

**SELECTION D'UNE ENTREPRISE POUR LA RECHERCHE DE FINANCEMENT,
LES ETUDES ET LA CONSTRUCTION DE LA LIGNE BITERNE 225 KV
YELIMANE-TINTANE-KIFFA ET TINTANE-AIOUN**

DEUXIÈME PARTIE-SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Sommaire

PREMIÈRE PARTIE PROCÉDURES D'APPEL D'OFFRES

Section I. Instructions aux Soumissionnaires (IS)

Section II. Données particulières de l'Appel d'Offres (DPAO)

Section III. Critères d'évaluation et de qualification

Section IV. Formulaires de Soumission

Section V. Pays éligibles

Section VI. Règles de la SOGEM en matière de Fraude et Corruption

Annexe 1 : Bordereau des Prix

Annexe 2 : Fiches Techniques

Annexe 3 : Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

DEUXIÈME PARTIE SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Section VII. Spécifications

Section VII-1. Spécifications techniques Générales

Section VII-2. Cahier des Spécifications Techniques Particulières – Ligne

Section VII-3. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Postes

Section VII-4. Formulaires et Procédures

Section VII-5-1. Plans Lignes

Section VII-5-2. Plans Postes

Section VII-6. Spécifications Environnementales, Sociales, Santé et Sécurité (ESSS)

Section VII-7. Spécifications Sûreté

TROISIÈME PARTIE MARCHÉ

Section VIII. Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Section IX. Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Section X. Formulaire Du Marché

1. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET.....	4
2. CONTEXTE	7
2.1. PARTIES PRENANTES	7
2.2. GÉNÉRALITÉS	8
2.3. NORMES	8
3. DONNÉES CLIMATIQUES	11
3.1. CONDITIONS CLIMATIQUES RÉGIONALES	11
3.2. TEMPÉRATURES.....	12
3.3. CONDITIONS CLIMATIQUES-POLLUTION-NIVEAU KÉRAUNIQUE	13
3.4. HUMIDITÉ DE L'AIR.....	13
3.5. ALTITUDE	13
3.6. IRRADIATION SOLAIRE	13
3.7. ACCÉLÉRATION SISMIQUE	13
3.8. NIVEAU KÉRAUNIQUE.....	14
4. INTERFACES	14
5. EXPLOITATION DU POSTE.....	15
5.1. SÉCURITÉ D'EXPLOITATION.....	15
5.2. EXPLOITATION ET MAINTENANCE	17
5.3. DOMAINES DE FONCTIONNEMENT	19
5.3.1. Conditions normales de service.....	20
5.3.2. Conditions exceptionnelles de service.....	20
5.3.3. Conditions accidentelles de service.....	20
6. MANAGEMENT DE LA QUALITE.....	21
6.1. PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ.....	21
7. INSTALLATIONS DE CHANTIER	22
7.1. EMPLACEMENT MIS À DISPOSITION DE L'ENTREPRENEUR.....	22
7.2. ORGANISATION GÉNÉRALE	24
7.3. BUREAUX À METTRE À DISPOSITION DU MO	24
7.4. VISUALISATION DE L'AVANCEMENT DU CHANTIER.....	25
7.5. RÉSEAUX DESSERVANT LES INSTALLATIONS DE CHANTIER.....	26
7.5.1. Remise en état des lieux	26
8. FOURNITURE DE VEHICULES POUR LE MAITRE D'OUVRAGE	26
9. ETUDES	27
9.1 LISTE DE LIVRABLES	27
9.2 DOCUMENTS DE MANAGEMENT DE PROJET	27
9.2.1 Documents de structuration des études	28
9.2.2 Documents techniques	28
9.2.2.1 Génie civil.....	29
9.2.2.2 Lignes.....	30
9.2.2.3 Electricité	31
9.2.2.4 Contrôle-Commande, Protections Electriques, Mesure et Communication	33
9.2.2.5 Dossier de plans complet d'Equipement	34
10. GESTION DOCUMENTAIRE	35
10.1 MISE EN FORME DES DOCUMENTS	36
10.1.1 Règles générales communes	36
10.1.2 Formats papier	36
10.1.3 Formats Informatique	38
10.1.4 Numérotation des documents.....	38
10.1.5 Suivi des révisions	39

10.1.6	<i>Documents Tel Que Construit (TQC)</i>	39
10.1.7	<i>Conservation des documents</i>	40
10.1.8	<i>Procédure d'approbation des documents</i>	40
10.1.8.1	Généralités.....	40
10.1.8.2	Informations transmises par le MO.....	41
10.1.8.3	Validation des documents par le MO	41
10.1.8.4	Fiche de modification.....	42
10.1.8.5	Repérage des équipements.....	43
10.1.8.5.1	Principes de repérage.....	43
10.1.8.5.2	Etiquettes de repérage	44
11.	FOURNITURES	44
11.1	CHOIX DES FOURNISSEURS	44
11.2.	DOCUMENTS À REMETTRE	45
11.3	STANDARDISATION DE LA FOURNITURE	45
11.4	PÉRENNITÉ DES PIÈCES DÉTACHÉES.....	46
11.5	EMBALLAGE	46
11.6	MARQUAGE.....	47
11.7	TRANSPORT ET LIVRAISON SUR SITE	48
11.8	STOCKAGE.....	49
12.	FORMATIONS	49
12.1	GÉNÉRALITÉS.....	49
12.2	FORMATION DANS LES LOCAUX DU CONSTRUCTEUR	51
12.3	MAINTENANCE, PARAMÉTRAGE ET MISE EN SERVICE DES RELAIS DE PROTECTION	52
12.4	MAINTENANCE, PARAMÉTRAGE ET MISE EN SERVICE DES ÉQUIPEMENTS DE TÉLÉCOMMUNICATION 53	
12.5	FORMATION SUR SITE FORMATION TRAVAUX SUR SITE.....	54
13.	EXIGENCES TECHNIQUES GENERALES	54
13.1	EXIGENCES CONSTRUCTIVES	54
13.2.1	<i>Protection contre la corrosion</i>	54
13.2.2	<i>Choix des matériaux</i>	57
13.2.3	<i>Etanchéité et de degré de protection des enveloppes</i>	59
13.2.4	<i>Lubrification</i>	60
13.2.5	<i>Vibrations et contraintes mécaniques</i> :.....	60
13.2.6	<i>Bruit</i> :.....	61
13.2.7	<i>Esthétique industrielle</i>	61
13.2.8	<i>Tuyauterie et robinetterie</i> :.....	62
13.2.9	<i>Boulonnerie</i>	64
13.3	COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE, PROTECTION CONTRE LA FOUDRE ET MISE À LA TERRE ..	65
13.3.1	<i>Compatibilité électromagnétique (CEM)</i>	65
13.3.2	<i>Protection contre les effets de la foudre</i>	66
13.3.3	<i>Mise à la terre</i>	66
13.4	EQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES.....	67
13.4.1	<i>Armoires et coffrets électriques</i>	67
13.4.2	<i>Appareillages auxiliaires</i>	69
13.4.3	<i>Filerie interne</i>	70
13.4.4	<i>Moteurs électriques</i>	71
13.4.5	<i>Calibre des actionneurs</i>	72
13.4.6	<i>Capteurs</i>	72
13.4.7	<i>Tension et courant applicables aux contacts</i>	73
13.4.8	<i>Appareils indicateurs</i>	73
13.4.9	<i>Contacts électriques</i>	74
13.5	POSE ET CHEMINEMENTS DE CÂBLES	74
13.5.1	<i>Cheminement en extérieur</i>	75
13.5.2	<i>Cheminement en intérieur</i>	75

14	DELAI D'EXECUTION	78
15	PRINCIPE DU MARCHE	78

Section VII-1 : Spécifications techniques Générales

1. DESCRIPTION GENERALE DU PROJET

La Société de Gestion de l'Énergie de Manantali S.A. (SOGEM) a été créée le 7 janvier 1997 par la conférence des chefs d'états de l'Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) pour assurer principalement la réalisation, l'exploitation, l'entretien et le renouvellement des ouvrages communs destinés à la production et au transport de l'énergie électrique de Manantali.

En outre, l'Organisation peut confier à la SOGEM l'exploitation, l'entretien et le renouvellement d'autres Ouvrages Communs lorsque ces ouvrages sont liés à la production et au transport de l'énergie. Son capital de 19 milliards FCF A est détenu à parts égales par le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

Le Réseau Interconnecté de l'OMVS (RIO), va connaître, à court et moyen termes, un développement important avec la mise en œuvre des projets de renforcement des moyens de production et de transport au niveau national dans les pays membre de l'OMVS (Guinée, Mali, Mauritanie et Sénégal), au niveau sous régional (OMVS, OMVG, WAPP, interconnexion Mauritanie- Maroc) et aussi avec la création d'un marché d'échanges d'énergie.

Ce développement nécessitera le renforcement et l'extension du Réseau Interconnecté de Manantali (RIMA) à travers la construction de nouvelles infrastructures de production et de transport d'énergie électrique dans les pays membres de l'OMVS notamment la création de nouvelles lignes d'interconnexion.

Pour anticiper et faire face à ces évolutions, le Conseil des Ministres de l'OMVS, a pris la résolution no206/XVIème CCEG/CM/CKY/2015 engageant la SOGEM, en relation avec le Haut-Commissariat et les États membres, à procéder à la mise en œuvre du projet de réhabilitation et de renforcement du patrimoine énergétique de l'OMVS dénommé « Projet Manantali II ».

Le projet consiste en la réhabilitation et au développement du Réseau Interconnecté de Manantali (RIMA) et couvre les composantes suivantes :

- Composante 1 : Réhabilitation du patrimoine existant du RIMA ;

- Composante 2 : Renforcement et extension du RIMA (construction des lignes HT 225 KV Kayes-Tambacounda (financé par la Banque Mondiale), Manantali-Bamako (financé par l'Agence française de développement), et Kayes-Yélimané-Tintane-Kiffa ;
- Composante 3 : Renouvellement et remise à niveau du système de supervision, contrôle et d'acquisition de données (SCADA) du RIMA ;
- Composante 4 : Assistance technique et renforcement de capacité à la SOGEM.

Sur un reliquat de financement de la Banque Mondiale, SOGEM est en train de compléter les activités en accord avec la Banque. C'est ainsi que sont en cours :

- L'équipement du deuxième tré de la ligne Kayes-Tambacounda. La date de fin des travaux est la même que pour le marché de base.
- Le renforcement des Postes HT 225/90/30 kV de Bakel par le rajout d'une nouvelle travée Transformateur 225/30 kV- 20 MVA. La fin des travaux est programmée au 30 Aout 2022.
- Le renforcement des Postes 225/90/30 kV de Matam (rajout d'une nouvelle travée Transformateur de 20 MVA) et le poste 225/30 kV de Dagana, avec le rajout d'une nouvelle travée Transformateur 225/30 kV -40 MVA et le remplacement du transformateur existant de 20 MVA par un 225/30 kV 40 MVA. La fin des travaux est programmée au 30 Octobre 2022.

Ce Projet reste dans l'objectif spécifique d'accroître la garantie de continuité et de qualité de service de l'énergie électrique livrée aux Sociétés d'Électricité des États membres de l'OMVS dans les conditions financières acceptables, conformément aux normes et valeurs admises.

Ce Projet permettra entre autres, compte tenu des projets de réseaux de transport prévus en en Mauritanie :

- D'assurer la continuité d'interconnexion entre la ville de Nouakchott et le réseau interconnecté de Manantali même en cas de perte de l'une des lignes : Nouakchott-Rosso, Rosso-Dagana, Dagana- Matam, Matam- Kaédi, Kaédi- Boghé.
- D'offrir une deuxième possibilité d'exporter et échanger l'énergie électrique avec l'espace de l'OMVS.

