

## **APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT**

**N°04/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 DES NOUVELLES TRAVÉES TRANSFORMATEURS DONC  
UNE (01) DE 90/30 KV - 50 MVA, UNE (01) DE 90/15 KV - 50 MVA ET UNE (01)  
DE 225/30 KV – 50 MVA EN TROIS (03) LOTS, RESPECTIVEMENT BEKOKO,  
DEIDO ET KRIBI.**

**FINANCEMENT : APPUI BUDGETAIRE DE LA BANQUE MONDIALE (PforR)**

# SOMMAIRE

<b><u>PIECE N°1 : AVIS D'APPEL D'OFFRES (AAO)</u></b> .....	<b>3</b>
<b><u>PIECE N°2 : REGLEMENT GENERAL DE L'APPEL D'OFFRES (RGAO)</u></b> .....	<b>14</b>
<b><u>PIECE N° 3: REGLEMENT PARTICULIER DE L'APPEL D'OFFRES (RPAO)</u></b> .....	<b>ERREUR !</b>
<b>SIGNET NON DEFINI.</b>	<b>31</b>
<b><u>PIECE N° 4: CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIERES (CCAP)</u></b> .....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.44</b>
<b><u>PIECE N°5: DESCRIPTIF DE LA FOURNITURE</u></b> .....	<b>57</b>
<b><u>PIECE N°6: BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES</u></b> .....	<b>249</b>
<b><u>PIECE N° 7 : DETAIL ESTIMATIF</u></b> .....	<b>257</b>
<b><u>PIECE N° 8 : CADRE SOUS DETAIL DES PRIX</u></b> .....	<b>267</b>
<b><u>PIECE N° 9 : MODELES DE PIECES</u></b> .....	<b>269</b>
<b><u>PIECE N° 10 : MODELE DE MARCHÉ</u></b> .....	<b>276</b>
<b><u>PIECE N° 11: GRILLE D'ÉVALUATION</u></b> .....	<b>280</b>
<b><u>PIECE N°12 : LISTE DES ÉTABLISSEMENTS BANCAIRES ET ORGANISMES FINANCIERS HABILITÉS A DELIVRER DES CAUTIONS DANS LE CADRE DES APPELS D'OFFRES</u></b> .....	<b>285</b>

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

**APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT**  
**N°04/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 DES NOUVELLES TRAVÉES TRANSFORMATEURS DONC**  
**UNE (01) DE 90/30 KV - 50 MVA, UNE (01) DE 90/15 KV - 50 MVA ET UNE (01) DE**  
**225/30 KV – 50 MVA EN TROIS (03) LOTS, RESPECTIVEMENT BEKOKO, DEIDO**  
**ET KRIBI.**

**Financement : Appui Budgétaire de la 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 des nouvelles travées transformateurs donc une (01) une (01) de 90/30 kV - 50 MVA, une (01) de 90/15 kV - 50 MVA et une (01) de 225/30 kV – 50 MVA en trois (03) lots, respectivement Bekoko, Deido et Kribi.

**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 trois (03) lots répartis comme suit :

▪ **Lot 1 : Poste Haute Tension 225/90/30/15 kV de Bekoko**

Les prestations consisteront à la conception, la fourniture, au transport, au montage, à l'installation, au raccordement et la mise en service d'une nouvelle travée transformateur 90/33 kV- 50 MVA ainsi que la normalisation du bâtiment transport pour l'alimentation du poste distribution et certains clients industriels.

▪ **Lot 2 : Poste Haute Tension 90/15 kV de Deido**

Les prestations consisteront à la conception, la fourniture, au transport, au montage, à l'installation, au raccordement et la mise en service d'une nouvelle travée transformateur 90/16,5 kV- 50 MVA ainsi que la normalisation du bâtiment transport pour l'alimentation du poste distribution et certains clients industriels.

▪ **Lot 3 : Poste Haute Tension 225/30/11 kV de Kribi**

Les prestations consisteront à la conception, la fourniture, au transport, au montage, à l'installation, au raccordement et la mise en service d'une nouvelle travée transformateur 225/33 kV- 50 MVA ainsi que la normalisation du bâtiment transport pour l'alimentation du poste distribution et certains clients industriels.

**5. COUT PREVISIONNEL**

Le coût prévisionnel de l'opération à l'issue des études préalables est de huit milliards sept cent soixante-trois millions neuf soixante-deux mille cinq cents (8 763 962 500) FCFA Toutes Taxes Comprises réparti comme suit :

- Lot 1 : 2 764 887 500 (deux milliards sept cent soixante-quatre millions huit cent quatre-vingt-sept mille cinq cents) FCFA TTC ;
- Lot 2 : 2 392 700 000 (deux milliards trois cent quatre-vingt-douze millions sept cent mille) FCFA HT ;
- Lot 3 : 3 606 375 000 (trois milliards six cent six millions trois cent soixante-quinze mille) FCFA HT ;

**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).

**8. CONSULTATION DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES**

Le dossier peut être consulté aux heures ouvrables à la Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés, 3<sup>ème</sup> 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.

**9. 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, 3<sup>ème</sup> 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 **800 000 (huit cent mille) FCFA payable dans le Compte spécial CAS- ARMP n°33598860001 94 à la BICEC.**

**10. 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, 3<sup>ème</sup> 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 revêtu de la mention :

**« APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT  
N°04/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 DES NOUVELLES TRAVÉES TRANSFORMATEURS DONC  
UNE (01) DE 90/30 KV - 50 MVA, UNE (01) DE 90/15 KV - 50 MVA ET UNE (01) DE  
225/30 KV – 50 MVA EN TROIS (03) LOTS, RESPECTIVEMENT BEKOKO, DEIDO  
ET KRIBI ».**

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

**11. 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 pièce 11 du DAO, valable pendant trente (30) jours au-delà de la date limite de validité des offres et d'un montant de :

- Lot 1 : 55 297 750 (cinquante-cinq millions deux cent quatre-vingt-dix-sept mille sept cent cinquante) FCFA TTC ;
- Lot 2 : 47 854 000 (quarante-sept millions huit cent cinquante-quatre mille) FCFA TTC ;
- Lot 3 : 72 127 500 (soixante-douze millions cent vingt-sept mille cinq cent) FCFA TTC.

**12. 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.

**13. 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.

## 14. PRINCIPAUX CRITÈRES D'ÉVALUATION DES OFFRES

### 14.1. CRITÈRES 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).

### 14.2. CRITÈRES D'ÉVALUATION

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

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

## 15. ATTRIBUTION DU MARCHÉ

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 ne peut être attributaire de plus de deux lots.

## 16. 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.

## 17. 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 THE NEW TRANSFORMER  
BAYS THEREFORE ONE (01) OF 90/15 KV - 50 MVA, ONE (01) OF 225/30 KV – 50 MVA  
AND ONE (01) OF 90/30 KV - 50 MVA INTO THREE (03) LOTS, RESPECTIVELY  
BEKOKO, DEIDO AND KRIBI.**

**Funding: Budget support from the World Bank (PforR)**

**1. SUBJECT OF THE CALL FOR TENDERS**

The Director-General of the National Electricity Transmission Company (SONATREL), as the Contracting Authority, is launching a consultation for the design, supply, transport, assembly, installation, connection and commissioning of the new transformer bays therefore one (01) of 90/15 kV - 50 MVA, one (01) of 225/30 kV – 50 MVA and one (01) of 90/30 kV - 50 MVA into three (03) lots, respectively Bekoko, Deido and Kribi.

**2. CONSISTENCY OF SERVICES**

The services of this order letter are specified in the specifications and technical specifications and the Estimate and Quantity Detail sheet.

**3. DELIVERY TIME**

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

**4. ALLOTMENT**

This Call of tender consists of three (03) lots distributed as follows:

- **Lot 1: Bekoko High Voltage Substation 225/90/30/15 kV**

The services will consist of the design, supply, transport, assembly, installation, connection and commissioning of a new 90/33 kV-50 MVA transformer bay and the standardization of the transmission building for the power supply to the distribution station and certain industrial customers;

- **Lot 2: Deido High Voltage Substation 90/15 kV**

The services will consist of the design, supply, transport, assembly, installation, connection and commissioning of a new 90/15 kV-50 MVA transformer bay and the standardization of the transmission building for the power supply to the distribution station and certain industrial customers;

- **Lot 3: Kribi High Voltage Substation 225/30 kV**

The services will consist of the design, supply, transport, assembly, installation, connection and commissioning of a new 225/30 kV-50 MVA transformer bay and the standardization of the transmission building for the power supply to the distribution station and certain industrial customers;

## 5. ESTIMATED COST

The estimated cost of the operation at the end of the preliminary studies is eight billion seven hundred sixty-three million nine sixty-two thousand five hundred (8,763,962,500) FCFA All Taxes Included, distributed as follows:

- Lot 1: 2,764,887,500 (two billion seven hundred sixty-four million eight hundred eighty-seven thousand five hundred) FCFA including tax;
- Lot 2: 2,392,700,000 (two billion three hundred ninety-two million seven hundred thousand) FCFA excluding tax;
- Lot 3: 3,606,375,000 (three billion six hundred six million three hundred seventy-five thousand) FCFA excluding 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 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, against presentation of a payment receipt of a non-refundable sum of 800,000 (eight hundred thousand) FCFA **payable to the special account CAS-ARMP no. 33598860001 94 at the BICEC Bank.**

## 10. SUBMISSION OF TENDERS

Each tender written in French or in English in seven (07) copies including one (01) original and six (06) copies, marked as such, must be deposited 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, 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° \_\_\_\_/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2024 OF  
\_\_\_\_\_ FOR THE DESIGN, SUPPLY, TRANSPORT, ASSEMBLY,  
INSTALLATION, CONNECTION AND COMMISSIONING OF THE NEW  
TRANSFORMER BAYS THEREFORE ONE (01) OF 90/15 KV - 50 MVA, ONE (01)  
OF 225/30 KV – 50 MVA AND ONE (01) OF 90/30 KV - 50 MVA INTO THREE (03)  
LOTS, RESPECTIVELY BEKOKO, DEIDO AND KRIBI”.**  
**"To be opened only 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 offer deadline for the submission of tenders, in the amount of:

- Lot 1: 55,297,750 (fifty-five million two hundred ninety-seven thousand seven hundred fifty) FCFA including tax;
- Lot 2: 47,854,000 (forty-seven million eight hundred fifty-four thousand) FCFA including tax;
- Lot 3: 72,127,500 (seventy-two million, one hundred twenty-seven thousand five 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 authority, in accordance with the stipulations of the Special Regulations of the Call for Tenders. These documents 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 tender that does not comply with the requirements of this notice and the tender documents 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 the 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**

#### **14.1 ELIMINATORY CRITERIA**

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

### 1) Administrative tender

- 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 cannot be awarded more than two 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.**

**AMPLIANCES:**

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

Done in Yaoundé, on \_\_\_\_\_

**The Director General**

**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

#### **- 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

ARTICLE 15 : DOCUMENTS ATTESTANT L'ADMISSIBILITE DU  
SOUMISSIONNAIRE

ARTICLE 16 : DOCUMENTS ATTESTANT L'ADMISSIBILITE DES FOURNITURES

ARTICLE 17 : DOCUMENTS ATTESTANT DE LA CONFORMITE DES  
FOURNITURES

ARTICLE 18 : 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

#### **- 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

#### **- OUVERTURE DES PLIS ET EVALUATION DES OFFRES**

ARTICLE 26 : OUVERTURE DES PLIS ET RECOURS

ARTICLE 27 : CARACTERE CONFIDENTIEL DE LA PROCEDURE

ARTICLE 28 : 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

## **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

ARTICLE 37 : 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



## **A. 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 des nouvelles travées transformateurs donc une (01) une (01) de 90/30 kV - 50 MVA, une (01) de 90/15 kV - 50 MVA et une (01) de 225/30 kV – 50 MVA en trois (03) lots, respectivement Bekoko, Deido et Kribi.

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:

- 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 ;
  - 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

- Présente plus d'une offre dans le cadre du présent appel d'offres, à l'exception des offres variantes autorisées selon la clause 17, le cas échéant ; cependant, ceci ne fait pas obstacle à la participation de sous- traitants dans plus d'une offre.

- 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.

o 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 paiements 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 1<sup>er</sup> 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'article 7.1 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.

### **- 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 des 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.

## **ARTICLE 18 : 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.

## **2. 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.

### 3. 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 procédera 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.

## **4. 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 INFRACTUEUX 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 marchés publics édicté par l'organisme chargé de la régulation des marchés publics ou dans toute 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.)**

	<b>Généralités</b>
1	<p><b>Définition des fournitures :</b>          Les prestations consistent à fournir les équipements ci-après ainsi que leurs divers accessoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformateurs de puissance</li> <li>• Disjoncteurs</li> <li>• Cellules HTA</li> <li>• Sectionneurs</li> <li>• Armoire de contrôle/ Commande</li> <li>• Réducteurs de mesures</li> <li>• Câbles HTA et BT</li> <li>• Parafoudres</li> <li>• Transformateur des auxiliaires et bobine point neutre</li> <li>• Charpentes métalliques</li> </ul> <p>Le détail de toutes ces fournitures est précisé dans les spécifications techniques.</p>
1.0	<p>Nom de l'Autorité Contractante :  <b>Le Directeur Général de la Société Nationale de Transport de l'Electricité</b></p>
1.1	<p>Nom du Maître d'Ouvrage bénéficiaire des prestations :  <b>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.</b></p>
1.2	<p>Délai de livraison : <b>douze (12) mois au maximum.</b></p>
2.1.	<p>Source de financement : <b>Appui budgétaire de la Banque Mondiale (PforR)</b></p>
4.1	<p>Liste des candidats préqualifiés : <b>N/A</b></p>
4.2.	<p>Critères de provenance des soumissionnaires : <b>Entreprises spécialisées dans le domaine.</b></p>
5.1	<p>Critères de provenance des fournitures : <b>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.</b></p>
6.	<p>Qualification du soumissionnaire</p>
6.1	<p><b>6.1.1 CRITERES ELIMINATOIRES</b></p> <p>Les critères éliminatoires relatifs à la qualification des candidats porteront sur :</p> <p><b>1) Offre administrative</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence d'un document administratif après 48h ;</li> <li>- Fausse déclaration ou documents falsifiés ;</li> <li>- Absence ou non-conformité de la caution de soumission.</li> </ul>

## 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).

### 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**  
**Pour les entreprises installées au Cameroun**

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 1<sup>er</sup> 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 1<sup>er</sup> ordre agréé par le Ministère en charge des Finances du Cameroun et d'un montant de :
  - o Lot 1 : 55 297 750 (cinquante-cinq millions deux cent quatre-vingt-dix-sept mille sept cent cinquante) FCFA TTC ;
  - o Lot 2 : 47 854 000 (quarante-sept millions huit cent cinquante-quatre mille) FCFA TTC ;
  - o Lot 3 : 72 127 500 (soixante-douze millions cent vingt-sept mille cinq cents) FCFA TTC.
9. une attestation de non exclusion des Marchés Publics délivrée par le Directeur Général de l'ARMP ;
10. 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 ;
11. 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 ;
12. 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) ;
13. 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.

**Pour les entreprises installées à l'étranger**

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 ;

2. le registre de commerce ou l'extrait KBIS ;
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 une banque agréée par le Ministère des Finances et du budget 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 agréée par le Ministère en charge des Finances du Cameroun et d'un montant de :
  - Lot 1 : 55 297 750 (cinquante-cinq millions deux cent quatre-vingt-dix-sept mille sept cent cinquante) FCFA TTC ;
  - Lot 2 : 47 854 000 (quarante-sept millions huit cent cinquante-quatre mille) FCFA TTC ;
  - Lot 3 : 72 127 500 (soixante-douze millions cent vingt-sept mille cinq cents) FCFA TTC.
9. le statut juridique ;
10. 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**

- 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.

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

1. 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). Le montant du marché considéré sera au minimum de 1.000.000.000 FCFA (un milliard francs CFA) pour les lots 1, 2 et 3 pris séparément. Pour les lots combinés, le montant minimum du marché considéré sera la somme de chaque lot pris séparément. Les copies

des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission.

2. 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 1.000.000.000 FCFA (un milliard francs CFA) pour les lots 1, 2 et 3 pris séparément. Pour les lots combinés, le montant minimum du marché considéré sera la somme de chaque lot pris séparément. Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission.

▪ b.3. Chiffre d'affaires

La Soumission des 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

▪ 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 :

- Un milliard de Francs CFA (1.000.000.000 FCFA) pour le Lot 1 ;
- Un milliard de Francs CFA (1.000.000.000 FCFA) pour le Lot 2 ;
- Un milliard cinq cent millions de Francs CFA (1.500.000.000 FCFA) pour le Lot 3 ;

Pour les lots combinés, les montants demandés séparément de chaque lot seront additionnés.

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

▪ b.5. Qualification du personnel technique

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

- Responsable sur site en charge des raccordements et câblage : Ingénieur/Technicien supérieur électrotechnique de niveau minimum BAC + 3 avec 07 ans d'expérience professionnelle
- Experts formateurs agréés par les organisations (Diplôme et CV signé et daté).
- Expert transformateur de puissance : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle
- Expert en Protection et Contrôle-Commande : Ingénieur/Technicien supérieur en génie électrique de niveau minimum BAC + 3 avec 10 ans d'expérience professionnelle
- 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
- Deux techniciens supérieurs en génie électrique de niveau BAC + 2 avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté)
- Trois techniciens en génie électrique de niveau BAC avec 03 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) ;
- 02 conducteurs de travaux de Genie Civil avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté).

***N.B : ce critère validé si 10/12 sous-critères sont validés***

- 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 :

- la liste des essais détaillés (routine, type, spéciaux, etc)
- la liste des laboratoires agréés

- 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		
	Pour 1 lot	Pour 2 lots	Pour 3 lots
Véhicules de transport de matériel (pick-up)	1	2	3



Camion avec nacelle (12 m, 350 kg)	1	2	3
Camion grue (18 tonnes/m)	1	2	3
Excavateur	1	2	3
Camion Benne	1	2	3
Betonniere	1	2	3
Vibreau de béton	1	2	3
Compacteur à cylindre 1T	1	2	3
Compacteur sauteur 1T	1	2	3
Chariot élévateur (Type Manitou)	1	2	3
Presse hydraulique Alu + Cu avec accessoires	1	2	3
Groupes électrogène (6 kVA)	1	2	3
Compresseur	1	2	3
Matériel de traitement d'huile de TFO	1	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

**N.B : ce critère est validé à 80%**

- 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.

- 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) :

- Certification d'assurance qualité ISO 9001
- Certification de gestion environnementale ISO 14001 ;
- 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 :

- a) la soumission proprement dite (suivant modèle joint dans le présent DAO) avec un montant hors taxes et un montant toutes taxes comprises ;
- b) 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 ;
- c) le bordereau des prix unitaires du soumissionnaire paraphé, signé et cacheté par le soumissionnaire sur chaque page ;

d) 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 ;

- 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 composants 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 :

a) 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.

b) La formation des utilisateurs et des techniciens ;

c) 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.

	<p>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.</p>
13.2	Les prix offerts par le Soumissionnaire seront fermes, non révisables et sans réserve aucune.
14.	<p>Monnaies de l'offre</p> <p>Les prix seront libellés dans les monnaies ci-après : FCFA et Euro</p>
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	<p>Montant de la garantie de l'offre</p> <p>Le Soumissionnaire fournira un cautionnement de soumission qui fera partie intégrante de son Offre.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Le cautionnement de soumission peut être saisi :</p> <p>(a) Si le soumissionnaire retire son Offre pendant le délai de validité qu'il aura spécifié dans son offre ; ou</p> <p>(b) Au cas où le Soumissionnaire obtiendrait le marché ; si ce dernier :</p> <p>(i) Manque à son obligation de signer du marché ; ou</p>
------	---

	(ii) Manque à son obligation de déposer le cautionnement définitif prévu dans le présent DAO.
20.1	<p>Période de validité des offres :</p> <p>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.</p> <p>La période de validité des offres est de cent vingt (120) jours à partir de la date limite de dépôt des offres.</p>
21.1	<p>Nombre de copies de l'offre qui doivent être remplies et envoyées :</p> <p>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</p> <p>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</p>
21.2 et 22.2	<p>Adresse de l'autorité contractante à utiliser pour l'envoi des offres :</p> <p>Les soumissions devront être déposées auprès de la Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés, 3<sup>ème</sup> 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 <b>Elle portera la mention suivante :</b></p> <p style="text-align: center;"><b>« APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT N°04/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 DES NOUVELLES TRAVÉES TRANSFORMATEURS DONC UNE (01) DE 90/30 KV - 50 MVA, UNE (01) DE 90/15 KV - 50 MVA ET UNE (01) DE 225/30 KV – 50 MVA EN TROIS (03) LOTS, RESPECTIVEMENT BEKOKO, DEIDO ET KRIBI ».</b></p> <p style="text-align: center;"><b>« A n'ouvrir qu'en séance de dépouillement »</b></p>
23.1	<b>Date et heure limite de dépôt des Offres</b>

	<p>Les offres doivent être déposées contre récépissé auprès de la Structure Interne de Gestion Administrative des Marchés, 3<sup>ème</sup> 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 <b>13 heures</b> précises, heure locale.</p>
26.1	<p><b>Lieu, Date et heure de l'ouverture des plis</b></p> <p>L'ouverture des pièces administratives et des offres techniques et financières s'effectuera le _____ à <b>14 heures</b> par la Commission Interne de Passation des Marchés de la SONATREL dans la salle de conférence sise au 2<sup>ème</sup> étage de l'immeuble CAA, en présence des soumissionnaires ou de leurs représentants dûment mandatés et ayant une parfaite connaissance du dossier.</p> <p>Les représentants des Soumissionnaires qui seront présents signeront une fiche attestant de leur présence.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p><b>Eclaircissements concernant les Offres</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<b>Conversion en une seule monnaie</b>	
33.1.	Monnaie retenue pour la conversion en une seule monnaie : le franc CFA.
33.2.	Source du taux de change : la Banque des Etats de l'Afrique Centrale (BEAC)
<b>Attribution du marché</b>	
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 <b>la moins disante et techniquement qualifiée</b> .

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

<b>CHAPITRE I : GENERALITES .....</b>	<b>4553</b>
<b>ARTICLE 1 : OBJET DU MARCHÉ.....</b>	<b>49</b>
<b>ARTICLE 2 : PROCEDURE DE PASSATION DU MARCHÉ .....</b>	<b>49</b>
<b>ARTICLE 3 : DEFINITIONS ET ATTRIBUTIONS .....</b>	<b>49</b>
<b>ARTICLE 4 : LANGUE, LOI ET REGLEMENTATION APPLICABLES .....</b>	<b>49</b>
<b>ARTICLE 5 : NORMES .....</b>	<b>50</b>
<b>ARTICLE 6 : PIECES CONSTITUTIVES DU MARCHÉ.....</b>	<b>50</b>
<b>ARTICLE 7 : TEXTES GENERAUX APPLICABLES .....</b>	<b>50</b>
<b>ARTICLE 8 : COMMUNICATION.....</b>	<b>51</b>
<b>ARTICLE 9 : ORDRES DE SERVICE .....</b>	<b>51</b>
<b>ARTICLE 10 : MATERIEL ET PERSONNEL DU FOURNISSEUR .....</b>	<b>52</b>
<b>CHAPITRE II : CLAUSES FINANCIERES .....</b>	<b>52</b>
<b>ARTICLE 11 : GARANTIES ET CAUTIONS.....</b>	<b>52</b>
<b>ARTICLE 12 : MONTANT DU MARCHÉ .....</b>	<b>53</b>
<b>ARTICLE 13 : LIEU DE PAIEMENT .....</b>	<b>53</b>
<b>ARTICLE 14 : VARIATION DES PRIX.....</b>	<b>53</b>
<b>ARTICLE 15 : FORMULES DE REVISION DES PRIX.....</b>	<b>53</b>
<b>ARTICLE 16 : FORMULES D'ACTUALISATION DES PRIX .....</b>	<b>53</b>
<b>ARTICLE 17 : AVANCES .....</b>	<b>54</b>
<b>ARTICLE 18 : PAIEMENT .....</b>	<b>54</b>
<b>ARTICLE 19 : INTERETS MORATOIRES .....</b>	<b>54</b>
<b>ARTICLE 20 : PENALITES DE RETARD .....</b>	<b>55</b>
<b>ARTICLE 21 : REGIME FISCAL ET DOUANIER.....</b>	<b>55</b>
<b>ARTICLE 22 : TIMBRES ET ENREGISTREMENT DES MARCHES .....</b>	<b>56</b>
<b>CHAPITRE III : EXECUTION DES PRESTATIONS .....</b>	<b>56</b>
<b>ARTICLE 23 : BREVET .....</b>	<b>56</b>
<b>ARTICLE 24 : LIEU ET DELAIS DE LIVRAISON .....</b>	<b>56</b>
<b>ARTICLE 25 : ROLES ET RESPONSABILITES DU FOURNISSEUR .....</b>	<b>56</b>
<b>ARTICLE 26 : TRANSPORT ET ASSURANCES .....</b>	<b>56</b>
<b>ARTICLE 27 : ESSAIS ET SERVICES CONNEXES.....</b>	<b>57</b>
<b>ARTICLE 28 : SERVICE APRES-VENTE ET CONSOMMABLES.....</b>	<b>57</b>
<b>CHAPITRE IV : DE LA RECEPTION .....</b>	<b>57</b>
<b>ARTICLE 29 : DOCUMENTS A FOURNIR AVANT LA RECEPTION TECHNIQUE .....</b>	<b>57</b>
<b>ARTICLE 30 : RECEPTION PROVISOIRE .....</b>	<b>58</b>
<b>ARTICLE 31 : DOCUMENTS A FOURNIR APRES RECEPTION PROVISOIRE.....</b>	<b>53</b>
<b>ARTICLE 32 : DELAI DE GARANTIE.....</b>	<b>58</b>
<b>ARTICLE 33 : RECEPTION DEFINITIVE.....</b>	<b>58</b>
<b>CHAPITRE V : DISPOSITIONS DIVERSES .....</b>	<b>59</b>
<b>ARTICLE 34 : RESILIATION DU MARCHÉ.....</b>	<b>59</b>
<b>ARTICLE 35 : CAS DE FORCE MAJEURE.....</b>	<b>59</b>
<b>ARTICLE 36 : DIFFERENDS ET LITIGES.....</b>	<b>60</b>
<b>ARTICLE 37 : EDITION ET DIFFUSION DU PRESENT MARCHÉ.....</b>	<b>60</b>
<b>ARTICLE 38 ET DERNIER : ENTREE EN VIGUEUR DU MARCHÉ .....</b>	<b>60</b>



## **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 des nouvelles travées transformateurs donc une (01) 90/30 kV - 50 MVA, une (01) de 90/15 kV - 50 MVA et une (01) de 225/30 kV – 50 MVA en trois (03) lots, respectivement Bekoko, Deido et Kribi 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°04/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 des nouvelles travées transformateurs donc une (01) 90/30 kV - 50 MVA, une (01) de 90/15 kV - 50 MVA et une (01) de 225/30 kV – 50 MVA en trois (03) lots, respectivement Bekoko, Deido et Kribi.

### **Article 3 : Définitions et attributions**

#### **3.1. Définitions générales**

- 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 ;
- Le Maître d'Ouvrage est le Directeur Général de la SONATREL. Il représente l'administration bénéficiaire des prestations ;
- 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 ;
- L'Ingénieur du marché est le Délégué Régional Littoral Sud-Ouest ;
- Le fournisseur est ....., cocontractant au présent marché.

#### **3.2. Nantissement**

- L'autorité chargée de l'ordonnancement est le Directeur Général de la SONATREL ;
- L'autorité chargée de la liquidation des dépenses est le Directeur Général de la SONATREL ;
- Le responsable chargé du paiement est le Responsable Administratif et Financier de l'UGP PforR logé au MINEE ;
- 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**

- La lettre de soumission ou l'acte d'engagement ;
- 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 ;
- Le Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) ;
- Les Spécifications Techniques (ST) ou le CCTP ;
- 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 ;
- Le Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG) ;
- 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 :

- **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](mailto: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](mailto:maximilien.etoundi@sonatrel.co.cm)

- **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 :

- Montant HTVA : .....francs CFA ;
- Montant de la TVA : .....
- Montant                                  de                                  la                                  TSR :  
.....

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 :

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

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 :

- Un deux millièmes (1/2000<sup>e</sup>) 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 ;
- Un millième (1/1000<sup>e</sup>) 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 réglementation 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 : Deido, Bekoko et Kribi.

