kV et masse câble MT, neutre 15 kV ;
11. Plaques signalétiques ;
12. Circuit d'éclairage sur charpentes ;
13. Un transformateur 90/16,5 kV triphasé 50-75 MVA ONAN-ONAF ;
14. TC monobloc 15 kV (1/phase)
15. Parafoudre 15 kV (1/phase)
16. Emergence MT ;
17. Une BPN 15 kV ;
18. Deux loges transformateurs 90/15 kV avec longrines et caillebotis galvanisés ;
19. Murs pare-feu ;
20. Mise à la terre des supports métallique ;
21. Plaques signalétiques ;
22. Circuit d'éclairage sur charpentes ;
23. L'ensemble des raccordements HT, MT et BT ;

24. Fourniture, installation et raccordement des services auxiliaires comprenant :
    1. Un (1) TSA 250 kVA ;
    2. Batteries 127 V (deux ensembles) ;
    3. Batteries 48 V (un ensemble) ;
    4. Redresseurs 127 V (deux ensembles) ;
    5. Redresseur 48V (un ensemble) ;
    6. Groupe Electrogène 70 kVA ;
    7. Permutation-automatique ;
    8. Colonnes distribution AC et DC ;
25. Fourniture, installation et raccordement d'un SCADA poste et de tout le système de contrôle commande numérique comprenant :
    1. Un fond de poste (Poste opérateur, poste ingénierie, calculateur de poste, réseau local, passerelle de télé-conduite, imprimante, tranche générale, supervision, MMS, et autres)
    2. Ensemble armoires de commande déportée ;
    3. Armoire de services généraux
    4. Armoire de comptage ;
    5. Armoire RTU
    6. Baie optique ;
    7. Horloge GPS ;
    8. Convertisseur téléphonique et téléphone IP ;
    9. Deux (02) armoires de contrôle, commande et protection lignes 90 kV Koumassi et Logbaba ;
    10. Une (1) armoire de contrôle, commande, protection et régulation Transformateur 90/15 kV
    11. Un (01) Qualimètre fixe dans l'armoire transformateur
26. Fourniture, installation et raccordement des cellules MT comprenant :
    1. Une (1) cellule 15 kV Arrivée TR ;
    2. Une (1) cellule 15 kV TT ;
    3. Une (1) cellule 15 kV départ TSA ;
    4. Cinq (5) cellules 15 kV départ usines Prometal ;
    5. Une (1) cellule 15 kV couplage ;
27. Fourniture et installation du mobilier du bâtiment (bureau, cuisine, toilettes, chambre d'astreinte et autres) et matériels informatiques (ordinateurs, imprimantes, et autres) ;
28. Fourniture des outils, matériels de sécurité et pièces de rechanges ;
29. Fourniture équipements et raccordement de la fibre optique au poste de Logbaba
30. Intégration des nouveaux ouvrages dans le SCADA SONATREL ;

1. Pièces de rechanges lot 2

Tableau 41 : Liste des pièces de rechange transformateur Lot 2

Dénomination	Unité	Quantité
Sonde PT 100	Pc	1
Moteur régleur en charge	Pc	1
Buchholz régleur	PC	1
Traversée tension primaire	Pc	1
Traversée tension secondaire	Pc	1
Moteur ventilateur	Pc	1
Ensemble de relais et de contacteurs armoire auxiliaire transformateur	Set	1
Résistance de chauffage	Set	1
Dispositif de buchholz	Pc	1
Jeu de garniture d'étanchéité	Set	1
Soupape de surpression	Pc	1
Dessicateur	Set	1
Fût de 208L d'huile	Pc	5
Ensemble disjoncteurs + relais contacteurs + redresseur AC/DC de l'armoire régleur	Set	1
Ensemble disjoncteurs + relais + contacteurs + contacteurs de l'armoire des auxiliaires	Set	1
Indicateur voyant de niveau d'huile conservateur	Pc	1

Tableau 42 : Liste des pièces de rechange disjoncteur Lot 2

Dénomination	Unité	Quantité
Jeu de contacts fixes et mobiles	Pc	2
Jeu de joints complet	Set	2
Moteur disjoncteur	Pc	2
Jeu de bobines d'enclenchement	Set	2
Jeu de bobines de déclenchement	Set	2
Résistance de chauffage	Set	2
Manostat	Set	2
Détecteur de fuite SF6	Pc	2

Jeu de relais pour le mécanisme de manœuvre	Set	2
Blocs de contacts auxiliaires	Pc	2
Jeu de lampes de signalisation, commutateurs, interrupteurs	Set	2
Jeu de matériel pour l'appoint en gaz	Set	2

Tableau 43 : Liste des pièces de rechange cellules MT Lot 2

Dénomination	Unité	Quantité
Disjoncteur tripolaire 15 kV complet	Pc	1
Un relai de protection	Pc	1
Transformateur de courant	Pc	3
Transformateur de tension	Pc	1
Jeu de fusible TT	Set	1
Bobine d'enclenchement	Pc	2
Bobine de déclenchement	Pc	2
Jeu de relais pour le mécanisme de manœuvre	Set	1
Moteur du mécanisme de manœuvre	Pc	1
Jeu de contacts auxiliaires pour la signalisation de l'état ouvert/fermé de chaque appareil de sectionnement	Set	1
Jeu de contacts auxiliaires pour la signalisation de la position embroché/essai/débroché de chaque appareil de sectionnement	Set	1
Jeu de lampes de signalisation, commutateurs, interrupteurs	Set	1
Jeu complet d'outillage de maintenance	Set	1

Tableau 44 : Liste des pièces de rechange sectionneur Lot 2

Dénomination	Unité	Quantité
Pôle de Sectionneur rotatif complet 90 kV	Pc	1
Commande complète de sectionneur 90 kV	Pc	1
Jeu de bobines d'ouverture	Set	2
Jeu de bobines de fermeture	Set	2
Résistance de chauffage	Set	2
Blocs de contacts auxiliaires	Set	1
Jeu de lampes de signalisation, commutateurs, interrupteurs	Set	1

Tableau 45 : Liste des pièces de rechange protection et contrôle commande lot 2

Dénomination	Unité	Quantité
Calculateur de tranche pour chaque type	Set	1
Relais de protection principale TR	Set	1
Commutateur pour le réseau local	Set	1
Passerelle télé-conduite	Set	1
5 relais auxiliaires de chaque type	Set	1
1 jeu de fusible de chaque type	Set	1

31. GARANTIES DE PERFORMANCES

1. Période de Garantie

La période de garantie est de douze (12) mois à partir de la réception provisoire.

La garantie couvre le remplacement du matériel défectueux. Si le Constructeur venait à utiliser les pièces de rechange pour le remplacement d'un matériel, il doit le réapprovisionner dans le stock.

2. Garanties techniques

1. Transformateur

Les soumissionnaires complète les valeurs garanties des transformateurs – formulaire FUNC-en tenant compte des critères d'évaluation.

Ces valeurs sont vérifiées en réception usine suivant les critères ci-dessous :

Pertes à vide ou pertes fer (prise principale)
Les pertes à vide feront l'objet d'une pénalité de 1% du prix du transformateur par kW dépassant la valeur garantie.
Si les pertes à vide dépassent de plus de 25 % la valeur garantie, tolérances de 10% comprises, le droit de rebut sera appliqué.