- D'étendre et fiabiliser l'électrification dans les zones couvertes par le tracé de la ligne

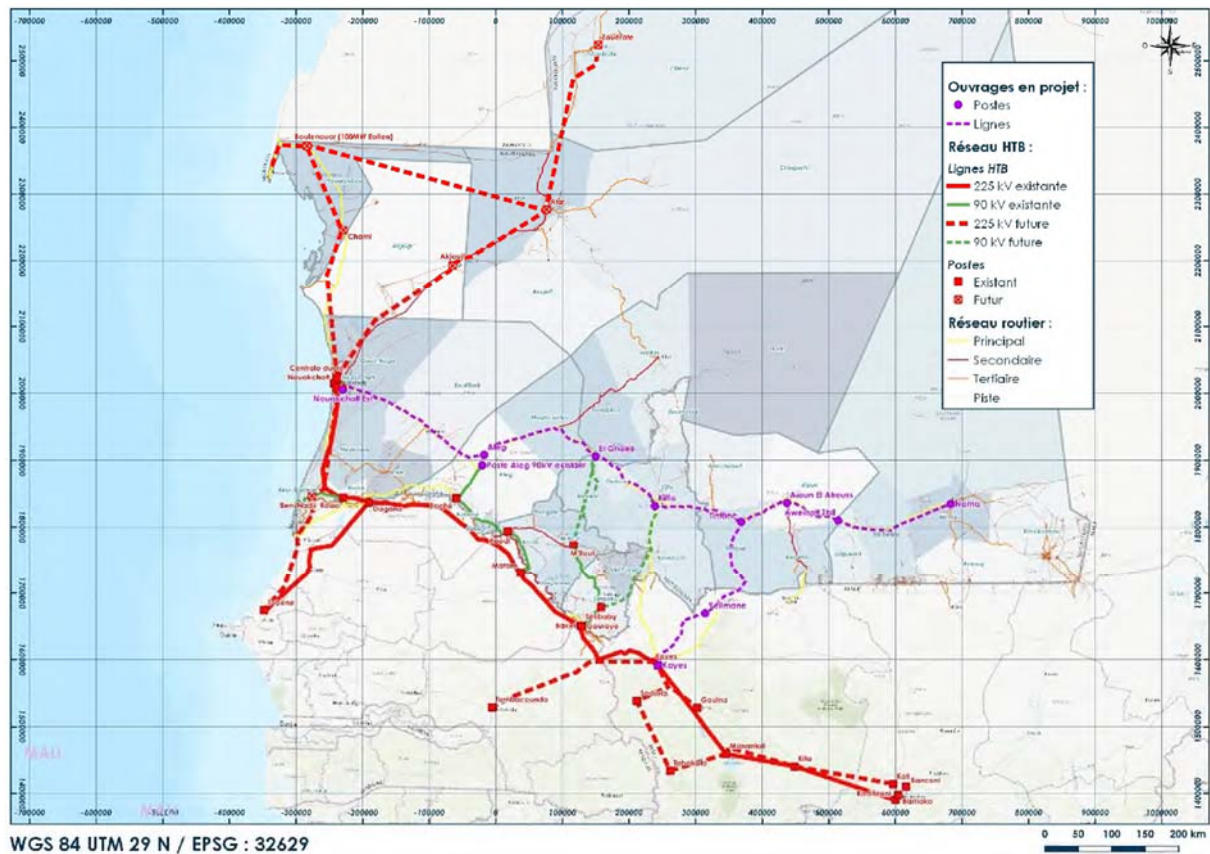
Le projet de ligne d'interconnexion 225 kV entre le réseau de l'OMVS et la Mauritanie aura les composantes suivantes :

Ligne 225 kV Kayes-Yélimané et postes associés,

- Ligne double terne 225 kV Tintane-Yélimané d'une longueur de 120,18 kilomètres en territoire malien ;
- Extension du Poste Kayes 225 kV et construction du nouveau Poste Yélimané 225/90/30 kV ;

Ligne 225 kV Yélimané - Tintane -Kiffa et Tintane – Aïoun et postes associés :

- Ligne double terne 225 kV Yélimané-Frontière en territoire malien ;
- Ligne double terne 225 kV Frontière Mali/Mauritanie - Tintane- Aïoun El Attrouss en territoire mauritanien ;
- Construction des nouveaux Postes de Tintane 225/33 kV, Kiffa 225/90/33 kV et Aïoun 225/33 kV.



Une carte synthétique montrant le périmètre du projet est fournie ci-dessus.

2. CONTEXTE

2.1. Parties prenantes

- Maître d'Ouvrage (MO) : La Société de Gestion de l'Energie de Manantali (SOGEM).
- Ingénieur : société assignée par le MO pour le contrôle et la supervision des activités du Projet par l'Entrepreneur.
- Soumissionnaire : société qui présente une offre pour l'implémentation du Projet.
- Entrepreneur : société assignée par le Maître d'Ouvrage pour l'implémentation du Projet.
- Fournisseurs : sociétés qui fournissent les matériaux et/ou équipements de l'Entrepreneur.
- Sous-traitant : société assignée par l'Entrepreneur pour les activités de constructions spéciales.
- Tierce partie : sociétés indépendantes assignées pour des engagements particuliers (laboratoires ou autres).

2.2. Généralités

L'Entrepreneur ne recevra pas d'autres plans que les plans contenus dans le Marché.

Les plans d'appel d'offres, émis par le cahier des charges, sont de nature générale seulement, mais sont considérés comme suffisants aux fins d'appel d'offres. Les plans ne doivent pas être utilisés pour la construction ou la commande de matériaux. Les dimensions principales sont données à titre indicatif.

Elles ne sont pas impératives. Elles peuvent être adaptées aux modes et conceptions de l'Entrepreneur sous réserve de l'approbation du Maître d'Ouvrage et/ou de l'Ingénieur.

2.3. Normes

Les spécifications techniques font référence, pour la conception des lignes et leurs composants, aux normes publiées par les Organismes Internationales de Normalisation suivants :

- ISO : International Standardisation Organisation
- CEN/CENELEC : Comité de Normalisation européenne, comité de Normalisation électrique
- CEI : Comité international de Normalisation électrique
- ITU-T : International Telecommunication Union ; Telecommunication Standardization Sector
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ASCE: American Society of Civil Engineers
- ASTM: American society for Testing Material
- ACI : American Concrete Institute

Les principales recommandations CEL prises en considération sont :

Tableau 1 : Normes recommandées

<i>Norme</i>	<i>Désignation</i>
<i>CEI 60038</i>	<i>Tension normale de la CEI</i>
<i>CEI 60044-CEI 60044-1- CEI 60044-2</i>	<i>Transformateurs de mesure</i>
<i>CEI 60051</i>	<i>Appareils de mesures électriques</i>
<i>CEI 60056- CEI 62271-100</i>	<i>Disjoncteurs HT</i>
<i>CEI.60</i>	<i>Techniques des essais en HT</i>
<i>CEI 60059</i>	<i>Caractéristiques courants normaux</i>
<i>CEI 60056- CEI 62271-100</i>	<i>Fabrication et conditions d'installations des disjoncteurs HTB et HTA</i>
<i>CEI 60071</i>	<i>Coordination de l'isolement</i>
<i>CEI 60076 – CEI 60076-1- CEI 60076-10 – CEI 60076-2- CEI 60076-3- CEI 60076-5</i>	<i>Transformateurs de puissance</i>
<i>CEI 60099</i>	<i>Parafoudres</i>
<i>CEI 114</i>	<i>Appareillage basse tension</i>
<i>CEI 119</i>	<i>Redressement à semi-conducteurs polycristallins</i>
<i>CEI 60129</i>	<i>Fabrication et les conditions d'installation des sectionneurs HTB et HTA</i>
<i>CEI 137</i>	<i>Travées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V</i>
<i>CEI 143</i>	<i>Condensateurs série destinés à être installé sur le réseau</i>
<i>CEI 144</i>	<i>Degré de protection basse tension</i>
<i>CEI 146</i>	<i>Convertisseurs à semi-conducteurs</i>
<i>CEI 157</i>	<i>Appareillage basse tension</i>
<i>CEI 158</i>	<i>Appareillage de commande basse tension</i>
<i>CEI 182</i>	<i>Conducteurs en cuivre</i>
<i>CEI 183</i>	<i>Guide pour le choix des câbles HT</i>
<i>CEI 185</i>	<i>Transformateurs de courant</i>
<i>CEI 60186</i>	<i>Transformateurs de tension</i>
<i>CEI 208</i>	<i>Conducteurs câblés en alliage d'aluminium</i>
<i>CEI 209</i>	<i>Conducteurs en aluminium-acier</i>
<i>CEI 60228</i>	<i>Ames des câbles isolés</i>

<i>Norme</i>	<i>Désignation</i>
<i>CEI 60230</i>	<i>Essais de choc pour les câbles et les accessoires</i>
<i>CEI 60255 – CEI 60255-20</i>	<i>Relais électriques, système de protection</i>
<i>CEI 62271-102</i>	<i>Sectionneur et sectionneur de terre à courant alternatif</i>
<i>CEI 60870-5-101, CEI 60870-5-103, CEI 61850</i>	<i>Protocole communication système Contrôle Commande Numérique</i>
<i>CEI 273</i>	<i>Caractéristiques des isolateurs extérieurs et intérieurs</i>
<i>CEI 282</i>	<i>Fusible HT</i>
<i>CEI 287</i>	<i>Calculs de courants admissibles en permanence dans des câbles en régime permanent</i>
<i>CEI 60298</i>	<i>Appareillages HT sous enveloppe métallique</i>
<i>CEI 317</i>	<i>Travées isolées</i>
<i>CEI 358</i>	<i>Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs</i>
<i>CEI 364</i>	<i>Installations électriques des bâtiments</i>
<i>CEI 391</i>	<i>Marques de repérage des conducteurs isolés</i>
<i>CEI 420</i>	<i>Combinés interrupteurs -fusibles à haute tension par alternatif,</i>
<i>CEI 439</i>	<i>Ensembles d'appareillage à basse tension</i>
<i>CEI 446</i>	<i>Identification des conducteurs par des couleurs ou des repères numériques</i>
<i>CEI 478</i>	<i>Alimentation stabilisée à sortie en courant continu,</i>
<i>CEI 60502</i>	<i>Câbles de puissance à isolation extrudée de 1 à 30 kV</i>
<i>CEI 521</i>	<i>Compteur d'énergie active à courant alternatif des classes 0,5 1 et 2</i>
<i>CEI 60722</i>	<i>Guide pour les essais au choc de foudre et au choc de manœuvre des transformateurs et bobines d'inductance</i>
<i>CEI 60529</i>	<i>Degré de protection procuré par les enveloppes,</i>
<i>CEI 687</i>	<i>Compteur statiques d'énergie active pour courant alternatif (classe 0,2 S et 0,5 S)</i>
<i>CEI 60694</i>	<i>Spécifications communes pour les normes de l'appareillage à haute tension</i>
<i>CEI 947</i>	<i>Appareillage à basse tension</i>

<i>Norme</i>	<i>Désignation</i>
<i>EN 10025</i>	<i>Galvanisation à chaud</i>
<i>NF EN 50182</i>	<i>Conducteurs pour lignes aériennes</i>
<i>EN 50341</i>	<i>Distance d'isolement</i>
<i>AFNOR P 18 303</i>	<i>Eau de gâchage</i>
<i>NFA 350 05 – NFA 350 16</i>	<i>Armature de béton</i>
<i>NFP 18 301 – NFP 18 304</i>	<i>Sable et gravier</i>

En alternative ou en complément aux normes explicitement citées ci-dessus ou ci-dessous dans les conditions techniques particulières, le soumissionnaire peut proposer, dans son offre, de se conformer à des points particuliers des normes internationales reconnues en la matière, pour autant que les performances reprises dans ces normes soient au moins équivalentes aux performances exigées ; telles les normes Françaises éditées par l'AFNOR (NF) par exemple, ou toute autre norme similaire.

Les fiches techniques donnent toutes les Normes de référence pour le dimensionnement, fabrication, construction, montage, essais de type et essais d'acceptation (FAT) en usine et in situ.

Les cas de charges et les critères de dimensionnement des composants sont établis selon la norme européenne NF EN 50341-2012 « Lignes électriques aériennes dépassant 45 kV en courant alternatif », complétée si nécessaire par les normes CEI 60071, CEI 60815, EN 1991-1-4 et EN 1993-3-1 et UTE C1850 qui définit les prescriptions permettant d'assurer la sécurité des personnes.

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 »

3. Données climatiques

3.1. Conditions climatiques régionales

Le climat du Mali est de type sahélien, caractérisé par une saison des pluies dont la durée diminue progressivement vers le nord (juin-octobre au sud, juillet-septembre au nord) et une saison sèche (novembre-juin).

La température descend un peu en dessous de 16°C en hivernage mais est souvent supérieure à 40°C en été. Le pays est soumis à l'influence des alizés maritimes et du harmattan en saison sèche.

La pluviométrie moyenne sur le territoire est de 687 mm/an.

Cette moyenne est sujette à de fortes variations interannuelles, elle cache aussi des disparités géographiques importantes puisque les précipitations s'échelonnent entre 1 500 mm/an au sud et 200 mm/an au nord.

Le climat est marqué par une forte évapotranspiration, proche de 2 000 mm/an. Entre 1960 et 1980, les isohyètes de la pluviométrie annuelle moyenne se sont déplacées de 120 km vers le sud, la moyenne annuelle à Dakar est ainsi passée de 600 mm à 400 mm.

Depuis 1986, à l'exception de l'année 1991-92, les précipitations enregistrées semblent être revenues au niveau des années 1960 sur l'ensemble du pays. Cependant l'hivernage de 2002 a été particulièrement déficitaire, la pluviométrie moyenne annuelle sur le pays n'ayant été que de 488 mm.

La Mauritanie, pays totalement désertique dans sa partie nord et sahélien dans sa partie sud, se caractérise par un climat généralement chaud et sec marqué par des hivers relativement doux (avec des températures minimales moyennes de 19 à 23°C) et des périodes d'hivernage très courtes (environ trois mois).