24.2. Le délai d'exécution des prestations objet du présent marché est de douze (12) mois.

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 :

- Tous les plans et schémas ;
- Les résultats des tests et essais en usine ;
- Le manuel et notices de fonctionnement et d'entretien des matériels ;
- Les notices de tous les accessoires constitutifs de l'appareil ;
- Le certificat de garantie du fabricant ;
- Le calendrier des formations utilisateur effectuées ;
- 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 :**

- Le Maître d'Ouvrage ou son représentant - Président ;
- Le coordonnateur de l'UGP PforR MINEE ;
- Le Chef de Service du marché, Membre ;
- Le responsable Administratif et financier de l'UGP PforR MINEE ;
- Le Directeur Administratif, Financier et des Ressources Humaines de la SONATREL;
- Le sous-directeur de l'Administration Générale ;
- L'Ingénieur du marché, rapporteur ;
- Un représentant de la Structure Interne de Gestion Administrative des marchés ;
- 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 :

- 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 :

- 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 ;
- retard dans les prestations entraînant des pénalités au-delà de 10 % du montant total de la fourniture ;
- refus de la reprise des prestations non conformes ;
- défaillance du fournisseur ;
- non-paiement persistant des prestations ;
- Utilisation du matériel non approuvé ou d'origine douteuse ;
- 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 déchargé 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 :

**CAHIER DES PRESCRIPTIONS & DES  
SPECIFICATIONS TECHNIQUES (C.P.S.T.)**

## TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES .....	62
LISTES FIGURES .....	66
LISTES TABLEAUX .....	66
1. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET .....	68
1.1. Contexte .....	68
1.2. Poste de Bekoko 225/90/30/15 kV .....	68
1.3. Poste 90/15 kV de Deido .....	69
1.5. Poste d'évacuation 225/30/11 kV de Kribi .....	70
2. DESCRIPTION DES FOURNITURES ET DES TRAVAUX A REALISER .....	71
2.1. Champs d'application .....	71
2.2. Allotissement .....	71
2.3. Détails des prestations à réaliser par lot .....	72
2.3.1. Lot 1 : Création d'une travée transformateur 90/30 kV au poste de Bekoko .....	72
2.3.2. Lot 2 : Création d'une travée transformateur 90/15 kV au poste de Deido .....	73
2.3.4. Lot 4 : Création d'une travée transformateur 225/30 kV au poste de Kribi .....	74
3. TRAVAUX .....	75
3.1. Description .....	75
3.2. Programme des travaux .....	76
4. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU PROJET .....	77
4.1. Code et normes .....	77
4.1.1. Santé – sécurité : .....	78
4.1.2. Domaine électrique : .....	78
4.1.3. Charpentes : .....	78
4.1.4. Génie civil : .....	78
4.1.5. Standards et normes différents de ceux spécifiés : .....	79
4.1.6. Recommandations et normes principales : .....	79
4.2. Caractéristiques électriques .....	80
4.2.1. Intensité de court-circuit .....	80
4.2.2. Isolement .....	80
4.2.3. Caractéristiques générales des sols .....	81
4.2.4. Mise à la terre des neutres .....	81
4.3. Exigences techniques générales .....	82
4.3.1. Fournitures et services généraux .....	82
4.3.2. Installations de chantier à l'usage de l'Entrepreneur .....	82
4.3.3. Documentation à soumettre au Maître d'Ouvrage .....	83
5. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS .....	93
5.1. Généralités .....	93
5.2. Equipements électromécaniques .....	93
5.2.1. Généralités .....	93
5.2.2. Transformateurs de puissance HT/MT .....	94
5.2.3. Disjoncteurs HTB .....	114
5.2.4. Sectionneurs et sectionneurs de mise à la terre .....	118
5.2.5. Transformateurs de courant .....	123
5.2.6. Transformateurs de tension .....	127
5.2.7. Parafoudres .....	132
5.2.8. Isolateurs, Jeux de barres et accessoires .....	135
5.2.9. Transformateurs des services auxiliaires et point neutre .....	140
5.2.10. Appareillages MT sous enveloppe métallique .....	143
5.2.11. Câbles MT et BT et Accessoires .....	152
5.2.12. Système de contrôle, commande et protection .....	155
5.2.13. Charpentes et châssis métalliques .....	167
6. SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENIE CIVIL .....	173
6.1. Normes de référence .....	173
6.2. Dispositions liées à la documentation .....	173
6.2.1. Plans d'exécution .....	173
6.2.2. Plans conformes après travaux .....	173
6.3. Installation de chantier .....	173
6.4. Terrassements généraux et fouilles .....	174
6.4.1. Enlèvement de la végétation .....	174

6.4.2.	Décapage .....	174
6.4.3.	Déblais et définition des profils théoriques .....	175
6.4.4.	Stabilité des fouilles .....	175
6.4.5.	Mise hors d'eau des fouilles .....	175
6.4.6.	Moyens à mettre en œuvre .....	175
6.4.7.	Largeur minimale des tranchées .....	176
6.4.8.	Réception des fouilles.....	176
6.4.9.	Mise en dépôt .....	176
6.4.10.	Remblais.....	177
6.4.11.	Voiries provisoires et plateforme .....	178
6.5.	Bétons.....	179
6.5.1.	Caractéristiques des bétons .....	179
6.5.2.	Composants des bétons .....	180
6.5.3.	Protection vis à vis de l'alcali-réaction.....	180
6.5.4.	Ciments.....	181
6.5.5.	Eau de gâchage.....	181
6.5.6.	Adjuvants .....	181
6.5.7.	Fabrication des bétons .....	182
6.5.8.	Epreuves d'études .....	183
6.5.9.	Epreuves de convenance .....	183
6.5.10.	Contrôles .....	184
6.5.11.	Imperméabilisation des bétons des structures enterrées.....	184
6.6.	Armatures pour béton armé.....	184
6.6.1.	Vérification qualitative.....	185
6.6.2.	Conditions de livraison et stockage .....	185
6.6.3.	Produit de scellement des équipements.....	185
6.7.	Coffrages et échafaudages .....	186
6.7.1.	Coffrages ordinaires (type 1) .....	186
6.7.2.	Coffrages soignés (type 2) .....	186
6.7.3.	Etalement.....	186
6.7.4.	Gaines noyées dans le béton .....	186
6.8.	Transformateur HT .....	186
6.8.1.	Longrines support transformateur .....	186
6.8.2.	Drainage du massif transformateur .....	186
6.9.	Murs pare-feu .....	187
6.9.1.	Principe .....	187
6.9.2.	Dimensions .....	188
6.9.3.	Disposition constructive .....	188
6.9.4.	Règles générales de calcul .....	188
6.9.5.	Composition des murs.....	188
6.10.	Réseaux électriques et circuit de terre .....	188
6.10.1.	Puits de terre .....	188
6.10.2.	Fourreaux et grillage avertisseur .....	188
6.10.3.	Matériau pour lit de pose des fourreaux et des canalisations .....	189
6.10.4.	Matériau de remblai des tranchées .....	189
7.	TRAVAUX ELECTROMECHANIQUES .....	189
7.1.	Généralités .....	189
7.2.	Installation des transformateurs de puissance .....	190
7.2.1.	Réception des équipements .....	190
7.2.2.	Montage et installation.....	190
7.2.3.	Précautions spéciales.....	191
7.3.	Installation des disjoncteurs .....	192
7.3.1.	Réception des équipements .....	192
7.3.2.	Montage et installation.....	192
7.3.3.	Précautions spéciales.....	192
7.4.	Installation des sectionneurs .....	193
7.4.1.	Réception des équipements .....	193
7.4.2.	Montage et installation.....	193
7.4.3.	Précautions spéciales.....	193
7.5.	Installation des transformateurs de mesure .....	193
7.5.1.	Réception des équipements .....	193

7.5.2.	Montage et installation.....	193
7.5.3.	Précautions spéciales.....	194
7.6.	Installation des parafoudres .....	194
7.6.1.	Réception des équipements .....	194
7.6.2.	Montage et installation.....	194
7.6.3.	Précautions spéciales.....	194
7.7.	Installation des jeux de barres rigides .....	195
7.7.1.	Réception des équipements .....	195
7.7.2.	Montage et installation.....	195
7.7.3.	Précautions spéciales.....	196
7.8.	Installation des connexions en tendues .....	196
7.8.1.	Réception des équipements .....	196
7.8.2.	Installation des câbles de garde .....	196
7.8.3.	Montage et installation.....	196
7.9.	Installation des portiques et des supports d'équipements .....	197
7.10.	Installation des transformateurs de services auxiliaires et de point neutre MT.....	199
7.10.1.	Réception des équipements .....	199
7.10.2.	Montage et installation.....	199
7.10.3.	Précautions spéciales.....	199
7.11.	Installation des équipements et câbles MT .....	199
7.11.1.	Réception des équipements .....	199
7.11.2.	Montage et installation.....	200
7.11.3.	Précautions spéciales.....	201
7.12.	Installation des équipements de services auxiliaires BT et câblage .....	202
7.12.1.	Réception des équipements .....	202
7.12.2.	Montage et installation.....	202
7.12.3.	Précautions spéciales.....	203
7.13.	Installation de l'appareillage de commutation MT .....	203
7.13.1.	Réception des équipements .....	203
7.13.2.	Montage et installation.....	204
7.13.3.	Précautions spéciales.....	205
8.	MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX GENIE CIVIL .....	206
8.1.	Description détaillée des ouvrages.....	206
8.1.1.	Piste lourde.....	206
8.1.2.	Piste légère.....	206
8.1.3.	Fosse et longrines transformateurs .....	207
8.1.4.	Murs pare feu.....	207
8.1.5.	Massifs supports poteaux et charpentes métalliques.....	208
8.1.6.	Caniveaux à câbles .....	208
8.1.7.	Drainage et assainissement des travées.....	208
8.1.8.	Bâtiment Transport .....	209
8.2.	Bétons :.....	213
8.2.1.	Préparation du fond de fouilles .....	213
8.2.2.	Béton de propreté .....	213
8.2.3.	Mise en place et durcissement des bétons .....	213
8.2.4.	Durcissement.....	213
8.2.5.	Reprises de bétonnage .....	213
8.2.6.	Vibration.....	214
8.2.7.	Essais de contrôle .....	214
8.2.8.	Joints de construction - joints de dilatation.....	215
8.2.9.	Ragréage des parements .....	215
8.3.	Coffrages et traitement des parements coffrés ou non .....	215
8.3.1.	Généralités .....	215
8.3.2.	Tolérances géométriques .....	216
8.3.3.	Chanfreinage des arêtes des murs .....	216
8.3.4.	Coffrage des réservations .....	216
8.3.5.	Décoffrage .....	217
8.3.6.	Armatures et pièces enrobées.....	217
8.3.7.	Fourreaux pour câbles de puissance .....	220
8.4.	Caniveaux BT .....	226
8.4.1.	Fonction des caniveaux.....	226



8.4.2.	Caractéristiques .....	226
8.4.3.	Utilisation .....	227
8.4.4.	Caractéristiques des caniveaux renforcés.....	227
8.4.5.	Ouvrages spéciaux.....	227
8.4.6.	Utilisation des caniveaux renforcés et ouvrages spéciaux.....	227
8.4.7.	Etude du tracé du réseau de caniveaux .....	227
8.5.	Charpente .....	228
8.5.1.	Dimensionnement.....	228
8.5.2.	Règles de protection contre la corrosion .....	228
8.5.3.	Réception des charpentes.....	228
8.5.4.	Transport et manutention .....	228
8.5.5.	Installation des charpentes .....	228
8.6.	Connexions aériennes en câbles .....	230
8.7.	Connexions aériennes en tubes .....	230
8.7.1.	Dimensionnement.....	230
8.7.2.	Mise en œuvre des jeux de barres .....	231
8.7.3.	Caractéristiques mécaniques des tubes .....	231
8.7.4.	Caractéristiques électriques des tubes.....	231
8.7.5.	Intensités admissibles dans les tubes .....	232
8.8.	Raccords pour connexions aériennes .....	232
8.8.1.	Généralités .....	232
8.8.2.	Prises cylindriques en alliage de cuivre.....	232
8.8.3.	Plages en alliage d'aluminium .....	232
8.8.4.	Raccordement des appareils munis de tiges cylindriques en cuivre.....	232
8.8.5.	Catégories d'appareils.....	232
8.8.6.	Solution générale, valable pour les transformateurs de puissance.....	233
8.8.7.	Cas particulier des sectionneurs d'aiguillage supports de jeux de barres en tube .....	233
8.8.8.	Mise en œuvre des raccords pour connexions aériennes.....	233
	Montage des raccords.....	233
8.9.	Canalisations souterraines MT .....	237
8.9.1.	Type de câble (suivant norme IEC 502) .....	237
8.9.2.	Choix des câbles .....	237
8.9.3.	Dans le sol .....	237
8.9.4.	Hors sol.....	238
8.9.5.	Parallélisme de tracé .....	238
9.	LIVRAISON.....	238
10.	MONTAGE ET INSTALLATION .....	238
11.	SUIVI DES TRAVAUX, ESSAIS, RECEPTION ET MISE EN SERVICE .....	239
11.1.	Généralités .....	239
11.2.	Suivi des travaux .....	239
11.3.	Plan de mise en service .....	240
11.4.	Organisation .....	240
11.4.1.	Comité de mise en service .....	240
11.4.2.	Superviseur Général de la mise en service.....	240
11.4.3.	Représentant du fabricant .....	241
11.4.4.	Responsabilité de L'entrepreneur.....	241
12.	FORMATION DU PERSONNEL DU MAITRE DE L'OUVRAGE.....	242
12.1.	Participation aux essais en usine .....	242
12.1.1.	Principes .....	242
12.1.2.	Modalités de participation aux essais en usine .....	242
12.2.	Formation sur site du personnel exploitant.....	243
12.3.	Formation chez les fabricants.....	243
13.	SPECIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES .....	243
13.1.	Etudes d'exécution .....	243
13.2.	Description des travaux à réaliser dans le lot 1.....	244
13.2.1.	Prestations à réaliser .....	244
13.2.2.	Pièces de rechanges lot 1 .....	245
13.3.	Description des travaux à réaliser dans le lot 2.....	246
13.3.1.	Prestations à réaliser .....	246
13.3.2.	Pièces de rechanges lot 2 .....	248
13.5.	Description des travaux à réaliser dans le lot 4.....	250

13.5.1.	Prestations à réaliser .....	250
13.5.2.	Pièces de rechanges lot 4 .....	252
14.	<b>GARANTIES DE PERFORMANCES</b> .....	253
14.1.	Période de Garantie.....	253
14.2.	Garanties techniques.....	253
14.2.1.	Transformateur .....	253

## LISTES FIGURES

Figure 1 :	Image du poste de Bekoko .....	69
Figure 2 :	Image poste de Deido .....	70
Figure 4 :	Image poste de Kribi .....	71
Figure 5 :	Zone d'impact du projet lot 1 .....	73
Figure 6 :	Zone impact du projet Lot 2 .....	74
Figure 8 :	Zone impact du projet lot 4.....	75
Figure 9 :	Schéma logique plan de protection transformateur HT/MT .....	166
Figure 10 :	Largeur minimale des tranchées.....	176
Figure 11 :	Largeur & profondeur de fouille.....	176
Figure 12 :	Nuances d'acier et types d'armatures .....	185
Figure 13 :	Caractéristiques fourreaux .....	220
Figure 14:	Mode de pose de fourreaux en simple trèfle.....	221
Figure 15:	Mode de pose de fourreaux en double trèfle .....	222
Figure 16:	Mode de pose de fourreaux en nappe .....	223
Figure 17 :	Mode de pose de fourreaux en double nappe .....	224

## LISTES TABLEAUX

Tableau 1 :	Code et normes .....	77
Tableau 2 :	Tableau normes génie civil.....	78
Tableau 3 :	Normes électriques.....	79
Tableau 4 :	Niveaux de tenue aux courants de court-circuit des réseaux de terre de postes HT/MT ..	80
Tableau 5 :	Synthèse des niveaux d'isolement .....	81
Tableau 6 :	Dispatching des transformateurs de puissance .....	96
Tableau 7:	Cartes armoire de Régleur en Charge .....	102
Tableau 8 :	Plan de distribution des disjoncteurs HTB .....	115
Tableau 9 :	Dispatching des sectionneurs .....	119
Tableau 10 :	Dispatching des réducteurs de mesures .....	132
Tableau 11 :	Dispatching des parafoudres.....	135
Tableau 12 :	Dispatching des transformateurs auxiliaires .....	141
Tableau 13 :	Cellule MT Arrivée Transformateur .....	149
Tableau 14 :	Cellule MT Départ Poste Distribution ou Couplage.....	149
Tableau 15 :	Cellule MT Transformateur des Auxiliaires .....	150
Tableau 16 :	Cellule MT Transformateur Potentiel.....	150
Tableau 17 :	Dispatching par type de cellules.....	150
Tableau 18 :	Défauts internes et externes affectant le transformateur HT/MT .....	167
Tableau 19 :	Nuances d'acier pour charpentes métalliques .....	171
Tableau 20 :	Charges et largeurs de piste .....	206
Tableau 21 :	Constitution du bâtiment.....	209
Tableau 22 :	Essais & Contrôle de la production .....	214
Tableau 23:	Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en simple trèfle .....	221
Tableau 24:	Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en simple trèfle .....	221
Tableau 25:	Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en double trèfle .....	223
Tableau 26:	Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en nappe .....	224
Tableau 27:	Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en double nappe .....	225
Tableau 28:	Caractéristiques mécaniques des tubes .....	231
Tableau 29:	Caractéristiques électriques des tubes .....	231
Tableau 30:	Intensité admissibles dans les tubes.....	232
Tableau 31:	Intensité en fonction du diamètre de tige .....	233

Tableau 32: Tableau intensité à suivre .....	233
Tableau 33 : Plafonnement des frais généraux en lot.....	239
Tableau 34 : Dispatching des essais usines .....	242
Tableau 35 : Liste des pièces de rechange transformateur Lot 1 .....	245
Tableau 36 : Liste des pièces de rechange cellules MT lot 1 .....	246
Tableau 35 : Liste des pièces de rechange transformateur Lot 2 .....	248
Tableau 36 : Liste des pièces de rechange disjoncteur Lot 2 .....	249
Tableau 37 : Liste des pièces de rechange cellules MT Lot 2 .....	249

## 1. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET

### 1.1. Contexte

Pour soutenir la forte demande d'électricité non seulement de la population mais aussi 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 constaté la surcharge actuelle de certains postes de transformation, la SONATREL a opté pour stratégie de création de nouvelle travée de transformation HT/MT afin d'absorber les énergies des industries en cours de création ou opérant autour de certains nœuds du Réseau Publique de Transport.

Le projet de création de nouvelles travées de transformation et de mise en conformité suivant la réforme du secteur dans ces différents postes doit être implémenté en urgence dans le but de :

- Renforcer de la capacité de transformation 225/30 kV, 90/15 kV et 90/30 kV de ces postes
- D'améliorer l'offre énergétique pour les clients industriels et publics de la ville de Douala et Kribi.
- Augmenter la fiabilité des postes tout en améliorant l'exploitation et la maintenance de ces derniers

Ce projet concerne principalement quatre postes abaisseurs : Bekoko, Deido et Kribi.

### 1.2. Poste de Bekoko 225/90/30/15 kV

#### Localisation

Le poste d'interconnexion 225/90/30/15 kV de Bekoko est situé dans l'arrondissement de Dibombari, département du Moungo, Région du Littoral.

Site	Latitude	Longitude	Altitude
Bekoko	4°07'22.59" N	9°35'05.53" E	30 m

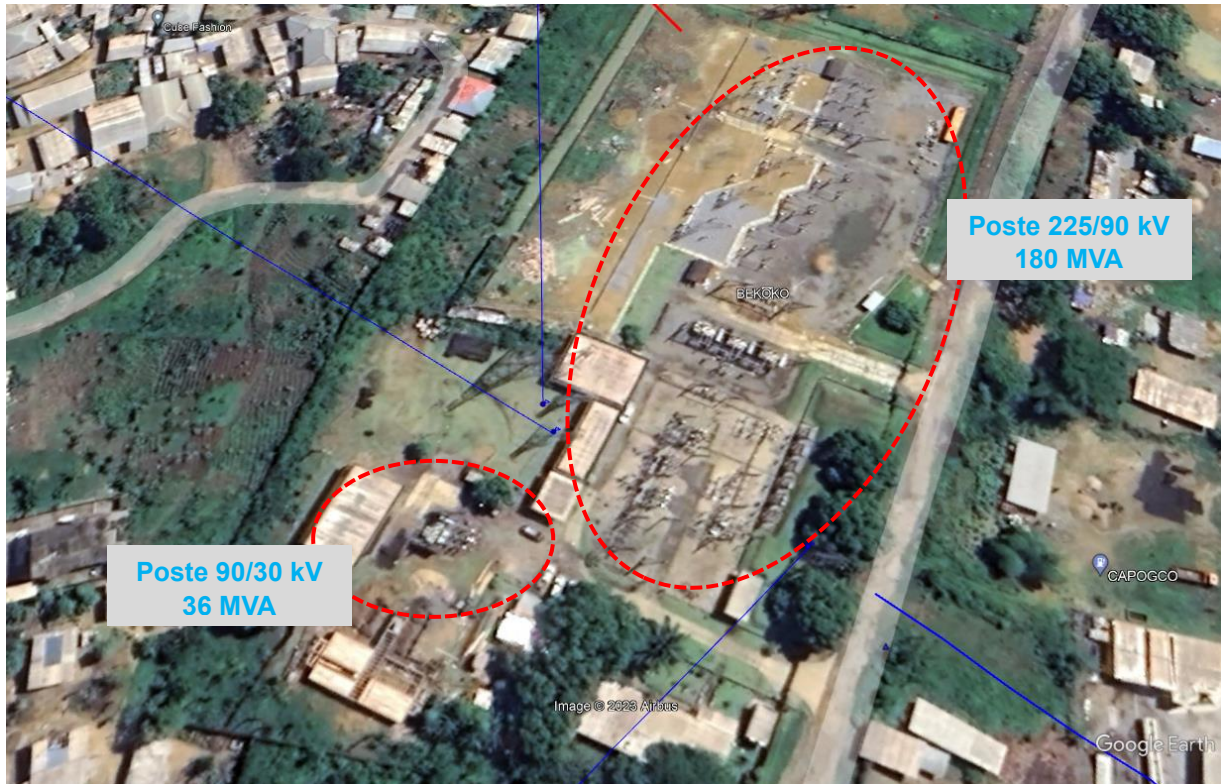


Figure 1 : Image du poste de Bekoko

### **Configuration existante**

Le poste Bekoko est composé de :

- deux (02) travées lignes 225 kV (Logbaba et Tchouwong)
- trois (03) travées lignes 90 kV (Bonaberi, Limbe, Nkongsamba)
- une (01) travée transformateur 225/90 kV
- une (01) travée transformateur 90/30 kV
- un (01) banc de transformateurs 3x60 MVA 225/90/15 kV
- un (01) transformateur triphasé 36 MVA 90/30 kV
- deux (02) bancs de condensateurs 90 kV de 25 MVA<sub>r</sub> chacun
- une (01) rame de cellules 30 kV
- un bâtiment de commande 225/90 kV
- un bâtiment de commande et HTA 90/30 kV
- un bâtiment distribution en cours de construction
- un logement du chef de poste

### **1.3. Poste 90/15 kV de**

Poste de Transformation  
SONATREL

### **Localisation**

Le poste abaisseur 90/15 kV de Deido est situé dans l'arrondissement de Douala 1<sup>er</sup>, département du Wouri, Région du Littoral.

Site	Latitude	Longitude	Altitude
Deido	4°03'50"N	9°42'55"E	25 m

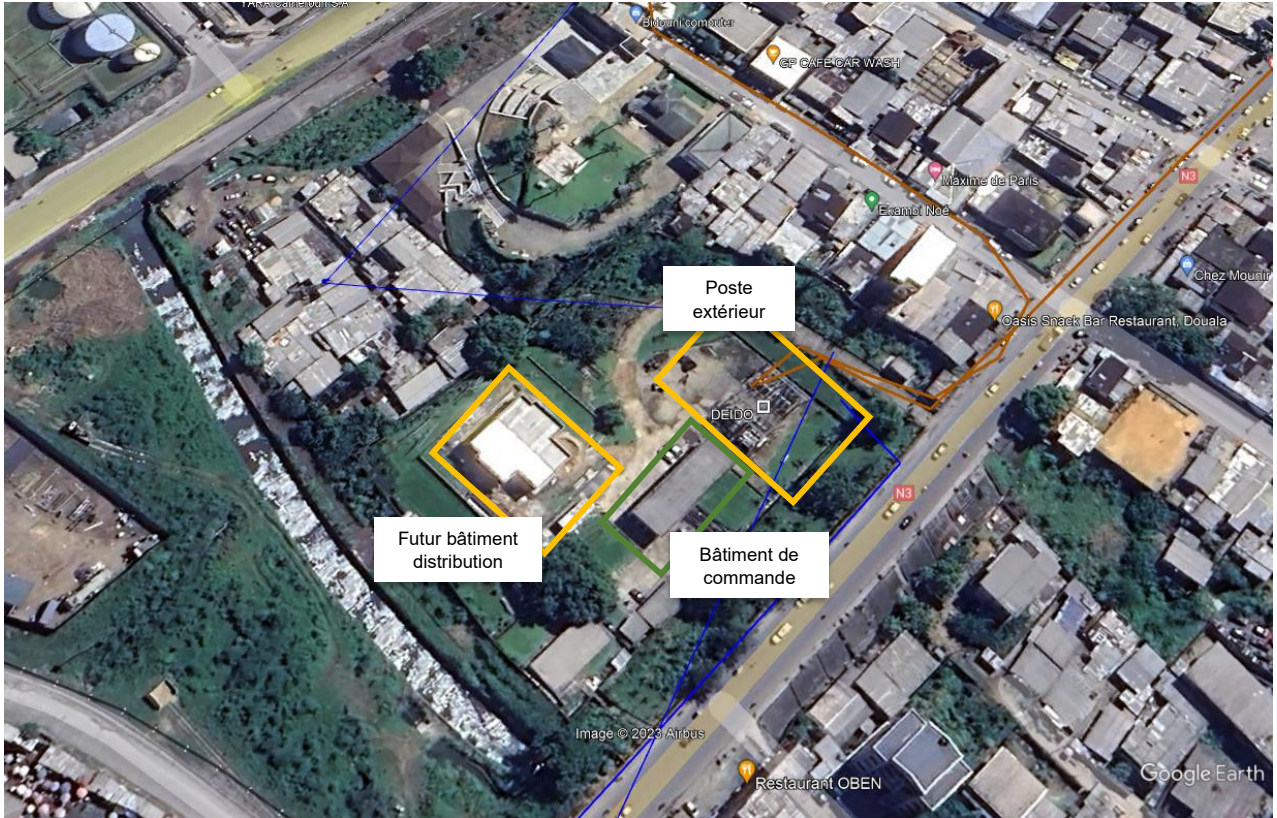


Figure 2 : Image poste de Deido

### **Configuration existante**

Le poste Deido est composé de :

- deux (02) travées lignes 90 kV (Dangoté et Bassa)
- Une (01) travée transformateur 90/15 kV opérationnelle
- Une (01) travée transformateur 90/15 kV en cours de réaménagement
- un (01) transformateur triphasé 50 MVA 90/15 kV opérationnelle
- un (01) transformateur triphasé 50 MVA 90/15 kV en cours d'acquisition
- deux (02) rames de cellules 15 kV couplés via un cellule de couplage barres
- un bâtiment de commande et HTA 90/15 kV
- un bâtiment distribution en cours de construction
- un logement du chef de poste

### **1.4. Poste d'évacuation 225/30/11 kV de Kribi**

#### **Localisation**

Le poste d'interconnexion 225/30/11 kV de Kribi est situé dans l'arrondissement de Kribi II<sup>ème</sup>, département de l'Océan, Région du Sud.

Site	Latitude	Longitude	Altitude
Kribi	3°01'34.76" N	9°58'36.81" E	37 m

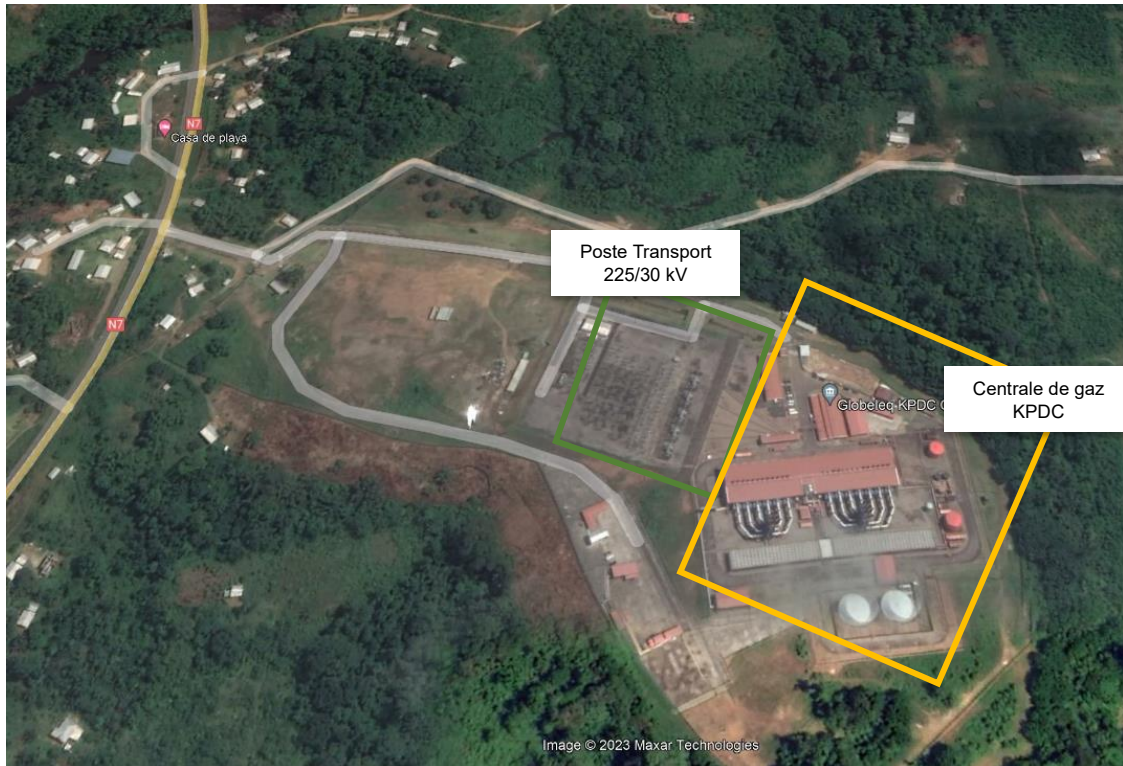


Figure 3 : Image poste de Kribi

### **Configuration existante**

Le poste d'évacuation de Kribi est composé de :

- deux (02) travées lignes 225 kV (Mangombe 1 et 2)
- cinq (05) travées transformateurs 11/225 kV
- une (01) travée transformateur 225/30 kV
- cinq (05) transformateurs triphasés 60 MVA 11/225 kV
- un (01) transformateur triphasé 36 MVA 225/30 kV
- un bâtiment de commande transport et distribution 30 kV

## **2. DESCRIPTION DES FOURNITURES ET DES TRAVAUX A REALISER**

### **2.1. 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 les sites, les études d'ingénierie d'exécution, le montage et la mise en service des équipements et matériels électromécaniques aux postes de Deido, Bekoko et Kribi dans la Région Electrique Littoral et Sud-Ouest (RELSO) de la SONATREL.

### **2.2. Allotissement**

Le projet de renforcement de la capacité de transformation dans certains postes d'interconnexion et abaisseurs passe par la construction de nouvelles travées équipées de transformateurs de puissance ainsi que la normalisation des installations conformément à la réforme du secteur de l'électricité au Cameroun. Ces travaux sont répartis en trois (03) lots :

- **Lot 1 : Poste Haute Tension 225/90/30/15 kV de Bekoko**

Les prestations consisteront à la conception, la fourniture, au transport, au montage, à l'installation, au raccordement et la mise en service d'une nouvelle travée transformateur 90/33

kV- 50 MVA ainsi que la normalisation du bâtiment transport pour l'alimentation du poste distribution et certains clients industriels.

▪ **Lot 2 : Poste Haute Tension 90/15 kV de Deido**

Les prestations consisteront à la conception, la fourniture, au transport, au montage, à l'installation, au raccordement et la mise en service d'une nouvelle travée transformateur 90/16,5 kV- 50 MVA ainsi que la normalisation du bâtiment transport pour l'alimentation du poste distribution et certains clients industriels.

▪ **Lot 3 : Poste Haute Tension 225/30/11 kV de Kribi**

Les prestations consisteront à la conception, la fourniture, au transport, au montage, à l'installation, au raccordement et la mise en service d'une nouvelle travée transformateur 225/33 kV- 50 MVA ainsi que la normalisation du bâtiment transport pour l'alimentation du poste distribution et certains clients industriels.

### **2.3. Détails des prestations à réaliser par lot**

#### **2.3.1. Lot 1 : Création d'une travée transformateur 90/30 kV au poste de Bekoko**

La distribution héritera du bâtiment commun transport et distribution existant. D'où la construction d'un bâtiment transport devant accueillir l'ensemble des équipements de contrôle – commande – protection, les sources auxiliaires AC/DC, les rames de cellules MT, etc. Toutes les fonctions transport devront être réalisées dans ce nouveau bâtiment.

En outre, l'Entrepreneur devra construire une loge transformateur complètement équipée avec un transformateur triphasé 50 MVA 90/33 kV avec l'ensemble des équipements. Et le prolongement du jeu de barre 90 kV existant afin de réaliser un jeu de barre tampon en tube Alu.

L'étendue des travaux de génie civil et électromécaniques se résument comme suit :

- Construction d'un nouveau bâtiment transport de dimensions minimales 25 m x 12 m ;
- Vérification des caractéristiques mécaniques et hydraulique du terrain
- Fondations extérieures pour les nouveaux équipements de commutation
- L'extension du système de drainage et des caniveaux pour câbles ;
- Les tranchées des câbles et conduits pour les nouvelles travées, si nécessaire ;
- L'extension d'une piste lourde
- La construction d'une loge transformateur complètement équipée
- L'aménagement de la clôture électrique du poste 90/30 kV
- La création d'un jeu de barres 90 kV tampon
- Equipement complet HT, MT et BT d'une (01) travée 90/33 kV 50 MVA
- Fourniture, montage, installation et mise en service d'un (01) transformateur de puissance 50 MVA 90/33 kV
- Transfert des équipements du bâtiment existant vers le nouveau bâtiment
- Etude, dimensionnement, fourniture, installation et mise en service d'une résistance de mise à la terre pour la gestion des neutres 90 kV et 30 kV pour chaque travée
- Equipement du poste Tampon 30 kV existant de deux (02) rames de cellules MT sous enveloppe métallique
- Ensemble des équipements de contrôle, commande et protection pour l'ensemble des travées construites
- Fourniture armoire de commande déportée et aussi au SCADA

**Toutes les charpentes doivent être adaptées à la structure existante du poste.**



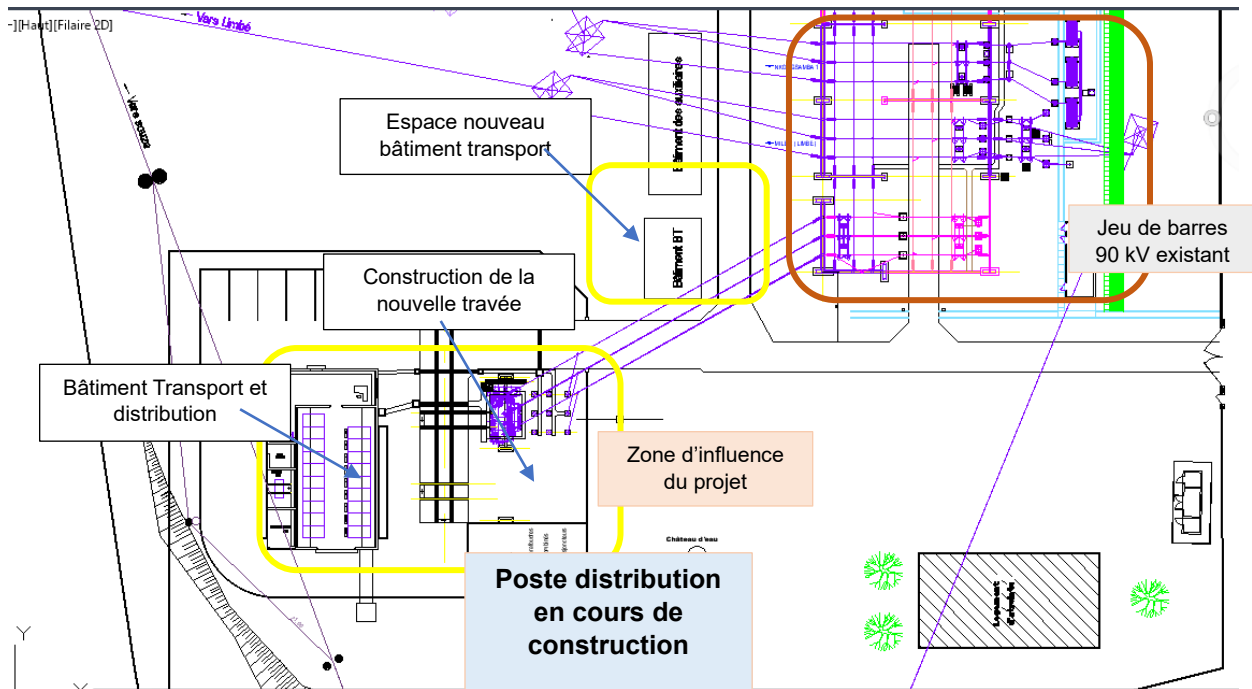


Figure 4 : Zone d'impact du projet lot 1

### 2.3.2. Lot 2 : Création d'une travée transformateur 90/15 kV au poste de Deido

Ces travaux tiendront compte des évolutions en cours dans le poste à travers la construction d'un bâtiment distribution. Le transport héritera du bâtiment commun transport et distribution existant. La construction complète d'une loge transformateur avec construction équipée d'un transformateur triphasé 50 MVA 90/16,5 kV avec l'ensemble des équipements.