Pertes en charge ou pertes cuivre
Les pertes dans le cuivre feront l'objet d'une pénalité de 1 % du prix du transformateur par kW dépassant la valeur garantie. La pénalité s'applique au-delà d'une tolérance de 10 %.
Si les pertes en charge dépassent de plus de 25 % la valeur garantie, tolérances de 10% comprises, le droit de rebut sera appliqué.

Pertes totales
La somme des pertes à vide, pertes dans le cuivre et pertes par réfrigération fera l'objet d'une pénalité de 1 % du prix du transformateur par kW dépassant la somme des valeurs garanties. La pénalité s'applique au-delà d'une tolérance de 10 %.

Échauffement
Si les échauffements mesurés dépassent les valeurs garanties, le transformateur sera refusé.

Tension de court-circuit
La pénalité sera de 0.7 % du prix du transformateur par % d'écart au-delà des tolérances (± 7.5%) et le transformateur pourra être refusé pour un dépassement de ± 10 %.

1. Courant à vide

La pénalité sur la valeur du courant magnétisant à vide (0.1% In) sera de 0.3 % du prix du transformateur par % d'écart au-delà de la tolérance (30 %) et le transformateur pourra être refusé pour un dépassement de 50 %.

2. Rapport de transformation à vide

La pénalité sur la valeur du rapport de transformation à vide sera de 1.4 % du prix du transformateur par 0.1 % d'écart au-delà de la tolérance (1/200 du rapport garanti) et le rebut sera de droit si le rapport diffère de 1/100 du rapport garanti.

3. Mauvais couplage

L'appareil sera refusé si le couplage est incorrect.

PIECE 6 :

CADRE DU BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES (BPU)

LOT 1 : BORDEREAU DE PRIX UNITAIRES					
Postes	**Libellés**	**Unités**	**Qtés**	**Montant en chiffre**	**Montant en lettre**
1	**Etutes, réceptions et formations**				
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens	1		
1.2	Essais et Réception en usine des matériels de lignes(Conducteurs HTLS, câbles HTB et accessoires)	Ens	1		
2	**Fournitures Equipements**				
2.1	Pylône complet à treillis	U	2		
2.2	Câble souterrain unipolaire Alu XLPE 100 kV section 1600 mm²	ml	2 000		
2.3	Câble fibre optique ADSS 96 brins G656, 656D	ml	3 000		
2.4	Conducteur HTLS type GTACSR 353 mm²	ml	4 000		
2.5	Conducteur Almelec 570 mm²	ml	1 000		
2.6	Chaîne d'isolateurs complète y compris accessoires d'ancrage et suspension	Ens	1		
2.8	Cornières galvanisées à ailes égales de 40x40x4 (6m)	U	200		
2.9	Cornières galvanisées à ailes égales de 45x45x4,5 (6m)	U	200		
2.10	Cornières galvanisées à ailes égales de 50x50x5 (6m)	U	200		
2.11	Cornières galvanisées à ailes égales de 60x60x6 (6m)	U	100		
2.12	Cornières galvanisées à ailes égales de 120x120x12 (6m)	U	25		
2.13	Eléments d'isolateur profil standard U100BS	U	6 000		
2.14	Terminaison de câbles 100 kV section 1600 mm²	U	16		
2.15	Parafoudres 90 kV	U	8		
2.16	Boîtes de jonction pour fibre optique	U	2		
2.17	Charpentes et supports	Ens	1		
2.18	Portiques métaliques	Ens	1		
2.19	Colonne isolante 90 kV	Ens	1		
2.21	Outillages spécifiques	Ens	1		
2.22	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens	1		
2.23	Transport Matériel	Ens	1		
3	**Travaux de génie civil**				
3.1	Aménagement et installation de chantier	Ens	1		

3.2	Traçage, Ouverture et fermeture tranchée, y compris fournitures et pose de tous les accessoires, dalles de protection, bandes de signalisation, pavés ou poteaux répères chaque 50m, sable, remblai et/ou béton maigre, Fourreaux PVC Haute Pression, …remise en état du terrain, réfection des fondations route, couches asphaltées et/ou revêtement	Ens	1		
3.3	Fondation en béton armé pour pylônes et REAS	Ens	1		
4	**Travaux électromécaniques**				
4.1	Mobilisation/Démobilisation	Ens	1		
4.2	Montage pylône intermédiaire	Ens	1		
4.3	Dépose des conducteurs 366 mm² Almelec existant y compris chaines d'isolateurs	km	1		
4.4	Déroulage, réglage et mise sous pince du nouveau conducteur y compris remplacement des chaines d'isolateurs	km	1		
4.5	Réalisation du renforcement du pylône N°4	Ens	1		
4.6	Plateforme métallique REAS	Ens	1		
4.7	Déroulage et raccordement câbles souterrains 100 kV	Ens	1		
4.9	Pose et raccordement terminaisons et parafoudres pour câbles 100 kV XLPE, y compris les blochets de fixation (3 par câble) pour le maintien du câble sur la structure métallique	Ens	1		
4.11	Renforcement liaisons départ 90 kV Koumassi au poste de Logbaba et divers raccordement HT	Ens	1		
4.14	Essais et mise en service	Ens	1		
5	**Frais généraux**				
5.1	Validation des études et supervison des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens	1		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens	1		

LOT 2 : BORDEREAU DE PRIX UNITAIRES					
Postes	**Libellés**	**Unités**	**Qtés**	**Montant en chiffre**	**Montant en lettre**
1	**Etutes, réceptions et formations**				
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens	1		
1.2	Réception en usine (transformateurs, transformateurs de mesures, disjoncteurs, cellules MT, armoire de contrôle et protection)	Ens	1		
1.3	Formation personnel Maître d'Ouvrage (Transformateur, Cellules MT et contrôle-commande-protection)	Ens	1		
2	**Fourniture Equipements**				
2.1	**Construction d'un jeu de barres**				
2.1.1	Portiques métaliques et charpentes supports	Ens	1		
2.1.2	Tubes Alu et raccords associés	Ens	1		
2.1.3	Colonnes isolantes	Ens	1		
2.1.4	Transformateur de tension	U	3		
2.1.5	Ensemble des câbles et raccords HT et BT	Ens	1		
2.2	**02 Travées lignes 90 kV**				
2.2.1	Charpentes et supports	Ens	2		
2.2.2	Portiques métaliques	Ens	2		
2.2.3	Colonne isolante 90 kV	Ens	1		
2.2.4	Sectionneurs de ligne - terre tripolaire 90 kV	U	2		
2.2.5	Sectionneurs de barre tripolaire 90 kV	U	2		
2.2.6	Transformateur de tension 90 kV	U	6		
2.2.7	Transformateur de courant 90 kV	U	6		
2.2.8	Disjoncteur 90 kV à commande Unipolaire	U	2		
2.2.9	Parafoudre 90 kV	U	8		
2.2.10	Armoire de travée	U	2		
2.2.11	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U	2		
2.2.12	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens	2		
2.2.13	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	2		
2.3	**Travées 90/15 kV 75 MVA**				
2.3.1	Transformateur monophasé 75 MVA avec un régleur en charge à 25 prises, 90±15% / 16,5 kV, fréquence 50Hz, couplage YNd11; avec tous les accessoires et équipements de monitoring complet	U	1		
2.3.2	Sectionneurs de barre tripolaire 90 kV	U	1		
2.3.3	Transformateur de courant 90 kV	U	3		
2.3.4	Disjoncteur 90 kV à commande Tripolaire	U	1		
2.3.5	Parafoudre 90 kV	U	3		
2.3.6	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U	6		
2.3.7	Transformateur de courant MT monobloc 15 kV	U	3		
2.3.8	Armoire de travée	U	1		
2.3.9	Transformateur bobine de point neutre ZN	U	1		
2.3.10	Parafoudre 15 kV	U	3		
2.3.11	Sectionneur de neutre 90 kV	U	1		
2.3.12	Sectionneur de neutre 15 kV	U	1		
2.3.13	Matériel émergence transformateur	Ens	1		
2.3.14	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens	1		
2.3.15	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1		