En saison sèche, les températures dépassent le seuil de 40°C dans la quasi-totalité des régions du pays (exception faite de Dakhlet Nouadhibou).

Le domaine sahélien connaît des précipitations annuelles comprises entre 150 et 600 mm, alors que le domaine saharien se caractérise par une pluviométrie annuelle comprise entre 50 et 150 mm.

3.2. Températures

Selon les données disponibles, les températures ambiantes suivantes sont retenues pour l'ensemble de la zone du projet :

- température minimale : 10 °C;
- température moyenne annuelle : 28 °C;
- température maximale : 50 °C;

- température associée au vent maximal : 25 °C;
- température maximale du conducteur : 75 °C.

A noter qu'en 2019 une température de 50°C a été relevée à Kayes.

3.3. Conditions climatiques-Pollution-Niveau kéraunique

La synthèse de projets similaires fixe ci-dessous les conditions environnementales à respecter pour le projet :

Les valeurs de températures de l'air ambiant pour la conception, susceptibles de variation rapides entre le jour et la nuit sont les suivantes :

La synthèse de projets similaires fixe ci-dessous les conditions environnementales à respecter pour le projet :

Les valeurs de températures de l'air ambiant pour la conception, susceptibles de variation rapides entre le jour et la nuit sont les suivantes :

- Précipitations annuelles maximales : 600 mm
- Température maximale du conducteur : 75 °C.

3.4. Humidité de l'air

Selon les données disponibles, le taux d'humidité relative de l'air est de :

- Moyenne annuelle : 80%
- Maximum annuelle : 10%

3.5. Altitude

- inférieure à 1000 mètres

3.6. Irradiation solaire

2000 kWh/m².an

3.7. Accélération sismique

De 0 à 0,4 m/s²

3.8. Niveau kéraunique

- Le niveau kéraunique est de 60, soit environ 9 coups de foudre par km² et par année.
- Ligne de fuite minimale : 25 mm/kV

4. INTERFACES

L'Entrepreneur est censé avoir intégré dans ses coûts les dépenses additionnelles relatives à la coopération, ajustement et travail avec d'autres entreprises éventuelles sur le site.

A l'exception des items spécifiés pour une telle coopération, ajustement, délais ou assistance indiqués dans le Bordereaux de Prix, aucune réclamation ne sera retenue à ce sujet.

Trois types des interfaces sont prévus :

a) Interface entre ligne et postes incluses dans le même marché / contrat OMVS

Le sous lot de ligne et le sous lot postes sont inclus dans le même marché/contrat. Les interfaces entre les sous-lots seront donc à la responsabilité de l'Entrepreneur.

Les limites des travaux des Entrepreneurs de la ligne et des Postes, indiqués EL et EP respectivement, sont les suivantes :

- EL et EP définissent, pendant la phase de conception, toutes les données concernant la location finale des pylônes terminaux de la ligne et des portiques des postes et le dimensionnement des portiques (dimensions, charges, facteurs de sécurité) en haute tension).
- EL et EP définissent les programmes des travaux d'EL et EP et organisent la séquence des installations d'interfaces.
- EL réalise la connexion des câbles de garde à fibre optique (CGFO) aux portiques des postes avec armement isolée d'ancrage, et descentes aux boîtes de jonction (OJB) installés à la base pour la connexion au câble souterrain (CSFO) entre portiques et terminal dans le bâtiment de poste (installe par EP). Les boîtes (OJB) sont fournies et installées par EL ; EP fournit le raccordement au câble souterrain (CSFO) et fait les connections.

EL réalise la connexion des câbles de garde en AACSR au portique des postes.

Tous les pylônes du portique sont connectés au terminal de ligne avec câble de garde (en AACSR au CGFO). EP installe tous les câbles de garde à l'intérieur des postes.

- EL réalise la connexion des conducteurs des phases au portique des postes avec armements en ancrage et descentes (col mort), pour la connexion aux équipements des postes. EP fournit le détail de fixation et réalise la connexion.
- EL réalise la connexion des mises à la terre des pylônes terminaux au réseau de terre des postes.
- EL réalise les essais complets point à point pour les liens en FO entre le portique (OJB) d'un poste à l'autre.
- EL organise avec EP les activités finales pour la livraison des lignes, avec le programme de mesure (résistance, continuité électrique, isolement) et d'inspection sur chaque lot de lignes.
- EL et EP définissent, pendant la phase de conception, la nécessité et la localisation des transpositions, en ligne ou sur barres des postes, en fonction de la longueur de la transmission.

5. EXPLOITATION DU POSTE

5.1. Sécurité d'exploitation

Les postes et les équipements doivent être conçus pour garantir la sécurité du personnel d'exploitation et des installations en toutes circonstances, que ce soit en mode de fonctionnement normal ou en mode de fonctionnement dégradé.

Les installations sont conçues et installées de manière à permettre l'exploitation, l'entretien et l'inspection des équipements dans le respect des règles de sécurité.

En mode de fonctionnement normal, les automatismes du système contrôle-commande doivent interdire toute manœuvre effectuée depuis les postes Opérateurs de la salle de commande et présentant un danger.

En mode de fonctionnement dégradé, les verrouillages mécaniques et les verrouillages électriques présents sur les équipements doivent interdire toute manœuvre effectuée en commande locale à pied d'œuvre et présentant un danger.

En mode de fonctionnement totalement manuel, les Opérateurs, qui auront reçu une formation complète de la part de l'Entrepreneur, devront s'appuyer sur des procédures d'exploitation précises rédigées en concertation avec la SOGEM.

Tout risque ou danger doit être signalé par l'Entrepreneur de manière visible au moyen de pictogrammes ou de représentations normalisés et d'inscriptions en langue française.

Les consignes de sécurité, les procédures de verrouillage, les plans d'évacuation des locaux, rédigés également en langue française, seront lisiblement apposés sur l'installation autant que nécessaire.

Les sorties et les chemins d'évacuation doivent être signalés au moyen de balises à éclairage autonome.

L'accès direct aux pièces nues sous tension doit être rendu impossible, au moyen de capots, de plaques isolantes ou de distances de sécurité soigneusement étudiées.

Toutes parties ou pièces métalliques quelles qu'elles soient, doivent être mises à la terre solidement, selon les règles en vigueur et les présentes exigences.

L'Entrepreneur doit soumettre au MO les standards de montage y afférents. Les appareils d'isolement électrique sont du type à coupure visible.

Les matériaux et composants de la fourniture, tels que les isolants, supports, enveloppes utilisées doivent être : traités contre la dégradation par les rongeurs, incombustibles, ne pas propager la flamme, et ne dégager en aucune situation des substances nocives.

Des portes automatisées et des cloisons pare-feu sont installées par l'Entrepreneur, comme requis lors des études détaillées des systèmes de ventilation-climatisation.

Les organes mobiles accessibles doivent être protégés par des capots, des écrans, des grilles ou des couvercles. Chaque fois que cela est nécessaire, l'Entrepreneur doit prévoir, dès les opérations de premier montage, l'aménagement de passerelles et de plans de travail adaptés, et mettre en place les rambardes, les échelles et garde-corps tel que requis.

Ces dispositifs font partie intégrante de la fourniture de l'Entrepreneur.

Tous les boulons, pivots, vis, etc. des parties en rotation ou soumises à vibrations doivent être rendus "indesserrables" par le dispositif d'arrêt requis, après avoir été serrés à l'aide d'outils appropriés (clés dynamométriques).

L'ensemble des équipements doit être muni de tous les dispositifs permettant la prise des mesures de sécurité nécessitées par son utilisation, son entretien ou sa sauvegarde.

Les verrouillages mécaniques par tringleries, les verrouillages par serrures électriques, les serrures et les cadénassages, les mises à la terre fixes et volantes, les soupapes tarées, le double isolement avec purge intermédiaire sur les circuits sous pression, etc. font partie intégrante de la fourniture de l'Entrepreneur.

Des équipements de protection individuelle (EPI) sont à fournir.

Les aires de circulation prévues pour les rondes sont dégagées de tout obstacle, et les hauteurs

et largeurs de passage sont suffisantes.

Les différents niveaux techniques et étages des bâtiments sont accessibles au moyen d'escaliers équipés de mains courantes.

Tous les étages et niveaux des bâtiments du poste, et plus généralement tous lieux recevant du personnel doivent pouvoir être aisément accessibles à un brancard pour l'évacuation d'un blessé selon les règles de secourisme.

Dans les locaux humides, l'éclairage et les prises de courant requises sont alimentés par une tension électrique de sécurité.

Dans les locaux inondables, la totalité du matériel électrique requis doit être garanti étanche ou installé en surélévation.

Les locaux qui abritent des batteries d'accumulateurs électrochimiques à dégagement gazeux sont strictement, dépourvus d'autres équipements.

En tout état de cause, la totalité du matériel y est du type antidéflagrant à sécurité augmentée d'un modèle agréé par le MO.

Dans les étages et niveaux mécaniques, aire de montage et ateliers, sur le sol desquels le risque de déversement d'huile et d'eau existe, les sols sont drainés et traités spécialement, i.e. antidérapant par nature ou revêtus d'une matière antidérapante.

Dans ces locaux, et dans les escaliers y conduisant, les revêtements de sol faits de carrelages sont prohibés.

Les salles et les locaux, les tableaux et les cellules, les armoires et les coffrets seront systématiquement fermés à clé.

Les locaux techniques et équipements recevront des boutons d'arrêt d'urgence en fonction des normes en vigueur et des habitudes de l'Exploitant.

L'Entrepreneur doit fournir et installer, dans les lieux stratégiques des différents bâtiments, tous les dispositifs de lutte contre l'incendie, réseau RIA et extincteurs de types spécialisés appropriés, ainsi que les panoplies de matériel de secourisme et de sécurité requis pour chacun des différents niveaux de tension électriques.

La conception des voies d'accès doit faciliter l'évacuation rapide du personnel dans les conditions d'urgence.

5.2. Exploitation et maintenance

Les équipements doivent être conçus pour fonctionner automatiquement sans intervention de l'Opérateur ; ils comportent tous les dispositifs nécessaires à la transmission à distance des paramètres physiques du procédé et des indications de défauts, ainsi que les anomalies de

fonctionnement.

Le matériel doit être conçu de façon à faciliter les opérations d'exploitation en permettant en permanence un contrôle aisé du bon fonctionnement de l'ensemble du poste.

Les diverses parties des installations sont disposées obligatoirement de manière à être facilement accessibles pour l'exploitation, l'entretien, les inspections ou les réparations éventuelles.

Les plates-formes, échelles d'accès, trous d'homme, fenêtres d'inspection, crochets de manutention et de halage, rambardes, mains courantes, éclairage de sécurité, etc., font notamment partie intégrante de la fourniture de l'Entrepreneur.

Les équipements principaux sont instrumentés de façon à communiquer à l'Opérateur en temps réel les informations principales sur leur état.

Tous les équipements doivent posséder une étiquette de repérage unique et une plaque signalétique donnant ses caractéristiques principales en langue française.

Les éléments du matériel doivent comporter des dispositifs permanents facilitant leur manutention : poignées, anneaux et tourillons de levage, colliers de prise, etc.

Des vis de décollement sont fournies avec les pièces susceptibles de devoir être désaccouplées.

Les accessoires, dispositifs et outillages spéciaux nécessaires pour la manutention, la dépose et l'entreposage (manilles, crochets, élingues, cales, palans, monorails, planchers démontables, chaises, socles et supports divers, etc.) font partie intégrante de la fourniture de l'Entrepreneur.

Le matériel doit être conçu de façon à faciliter les opérations de montage, de démontage, de remontage, d'entretien et de réparations.

Sauf exceptions justifiées, explicitement approuvées par écrit par le MO, le démontage et le remontage d'un ensemble ne doivent pas entraîner l'intervention sur quelque partie que ce soit, ni le démontage d'un autre ensemble non directement concerné, ni nécessiter la présence de spécialistes, ou l'emploi d'outils et d'outillages spéciaux autres que ceux expressément fournis par l'Entrepreneur.

Tout démontage d'un organe mécanique, d'une pompe ou d'une vanne, doit pouvoir s'effectuer en toute sécurité, et ne nécessiter qu'une vidange très réduite du fluide du circuit dans lequel il est intégré.

De façon à ne pas perturber l'exploitation, et donc la fourniture de l'énergie électrique, toutes dispositions sont prises par l'Entrepreneur pour autoriser, en marche, le remplacement des parties de l'installation qui nécessitent des interventions systématiques tels que le nettoyage des filtres, le décolmatage des circuits d'eau et d'huile des échangeurs de chaleur, le remplacement de lampes, voyants, fusibles, appareils indicateurs, cartouches et autres

diaphragmes, etc.

Dans ce même esprit, des dispositifs de test durant le fonctionnement équipent les relais de protections électriques, et d'autres contrôles de continuité de filerie garantissent les chaînes essentielles de déclenchement.