L'étendue des travaux de génie civil et électromécaniques se résument comme suit :

- Vérification des caractéristiques mécaniques et hydraulique du terrain qui prévaut dans la région d'extension du poste ;
- Fondations extérieures pour les nouveaux équipements de commutation et d'alimentation connexe ;
- L'extension du système de drainage et des caniveaux pour câbles ;
- Les tranchées des câbles et conduits pour les nouvelles travées, si nécessaire ;
- L'extension d'une piste lourde
- La construction d'une loge transformateur complètement équipée
- L'aménagement de la clôture électrique du poste
- Equipement complet HT, MT et BT d'une (01) travée 90/15 kV 50 MVA
- Fourniture, montage, installation et mise en service d'un (01) transformateur de puissance 50 MVA 90/15 kV
- Etude, dimensionnement, fourniture, installation et mise en service d'une résistance de mise à la terre pour la gestion des neutres 90 kV et 15 kV pour chaque travée
- Equipement du poste Tampon 15 kV existant de trois (03) rames de cellules MT sous enveloppe métallique
- Ensemble des équipements de contrôle, commande et protection pour l'ensemble des travées construites
- Intégration des travées au pupitre commande du poste existant et aussi au SCADA

**Toutes les charpentes doivent être adaptées à la structure existante du poste.**

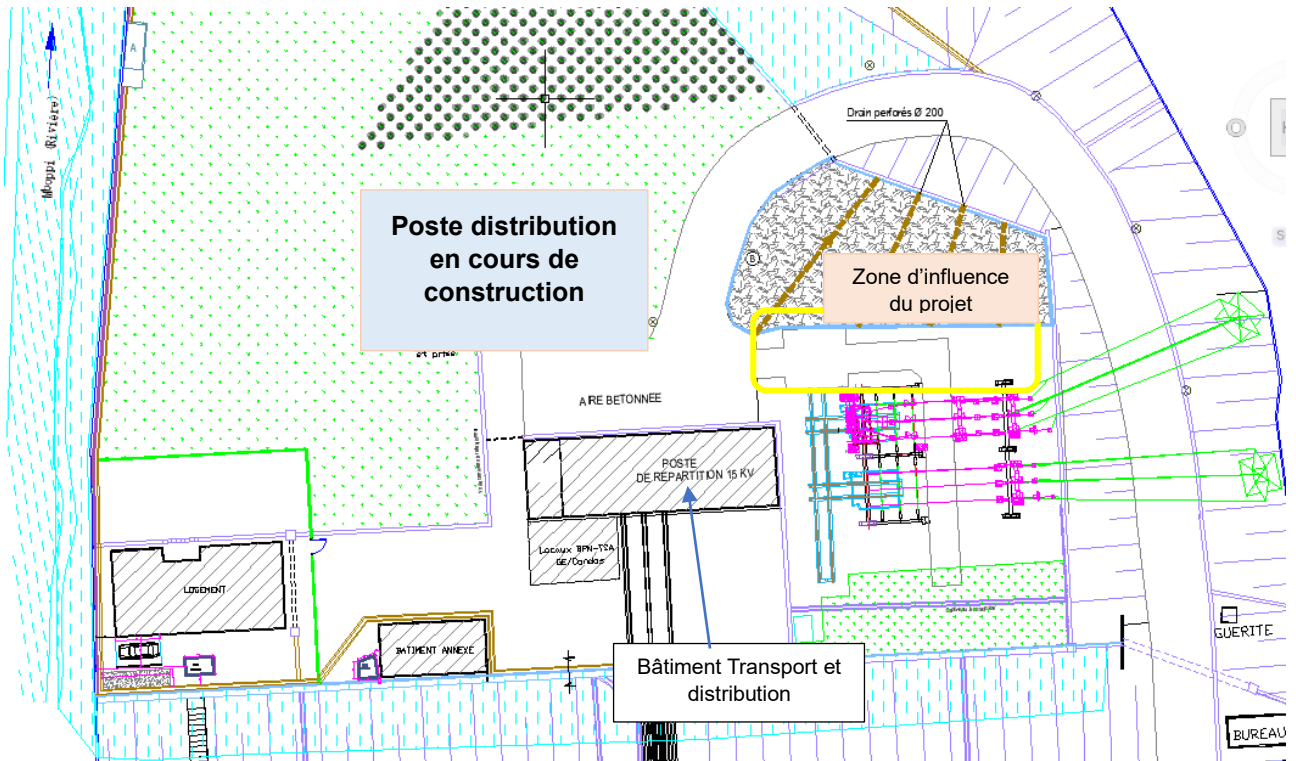


Figure 5 : Zone impact du projet Lot 2

### 2.3.3. Lot 3 : Création d'une travée transformateur 225/30 kV au poste de Kribi

Ces travaux tiendront compte du bâtiment transport 15 kV (poste tampon) à construire. La construction complète d'une loge transformateur avec construction équipée d'un transformateur triphasé 50 MVA 225/30 kV avec l'ensemble des équipements. Le transport héritera du bâtiment existant et le distributeur construira son nouveau bâtiment hors de l'enceinte électrique.

La nouvelle travée 225/30 kV sera construite en vis-à-vis de travée du transformateur élévateur 11/225 kV n°4.

L'étendue des travaux de génie civil et électromécaniques se résument comme suit :

- Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension ;
- Vérification des caractéristiques mécaniques et hydraulique du terrain qui prévaut dans la région d'extension du poste ;
- Fondations extérieures pour les nouveaux équipements de commutation et d'alimentation connexe ;
- L'extension du système de drainage et des caniveaux pour câbles ;
- Les tranchées des câbles et conduits pour les nouvelles travées, si nécessaire ;
- Réaménagement du bâtiment transport et extension dudit bâtiment pour la prise en compte des auxiliaires AC/DC et autres commodités.
- Extension d'une piste lourde et légère
- La construction d'une loge transformateur complètement équipée
- Equipement complet HT, MT et BT d'une (01) travée 225/30 kV 50 MVA
- Fourniture, montage, installation et mise en service d'un (01) transformateur de puissance 50 MVA 225/33 kV
- Extension des réseaux de terre

- Equipement du poste Tampon 15 kV existant des rames de cellules MT sous enveloppe métallique
- Ensemble des équipements de contrôle, commande et protection pour l'ensemble des travées construites
- Fourniture d'une armoire de commande déportée et aussi au SCADA

**Toutes les charpentes doivent être adaptées à la structure existante du poste.**

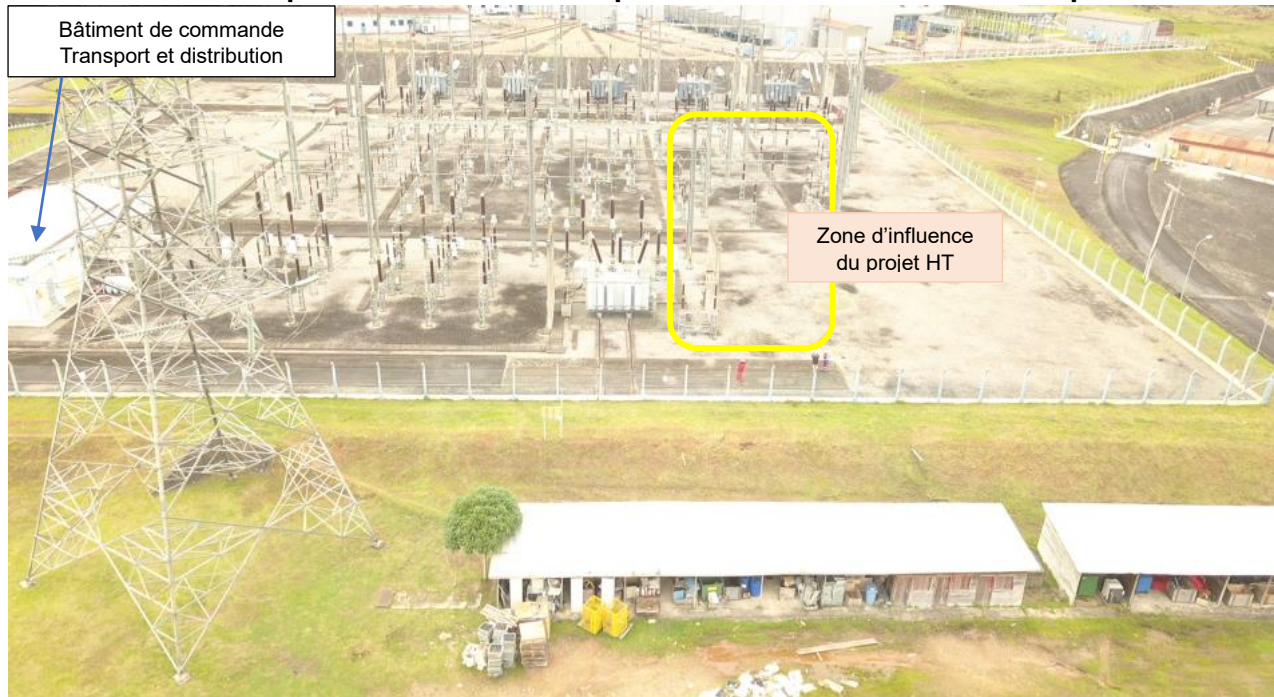


Figure 6 : Zone impact du projet lot 3

### 3. TRAVAUX

#### 3.1. 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 :

- Études d'ingénierie d'exécution : plans, schémas, notes de calculs ;
- Fourniture, transport et installation des équipements électriques et mécaniques des postes à construire et à étendre ;
- Réalisation des socles des équipements, caniveaux à câbles, drainage, etc.
- Montage des charpentes d'amarrage et des supports d'appareils ;
- Montage des chaînes d'isolateurs ainsi que des jeux de conducteurs tendus.
- Installation de conducteurs en cuivre enterrés de mise à la terre et des raccordements aux équipements extérieurs ;
- Montage des disjoncteurs, des sectionneurs, des transformateurs de mesure, des isolateurs à fût massif et des parafoudres sur socle ainsi que des barres rigides ;
- Montage des transformateurs remplis d'huile ;
- Montage des équipements à haute tension HT et moyenne tension MT ;

- Raccordement des équipements aux jeux de barres ;
- Installation des luminaires sur les structures des travées ;
- Installation des armoires de protection, de commande, de SCADA et télé-comptage d'énergie ;
- Raccordement de tous les câbles d'alimentation, de commande et de télécommunication ;
- Essais et mise en service de tous les équipements ;
- 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 :

- Tous les travaux de génie civil nécessaires à l'intégration des nouveaux équipements du poste ;
- L'extension du réseau de mise à la terre existant ;
- La fourniture de toutes les barres et accessoire des structures métalliques des équipements des postes ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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.

### **3.2. Programme des travaux**

Le Constructeur s'engage à achever son lot dans un délai de 12 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 :

- Des travaux et des installations provisoires ;
- De la fourniture des matériaux ;
- Du transport et de la livraison sur site des équipements ;
- 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.

## 4. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU PROJET

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

### 4.1. 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 1 : 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 Institute
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 State 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

#### 4.1.1. 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.

#### 4.1.2. Domaine électrique :

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

- UTE C18510
- CEI 60071.1 et CEI 60071.2
- NFC 13-000 « installation électriques de tension nominales supérieur à 1kV en courant alternatif »
- NFC 13-200 « installations électriques à haute tension – règles »
- 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.**

#### 4.1.3. 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.

#### 4.1.4. 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 2 : 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

#### 4.1.5. 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.

#### 4.1.6. 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 3 : 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 quarts 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

## 4.2. Caractéristiques électriques

### 4.2.1. 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 4 : Niveaux de tenue aux courants de court-circuit des réseaux de terre de postes HT/MT

Echelon de tension	Intensité de court-circuit (kA)
225 kV	Triphasé : 40 kA
90 kV	Triphasé : 31.5 kA
30 kV	Triphasé : 25 kA
15 kV	Triphasé : 20 kA
Constante de temps du réseau (en ms)	200ms

### 4.2.2. 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 :

- Les surtensions à fréquence industrielle qui peuvent apparaître en exploitation ;
- 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 phase 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-résonance 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 5 : 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.

#### 4.2.3. 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.

#### 4.2.4. 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 :

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

### **4.3. Exigences techniques générales**

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

#### **4.3.1. Fournitures et services généraux**

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

#### **4.3.2. 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.

#### **4.3.3. 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 :

- Correspondance (lettres, fax et courriels) ;

- Dessins et diagrammes (conception, fabrication, détails, versions préliminaires, construction, conformes à l'exécution) ;
- Dossier d'approbation pour les équipements principaux, clés et spécifications fonctionnelles détaillées des logiciels ;
- Notes de calcul de conception, fiches techniques ;
- Résultats d'essais en usine ;
- Résultats d'essais sur le site ;
- Programmes d'essais ;
- Programme de formation ;
- Rapports, procès-verbaux des réunions ;
- Manuels et instructions d'utilisation et de maintenance ;
- Rapports d'avancement mensuels et trimestriels ;
- Rapports d'inspection et essais ;
- Echéanciers ;
- Plan de gestion environnementale et sociale ;
- Plan de gestion santé et sécurité ;
- Plan de gestion des déchets ;
- Plan d'engagement des parties prenantes ;
- 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.

### **Étapes 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.

### **Étapes 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.

#### **- Exigences générales**

Les manuels d'exploitation et de maintenance fournis par l'entrepreneur doivent contenir une description détaillée de 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 entraîner 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.

#### - 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 :

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

#### **- 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 :

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

Dans la note de calcul :

- Toutes les charges auxquelles les ouvrages seront soumis avec leur origine, ainsi que les charges transmises aux équipements existants et aux fondations ;
- 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).
- Les facteurs de sécurité retenus ;
- 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.

#### **- 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 réserve 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 :

- Liste mise à jour des plans et schémas
  - Rapports d'avancement
  - Rapports d'avancement sur les travaux de montage et d'installation
  - Liste des sous-traitants/fabricants
  - Programmes d'inspection et d'essais proposés
  - Programme détaillé de la mise en service
  - Documents d'essais/rapports de résultats de tous les essais
  - Programme de formation
  - Manuel d'opération et de maintenance avec la description de tous les équipements et installations
  - Instructions détaillées d'opération et de maintenance
  - Documentation "tel-que-construit" (TQC) y compris les plans de tous les équipements
- Calendrier :
- 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
  - Calendrier détaillé du montage, de l'installation et de la mise en service
  - Liste complète des documents avec les délais de soumission proposés
- Ingénierie mécanique :
- Notes de calcul des supports et portiques en charpentes métalliques.
  - Notes de calcul et de vérification de la tenue mécanique des pylônes et des lignes
  - Dessins des systèmes mécaniques (dessins de disposition et vues en section des équipements, schémas, schémas de circuit et de câblage, nomenclatures des pièces...)
  - Plans structurels et architecturaux
  - Plans d'agencement des composants principaux, plans d'agencement des équipements auxiliaires
  - Plans de cheminement tracés de câbles
  - 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
  - Procédures de soudage
  - Plans en coupe et plans détaillés de tous les composants
  - Pour toutes les opérations de levage (réparation, maintenance, etc.), un plan de levage doit être soumis par l'Entrepreneur.
- Ingénierie électrique :
- Fiches techniques des équipements HT, MT et BT remplies
  - Notice et documentation/spécifications techniques des équipements
  - Plans et schémas de verrouillages

- Listes des macarons, listes des étiquettes d'identification des appareillages
  - Plans détaillés des raccords et connexions
  - Plans de raccordement (schémas de filerie)
  - 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, ...)
  - Schémas électriques unifilaires
  - Listes des câbles
  - Schémas de câblage standards pour tous les différents types de consommateurs électriques
  - Schémas de câblage pour tous les équipements électriques individuels
  - Notes de calculs de dimensionnement des câbles
  - Listes des équipements et des appareils
  - Plans de mise à la terre avec calculs
  - Plans de protection contre la foudre avec les détails des emplacements de mesure et les rapports des mesures effectuées après la mise en service
  - Concept CEM avec une protection de surtension coordonnée
  - Plans d'agencement
  - Plans linéaires du système d'alarme incendie, si nécessaire
  - Plans d'agencement montrant l'emplacement exact des dispositifs d'alarme incendie, si nécessaire
  - Etude d'éclairage pour les nouveaux bâtiments et les extensions de postes
  - Plans d'installation d'électricité et d'éclairage
  - Plans d'agencement généraux des travées de câbles requises, plans de pose des câbles
  - Coupes et plans de montage, appareillage etc., y compris les vues de face et les vues de plan
  - Coupes des travées
  - Calculs des contraintes mécaniques des locaux de commutation en raison des défauts d'arc
  - Calcul de court-circuit et détermination des réglages des relais de protection et des alimentations électriques auxiliaires
  - Plan de coordination des protections
  - Etude de coordination d'isolement
  - Diagramme de protection et de mesure pour la protection de l'unité
  - Calcul du conducteur et tension et réglages des câbles de garde
  - Calculs statiques de tous les portiques et fondations
  - Plans de tous les portiques de fondation
- Etudes réalisées par l'entrepreneur :
- Etude de MALT (incluant levées de résistivité. Inclure étude de court-circuit)
  - Etude de dimensionnement des jeux de barres rigides et tendues
  - Etude de protection contre la foudre
  - Etude de coordination de l'isolation (dimensionnement des parafoudres)
  - Etude de coordination des protections et réglages
  - Etude d'éclats d'arcs électriques
  - Etude de dimensionnement des services auxiliaires (batteries, chargeur, panneau AC/DC)
  - Notes de calculs et dimensionnement des câbles

- Notes de calcul de dimensionnement des transformateurs de mesure
- Ingénierie de contrôle commande :
  - Architecture du système de contrôle-commande montrant tous les composants
  - Plans d'aménagement de la salle de contrôle-commande montrant la répartition spatiale des bureaux et des panneaux
  - Agencement des salles électroniques montrant la répartition spatiale des cabines et des armoires
  - Dimensions détaillées des bureaux, panneaux et cabines
  - Agencement des modules à l'intérieur des cabines
  - Description de tous les contrôles des groupes fonctionnels
  - Listes de programmes pour tous les programmes d'application
  - Documentation relative à l'interface contrôle-commande
  - Affectation des points I/O -contrôle-commande
  - Dessins techniques des vannes de contrôle, registres de réglages avec leurs actionneurs, orifices, buses, buses venturi
  - Schémas de connexion internes, schémas de connexion externes, schémas de raccordement des bornes, diagrammes schématiques et schémas du circuit combinés
  - Schémas des réseaux locaux de communication montrant l'interconnexion des composantes au réseau. Plan d'adressage des composantes informatiques.
  - Diagrammes de boucles des instruments
  - Diagramme de branchement des instruments
  - Liste des enregistreurs/commutateurs de sélection
  - Liste des instruments
  - Liste des annonces
  - Listes des câbles
  - Plan du tracé des câbles
- Ingénierie de Génie civil :
  - Dessins de génie civil (plan de masse, plans des fondations, carnets de massifs)
  - Dessins architecturaux (plans en élévation, coupes, ...)
  - 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)
  - Etudes et schémas topographiques
  - Plan général de l'ensemble de chaque site montrant tous les bâtiments et installations, voies de circulation et aménagements paysagers, etc. existants.
  - Plans d'aménagement architectural, plans de conception et dessins détaillés (plans et sections) à l'échelle 1 :100 de tous les bâtiments et installations
  - Vues de tous les côtés des bâtiments à l'échelle 1 :100
  - Dessins architecturaux présentant chaque étage (plans, sections) des bâtiments à construire y compris tous les dessins détaillés nécessaires, à l'échelle 1 :50
  - 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.
  - Plan en Elévations, coupes et plan de la toiture
  - Systèmes de planchers surélevés et plafonds suspendus
  - Services souterrains et conduits avec des équipements appartenant aux services
  - Systèmes d'évacuation des eaux usées et pluviales
  - Schémas pour les travaux extérieurs montrant les installations et les clôtures, etc.
  - Schémas pour les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation
  - Fondations et tous les autres ouvrages souterrains en béton pour la ligne de transport

- 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 :

- Nom de l'Entrepreneur ;
- Nom du Sous-traitant, le cas échéant ;
- Nom du Maître de l'Ouvrage ;
- Nom du Maître d'Ouvrage ;
- Nom du Projet ;
- Brève description du contenu des dessins ;
- Numéro de dessin et de révision ;
- Date initiale et dates de révision ;

- Echelle et barre d'échelle (le cas échéant) ;
- 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.

## 5. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS

### 5.1. 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.

### 5.2. Equipements électromécaniques

#### 5.2.1. Généralités

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

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

Les appareils concernés par la présente spécification sont les suivants :

- Disjoncteurs HT de type AIS,
- Sectionneurs HT de type AIS,
- Parafoudres HT,
- Transformateurs de mesures HT (transformateurs de tension et de courant),
- Jeux de barres HT.
- Armoires de protection
- Câbles MT et BT
- 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 :

- Efforts dus au vent correspondant à une pression dynamique de  $64 \text{ daN/m}^2$  (32 m/s),
- Les efforts mécaniques permanents dus aux connexions extérieures et sollicitant les bornes,
- 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 :

- 127 Vcc circuits de commande, de verrouillage et de signalisation ;
- 127 Vcc moteur des dispositifs de manœuvre ;
- 48 Vcc télécommunications ;
- 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.

#### **5.2.2. 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 6 : Dispatching des transformateurs de puissance

Désignation	Unités	LOT 1	LOT 2	LOT3
Poste		Bekoko	Deido	Kribi
Quantité	-	1	1	1
Type	-	Triphasé	Triphasé	Triphasé
Fréquence	Hz	50	50	50
Mode de refroidissement	-	ONAN/ONAF	ONAN/ONAF	ONAN/ONAF/ ODAF
Puissance nominale	MVA	40/50	40/50	24/40/50
Tension nominale de l'enroulement primaire	kV	90	90	225
Tension nominale de l'enroulement secondaire	kV	33	16,5	33
Tension nominale de l'enroulement tertiaire	kV	-	-	-
Réglage tension primaire	-	±10x1,5%	±10x1,5%	±12x1,25%
Nombre de positions de régleur	Nbre	21	21	25
Isolement des enroulements primaires	kV	123	123	245
Isolement des enroulements secondaires	kV	36	24	36
Neutre de l'enroulement primaire	-	étoile neutre sorti	T étoile neutre sorti	étoile neutre sorti
Neutre de l'enroulement secondaire	-	Triangle	Triangle	Triangle
Symbole de couplage	-	YNd11	YNd11	YNd11
Mise à la terre neutre Primaire	-	Via sectionneur	Via sectionneur	Via sectionneur
Mise à la terre neutre Secondaire	-	Via bobine	Via bobine	Via bobine
Tension auxiliaire puissance	Vac	230/400	230/400	230/400
Tension protections et commande	Vdc	127	127	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 :

- Le Tableau des caractéristiques techniques rempli avec les valeurs garanties ;
- Une liste de plans ;
- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- Les listes de matériels ;
- Les fiches techniques des accessoires et des liquides isolants ;
- Les schémas de principe ;
- Les schémas de filerie ;
- Les schémas d'assemblage ;
- Les schémas d'expédition ;
- 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

### **Assurance Qualité :**

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
- 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 :

- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits.

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 :

- Les plans finaux (tels que construits) et les informations pour les articles listés dans les sections précédentes ;
- Les schémas de principe ;
- Les schémas de filerie ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- Les plans et les informations d'installation ;
- 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 fabricant 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 être 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 enregistreurs 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- $\Delta$ , 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 interchangeable.

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 :

- Valve de drainage d'huile ;
- Valves de filtration au sommet et à la base ;
- Valve d'échantillonnage d'huile à la base de la cuve ;
- Valves de chaque côté du relais Buchholz ;
- Enveloppe de thermomètre ;
- Échelle murale pour accès au relais Buchholz avec protection adéquate ;
- Dispositifs pour manipulation et installation (œilletons de levage et anneaux de traction) ;
- Butée de soulèvement pour la cuve ;
- Valves pour l'isolation de la circulation d'huile ;
- 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 :

- Base de glissement pour permettre le roulement du transformateur assemblé dans n'importe quelle direction ;
- Crochets pour attacher l'équipement de traction ;
- Œillets ou ancrages pour suspension ;
- 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.
- Une distance d'Entraxe des rails en travée (piste de repos) de 2 195 mm
- 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'entraînement 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'entraînement 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 7: 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 :

- soit à distance par boutons poussoirs ou par régulateur automatique de tension.
- 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 toute 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 peints 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 :

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

#### **- 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 vanne papillon pour l'entrée et la sortie de chaque radiateur, directement accessible du niveau du sol et du couvercle de la cuve,
- 1 vanne à disque pour la connexion de la conduite commune éventuelle (collecteur général) à la cuve du transformateur (si applicable),
- 1 godet à thermomètre vissé et placée sur l'entrée et la sortie du collecteur général (si applicable),
- 1 bouchon de drainage avec capot de protection vissé au point bas de chaque collecteur général (si applicable),
- 1 bouchon de purge d'air avec capot de protection vissée au point haut de chaque collecteur général (si applicable),
- 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,
- 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.

#### - 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.

#### - 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.

#### - 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 :

- 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 :

- Démarrage ventilateurs de refroidissement,
- Système de refroidissement mode contrôle automatique,
- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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 :

- o Opérer une alarme à distance quand la température atteint une valeur prédéterminée
- o 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 :

- Disjoncteur thermomagnétique triphasé sous boîtier moulé, avec une capacité de court-circuit de 14 kA eff symétrique pour système 400 Vca, 4 fils ;
- Coffret IP65 (NEMA 4), en acier de 2,5 mm d'épaisseur, avec portes à charnières cadénassables 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) ;
- L'élément de chauffage anti-condensation contrôlé par un thermostat ;
- 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 ;

- Câble de cuivre toronné étamé avec isolation au fluorure polymérique ;
- Des blocs de jonction montés sur des rails asymétriques (ENTRELEC ou équivalent) et les accessoires ;
- Tous les accessoires doivent être connectés aux blocs de jonction avec des câbles armés ou des câbles dans des conduits métalliques ;
- Equipements des changeurs de prises :
- Relais de régulation de tension muni d'un compensateur de chute de tension de ligne et de type traversée ;
- Relais de blocage à surintensité de courant et à sous tension ;
- Un schéma de mise en parallèle de type "maître/esclave" avec commutateur de commande de type "maître/esclave/indépendant". Le schéma doit avoir un dispositif d'alarme pour désynchronisation ;
- 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.
- Equipements du système de refroidissement ;
- Sélection et opération locale ;
- Opération manuelle et automatique ;
- Indication de l'état des pompes, ventilateurs de refroidissement (opération, défaillance, perte de l'alimentation électrique, etc.) ;
- Protection contre la surcharge des pompes et des ventilateurs de refroidissement ;
- 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 ;
- 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 mm<sup>2</sup> (4 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> 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 :

- Le courant dans l'enroulement sous conditions de courts-circuits sera limité seulement par l'impédance du réseau ;
- La durée de court-circuit dans les enroulements HT et BT sera limitée à 2 secondes
- La durée de court-circuit dans l'enroulement tertiaire sera limitée à 1 seconde ;
- L'asymétrie du courant de faute du réseau sera de  $X/R = 15$  ;
- Le court-circuit d'un seul enroulement à la fois est considéré, ce qui veut dire HT/BT, HT/tertiaire ou BT/tertiaire ;
- Pour la conception,  $X_0 = X_1$  sur HT, BT.
- 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 :

- 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 ;
- Capteur numérique de température communiquant avec le système SCADA existant ;
- Détecteur de décharges partielles online

**N.B. : L'ensemble des informations (signaux et alarmes) doit être rapatrié dans le calculateur de l'armoire de régulateur ETOS ED de MR et par la suite transféré vers le RTU existant ou nouveau**

### **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 :

- Variation de la tension d'alimentation nominale du moteur :  $\pm 10 \%$ ,
- Variation de fréquence nominale :  $\pm 5 \%$ ,
- Sur- ou sous-excitation combinée :  $\pm 10 \%$ ,

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

- Circuit d'alimentation des dispositifs de commande, du chauffage, de l'éclairage et des prises de courant : 230 V AC, 1 ph, 50 Hz ;
- Circuit d'alimentation du moteur du changeur de prises : 400 V AC, 1 ph, 50 Hz ;
- Circuit d'alimentation des moteurs des ventilateurs, des pompes : 400/230 V AC, 3ph, 50 Hz.
- 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 peindre 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.

### **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 :

- Pertes à vide : +15%
- Pertes en charge (puissance nominale) : +10%
- Pertes totales : +10%
- Limite d'élévation en température : +2%
- 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 :

- Une plaque signalétique en conformité avec la CEI 60076,
- Une plaque indiquant les connexions, le groupe vectoriel des enroulements avec un plan de projection indiquant la position physique de chacune des phases,
- Une plaque montrant la position exacte et la fonction de toutes les valves,
- Une plaque avec les dimensions de transport,
- 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.
- 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,
- 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 :

- 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.

- 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 ;

- 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.

- 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 :

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

Essais de routine :

- Essais de tenue à la tension de fréquence industrielle à sec ;
- Pertes diélectriques mesurées ;
- 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 :

- Rapport de transformation ;
- Polarité ;
- Courant de magnétisation et mesure de la tension (courbe de saturation) ;
- Isolation diélectrique du côté secondaire ;
- Essai de précision.

### **Essais du changeur de prises sous charge**

Les essais suivants doivent être effectués selon le standard spécifié.

Essais de type :

- Echauffement des contacts ;
- Endurance mécanique avec/sans le courant nominal ;
- Interruption du courant ;
- Tenue au courant de court-circuit ;
- Résistance de transition ;
- Minutage de la séquence des opérations ;
- 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  $\tan\delta$ , 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 :

- En usine, avant l'expédition du transformateur ;
- Une année après la mise en service du transformateur sur site ;
- 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.

### **5.2.3. 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 8 : Plan de distribution des disjoncteurs HTB

Disjoncteurs	Lot 1	Lot 2	Lot 3
225 kV – 40 kA à commande Tripolaire	-	-	1
90 kV – 31,5 kA à commande Tripolaire	1	1	-
Gaz	SF6	SF6	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 ;

- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes schématiques ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- La liste des composants ;
- Les informations sur les accessoires ;
- Le numéro de modèle des entre-barrages à clé ;
- Les caractéristiques nominales, incluant :
  - La tension nominale ;
  - La tension maximale ;
  - Le courant continu ;
  - Le pouvoir de coupure en court-circuit ;
  - Le courant d'interruption capacitif maximal ;
  - La tenue au choc de foudre ;
  - Les températures d'opération minimum et maximums ;
  - Le temps de coupure maximum ;
  - L'élévation maximum (a.s.l.).
- La dimension permissible des terminaux de câbles ;
- Les fiches techniques du produit ;

- 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 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de maintenance spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
- 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 :

- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits ;
- L'équipement doit être maintenu et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 :
- Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
- La liste recommandée de pièces de rechange ;
- Les plans et les instructions d'installation.