2.3.16	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1		
2.3.17	Portiques métaliques	Ens	2		
2.3.18	Charpentes supports	Ens	1		
2.4	**Bâtiment de commande**				
2.4.1	Armoire de contrôle, commande et protection des lignes 90 kV	U	2		
2.4.2	Armoire de contrôle, commande et protection des transformateurs	U	1		
2.4.3	Ensemble armoires de commande déportée	Ens	1		
2.4.4	TSA 15/0,41 kV 250 kVA	U	1		
2.4.5	Rame batteries 127 V	Ens	2		
2.4.6	Rame batteries 48 V	Ens	1		
2.4.7	Chargeur 127 V	U	2		
2.4.8	Chargeur 48 V	U	1		
2.4.9	Groupe électrogène 70 kVA 230/400 kV	U	1		
2.4.10	Armoire de permutation automatique sources AC	U	1		
2.4.11	Colonne de distribution AC	U	1		
2.4.12	Colonne de distribution DC	U	1		
2.4.13	Armoire RTU y compris l'horloge GPS	Ens	1		
2.4.14	Armoire Télécom avec baie optique intégrée	Ens	1		
2.4.15	Poste opérateur CCN Poste opérateur, poste ingénierie, calculateur de poste, réseau local, passerelle de télé-conduite, imprimante, tranche générale, supervision	Ens	1		
2.4.16	Armoire de comptage	Ens	1		
2.4.17	Commutateur téléphonique	Ens	1		
2.4.18	Armoire des services généraux	Ens	1		
2.4.19	Cellule Arrivée Transformateur 15 kV	U	1		
2.4.20	Cellule Départ 15 kV Usines Prometal	U	5		
2.4.21	Cellule Transformateur de Potentiel 15 kV	U	1		
2.4.22	Cellule TSA 15 kV	U	1		
2.4.23	Cellule couplage barres 15 kV	U	1		
2.4.24	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1		
2.4.25	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1		
2.4.26	Equipement de sécurité	Ens	1		
2.5	**Autres**				
2.5.1	Mobilier du bâtiment	Ens	1		
2.5.2	Matériel informatique	Ens	1		
2.5.3	Qualimètre fixe	U	1		
2.5.4	Climatisation et éclairage	Ens	1		
2.5.5	Sécurité incendie	Ens	1		
2.5.6	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens	1		
2.5.7	Transport Matériel	Ens	1		
3	**Travaux de génie civil**				
3.1	Aménagement chantier	Ens	1		
3.2	Réalisation des modifications de la clôture périphérique	Ens	1		
3.3	Réalisation de la clôture grillagée de la zone HT	Ens	1		
3.4	Fourniture et installation des portails	Ens	1		
3.5	Réalisation d'une piste lourde	ml	40		
3.6	Réalisation des pistes légères	Ens	50		
3.7	Construction et équipement du bâtiment contrôle commande intégrant les cellules MT	Ens	1		

3.8	Construction et équipement de la guérite de gardiennage	Ens	1		
3.9	Réalisation du réseau de malt du poste	Ens	1		
3.10	Fourniture et installation des bornes de pré-balisage	Ens	1		
3.11	Réalisation des caniveaux MT	Ens	1		
3.12	Réalisation des caniveaux BT	Ens	1		
3.13	Réalisation des massifs fondation JdB 90 kV	Ens	1		
3.14	Réalisation massif fondations travée ligne 90 kV	Ens	2		
3.15	Réalisation massif fondations travée transformateur 90/15 kV	Ens	2		
3.16	Construction loge transformateur (longrines, fosse, mur pare feu, caillot botis, gravier, massifs émergence, etc)	Ens	2		
3.17	Réalisation des réseaux (télécom, eaux potables, eaux usées et éclairage)	Ens	1		
4	**Travaux électromécaniques**				
4.1	Montage équipements du JdB 90 kV	Ens	1		
4.2	Montage équipements travée ligne	Ens	2		
4.3	Montage équipements travée tranformateur	Ens	1		
4.4	Montage transformateur de puissance	Ens	1		
4.5	Montage des rames de cellules MT	Ens	1		
4.6	Test sur site des équipements "SAT : Site Acceptance Test"	Ens	1		
4.7	Installation et raccordement des équipements travée transformateur HT, MT et BT	Ens	1		
4.8	Installation et raccordement des équipements travée lignes HT, MT et BT	Ens	2		
4.9	Installation et raccordement des rames MT	Ens	1		
4.10	Installation et raccordement armoire de protection	Ens	1		
4.11	Installation et raccordement équipements de contrôle commande, SCADA et Telecom	Ens	1		
4.12	Installation et raccordement équipements BT AC et DC	Ens	1		
4.13	Création réseau de terre et raccordement	Ens	1		
4.14	Pose des câbles HT, MT et BT	Ens	1		
4.15	Confection des extrémités MT	Ens	1		
4.16	Réalisation du circuit d'éclairage extérieur	Ens	1		
4.17	Fourniture et installation d'une protection incendie (émulseurs + détection incendie bâtiment CC)	Ens	1		
4.18	Fourniture et installation des paratonnerres pour protection du poste	Ens	1		
4.19	Fourniture et installation câbles de garde sur portiques du poste	Ens	1		
4.20	Fourniture et installation des outils, matériels de sécurité	Ens	1		
4.21	Essais et mise en service	Ens	1		
5	**Frais généraux**				
5.1	Validation des études et supervison des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens	1		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens	1		

PIECE 7:

CADRE DU DETAIL QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE)