Les parties sujettes à l'usure au cours du fonctionnement normal sont munies de garnitures amovibles de façon à permettre leur remplacement ou leur réparation rapide et économique.

La fiche technique décrivant ces pièces doit être fournie en annexe aux notices de service et d'entretien.

L'Entrepreneur doit prévoir dans ses plans-guides, tous les détails utiles sur les dispositifs définitifs à inclure dans le génie civil et devant faciliter les opérations de démontage et remontage par exemple : épingles, crochets, patères et plaques scellées dans le béton, etc.

Ces dispositifs font partie intégrante de la fourniture de l'Entrepreneur.

Les différents niveaux et étages techniques des bâtiments sont pourvus de trémies d'amenée du matériel.

Les dispositifs adéquats de couverture de ces trémies font partie intégrante de la fourniture de l'Entrepreneur.

Tous les robinets, soupapes, clapets et vannes, ainsi que l'appareillage de coupure et d'isolement électrique, doivent être munis d'un répéteur fiable de positions indiquant sans ambiguïté s'ils sont ouverts ou fermés, enclenchés ou déclenchés.

Les dispositifs de graissage, les capteurs, l'appareillage de contrôle doivent être facilement accessibles.

Les dispositifs de jaugeage ou de mesures de niveau, les manomètres, les débitmètres, les thermomètres et autres indicateurs devront être à lecture directe, aisée, gradués dans l'unité de mesure légale, et convenablement orientés.

Les principaux organes sont équipés de compteurs horaires devant permettre d'égaliser les temps de fonctionnement entre les auxiliaires redondants, ainsi que de compteurs de manœuvres qui totalisent notamment les démarrages, les enclenchements et les déclenchements, devant permettre de programmer les opérations de maintenance et de remplacement des pièces d'usure.

5.3. Domaines de fonctionnement

Indépendamment des conditions climatiques du site, l'Entrepreneur doit tenir compte du fait que le matériel électrique est soumis à des régimes de fonctionnement qui peuvent être classés en trois (3) catégories. L'Entrepreneur veillera à ce que l'installation électrique respecte les conditions de raccordement au réseau HT et fournira toute note de calcul permettant de prouver

cette exigence.

5.3.1. Conditions normales de service

Ce sont celles pour lesquelles le fonctionnement du matériel peut être maintenu en service continu sans usure compromettant son bon fonctionnement pendant la totalité de sa durée de vie estimée à trente (30) années.

Les limites de ces conditions de service sont :

- Tension : elles découlent des plages de variation de tension du réseau HT.
Les équipements électriques doivent en outre être dimensionnés pour les différents niveaux d'isolement définis par les normes CEI s'appliquant ;
- Fréquence : elles découlent des plages de variation de tension du réseau HT ;
- Puissance et échauffements : la puissance permanente de chaque équipement doit être définie afin de ne pas dépasser les échauffements limites autorisés, en prenant en compte les éventuels déclassements dus aux conditions climatiques.

Se référer aux Spécifications Techniques Particulières pour le détail des valeurs s'appliquant au présent projet.

5.3.2. Conditions exceptionnelles de service

Ce sont celles pour lesquelles le fonctionnement est de courte durée (au total une centaine heures chaque année). Elles ne doivent pas affecter sensiblement la durée de vie du matériel.

Entrent dans ces conditions :

- Les fonctionnements en sur-tension ou sous-tension ;
- Les fonctionnements en sur-fréquence ou sous-fréquence ;
- Les fonctionnements en surinduction (U/f) ;
- Les fonctionnements en surcharge des équipements.

5.3.3. Conditions accidentelles de service

Elles interviennent rarement et de façon aléatoire au cours de la durée de vie du matériel.

Elles correspondent à des contraintes mécaniques et électriques de grande amplitude mais de courte durée (de l'ordre de quelques secondes). Elles sont généralement les conséquences de l'apparition et de l'élimination d'un défaut, soit externe au poste, soit propre au matériel du poste.

Leur durée est liée à l'intervention des protections prévues.

Suivant la nature du défaut, le matériel subit des variations de tension et de fréquence et des

échauffements plus ou moins prononcées suivant la situation de ce défaut et supporte les régimes transitoires qui en découlent.

Type de défaut :

- Courants de court-circuit ;
- Fonctionnement hors synchronisme ;
- Surtensions à front raide en provenance du réseau de transport ou du réseau de distribution ;
- Perte d'alimentation électrique. Un défaut doit être éliminé dans le délai le plus court possible afin de ne pas provoquer d'autre défaut en cascade

En aucun cas, une perte d'alimentation passagère ne doit donner lieu à l'apparition de défauts intempestifs.

Au niveau BT, la perte d'alimentation normale doit être palliée par la mise en service d'un groupe Diesel électrogène dédié à l'alimentation des auxiliaires essentiels et à la recharge des batteries des systèmes à courant continu.

6. MANAGEMENT DE LA QUALITE

6.1. Plan d'Assurance Qualité

L'Entrepreneur mettra en œuvre dans le cadre du Projet un Système de Management de la Qualité calé sur les exigences de la norme ISO 9001.

Celui-ci permettra de s'assurer que les travaux, ouvrages et autres services et activités faisant partie des prestations à assurer par L'Entrepreneur et ses sous-traitants, tant sur le Site qu'en tout autre lieu, sont en conformité avec les spécifications et les règles de l'art.

Cette obligation se traduira par la préparation d'un Plan d'Assurance Qualité (PAQ) intégrant le concept d'amélioration continue de la performance et couvrant les domaines suivants :

- Les dispositions organisationnelles pour gérer et mettre en application le PAQ ;
- Le système d'audit interne et revue de la gestion de la Qualité ;
- Le système documentaire et modalité de contrôle des données ;
- Les procédures d'achat de matériaux et d'équipements ;
- Les procédures de sélection des sous-traitants (règles et procédures de gestion des sous-traitants et prestataires de l'Entrepreneur) ;
- Les règles et procédures de suivi des études de conception et d'exécution indiquant les procédures de contrôle interne et de validation des documents par le MO ;
- Les règles et procédures de suivi de construction, indiquant les points d'inspection de

l'Entrepreneur aux différents stades de fabrication, qui auront été convenus d'un commun accord, et les méthodes utilisées pour vérifier que les résultats des inspections ont donné satisfaction ;

- La qualification et l'identification des ouvriers spécialisés (les qualifications des soudeurs et les procédures de soudage ;
- L'identification des soudeurs et les symboles des soudures utilisés) ;
- Le suivi des étalonnages des équipements de contrôle et de mesure ;
- Les procédures de réalisation pour les différentes activités de chantier ;
- Les procédures d'inspection et d'essais pour les activités de fabrication et de chantier (les rapports d'essais des matières premières, sur les composants et en atelier selon les essais demandés dans les normes et les standards applicables et/ou dans les spécifications ; règles et procédures de suivi d'essais non destructifs) ;
- Le système de suivi de l'état des inspections ;
- Le suivi des non conformités ;
- Les procédures de réalisation des différentes épreuves d'étude, de convenance et de contrôle pendant les travaux.

En cas de non-respect des dispositions du Plan d'Assurance Qualité, l'exécution des travaux sera suspendue pour la partie du chantier concernée.

Les retards qui en découlent seront imputés à l'Entrepreneur et donneront lieu à des pénalités de retard applicables à la partie de l'ouvrage concernée conformément aux dispositions contractuelles.

Le PAQ indiquera les points d'inspection de l'Entrepreneur aux différents stades de fabrication, et les méthodes utilisées pour vérifier que les résultats des inspections ont donné satisfaction.

Les points d'arrêt obligatoire soumis à l'approbation du MO devront être explicités :

- Pour les études avant de passer à la phase suivante ;
- En cours de travaux pour tous les corps de métier. Ils seront mis en place lorsque la phase suivante a un impact irréversible ou empêchant toute vérification ultérieure sur les travaux précédents comme par exemple avant le bétonnage d'un massif.

Le PAQ sera soumis à validation de la part du MO.

7. INSTALLATIONS DE CHANTIER

7.1. Emplacement mis à disposition de l'Entrepreneur

Dans la mesure de ses possibilités, l'Employeur met gratuitement à la disposition de l'entrepreneur pour la durée des travaux du marché, tous terrains du domaine public ou privé nécessaires aux installations de chantiers. L'Entrepreneur doit pourvoir à toutes les installations nécessaires pour l'exécution des travaux et les enlever en fin de chantier.

L'Entrepreneur fournit une évaluation de la surface dont il souhaite la mise à sa disposition pour ses installations de chantier et la définit sur le plan de masse. Il s'engage par ailleurs à laisser libre l'accès à la zone réservée pour le stockage du matériel et des installations de chantier, d'autres entrepreneurs ou constructeurs engagés par l'Employeur.

Il est bien entendu que l'Employeur ne pourra en aucun cas être tenu de fournir eau ou électricité à l'entrepreneur.

Celui-ci fera donc son affaire des dispositions matérielles et ou des moyens d'alimentation du chantier en eau, électricité et air comprimé.

Avec sa soumission, l'Entrepreneur fournira un descriptif des moyens qu'il compte employer aussi bien en alimentation de base que de secours.

L'Entrepreneur remettra un mémoire détaillé précisant les installations de chantier, les ouvrages provisoires et les services généraux qu'il se propose de créer, ainsi que s'il y a lieu, le matériel prévu pour l'exécution des ouvrages (nature, type et âge sont à préciser).

Cette liste fait ressortir d'une part, le matériel actuellement en sa possession et disponible en temps utile et, d'autre part, les engins qu'il aurait à acquérir si la nature des travaux l'exige.

L'emplacement, dans les mesures de disponibilité, sera agréé avec l'Entrepreneur après la signature du contrat.

L'Entrepreneur devra soumettre à l'approbation du MO un plan d'installation de chantier.

Les installations de chantier comprendront à minima :

1. Bureaux ;
2. Vestiaires ;
3. Sanitaires ouvriers et visiteurs ;
4. Réfectoires ;
5. Infirmerie ;
6. Zone de stockage des matériels et produits ;
7. Aire de récupération et tri des déchets ;

8. Stockage des terres et roches excavées dans l'attente de leur réutilisation ou transfert ;
9. Parking, avec zone de lavage des véhicules associée à une collecte et un traitement des eaux ;
10. Ateliers ;
11. Magasins à ciment ;
12. Entrepôts
13. Etc.

Ces installations devront être implantées suffisamment loin des ouvrages en construction afin de permettre le dégagement des accès.

Le bureau sera entretenu par l'Entrepreneur pendant toute la durée de mobilisation de chantier (frais d'énergie, eau, nettoyage, réparations, gardiennage, etc.).

En fin de travaux, et au plus tard un mois après leur achèvement, l'Entrepreneur devra procéder à l'enlèvement des baraquements, matériels et matériaux divers restant sur le chantier et devra remettre les lieux en état.

Le nettoyage et la remise en état des abords des bâtiments sur une largeur de 2 mètres autour de ceux-ci et de l'aire de stockage des éléments préfabriqués sont à la charge de l'Entrepreneur.

7.2. Organisation générale

L'Entrepreneur devra établir et entretenir les clôtures qui sont nécessaires pour isoler le chantier, en interdire l'accès à toute personne non autorisée à y pénétrer et assurer le gardiennage.

Il devra y faire apposer toutes les affiches et indications réglementaires.

La réalisation de tous les ouvrages non définitifs et les installations correspondantes doivent être compatibles avec le programme des travaux et les projets en sont soumis à l'agrément du MO.

Les chemins et pistes d'accès provisoires sont construits par l'Entrepreneur, sous sa responsabilité et à ses frais.

Si l'Entrepreneur utilise la route d'accès ou les pistes définitives de la ligne pour les besoins du chantier, il est tenu de les remettre en état, à ses frais, à la fin des travaux.

7.3. Bureaux à mettre à disposition du MO

L'Entrepreneur mettra à la disposition du MO et du Maître d'Œuvre sur le chantier un bureau

complètement équipé et fourni pour deux ingénieurs et un secrétariat. L'équipement minimum de bureau sera :

- une liaison téléphonique et internet ;
- une photocopieuse format A3/A4 ;
- six (6) ordinateurs portables (processeur core i7 minima, RAM 16 Go, 64 bits, fonction tactile, avec carte SIM intégrée) destinés à l'unité de Coordination du projet ;
- une cuisinette équipée ;
- une salle à manger équipée pour les repas ;
- une salle de réunion complètement fournie avec dispositif de visio conférence ;
- installations sanitaires ;
- mobilier de bureau (tables, chaises, etc.) ;
- L'Entrepreneur mettra également à la disposition du MO et du Maître d'Œuvre dans chaque Poste à Tintane, Kiffa et Aïoun un logement complètement équipé et fourni pour 4 personnes.