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

- Les plans finaux (tels que construits) et les informations pour les articles listés dans les sections précédentes ;
- Les schémas de filerie ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- Les plans et les informations d'installation ;
- 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 Fabricant 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 (SF<sub>6</sub>) 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 :

- D'un compteur de manœuvre (par pôle pour les disjoncteurs à commande monophasée),
- 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 :

- Commande électrique à distance à partir du tableau de commande,
- 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 :

- Les essais de routine en usine comme prescrits par la norme CEI 62271-100 :
  - o Essais à fréquence industrielle à sec sur les circuits principaux ;
  - o Essai diélectrique sur les circuits de commande et les circuits auxiliaires ;
  - o Mesures de la résistance ohmique des circuits principaux ;
  - o Essai d'étanchéité ;
  - o Contrôle visuel et conformité aux documents d'études ;
  - o Essai de fonctionnement mécanique (mécanisme de commande et pôles) ;
  - o Essais sur les composants ;
  - o Essai sur les surfaces peintes et galvanisées
- 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 :

- Vérification des temps des opérations d'enclenchement et de déclenchement,
- Vérification des limites de fonctionnement du système de commande,
- Vérification des dispositifs de verrouillage.
- Mesurage de la résistance du circuit principal.
- Essais diélectriques du circuit principal.
- Essais des circuits auxiliaires et de commande.
- Contrôles visuels et du modèle.

### **Essais sur site**

Le montage sur site et le contrôle de fonctionnement des appareils comprendront :

- Le raccordement des liaisons entre pôles et armoires de commande
- La mise en place des châssis
- Le réglage des disjoncteurs et leur système de commande
- L'exécution de tous les essais de fonctionnement normal en charge (fermeture et coupure de courant)
- Le contrôle du cycle de fonctionnement
- 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.

#### **5.2.4. 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 des installations de tension nominale supérieure 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 9 : Dispatching des sectionneurs

Sectionneurs	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Sectionneur Unipolaire à ouverture centrale 245 kV	-	-	6
Sectionneur Unipolaire à ouverture centrale 170 kV	-	-	1
Sectionneur Tripolaire à ouverture centrale 123 kV	2	1	12
Sectionneur Unipolaire à ouverture centrale 72 kV	1	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 :

- Une liste de plans ;
- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes schématiques ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- La liste des composants ;
- Les informations sur les accessoires ;
- Le numéro de modèle des entre-barrages à clé ;
- Les caractéristiques nominales, incluant :
  - La tension nominale ;
  - La tension maximale ;
  - Le courant continu ;
  - Le pouvoir de coupure en court-circuit ;
  - Le courant d'interruption capacitif maximal ;
  - La tenue au choc de foudre ;
  - Les températures d'opération minimale et maximale ;
  - Les temps d'ouverture et de fermeture ;
  - L'élévation maximum (a.s.l.);
  - La dimension permissible des terminaux de câbles ;
  - Les fiches techniques du produit ;
  - 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

### **Assurance Qualité :**

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
- 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 :

- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits,

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 suivants doivent être fournis à des fins de documentation :

- Les plans finaux (tels que construits) et les informations pour les articles listés dans les sections précédentes ;
- Les schémas de filerie ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- Les plans et les informations d'installation ;
- 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,

- Les isolateurs en porcelaine,
- Les charpentes en acier galvanisé supportant les isolateurs,
- L'armoire de commande,
- 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 Interrouillage**

Des interverrouillages mécaniques et électriques doivent être fournis afin de permettre ou d'empêcher les conditions suivantes :

- Empêcher la sollicitation concurrentielle de contacteurs d'ouverture et de fermeture ;
- Empêcher le fonctionnement électrique lorsque la manivelle d'opération manuelle est engagée
- Empêcher l'activation des contacts principaux, les contacts de terre étant déjà activés, ou vice-versa.
- 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 ;
- Assurer une séquence correcte des opérations de commutation de transfert de barre omnibus sous charge pour les postes à jeux de barres multiples ;

- 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 ;
- Fonctionnement autorisé uniquement lorsqu'un contact d'autorisation externe est fermé.
- 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 :

- Les essais de routine en usine comme prescrits par les normes ;
- Le contrôle de la construction sur tous les appareils
- La vérification de fonctionnement et du verrouillage sur tous les appareils
- Les essais diélectriques sur chaque appareil et son armoire de commande
- Tout autre essai et contrôle rendus indispensables pour le contrôle de qualité

### 5.2.5. 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 (SF<sub>6</sub>) 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 :

- Une liste de plans ;
- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes schématiques ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- La liste de composants ;
- Les informations sur les accessoires ;

Les caractéristiques nominales pour les transformateurs de courant, incluant :

- La tension nominale ;
- Le courant continu ;
- Le temps de court-circuit ;
- Le courant en régime transitoire ;
- La tenue au choc de foudre ;
- La classe de précision ;
- La charge nominale ;
- Le ratio ;
- Le facteur thermique ;
- La résistance au secondaire ;
- Le courant d'excitation ;
- Les courbes de facteur de correction du ratio ;
- Les températures d'opération minimale et maximale ;
- L'élévation maximum (a.s.l.) ;
- 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc ;
- 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 :
- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 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 ;
- Les schémas de filerie ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- Les plans et les informations d'installation ;
- 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 Fabricant 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 :

- Bornes primaires (HT) selon les normes DIN, de type plaque à bornes, faites pour permettre une utilisation correcte des raccords en Alu ;
- Valve de remplissage et de vidange d'huile (appropriée également pour l'échantillonnage de l'huile);
- Bornes de mise à la terre avec deux vis M14, marquées par étiquettes selon la norme CEI 60417,
- Châssis pour la fixation du transformateur de courant sur la structure de support ;
- Une plaque signalétique faite en matériau anticorrosion et contenir toutes les données sur le transformateur ;
- Coffret de regroupement des enroulements secondaires, résistant aux intempéries ;
- 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 ;
- Anneaux de levage.

### **Courant nominal**

- Courant primaire

Les valeurs retenues du courant primaire pour les rapports de transformation sont telles que montrées sur les plans et les fiches techniques.

- Courant secondaire

Le courant secondaire à considérer est de 1 A.

- 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

- 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 :

- Les essais de routine en usine comme prescrits par les normes ;
- Les certificats des essais de type seront fournis.

#### **5.2.6. 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 :

- Une liste de plans ;
- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes schématiques ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- La liste de composants ;
- Les informations sur les accessoires ;
- Les caractéristiques nominales pour les transformateurs de courant, incluant :
- La tension nominale ;



- Le courant continu ;
- Le temps de court-circuit ;
- Le courant en régime transitoire ;
- La tenue au choc de foudre ;
- La classe de précision ;
- La charge nominale ;
- Le ratio ;
- Le facteur thermique ;
- La résistance au secondaire ;
- Le courant d'excitation ;
- Les courbes de facteur de correction du ratio ;
- Les températures d'opération minimale et maximale ;
- L'élévation maximum (a.s.l.) ;
- Distance de fuite ;

Les caractéristiques nominales pour les transformateurs condensateurs de tensions, incluant :

- La tension nominale ;
- La tension maximale du système ;
- La charge nominale ;
- La tenue au choc de foudre ;
- La classe de précision ;
- La charge thermique ;
- Capacité de couplage (lorsqu'applicable) ;
- Les températures d'opération minimale et maximale ;
- L'élévation maximum (a.s.l.) ;
- Distance de fuite ;
- La dimension permissible des terminaux de câbles ;
- 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 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc ;
- 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 :
- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 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 ;
- Les schémas de filerie ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- Les plans et les informations d'installation ;
- 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 prévienne 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 :

- 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 ;
- Boîtes de raccordement secondaire à l'épreuve des intempéries ;
- Dispositifs d'indication du niveau d'huile, visible facilement à partir du sol ;
- Valve de remplissage et d'évacuation de l'huile (appropriée également pour l'échantillonnage de l'huile) ;
- Bornes de mise à la terre avec deux vis M14, marquées par étiquette selon la norme CEI 60417, symbole No. : 5019 ;
- 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

- De 1,5 pour une durée de 30 s
- 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  $100V/\sqrt{3}$  pour tous les appareils.

Le rapport de transformation nominal doit être :  $225.000/\sqrt{3} / 100/\sqrt{3}$  (pour 225 kV) et  $90.000/\sqrt{3} / 100/\sqrt{3}$  (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 fonction 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 :

- 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.
- 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 10 : Dispatching des réducteurs de mesures

Réducteurs de mesures HT et BT	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Transformateurs de courant 225 kV	-	-	3
Transformateur de courant 90 kV	3	3	
Transformateur de tension 90 kV	1	1	-
Transformateur de courant monobloc externe 15 kV ou 30 kV	3	3	3
Transformateurs de courants 0,72 kV	6	6	6

### 5.2.7. 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 :

- Une liste de plans ;
- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- La liste de composants ;
- Les informations sur les accessoires ;

Les caractéristiques nominales incluant :

- La tension nominale ;
- La tension maximale ;
- La tenue au choc de foudre (BIL);
- La courbe des surtensions temporaires ;
- Tensions résiduelles maximums pour le courant de décharge de 10 kA (en kV crête) ;
- Tension d'opération continue maximale (MCOV) ;
- Niveau de protection contre les surtensions (en kV crête) ;
- La dimension permissible des terminaux de câbles ;
- 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 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
- 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 :

- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 :
- 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 :

- Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- 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 :

- Aux bornes HT et MT des transformateurs de puissance pour la protection des enroulements,
- À la borne des neutres des enroulements des transformateurs de puissance en cas d'exploitation à neutre isolé,
- 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 11 : Dispatching des parafoudres

Parafoudres	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Parafoudre 225 kV	-	-	3
Parafoudres 90 kV	3	3	-
Parafoudres 30 kV	3	-	3
Parafoudre 15 kV	-	3	-

### 5.2.8. 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 :

- Colonne isolante de barres Omnibus 225 kV et 90 kV ;
- Conducteur rigide tubulaire ;
- Conducteur câblé ;
- Câbles de garde ;
- Raccords et matériel de jeux de barres ;
- Chaîne d'isolateurs d'ancrage (225 et 90 kV) ;
- 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 fabricants et fournisseurs proposés sont certifiés ISO 9001 et conformes aux certifications RoHS. Les fabricants 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 :

- Le nom du fournisseur et le pays d'origine des matériaux ou des équipements ;
- Le type, la désignation ou le numéro de catalogue des matériaux ou des équipements ;
- Les caractéristiques principales et les particularités ;
- Les standards applicables ;
- Les données qui confirment la conformité avec les exigences de cette spécification ;
- Le numéro du rapport d'essais types ;
- Les dimensions et la masse ;
- Les informations spécifiques pour le transport, l'emballage et la manutention ;

Ces informations devraient également inclure :

- Les informations relatives aux produits dangereux ;
- 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 :

- Une liste de plans ;
- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- La liste de composants ;
- La dimension permissible des terminaux de câbles ;
- Les fiches techniques des produits ;
- 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de maintenance spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
- 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 :

- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits.

L'équipement doit être maintenu et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 :

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

- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- Les plans et les informations d'installation.

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 Fabricant 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 :

- Courant nominal : selon la charge ;
- Conditions de service selon les exigences techniques générales ;

- Tension de perturbation radioélectrique : 200  $\mu$ V (161 kV);
- Calibre minimum de conducteur (conducteurs flexibles et dérivations) : Aster (AAAC) – ampacité selon la charge ;
- Champ électrique : 15 kV/cm ;
- 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 :

- Chaînes d'ancrage en 225 kV : 2x14 isolateurs
- 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 :

- Pour les pièces en acier : 3,3 ;
- Pour les pièces en fonte malléable et en acier fondu : 4,0 ;
- Pour les pièces en alliage de fusion : 5,0 ;
- 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 :

- 2,5 fois la traction maximale des conducteurs
- 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  $\mu\text{V}$  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 réserve le droit d'assister aux essais en usine.

#### 5.2.9. 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 le 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 12 : Dispatching des transformateurs auxiliaires

Transformateurs auxiliaires	Lot 1	Lot 2	Lot 3
TSA 15 kV 160 kVA 15/0,4 kV	1	-	1
BPN 15 kV	1	-	1
TSA/BPN	-	1	
Resistance de Neutre	1	-	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 :

- Une liste de plans ;
- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes schématiques ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- La liste de composants ;
- Les informations sur les accessoires ;
- Les caractéristiques nominales incluant :
  - Puissance nominale ;
  - Tension au primaire et au secondaire ;
  - Courant continu nominal au primaire et au secondaire ;
  - La tenue au choc de foudre ;
  - Impédance ;
  - Classe d'isolation et augmentations de températures ;
  - Niveau de bruit ;
  - Pertes en charges garanties ;
  - Pertes sans charges garanties ;
  - Les températures d'opération minimum et maximums ;
  - L'élévation maximum (a.s.l.)
- La dimension permissible des terminaux de câbles ;

- Les fiches techniques du produit ;
- 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 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
- 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 :

- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits ;

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 :

- Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
- La liste recommandée de pièces de rechange ;
- 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 ;
- Les schémas de filerie ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- Les plans et les informations d'installation ;
- 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 Fabricant 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  $\pm 2.5$  % 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 :

- Nom de l'Entrepreneur
- Année de construction
- Type de transformateur
- Nombre de phases
- Puissance assignée
- Fréquence assignée
- Rapport de transformation
- Couplage avec indice horaire
- Tension de court-circuit
- Masse totale
- Masse et nature du liquide diélectrique
- Matériau des enroulements
- Impédance directe ( $X1$  [ $\Omega$ ])
- Impédance homopolaire ( $X0$  [ $\Omega$ ])

### **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 relais DGPT2 (ou équivalent)
- 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

## **5.2.10. 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 (SF<sub>6</sub>) 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 (SF<sub>6</sub>) 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 (SF<sub>6</sub>) et des mélanges contenant du SF<sub>6</sub>  
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 échancier 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 :

- Une liste de plans ;
- La vue d'élévation et le poids ;
- La vue en plan ;
- Les diagrammes schématiques ;
- Les diagrammes des plaques signalétiques ;
- La liste de composants ;
- Les informations sur les accessoires ;
- Le numéro de modèle des entre-barrages à clé ;

Les caractéristiques nominales, incluant :

- La tension nominale ;
- La tension maximale ;
- Le courant continu ;
- Le pouvoir de coupure en court-circuit ;
- Le courant d'interruption capacitif maximal ;
- La tenue au choc de foudre ;
- Les températures d'opération minimum et maximums ;
- Le temps de coupure maximum ;
- L'élévation maximum (a.s.l.).
- La dimension permmissible des terminaux de câbles ;
- Les fiches techniques du produit ;
- 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 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 fabricant : fournir les instructions d'installation du fabricant et les critères de manutention spéciaux selon la séquence d'installation ainsi que les procédures de nettoyage et d'essais.

Assurance Qualité :

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
- 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 :

- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits.

L'équipement doit être manutentionné et entreposé selon les instructions du fabricant. 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 :

- Les livres et/ou les feuillets d'instruction ;
- La liste recommandée de pièces de rechange ;
- 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 ;
- Les schémas de filerie ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- Les plans et les informations d'installation ;
- 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 :

- Continuité de service : LSC 2B
- Tenue à l'arc interne : A-FLR 25 kA, 3 s
- Cloisonnement : PM
- 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 débouchables. 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 :

- Une unité de protection et de contrôle-commande
- Un indicateur de présence de tension capacitif
- Compartiment à câbles
- Transformateur de tension selon spécifications
- Transformateur de tension si nécessaire
- Sectionneur à trois positions (fermé, ouvert, ouvert et mis à la terre)
- Disjoncteur
- Jeu de barres
- 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 :

- Courant nominal ;
- Tenue au court-circuit ;
- 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 :

- Les portes ou capots de la cellule à laquelle il appartient sont fermés ;
- L'appareil de coupure associé (disjoncteur ou sectionneur) est ouvert.

Le contrôle doit être mécanique, local, univoque et pourra être cadencé 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 :

- Position fermée : couleur rouge
- Position Ouverte : couleur noire

Les cellules à disjoncteur débrochable devront être dotées des verrouillages suivants :

- Le sectionneur de mise à la terre sera mécaniquement inter-verrouillé avec le chariot disjoncteur.

- Lorsque la mise à la terre est effectuée, un système d'interverrouillage interdit l'insertion du chariot.
- Les sectionneurs de mise à la terre doivent être cadenassables en position ouvert et fermé.
- Les volets accés aux jeux de barres et têtes de câbles doivent être cadenassables en position fermé.
- Le chariot doit présenter toujours trois positions :
  - o 1. Position service
  - o 2. Position essai
  - o 3. Position débouchée

### **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 à 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 13 : 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 14 : Cellule MT Départ Poste Distribution 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 15 : 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 16 : 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 17 : Dispatching par type de cellules

Type de cellule MT sous enveloppe métallique	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Arrivée Transformateur (AT)	2	3	2
Départs Distribution (DP)	6	6	6
Transformateur des Services Auxiliaires (TSA)	2	1	2
Couplages de Barres (CB)	2	4	2
Transformateur de Potentiel (TP)	2	3	2

### Equipements des cellules sous enveloppe métallique

- 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.

- 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 :

- o Pour les disjoncteurs raccordés à des câbles isolés : O - 3 min. - FO - 3 min. - FO
- o 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.

- 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 :

- Type monophasé à résine synthétique moulée
- 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.

- 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 :

- Type monophasé à résine synthétique moulée
- Raccordement soit phase-terre, soit phase-phase
- Branchement soit phase-terre, soit phase-phase
- 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.

- 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 :

- Un indicateur de présence de tension
- Un transformateur de mesure de chaque type
- Cinq (5) lampes, fusibles et mini-disjoncteur de chaque type
- Un kit de maintenance pour disjoncteur MT
- 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**

- Essais d'étanchéité au gaz SF6
- Essais de fonctionnement mécanique et de vérification des dispositifs des verrouillages fonctionnels
- Vérification du fonctionnement des disjoncteurs MT
- Essai de déclenchement fusible
- Vérification du schéma électrique et de la documentation
- Contrôle visuel du matériel
- Contrôle des vitesses de manœuvre
- Essais de mesurage de la résistance du circuit principal
- Essais diélectriques à fréquence industrielle sur le circuit principal HT
- Essais diélectriques à fréquence industrielle sur le circuit BT
- Vérification du fonctionnement des sectionneurs de terre

- Vérification de l'ordre des phases et des indicateurs de signalisation de la présence de tension
- Vérification des alarmes sonores
- Essais du compartiment basse tension en accord avec le schéma électrique

#### **5.2.11. 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 :

- La tension nominale ;
- La tension maximale en continu ;
- Le courant nominal ;
- Le courant de court-circuit maximal ;
- Les températures d'opération maximale et minimale ;
- Les caractéristiques électriques (impédances, capacitances, etc.);
- Les caractéristiques physiques.

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

##### **Assurance Qualité :**

- Fournir les enregistrements d'assurance qualité de l'usine, les procédures et formulaires, le système qualité ISO, etc. ;
- 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 :

- Les bulletins descriptifs ;
- Les fiches de produits

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 :

- Les plans finaux (tel que construits) et les informations pour les items listés dans les sections précédentes ;
- Les rapports d'essais en usine certifiés ;
- 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 être séparés conformément aux normes en vigueur.

### **Caractéristiques générales des câbles MT**

Les câbles électriques MT seront utilisés pour les liaisons suivantes :

- Entre le transformateur HT/MT et la cellule « arrivée » du transformateur MT du poste intérieur MT : section 630 mm<sup>2</sup> Alu
- Entre la cellule MT départ TSA et le transformateur des services auxiliaires TSA : section recommandée 240 mm<sup>2</sup> Alu
- Entre la grille MT départ BPN et la bobine de point neutre : section recommandée 240 mm<sup>2</sup> Alu
- Entre la bobine de point neutre et la résistance de neutre : section recommandée 240 mm<sup>2</sup> Alu
- Entre cellule couplage et cellule pont de barres : section recommandée 630 mm<sup>2</sup> Alu.

Ils doivent être du type N2XSY, de type unipolaire, à conducteur en Alu avec une gaine de protection extérieure en PVC résistant :

- À la pénétration de l'eau,
- Au rayonnement solaire,
- Aux bases et acides,
- 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 extinguable 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 mm<sup>2</sup> à 120 mm<sup>2</sup> 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 :

- La liaison entre le ou les transformateurs d'auxiliaires et le tableau des services auxiliaires,
- Les liaisons relatives aux services généraux (alimentation des aéroréfrigérants, chauffage, éclairage, maisons d'astreinte, etc.),
- 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 :

- Les liaisons entre les équipements situés dans le bâtiment de service,
- Les liaisons entre les équipements situés dans les bâtiments de service et l'appareillage HT.

### 5.2.12. Qualimètre

Fourniture et Installation des qualimètres sur les départs à caractères industriels et sur certains 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 enregistreur 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

### 5.2.13. 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

- 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

- 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 boîtier ou la porte de l'armoire. Chaque indicateur, de type électrique ou mécanique, doit pouvoir être remis à zéro manuellement. L'ouverture du boîtier 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 :

- 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 ;
- Copie du fichier téléchargeable du logiciel embarqué ("firmware") dans le cas de relais pouvant être mis à jour ;
- Copie du logiciel de configuration/sauvegarde des réglages des relais sous forme électronique ainsi que les licences nécessaires ;
- Tout logiciel utilisé ou nécessaire pour l'entretien, le diagnostic et les tests de routine des relais ;
- Instructions, entretien et manuels d'exploitation de tous les relais ;
- Calculs de réglage, etc. ;
- 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 bloc 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 :

- Tension d'alimentation CC : 127 V DC (+10 % -20 %) ;
- Circuits de déclenchement CC : 127 V DC (+10 % -50 %) ;
- Tension secondaire de TT :  $100/\sqrt{3}$  V ;
- 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 installés en plus.

Ils indiqueront à minima :

- Défaillance des contacts auxiliaires du disjoncteur ;
- Défaillance des bobines de déclenchement ;
- Ouverture des circuits de commande ;
- 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**

- Essais de type

Les essais de type doivent être effectués selon les normes suivantes et compris dans le prix des équipements de protection.

Isolation :

- o CEI 60255-5
- o CEI 60870-2-1

Essai CEM d'immunité aux interférences :

- o CEI 60255-6 and 22
- o CEI 61000-4
- o CEI 60694
- o IEEE Std C37.90.1
- o IEEE Std C37.90.2

Essai CEM pour émission d'interférence :

- o CEI 61000-6-3
- o CEI 61000-3-2
- o CEI 61000-3-3
- o CEI – CISPR 22

Essai mécanique (oscillation, choc, sismique) :

- o CEI 60255-21
- o CEI 60068-2

Résistance aux vibrations et aux chocs (transport) :

- o CEI 60255-21
- o CEI 60068-2

Stress climatique :

- CEI 60255-6

Interruption de l'alimentation :

- CEI 60255-11

Protocole de communication :

- CEI 61850
- 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 :

- 2 x multimètres analogiques
- 2 x multimètres numériques
- Equipement pour mesurer la continuité, la séquence de phase
- Primaires pour les essais d'alimentation
- 3 x voltmètres et ampèremètre de phase secondaires pour les essais d'alimentation, avec minuteur pour tester les équipements de protection
- 4 x talkie-walkie opérationnels
- 1 x équipements de tests de batteries

Les conditions minimales d'essai sont les suivantes :

Transformateur de courant :

- Contrôle général de l'enveloppe isolante, des mises à la terre et du marquage des bornes.
- 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 :

- Contrôle général de l'enveloppe isolante, des mises à la terre et du marquage des bornes.
- Essais HT, ratio, polarité, mesure de la résistance d'isolement et des enroulements, courants magnétisants.
- 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 :

- Résistance d'isolation de tous les circuits secondaires (transformateurs de courant et de tension, contrôle, indication et circuits d'alarme, etc.).
- 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.
- Injection au secondaire des relais CA et CC pour vérifier leurs caractéristiques de fonctionnement en fonction des paramétrages et réglages.

Contrôle du système :

- Essais fonctionnels complets de déclenchement, d'alarme, et des circuits de contrôle-commande. Manœuvre des organes de coupure à tension CC.

- Essais de déclenchement et de réenclenchement automatique
- Vérification de l'ordre des phases avant la mise sous tension.
- Mesure des temps de transmission point-à-point des canaux de transmission.
- 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.
- Essais de charge pour la protection et les unités directionnelles.
- Essais de toutes les fonctions définies dans les schémas de protection, alarmes
- Essais des schémas logiques de télé-protection
- Tests points à points vers / depuis le NSCC et vers / depuis les postes de travail opérateur (et ingénierie (back-up))

### **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 :

- 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 ;
- Sensibilité ajustable pour les défauts à la terre ;
- Une protection différentielle indépendante seuil haut, non soumise aux retenues sera incluse ;
- Injection directe d'au moins deux ordres d'ouverture extérieurs ;
- 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 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 :

- 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 ;
- Protection à la terre restreinte pour des réseaux mis à la terre directement ou par l'intermédiaire d'une résistance faible ;
- Protection de surintensité à la terre à temporisation inverse et fixe ;
- Surcharge thermique pour protéger les enroulements du transformateur contre le stress thermique ;
- 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 :

- Affichage des valeurs de service (courant de charge, courant différentiel, etc.) ;
- Affichage des listes d'événement ;
- Autocontrôle continu et diagnostics ;
- 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  $I_n$ , 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

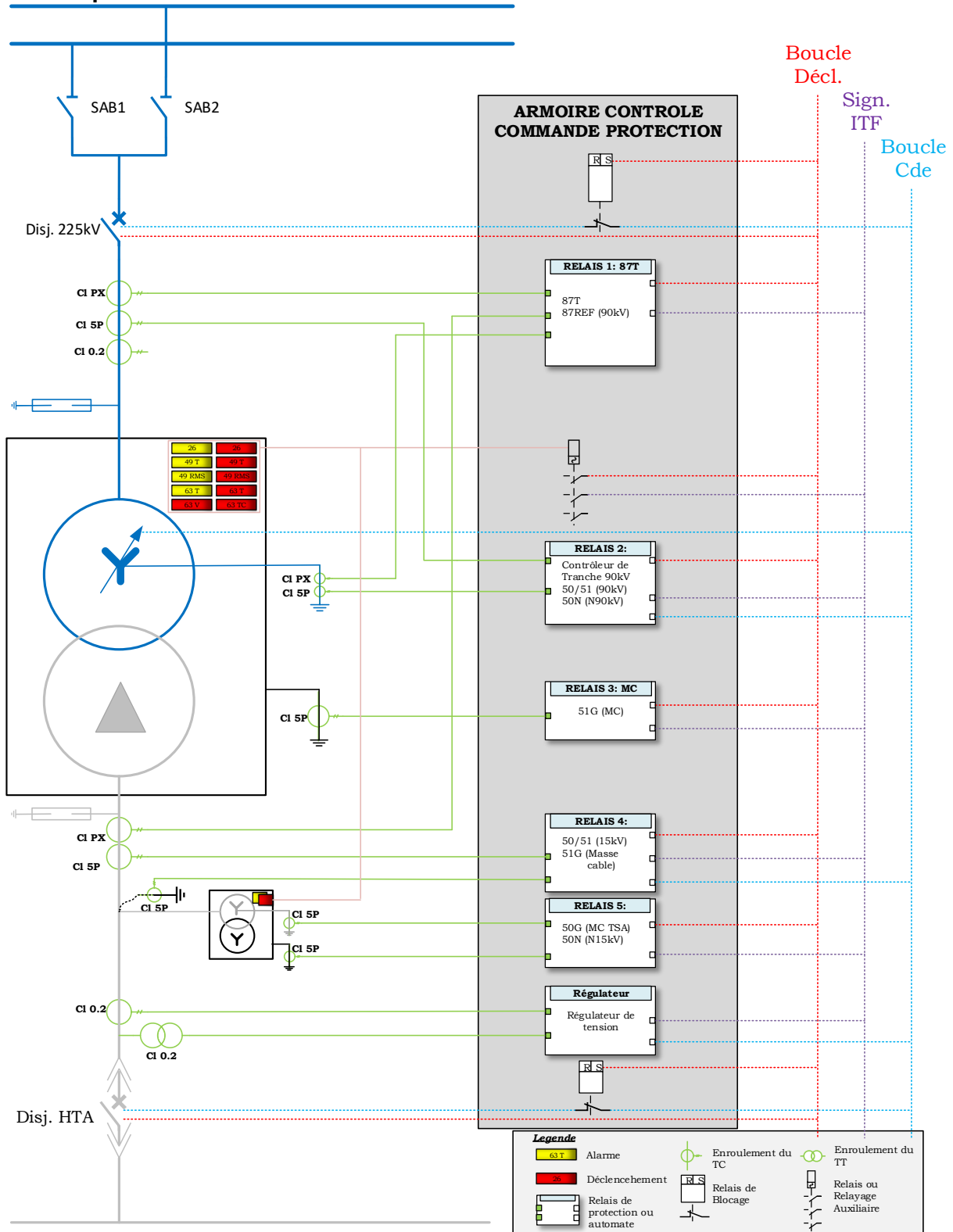


Figure 7 : Schéma logique plan de protection transformateur HT/MT

Tableau 18 : Défaits 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.

#### 5.2.14. 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 fabricant 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 :

- Les portiques
- Les structures de support des équipements HT (disjoncteurs, sectionneurs, transformateurs de mesure, parafoudres),
- 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 :

- La dernière édition des Recommandations de la CEI (EN 50341-1),
- La VDE (Association des Ingénieurs Electrotechniques Allemands), spécialement EN 50341-3-4, la DIN (Normes Industrielles Allemandes),
- Les recommandations CEI spécialement la CEI 60652 ;
- Les normes françaises AFNOR.
- 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 fileté – 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 :

- Le nom du fournisseur et le pays d'origine des matériaux ou des équipements ;
- Le type, la désignation ou le numéro de catalogue des matériaux ou des équipements ;
- Les caractéristiques principales et les particularités ;
- Les standards applicables ;
- Les données qui confirment la conformité avec les exigences de cette spécification ;
- Le numéro du rapport d'essais types ;
- Les dimensions et la masse ;
- Les informations spécifiques pour le transport, l'emballage et la manutention ;

Ces informations devraient également inclure :

- Les informations relatives aux produits dangereux ;
- 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 composants 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 :

- La méthode d'assemblage ;
- Détails des ancrages et détails des connexions ;
- Liste des matériaux avec les détails de chaque membrure, boulons, ancrage, etc., ainsi que les numéros d'identification ;
- Préparation de surface et traitement de galvanisation.
- Les dessins de fabrication détaillés doivent montrer :
- Les détails de tous les joints boulonnés ou soudés ; et
- 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 :

- L'emplacement, les dimensions et les détails d'assemblages de tous les composants soit permanents ou temporaires ;
- Les détails de tous les joints, connexions, composants, supports internes et externes, permanents ou temporaires ;
- Les marques d'identification et la taille de chaque membre ;
- La taille et la quantité de boulons ;
- Le moment maximal et la classe de chaque connexion ;
- L'emplacement et l'épaisseur des rondelles de remplissage.
- Tolérances d'assemblage ; et
- 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 :

- Les critères de conception ;
- Les diagrammes de charge des structures ; et
- 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 :

- Recherche du poids minimum compatible avec les conditions requises de fonctionnement et de sécurité,
- 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/m<sup>2</sup> pour les barres. La qualité de la galvanisation doit être conforme à la norme BS 729.

Tableau 19 : 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 au 1/10ème 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/m<sup>2</sup> pour les boulons. La qualité de la galvanisation doit être conforme à la norme BS 729.

Les dispositions suivantes doivent être considérées :

- La gamme des boulons utilisés sera aussi réduite que possible afin de simplifier les opérations de montage,
- Il sera fait usage d'une seule nuance d'acier pour éviter les confusions sur le chantier lors du montage,
- Le diamètre nominal minimal doit être de 12 mm,
- L'épaisseur des rondelles ne doit pas être inférieure à 1,5 mm

Les coefficients de sécurité minimum garantis doivent être :

- De 1,8 par rapport à la limite élastique moyenne dans le cas de sollicitations normales,
- De 1,2 par rapport à la limite élastique moyenne dans le cas de sollicitations accidentelles,
- 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 :

- Considérer les structures des portiques comme hyperstatiques avec poutrelles intégrées,
- 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 :

- Forces de court-circuit ;
- Charge de transport et manutention ;
- Charge de vent ;
- Charge de construction et d'entretien ;
- Charge des conducteurs ;
- Charge des barres omnibus rigides ;
- Charge des équipements ; et
- 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.**

## **6. SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENIE CIVIL**

### **6.1. 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 :

- Euro code 0 : Bases de calcul
- Euro code 1 : Actions sur les structures
- Euro code 2 : Calcul des structures en béton armé
- Euro code 3 : Calcul des structures métalliques
- Euro code 5 : Calcul des structures en bois
- Euro code 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie
- DTU 13.12 : Règles pour le calcul des fondations superficielles.