LOT 1 : DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF

Postes	Libellés	Unités	Qtés	Prix Unitaire			Douane	Transit	Prix Total
				FOB	Fret	CIF			
1	**Etutes, réceptions et formations**								
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens	1				N/A		
1.2	Essais et Réception en usine des matériels de lignes(Conducteurs HTLS, câbles HTB et accessoires)	Ens	1				N/A		
Sous Total Etudes, réceptions et formations									
2	**Fournitures Equipements**								
2.1	Pylône complet à treillis	U	2				SNTRL		
2.2	Câble souterrain unipolaire Alu XLPE 100 kV section 1600 mm²	ml	2 000				SNTRL		
2.3	Câble fibre optique ADSS 96 brins G656, 656D	ml	3 000				SNTRL		
2.4	Conducteur HTLS type GTACSR 353 mm²	ml	4 000				SNTRL		
2.5	Conducteur Almelec 570 mm²	ml	1 000				SNTRL		
2.6	Chaîne d'isolateurs complète y compris accessoires d'ancrage et suspension	Ens	1				SNTRL		
2.8	Cornières galvanisées à ailes égales de 40x40x4 (6m)	U	200				SNTRL		
2.9	Cornières galvanisées à ailes égales de 45x45x4,5 (6m)	U	200				SNTRL		
2.10	Cornières galvanisées à ailes égales de 50x50x5 (6m)	U	200				SNTRL		
2.11	Cornières galvanisées à ailes égales de 60x60x6 (6m)	U	100				SNTRL		
2.12	Cornières galvanisées à ailes égales de 120x120x12 (6m)	U	25				SNTRL		
2.13	Eléments d'isolateur profil standard U100BS	U	6 000				SNTRL		
2.14	Terminaison de câbles 100 kV section 1600 mm²	U	16				SNTRL		
2.15	Parafoudres 90 kV	U	8				SNTRL		
2.16	Boîtes de jonction pour fibre optique	U	2				SNTRL		
2.17	Charpentes et supports	Ens	1				SNTRL		
2.18	Portiques métaliques	Ens	1				SNTRL		
2.19	Colonne isolante 90 kV	Ens	1				SNTRL		
2.21	Outillages spécifiques	Ens	1				SNTRL		
2.22	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens	1				SNTRL		
2.23	Transport Matériel	Ens	1				N/A		
Sous Total Fourniture Equipements									
3	**Travaux de génie civil**								
3.1	Aménagement et installation de chantier	Ens	1				N/A		

3.2	Traçage, Ouverture et fermeture tranchée, y compris fournitures et pose de tous les accessoires, dalles de protection, bandes de signalisation, pavés ou poteaux répères chaque 50m, sable, remblai et/ou béton maigre, fourreaux PVC Haute Pression, …remise en état du terrain, réfection des fondations route, couches asphaltées et/ou revêtement	Ens	1				N/A		
3.3	Fondation en béton armé pour pylônes et REAS	Ens	1				N/A		
Sous Total Travaux de génie civil									
4	**Travaux électromécaniques**								
4.1	Mobilisation/Démobilisation	Ens	1				N/A		
4.2	Montage pylône intermédiaire	Ens	1				N/A		
4.3	Dépose des conducteurs 366 mm² Almelec existant y compris chaines d'isolateurs	km	1				N/A		
4.4	Déroulage, réglage et mise sous pince du nouveau conducteur y compris remplacement des chaines d'isolateurs	km	1				N/A		
4.5	Réalisation du renforcement du pylône N°4	Ens	1				N/A		
4.6	Plateforme métallique REAS	Ens	1				N/A		
4.7	Déroulage et raccordement câbles souterrains 100 kV	Ens	1				N/A		
4.9	Pose et raccordement terminaisons et parafoudres pour câbles 100 kV XLPE, y compris les blochets de fixation (3 par câble) pour le maintien du câble sur la structure métallique	Ens	1				N/A		
4.11	Renforcement liaisons départ 90 kV Koumassi au poste de Logbaba et divers raccordement HT	Ens	1				N/A		
4.14	Essais et mise en service	Ens	1				N/A		
Sous Total Travaux Electromécaniques									
5	**Frais généraux**								
5.1	Validation des études et supervison des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens	1						
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens	1						
Sous Total Frais généraux									
Montant Total Hors Taxes (HT) DAP Site de LOGBABA									
TVA 19,25%									
TSR 5%									
IR 2,2%									
Montant Total Toutes Taxes Comprises (TTC)									
Net à Mandater									

LOT 2 : DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF									
Postes	**Libellés**	**Unités**	**Qtés**	**Prix Unitaire**			**Douane**	**Transit**	**Prix Total**
				FOB	**Fret**	**CIF**			
1	**Etutes, réceptions et formations**								
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens	1				N/A		
1.2	Réception en usine (transformateurs, transformateurs de mesures, disjoncteurs, cellules MT, armoire de contrôle et protection)	Ens	1				N/A		
1.3	Formation personnel Maître d'Ouvrage (Transformateur, Cellules MT et contrôle-commande-protection)	Ens	1				N/A		
Sous Total Etudes, réceptions et formations									
2	**Fourniture Equipements**								
2.1	**Construction d'un jeu de barres**								
2.1.1	Portiques métaliques et charpentes supports	Ens	1				SNTRL		
2.1.2	Tubes Alu et raccords associés	Ens	1				SNTRL		
2.1.3	Colonnes isolantes	Ens	1				SNTRL		
2.1.4	Transformateur de tension	U	3				SNTRL		
2.1.5	Ensemble des câbles et raccords HT et BT	Ens	1				SNTRL		
2.2	**02 Travées lignes 90 kV**								
2.2.1	Charpentes et supports	Ens	2				SNTRL		
2.2.2	Portiques métaliques	Ens	2				SNTRL		
2.2.3	Colonne isolante 90 kV	Ens	1				SNTRL		
2.2.4	Sectionneurs de ligne - terre tripolaire 90 kV	U	2				SNTRL		
2.2.5	Sectionneurs de barre tripolaire 90 kV	U	2				SNTRL		
2.2.6	Transformateur de tension 90 kV	U	6				SNTRL		
2.2.7	Transformateur de courant 90 kV	U	6				SNTRL		
2.2.8	Disjoncteur 90 kV à commande Unipolaire	U	2				SNTRL		
2.2.9	Parafoudre 90 kV	U	8				SNTRL		
2.2.10	Armoire de travée	U	2				SNTRL		
2.2.11	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U	2				SNTRL		
2.2.12	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens	2				SNTRL		
2.2.13	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	2				SNTRL		
2.3	**Travées 90/15 kV 75 MVA**								
2.3.1	Transformateur monophasé 75 MVA avec un régleur en charge à 25 prises, 90±15% / 16,5 kV, fréquence 50Hz, couplage YNd11; avec tous les accessoires et équipements de monitoring complet	U	1				SNTRL		
2.3.2	Sectionneurs de barre tripolaire 90 kV	U	1				SNTRL		
2.3.3	Transformateur de courant 90 kV	U	3				SNTRL		
2.3.4	Disjoncteur 90 kV à commande Tripolaire	U	1				SNTRL		
2.3.5	Parafoudre 90 kV	U	3				SNTRL		
2.3.6	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U	6				SNTRL		
2.3.7	Transformateur de courant MT monobloc 15 kV	U	3				SNTRL		