L'équipement minimum sera :

- Un salon climatisé et salle à manger ;
- une liaison téléphonique et internet ;
- téléviseur avec abonnement annuel ;
- climatisation ;
- mobilier de salon y compris table à manger ;
- Chambres (minimum 4) climatisées :
 - Lit double par chambre ;
 - Table de travail et chaise ;
- Cuisine équipée.
- Personnel de ménage
- Personnel ou société de gardiennage 24/24.

7.4. Visualisation de l'avancement du chantier

Afin de suivre l'évolution des travaux en temps réel et valoriser le résultat, des caméras seront installées sur les nouveaux postes :

- Les caméras seront installées sur un point de vue adéquat pour avoir une vision globale du chantier du poste afin de réaliser un time-lapse de l'évolution des travaux.

Concernant les travaux lignes des photos et des vidéos devront être prises périodiquement sur différents sites pour suivre la progression des travaux.

L'Entrepreneur devra fournir des images permettant un traitement post-production.

La SOGEM sera propriétaire du contenu (les logos devront être apposés avant de rendre la vidéo publique).

7.5. Réseaux desservant les installations de chantier

L'Entrepreneur a à sa charge toute l'installation, la réalisation, la production et l'exploitation de l'alimentation en électricité du chantier et des cantonnements, y compris l'éclairage extérieur.

Cette installation comprendra tout le matériel nécessaire à la réalisation et l'entretien du réseau de distribution d'énergie électrique jusqu'à la réception provisoire des ouvrages du présent Marché.

L'Entrepreneur assurera à ses frais, jusqu'à la réception provisoire des ouvrages du présent Marché, l'alimentation en eau potable et industrielle de ses installations, de celles de ses sous-traitants et de celles des autres Co-contractants éventuels, ainsi que des installations du MO et de ses représentants.

7.5.1. Remise en état des lieux

En fin de travaux, et au plus tard un mois après leur achèvement, l'Entrepreneur devra procéder à l'enlèvement des baraquements, matériels et matériaux divers restant sur le chantier et devra remettre les lieux en état.

Le nettoyage et la remise en état des abords des bâtiments sur une largeur de 2 mètres autour de ceux-ci et de l'aire de stockage des éléments préfabriqués sont à la charge de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur sera tenu de faire enlever tous les matériaux non employés et les déchets de toute espèce, et de démolir à sa charge tous les ouvrages provisoires qu'il aura construits dans le cadre du présent Marché.

8. FOURNITURE DE VEHICULES POUR LE MAITRE D'OUVRAGE

L'Entrepreneur devra fournir neuf (09) véhicules immatriculés et assurés dont deux (02) 4X4 tous terrains, pick-up double cabine high range, turbo moteur diesel, climatisation, vitesse

automatique et sept (07) de type station wagon de dernière génération, turbo diesel, automatique.

Le modèle sera approuvé par le MO et/ou l'Ingénieur.

L'entreprise prendra en charge l'entretien périodique desdits véhicules ainsi que le carburant pour les missions dans le cadre du projet qui seront effectuées par le MO sur présentation d'un ordre de mission dûment signé par l'Autorité compétente du MO.

9. ETUDES

9.1 Liste de livrables

L'Entrepreneur devra soumettre au MO, tout au long du Contrat, l'ensemble des documents nécessaires :

- à la description de son organisation de management du Contrat ;
- au planning de réalisation et au phasage des travaux ;
- à la justification des solutions techniques proposées ;
- à la validation des caractéristiques techniques des équipements ;
- aux contrôles et essais à effectuer en usine ;
- à la construction des installations ;
- aux contrôles et essais sur site ;
- à la mise en service des équipements et du poste ;
- à la formation du personnel d'exploitation ;
- à l'exploitation à la maintenance du poste.

9.2 Documents de management de projet

L'Entrepreneur devra soumettre dans un délai de deux (2) mois après la date de Commencement :

- l'organigramme des personnels clés du projet
- le plan d'Assurance Qualité
- les plans Santé et Sécurité
- le plan de management environnemental
- le plan d'organisation de la base chantier
- la procédure de gestion documentaire

- la procédure de gestion des interfaces
- le dictionnaire des abréviations et termes utilisés dans les documents.
- Le planning général de réalisation de la ligne et des postes précisant périodes d'étude, fabrication, réceptions en usines, transport, installation et mise en service des matériels et équipements, indiquant les tâches à accomplir
- La liste des sous-traitants et fournisseurs ;
- La liste des documents techniques et programme de livraison et approbation ;
- La liste des matériaux et programme de fabrication, rapports des essais et réceptions en usines ; Rapports d'avancement. Planning L'Entrepreneur devra soumettre :
- Le planning général, dans un délai d'un (1) mois après la Date de Commencement, identifiant les éléments situés sur le chemin critique ;
- Le planning détaillé, dans un délai de deux (2) mois après la Date de Commencement ;

9.2.1 Documents de structuration des études

A la signature du Contrat, l'Entrepreneur proposera les formats du cahier des normes graphiques :

- Documents de type « texte » ;
- Documents de type « tableaux et listes » ;
- Documents de type « plans et schémas », format A0, A1, A2, A3 et A4.
- L'Entrepreneur devra soumettre dans un délai d'un (1) mois après la Date de commencement :
 - la liste des livrables ;
 - la synthèse des hypothèses de dimensionnement (conditions environnementales, conditions de service, critères de dimensionnement).
- L'Entrepreneur devra soumettre dans un délai de deux (2) mois après la Date de commencement :
 - la procédure de repérage des équipements ;
 - le plan de gravure des étiquettes de repérage.

9.2.2 Documents techniques

L'Entrepreneur diffusera les plans suivants, au gré de l'avancement du Contrat et afin de garantir le respect du planning.

Les listes ci-dessous constituent des listes minimales non limitatives que le MO pourra compléter en cours de Contrat s'il le juge nécessaire.

9.2.2.1 Génie civil

- Rapport d'analyse des mesures géotechniques
- Relevés topométriques
- Plans d'ensemble d'implantation des massifs, caniveaux et ouvrages GC
- Plan de circuit de terre enterré du Poste extérieur
- Plan d'excavation et volumétrie associée
- Plans de terrassement et de nivellement
- Plan de drainage et d'assainissement
- Plan d'aménagement des bâtiments
- Vues architecturales des bâtiments, des murs d'enceinte et des portes d'accès
- Note de calcul de dimensionnement des charpentes métalliques
- Note de calcul de descentes de charges
- Note de calcul de dimensionnement des massifs et caniveaux
- Note de calcul de dimensionnement des fondations des transformateurs (incluant la fosse de rétention d'huile)
- Note de calcul de dimensionnement de la structure du bâtiment
- Plans guides GC des massifs et caniveaux
- Plans guides GC du bâtiment
- Plans d'exécution GC (coffrage + armatures) des massifs et caniveaux
- Plans d'exécution GC (coffrage + armatures) des fondations des transformateurs (incluant la fosse de récupération d'huile)
- Plans d'exécution GC (coffrage + armatures) des bâtiments
- Spécification des matériaux de remblayage
- Spécification des matériaux pour le béton (ciment, granulats, eau, adjuvants...)
- Spécification et contrôle des mélanges de béton
- Spécification des armatures
- Spécification des charpentes métalliques.

Pour le second œuvre des bâtiments

- Plans d'exécution de la toiture

- Plans détaillés d'aménagement intérieur des bâtiments
- Spécification des cloisons
- Spécification des escaliers
- Spécification des huisseries métalliques
- Spécification des enduits de façade et des isolations thermique et acoustique
- Spécification des sols
- Spécification des revêtements muraux
- Spécification des équipements de plomberie
- Spécification du mobilier des sanitaires et locaux sociaux
- Spécification du mobilier des bureaux
- Spécification des équipements de chauffage, ventilation, climatisation,
- Note de calcul thermique pour les salles climatisées et les salles ventilées
- Spécification des éléments de sécurité incendie (trappes de désenfumage, extincteurs, blocs autonomes de secours).
- Dossier de plans complet des équipements fournis
- Pour la fosse septique :
 - Plan de creusement de la fosse
 - Spécification de la cuve.

9.2.2.2 Lignes

- Calcul mécanique des câbles ;
- Caractéristiques techniques des conducteurs et câble de garde ;
- Critères de dimensionnement des pylônes, notes de calcul, plans des pylônes, silhouettes et cas de charge ;
- Notes de calcul des fondations, plans détaillés ;
- Plans d'exécution des pylônes et fondations ;
- Schéma du pylône de transposition
- Schéma de connexion de la mise à la terre des pylônes
- Plans de réalisation des épissures en ligne pour le câble de garde à fibres optiques avec plan des boîtes d'épissures ;
- Plans des boîtes de jonction ;
- Plans des plaques de numérotation et danger et plans des plaques de repérage par

hélicoptère ;

- Programmes et rapports d'essais de charge des pylônes ;
- Procédure pour sondage du sol ;
- Classification des sols et critère de choix de fondations à chaque pylône ;
- Plans des armements et accessoires ;
- Programme et rapport d'essai électrique ;
- Plan de mise à la terre et amélioration.
- Topographie et profils en long ;
- Carte du tracé de la ligne et plan de situation
- Profil en long, répartition des pylônes, carnet de piquetage
- Tableaux de tension et flèches de pose des câbles ;
- Rapport de l'étude de sol ;
- Rapport des mesures de résistivité du sol et résistance des pylônes ;
- Procédure de tests et rapport d'essais de mise en service
- Plan des voies d'accès à la ligne ;
- Méthodologie de construction ;
- Certificats des matériaux locaux ;
- Certificats des équipements de mesure ;
- Rapports d'inspection et de mesure.
- Manuels d'entretien et maintenance de la ligne ;

9.2.2.3 Electricité

- Plan de masse de la zone du poste HT
- Vue en coupe des travées HT du poste HT
- Schéma unifilaire général HT, MT et BT
- Schéma unifilaire détaillé HT, incluant les protections électriques et la mesure
- Schéma unifilaire détaillé MT, incluant les protections électriques et la mesure
- Schéma unifilaire détaillé BT, incluant les protections électriques et la mesure
- Spécification fonctionnelle générale des équipements électriques du poste HT
- Note de calcul de court-circuit HT, MT et BT

- Note de calcul de coordination d'isolement HT et MT
- Note de calcul de protection contre la foudre
- Note de calcul de circuit de terre enterré (section du conducteur enterré, tension de pas, tension de contact)
- Note de calcul de dimensionnement des transformateurs de courant HT et MT
- Liste des consommateurs
- Note de calcul de bilan de puissance
- Note de calcul de dimensionnement des chargeurs de batterie
- Note de calcul de dimensionnement des alimentations sans Interruption
- Note de calcul de reprise de charge par le groupe diesel électrogène
- Note de calcul de dimensionnement des câbles HT
- Note de calcul de dimensionnement des câbles MT
- Note de calcul de dimensionnement des câbles BT
- Note de calcul de dimensionnement des conducteurs de mise à la terre
- Matrice de déclenchement des protections électriques
- Note de calcul de réglage des protections électriques et étude de sélectivité
- Note de calcul d'éclairage dans le bâtiment et dans les zones extérieures
- Plans de verrouillages
- Définition des couleurs de peinture des équipements
- Spécification technique des équipements HT (câbles et extrémités de câbles, disjoncteurs, sectionneurs, transformateurs de courant, transformateurs de tension, parafoudres, résistance de MALT, colonnes isolantes, conducteurs nus, raccords...)
- Spécification technique des équipements de distribution MT et BT (résistance de MALT, parafoudres, câbles et extrémités de câbles, transformateurs de poste, tableau MT, transformateurs TSA, TGBT, sources 110 Vcc et source 48 Vcc, alimentation sans Interruption 230 Vca, groupe diesel électrogène)
- Spécification technique des équipements d'éclairage et des prises de courant en extérieur et en bâtiment
- Spécification technique des équipements de protection contre la foudre
- Spécification des chemins de câbles dispositifs de cheminement et fixation des câbles
- Procédures d'essais usine de chaque équipement
- Dossier de plans complet de chaque équipement

- Listes de colisage
- Plan d'installation et de fixation de chaque équipement
- Plan de mise à la terre de chaque équipement
- Plan de raccordement de chaque équipement
- Plans de remplissage des caniveaux et des chemins de câbles (vues en coupe)
- Schémas électriques de câblage entre équipements
- Liste de câbles
- Carnet de découpe des tourets de câbles
- Procédures d'essais sur site des équipements
- PV de contrôle et d'essais sur site des équipements
- Manuels de formation
- Manuels d'opération et maintenance.