Pour l'exécution des travaux, les Documents Techniques Unifiés (DTU) suivants :

- DTU 13.11 : Fondations superficielles
- DTU 20.1 : Ouvrages en maçonneries de petits éléments. Parois et murs
- DTU 21 : Exécution des ouvrages en béton
- DTU 26.1 : Enduits de mortiers
- 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.

### **6.2. Dispositions liées à la documentation**

#### **6.2.1. 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.

#### **6.2.2. 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 :

- En trois exemplaires sur format papier tirés à des échelles conventionnelles
- Une copie électronique, en fichier Autocad sur CD ou clé USB.

### **6.3. Installation de chantier**

Les installations de chantier comprendront :

- La construction du baraquement de chantier comportant outre les locaux de service, une salle de réunion climatisée d'environ 15 places assises,
- L'aménagement des aires de stockage, de préfabrication et de façonnage des armatures,
- La construction d'une toilette publique,

- 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 utiles.

#### **6.4. 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.

##### **6.4.1. Enlèvement de la végétation**

L'Entrepreneur devra procéder à l'arrachage des plants de la parcelle du poste ainsi qu'à effectuer le débroussaillage et le déboisement 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 l'Ordre de Service du Maître de l'Ouvrage.

##### **6.4.2. Décapage**

La terre végétale sera décapée sur toutes les zones à aménager, hormis les zones d'aménagement paysager. L'étendue de la zone à décapage 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 plantera 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, détritiques... 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 :

- Ne prendre que la terre arable sans la mélanger au sous-sol, ni à d'autres matériaux ou corps étrangers,

- Ne pas stocker sur plus de trois mètres d'épaisseur.

#### **6.4.3. 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.

#### **6.4.4. 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.

#### **6.4.5. 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.

#### **6.4.6. 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.

### 6.4.7. Largeur minimale des tranchées

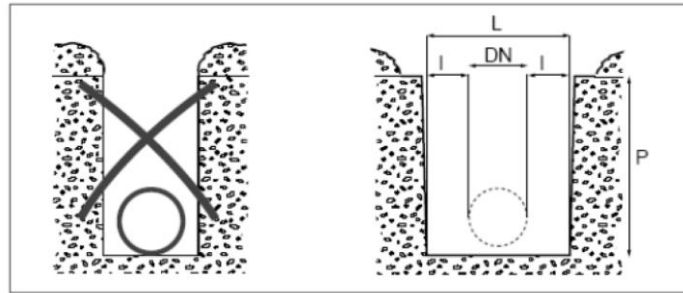


Figure 8 : Largeur minimale des tranchées

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 I	
		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 9 : 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.

### 6.4.8. 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.

### 6.4.9. Mise en dépôt

L'évacuation des déblais excédentaires et leur mise en dépôt dans une zone autorisée est à la charge de l'Entrepreneur.



## 6.4.10. 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 :

- Le type de compacteur utilisé,
- La valeur du Q/S,
- Le poids de l'engin en service et ses dimensions,
- Le nombre de passes,
- L'épaisseur des couches,
- Le recouvrement des passes adjacentes,
- 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 m<sup>3</sup> 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.

#### **6.4.11. 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 :

- Le type de compacteur utilisé,
- La valeur du Q/S,
- Le poids de l'engin en service et ses dimensions,
- Le nombre de passes,
- Le recouvrement des passes adjacentes,
- La vitesse d'avancement de l'engin.

Le compactage sera réalisé sur des couches de 30 cm maximum, et en particulier :

- 2 couches minimum pour la plate-forme
- 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 m<sup>2</sup>, 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 :

- EV2 > 80 MPa

- $EV2 / EV1 < 2,2$

Pour la plate-forme provisoire et définitive :

- $EV2 > 50 \text{ MPa}$
- $EV2 / EV1 < 2,2$

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 :

- Une reprise de compactage si le défaut constaté ne porte que sur la dernière couche,
- L'enlèvement des matériaux sous-compactés et leur mise en ouvrage correcte si le défaut constaté concerne également d'autres couches,
- L'arrosage, l'aération, la mise en cordon ou toute 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.).

## 6.5. Bétons

### 6.5.1. 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 :

- Classe d'exposition : XO
- Teneur minimale en ciment : 150 kg/m<sup>3</sup>
- Dimension maximale des granulats : 31,5 mm
- 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.

- Classe d'exposition : XC2
- Rapport E eff /C maximal : 0,60
- Classe de résistance : C25/30
- Dimension maximale des granulats : 31,5 mm
- Teneur minimale en ciment : 280 kg/m<sup>3</sup>
- Classe de chlorures : Cl 0,40
- Masse volumique : supérieure à 24 kN/m<sup>3</sup>,

- 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 :

- Classe d'exposition : XC4
- Rapport E eff /C maximal : 0,5
- Classe de résistance : C30/37
- Dimension maximale des granulats : 31,5 mm
- Teneur minimale en ciment : 300 kg/m<sup>3</sup>
- Classe de chlorures : Cl 0,40,
- 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.

### 6.5.2. 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.

### 6.5.3. 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.

#### **6.5.4. Ciments**

Les ciments utilisés seront conformes à la norme NF EN 197-1. Les ciments répondent aux caractéristiques suivantes :

- Ciment pour béton B1, choix entre : CPJ-CEM II/A ou B
- Ciment pour béton B2, choix entre : CPA-CEM I  
CPJ-CEM II/A ou B
- 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.

#### **6.5.5. Eau de gâchage**

L'eau utilisée pour la fabrication du béton devra respecter les critères de la norme NF EN 1008.

#### **6.5.6. 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.

#### **6.5.7. 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 m<sup>3</sup>.

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 :

- 5 % pour chaque catégorie de granulats,
- 1 % pour l'eau
- 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.

#### **6.5.8. 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 :

- 3 gâchées réalisées selon la formule nominale,
- 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,
- 2 gâchées dérivées de la formule nominale par la modification de la quantité de ciment de +25 kg/m<sup>3</sup> pour l'une et de -25 kg/m<sup>3</sup> pour l'autre,
- 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 :

- Un essai de consistance (affaissement cône d'Abrams),
- Un essai de détermination de la résistance à 28 jours (moyenne sur trois éprouvettes)
- Un essai de détermination de la masse volumique,
- Un essai de porosité,
- 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.

#### **6.5.9. 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 :

- Un essai de consistance (affaissement),
- Des essais d'écrasement (6 éprouvettes à 7 jours et 12 éprouvettes à 28 jours ; 3 éprouvettes à 90 j),
- Un essai de détermination de la masse volumique,
- 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,
- Une proposition pour la cure du béton,
- 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.

#### **6.5.10. 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 :

- 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.
- Résistance à la compression selon les normes NF EN 12390-1 à EN 12390-3 :
  - o 3 éprouvettes pour les essais sur le béton durci à 24h
  - o 3 éprouvettes pour les essais à 7 jours
  - o 4 éprouvettes pour les essais à 28 jours
  - o 3 éprouvettes pour les essais à 90 jours
  - o Un essai de détermination de la masse volumique,
  - o Résistance à la traction selon la norme NF EN 12390-6
  - o 3 éprouvettes pour les essais à 28 jours
  - o 3 éprouvettes pour les essais à 90 jours
  - o Un essai de porosité,
  - o 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 m<sup>3</sup>.

#### **6.5.11. 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.

## **6.6. Armatures pour béton armé**



### 6.6.1. 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 certifiées 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 10 : Nuances d'acier et types d'armatures

### 6.6.2. 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.

### 6.6.3. 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.

## **6.7. 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.

### **6.7.1. 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.

### **6.7.2. 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.

### **6.7.3. Etaisement**

L'étaisement 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.

### **6.7.4. Gains noyées dans le béton**

Les gains 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 gains est à la charge de l'Entrepreneur.

## **6.8. Transformateur HT**

### **6.8.1. Longrines support transformateur**

La géométrie de ces longrines (profondeur, largeur, semelle éventuelle, liaisonnement des longrines entre elles, ferrailage...) 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.

### **6.8.2. Drainage du massif transformateur**

Le dispositif de récupération d'huile comprend au niveau du banc de transformation :

- Un bac de récupération décrit ci-après,
- 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/m<sup>2</sup>. 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 ferrailage.

#### **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 :

- Décantation minimale de 30 cm,
- Épaisseur minimale des parois et du radier en béton armé : 15 cm,
- 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.

## **6.9. Murs pare-feu**

### **6.9.1. 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.

### **6.9.2. 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.

### **6.9.3. 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.

### **6.9.4. 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.

### **6.9.5. 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).

## **6.10. Réseaux électriques et circuit de terre**

### **6.10.1. 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

### **6.10.2. 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 :

- Résistance à l'écrasement maximum 5 % du diamètre intérieur avec  $F \geq 450$  N,
- Résistance aux chocs (mesuré à -5 °C) 40 joules
- Seule la classe N est autorisée. Les fourreaux ont un diamètre intérieur de 150 mm ou 200 mm selon leur fonction.

- Les fourreaux seront installés avec leur fil de tirage.

### **6.10.3. 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 :

- 100 % de passant au tamis de 5 mm,
- 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 analyse granulométrique du sable,
- 1 mesure de l'équivalent de sable.

### **6.10.4. 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  $D_{max} < 22 \text{ mm}$  si  $DN \leq 200$  et  $D_{max} \leq 40 \text{ mm}$  si  $DN > 200$  à  $DN \leq 600$ .

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).

## **7. TRAVAUX ELECTROMECHANIQUES**

### **7.1. 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 :

- 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 ;
- Montage des portiques du poste et des supports d'équipements ;
- Montage des chaînes d'isolateurs ainsi que des jeux de câbles tendus ;
- La prolongation de la grille de mise à la terre en place et leurs raccordements aux équipements ;
- Montage des disjoncteurs, des sectionneurs, des transformateurs de mesure, des parafoudres ainsi que des barres rigides et flexibles ;
- Montage des équipements remplis d'huile, soit les transformateurs, transformateurs de services auxiliaires, transformateurs de mise à la terre ;
- Fourniture de toutes les barres et accessoires des structures des équipements du poste ;
- Montage des équipements à moyenne tension ;
- Raccordement des équipements aux jeux de barres ;
- Installation des câbles de puissance et de commande dans les tranchées et leur raccordement aux équipements dans le bâtiment de commande et contrôle ;
- Installation des boîtes de jonction ;
- Installation des luminaires sur les nouvelles travées et travées existantes ;

- Installation des tableaux de protection, de commande et régulation ;
- Installation nouveaux équipements et appareillages BT
- Prolongement, au besoin, de tous les tableaux de distribution en courant alternatif et en courant alternatif afin de desservir les nouvelles installations ;
- 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 ;
- Construction de tranchées pour les nouveaux câbles si celles en place ne peuvent pas recevoir de câbles supplémentaires (génie civil) ;
- Raccordement de tous les câbles d'alimentation et de commande ;
- 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.

## **7.2. Installation des transformateurs de puissance**

### **7.2.1. Réception des équipements**

En plus des prescriptions pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

### **7.2.2. 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 :

- 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 ;
- La vérification des indicateurs de pression d'air sec ou d'azote de remplissage pendant le transport, ainsi que des enregistreurs d'impact ;
- 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 ;
- Le montage des composants comprendra, sans toutefois s'y limiter :
  - o Les traversées et leur connexion aux enroulements ;
  - o Le conservateur de l'autotransformateur ou du transformateur et son support ;
  - o Les étriers des parafoudres ;
  - o Les radiateurs, les robinets et les ventilateurs ;
  - o Les tuyaux pour l'huile, les robinets et les filtres ;
  - o Les relais et les instruments ;
  - o La barre de mise à la terre du neutre et autres.
- Le serrage des connexions d'enroulement conformément aux caractéristiques assignées ;
- La mesure du point de rosée avant le remplissage d'huile ;
- La mise sous vide de la cuve sans le conservateur ;
- 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 ;
- Les essais sur les instruments et les relais ;
- L'installation des parafoudres ;
- Le raccordement à la grille de mise à la terre ;
- Le raccordement des traverses aux barres omnibus ;
- Le raccordement des câbles de commande aux bornes de l'armoire de commande ;
- L'essai de pression à 35 kPa sur le transformateur complètement assemblé ;
- Les retouches aux endroits où la peinture a été endommagée.

### 7.2.3. Précautions spéciales

Pendant le montage, une attention particulière devra être accordée à ce qui suit :

- L'exposition aux intempéries des parties internes des équipements doit être réduite au minimum. L'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 ;
- 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 ;
- 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 ;
- Le sac de caoutchouc du conservateur ne doit pas être exposé au vide et le conservateur doit être rempli suivant les directives du fabricant ;
- 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.

## **7.3. Installation des disjoncteurs**

### **7.3.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et identifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- L'examen minutieux des pièces en porcelaine, des mouvements dans l'emballage ou d'un desserrage entre les brides et la porcelaine ;
- La disponibilité de bouteilles intactes (sans fuite) de gaz SF 6 , d'une capacité suffisante pour remplir les équipements.

### **7.3.2. 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 :

- L'assemblage, le montage et le nivellement des socles de chaque poteau ;
- L'ajustement soigné de la distance entre les axes de chaque poteau ;
- Le levage, à l'aide d'élingues de nylon, des éléments en porcelaine et leur assemblage sur les socles ;
- L'installation des mécanismes et de l'armoire de commande centrale ;
- Le remplissage au gaz SF 6 et la vérification à l'aide d'un instrument de détection des fuites
- Le raccordement aux barres du poste, en s'assurant qu'aucune traction excessive n'est exercée sur les bornes ;
- Le raccordement à la grille de mise à la terre ;
- Le raccordement des câbles de commande à chaque mécanisme et à l'armoire de commande centrale ;
- L'ajustement des liens et des mécanismes afin d'assurer le bon fonctionnement des disjoncteurs ;
- Les essais de fonctionnement à l'aide de dispositifs de commande locale/à distance, d'enclenchement, de signalisation et d'alarme éloignés ;
- La vérification de la puissance de réserve du mécanisme pour exécuter un cycle complet de fonctionnement des trois pôles ;
- La vérification de la constance de la pression du gaz SF 6 dans le temps.

### **7.3.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

- La vérification des fuites de gaz SF 6 autour des brides, des manchons d'accouplement, des instruments, des manomètres et autres ;
- La manipulation des pièces de porcelaine creuse qui sont vulnérables aux efforts ou au serrage excessif ainsi qu'aux manipulations brusques ;
- 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 ;
- Le fonctionnement des enclenchements pour s'assurer qu'il est sécuritaire ;
- 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 ;
- 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.



## **7.4. Installation des sectionneurs**

### **7.4.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et identifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- Un examen méticuleux des isolateurs ;
- Les isolateurs des sectionneurs ne doivent pas être confondus avec les isolateurs à fût massif des barres omnibus du poste.

### **7.4.2. 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 :

- L'assemblage, l'installation et le nivellement des socles et des structures de support ;
- 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 ;
- L'installation des mécanismes ;
- Le levage et la mise en place des isolateurs à l'aide d'élingues de nylon ;
- Le levage et la mise en place des parties actives et des liens ;
- 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 ;
- 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 ;
- Le raccordement à la grille de mise à la terre ;
- Le raccordement des câbles de commande ;
- 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 ;
- L'essai des enclenchements, de la commande locale/à distance ainsi que de l'alarme et de la signalisation à distance.

### **7.4.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

- La vérification des interverrouillages avec les disjoncteurs correspondants ;
- Toute force excessive exercée sur les sectionneurs ou un mauvais assemblage endommagera les mécanismes et les liens.

## **7.5. Installation des transformateurs de mesure**

### **7.5.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et identifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- L'intégrité des corps en porcelaine afin de s'assurer qu'ils n'ont ni fissures ni éclats ;
- La vérification des fuites d'huile ou de gaz SF6.

### **7.5.2. 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 :

- Les socles seront assemblés, levés, placés sur les fondations et mis à niveau ;
- Les transformateurs de mesure seront levés à l'aide d'élingues de nylon une fois que la base isolante aura été mise en place ;
- Le raccordement aux conducteurs à haute tension des barres : la traction exercée sur les bornes doit être réduite au minimum ;
- Le montage de la boîte de jonction sur le socle du pôle central ;
- Le raccordement des câbles de courant, de tension et autres entre les pôles et la boîte de jonction jusqu'au bâtiment de commande ;
- Le raccordement à la grille de mise à la terre ;
- La vérification de la continuité des enroulements en mesurant la résistance à partir des boîtiers de jonction.

### **7.5.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

- 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
- 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 ;
- La connexion primaire des transformateurs de courant doit être vérifiée, afin de s'assurer que le bon rapport a été choisi ;

## **7.6. Installation des parafoudres**

### **7.6.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- L'intégrité des corps en porcelaine afin de s'assurer qu'ils n'ont ni fissures ni éclats ;
- Le déplacement des brides sur la porcelaine ;
- Les accessoires, tels les anneaux de blindage, l'isolation de base, les compteurs de décharge et les matériaux de raccordement.

### **7.6.2. 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 :

- 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 ;
- Les parafoudres seront levés à l'aide d'élingues de nylon une fois que la base isolante aura été mise en place ;
- Le raccordement aux conducteurs à haute tension des barres : la traction exercée sur la borne du parafoudre doit être réduite au minimum ;
- 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<sup>2</sup> par 1 kV d'isolation).

### **7.6.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

- L'assemblage adéquat des pare-effluves afin d'empêcher l'endommagement des parafoudres.

## **7.7. 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.

### **7.7.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- Examiner les isolateurs afin de s'assurer qu'ils ne sont pas endommagés ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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.

### **7.7.2. 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.

### **7.7.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

- 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 ;
- Les distances d'isolement doivent être conformes à celles indiquées sur les plans de construction ;
- Le couple de serrage des boulons de raccordement sera celui indiqué par le fabricant de raccords ;
- 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 ;
- Les outils et matériaux employés pour assembler les câbles de cuivre ne doivent jamais être utilisés pour les câbles en aluminium et vice-versa.

## **7.8. Installation des connexions en tendues**

### **7.8.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et identifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- Examiner les chaînes d'isolateurs afin de s'assurer qu'ils ne sont pas endommagés ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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 ;
- La dimension et le calibre des conducteurs. Mesurer de manière aléatoire le diamètre et l'épaisseur des conducteurs et les comparer aux valeurs standards ;
- L'intégrité des chaînes d'isolateurs ainsi que les dimensions des isolateurs par rapport aux valeurs standards.

### **7.8.2. 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.

### **7.8.3. 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 mm<sup>2</sup> .

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.

## **7.9. Installation des portiques et des supports d'équipements**

Assemblage de la charpente :

- 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.
- 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.

- 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.
- Le travail doit être effectué par des soudeurs qualifiés, conformément à AWS D1.1 et selon les exigences de la présente spécification.
- Toutes les soudures bout à bout doivent être du type « pleine pénétration ».

#### Assemblages boulonnés :

- 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.
- Chaque assemblage doit avoir un minimum de deux (2) boulons.
- Tous les boulons doivent être installés avec une rondelle durcie en dessous de la partie (écrou ou tête de boulon) en voie de serrage.
- Les goujons d'assemblage ne doivent pas être enfoncés avec une force qui puisse déformer le métal adjacent.
- 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.
- Aucun trou ou agrandissement d'un trou ne doit être fait au chalumeau.
- 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 :

- La correction des défauts de fabrication est l'entière responsabilité de l'Entrepreneur, sans frais pour le Maître de l'Ouvrage.
- 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 :

- Les défauts mineurs peuvent être corrigés par alésage ou par coupe et meulage selon les instructions du Maître d'Ouvrage.
- 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 :

- À moins d'indication contraire, les tolérances doivent être conformes à l'AISC.

#### Éléments temporaires :

- 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.
- 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 :

- 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.

## **7.10. Installation des transformateurs de services auxiliaires et de point neutre MT**

### **7.10.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- Le remplissage complet des transformateurs avec de l'huile et vérifier s'il y a des fuites d'huile
- Le matériel de mise à la terre à la barre neutre est inclus ;
- La plaque signalétique pour s'assurer qu'il n'y a aucune erreur de destination de l'équipement
- Mesurer la résistance d'isolation de l'enroulement et la comparer aux données du fabricant ;
- Mesurer la continuité des enroulements à l'aide d'un ohmmètre.

### **7.10.2. Montage et installation**

Le transformateur est fourni entièrement assemblé et rempli d'huile.

Le montage comprend ce qui suit :

- Le transformateur des services auxiliaires doit être raccordé à l'appareillage de commutation MT au moyen de câbles MT isolés ;
- 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
- 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 ;
- 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 ;
- Les câbles de commande doivent être raccordés aux bornes de l'armoire de commande ;
- Le transformateur des services auxiliaires sera monté sur une dalle de béton.

### **7.10.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

- La distance d'isolement entre les connexions sous tension des transformateurs des services auxiliaires et toute structure mise à la terre doit être suffisante ;
- 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 ;
- Les changeurs de prise doivent être ajustés en fonction de la tension assignée de l'enroulement du transformateur de puissance principal ;
- Toute traction excessive sur les traversées doit être évitée.

## **7.11. Installation des équipements et câbles MT**

### **7.11.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes doivent être effectuées :

- Vérifier que toutes les sections de l'appareillage ont été livrées au site avant d'effectuer l'installation ;
- S'assurer qu'aucune section n'a subi de dommage durant le transport ;
- Vérifier la plaque signalétique pour s'assurer qu'il n'y a aucune erreur de destination de l'équipement ;
- 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.

- 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.
- 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.
- Vérifier les caractéristiques des câbles et la dimension des conducteurs par rapport aux documents de livraison.
- Vérifier le nombre et la dimension des raccords de câble par rapport aux plans d'installation.

### 7.11.2. Montage et installation

L'Entrepreneur doit débiller 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 tension 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 :

- Câbles d'alimentation supérieurs à 1000 V ;
- Câbles d'alimentation inférieurs à 1000 V ;
- Câbles d'alimentation courant continu ;
- Câbles des transformateurs de mesure ;
- Câbles de commande et de signalisation supérieurs à 60 V.
- 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 à 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.

### **7.11.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

- Mesurer avec soin la tension de tirage ;
- Toute ouverture non utilisée que l'Entrepreneur aurait pratiquée dans un équipement doit être munie d'un capuchon et scellée ;
- 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 ;
- 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)

## **7.12. Installation des équipements de services auxiliaires BT et câblage**

### **7.12.1. 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 identifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes devront être effectuées :

- 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 ;
- 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 ;
- 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 ;
- Examiner le bac de chaque cellule avec soin afin de détecter les fissures, une borne lâche ou des fuites ;
- Vérifier le type de cellules dans l'accumulateur par rapport aux documents de construction ;
- 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 ;
- S'assurer que l'emballage contient l'armoire du sectionneur à fusibles des accumulateurs, y compris les fusibles.

### **7.12.2. Montage et installation**

L'installation comprend ce qui suit :

- 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) ;
- 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 ;
- L'alignement et la mise à niveau des tableaux ;
- 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) ;
- L'installation et le raccordement des cellules dans les bâtis de support des accumulateurs ;
- L'installation des armoires des sectionneurs à fusibles (panneau de sectionnement des accumulateurs) : les panneaux de sectionnement des accumulateurs doivent être installés 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.

### **7.12.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

- 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 tension d'essai de ces appareils.
- 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 ;
- 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 ;
- Lorsque les tableaux doivent être ouverts à des fins autres que la ventilation, ils doivent être scellés avec soin à la fin des travaux ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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 ;
- La surface des cellules doit être nettoyée afin d'éviter tout courant de fuite ;
- 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 ;
- Les accumulateurs doivent être chargés conformément aux directives du fabricant ;
- L'ouverture destinée au câble menant au tableau de distribution doit être scellée convenablement.

## **7.13. Installation de l'appareillage de commutation MT**

### **7.13.1. Réception des équipements**

En plus des exigences pour le conditionnement, stockage et indentifications indiquées plus haut, les vérifications suivantes doivent être effectuées :

- Vérifier que toutes les sections de l'appareillage ont été livrées au site avant d'effectuer l'installation ;
- S'assurer qu'aucune section n'a subi de dommage durant le transport ;
- Vérifier la plaque signalétique pour s'assurer qu'il n'y a aucune erreur de destination de l'équipement ;
- Vérifier la pression du gaz SF<sub>6</sub> ;

- 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.
- 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.
- 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.
- Vérifier les caractéristiques des câbles et la dimension des conducteurs par rapport aux documents de livraison.
- Vérifier le nombre et la dimension des raccords de câble par rapport aux plans d'installation.

### 7.13.2. Montage et installation

L'Entrepreneur doit débiller 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 tension 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 :

- Câbles d'alimentation supérieurs à 1000 V ;
- Câbles d'alimentation inférieurs à 1000 V ;
- Câbles d'alimentation c. c. ;
- Câbles des transformateurs de mesure ;
- Câbles de commande et de signalisation supérieurs à 60 V.
- 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 à 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.

### **7.13.3. Précautions spéciales**

Pendant le montage, une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

- Mesurer avec soin la tension de tirage ;
- Toute ouverture non utilisée que l'Entrepreneur aurait pratiquée dans un équipement doit être munie d'un capuchon et scellée ;
- 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 ;
- 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).

## 8. MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX GENIE CIVIL

### 8.1. Description détaillée des ouvrages

#### 8.1.1. 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/m<sup>3</sup> 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 posséderont 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 20 : Charges et largeurs de piste

Type de transformateurs (kV)	Charge des convois					Largeur des chaussées (m)
	Utile (t)	Roulante (t)	Nombre de lignes d'essieu	Par ligne d'essieu (t)	Pres. pneus (bars)	
90	50	70	semi-remorque	14,5	9	4,00
225	125	170	12	14	9	4,50
400	175	231	16	15	9	4,50

#### 8.1.2. 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 :

- Les camions pour le transport des appareils sur les lieux de montage,
- Les grues automotrices dont le rôle est de procéder aux manutentions nécessaires au montage ou au démontage des appareils à haute tension,
- Les toupies de béton en phase de chantier.

Sauf cas particulier, précisé au Cahier des charges, les pistes sont prévues pour les charges suivantes :

- 13 tonnes par essieu,
- 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

### **8.1.3. Fosse et longrines transformateurs**

Les fosses et les longrines seront réalisées en béton armé hydrofuge dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>, 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 caillebotis 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/m<sup>3</sup>.

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 posséderont 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.

### **8.1.4. 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/m<sup>3</sup> 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.

#### **8.1.5. 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/m<sup>3</sup>.

Ils comporteront :

- 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.
- Des barres d'ancrages en acier haute adhérence de diamètre 32, uniquement pour les massifs supports des équipements suivants :
  - o Sectionneurs,
  - o Disjoncteurs,
  - o Transformateurs de mesures,
  - o Parafoudres
  - o Portiques transfo.
- 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/m<sup>3</sup>. Ce béton couvrira toute la platine et les têtes des tiges d'ancrage.

#### **8.1.6. 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/m<sup>3</sup> et couverts de dalles 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.

#### **8.1.7. Drainage et assainissement des travées**

Le réseau de drainage des travées sera constitué de :

- Tuyaux crépines recouverts de tissu géotextile,
- Avaloirs de dimensions intérieures 70x70x70 cm avec parois de 10 cm d'épaisseur, recouverts de caillebotis.
- 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.



### 8.1.8. Bâtiment Transport

#### Descriptif

Tableau 21 : 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) Pour 02 rames HTA	Portes antipanique
	Carrelage du sol
	L'installation permettra le débrogage 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/m<sup>3</sup>.

Le béton de propreté dosé à 150 kg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>, et posés au mortier de ciment dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>.

Le dallage du sol intérieur de 10cm d'épaisseur sera réalisé en béton armé dosé à 400 kg/m<sup>3</sup> au-dessus d'un hérison 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/m<sup>3</sup> 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 mm<sup>2</sup> 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/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup> sera constitué de :

- Poteaux de section 30x30 cm et 20x30 cm,
- Longrines de section 20x25 cm,
- Poutres de 20x70 cm, 20x30 cm et 20x40 cm,
- Linteaux de 20x20 cm,
- Plancher de type dalle pleine de 12 cm d'épaisseur,
- 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/m<sup>3</sup>.

Les baies de fenêtre comporteront des appuis en saillie réalisés en béton ordinaire au-dessus des allèges. Les appuis posséderont 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>.

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/m<sup>3</sup> en pied de chute.

### **Toiture rapportée**

La toiture du bâtiment sera réalisée au-dessus du plancher haut pour servir d'étanchéité. Elle sera constituée :

- 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.
- 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.
- 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/m<sup>3</sup> suivant le procédé de mise en œuvre courant ci-après :

- Une première couche de dégrossissement simplement refoulé à la truelle et devant servir d'accrochage à la seconde couche,
- 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 :

- En aluminium constituée des châssis alu avec panneaux de vitre claire de 6 mm d'épaisseur :
  - o Coulissants pour les fenêtres,
  - o 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.
- 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.
- 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**

- 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 mm<sup>2</sup> pour le circuit éclairage et 2,5 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> de section.

Les interrupteurs et les prises de courants (2P+T et 3P+T) seront de type « confort ».

L'éclairage sera essentiellement constitué de :

- Luminaires duo et simple avec tube fluorescent de 1,20 m sous vasque pour l'intérieur,
- Luminaires simples avec tube fluorescent de 1,20 m diffuseur étanche plastique pour l'extérieur,
- Hublots étanches,
- 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 mm<sup>2</sup> 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.

- Sécurité incendie

Le système de sécurité incendie du bâtiment comprendra la fourniture et pose :

- Des détecteurs de fumée installés dans toutes les salles,
- Du coffret de télécommande, y compris toutes sujétions de raccordement,
- Du diffuseur sonore général,
- Des extincteurs à mousse de forte capacité.

### **Equipement en mobilier**

Le mobilier de bureau concerne la fourniture et pose de :

- 01 bureau de 1,80x0,80 m avec 6 tiroirs,
- 02 fauteuils avec accoudoirs,
- 05 chaises avec accoudoirs,
- 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 :

- Carreaux grès cérame de 30x30 cm pour les salles de commande, de réunion et les couloirs de circulation,
- Chape bouchardée de 4 cm d'épaisseur réalisée au mortier de ciment dosé à 400 kg/m<sup>3</sup>, pour la salle des cellules, local TSA, salle des batteries, local IT et chargeur,
- 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 :

- Sur les murs intérieurs et sous face du plancher supérieur
  - Deux couches d'imprégnation d'IMPRIMUR, soigneusement appliquées,
  - Deux couches de PANTEX 800
- Sur les murs extérieurs et acrotère
  - Deux couches d'imprégnation au PANTIPRIM,
  - Deux couches de PANCRYTEX algicide et fongicide,
  - Deux couches de NEOSTAR SATIN.
- Sur la chape bouchardée au sol,
  - Deux couches de peinture anti-poussière.

## **8.2. Bétons :**

### **8.2.1. 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.

### **8.2.2. 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.

### **8.2.3. 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.

### **8.2.4. 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 :

- Mettre en œuvre le béton aux heures les plus fraîches de la journée et dès son arrivée sur le chantier,
- Humecter les surfaces avec lesquelles le béton sera en contact (coffrage, armatures ...),
- Soigner la vibration,
- 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),
- Le dosage en ciment doit être réduit au maximum tout en conservant une résistance à la compression suffisante,
- Refroidir l'eau de gâchage et/ou incorporer un retardateur dans le béton.
- 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.

### **8.2.5. 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 ferrailage.

### 8.2.6. 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.

### 8.2.7. 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 :

- Des mesures de consistance (essais d'affaissement selon norme NF P 18-451),
- 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 :

- Pour les 50 premiers m<sup>3</sup> de béton, 3 contrôles (c'est à dire 3 mesures de consistance et 3 x 6 éprouvettes préparées),
- Au-delà de 50 m<sup>3</sup>, un contrôle tous les 150 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> mis en œuvre) et pour la production continue (au-delà de 50 m<sup>3</sup>) :

Tableau 22 : Essais & Contrôle de la production

Production initiale 3 contrôles	Production continue 15 derniers contrôles
$f_c \geq f_{c28} + 4$	$f_c \geq f_{c28} + 1,48s$
$f_{cl} \geq f_{c28} - 4$	$f_{cl} \geq f_{c28} - 4$

Dans ces inégalités (les valeurs étant exprimées en MPa) :

- $f_{cl}$  est la valeur de résistance à la compression à 28 jours donnée par l'essai en cause,
- $f_c$  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
- $f_{c28}$  est la valeur requise de la résistance caractéristique,
- $s$  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 :

- 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,
- 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,
- 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.

#### **8.2.8. Joints de construction - joints de dilatation**

Les dallages en béton armé seront découpés en éléments de 15 à 20 m<sup>2</sup> par un joint sec affectant toute l'épaisseur de la dalle.