2.3.8	Armoire de travée	U	1				SNTRL		
2.3.9	Transformateur bobine de point neutre ZN	U	1				SNTRL		
2.3.10	Parafoudre 15 kV	U	3				SNTRL		
2.3.11	Sectionneur de neutre 90 kV	U	1				SNTRL		
2.3.12	Sectionneur de neutre 15 kV	U	1				SNTRL		
2.3.13	Matériel émergence transformateur	Ens	1				SNTRL		
2.3.14	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens	1				SNTRL		
2.3.15	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1				SNTRL		
2.3.16	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1				SNTRL		
2.3.17	Portiques métaliques	Ens	2				SNTRL		
2.3.18	Charpentes supports	Ens	1				SNTRL		
2.4	**Bâtiment de commande**								
2.4.1	Armoire de contrôle, commande et protection des lignes 90 kV	U	2				SNTRL		
2.4.2	Armoire de contrôle, commande et protection des transformateurs	U	1				SNTRL		
2.4.3	Ensemble armoires de commande déportée	Ens	1				SNTRL		
2.4.4	TSA 15/0,41 kV 250 kVA	U	1				SNTRL		
2.4.5	Rame batteries 127 V	Ens	2				SNTRL		
2.4.6	Rame batteries 48 V	Ens	1				SNTRL		
2.4.7	Chargeur 127 V	U	2				SNTRL		
2.4.8	Chargeur 48 V	U	1				SNTRL		
2.4.9	Groupe électrogène 70 kVA 230/400 kV	U	1				SNTRL		
2.4.10	Armoire de permutation automatique sources AC	U	1				SNTRL		
2.4.11	Colonne de distribution AC	U	1				SNTRL		
2.4.12	Colonne de distribution DC	U	1				SNTRL		
2.4.13	Armoire RTU y compris l'horloge GPS	Ens	1				SNTRL		
2.4.14	Armoire Télécom avec baie optique intégrée	Ens	1				SNTRL		
2.4.15	Poste opérateur CCN Poste opérateur, poste ingénierie, calculateur de poste, réseau local, passerelle de télé-conduite, imprimante, tranche générale, supervision	Ens	1				SNTRL		
2.4.16	Armoire de comptage	Ens	1				SNTRL		
2.4.17	Commutateur téléphonique	Ens	1				SNTRL		
2.4.18	Armoire des services généraux	Ens	1				SNTRL		
2.4.19	Cellule Arrivée Transformateur 15 kV	U	1				SNTRL		
2.4.20	Cellule Départ 15 kV Usines Prometal	U	5				SNTRL		
2.4.21	Cellule Transformateur de Potentiel 15 kV	U	1				SNTRL		
2.4.22	Cellule TSA 15 kV	U	1				SNTRL		
2.4.23	Cellule couplage barres 15 kV	U	1				SNTRL		
2.4.24	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1				SNTRL		
2.4.25	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1				SNTRL		
2.4.26	Equipement de sécurité	Ens	1				SNTRL		
2.5	**Autres**								
2.5.1	Mobilier du bâtiment	Ens	1				SNTRL		
2.5.2	Matériel informatique	Ens	1				SNTRL		
2.5.3	Qualimètre fixe	U	1				SNTRL		

2.5.4	Climatisation et éclairage	Ens	1				SNTRL		
2.5.5	Sécurité incendie	Ens	1				SNTRL		
2.5.6	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens	1				SNTRL		
2.5.7	Transport Matériel	Ens	1				N/A		
Sous Total Fourniture Equipements									
3	**Travaux de génie civil**								
3.1	Aménagement chantier	Ens	1				N/A		
3.2	Réalisation des modifications de la clôture périphérique	Ens	1				N/A		
3.3	Réalisation de la clôture grillagée de la zone HT	Ens	1				N/A		
3.4	Fourniture et installation des portails	Ens	1				N/A		
3.5	Réalisation d'une piste lourde	ml	40				N/A		
3.6	Réalisation des pistes légères	Ens	50				N/A		
3.7	Construction et équipement du bâtiment contrôle commande intégrant les cellules MT	Ens	1				N/A		
3.8	Construction et équipement de la guérite de gardiennage	Ens	1				N/A		
3.9	Réalisation du réseau de malt du poste	Ens	1				N/A		
3.10	Fourniture et installation des bornes de pré-balisage	Ens	1				N/A		
3.11	Réalisation des caniveaux MT	Ens	1				N/A		
3.12	Réalisation des caniveaux BT	Ens	1				N/A		
3.13	Réalisation des massifs fondation JdB 90 kV	Ens	1				N/A		
3.14	Réalisation massif fondations travée ligne 90 kV	Ens	2				N/A		
3.15	Réalisation massif fondations travée transformateur 90/15 kV	Ens	2				N/A		
3.16	Construction loge transformateur (longrines, fosse, mur pare feu, caillot botis, gravier, massifs émergence, etc)	Ens	2				N/A		
3.17	Réalisation des réseaux (télécom, eaux potables, eaux usées et éclairage)	Ens	1				N/A		
Sous Total Travaux de génie civil									
4	**Travaux électromécaniques**								
4.1	Montage équipements du JdB 90 kV	Ens	1				N/A		
4.2	Montage équipements travée ligne	Ens	2				N/A		
4.3	Montage équipements travée tranformateur	Ens	1				N/A		
4.4	Montage transformateur de puissance	Ens	1				N/A		
4.5	Montage des rames de cellules MT	Ens	1				N/A		
4.6	Test sur site des équipements "SAT : Site Acceptance Test"	Ens	1				N/A		
4.7	Installation et raccordement des équipements travée transformateur HT, MT et BT	Ens	1				N/A		
4.8	Installation et raccordement des équipements travée lignes HT, MT et BT	Ens	2				N/A		
4.9	Installation et raccordement des rames MT	Ens	1				N/A		
4.10	Installation et raccordement armoire de protection	Ens	1				N/A		

4.11	Installation et raccordement équipements de contrôle commande, SCADA et Telecom	Ens	1				N/A		
4.12	Installation et raccordement équipements BT AC et DC	Ens	1				N/A		
4.13	Création réseau de terre et raccordement	Ens	1				N/A		
4.14	Pose des câbles HT, MT et BT	Ens	1				N/A		
4.15	Confection des extrémités MT	Ens	1				N/A		
4.16	Réalisation du circuit d'éclairage extérieur	Ens	1				N/A		
4.17	Fourniture et installation d'une protection incendie (émulseurs + détection incendie bâtiment CC)	Ens	1				N/A		
4.18	Fourniture et installation des paratonnerres pour protection du poste	Ens	1				N/A		
4.19	Fourniture et installation câbles de garde sur portiques du poste	Ens	1				N/A		
4.20	Fourniture et installation des outils, matériels de sécurité	Ens	1				N/A		
4.21	Essais et mise en service	Ens	1				N/A		
Sous Total Travaux Electromécaniques									
5	**Frais généraux**								
5.1	Validation des études et supervison des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens	1				N/A		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens	1				N/A		
Sous Total Frais généraux									
Montant Total Hors Taxes (HT) DAP Site de PROMETAL									
TVA 19,25%									
TSR 5%									
IR 2,2%									
Montant Total Toutes Taxes Comprises (TTC)									
Net à Mandater									

PIECE 8 :

CADRE DU SOUS DETAIL DES PRIX UNITAIRES

N°	Désignation	Coût d'achat	Transport	Coût de commande	Frais de livraison	Marge	Prix unitaire HTVA

PIECE 9 :

FORMULAIRES ET MODELES

Annexe n° 1 : Modèle de caution de soumission

Adressée à *[indiquer le Maître d'Ouvrage et son adresse]*, « le Maître d'Ouvrage »

Attendu que le Fournisseur ……..…….. , ci-dessous désignée « le soumissionnaire », a soumis son offre en date du ……..…….. pour *[rappeler l'objet de l'appel d'offres]*, ci-dessous désignée « l'offre », et pour laquelle il doit joindre un cautionnement provisoire équivalant à *[indiquer le montant]* francs CFA,

Nous …….....….....*[nom et adresse de la banque]*, représentée par ……..…….. *[noms des signataires]*, ci-dessous désignée « la banque », déclarons garantir le paiement au Maître d'Ouvrage de la somme maximale de [indiquer le montant] Francs CFA, que la banque s'engage à régler intégralement au Maître d'Ouvrage, s'obligeant elle-même, ses successeurs et assignataires.