9.2.2.4 Contrôle-Commande, Protections Electriques, Mesure et Communication

- Plan d'architecture de contrôle-commande
- Notice fonctionnelle
- Plans de principe du contrôle-commande
- Organigramme de fonctionnement des automates
- Maquettes des vues des postes opérateurs
- Spécification technique des équipements de contrôle-commande
- Spécification technique des relais de protection électrique
- Spécification technique des équipements de mesure et comptage
- Spécification technique des équipements de communication
- Spécification technique des équipements de perturbographie
- Principes de fabrication des armoires de contrôle-commande et protection
- Plan de face avant des armoires de contrôle-commande et protection
- Plan d'implantation des armoires de contrôle-commande et protection
- Principe de distribution des polarités
- Liste des Entrées/Sorties par automate
- Liste des variables échangées avec le dispatching
- Plans de mise en armoire, avec nomenclature détaillée

- Schémas électriques développés
- Plans de raccordement
- Plans de borniers
- Plan détaillé de distribution des polarités
- Programme automate
- Cahier de recette usine
- Manuel d'opération et de maintenance
- Note de calcul de paramétrage des relais de protection et des appareils de mesure
- Dossier de plans complet pour chaque équipement fourni

9.2.2.5 Dossier de plans complet d'Équipement

Le dossier de plans complet de chaque équipement recueille toutes les informations relatives à la fourniture d'un équipement. Les documents constituant le dossier de plans doivent être en langue française. Le dossier de plans doit contenir :

- Liste de références du Fabricant
- Certificats du Fabricant
- Planning de fabrication
- Plan d'Assurance Qualité du Fabricant, dédié au Contrat
- Procédure de protection contre la corrosion et procédure de peinture
- Fiche technique détaillée de l'équipement
- Fiche technique détaillée des composants principaux de l'équipement
- Brochure commerciale de l'équipement
- Brochure commerciale des composants principaux de l'équipement
- Vues détaillées de l'équipement selon les 3 axes, incluant les faces avant, le détail des bornes de raccordement et des points de fixation au sol, l'indication du centre de gravité, des poids et dimensions et des points de mise à la terre
- Nomenclature exhaustive des composants
- Schémas électriques détaillés (incluant circuits de puissance, de contrôle et de mesure, plan des borniers auxiliaires, nomenclature des composants et des câbles)
- Schémas fluides détaillés (si applicable)
- Bilan de puissance des consommateurs internes
- Liste exhaustive des contrôles en cours de fabrication

- Liste exhaustive des essais en usine
- Procédure détaillée de réalisation des essais en usine
- PV des contrôles en cours de fabrication
- PV des essais en usine de l'équipement
- Copie des PV d'essais de type effectués sur un équipement similaire
- PV des essais en usine des composants principaux
- Courbes caractéristiques de l'équipement (si applicable)
- Plan de la plaque assignée
- Plan des autres plaques
- Plan de principe pour le transport et la manutention
- Liste de colisage
- Fiche de sécurité des matières dangereuses (si applicable)
- Instructions pour la manutention, le transport et le stockage
- Instructions pour le montage sur site
- Instructions pour la mise en service et les essais sur site
- Instructions pour l'opération et la maintenance
- Liste des pièces détachées et outils spéciaux.

10. GESTION DOCUMENTAIRE

La préparation des documents établis par l'Entrepreneur et soumis au MO pour approbation devra suivre une procédure mise au point par accord entre les deux parties. Cette procédure détaillera le format du document, son identification, les informations référencées et toute autre donnée pertinente.

Les plans et documents seront établis au moyen d'outils informatiques avec utilisation de logiciels approuvés par le MO.

L'Entrepreneur développera et maintiendra une base de données permettant d'archiver et de classer l'ensemble des écrits (courriers, e-mails, fax, compte rendu de réunion...) échangés entre l'Entrepreneur, le MO et ses représentants.

Langue d'échange et langue des documents

Tous les documents doivent être en langue française afin de permettre leur approbation par le MO et pour permettre l'exploitation et la maintenance des installations pendant leur durée de vie.

Les documents d'études de type « plans » pourront être bilingues dans la langue d'origine de l'Entrepreneur, à condition qu'ils soient traduits par des traducteurs rompus au langage technique des métiers du génie civil et de l'électricité. Des traductions inappropriées donneront lieu au refus de document.

A défaut de compétence interne, l'Entreprise s'attachera au besoin les services d'un cabinet spécialisé (dont les références seront préalablement validées par le MO ou son Ingénieur Conseil) dans la traduction de documents techniques notamment pour les manuels et procédures d'exploitation.

Tous équipements déployés et installés seront configurés en langue française. La signalisation dans le poste et l'ensemble des indications seront également en langue française.

Les chefs de projet, conducteurs de travaux, chefs de chantier devront avoir une capacité de travail en langue française (soit langue maternelle, soit diplôme/test de langue).

Système d'unités Les unités du système international (SI) sont les seules autorisées, avec leurs multiples et sous-multiples.

10.1 Mise en forme des documents

10.1.1 Règles générales communes

Tous les documents sont fournis dans la langue officielle du Contrat qui est le Français.

Tous les documents portent le cartouche standard du Projet et un indice de révision, y compris la documentation technico-commerciale transmise par les fournisseurs.

Tous les documents doivent être imprimés de manière claire.

Ils sont intégralement paginés, suivent un plan cohérent, sont lisibles et permettent une identification rapide et certaine du sujet qu'ils traitent.

Les plans illisibles seront systématiquement refusés.

10.1.2 Formats papier

Tous les documents doivent être fournis exclusivement dans les formats standards ISO A4,

A3, A2, A1 ou A0, ou pliés en format A4 afin d'offrir une présentation structurée dans des dossiers à reliure à anneaux.

La page apparente, après pliage, doit présenter l'intitulé standard du Projet.

Documents de type « texte » :

Les documents de type « texte » (spécifications, notes de calcul, rapports, catalogue fournisseur, procédures, instructions, manuels, ...) sont en format A4.

La première page doit inclure l'intitulé standard du Projet ainsi que le numéro du document, la date et l'indice mettant en évidence son numéro de révision afin d'assurer le suivi des modifications.

Documents de type « tableaux » :

Les documents de type « tableaux » (listes, nomenclatures) sont en format A4 ou A3.

La première page doit inclure l'intitulé standard du Projet ainsi que le numéro du document, la date et l'indice mettant en évidence son numéro de révision afin d'assurer le suivi des modifications.

Documents de type « schémas / plans » :

Les plans, schémas fluides et schémas unifilaires doivent être fournis au format A0, avec des copies au format A3.

Les diagrammes logiques et schémas électriques doivent être fournis au format A3 sous la forme de dossiers agrafés. Tout autre format est proscrit.

Un schéma est composé de plusieurs feuilles, qui doivent être numérotées, le nombre total de pages étant également indiqué sur chaque page.

La première page porte le cartouche standard du projet et le numéro du document ainsi que la date et l'indice de révision. Les pages suivantes comprennent un cartouche réduit.

La seconde page comporte la liste des folios avec leur indice de révision et les modifications par rapport aux révisions précédentes. La troisième page comprend la liste des symboles et abréviations utilisées.

Les colonnes ou sections, numérotées à partir de 1 sur chaque feuille, facilitent le repérage d'un élément particulier sur une feuille.

Les renvois de page se font en indiquant la page et la zone.

Sauf exception justifiée et dûment signalée, les représentations des ouvrages et des

équipements seront dessinées à l'échelle.

Les schémas, plans et instructions doivent être préparés en utilisant les notations, signes et symboles prescrits dans les différentes publications CEI (notamment les recommandations 60027 et 60617) et dans les différentes publications ISO (notamment la recommandation R 1219).

Pour l'identification des circuits, appareils, terminaux et câbles, L'Entrepreneur suivra les recommandations CEI 60445. Les références numériques données par ANSI/IEEE C37.2-2008, "Electrical Power System – Device Function Numbers", seront utilisées de manière exclusive dans les diagrammes filaires et fluidiques.

Les schémas électriques doivent représenter de manière détaillée et exhaustive le développement des circuits.

Les polarités sont représentées par des barres continues (positif en haut de la feuille, négatif en bas de la feuille).

10.1.3 Formats Informatique

Une version des documents en formats informatique devra être transmise en plus des exemplaires papiers avec les extensions suivantes :

Les documents de type « texte » :

(Spécifications, notes de calcul, rapports, catalogue fournisseur, procédures, instructions, manuels, ...) devront être fournis au format PDF avec l'extension : .pdf

Documents de type « tableaux » :

(Listes, nomenclatures, carnet de piquetage, tableaux de MALT...) devront être fournis au format PDF et format Excel avec l'extension : .pdf et .xlsx

Documents de type « schémas / plans »

(Schémas fluides, schémas unifilaires, schémas électrique, diagrammes, profil en long, doivent être fournis aux formats PDF et Autocad avec l'extension : .pdf et .dwg

10.1.4 Numérotation des documents

Un système de numérotation documentaire, est mis en place par l'Entrepreneur et soumis au MO pour revue, commentaires et approbation.

La numérotation documentaire est conçue en cohérence avec le repérage des équipements.

La numérotation de chaque document est conforme aux règles de numérotation du Projet. Tous les documents reçoivent un numéro unique.

Tout document qui n'est pas numéroté conformément aux règles du projet, et donc non archivable, est considéré comme extérieur au Projet.

10.1.5 Suivi des révisions

La première édition d'un document reçoit l'indice de révision 01.

Les éditions ultérieures reçoivent les indices successifs 02, 03, etc.

Toute modification doit être marquée un repère visible :

- Barre de suivi de modification, nouveau texte en couleur différente dans les documents de type
« texte »;
- Surbrillance de couleur et incrémentation de la colonne « indice » dans les documents de type
« tableau » ;
- Triangle de révision avec numérotation de la modification et synthèse dans le tableau de suivi des modifications pour les schémas et plans.

10.1.6 Documents Tel Que Construit (TQC)

A l'issue de la construction et de la mise en service, l'Entrepreneur établit un dossier de plans « Tel Que Construit » de tous les documents.

L'Entrepreneur fournira au MO six (6) ensembles complets de plans « Tel Que Construit » de format et de qualité qui auront dû être approuvés.

Ces plans reprendront les plans conformes à l'exécution des travaux et des divers équipements.

A l'issue de la construction et de la mise en service, l'Entrepreneur établit un dossier de plans « Tel Que Construit » de tous les documents.

Ce dossier de plans est remis au MO en format électronique (fichiers natifs Autocad, Word, Excel, ...) et en quatre exemplaires papier en format natif (A0, A1, A2, A3, A4).

Ce dossier de plans doit être structuré de manière à permettre un accès rapide à tout document en vue de l'exploitation et de la maintenance des installations.

10.1.7 Conservation des documents

L'Entrepreneur doit conserver, pour une durée minimum de dix (10) ans, sans charge aucune pour le MO, l'ensemble des plans de fabrication y compris les plans des modèles de fonderie, ainsi que toutes les informations issues des études qui sont susceptibles de faciliter les réparations et la maintenance des installations. L'Entrepreneur fournira sans frais à la demande du MO une copie électronique de l'ensemble de ces documents.

10.1.8 Procédure d'approbation des documents

10.1.8.1 Généralités

Le MO s'assurera que les spécifications et les autres dispositions du Contrat sont pleinement respectées. Dans le but de faciliter le travail du MO, les procédures suivantes devront être suivies :

- L'Entrepreneur devra soumettre tous les plans et documents établis requérant l'approbation du MO ou la vérification suivant les règles et dispositions décrites au présent chapitre.

La fabrication des équipements afférents et les travaux sur site ne pourront pas débiter avant l'approbation du MO.

- L'exécution par L'Entrepreneur des études et des travaux ne répondant pas aux spécifications ou aux plans d'exécution entraînera un cas de « non-conformité ».

Le traitement d'une « non-conformité » dépend de son degré de gravité ; elle peut entraîner le non-paiement de l'ouvrage, sa démolition ou la mise en œuvre d'actions correctives permettant le traitement de la « non-conformité » de manière à permettre l'approbation finale par le MO.

- Les schémas de conception doivent être établis par L'Entrepreneur et transmis suffisamment à l'avance afin de laisser un délai raisonnable (30 jours) pour l'examen et l'approbation des documents par le MO.
- Dans l'éventualité où un différend surgirait entre les parties sur un sujet particulier, tous les efforts devront être déployés pour aboutir à un compromis.

Dans tous les cas, les dispositions contractuelles et les définitions des critères de dimensionnement des ouvrages présentées dans ces Exigences du MO constituent les

données de base pour l'approbation des caractéristiques finales des ouvrages.

- En cas de commentaires ou de remarques formulées par le MO sur le dossier de conception, L'Entrepreneur devra modifier le projet afin de tenir compte des observations du MO.
- Les documents qui nécessitent une révision, quelle qu'en soit la raison, pendant les études ou en tant que documents nécessaires à la construction ou à l'exploitation, doivent être réémis selon les prescriptions énoncées.

A noter que l'approbation par le MO des études ne retire en rien l'entière responsabilité de l'Entrepreneur sur les aspects liés à la conception, à la réalisation et à la mise en service des ouvrages jusqu'à la fin de la période de garantie.

L'Entrepreneur sera tenu responsable de tout délai ou dommage provoqué par l'absence, ou le retard dans la soumission, d'un quelconque document modifié, corrigé ou mis à jour.