#### **8.2.9. 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 humidifiée à refus.

### **8.3. Coffrages et traitement des parements coffrés ou non**

#### **8.3.1. 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 :

- 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.
- 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.
- 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.

### **8.3.2. 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 :

- 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,
- 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.
- Les valeurs admissibles pour les écarts et les irrégularités, hors réservations pour scellement des équipements, sont :
  - o Implantation générale en planimétrie :  $\pm 25$  mm dans les deux directions,
  - o Implantation générale en altimétrie :  $\pm 20$  mm,
  - o Hauteur :  $\pm 25$  mm,
  - o Épaisseur :  $\pm 15$  mm,
  - o Défaut de verticalité :  $\pm 20$  mm par rapport à l'axe vertical,
  - o Défaut de planéité d'ensemble :  $\pm 9$  mm pour les surfaces coffrées :
  - o  $\pm 15$  mm pour les surfaces non coffrées,
  - o Défaut de planéité locale :  $\pm 4$  mm pour les surfaces coffrées,  
 $\pm 6$  mm pour les surfaces non coffrées

### **8.3.3. 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.

### **8.3.4. 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 :



- Position en planimétrie et dimensions :  $\pm 5$  mm,
- Profondeur :  $\pm 5$  mm.

### 8.3.5. 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.

### 8.3.6. 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 ferrailage 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 :

- Le dépotage et le transport à pied d'œuvre des pièces à bétonner (depuis le container jusqu'au massif)
- La mise en place de ces pièces dans les coffrages et le ferrailage avant bétonnage,
- La protection contre la corrosion des pièces à bétonner durant le stockage et après mise en place dans le ferrailage,
- Le maintien de ces pièces durant le coulage,
- 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-scclés 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 ferrailage) et après coulage du béton de première phase.

### **Finition des dalles 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 ferrailage seront placées au centre de la dalle 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 :

- La réalisation des tranchées (1 ml de profondeur),
- Le déroulage de câbles dans les tranchées,
- La pose des puits,
- 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)
- Le remblaiement après réalisation des essais du réseau

Le ferrailage 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 :

- 75 mm<sup>2</sup> de section pour un Icc de 20kA,
- 120 mm<sup>2</sup> 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 :

- 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 mm<sup>2</sup> de section. Ce câble de cuivre (mise à la terre équipotentielle) est directement liaisonné à l'axe de commande de l'appareillage.
- 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 75mm<sup>2</sup>. 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.

### 8.3.7. 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.

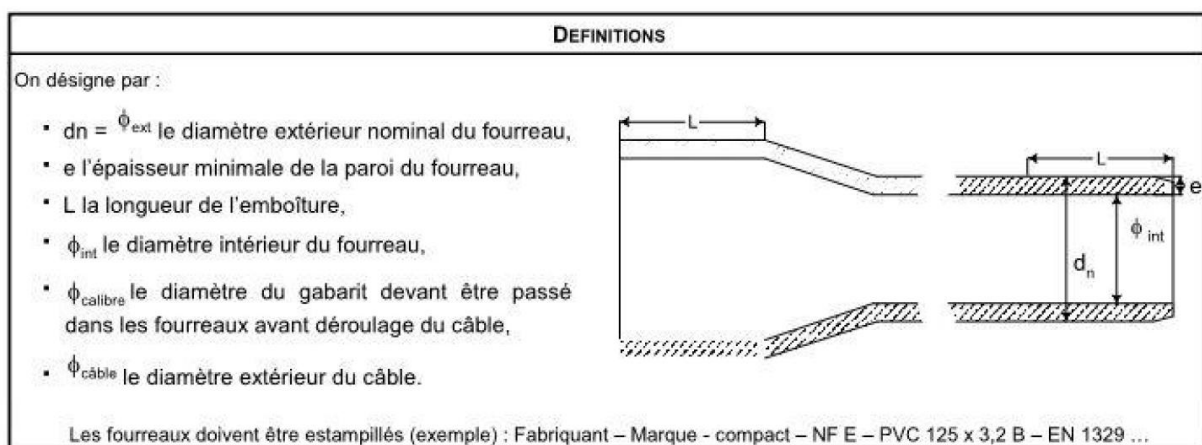


Figure 11 : Caractéristiques fourreaux

Tableau 23: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en simple tréfle

	$d_n = \phi_{ext}$	e	L	$\phi_{int}$	$\phi_{calibre}$	UTILISATION POUR CABLES					
						puissance	terre	télécommunication			
NF EN 1329-1	40	3,0	26	34,0		Selon diamètre du câble de télécommunication et son mode de pose					
	50	3,0	30	44,0	37						
	63	3,0	36	57,0	48						
NF EN 1452 – PN 16	40	3,0	26	34,0					Selon diamètre du câble de télécommunication et son mode de pose		
	50	3,7	31	42,6	36						
	63	4,7	37	53,6	45						
NF EN 1329-1	75	3,0	40	69,0	59	Selon diamètre extérieur du câble de puissance	Selon sinuosité du tracé				
	100	3,0	46	94,0	80						
	125	3,2	51	118,6	101						
	160	3,2	58	153,6	131						
	200	3,9	60	192,2	163						
	250	4,9	60	240,2	204						

Pose des fourreaux PVC enrobés de béton en simple tréfle

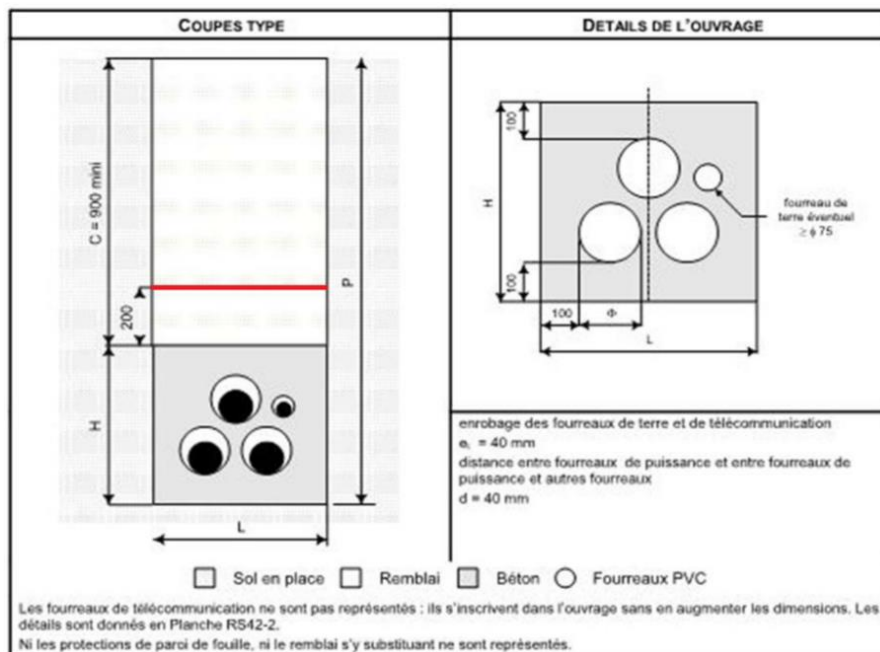


Figure 12: Mode de pose de fourreaux en simple tréfle

Tableau 24: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en simple tréfle

CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES						
OUVRAGES FOURREAUX PVC TREFLE	Largeur (1)	Hauteur	Volume ouvrage	Volume béton (2)	Largeur théorique de fouille avec protections parois	Profondeur minimale de fond de fouille Domaine public ou domaine privé
	L (mm)	H (mm)	$V_0$ ( $m^3/m$ )	$V_b$ ( $m^3/m$ )	$L_n$ (mm)	P (mm)
Φ 100	550	420	0,231	0,207	630	1 320
Φ 125	550	470	0,259	0,222	630	1 370
Φ 160	560	535	0,300	0,239	640	1 435
Φ 200	640	610	0,390	0,296	720	1 510
Φ 250	740	700	0,519	0,371	820	1 600

(1) la largeur de 550 mm est destinée à permettre le travail en fond de fouille

(2) sans déduction des volumes des fourreaux de terre et de télécommunication

### Pose des fourreaux PVC enrobés de béton en double trèfle

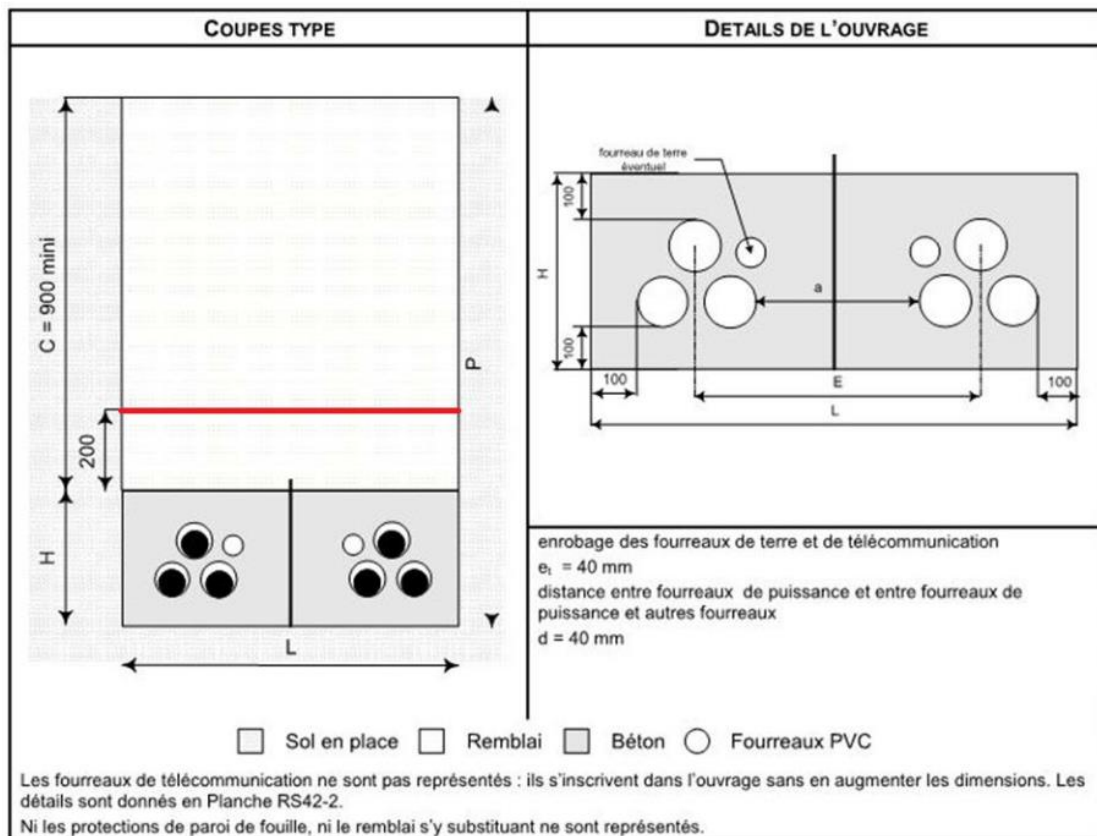


Figure 13: Mode de pose de fourreaux en double trèfle

Tableau 25: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en double trèfle

CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES								
OUVRAGES FOURREAUX PVC TREFLE	Largeur	Hauteur	Distance entre fourreaux	Entraxe effectif	Volume ouvrage	Volume béton <sup>1</sup>	Largeur théorique de fouille avec protections parois	Profondeur minimale de fond de fouille Domaine public ou domaine privé
	L (mm)	H (mm)	a (mm)	E (mm)	V <sub>o</sub> (m <sup>3</sup> /m)	V <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /m)	L <sub>th</sub> (mm)	P (mm)
Φ 100	1 140	420	460	700	0,485	0,437	1 220	1 320
Φ 125	1 190	470	410		0,559	0,486	1 270	1 370
Φ 160	1 260	535	340		0,674	0,553	1 340	1 435
Φ 200	1 340	610	260		0,817	0,629	1 420	1 510
Φ 250	1 490	700	210	750	1,043	0,748	1 570	1 600

<sup>1</sup> sans déduction des volumes des fourreaux de terre et de télécommunication

### Pose des fourreaux PVC enrobés de béton en nappe

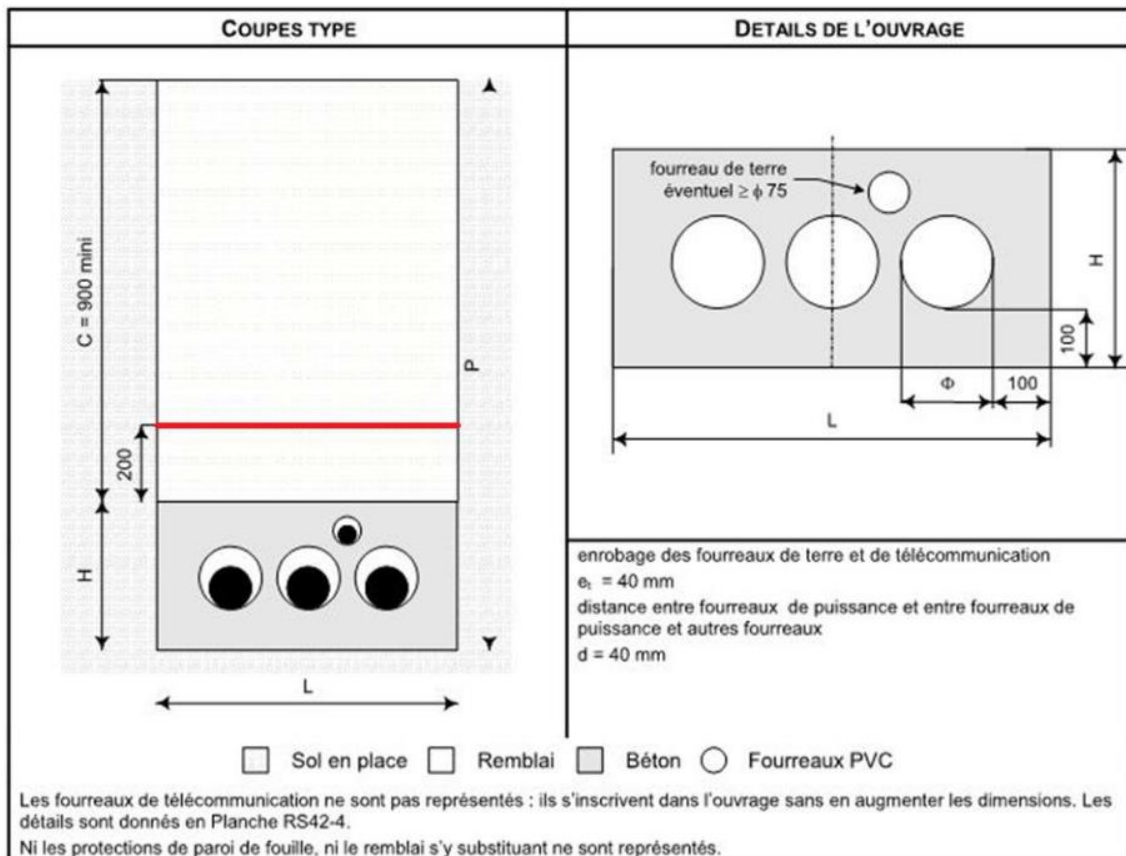


Figure 14: Mode de pose de fourreaux en nappe

Tableau 26: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en nappe

OUVRAGES FOURREAUX PVC NAPPE	CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES					
	Largeur	Hauteur	Volume ouvrage	Volume béton <sup>1</sup>	Largeur théorique de fouille avec protections parois	Profondeur minimale de fond de fouille Domaine public ou domaine privé
	L (mm)	H (mm)	V <sub>o</sub> (m <sup>3</sup> /m)	V <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /m)	L <sub>th</sub> (mm)	P (mm)
Φ 100	580	335	0,194	0,171	660	1 235
Φ 125	655	355	0,233	0,196	735	1 255
Φ 160	760	380	0,289	0,228	840	1 280
Φ 200	880	410	0,361	0,267	960	1 310
Φ 250	1 030	450	0,464	0,316	1 110	1 350

<sup>1</sup> sans déduction des volumes des fourreaux de terre et de télécommunication

### Pose des fourreaux PVC enrobés de béton en doubles nappes

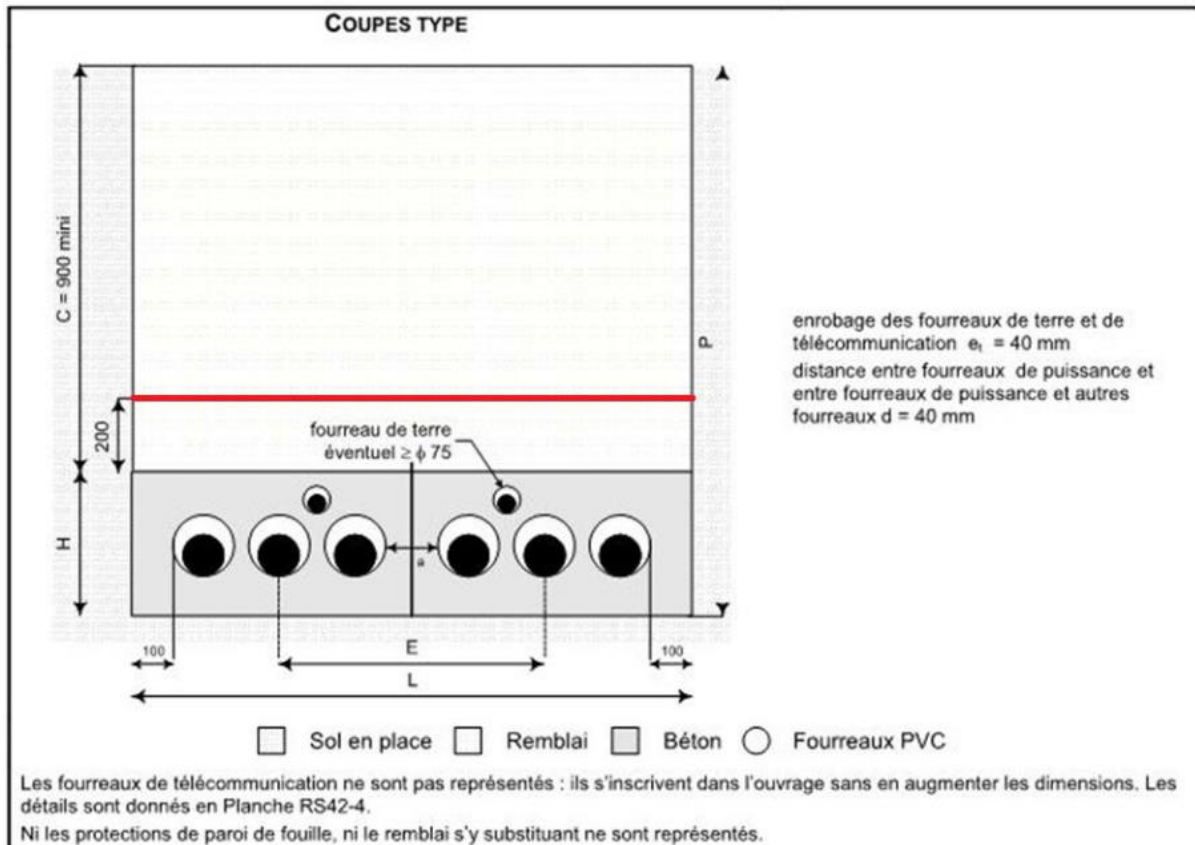


Figure 15 : Mode de pose de fourreaux en double nappe



Tableau 27: Caractéristiques dimensionnelles fourreaux PVC pose en double nappe

CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES												
OUVRAGES FOURREAU x PVC NAPPE	Respect de la condition $a \geq d = 40 \text{ mm}$						Respect de la condition $a \geq 2 \cdot e_p + e = 210 \text{ mm}$					
	Largeur	Hauteur	Distance entre fourreaux - Entraxe	Volume ouvrage	Volume béton <sup>1</sup>	Largeur théorique de fouille avec protections parois	Largeur	Hauteur	Distance entre fourreaux - Entraxe	Volume ouvrage	Volume béton <sup>1</sup>	Largeur théorique de fouille avec protections parois
	L (mm)	H (mm)	a - E (mm)	$V_o$ (m <sup>3</sup> /m)	$V_b$ (m <sup>3</sup> /m)	$L_p$ (mm)	L (mm)	H (mm)	a - E (mm)	$V_o$ (m <sup>3</sup> /m)	$V_b$ (m <sup>3</sup> /m)	$L_p$ (mm)
Φ 100	1 280	335	320 - 700	0,429	0,382	1 360	1 280	335	320 - 700	0,429	0,382	1 360
Φ 125	1 355	355	245 - 700	0,481	0,407	1 435	1 355	355	245 - 700	0,481	0,407	1 435
Φ 160	1 460	380	140 - 700	0,555	0,434	1 540	1 530	380	210 - 800	0,581	0,461	1 610
Φ 200	1 600	410	40 - 720	0,656	0,468	1 680	1 770	410	210 - 890	0,726	0,537	1 850
Φ 250	1 900	450	40 - 870	0,855	0,560	1 980	2 070	450	210 - 1040	0,932	0,637	2 150

<sup>1</sup> sans déduction des volumes des fourreaux de terre et de télécommunication

### 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 :

- 15 fois le diamètre extérieur du fourreau pour les ouvrages 100 et 125,
- 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 :

- Mis en place par couches successives d'épaisseur maximale de 0,40 m avec une hauteur de chute maximale tolérée de 1,20 m,
- Préservé des souillures du sol ou du remblai,
- 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,
- 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.**

## **8.4. Caniveaux BT**

### **8.4.1. 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.

### **8.4.2. Caractéristiques**

Les caniveaux normalisés sont de deux types : type A et type B. Leurs côtes intérieures sont indiquées ci-dessous :

Type A :

- Largeur 600 mm
- Hauteur libre entre fond et la dalle 220 mm.

Type B :

- Largeur 200 mm
- 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.

#### **8.4.3. 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.

#### **8.4.4. 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, ...).

#### **8.4.5. 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.

#### **8.4.6. 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.

#### **8.4.7. Etude du tracé du réseau de caniveaux**

Le tracé des caniveaux doit être étudié avec soin de façon :

- À être simple et facile d'accès pour retraitage de câbles,
- 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,
- À éviter le plus possible les passages sous piste ou la proximité d'une route prévue pour charge lourde,
- 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.

## **8.5. Charpente**

### **8.5.1. Dimensionnement**

Le poste comporte un ensemble de charpentes support. L'Entrepreneur justifiera les choix et les dimensionnements d'après les critères suivants :

- Effort statique
- Effort Dynamique (en court-circuit)

**Les notes de calculs devront être soumises au Maître de l'Ouvrage ou son représentant.**

### **8.5.2. 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.

### **8.5.3. 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 :

- En deux exemplaires à l'Entrepreneur commanditaire,
- 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".

### **8.5.4. 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).

### **8.5.5. Installation des charpentes**

#### **Domaine d'application**

La présente section concerne essentiellement les différentes opérations prenant place sur le site :

- Assemblage des éléments unitaires et des sous-ensembles entre eux,
- Levage des charpentes assemblées,
- Réglage et fixation sur les massifs,
- 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 :

- Les caractéristiques dimensionnelles principales des structures métalliques,

- 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.

## **8.6. 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 :

- Régime statique
- 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 :

- 31,5 kA en 90 kV
- 40 kA en 225 kV

## **8.7. Connexions aériennes en tubes**

### **8.7.1. 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 :

- Les tubes en appui libre à une extrémité et encastrés à l'autre,
- 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.

### 8.7.2. 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.

### 8.7.3. Caractéristiques mécaniques des tubes

Tableau 28: Caractéristiques mécaniques des tubes

DESIGNATION (diamètre extérieur x épaisseur en mm)			50 x 5	80 x 5	100 x 5	120 x 8	200 x 8
Repère $\Delta$			72	73	74	75	76
Diamètre	Intérieur Extérieur	mm	40	70	90	104	184
		mm	50	80	100	120	200
Section		mm <sup>2</sup>	707	1178	1492	2815	4826
Moment d'inertie	I	cm <sup>4</sup>	18,11	83,20	168,80	443,65	2227,70
Module de flexion	I/v	cm <sup>3</sup>	7,25	20,80	33,76	73,94	222,77
Portée maximale		m	7,33	10,25	12,10	15,00	21,20
Masse linéique		kg/m	1,91	3,18	4,03	7,65	13,03
Surcharge givre	1 cm	kg/m	1,130	1,695	2,07	2,45	3,95
Surcharge givre	2 cm	kg/m	2,64	3,77	4,53	5,28	8,30
Module d'élasticité E		MPa	7 x 10 <sup>4</sup>				
e produit E.I		N.m <sup>2</sup>	12650	58135	117950	310000	1560000

### 8.7.4. Caractéristiques électriques des tubes

Tableau 29: Caractéristiques électriques des tubes

DESIGNATION		50 x 5	80 x 5	100 x 5	120 x 8	200 x 8
Repère $\Delta$		72	73	74	75	76
Section	mm <sup>2</sup>	707	1178	1492	2815	4826
Masse volumique de la partie conductrice	Kg/m <sup>3</sup>	2700				
Température de référence pour la résistivité et la résistance	°C	20				
Résistivité Alu EN AW-6101 T6	$\mu\Omega.m$	3 E-02				
Résistance linéique	$\Omega/m$	4,24 <sup>E-05</sup>	2,55 <sup>E-05</sup>	2,01 <sup>E-05</sup>	1,07 <sup>E-05</sup>	6,22 <sup>E-06</sup>
Chaleur massique de la partie conductrice	J/kg°C	940 *				
Coefficient de température	1/°C	0,004 **				

### 8.7.5. Intensités admissibles dans les tubes

Tableau 30: Intensité admissibles dans les tubes

Repère $\Delta$	Connexions normalisées	Intensités admissibles (A)			
		Régime permanent <sup>(1)</sup>			
		Été 30 °C	Intersaisons 21°C	Hiver 1 15 °C	Hiver 2 5 °C
72	Tube 50 x 5	1750	1871	1970	2086
73	Tube 80 x 5	2598	2779	2934	3107
74	Tube 100 x 5	3123	3347	3541	3755
75	Tube 120 x 8	4498	4821	5105	5413
76	Tube 200 x 8	7344	7875	8673	9224

## 8.8. Raccords pour connexions aériennes

### 8.8.1. 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.

### 8.8.2. 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.

### 8.8.3. 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.

### 8.8.4. 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.

### 8.8.5. 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 :

- Les transformateurs et autotransformateurs de puissance,



- Les appareils neufs commandés selon les anciennes spécifications,
- 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 31: Intensité en fonction du diamètre de tige

Intensité nominale (A)	Diamètre de tige (mm)	Longueur de tige (mm)
630	30	80
1000 -1600	40	120
2500	50	120
3000	63	120

Ces règles sont valables de 225 kV.

Les autres appareils obéissent aux règles données dans le tableau suivant.

Tableau 32: Tableau intensité à suivre

Intensité nominale (A)	Tensions nominales 225kV		
	Nombre	Diamètre (mm)	Longueur (mm)
800	1	30	80
1250	1	40	120
2000	1	50	120

#### 8.8.6. 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.

#### 8.8.7. 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.

#### 8.8.8. 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 :

- A) Raccordement boulonné plage-plage. Ce type est principalement utilisé pour le raccordement des raccords et connexions aux bornes des appareils haute tension.
- 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.
- 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.
- 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 :

- Graisse de contact (« Contactal HPG » ou similaire) et graisse neutre,
- Outil de broyage : brosse métallique à brins fins inox, ou brosse rotative montée sur perceuse portative,
- Chiffons secs,
- Clé à pipe standard,
- Pinceau,
- Éventuellement mastic ou graisse d'étanchéité,
- 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 broyage sous graisse.

Les surface de contact sont broyées 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 broyage de la même graisse.

Le broyage 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 entrées d'eau qui peuvent se produire par la boulonnerie d'assemblage ou par des espaces existants (même 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 :

- 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).
- 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).
- 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 :
  - o 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.
  - o mise en place du tube avec serrage des brides au couple, suivant les instructions du constructeur,
  - o 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.
- 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 :

- Outil de brossage : brossage métallique (différente de celle utilisée pour le brossage des raccords d'aluminium).
- Graisse neutre
- Éventuellement mastic ou graisse d'étanchéité e (vaseline P4)
- Chiffons secs,
- Clé dynamométrique
- Clé à pipe standard,
- 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 (même 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 raccords 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 :

- L'utilisation d'une clé dynamométrique ou à échappement est obligatoire (vérifier périodiquement son étalonnage),
- 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.

## **8.9. Canalisations souterraines MT**

### **8.9.1. Type de câble (suivant norme IEC 502)**

Les câbles utilisés sont :

- Unipolaires,
- De tension spécifiée 30 kV (36kV),
- À âme conductrice en aluminium ou en cuivre, de section égale à 240, 400 ou 630 mm<sup>2</sup>,
- À isolation synthétique en polyéthylène réticulé (PR).

L'écran métallique sur l'isolant est capable de transiter 1 000 A pendant 5 secondes.

### **8.9.2. Choix des câbles**

Pour les câbles enterrés, les intensités sont calculées en régime discontinu au sens de la norme IEC 287.

### **8.9.3. Dans le sol**

Les câbles devront être enterrés à 80 cm de profondeur environ.

Les câbles d'un même terme (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.

#### **8.9.4. Hors sol**

Dans les parcours horizontaux, les câbles peuvent être :

- Soit posés à même le sol dans des caniveaux remplis de sable,
- 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.

#### **8.9.5. 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.

## **9. 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 Maître 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.

## **10. MONTAGE ET INSTALLATION**

Le Constructeur dispose pour ses installations de chantier des espaces désignés par le Maître 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 :

- Des phases principales de montage et des détails de montage particulièrement importants ;
- Des modifications adoptées en cours de montage ;
- Des réglages au montage et des configurations initiales des instruments ;
- De tous les faits marquants et incidents survenus sur le chantier.
- Le Constructeur participera à une séance de chantier hebdomadaire et y soumettra à l'approbation du Maître 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 :

- Utilise une (1) copie pour ses besoins lors du montage et de la mise en service ;
- Dépose une (1) copie qu'il entreposera dans un classeur central ;
- Remet une (1) copie au Maître d'Ouvrage.

## 11. SUIVI DES TRAVAUX, ESSAIS, RECEPTION ET MISE EN SERVICE

### 11.1. 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 nouvelles extensions du poste. Ces procédures intégreront 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.

### 11.2. 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 :

- Délivrer les autorisations de travail à l'Entrepreneur ;
- Valider les études d'exécution, les différents plans et schémas
- Mettre en chantier l'Entrepreneur et ses sous-traitants
- Animer les réunions de chantier
- Suivre les différents chantiers en apportant des corrections sur
- Assister et valider les Site Acceptance Tests pour des équipements
- 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 33 : Plafonnement des frais généraux en lot

Lots	Plafond (%)
Lot 1 : Poste Haute Tension 90/30 kV de Bekoko	5%
Lot 2 : Poste Haute Tension 90/15 kV de Deido	2%
Lot 3 : Poste Haute Tension 225/30 kV de Kribi	5%

Ces moyens financiers couvrent les charges suivantes sans limitation :

- Frais de mission en local du personnel du Maître d'Ouvrage soit :
  - o Directeur Général et Directeur Général Adjoint : 150 000 Fcfa/jour
  - o Directeurs : 100 000 Fcfa/jour
  - o Sous-directeurs et coordonnateur : 80 000 Fcfa/jour
  - o Chefs de Centre, chargés d'études, chef service ou assimilés : 60 000 Fcfa/jour
  - o Ingénieurs, cadres assistant : 50 000 Fcfa/jour
  - o Techniciens : 40 000 Fcfa/jour
  - o Chauffeurs et électriciens : 25 000 Fcfa/jour

- Frais de carburant et de location de véhicules
- Commodités pour la tenue des réunions
- Restauration de chantier
- etc

### **11.3. 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 :

- Les équipements ont été installés correctement ;
- Les équipements ont été installés au bon endroit ;
- Les équipements n'ont pas été affectés par le transport ou l'installation ;
- L'ensemble de l'installation a été faite correctement ;
- 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 :

- 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.
- 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.

### **11.4. Organisation**

La mise en service est organisée en groupes de travail supervisés par un directeur qui assure la coordination avec le Maître 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.

#### **11.4.1. 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 :

- Du calendrier préliminaire d'exploitation de chaque équipement et/ou système ;
- 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.