Les conditions de cette obligation sont les suivantes :

Si le soumissionnaire retire l'offre pendant la période de validité spécifiée par lui sur l'acte de soumission ;

ou

Si le soumissionnaire, s'étant vu notifier l'attribution du marché par le Maître d'Ouvrage pendant la période de validité :

- Manque à signer ou refuse de signer le marché, alors qu'il est requis de le faire ;

- Manque à fournir ou refuse de fournir le cautionnement définitif du marché (cautionnement définitif), comme prévu dans celui-ci.

Nous nous engageons à payer au Maître d'Ouvrage un montant allant jusqu'au maximum de la somme stipulée ci-dessus, dès réception de sa première demande écrite, sans que le Maître d'Ouvrage soit tenu de justifier sa demande, étant entendu toutefois que dans sa demande le Maître d'Ouvrage notera que le montant qu'il réclame lui est dû parce que l'une ou l'autre des conditions ci-dessus, ou toutes les deux, sont remplies, et qu'il spécifiera quelle(s) condition(s) a (ont) joué.

La présente caution entre en vigueur dès sa signature et dès la date limite fixée par le Maître d'Ouvrage pour la remise des offres. Elle demeurera valable jusqu'au trentième jour inclus suivant la fin du délai de validité des offres. Toute demande du Maître d'Ouvrage tendant à la faire jouer devra parvenir à la banque, par lettre recommandée avec accusé de réception, avant la fin de cette période de validité.

La présente caution est soumise pour son interprétation et son exécution au droit camerounais. Les tribunaux du Cameroun seront seuls compétents pour statuer sur

tout ce qui concerne le présent engagement et ses suites.

Signé et authentifié par la banque

à …….....……..,le …….....……...

[signature de la banque]

Annexe n° 4 : Modèle de cautionnement définitif

Banque :

Référence de la Caution : N° …….....……...

Adressée à *[indiquer le Maître d'Ouvrage et son adresse]* Cameroun, ci-dessous désigné « le Maître d'Ouvrage »

Attendu que …….....……... *[nom et adresse du fournisseur]*, ci-dessous désigné « le Fournisseur », s'est engagé, en exécution du marché désigné « le marché », à réaliser *[Indiquer la nature des travaux]*

Attendu qu'il est stipulé dans le marché que le Fournisseur remettra au Maître d'Ouvrage un cautionnement définitif, d'un montant égal à 5 % du montant de la tranche du marché correspondante, comme garantie de l'exécution de ses obligations de bonne fin conformément aux conditions du marché,

Attendu que nous avons convenu de donner au Fournisseur ce cautionnement,

Nous, ... *[nom et adresse de banque]*, représentée par ……..... *[noms des signataires]*, ci-dessous désignée « la banque », nous engageons à payer au Maître d'Ouvrage, dans un délai maximum de huit (08) semaines, sur simple demande écrite de celui-ci déclarant que le Fournisseur n'a pas satisfait à ses engagements contractuels au titre du marché, sans pouvoir différer le paiement ni soulever de contestation pour quelque motif que ce soit, toute somme jusqu'à concurrence de la somme de ……..... *[en chiffres et en lettres]*.

Nous convenons qu'aucun changement ou additif ou aucune autre modification au marché ne nous libérera d'une obligation quelconque nous incombant en vertu du présent cautionnement définitif et nous dérogeons par la présente à la notification de toute modification, additif ou changement.

Le présent cautionnement définitif entre en vigueur dès sa signature et dès notification au Fournisseur, par le Maître d'Ouvrage, de l'approbation du marché. Elle sera libérée dans un délai de (indiquer le délai] à compter de la date de réception provisoire des travaux.

Après cette date, la caution deviendra sans objet et devra nous être retournée sans demande expresse de notre part.

Toute demande de paiement formulée par le Maître d'Ouvrage au titre de la présente garantie devra être faite par lettre recommandée avec accusé de réception, parvenue à la banque pendant la période de validité du présent engagement.

Le présent cautionnement définitif est soumis pour son interprétation et son exécution au droit camerounais. Les tribunaux camerounais seront seuls compétents pour statuer sur tout ce qui concerne le présent engagement et ses suites.

Signé et authentifié par la banque

à …….....……..., le …….....……..

[Signature de la banque]

Annexe n° 5 : Modèle de caution d'avance de démarrage

Banque :

Référence,

adresse

…….....
.....……..

Nous soussignés (banque, adresse), déclarons par la présente garantir, pour le compte de :

…….....
.....…….. *[le titulaire]*, au profit de Maître d'Ouvrage *[Adresse du Maître d'Ouvrage]*

(« le bénéficiaire »)

Le paiement, sans contestation et dès réception de la première demande écrite du bénéficiaire, déclarant que ……..……. *[le titulaire]* ne s'est pas acquitté de ses obligations, relatives au remboursement de l'avance de démarrage selon les conditions du marché …….....…….. du…….....…….. relatif aux travaux *[indiquer l'objet des travaux, les références de l'appel d'offres et le lot, éventuellement]*, de la somme totale maximum correspondant à l'avance *[trente (30) %]* du montant Toutes Taxes Comprises du marché n° …….....…….. , payable dès la notification de l'ordre de service correspondant, soit :…….....…….. francs CFA

La présente garantie entrera en vigueur et prendra effet dès réception des parts respectives de cette avance sur les comptes de …….....…….. *[le titulaire]* ouverts auprès de la banque.....……..…….....……..…….....…….. sous le n° …….....……..…….....……..

Elle restera en vigueur jusqu'au remboursement de l'avance conformément à la procédure fixée par le CCAP. Toutefois, le montant de la caution sera réduit proportionnellement au remboursement de l'avance au fur et à mesure de son remboursement.

La loi et la juridiction applicables à la garantie sont celles de la République du Cameroun.

Signé et authentifié par la banque

à …….....……..., le …….....……..

[signature de la banque]

Annexe n° 6 : Modèle de caution de retenue de garantie

Banque : …….....……

Référence de la Caution : N° …….....……

Adressée *[indiquer le Maître d'Ouvrage][Adresse du Maître d'Ouvrage]* ci-dessous désigné « le Maître d'Ouvrage »

Attendu que ……..... ……......……*[nom et adresse du fournisseur]*, ci-dessous désigné « le Fournisseur », s'est engagé, en exécution du marché, à réaliser les travaux de [indiquer l'objet des travaux]

Attendu qu'il est stipulé dans le marché que la retenue de garantie fixée à *[pourcentage inférieur à 10% à préciser]* du montant du marché peut être remplacée par une caution solidaire,

Attendu que nous avons convenu de donner au Fournisseur cette caution,

Nous, ……..... *[nom et adresse de banque]*, représentée par ……..……

[noms des signataires], et ci-dessous désignée « la banque »,

Dès lors, nous affirmons par les présentes que nous nous portons garants et responsables à l'égard du Maître d'Ouvrage, au nom du Fournisseur, pour un montant maximum de ……..…… *[en chiffres et en lettres]*, correspondant à [pourcentage inférieur à 10% à préciser] du montant du marché(10)

Et nous nous engageons à payer au Maître d'Ouvrage, dans un délai maximum de huit (08) semaines, sur simple demande écrite de celui-ci déclarant que le Fournisseur n'a pas satisfait à ses engagements contractuels ou qu'il se trouve débiteur du Maître d'Ouvrage au titre du marché modifié le cas échéant par ses avenants, sans pouvoir différer le paiement ni soulever de contestation pour quelque motif que ce soit, toute (s) somme (s) dans les limites du montant égal à [pourcentage inférieur à 10% à préciser] du montant cumulé des travaux figurant dans le décompte définitif, sans que le Maître d'Ouvrage ait à prouver ou à donner les raisons ni le motif de sa demande du montant

de la somme indiquée ci-dessus.