10.1.8.2 Informations transmises par le MO

L'Entrepreneur est responsable de la vérification de toutes les informations et données contenues dans le document transmis par le MO ou son Représentant ou par les tierces parties, ou les documents auxquels l'Entrepreneur peut accéder.

L'Entrepreneur devra, explicitement et sans délai, prévenir le MO de la présence des erreurs, omissions, et autres anomalies par rapport à la sphère des compétences de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur a un délai de vingt-huit (20) jours calendaires pour transmettre ses commentaires sur les documents.

Diffusion des documents auprès du MO L'Entrepreneur diffuse au MO chaque document sous format électronique protégé via une messagerie électronique, de manière à éviter toute modification du document sans accord de la Partie émettrice.

Chaque remise de document, quel que soit le support, fera l'objet d'un bordereau d'envoi, dûment identifié, contenant la liste exhaustive de la documentation transmise avec sa référence précise (numéro de document, titre, indice de révision).

Pour chaque plans/document soumis pour approbation, l'Entrepreneur devra remettre trois (3) exemplaires et un (1) exemplaire en format informatique au MO et trois (3) à l'Ingénieur Conseil avec un (1) exemplaire en format informatique.

10.1.8.3 Validation des documents par le MO

Le MO ou son Représentant dispose d'un délai de quinze (15) jours calendaires pour faire part de ses commentaires via une fiche d'observation standardisée.

Le document visé reçoit un des statuts suivants :

- VSO : document Validé Sans Observation
- VAO : document Validé Avec Observation non bloquante
- REF : document Refusé
- INF : document pour Information n'appelant pas d'observation La fiche d'observation comprendra les informations suivantes :
 - Un numéro d'ordre chronologique ;
 - L'auteur et la date des observations ;
 - La référence du document visé (titre, numéro de référence, indice de révision) ;
 - Le statut attribué à la révision du document visé • Les commentaires du MO ou de son Représentant ;
 - L'historique des commentaires portant sur les révisions précédentes avec les réponses de l'Entrepreneur;
 - Un statut pour chaque commentaire (clos, en cours), attribué par le MO ou son Représentant. L'Entrepreneur répondra directement à chaque commentaire dans la Fiche d'Observation qu'il joindra à la mise à jour du document visé.

10.1.8.4 Fiche de modification

En cours de réalisation du Contrat, l'Entrepreneur peut soumettre au MO une proposition de modification technique par rapport au Contrat. Cette proposition de modification peut être motivée, de façon non exhaustive, par :

- Une évolution normative ou réglementaire ;
- Une évolution technologique du matériel ;
- Une possibilité d'amélioration des performances ou de la fiabilité ; •
- Une optimisation d'architecture électrique ou de contrôle-commande ;
- Un imprévu rencontré lors des travaux ;
- Etc.

L'Entrepreneur présentera sa demande de modification sous forme d'une fiche de modification standardisée incluant :

- Un numéro d'ordre chronologique ;

- L'auteur et la date de la demande ;
- La référence du chapitre du Contrat concerné par cette demande de modification ;
- Un descriptif précis de la demande de modification ;
- Un estimatif précis de l'impact sur les coûts et les délais. Le MO ou son Représentant dispose d'un délai de quinze (15) jours calendaires pour faire part de sa décision sur chaque fiche de modification. 1

10.1.8.5 Repérage des équipements

10.1.8.5.1 Principes de repérage

Un système de repérage des équipements, basé sur les exigences de la norme CEI 81346 et sur le standard KKS, est mis en place par l'Entrepreneur et soumis au MO pour revue, commentaires et approbation.

Le principe de repérage de chaque équipement ou composant, reposera sur une architecture précisant au minimum les éléments suivants :

- Le groupe fonctionnel
- Le type de matériel
- Un numéro d'ordre.

Chaque équipement reçoit un identifiant unique qui sera reporté :

- Sur les schémas et plans ;
- Dans le procès-verbal d'essais de l'équipement ;
- Sur une étiquette de repérage fixée sur l'équipement

Ce système de repérage se décline en système, sous-système, équipement, composant interne. A ce titre, il est toléré, pour des raisons de standardisation des nomenclatures de composants internes par les fabricants, que les équipements possèdent leur propre système de repérage interne.

Ce repérage interne devra suivre la même règle d'unicité et se retrouver dans la nomenclature et les schémas internes.

Un système de repérage des câbles entre équipements devra être également proposé par l'Entrepreneur, intégrant :

- Le niveau de tension ;
- Le type (puissance, contrôle, instrumentation, fibre optique) ;

- Le tenant
- L'aboutissant
- Un numéro d'ordre
- Toute autre indication jugée utile par l'Entrepreneur

Pour la filerie interne des équipements, il est toléré, pour des raisons de standardisation des nomenclatures de composants internes par les fabricants, que la filerie interne possède son propre système de repérage interne. Ce repérage interne devra suivre la même règle d'unicité et se retrouver dans la nomenclature et les schémas internes.

10.1.8.5.2 Etiquettes de repérage

L'Entrepreneur devra soumettre au MO pour approbation un modèle d'étiquette de repérage à appliquer sur tous les équipements. Il détaillera :

- la taille de l'étiquette
- la matière de l'étiquette
- la couleur de l'étiquette
- le type d'écriture/gravure
- la police d'écriture
- le moyen de fixation sur l'équipement

Le repérage sera effectué au moyen d'étiquettes indélébiles et de plaquettes faites de matériaux inaltérables.

Le marquage résistera à la chaleur (80°C), à l'exposition aux UV et à la pluie et sera lisible pendant la durée de vie du poste de 30 ans. A l'intérieur des armoires, le repérage par étiquette autocollante est proscrit.

Le repérage devra être fixé sur les rails de fixation des composants électriques et non sur le composant lui-même.

Les câbles et la filerie interne sont repérés par des étiquettes fixées aux extrémités et à intervalle régulier sur le câble. Le type d'étiquette sera proposé au MO par L'Entrepreneur pour approbation.

11. FOURNITURES

11.1 Choix des fournisseurs

L'Entrepreneur devra communiquer au MO la liste des fournisseurs des équipements et des différents sous-traitants.

Le choix des fournisseurs des équipements principaux (équipements HT, transformateurs, tableau MT, TGBT, sources auxiliaires à courant continu, système de contrôle commande et de protection) sera soumis à l'approbation du MO.

Les fournisseurs proposés devront posséder des références sur des aménagements équivalents et être en bonne santé financière.

Ils devront prouver que leurs fournitures respectent les normes de fabrication citées dans l'Annexe des Spécifications Techniques Particulières et qu'ils possèdent un système de Management de la Qualité adapté aux enjeux du Contrat.

Sauf mention explicite dans l'Annexe des Spécifications Techniques Particulières, il n'est formulé aucune exigence quant à l'origine géographique des fournisseurs et des composants de la fourniture.

Néanmoins, pour les systèmes nécessitant une maintenance particulière et l'approvisionnement régulier de pièces détachées au-delà de la phase de garantie, L'Entrepreneur privilégiera les fournisseurs possédants des distributeurs ou représentants agréés dans le pays.

Les protections numériques devront être garanties 2 ans minimum et l'Entrepreneur devra fournir une liste de pièces de rechange recommandées par le fournisseur pour la maintenance afin de s'assurer de leur fonctionnement sur une période supplémentaire de 5 ans.

11.2. Documents à remettre

L'Entrepreneur devra soumettre dans pour chaque matériel et équipement :

- Manuel QA/QC des fournisseurs ;
- Certificats d'origine ;
- Certificats d'équipements de mesure ;
- Rapports d'inspection et réception en usine ou en site ;
- Listes de colisage.

11.3 Standardisation de la fourniture

L'Entrepreneur devra privilégier les solutions techniques permettant une standardisation des équipements, afin de faciliter l'exploitation, la maintenance et la gestion des pièces détachées. Les pièces et les systèmes identiques doivent être rigoureusement interchangeables.

L'interchangeabilité doit être assurée :

- pour les pièces homologues de matériels identiques d'un même lot,
- pour les auxiliaires de mêmes nature et caractéristiques entrant dans les différents équipements tels que: moteurs électriques, pompes, vannes et robinetteries, fins de course, sondes à résistance, contrôleurs de circulation d'eau, appareils de mesure indicateurs (manomètres, débitmètres, thermomètres, etc.) et pour la régulation (manostats, contrôleurs de débits, thermostats, etc.), appareillage électrique notamment : doigts et pièces de contacts électriques, fusibles, disjoncteurs, contacteurs, commutateurs, bouton-poussoir, transducteurs, relais, lampes, cellules moyenne tension et tiroirs basse tension, etc. ;
- et naturellement, pour toutes les pièces d'usure et de rechange. A ce titre :
 - les équipements 225 kV devront être aussi identiques que possibles entre les travées ligne et les travées transformateurs et inductances (dans la limite du fonctionnel propre à chaque type de travée);
 - les cellules 30 kV seront toutes de même type
 - les sources 110 Vcc, les sources 48 Vcc devront provenir du même fabricant et intégrer autant de composants identiques que possible (chargeurs, batteries, dans la limite des calibres et des performances requises) ;
 - les sections des câbles BT puissance et contrôle seront harmonisées afin d'optimiser la commande et la pose des câbles et des cosses et de faciliter la gestion des tourets et accessoires de raccordement;
 - les coffrets électriques et leurs composants internes seront standardisés ;
 - les accessoires de raccordement, de fixation, de mise à la terre seront standardisés.

11.4 Pérennité des pièces détachées

L'Entrepreneur doit garantir la fourniture de pièces détachées et consommables identiques au matériel installé pour toute la durée de vie de l'installation, qui est de 30 ans.

La mise à jour des logiciels d'exploitation doit permettre une compatibilité ascendante.

L'exploitation des logiciels ne doit pas donner lieu à des frais de licences payantes.

11.5 Emballage

Tous les équipements recevront un emballage approprié aux conditions de transport routier et maritime (classification SEI 4C), effectué par un emballeur professionnel.

L'emballage doit protéger le matériel contre tout risque d'endommagement lors de la manutention et contre les agressions extérieures (environnement, rongeurs...).

Les principes d'emballage des équipements principaux devront être soumis à l'accord préalable du MO.

Il devra être précisé par l'Entrepreneur si les transformateurs de type immergés sont transportés avec leur huile diélectrique ou sous volume d'huile réduit.

L'huile pourra être transportée en bidons de 200 litres.

L'Entrepreneur veillera à assurer la gestion des déchets dans le respect de l'environnement au travers d'une filière de collecte et d'élimination des huiles usagées.

Chaque transformateur devra recevoir dans son emballage deux enregistreurs de chocs plombés.

Chaque colis doit contenir une liste exhaustive du colisage indiquant la référence et la quantité de chaque équipement, composant et accessoire contenus dans le colis.

La liste de colisage doit être préalablement transmise au MO.

11.6 Marquage

- Chaque caisse ou colis portera de manière lisible et indélébile les indications suivantes :
- Nom et référence du Contrat
- Titre des Travaux
- Adresse de livraison
- Identification de l'Entrepreneur
- Date de livraison
- Type de matériel
- Dénomination de l'équipement
- Nom du fabricant
- Numéro de commande
- Numéro de série de fabrication
- Nombre d'unités et de colis
- Dimensions

- Poids brut
- Toutes les indications relatives au transport. Les colis contenant des produits dangereux doivent en outre présenter les affichages réglementaires indiquant :
 - Le nom du produit
 - La classification du produit
 - La fiche de sécurité du produit
- Toute information requise par les autorités du pays d'origine, de chaque pays de transit et du pays de destination, dans la langue de chaque pays.

11.7 Transport et livraison sur site

Le transport depuis les usines de fabrication jusqu'à l'aire de stockage du MO, y compris le chargement, le déchargement, le dédouanement et le stockage incombent à l'Entrepreneur qui devra s'associer les services de transporteurs nationaux ou internationaux.

Ces transporteurs devront disposer de camions-grues ayant la capacité nécessaire et les moyens humains et matériels appropriés et suffisants pour le chargement, le déchargement et le rangement du matériel.

Les rebords des véhicules affectés au transport des équipements devront être en bois ou protégés par du bois.

Lors du transport, le matériel devra être solidement et soigneusement attaché sur le camion de façon à éviter les chocs entre les différentes pièces, équipements et rebord ou socle du camion. Les conditions de transport, de manipulation et de stockage du matériel doivent être approuvées par le MO.

Jusqu'à la réception provisoire du matériel sur l'aire de stockage du MO, l'Entrepreneur est responsable de toute avarie ou perte. Aussi, il est fait obligation à l'Entrepreneur et à ses sous-traitants de souscrire les assurances prévues à cet effet.

L'Entrepreneur déterminera et arrangera les colis pour un transport en toute sécurité, une manutention facile et pour prévenir de tout vol.