#### **11.4.2. Superviseur Général de la mise en service**

Le superviseur général de la mise en service a pour fonction de :



- Préparer le programme de mise en service, y compris les essais et la mise sous tension séquentielle ;
- Préparer le calendrier de mise en service ;
- Assurer la coordination avec les principaux fabricants d'équipements ;
- Assurer la coordination entre les équipes de construction des postes et des lignes (des autres Constructeurs) ;
- Coordonner les échanges de spécialistes et d'appareils avec les équipes de mise en service
- Informer le Maître d'ouvrage des activités de mise en service ;
- Obtenir du Maître de l'Ouvrage ou de son délégué, le Maître d'ouvrage l'approbation de la mise sous tension partielle et complète ;
- Assurer la coordination de la construction avec les entrepreneurs afin de résoudre les problèmes d'installation ;
- Préparer, de concert avec le Maître d'ouvrage, les procédures d'exploitation de chaque poste.

#### **11.4.3. 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 :

- Superviser l'installation des équipements ;
- Élaborer et soumettre le programme de mise en service à l'approbation du Maître de l'Ouvrage ou de son délégué le Maître d'ouvrage ;
- Vérifier si leurs équipements ont été installés correctement ;
- Tester les équipements conformément aux formulaires de mise en service ;
- Répondre aux questions du Maître de l'Ouvrage ou de son délégué le Maître d'ouvrage et des équipes de mise en service ;
- Justifier les résultats des essais auprès du Maître d'ouvrage et de l'équipe de mise en service ;
- Expliquer au Maître d'ouvrage et à l'équipe de mise en service la méthodologie employée et l'avancement des essais ;
- 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.

#### **11.4.4. 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 :

- Fournira un soutien logistique à la mise en service : transport du comité de mise en service, des appareils, des outils, des matériaux, etc. ;
- Fournira un système de communication adéquat entre les postes ainsi qu'un système de radiocommunication (émetteur-récepteur portatif) pour les communications locales ;
- Fournira les techniciens et la main-d'œuvre nécessaires pour corriger les ouvrages électromécaniques et de génie civil ;
- 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.

## 12. FORMATION DU PERSONNEL DU MAÎTRE DE L'OUVRAGE

### 12.1. Participation aux essais en usine

#### 12.1.1. 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.

- Essais en usine des transformateurs de puissance
- Essais en usine des transformateurs de courants
- Essais en usine des transformateurs de tensions
- Essais en usine des disjoncteurs
- Essais en usine des sectionneurs
- Essais en usine des cellules sous enveloppe métallique moyenne tension
- Essais en usine des équipements de contrôle commande et protection

#### 12.1.2. Modalités de participation aux essais en usine

Le Constructeur invitera au maximum quatre (4) représentants du Maître 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 34 : 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	2	1 semaine
Disjoncteurs	2	1 semaine
Transformateurs de mesures	2	1 semaine
Sectionneurs	3	1 semaine

Dans le cas des formations et/ou réception usine réalisés 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 Maître d'Ouvrage en déplacement hors du Cameroun, en fonction des positions occupées au sein de la SONATREL, sont les suivantes :

- Directeur Général et Directeur Général Adjoint : Classe Affaire

- Directeurs, Sous-directeurs : Classe Economique Premium
- Autre personnel : Classe Economique Premium

### **12.2. 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 Maître de l'Ouvrage pendant toute la durée des travaux de montage et de mise en service.

Le personnel exploitant sera composé de :

- Huit (8) Chef de postes ;
- Quatre (4) techniciens HT.
- Quatre (4) techniciens BT.

Ils participeront au montage et à la mise en service :

- Des équipements HT et MT (en particulier disjoncteurs et sectionneurs HT pour lesquels la réception sera réalisée sur site conjointement aux formations) ;
- Des équipements BT, contrôle-commande et protection ;

### **12.3. Formation chez les fabricants**

Le Constructeur organisera, hors du Cameroun, une formation aux sièges des fabricants d'équipements pour le personnel du Maître de l'Ouvrage.

Ces formations porteront sur l'exploitation et la maintenance des équipements suivants :

- Transformateurs de puissance (pour quatre personnes) ;
- Cellule HTA (pour trois personnes) ;
- Equipements de Contrôle-Commande et protections (pour trois personnes) ;

En rappel, Dans le cas des formations et/ou réception usine réalisés 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 Maître d'Ouvrage en déplacement hors du Cameroun, en fonction des positions occupées au sein de la SONATREL, sont les suivantes :

- Directeur Général et Directeur Général Adjoint : Classe Affaire
- Directeurs, Sous-directeurs : Classe Economique Premium
- Autre personnel : Classe Economique Premium

## **13. SPECIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES**

Cette section du document détail l'ensemble des travaux à réaliser dans les différents lots afin de garantir le renforcement des postes 90/15 kV de Deido, des postes 90/30 kV de Bekoko et 225/30 kV de Kribi.

### **13.1. 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.

## 13.2. Description des travaux à réaliser dans le lot 1

### 13.2.1. Prestations à réaliser

Les prestations d'augmentation de puissance par la création d'une nouvelle travée transformateur 90/30 kV et d'équipement complet du bâtiment transport existant du poste de Bekoko (objet du marché) comprennent sans se limiter.

Il s'agit de la Fourniture, montage, installation et mise en service des équipements :

- Création d'un jeu de barres Tampon 90 kV :
  - o Les massifs de fondation ;
  - o Les charpentes métalliques ;
  - o Les colonnes d'isolateur jeu de barres
  - o La mise à la terre des charpentes
  - o Les tubes Alu et raccords associés ;
  - o Les plaques signalétiques ;
  
- Construction d'une travée de raccordement transformateur 90/30 kV (y compris matériels HT, MT et BT) comprenant :
  - o 01 transformateur triphasé 50 MVA 90/33 kV, ONAN/ONAF, de couplage YNd11
  - o Les massifs de fondation ;
  - o La charpente supports ;
  - o La mise à la terre des charpentes ;
  - o Colonnes isolantes ;
  - o 03 Transformateurs de courant 90 kV (1/phase) ;
  - o 01 Transformateur de Tension Barre 90 kV (1 pour la phase 4)
  - o 02 Sectionneurs d'aiguillage barre 90 kV (1/travées) (travée existante et nouvelle)
  - o 01 Sectionneur de Neutre 90 kV
  - o 01 Disjoncteur Tripolaire 90 kV
  - o 03 Parafoudres 90 kV (1/phase)
  - o 03 Parafoudres 30 kV (1/phase)
  - o Ensemble de raccordement HT et BT ;
  - o Les plaques signalétiques ;
  - o Transformateur de Courant monobloc 30 kV (1/phase)
  - o 01 BPN 30 kV
  - o 02 armoires AC/DC de travée transformateur
  - o Contrôle et amélioration de l'ensemble des terres de masse et neutre
  - o Ensemble des câbles BT en âme et blindage Cu
  - o Ensemble des câbles HTA en section minimale 630 mm<sup>2</sup> en âme Alu et blindage Cu
  - o Ensemble des extrémités internes et externes
  - o Transformateurs de courant BT 0,72 kV pour la protection ampèremétrique
  - o 01 résistance de mise à la terre neutre 30 kV (RDN)
  - o Réalisation d'une émergence complète en Alu ou Cu y compris la fourniture des éléments d'assemblage (tubes, blocs de raccordement souples et rigides, isolateurs rigides, etc)
  
- Travaux génie civil :
  - o Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension ;
  - o Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain qui prévaut dans la région d'extension du poste ;
  - o Construction et équipement du bâtiment contrôle commande suivant spécification

- Extension de la piste lourde pour faciliter les mouvements des transformateurs de puissance de 30 ml ;
  - Création d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés ;
  - Création d'un mur pare-feu ;
  - Mise à la terre de tous les supports métalliques ;
  - Les tranchées des câbles et conduits pour les nouvelles travées, si nécessaire ;
  - Réalisation d'une clôture grillagée de 50 ml pour poste 90/30 kV ;
  - Réalisation des tranchées et caniveaux à câbles ;
  - Circuit d'éclairage des travées ;
- Equipement du nouveau bâtiment
- Déplacement vers le nouveau bâtiment de l'ensemble des équipements de la travée 90/30 existante (armoires, batteries, chargeurs, inverseur, RTU, CCN, etc) ainsi que de l'ensemble des liaisons
  - Fourniture et pose 01 armoire de contrôle, commande, protection et régulation pour le transformateur de puissance et réaliser de l'intégration au SCADA et la CCN existant avec les protocoles IEC 104 et IEC 61850)
  - Ensemble armoires pour la réalisation de la commande déportée des équipements (tenant compte de l'ancienne travée et de la nouvelle)
  - Armoire de comptage raccordée en MMS suivant le protocole DLMS\Cosem
  - Fourniture, installation et raccordement des services auxiliaires comprenant :
    - Deux (2) TSA 250 kVA
    - Batteries 127V (un ensemble) ;
    - Permutation automatique et manuelle de trois sources avec un TGBT sources alternative intégré
    - Extension TGBT des sources auxiliaires continues
  - Fourniture, installation et raccordement d'un poste tampon MT comprenant :
    - Deux (2) cellules 30 kV arrivée TR ;
    - Six (6) cellules 30 kV départ distribution ;
    - Deux (2) cellules 30 kV couplage barres ;
    - Deux (2) cellules 30 kV TP ;
    - Deux (2) cellules 30 kV TSA ;
  - Ensemble des câbles BT en âme et blindage Cu
  - Ensemble des câbles HTA
  - Fourniture des outils, matériels de sécurité et pièces de rechanges ;
- Autres prestations :
- Raccordement ou extension RTU existant
  - Etudes, fourniture et installation de 01 paratonnerre pour améliorer la sécurité du poste contre les effets des décharges atmosphériques
  - Climatisation et éclairage
  - Système de sécurité et de lutte contre les incendies

### 13.2.2. Pièces de rechanges lot 1

Tableau 35 : Liste des pièces de rechange transformateur Lot 1

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 régulateur	Set	1
Ensemble disjoncteurs + relais + contacteurs + contacteurs de l'armoire des auxiliaires	Set	1
Indicateur voyant de niveau d'huile conservateur	Pc	1

Tableau 36 : Liste des pièces de rechange cellules MT lot 1

Dénomination	Unité	Quantité
Disjoncteur tripolaire 30 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

### 13.3. Description des travaux à réaliser dans le lot 2

#### 13.3.1. Prestations à réaliser

Les prestations d'augmentation de puissance par la création d'une nouvelle travée transformateur 90/15 kV et d'équipement complet du bâtiment transport existant du poste de Deido (objet du marché) comprennent sans se limiter.

Il s'agit de la Fourniture, montage, installation et mise en service des équipements :

- Extension et renforcement du jeu de barres 90 kV :
  - o Les massifs de fondation ;
  - o Les charpentes supports ;

- Les tubes Alu à renforcer
  - La mise à la terre des charpentes
  - Les tubes Alu et raccords associés ;
  - Les plaques signalétiques ;
- Construction d'une travée de raccordement transformateur 90/15 kV (y compris matériels HT, MT et BT) comprenant :
- 01 transformateur triphasé 50 MVA 90/16,5 kV, ONAN/ONAF, de couplage YNd11
  - Les massifs de fondation ;
  - La charpente supports ;
  - La mise à la terre des charpentes ;
  - Colonnes isolantes ;
  - 03 Transformateurs de courant 90 kV (1/phase) ;
  - 01 Transformateur de Tension Barre 90 kV
  - 01 Sectionneur d'aiguillage barre 90 kV
  - 01 Sectionneur de Neutre 90 kV
  - 01 Disjoncteur Tripolaire 90 kV
  - 03 Parafoudres 90 kV (1/phase)
  - 03 Parafoudres 15 kV (1/phase)
  - Ensemble de raccordement HT et BT ;
  - Les plaques signalétiques ;
  - Transformateur de Courant monobloc 15 kV (1/phase)
  - BPN 15 kV
  - 01 armoire AC/DC de travée transformateur
  - Contrôle et amélioration de l'ensemble des terres de masse et neutre
  - Ensemble des câbles BT en âme et blindage Cu
  - Ensemble des câbles HTA en section minimale 630 mm<sup>2</sup> en âme Alu et blindage Cu
  - Ensemble des extrémités internes et externes
  - Transformateurs de courant BT 0,72 kV pour la protection ampèremétrique
  - Création d'une émergence complète en Alu ou Cu y compris la fourniture des éléments d'assemblage (tubes, blocs de raccordement souples et rigides, isolateurs rigides, etc)
- Bâtiment transport (existant)
- réaménagement du poste 15 kV existant pour le transformer en poste Tampon (Poste 15 kV Transport) ;
  - 01 armoire de contrôle, commande, protection et régulation pour le transformateur de puissance et réaliser la connexion avec le SCADA et CCN existant avec les protocoles IEC 104 et IEC 61850 et au MMS via le protocole DLMS\Cosem)
  - 01 contrôleur de tranche pour intégrer à l'armoire de contrôle, commande et protection
  - Ensemble d'armoires de commande déportée (anciennes et nouvelle travées)
  - Fourniture, installation et raccordement des services auxiliaires comprenant :
    - Un (1) TSA 250 kVA
    - Batteries 127V (un ensemble) ;
    - Redresseur 127V ;
    - Permutation-automatique à 03 sources
    - Colonnes distribution AC et DC
  - Fourniture, installation et raccordement d'un poste tampon MT comprenant :
    - Trois (3) cellules 15 kV arrivée TR ;
    - Six (6) cellules 15 kV départ distribution ;
    - Quatre (4) cellules 15 kV couplage barres ;
    - Trois (3) cellules 15 kV TP ;
    - Une (1) cellule 15 kV TSA ;
  - Ensemble des câbles BT en âme et blindage Cu

- Ensemble des câbles HTA
  - Fourniture et installation du mobilier du bâtiment et matériel informatique ;
  - Fourniture des outils, matériels de sécurité et pièces de rechanges ;
- Travaux génie civil :
- Débarra du site
  - Réalisation du réaménagement du poste transport afin de :
    - Refaire le plancher
    - Repositionner les différentes armoires
    - Déposer les équipements inutilisés
    - Créer la voie pour la 3<sup>ième</sup> rame MT
    - Normalisation des voies des câbles HTA et BT
  - Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension ;
  - Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain qui prévaut dans la région d'extension du poste ;
  - Extension de la piste lourde pour faciliter les mouvements des transformateurs de puissance de 20 ml
  - Création d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés ;
  - Création d'un mur pare-feu
  - Mise à la terre de tous les supports métalliques
  - Réalisation des tranchées et caniveaux à câbles ;
  - La construction d'une barrière électrique grillagée de 80 ml avec 02 entrées
  - Création des caniveaux à câbles MT et BT bétonnés
  - Réalisation d'une piste légère en lieu et place de celle existante
  - Circuit d'éclairage des travées
- Autres prestations :
- Raccordement ou extension RTU existant
  - Etudes, fourniture et installation de 01 paratonnerre pour améliorer la sécurité du poste contre les effets des décharges atmosphériques
  - Climatisation et éclairage
  - Système de sécurité et de lutte contre les incendies

### 13.3.2. Pièces de rechanges lot 2

Tableau 37 : 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 38 : 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 39 : 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

## 13.4. Description des travaux à réaliser dans le lot 3

### 13.4.1. Prestations à réaliser

Les prestations d'augmentation de puissance par la création d'une nouvelle travée transformateur 225/30 kV et d'équipement complet du bâtiment transport existant du poste de Kribi (objet du marché) comprennent sans se limiter.

Il s'agit de la Fourniture, montage, installation et mise en service des équipements :

- Travaux génie civil :
  - Réaménagement du bâtiment transport existant afin d'accueillir 2 rames de cellules ;
  - Extension du bâtiment existant pour installation salle de batteries, salle des sources auxiliaires AC/DC, TSA ;
  - Construction bâtiment devant accueillir les toilettes du poste ;
  - Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension ;
  - Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain ;
  - Réalisation d'une extension de la piste lourde pour faciliter les mouvements des transformateurs de puissance de 20 ml
  - Création d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés ;
  - Création d'un mur pare-feu ;
  - Mise à la terre de tous les supports métalliques ;
  - Construction des charpentes et portiques en IPE pour les reprises de jeux de barres 225 kV ;
  - Les tranchées des câbles et conduits pour les nouvelles travées, si nécessaire ;
  - Création des caniveaux à câbles MT et BT bétonnés
  - Réalisation d'une extension de la piste légère de 20 ml
  - Réhabilitation des circuits d'éclairage des travées
  - Aménagement de l'espace habitable dans un conteneur 40 pieds pour les chefs de poste :
    - Isolation thermique
    - Eclairage et climatisation
    - Ouvertures, toiture et peinture
    - Aménagement pièces habitables :
      - ❖ Une chambre
      - ❖ Cuisine
      - ❖ Espace rangement
      - ❖ Espace commun
      - ❖ Toilette
    - Equipement mobilier complet
    - Pose de sur cylinbloc
- Construction d'une travée de raccordement transformateur 225/30 kV (y compris matériels HT, MT et BT) comprenant :
  - 01 transformateur triphasé 50 MVA 225/33 kV, ONAN/ONAF/ODAF, de couplage YNd11
  - Les massifs de fondation ;
  - La charpente supports ;
  - 03 poteaux IPE de reprise des tendus jeu de barres
  - 01 portiques IPE pour traversée de la piste légère
  - La mise à la terre des charpentes ;
  - Colonnes isolantes ;

- Transformateurs de courant 225 kV (1/phase) ;
  - 06 Sectionneurs d'aiguillage barre unipolaire 225 kV (3/barre)
  - 01 Sectionneurs de Neutre 225 kV à ouverture centrale
  - 01 Disjoncteur Tripolaire 225 kV
  - 03 Parafoudres 225 kV (1/phase)
  - 03 Parafoudres 30 kV (1/phase)
  - Ensemble de raccordement HT, MT et BT ;
  - Les plaques signalétiques ;
  - Transformateur de Courant monobloc 30 kV (1/phase)
  - 02 BPN 30 kV
  - 02 armoires AC/DC de travée transformateur
  - Contrôle et amélioration de l'ensemble des terres de masse et neutre
  - Ensemble des câbles BT en âme et blindage Cu
  - Ensemble des câbles HTA en section minimale 630 mm<sup>2</sup> en âme Alu et blindage Cu
  - Ensemble des extrémités internes et externes
  - 03 transformateurs de courant BT
  - Création d'une émergence complète en Alu ou Cu y compris la fourniture des éléments d'assemblage (tubes, blocs de raccordement souples et rigides, isolateurs rigides, etc)
  - Couverture Jeu de barres 225 kV avec câble de garde Alu/Acier
- Bâtiment transport (existant)
- 01 armoire de contrôle, commande, protection et régulation pour le transformateur de puissance et réaliser la connexion avec le SCADA et CCN existant avec les protocoles IEC 104 et IEC 61850 et au MMS via le protocole DLMS\Cosem)
  - Une armoire de commande déportée des équipements de la nouvelle travée
  - Fourniture des cartes RTU AK 1703 ACP pour extension RTU existant
  - Fourniture d'un routeur cisco
  - Fourniture, installation et raccordement des services auxiliaires comprenant :
    - Déplacement des équipements et câbles BT vers le nouveau local
    - Deux (2) TSA 250 kVA
    - Permutation-automatique
    - Extension des colonnes distribution AC et DC
  - Fourniture, installation et raccordement d'un poste tampon MT comprenant :
    - Deux (2) cellules 30 kV arrivée TR ;
    - Six (6) cellules 30 kV départ distribution ;
    - Deux (2) cellules 30 kV couplage barres ;
    - Deux (2) cellules 30 kV TP ;
    - Deux (2) cellules 30 kV TSA ;
  - Ensemble des câbles BT en âme et blindage Cu
  - Ensemble des câbles HTA
  - Fourniture et installation du mobilier du bâtiment et matériel informatique ;
  - Fourniture des outils, matériels de sécurité et pièces de rechanges ;
- Autres prestations
- Raccordement ou extension RTU existant
  - Etudes, fourniture et installation de 01 paratonnerre pour améliorer la sécurité du poste contre les effets des décharges atmosphériques
  - Climatisation
  - Eclairage

### 13.4.2. Pièces de rechanges lot 3

Tableau 40 : Liste des pièces de rechange Transformateur de puissance lot 4

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
Analyseur de gaz dissous portatif	Pc	1
Galon 30 kg de gel de silice	Pc	5
Mégohmmètre 15 000 V	Pc	1

Tableau 41 : Liste des pièces de rechange cellules MT lot 3

Dénomination	Unité	Quantité
Disjoncteur tripolaire 30 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

## 14. GARANTIES DE PERFORMANCES

### 14.1. 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.

### 14.2. Garanties techniques

#### 14.2.1. 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 ( $\pm 7.5\%$ ) et le transformateur pourra être refusé pour un dépassement de  $\pm 10\%$ .

#### - Courant à vide

La pénalité sur la valeur du courant magnétisant à vide ( $0.1\% I_n$ ) 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 %.

#### - 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.

#### - Mauvais couplage

L'appareil sera refusé si le couplage est incorrect.

PIECE 6 :

**CADRE DU BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES  
(BPU)**

<b>LOT 1 : BORDEREAU DE PRIX UNITAIRES</b>				
<b>Postes</b>	<b>Libellés</b>	<b>Unités</b>	<b>Montant en chiffre</b>	<b>Montant en lettre</b>
<b>1</b>	<b>Etudes, réceptions et formations</b>			
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens		
1.2	Réception en usine (transformateurs, cellules MT, armoire de contrôle et protection)	Ens		
1.3	Formation personnel Maître d'Ouvrage (Cellules MT)	Ens		
<b>2</b>	<b>Fourniture Equipements</b>			
<b>2.1</b>	<b>Extension jeu de barres</b>			
2.1.1	Charpentes supports	Ens		
2.1.2	Tubes Alu et raccords associés	Ens		
2.1.3	Colonnes isolantes	Ens		
2.1.4	Transformateur de tension	U		
<b>2.2</b>	<b>Travée TR 50 MVA 90/30 kV</b>			
2.2.1	Transformateur monophasé 50 MVA avec un régleur en charge à 21 prises, 90±15% / 33 kV, fréquence 50Hz, couplage YNd11; avec tous les accessoires et équipements de monitoring complet	U		
2.2.2	Sectionneur de barre tripolaire 90 kV	U		
2.2.3	Sectionneur de neutre 90 kV	U		
2.2.4	Transformateur de courant 90 kV	U		
2.2.5	Disjoncteur 90 kV à commande Tripolaire	U		
2.2.6	Parafoudre 90 kV	U		
2.2.7	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U		
2.2.8	Transformateur courant monobloc MT	U		
2.2.9	Armoire de travée	U		
2.2.10	Transformateur bobine de point neutre ZN	U		
2.2.11	Résistance de neutre (RDN)	U		
2.2.12	Sectionneur de neutre 30 kV	U		
2.2.13	Parafoudre 30 kV	U		
2.2.14	Matériel émergence transformateur	Ens		
2.2.15	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens		
2.2.16	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens		
2.2.17	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens		
2.2.18	Portiques métalliques et charpentes supports	Ens		
<b>2.3</b>	<b>Bâtiment transport 30 kV</b>			
2.3.1	Armoire de protection, contrôle et commande conforme TDR	U		
2.3.2	Ensemble armoires de commande déportée (ancienne et nouvelle travées)	Ens		
2.3.3	Cellule Arrivée Transformateur	U		

2.3.4	Cellule Départ Distribution	U		
2.3.5	Cellule Transformateur de Potentiel	U		
2.3.6	Cellule TSA	U		
2.3.7	Cellule couplage barres	U		
2.3.8	Transformateur Services Auxiliaires 15/0,41 kV	U		
2.3.9	Rame batteries 127 V	Ens		
2.3.10	Chargeur 127 V	U		
2.3.11	Armoire de permutation automatique à 03 sources	U		
2.3.12	Colonne de distribution AC et DC	U		
2.3.13	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens		
2.3.14	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens		
2.3.15	Equipement de sécurité	Ens		
<b>2.4</b>	<b>Autres</b>			
2.4.1	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens		
2.4.2	Qualimètre fixe	Ens		
2.4.3	Equipements informatiques et mobiliers de bureaux	Ens		
2.4.4	Eclairage et climatisation	Ens		
2.4.5	Système de sécurité et de lutte contre les incendies	Ens		
2.4.6	Paratonnerre	Ens		
2.4.7	Transport Matériel	Ens		
<b>3</b>	<b>Travaux de génie civil</b>			
3.1	Aménagement chantier	Ens		
3.2	Construction d'un nouveau bâtiment transport y compris l'ensemble des aménagements internes et externes	Ens		
3.3	Réalisation des massifs des fondations pour création jeu de barres 90 kV tampon	Ens		
3.4	Réalisation des massifs des fondations pour les appareillages des travées transformateur	Ens		
3.5	Réalisation d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés	Ens		
3.6	Réalisation d'un mur pare feu	Ens		
3.7	Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension	Ens		
3.8	Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain qui prévaut dans la région d'extension	Ens		
3.9	Extension du système de drainage et des caniveaux à câbles	Ens		
3.10	Création d'une piste lourde	ml		
3.11	Construction en clôture grillagée poste extérieur	ml		
3.12	Construction de caniveaux à câbles MT/BT bétonnés	ml		
3.13	Aménagement et remise en état piste légère	Ens		



<b>4</b>	<b>Travaux électromécaniques</b>			
4.1	Montage équipements extension du JdB 90 kV	Ens		
4.2	Normalisation travée 90/30 kV existante	Ens		
4.3	Montage équipements travée transformateur	Ens		
4.4	Montage transformateur de puissance	Ens		
4.5	Montage des rames de cellules MT	Ens		
4.6	Test sur site des équipements "SAT : Site Acceptance Test"	Ens		
4.7	Installation et raccordement des équipements travée transformateur HT, MT et BT	Ens		
4.8	Installation et raccordement des rames MT	Ens		
4.9	Déplacement des équipements bâtiment existant vers nouveau bâtiment	Ens		
4.10	Vérification et amélioration du système de terre	Ens		
4.11	Etude et installation paratonnerre	Ens		
4.12	Normalisation des installations	Ens		
4.13	Essais et mise en service	Ens		
<b>5</b>	<b>Frais généraux</b>			
5.1	Validation des études et supervision des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens		

**LOT 2 : BORDEREAU DE PRIX UNITAIRES**

<b>Postes</b>	<b>Libellés</b>	<b>Unités</b>	<b>Montant en chiffre</b>	<b>Montant en lettre</b>
<b>1</b>	<b>Etudes, réceptions et formations</b>			
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens		
1.2	Réception en usine (transformateur, cellules MT, armoire de contrôle et protection)	Ens		
1.3	Formation personnel Maître d'Ouvrage (Armoire de contrôle et protection)	Ens		
<b>2</b>	<b>Fourniture Equipements</b>			
<b>2.1</b>	<b>Extension et renforcement jeu de barres 90 kV</b>			
2.1.1	Charpentes supports	Ens		
2.1.2	Portiques métalliques et charpentes supports	Ens		
2.1.3	Tubes Alu et raccords associés	Ens		
2.1.4	Accessoires de tendus Aster 570 mm <sup>2</sup>	Ens		
2.1.5	Colonnes isolantes	Ens		
2.1.6	Transformateur de tension	U		
<b>2.2</b>	<b>Travée TR 50 MVA 90/15 kV</b>			
2.2.1	Transformateur monophasé 50 MVA avec un régleur en charge à 21 prises, 90±15% / 16,5 kV, fréquence 50Hz, couplage YNd11; avec tous les accessoires et équipements de monitoring complet	U		
2.2.2	Sectionneur de barre tripolaire 90 kV	U		
2.2.2	Sectionneur de neutre 90 kV	U		
2.2.3	Transformateur de courant 90 kV	U		
2.2.4	Disjoncteur 90 kV à commande Tripolaire	U		
2.2.5	Parafoudre 90 kV	U		
2.2.6	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U		
2.2.7	Transformateur courant monobloc 15 kV	U		
2.2.14	Armoire de travée	U		
2.2.15	Transformateur bobine de point neutre ZN	U		
2.2.17	Sectionneur de neutre 30 kV	U		
2.2.18	Matériel émergence transformateur	Ens		
2.2.19	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens		
2.2.19	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens		
2.2.19	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens		
2.2.20	Parafoudre 15 kV	U		
2.2.21	Portiques métalliques et charpentes supports	Ens		
<b>2.3</b>	<b>Salle 15 kV Transport</b>			
2.3.1	Armoire de protection, contrôle et commande conforme TDR	U		

2.3.2	Ensemble armoires de commande déportée (anciennes et nouvelle travées)	Ens		
2.3.3	Rame batteries 127 V	Ens		
2.3.4	Chargeur 127 V	U		
2.3.5	Armoire de permutation automatique à 03 sources	U		
2.3.6	Colonne de distribution AC	U		
2.3.7	Colonne de distribution DC	U		
2.3.8	Cellule Arrivée Transformateur	U		
2.3.9	Cellule Départ Distribution	U		
2.3.10	Cellule Transformateur de Potentiel	U		
2.3.11	Cellule TSA	U		
2.3.12	Cellule couplage barres	U		
2.3.13	Transformateur Services Auxiliaires 15/0,41 kV	U		
2.3.14	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens		
2.3.15	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens		
2.3.16	Équipement de sécurité	Ens		
<b>2.4</b>	<b>Autres</b>			
2.4.1	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens		
2.4.2	Qualimètre fixe	Ens		
2.4.3	Équipement informatique et mobilier de bureaux	Ens		
2.4.4	Eclairage et climatisation	Ens		
2.4.5	Système de sécurité et de lutte contre les incendies	Ens		
2.4.6	Paratonnerre	Ens		
2.4.7	Transport Matériel	Ens		
<b>3</b>	<b>Travaux de génie civil</b>			
3.1	Aménagement chantier	Ens		
3.2	Réalisation de l'aménagement du poste transport	Ens		
3.3	Réalisation des massifs des fondations pour extension jeu de barres 90 kV	Ens		
3.4	Réalisation des massifs des fondations pour les appareillages des travées transformateur	Ens		
3.5	Réalisation d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés	Ens		
3.6	Réalisation d'un mur pare feu	Ens		
3.7	Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension	Ens		
3.8	Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain qui prévaut dans la région d'extension	Ens		
3.9	Extension du système de drainage et des caniveaux à câbles	Ens		
3.10	Extension de la piste lourde	ml		

3.11	Construction en clôture grillagée poste extérieur	ml		
3.12	Construction de caniveaux à câbles MT/BT bétonnés	ml		
3.13	Aménagement et remise en état piste légère	Ens		
<b>4</b>	<b>Travaux électromécaniques</b>			
4.1	Montage équipements extension du JdB 90 kV	Ens		
4.2	Montage équipements travée transformateur	Ens		
4.3	Montage transformateur de puissance	Ens		
4.4	Montage des rames de cellules MT	Ens		
4.5	Test sur site des équipements "SAT : Site Acceptance Test"	Ens		
4.6	Installation et raccordement des équipements travée transformateur HT, MT et BT	Ens		
4.7	Installation et raccordement des rames MT	Ens		
4.8	Transfert commande existante vers nouveau système de commande	Ens		
4.9	Intégration nouvelle travée dans SCADA existant	Ens		
4.10	Vérification et amélioration du système de terre	Ens		
4.11	Etude et installation paratonnerre	Ens		
4.12	Normalisation des installations	Ens		
4.13	Essais et mise en service	Ens		
<b>5</b>	<b>Frais généraux</b>			
5.1	Validation des études et supervision des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens		

<b>LOT 3 : BORDEREAU DE PRIX UNITAIRES</b>				
<b>Postes</b>	<b>Libellés</b>	<b>Unités</b>	<b>Montant en chiffre</b>	<b>Montant en lettre</b>
<b>1</b>	<b>Etudes, réceptions et formations</b>			
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens		
1.2	Réception en usine (transformateurs, cellules MT, armoire de contrôle et protection)	Ens		
1.3	Formation personnel Maître d'Ouvrage (Transformateur de puissance)	Ens		
<b>2</b>	<b>Fourniture Equipements</b>			
<b>2.1</b>	<b>Travée TR 50 MVA 225/30 kV</b>			
2.1.1	Transformateur monophasé 50 MVA avec un régulateur en charge à 25 prises, 225±15% / 33 kV, fréquence 50Hz, couplage YNd11; avec tous les accessoires et équipements de monitoring complet	U		
2.1.2	Sectionneur de barre Unipolaire 225 kV	U		
2.1.3	Sectionneur de neutre 225 kV	U		
2.1.4	Transformateur de courant 225 kV	U		
2.1.5	Disjoncteur 225 kV à commande Tripolaire	U		
2.1.6	Parafoudre 225 kV	U		
2.1.7	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U		
2.1.8	Transformateur courant monobloc 30 kV	U		
2.1.12	Armoire de travée	U		
2.1.13	Transformateur bobine de point neutre ZN	U		
2.1.15	Résistance de neutre (RDN)	U		
2.1.16	Sectionneur de neutre 30 kV	U		
2.1.17	Matériel émergence transformateur	Ens		
2.1.18	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens		
2.1.18	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens		
2.1.18	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens		
2.1.19	Parafoudre 30 kV	U		
2.1.20	Poteaux métalliques pour reprise JdB	Ens		
2.1.21	Portiques métalliques et charpentes supports	Ens		
2.1.22	Conducteur nu et accessoires associés	Ens		
2.1.23	Câble de garde Alu/acier pour couverture JdB	Ens		
<b>2.2</b>	<b>Salle 30 kV Transport</b>			
2.1.9	Armoire de protection, contrôle et commande conforme TDR	U		
2.1.10	Armoire de commande déportée	Ens		
2.1.11	Armoire de permutation automatique à 02 sources	U		
2.1.14	Transformateur Services Auxiliaires 15/0,41 kV	U		
2.2.1	Cellule Arrivée Transformateur	U		