Nous convenons qu'aucun changement ou additif ou aucune autre modification au

marché ne nous libérera d'une obligation quelconque nous incombant en vertu de la présente garantie et nous dérogeons par la présente à la notification de toute modification, additif ou changement.

La présente garantie entre en vigueur dès sa signature. Elle sera libérée dans un délai de trente (30) jours à compter de la date de réception définitive des travaux, et sur mainlevée délivrée par le Maître d'Ouvrage.

Toute demande de paiement formulée par le Maître d'Ouvrage au titre de la présente garantie devra être faite par lettre recommandée avec accusé de réception, parvenue à la banque pendant la période de validité du présent engagement.

La présente caution est soumise pour son interprétation et son exécution au droit camerounais. Les tribunaux camerounais seront seuls compétents pour statuer sur tout ce qui concerne le présent engagement et ses suites.

Signé et authentifié par la banque

à …….....……..., le …….....……...

[signature de la banque]

Annexe n°7: Modèle de soumission

Je,soussigné…..……..
.....……*[indiquer le nom et la qualité du signataire]*représentant la société, l'entreprise ou le groupement(8)…….....…..… dont le siège social est à…….....…. inscrite au registre du commerce de…….....……... sous le n°…….....……

Après avoir pris connaissance de toutes les pièces figurant ou mentionnées au dossier de consultation N°…….....…… *[rappeler l'objet de l'appel d'offres]*

- Me soumets et m'engage à livrer les fournitures conformément au dossier de consultation, moyennant les prix que j'ai établi moi-même sur la base des bordereaux de prix et quantités, lesquels prix font ressortir le montant de l'offre à

…….....……
… *[en chiffres et en lettres]* francs Cfa Hors TVA, et à *en chiffres et en lettres]* francs Cfa Toutes taxes comprises TTC.

- M'engage à livrer les fournitures dans un délai de….....…… mois

- M'engage en outre à maintenir mon offre dans le délai ……..... jours *[indiquer la durée de validité,*

En principe 120 jours] à compter de la date limite de remise des offres.

Les rabais offerts et les modalités d'application desdits rabais sont les suivants:

.....……
……

L'Administration se libérera des sommes dues par elle au titre du présent marché en faisant donner crédit au compte n° ……..……. ouvert au nom de …….....……. auprès de la banque…….....……. Agence de…….....…….

Avant signature du marché ,la présente soumission acceptée par vous vaudra engagement entre nous.

Fait à …….le …….

Signature ……

En qualité de …….

Dûment autorisé à signer les soumissions

Pour et au nom de……..

PIECE 10 :

Modèle de marché

MARCHE N°____/M/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 DU_____ SUIVANT DOSSIER D'APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT N°07/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 DU_____ RELATIF À LA CONCEPTION, LA FOURNITURE, LE TRANSPORT, LE MONTAGE, L'INSTALLATION, LE RACCORDEMENT ET LA MISE EN SERVICE D'UN POSTE DE TRANSFORMATION 90/15 KV – 75 MVA PROMETAL EN DEUX (02) LOTS.

TITULAIRE DU MARCHE :

OBJET DU MARCHE :

MONTANT DU MARCHE :

Montant	En chiffres	En lettres
TTC		
HTVA		
TVA (19,25%)		
TSR (5%)		
IR 2,2%		
Net à mandater		

DELAI D'EXECUTION :

12 mois

FINANCEMENT : Appui Budgétaire de la Banque Mondiale (PforR)

IMPUTATION : Compte

SOUSCRIT-LE _____

SIGNE-LE _____

NOTIFIE-LE _____

ENREGISTRE-LE _____

Sommaire

Titre I : Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Titre II : Descriptif de la fourniture

Titre III : Bordereau des prix

Titre IV : Détail estimatif

PAGE N°……ET DERNIÈRE DU **MARCHE N°____/M/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 DU_____ SUIVANT DOSSIER D'APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT N°07/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 DU_____ RELATIF À LA CONCEPTION, LA FOURNITURE, LE TRANSPORT, LE MONTAGE, L'INSTALLATION, LE RACCORDEMENT ET LA MISE EN SERVICE D'UN POSTE DE TRANSFORMATION 90/15 KV – 75 MVA PROMETAL EN DEUX (02) LOTS.**

TITULAIRE :

MONTANT DU MARCHE :

Montant	En chiffres	En lettres
TTC		
HTVA		
T.V.A. (19.25 %)		
TSR (5%)		
IR 2,2%		
Net à mandater		

DELAI D'EXECUTION : 12 mois

Lu et accepté par le prestataire *Yaoundé, le* .....
Le Directeur Général de la SONATREL *Yaoundé, le*.....
Enregistrement

PIECE 11 :

Grille d’évaluation

N°	Libellé	Conformité	
		OUI	NON
1	**Présentation de l'offre et facilité de navigation** Le soumissionnaire devra présenter une offre claire, avec les intercalaires, impression couleur		
2	**Expérience dans la réalisation des travaux similaires** Avoir exécuté avec satisfaction au cours des huit (08) dernières années, en tant que entreprise/fournisseur principal, au moins un (01) marché (fourniture, transport, montage, installation et mise en service qui ont des paramètres techniques comparables). Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission. Le montant du marché considéré sera au minimum de **500.000.000 FCFA** (**cing cent millions francs CFA**) pour le lot 1 et **2.000.000.000 FCFA** (**deux milliards francs CFA**) pour le lot 2. Pour les lots combinés, le montant minimum du marché considéré sera de **2.500.000.000 FCFA** (**deux milliards cinq cent millions Francs CFA**). Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission		
	Expérience dans la fourniture, le transport, le montage, l'installation et la mise en service des équipements similaires en Afrique Subsaharienne au cours des huit dernières années. Le montant du marché considéré sera au minimum de **500.000.000 FCFA** (**cing cent millions francs CFA**) pour le lot 1 et **2.000.000.000 FCFA** (**deux milliards francs CFA**) pour le lot 2. Pour les lots combinés, le montant minimum du marché considéré sera de **2.500.000.000 FCFA** (**deux milliards cinq cent millions Francs CFA**). Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission. **Critère validé si les deux sous-critères sont validés**		
3	**Chiffre d'affaire** * Avoir un chiffre d'affaires moyen des cinq (5) dernières années égal à au moins le montant de la soumission		
4	**Capacité Financière** 4.1 Le Soumissionnaire doit démontrer qu'il dispose d'avoirs liquides ou a accès à des actifs non grevés ou des lignes de crédit, etc. autres que l'avance de démarrage éventuelle, à des montants suffisants pour subvenir aux besoins de trésorerie nécessaires à l'exécution des travaux objet du présent Appel d'Offres à hauteur de : **1. Cinq cent millions de Francs CFA (500.000.000 FCFA) pour le Lot 1 ;** **2. Deux milliards de Francs CFA (2 500.000.000 FCFA) pour le Lot 2 ;** **1. Deux milliards cinq cent millions de francs CFA (2.500.000.000 FCFA pour les Lots 1 et 2 combinés.**		