2.2.2	Cellule Départ Distribution	U		
2.2.3	Cellule Transformateur de Potentiel	U		
2.2.4	Cellule TSA	U		
2.2.5	Cellule couplage barres	U		
2.2.6	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens		
2.2.6	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens		
2.2.7	Equipement de sécurité	Ens		
<b>2.3</b>	<b>Autres</b>			
2.3.1	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens		
2.3.2	Qualimètre fixe	Ens		
2.3.3	Equipement informatique et mobilier de bureaux	Ens		
2.3.4	Eclairage et climatisation	Ens		
2.3.5	Système de sécurité et de lutte contre les incendies	Ens		
2.3.6	Paratonnerre	Ens		
2.3.7	Transport Matériel	Ens		
<b>3</b>	<b>Travaux de génie civil</b>			
3.1	Aménagement chantier	Ens		
3.2	Réaménagement du bâtiment transport existant afin d'accueillir 2 rames de cellules	Ens		
3.3	Extension du bâtiment existant pour installation salle de batteries, salle des sources auxiliaires AC/DC, TSA	Ens		
3.4	Construction bâtiment devant accueillir les toilettes du poste	Ens		
3.5	Aménagement de l'espace habitable dans un conteneur 40 pieds pour les chefs de poste	Ens		
3.6	Construction d'un nouveau bâtiment transport y compris l'ensemble des aménagements internes et externes	Ens		
3.7	Réalisation des massifs des fondations pour poteaux, portiques et charpentes	Ens		
3.8	Réalisation des massifs des fondations pour les appareillages des travées transformateur	Ens		
3.9	Réalisation d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés	Ens		
3.10	Réalisation d'un mur pare feu	Ens		
3.11	Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension	Ens		
3.12	Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain qui prévaut dans la région d'extension	Ens		
3.13	Extension du système de drainage et des caniveaux à câbles	Ens		
3.14	Création d'une piste lourde	ml		
3.15	Construction de caniveaux à câbles MT/BT bétonnés	Ens		
3.16	Aménagement et remise en état piste légère	Ens		
<b>4</b>	<b>Travaux électromécaniques</b>			

4.1	Montage charpentes, poteaux et portiques du JdB 225 kV	Ens		
4.2	Normalisation travée 225/30 kV existante	Ens		
4.3	Montage équipements travée transformateur	Ens		
4.4	Montage transformateur de puissance	Ens		
4.5	Montage des rames de cellules MT	Ens		
4.6	Test sur site des équipements "SAT : Site Acceptance Test"	Ens		
4.7	Installation et raccordement des équipements travée transformateur HT, MT et BT	Ens		
4.8	Installation et raccordement des rames MT	Ens		
4.9	Déplacement des équipements bâtiment existant suivant modification du bâtiment	Ens		
4.10	Vérification et amélioration du système de terre	Ens		
4.11	Etude et installation paratonnerre	Ens		
4.12	Normalisation des installations	Ens		
4.13	Essais et mise en service	Ens		
<b>5</b>	<b>Frais généraux</b>			
5.1	Validation des études et supervision des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens		

PIECE 7:  
**CADRE DU DETAIL QUANTITATIF ET ESTIMATIF  
(DQE)**



**LOT 1 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

Postes	Libellés	Unités	Qtés	Prix Unitaire			Douane	Transit	Prix Total
				FOB	Fret	CIF			
<b>1</b>	<b>Etudes, réceptions et formations</b>								
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens	1				N/A		
1.2	Réception en usine (transformateurs, cellules MT, armoire de contrôle et protection)	Ens	1				N/A		
1.3	Formation personnel Maître d'Ouvrage (Cellules MT)	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Etudes, réceptions et formations</b>									
<b>2</b>	<b>Fourniture Equipements</b>								
<b>2.1</b>	<b>Extension jeu de barres</b>								
2.1.1	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	1				SNTRL		
<b>2.2</b>	<b>Travée TR 50 MVA 90/30 kV</b>								
2.2.1	Transformateur monophasé 50 MVA avec un régulateur en charge à 21 prises, 90±15% / 33 kV, fréquence 50Hz, couplage YNd11; avec tous les accessoires et équipements de monitoring complet	U	1				SNTRL		
2.2.2	Sectionneur de barre tripolaire 90 kV	U	2				SNTRL		
2.2.3	Sectionneur de neutre 90 kV	U	2				SNTRL		
2.2.4	Transformateur de courant 90 kV	U	3				SNTRL		
2.2.5	Disjoncteur 90 kV à commande Tripolaire	U	1				SNTRL		
2.2.6	Parafoudre 90 kV	U	3				SNTRL		
2.2.7	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U	3				SNTRL		
2.2.8	Transformateur courant monobloc MT	U	3				SNTRL		
2.2.9	Armoire de travée	U	2				SNTRL		
2.2.10	Transformateur bobine de point neutre ZN	U	1				SNTRL		
2.2.11	Résistance de neutre (RDN)	U	1				SNTRL		
2.2.12	Sectionneur de neutre 30 kV	U	1				SNTRL		
2.2.13	Parafoudre 30 kV	U	3				SNTRL		
2.2.14	Matériel émergence transformateur	Ens	1				SNTRL		
2.2.15	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens	1				SNTRL		
2.2.16	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1				SNTRL		
2.2.17	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1				SNTRL		
2.2.18	Portiques métalliques et charpentes supports	Ens	1				SNTRL		
<b>2.3</b>	<b>Bâtiment transport 30 kV</b>								
2.3.1	Armoire de protection, contrôle et commande conforme TDR	U	1				SNTRL		
2.3.2	Ensemble armoires de commande déportée (ancienne et nouvelle travées)	Ens	1				SNTRL		

2.3.3	Cellule Arrivée Transformateur	U	2				SNTRL		
2.3.4	Cellule Départ Distribution	U	6				SNTRL		
2.3.5	Cellule Transformateur de Potentiel	U	2				SNTRL		
2.3.6	Cellule TSA	U	2				SNTRL		
2.3.7	Cellule couplage barres	U	2				SNTRL		
2.3.8	Transformateur Services Auxiliaires 15/0,41 kV	U	2				SNTRL		
2.3.9	Rame batteries 127 V	Ens	1				SNTRL		
2.3.10	Chargeur 127 V	U	1				SNTRL		
2.3.11	Armoire de permutation automatique à 03 sources	U	1				SNTRL		
2.3.12	Colonne de distribution AC et DC	U	1				SNTRL		
2.3.13	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1				SNTRL		
2.3.14	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1				SNTRL		
2.3.15	Équipement de sécurité	Ens	1				SNTRL		
<b>2.4</b>	<b>Autres</b>								
2.4.1	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens	1				SNTRL		
2.4.2	Qualimètre fixe	Ens	1				SNTRL		
2.4.3	Équipements informatiques et mobiliers de bureaux	Ens	1				SNTRL		
2.4.4	Eclairage et climatisation	Ens	1				SNTRL		
2.4.5	Système de sécurité et de lutte contre les incendies	Ens	1				SNTRL		
2.4.6	Paratonnerre	Ens	1				SNTRL		
2.4.7	Transport Matériel	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Fourniture Equipements</b>									
<b>3</b>	<b>Travaux de génie civil</b>								
3.1	Aménagement chantier	Ens	1				N/A		
3.2	Construction d'un nouveau bâtiment transport y compris l'ensemble des aménagements internes et externes	Ens	1				N/A		
3.3	Réalisation des massifs des fondations pour création jeu de barres 90 kV tampon	Ens	1				N/A		
3.4	Réalisation des massifs des fondations pour les appareillages des travées transformateur	Ens	1				N/A		
3.5	Réalisation d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés	Ens	1				N/A		
3.6	Réalisation d'un mur pare feu	Ens	1				N/A		
3.7	Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension	Ens	1				N/A		
3.8	Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain qui prévaut dans la région d'extension	Ens	1				N/A		
3.9	Extension du système de drainage et des caniveaux à câbles	Ens	1				N/A		
3.10	Création d'une piste lourde	ml	30				N/A		

3.11	Construction en clôture grillagée poste extérieur	ml	50				N/A		
3.12	Construction de caniveaux à câbles MT/BT bétonnés	ml	70				N/A		
3.13	Aménagement et remise en état piste légère	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Travaux de génie civil</b>									
<b>4</b>	<b>Travaux électromécaniques</b>								
4.1	Montage équipements extension du JdB 90 kV	Ens	1				N/A		
4.2	Normalisation travée 90/30 kV existante	Ens	1				N/A		
4.3	Montage équipements travée transformateur	Ens	1				N/A		
4.4	Montage transformateur de puissance	Ens	1				N/A		
4.5	Montage des rames de cellules MT	Ens	2				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 rames MT	Ens	2				N/A		
4.9	Déplacement des équipements bâtiment existant vers nouveau bâtiment	Ens	1				N/A		
4.10	Vérification et amélioration du système de terre	Ens	1				N/A		
4.11	Etude et installation paratonnerre	Ens	1				N/A		
4.12	Normalisation des installations	Ens	1				N/A		
4.13	Essais et mise en service	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Travaux Electromécaniques</b>									
<b>5</b>	<b>Frais généraux</b>								
5.1	Validation des études et supervision des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens	1				N/A		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Frais généraux</b>									
<b>Montant Total Hors Taxes (HT) DAP Site de BEKOKO</b>									
<b>TVA 19,25%</b>									
<b>TSR 5%</b>									
<b>IR 2,2%</b>									
<b>Montant Total Toutes Taxes Comprises (TTC)</b>									
<b>Net à Mandater</b>									

**LOT 2 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

Postes	Libellés	Unités	Qtés	Prix Unitaire			Douane	Transit	Prix Total
				FOB	Fret	CIF			
<b>1</b>	<b>Etudes, réceptions et formations</b>								
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens	1				N/A		
1.2	Réception en usine (transformateur, cellules MT, armoire de contrôle et protection)	Ens	1				N/A		
1.3	Formation personnel Maître d'Ouvrage (Armoire de contrôle et protection)	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Etudes, réceptions et formations</b>									
<b>2</b>	<b>Fourniture Equipements</b>								
<b>2.1</b>	<b>Extension et renforcement jeu de barres 90 kV</b>								
2.1.1	Charpentes supports	Ens	1				SNTRL		
2.1.2	Portiques métalliques et charpentes supports	Ens	1				SNTRL		
2.1.3	Tubes Alu et raccords associés	Ens	1				SNTRL		
2.1.4	Accessoires de tendus Aster 570 mm <sup>2</sup>	Ens	1				SNTRL		
2.1.5	Colonnes isolantes	Ens	1				SNTRL		
2.1.6	Transformateur de tension	U	1				SNTRL		
<b>2.2</b>	<b>Travée TR 50 MVA 90/15 kV</b>								
2.2.1	Transformateur monophasé 50 MVA avec un régulateur en charge à 21 prises, 90±15% / 16,5 kV, fréquence 50Hz, couplage YNd11; avec tous les accessoires et équipements de monitoring complet	U	1				SNTRL		
2.2.2	Sectionneur de barre tripolaire 90 kV	U	1				SNTRL		
2.2.2	Sectionneur de neutre 90 kV	U	1				SNTRL		
2.2.3	Transformateur de courant 90 kV	U	3				SNTRL		
2.2.4	Disjoncteur 90 kV à commande Tripolaire	U	1				SNTRL		
2.2.5	Parafoudre 90 kV	U	3				SNTRL		
2.2.6	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U	3				SNTRL		
2.2.7	Transformateur courant monobloc 15 kV	U	3				SNTRL		
2.2.14	Armoire de travée	U	1				SNTRL		
2.2.15	Transformateur bobine de point neutre ZN	U	1				SNTRL		
2.2.17	Sectionneur de neutre 30 kV	U	1				SNTRL		
2.2.18	Matériel émergence transformateur	Ens	1				SNTRL		
2.2.19	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens	1				SNTRL		
2.2.19	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1				SNTRL		
2.2.19	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1				SNTRL		
2.2.20	Parafoudre 15 kV	U	3				SNTRL		
2.2.21	Portiques métalliques et charpentes supports	Ens	1				SNTRL		
<b>2.3</b>	<b>Salle 15 kV Transport</b>								

2.3.1	Armoire de protection, contrôle et commande conforme TDR	U	1					SNTRL		
2.3.2	Ensemble armoires de commande déportée (anciennes et nouvelle travées)	Ens	1					SNTRL		
2.3.3	Rame batteries 127 V	Ens	1					SNTRL		
2.3.4	Chargeur 127 V	U	1					SNTRL		
2.3.5	Armoire de permutation automatique à 03 sources	U	1					SNTRL		
2.3.6	Colonne de distribution AC	U	1					SNTRL		
2.3.7	Colonne de distribution DC	U	1					SNTRL		
2.3.8	Cellule Arrivée Transformateur	U	3					SNTRL		
2.3.9	Cellule Départ Distribution	U	6					SNTRL		
2.3.10	Cellule Transformateur de Potentiel	U	3					SNTRL		
2.3.11	Cellule TSA	U	1					SNTRL		
2.3.12	Cellule couplage barres	U	4					SNTRL		
2.3.13	Transformateur Services Auxiliaires 15/0,41 kV	U	1					SNTRL		
2.3.14	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1					SNTRL		
2.3.15	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1					SNTRL		
2.3.16	Équipement de sécurité	Ens	1					SNTRL		
<b>2.4</b>	<b>Autres</b>									
2.4.1	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens	1					SNTRL		
2.4.2	Qualimètre fixe	Ens	1					SNTRL		
2.4.3	Équipement informatique et mobilier de bureaux	Ens	1					SNTRL		
2.4.4	Eclairage et climatisation	Ens	1					SNTRL		
2.4.5	Système de sécurité et de lutte contre les incendies	Ens	1					SNTRL		
2.4.6	Paratonnerre	Ens	1					SNTRL		
2.4.7	Transport Matériel	Ens	1					N/A		
<b>Sous Total Fourniture Equipements</b>										
<b>3</b>	<b>Travaux de génie civil</b>									
3.1	Aménagement chantier	Ens	1					N/A		
3.2	Réalisation de l'aménagement du poste transport	Ens	1					N/A		
3.3	Réalisation des massifs des fondations pour extension jeu de barres 90 kV	Ens	1					N/A		
3.4	Réalisation des massifs des fondations pour les appareillages des travées transformateur	Ens	1					N/A		
3.5	Réalisation d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés	Ens	1					N/A		
3.6	Réalisation d'un mur pare feu	Ens	1					N/A		
3.7	Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension	Ens	1					N/A		
3.8	Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain qui prévaut dans la région d'extension	Ens	1					N/A		

3.9	Extension du système de drainage et des caniveaux à câbles	Ens	1				N/A		
3.10	Extension de la piste lourde	ml	20				N/A		
3.11	Construction en clôture grillagée poste extérieur	ml	80				N/A		
3.12	Construction de caniveaux à câbles MT/BT bétonnés	ml	50				N/A		
3.13	Aménagement et remise en état piste légère	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Travaux de génie civil</b>									
<b>4</b>	<b>Travaux électromécaniques</b>								
4.1	Montage équipements extension du JdB 90 kV	Ens	1				N/A		
4.2	Montage équipements travée transformateur	Ens	1				N/A		
4.3	Montage transformateur de puissance	Ens	1				N/A		
4.4	Montage des rames de cellules MT	Ens	3				N/A		
4.5	Test sur site des équipements "SAT : Site Acceptance Test"	Ens	1				N/A		
4.6	Installation et raccordement des équipements travée transformateur HT, MT et BT	Ens	1				N/A		
4.7	Installation et raccordement des rames MT	Ens	3				N/A		
4.8	Transfert commande existante vers nouveau système de commande	Ens	1				N/A		
4.9	Intégration nouvelle travée dans SCADA existant	Ens	1				N/A		
4.10	Vérification et amélioration du système de terre	Ens	1				N/A		
4.11	Etude et installation paratonnerre	Ens	1				N/A		
4.12	Normalisation des installations	Ens	1				N/A		
4.13	Essais et mise en service	Ens	1				N/A		
<b>5</b>	<b>Frais généraux</b>								
5.1	Validation des études et supervision des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens	1				N/A		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Frais généraux</b>									
<b>Sous Total Travaux Electromécaniques</b>									
<b>Montant Total Hors Taxes (HT) DAP Site de DEIDO</b>									
<b>TVA 19,25%</b>									
<b>TSR 5%</b>									
<b>IR 2,2%</b>									
<b>Montant Total Toutes Taxes Comprises (TTC)</b>									
<b>Net à Mandater</b>									

**LOT 3 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

Postes	Libellés	Unités	Qtés	Prix Unitaire			Douane	Transit	Prix Total
				FOB	Fret	CIF			
<b>1</b>	<b>Etudes, réceptions et formations</b>								
1.1	Etudes, plans, schémas, documentation	Ens	1				N/A		
1.2	Réception en usine (transformateurs, cellules MT, armoire de contrôle et protection)	Ens	1				N/A		
1.3	Formation personnel Maître d'Ouvrage (Transformateur de puissance)	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Etudes, réceptions et formations</b>									
<b>2</b>	<b>Fourniture Equipements</b>								
<b>2.1</b>	<b>Travée TR 50 MVA 225/30 kV</b>								
2.1.1	Transformateur monophasé 50 MVA avec un régleur en charge à 25 prises, 225±15% / 33 kV, fréquence 50Hz, couplage YNd11; avec tous les accessoires et équipements de monitoring complet	U	1				SNTRL		
2.1.2	Sectionneur de barre Unipolaire 225 kV	U	6				SNTRL		
2.1.3	Sectionneur de neutre 225 kV	U	1				SNTRL		
2.1.4	Transformateur de courant 225 kV	U	3				SNTRL		
2.1.5	Disjoncteur 225 kV à commande Tripolaire	U	1				SNTRL		
2.1.6	Parafoudre 225 kV	U	3				SNTRL		
2.1.7	Transformateur de mesure BT 0,72 kV	U	3				SNTRL		
2.1.8	Transformateur courant monobloc 30 kV	U	3				SNTRL		
2.1.12	Armoire de travée	U	2				SNTRL		
2.1.13	Transformateur bobine de point neutre ZN	U	2				SNTRL		
2.1.15	Résistance de neutre (RDN)	U	1				SNTRL		
2.1.16	Sectionneur de neutre 30 kV	U	1				SNTRL		
2.1.17	Matériel émergence transformateur	Ens	1				SNTRL		
2.1.18	Ensemble des câbles et raccords HT	Ens	1				SNTRL		
2.1.18	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1				SNTRL		
2.1.18	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1				SNTRL		
2.1.19	Parafoudre 30 kV	U	3				SNTRL		
2.1.20	Poteaux métalliques pour reprise JdB	Ens	1				SNTRL		
2.1.21	Portiques métalliques et charpentes supports	Ens	1				SNTRL		
2.1.22	Conducteur nu et accessoires associés	Ens	1				SNTRL		
2.1.23	Câble de garde Alu/acier pour couverture JdB	Ens	1				SNTRL		
<b>2.2</b>	<b>Salle 30 kV Transport</b>								
2.1.9	Armoire de protection, contrôle et commande conforme TDR	U	1				SNTRL		
2.1.10	Armoire de commande déportée	Ens	1				SNTRL		
2.1.11	Armoire de permutation automatique à 02 sources	U	1				SNTRL		
2.1.14	Transformateur Services Auxiliaires 15/0,41 kV	U	2				SNTRL		
2.2.1	Cellule Arrivée Transformateur	U	2				SNTRL		

2.2.2	Cellule Départ Distribution	U	6				SNTRL		
2.2.3	Cellule Transformateur de Potentiel	U	2				SNTRL		
2.2.4	Cellule TSA	U	2				SNTRL		
2.2.5	Cellule couplage barres	U	2				SNTRL		
2.2.6	Ensemble des câbles et raccords MT	Ens	1				SNTRL		
2.2.6	Ensemble des câbles et raccords BT	Ens	1				SNTRL		
2.2.7	Équipement de sécurité	Ens	1				SNTRL		
<b>2.3</b>	<b>Autres</b>								
2.3.1	Pièces de rechanges suivant TDR	Ens	1				SNTRL		
2.3.2	Qualimètre fixe	Ens	1				SNTRL		
2.3.3	Équipement informatique et mobilier de bureaux	Ens	1				SNTRL		
2.3.4	Eclairage et climatisation	Ens	1				SNTRL		
2.3.5	Système de sécurité et de lutte contre les incendies	Ens	1				SNTRL		
2.3.6	Paratonnerre	Ens	1				SNTRL		
2.3.7	Transport Matériel	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Fourniture Equipements</b>									
<b>3</b>	<b>Travaux de génie civil</b>								
3.1	Aménagement chantier	Ens	1				N/A		
3.2	Réaménagement du bâtiment transport existant afin d'accueillir 2 rames de cellules	Ens	1				N/A		
3.3	Extension du bâtiment existant pour installation salle de batteries, salle des sources auxiliaires AC/DC, TSA	Ens	1				N/A		
3.4	Construction bâtiment devant accueillir les toilettes du poste	Ens	1				N/A		
3.5	Aménagement de l'espace habitable dans un conteneur 40 pieds pour les chefs de poste	Ens	1				N/A		
3.6	Construction d'un nouveau bâtiment transport y compris l'ensemble des aménagements internes et externes	Ens	1				N/A		
3.7	Réalisation des massifs des fondations pour poteaux, portiques et charpentes	Ens	1				N/A		
3.8	Réalisation des massifs des fondations pour les appareillages des travées transformateur	Ens	1				N/A		
3.9	Réalisation d'une fosse transformateur avec longrines et caillebotis galvanisés	Ens	1				N/A		
3.10	Réalisation d'un mur pare feu	Ens	1				N/A		
3.11	Nivellement, excavation et aménagement du terrain en rapport avec la zone d'extension	Ens	1				N/A		
3.12	Vérification des caractéristiques mécaniques du terrain qui prévaut dans la région d'extension	Ens	1				N/A		
3.13	Extension du système de drainage et des caniveaux à câbles	Ens	1				N/A		
3.14	Création d'une piste lourde	ml	20				N/A		



3.15	Construction de caniveaux à câbles MT/BT bétonnés	Ens	1				N/A		
3.16	Aménagement et remise en état piste légère	Ens	20				N/A		
<b>Sous Total Travaux de génie civil</b>									
<b>4</b>	<b>Travaux électromécaniques</b>								
4.1	Montage charpentes, poteaux et portiques du JdB 225 kV	Ens	1				N/A		
4.2	Normalisation travée 225/30 kV existante	Ens	1				N/A		
4.3	Montage équipements travée transformateur	Ens	1				N/A		
4.4	Montage transformateur de puissance	Ens	1				N/A		
4.5	Montage des rames de cellules MT	Ens	2				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 rames MT	Ens	2				N/A		
4.9	Déplacement des équipements bâtiment existant suivant modification du bâtiment	Ens	1				N/A		
4.10	Vérification et amélioration du système de terre	Ens	1				N/A		
4.11	Etude et installation paratonnerre	Ens	1				N/A		
4.12	Normalisation des installations	Ens	1				N/A		
4.13	Essais et mise en service	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Travaux Electromécaniques</b>									
<b>5</b>	<b>Frais généraux</b>								
5.1	Validation des études et supervision des travaux par le Maître d'Ouvrage	Ens	1				N/A		
5.2	Commodités pour réunions et autres dépenses	Ens	1				N/A		
<b>Sous Total Frais généraux</b>									
<b>Montant Total Hors Taxes (HT) DAP Site de KRIBI</b>									
<b>TVA 19,25%</b>									
<b>TSR 5%</b>									
<b>IR 2,2%</b>									
<b>Montant Total Toutes Taxes Comprises (TTC)</b>									
<b>Net à Mandater</b>									

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<sup>(10)</sup>

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<sup>(8)</sup>..... 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 soumetts 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/2023  
DU \_\_\_\_\_ SUIVANT DOSSIER D'APPEL D'OFFRES INTERNATIONAL OUVERT  
N°02/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 DES NOUVELLES  
TRAVÉES TRANSFORMATEURS DONC UNE (01) DE 90/15 KV - 50 MVA, UNE (01) DE  
225/30 KV – 50 MVA ET UNE (01) DE 90/30 KV - 50 MVA EN TROIS (03) LOTS.**

**TITULAIRE DU MARCHE :**

**OBJET DU MARCHE :**

**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

**FINANCEMENT :** 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°02/AOIO/SONATREL/DG/DDRP/DAFRH/SDAG/SIGAM/CIPM/2023 DU\_\_\_  
 RELATIF À LA CONCEPTION, LA FOURNITURE, LE TRANSPORT, LE MONTAGE,  
 L'INSTALLATION, LE RACCORDEMENT ET LA MISE EN SERVICE DES NOUVELLES  
 TRAVEES TRANSFORMATEURS DONC UNE (01) DE 90/15 KV - 50 MVA, UNE (01) DE  
 225/30 KV – 50 MVA ET UNE (01) DE 90/30 KV - 50 MVA EN 03 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

<b>Lu et accepté par le prestataire</b>
<i>Yaoundé, le .....</i>
<b>Le Directeur Général de la SONATREL</b>
<i>Yaoundé, le.....</i>
<b>Enregistrement</b>

PIECE 11 :

**Grille d'évaluation**

N°	Libellé	Conformité	
		OUI	NON
1	<p><b><u>Présentation de l'offre et facilité de navigation</u></b> * Le soumissionnaire devra présenter une offre claire, avec les intercalaires, impression couleur</p>		
2	<p><b><u>Expérience dans la réalisation des travaux similaires</u></b> 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). Le montant du marché considéré sera au minimum de <b>1.000.000.000 FCFA</b> (un milliard francs CFA) pour les lots 1, 2 et 3 pris séparément. Pour les lots combinés, le montant minimum du marché considéré sera la somme de chaque lot pris séparément. Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission.</p>		
	<p>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 1.000.000.000 FCFA (un milliard francs CFA) pour les lots 1, 2 et 3 pris séparément. Pour les lots combinés, le montant minimum du marché considéré sera la somme de chaque lot pris séparément. Les copies des PV de réception et les références des différents Maîtres d'ouvrages doivent être jointes à la soumission.</p> <p><b>Critère validé si les deux sous-critères sont validés</b></p>		
3	<p><b><u>Chiffre d'affaire</u></b> * Avoir un chiffre d'affaires moyen des cinq (5) dernières années égal à au moins le montant de la soumission</p>		
4	<p><b><u>Capacité Financière</u></b> 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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Un milliard de Francs CFA (1.000.000.000 FCFA) pour le Lot 1 ;</b></li> <li>○ <b>Un milliard de Francs CFA (1.000.000.000 FCFA) pour le Lot 2 ;</b></li> <li>○ <b>Un milliard cinq cent millions de Francs CFA (1.500.000.000 FCFA) pour le Lot 3 ;</b></li> <li>○ <b>Pour les lots combinés, les montants demandés séparément de chaque lot seront additionnés.</b></li> </ul>		



	<p>Ces montants doivent être nets des autres engagements du Soumissionnaire. Tous les documents présentés pour être éligibles doivent être certifiés par des organismes bancaires</p> <p>4.2 Soumission des 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.</p> <p><b>Critère validé si les deux sous-critères sont validés</b></p>		
5	<p><b><u>Expérience du personnel mis à disposition dans des projets similaires</u></b></p>		
	<p>* Chef de Projet : Ingénieur en génie électrique de niveau BAC + 5 avec 07 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.</b></p>		
	<p>* 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) <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.</b></p>		
	<p>* 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) <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté</b></p>		
	<p>* 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) <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté</b></p>		
	<p>* Responsable sur site en charge des raccordements et câblage : Ingénieur/ Technicien supérieur électrotechnique de niveau minimum BAC + 3 avec 07 ans d'expérience professionnelle <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté</b></p>		
	<p>* Experts formateurs agréés par les organisations (Diplôme et CV signé et daté). <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.</b></p>		
	<p>* 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 <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté</b></p>		
<p>* 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</p>			

	<p><b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté</b></p>		
	<p>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 <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté</b></p>		
	<p>* Deux techniciens supérieurs en génie électrique de niveau BAC + 2 avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté). <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.</b></p>		
	<p>* Trois techniciens en génie électrique de niveau BAC avec 03 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté). <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.</b></p>		
	<p>02 conducteurs de travaux de Genie Civil avec 05 ans d'expérience professionnelle (Diplôme et CV signé et daté) <b>Un sous critère est validé s'il y a une copie de diplôme et un cv signé et daté.</b> <i>NB : ce critère validé si dix (10) sous-critères sont validés</i></p>		
6	<p>Test de conformité des matériels :</p> <p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ la liste des essais détaillés (routine, type, spéciaux, etc)</li> <li>○ la liste des laboratoires agréés</li> </ul> <p><b>Ce sous critère est validé si 100% de la conformité des tests à réaliser et des certifications des laboratoires</b></p>		
7	<p>Le Soumissionnaire doit établir qu'il a le matériel et outillage définis dans le tableau <i>matériel à justifier</i>. 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</p> <p><b>Ce sous critère est validé si 80% des outils du tableau des matériels sont validés</b></p>		
8	<p>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</p>		

9	<p>Le soumissionnaire ou les usines proposés doivent Posséder une certification ISO ou norme internationale équivalente (l'équivalence est à démontrer par le Candidat) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Certification d'assurance qualité ISO 9001</li> <li>-Certification de gestion environnementale ISO 14001 ;</li> <li>-Certification hygiène, santé et sécurité OHSAS 18001</li> </ul>		
<b>TOTAL</b>		<b>9</b>	

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**

**- BANQUES**

- Access Bank Cameroon, B.P. 6 000, Yaoundé;
- Afriland First Bank (AFB), B.P. 11 834 Yaoundé;
- Barico Naçional de Guinea Ecuatorial (Bange), Yaoundé ;
- Banque Atlantique Cameroun (BACM), B.P. 2 933 Douala;
- Banque Camerounaise de Petites et Moyennes Entreprises (BC-PME), B.P. 12 962 Douala ;
- Banque Gabonaise pour le Financement International (BGFIBANK), B.P. 660 Douala ;
- Banque Internationale du Cameroun pour l'Épargne et le Crédit (BICEC), B.P. 1 925 Douala ;
- Citibank Cameroon, B.P.4 571 Douala;
- Commercial Bank-Cameroun (CBC), B.P. 4 004 Douala;
- Credit Communautaire d'Afrique-Bank S.A. (CCA Bank), B.P. 30 688 Yaoundé;
- Ecobank Cameroun (Ecobank), B.P.582 Douala;
- La Régionale Bank, B.P. 30 145, Yaoundé ;
- National financial credit-Bank (NFC-Bank), B.P. 6 578 Yaoundé;
- Société Commerciale de Banque-Cameroun (SCB-Cameroun), B.P. 300 Douala ;
- Société Générale au Cameroun (SGC), B.P. 4 042 Douala ;
- Standard Chartered Bank Cameroon (SCBC), B.P. 1 784 Douala;
- Union Bank of Cameroon (UBC), B.P. 15 569 Douala;
- United Bank for Africa (UBA), B.P.2 088 Douala.

**- COMPAGNIES D'ASSURANCE**

- Activa Assurances, BP 12 970 Douala;
- Aréa Assurances S.A., B.P.15 584 Douala ;
- Atlantique Assurances Cameroun IARDT, B.P.3 073, Douala ;
- Chanas Assurances, BP 109 Douala;
- CPA S.A., B.P. 54 Douala ;
- Nsia Assurances S.A., B.P. 2 759 Douala;
- Pro Assur S.A., B.P.5963 Douala;
- Prudential benefeciale general insurance S.A; B.P. 2328 Doaula;
- ROYAL ONYX INSURANCE CIE B.P. 12230 Douala
- SAAR S.A., B.P. 1 011 Douala ;
- Sanlam Assurances S.A., B.P. 11 315 Douala ;
- Zénithe Inssurance S.A, BP 1540, Douala.