	Ces montants doivent être nets des autres engagements du Soumissionnaire. Tous les documents présentés pour être éligibles doivent être certifiés par des organismes bancaires 4.2 Soumission de bilans vérifiés et certifié par un expert-comptable agréé pour les trois (03) dernières années démontrant la solvabilité actuelle et la rentabilité à long terme du Soumissionnaire. **Critère validé si les deux sous-critères sont validés**		
5	**<u>Expérience du personnel mis à disposition dans des projets similaires</u>**		
	* Chef de Projet : Ingénieur en génie électrique de niveau BAC + 5 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.**		
	* Ingénieur responsable des études : Ingénieur en génie électrique de niveau au minimum BAC + 3 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.**		
	* Responsable sur site en charge du génie civil : Ingénieur en génie Civil de niveau minimum BAC + 5 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté (exclusivement pour le lot 2)**		
	* Responsable sur site en charge du montage : Ingénieur/ Technicien supérieur en génie Civil/ou électrotechnique de niveau minimum BAC + 3 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté**		
	* Responsable sur site en charge des raccordements et câblage : Ingénieur/ Technicien supérieur électrotechnique de niveau minimum BAC + 3 avec 07 ans d'expérience professionnelle ; exclusivement pour le Lot 2 **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté**		
	* Experts formateurs agréés par les organisations (Diplôme et CV signé et daté). **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.**		
	* Expert en Protection et Contrôle-Commande : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle dans le domaine de protection et de contrôle-commande ; exclusivement pour le Lot 2 **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté**		
	* Expert Transformateurs HTB : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle comme installateur/monteur ou maintenancier des équipements de types Transformateurs HTB ; exclusivement pour le Lot 2 **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté**		

	Expert Appareillages HTB : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle comme installateur/monteur des appareillages HTB ; exclusivement pour le Lot 2 **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté**		
	Expert Ligne HTB : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle comme installateur des lignes HTB. (Diplôme et CV signé et daté) ; exclusivement pour le Lot 1 **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.**		
	* Deux techniciens supérieurs en génie électrique de niveau BAC + 2 avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté). exclusivement pour le Lot 2 **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.**		
	* Trois techniciens en génie électrique de niveau BAC avec 03 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté). **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.**		
	* 02 conducteurs de travaux de Genie Civil avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.** ***NB** : **ce c**ritère validé si dix (10) sous-critères sont validés*		
	* 04 monteurs des lignes avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) exclusivement pour le Lot 1 **Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.** ***NB** : **ce c**ritère validé si onze (11) sous-critères sont validés*		
6	Test de conformité des matériels : Le soumissionnaire devra soumettre les informations sur les tests et contrôles de conformité (FATs et SATs) à réaliser sur les équipements et matériels clés à fournir : 1. la liste des essais détaillés (routine, type, spéciaux, etc) 2. la liste des laboratoires agréés **Ce sous critère est validé si 100% de la conformité des tests à réaliser et des certifications des laboratoires**		
7	Le Soumissionnaire doit établir qu'il a le matériel et outillage définis dans le tableau *matériel à justifier*. Pour prouver la disponibilité du matériel, le fournisseur fournira une photocopie de la carte grise pour le matériel roulant ainsi qu'une preuve d'acquisition pour les autres types de matériel (Facture ou tout autre document pouvant prouver l'acquisition) pour le matériel de test, le soumissionnaire devra fournir la date et les résultats des derniers tests d'étalonnage. Tous les documents présentés doivent montrer les références		

	et/ou numéro de série du matériel à justifier **Ce sous critère est validé si 80% des outils du tableau des matériels sont validés**		
8	Le soumissionnaire devra fournir Le programme d'exécution des prestations ressortant le planning et le délai pour les fournitures, les travaux, ainsi que les modalités de formation du personnel de la SONATREL, et les types tests en usine ainsi que les FATs et les SATs		
9	Le soumissionnaire ou les usines proposés doivent Posséder une certification ISO ou norme internationale équivalente (l'équivalence est à démontrer par le Candidat) : 1. Certification d'assurance qualité ISO 9001 2. Certification de gestion environnementale ISO 14001 ; 3. Certification hygiène, santé et sécurité OHSAS 18001.		
TOTAL		**9**	

PIECE 12 :

Liste des établissements bancaires et organismes financiers habilités à délivrer des cautions

LISTE DES ETABLISSEMENTS BANCAIRES ET ORGANISMES, FINANCIERS AUTORISES A FOURNIR DES CAUTIONS

1. BANQUES

1. Access Bank Cameroon, B.P. 6 000, Yaoundé;
2. Afriland First Bank (AFB), B.P. 11 834 Yaoundé;
3. Barico Naçional de Guinea Ecuatorial (Bange), Yaoundé ;
4. Banque Atlantique Cameroun (BACM), B.P. 2 933 Douala;
5. Banque Camerounaise de Petites et Moyennes Entreprises (BC-PME), B.P. 12 962 Douala ;
6. Banque Gabonaise pour le Financement International (BGFIBANK), B.P. 660 Douala ;
7. Banque Internationale du Cameroun pour l'Epargne et le Crédit (BICEC), B.P. 1 925 Douala ;
8. Citibank Cameroon, B.P.4 571 Douala;
9. Commercial Bank-Cameroun (CBC), B.P. 4 004 Douala;
10. Credit Communautaire d'Afrique-Bank S.A. (CCA Bank), B.P. 30 688 Yaoundé;
11. Ecobank Cameroun (Ecobank), B.P.582 Douala;
12. La Régionale Bank, B.P. 30 145, Yaoundé ;
13. National financial credit-Bank (NFC-Bank), B.P. 6 578 Yaoundé;
14. Société Commerciale de Banque-Cameroun (SCB-Cameroun), B.P. 300 Douala ;
15. Société Générale au Cameroun (SGC), B.P. 4 042 Douala ;
16. Standard Chartered Bank Cameroon (SCBC), B.P. 1 784 Douala;
17. Union Bank of Cameroon (UBC), B.P. 15 569 Douala;
18. United Bank for Africa (UBA), B.P.2 088 Douala.

19. COMPAGNIES D'ASSURANCE

20. Activa Assurances, BP 12 970 Douala;
21. Aréa Assurances S.A., B.P.15 584 Douala ;
22. Atlantique Assurances Cameroun IARDT, B.P.3 073, Douala ;
23. Chanas Assurances, BP 109 Douala;
24. CPA S.A., B.P. 54 Douala ;
25. Nsia Assurances S.A., B.P. 2 759 Douala;
26. Pro Assur S.A., B.P.5963 Douala;
27. Prudential beneficiale general insurance S.A; B.P. 2328 Doaula;
28. ROYAL ONYX INSURANCE CIE B.P. 12230 Douala
29. SAAR S.A., B.P. 1 011 Douala ;
30. Sanlam Assurances S.A., B.P. 11 315 Douala ;
31. Zénithe Inssurance S.A, BP 1540, Douala.