Il incombera à l'Entrepreneur de s'assurer que le conditionnement et la manutention seront tels que ni les membrures en acier, ni la peinture, ni la galvanisation ne seront endommagées durant le transport.

Il incombera également à l'Entrepreneur de s'assurer que les véhicules destinés au transport des marchandises seront propres et exempts de tout matériel étranger qui pourrait endommager

d'une quelconque façon l'acier ou la couche de zinc.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur la protection de la galvanisation contre les dommages causés par la rouille blanche.

L'Entrepreneur pourra être requis de protéger toutes les structures métalliques galvanisées avant expédition.

11.8 Stockage

L'ensemble de la fourniture est à livrer sur des aires de stockage sur sites définies par le MO et l'Entrepreneur en charge des travaux de montage.

Si la zone de stockage mise à disposition par le MO s'avère insuffisante, l'Entrepreneur devra trouver et entretenir à ses frais toute autre zone de stockage ouverte ou couverte, dont il assurera le gardiennage.

Les endroits de stockage seront définis de façon à ne pas gêner les travaux, les riverains ou l'exploitant, et devront avoir reçu au préalable l'accord du MO. Les équipements sensibles devront être stockés dans un endroit à l'abri des intempéries.

L'Entrepreneur devra s'assurer de la pérennité du matériel jusqu'à la réception par le MO.

Le stockage devra être fait suivant les règles de l'Art, de façon à éviter tout incident ou accident aux personnes et aux biens, et toute détérioration du matériel. À cet effet, le MO se réserve le droit d'imposer certaines règles à l'Entrepreneur.

De façon générale, il est à retenir que les équipements ou pièces en acier devront être séparés du sol et entre eux par des cales en bois suffisamment espacées pour permettre leur manipulation.

Chaque type de pièce, de pylône ou d'équipement devra être identifié par une plaque facilitant sa localisation.

12. FORMATIONS

12.1 Généralités

L'Entrepreneur doit inclure dans son offre un programme de formation pour le personnel désigné par le Maître d'Ouvrage appelé à effectuer l'exploitation et la maintenance des installations.

Ce programme visera aussi bien les ingénieurs et les techniciens que le personnel exploitant ou que celui de maintenance.

Le nombre de participants et le niveau de connaissances théoriques et pratiques des participants sera communiqué par le MO en temps utile.

Le nombre de participants aux formations est précisé au § 29.2 et § 29.3 de la Partie 2A Spécification des techniques particulières lignes et dans les § 13.2.1, 13.2.2, 13.2.3 ci-dessous.

Ci-dessous un récapitulatif des formations prévues :

- Formation partie ligne
 - Formation au siège de l'Entrepreneur / durée : 3 semaines / Nombre de participants : 5
 - Formation sur site pendant les travaux / durée : 1 mois / Nombre de participants : 5
 - Formation sur site pour stagiaire / durée : 3 mois / Nombre de participants : 3
- Formation partie postes
 - Formation au siège du constructeur sur la Maintenance, paramétrage et mise en service des systèmes de contrôle-commande numérique de postes gestion de postes intelligents (architecture, fonctionnement, exploitation, et maintenance, paramétrage maintenance, paramétrage y compris mise en service des relais de protection y compris paramétrage des relais de protection) / durée : 3 semaines / Nombre de participants : 5
 - Formation au siège du constructeur sur la Maintenance, paramétrage et mise en service des relais de protection / durée : 3 semaines / Nombre de participants : 5
 - Formation au siège du constructeur sur la maintenance, paramétrage et mise en service des équipements de télécommunication/ durée : 2 semaines / Nombre de participants : 5
 - Formation sur site pendant les travaux / durée : 1 mois / Nombre de participants : 5
 - Formation sur site pour stagiaire / durée : 3 mois / Nombre de participants : 3
- Formation au siège de l'Entrepreneur sur le volet contractuel : Gestion de contrat, gestion des risques...
 - Durée : 2 semaines / Nombre de participants : 5
- Formation au siège de l'Entrepreneur sur le volet environnemental et social

- Durée : 1 semaine / Nombre de participants : 5

Les formations liées à l'habilitation électrique des exploitants ne relèvent pas du présent plan de formation.

La formation proposée sera dispensée en français et devra permettre au personnel de se familiariser avec les technologies de tous les équipements qui font partie du Marché, de manière qu'il soit ensuite en mesure d'en assurer la conduite, la maintenance préventive, la maintenance curative

Elle reposera sur une alternance entre une formation théorique et une formation pratique dispensée dans les usines des fabricants retenus et sur site.

Un livret de formation complet sera remis à chaque participant.

Tous les documents doivent être en langue française afin de permettre leur bonne compréhension par les participants à la formation.

Les supports de formation feront l'objet de validation préalable par le Maître d'Ouvrage et son Ingénieur Conseil. Des traductions inappropriées donneront lieu au refus de document.

A défaut de compétence interne, l'Entreprise s'attachera au besoin les services d'un cabinet spécialisé (dont les références seront préalablement validées par le MO ou son Ingénieur Conseil) pour les formations proposées. Les supports de formation, en langue française, seront remis en format papier et en format informatique pdf à chaque participant.

Les connaissances des participants à l'issue du stage seront testées au moyen d'un questionnaire QCM afin de permettre au management du MO de vérifier la bonne assimilation des connaissances.

12.2 Formation dans les locaux du constructeur

Les formations suivantes sur les équipements majeurs seront assurées par les constructeurs/fournisseurs désignés par l'Entrepreneur.

Elles font partie intégrante du projet et doivent être réalisées par L'Entrepreneur, ou un de ses

fournisseurs, dans les conditions stipulées ci-dessus.

Chaque formation sera prévue pour cinq (05) agents du MO et devra inclure :

- Les billets d'avions A/R en classe affaire pour cinq 5 agents (Les participants devront arriver sur place un jour avant le début du stage de formation)
- L'hébergement (hôtel 3 étoiles minimum) et les repas pour la durée de la formation
- Fourniture des supports de formation en langue française
- Les déplacements locaux pour les participants
- Per diems journaliers (nourriture, petits frais de voyage) - égal à 250 Euros.
- Dans le cas d'équipements « numériques » (comme le CCN ou les protections), les formations devront être réalisées avec la version du logiciel des équipements installés sur site, et non sur un appareil similaire.

Les formations seront toutes réalisées directement en langue française Maintenance, paramétrage et mise en service des systèmes de contrôle-commande numérique de postes gestion de postes intelligents (architecture, fonctionnement, exploitation et maintenance).

Cette formation sera assurée en usine par le fournisseur du système de contrôle commande numérique des postes.

La formation aura une durée minimale de 3 semaines, à l'issue desquelles les agents formés seront en mesure de:

- Comprendre les différentes architectures de contrôle-commande
- Être familier des différents supports et protocoles de communication mis en œuvre
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance des calculateurs de tranche
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance des composants réseaux CEI61850
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance du système de supervision
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance des passerelles de téléconduite

12.3 Maintenance, paramétrage et mise en service des relais de protection

Cette formation sera assurée en usine par le fournisseur des relais de protection numériques

des postes.

La formation aura une durée minimale de 3 semaines, à l'issue desquelles les agents formés seront en mesure de:

- Comprendre les différents types de protections électriques, savoir choisir une protection adaptée à une situation
- Comprendre et savoir exploiter les interactions entre le système de contrôle-commande et les relais de protection
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance de tous les types de relais de protections installés dans le cadre de ce projet
- Savoir réaliser les injections secondaires sur les relais de protection à l'aide d'une valise d'injection
- Savoir analyser les enregistrements de perturbographie

12.4 Maintenance, paramétrage et mise en service des équipements de télécommunication

Cette formation sera assurée en usine par le fournisseur des équipements de télécommunications des postes. La formation aura une durée minimale de 3 semaines, à l'issue desquelles les agents formés seront en mesure de :

- Comprendre les différentes architectures des réseaux de télécommunications
- Être familier des différents supports et protocoles de communication mis en œuvre, savoir choisir un convertisseur d'interface adapté à une situation
- Pouvoir vérifier le bon fonctionnement d'une liaison fibre optique, savoir analyser un relevé de réflectométrie
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance des multiplexeurs SDH et des amplificateurs associés fournis dans le cadre de ce projet
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance des équipements de téléprotection fournis dans le cadre de ce projet
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance des autocommutateurs fournis dans le cadre de ce projet
- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de

maintenance des switchs Ethernet fournis dans le cadre de ce projet

- Pouvoir réaliser le paramétrage, les essais, la mise en service et les opérations de maintenance des multiplexeurs PDH ou équivalents fournis dans le cadre de ce projet

12.5 Formation sur site Formation travaux sur site

L'Entrepreneur intégrera des agents du maître d'ouvrage dans ses équipes lors des opérations de montage et de mise en service des équipements afin de les familiariser aux opérations d'exploitation des nouveaux postes pendant une période d'un mois par l'Entrepreneur.

13. EXIGENCES TECHNIQUES GENERALES

Les exigences techniques suivantes sont des exigences minimales à respecter.

En cas de conflit avec les exigences formulées dans l'Annexe des Spécifications Techniques Particulières, ces dernières prévalent.

13.1 Exigences constructives

13.2.1 Protection contre la corrosion

L'Entrepreneur devra apporter une attention toute particulière aux effets des conditions climatiques tropicales sur la durée de vie des équipements.

Il devra prendre toute mesure afin que les surfaces métalliques soient protégées contre la corrosion, par des traitements appliqués en usine, complétés par des reprises sur site si le matériel est endommagé lors du transport ou du montage.

Tout le matériel faisant partie de la fourniture de l'Entrepreneur est peint en atelier.

Toutes les surfaces en contact avec le béton sont dégraissées, décapées, nettoyées par projection d'abrasifs appropriés et recouvertes d'une couche d'apprêt pour les protéger durant le transport et l'entreposage sur site.

Les surfaces usinées ou polies ne recevant pas de peinture sont adéquatement protégées, avant l'expédition, par un enduit antirouille.

Toutes les autres surfaces à peindre subissent un décapage de type soigné par projection d'abrasifs et sont protégées conformément aux préconisations du fournisseur du système de

protection anticorrosion, suivant le principe ci-après :

- Nettoyage et sablage ;
- Deux (2) couches primaires d'époxy (riche en zinc) ; •
- Trois (3) couches de brai-époxy. Chaque couche a une teinte différente des précédentes ; la couche de finition est de couleur grise.

L'épaisseur totale de la protection n'est pas inférieure à 400 microns.

Les produits utilisés pour les différentes couches doivent provenir du même fabricant afin de garantir l'homogénéité de la protection.

D'une manière générale, toutes les surfaces susceptibles de se dégrader par corrosions devront être protégées contre ce phénomène.

De plus, toutes les pièces seront conçues pour éviter la rétention d'eau et le développement de zones de corrosion privilégiées.

- Les diverses parties de la fourniture seront traitées comme suit, sauf indication particulière :
- Acier inoxydable : Aucune protection
- Surfaces métalliques usinées : couche de vernis antirouille ou graisse à enlever au montage ;
- Surfaces en contact avec le béton : Dégraissage, décapage, nettoyage par projection d'abrasifs appropriés et application d'une couche d'apprêt pour les protéger durant le transport et l'entreposage sur site ;
- Surfaces en contact avec l'eau : Sablage intégral au degré SA 2,5 selon la norme suédoise SIS 055900 suivi d'un système de protection constitué d'une couche au moins de primaire à base d'époxyde, à haute teneur en poudre de zinc, et de deux couches au moins de peinture de couverture à base d'époxy. L'épaisseur totale du film sec est au minimum égale à 600 microns ;
- Surfaces uniquement à l'air libre : Sablage intégral au degré SA 2,5 selon la norme suédoise SIS 055900 suivi d'un système de protection constitué de deux couches de fond à séchage rapide et de deux couches de finition à base de caoutchouc chloré ou d'une tenue équivalente aux intempéries.
- La teinte sera soumise à l'approbation du MO. L'épaisseur totale du film sec est au minimum égale à 200 microns ;
- Surfaces en contact avec l'huile : Sablage intégral au degré SA 2,5 selon la norme suédoise SIS 055900 suivi d'un système de protection constitué de deux couches à base

d'époxy-polyamide chargé en aluminium.

La teinte sera soumise à l'approbation du Maître d'Ouvrage.

L'épaisseur totale du film sec est au minimum égale à 150 microns. Les revêtements anticorrosion seront sélectionnés et appliqués selon une procédure à soumettre au MO pour validation.

Les produits utilisés pour les différentes couches doivent provenir du même fabricant afin de garantir l'homogénéité de la protection.

L'application sera réalisée en accord avec les prescriptions du fabricant. Pour chaque type de revêtement, la teinte sélectionnée devra être soumise à l'approbation du MO.

Il est procédé, au cours des travaux, à des mesures d'épaisseur et d'adhérence ; ces contrôles sont obligatoires et seront à minima les suivants :

- Mesures d'épaisseur, avec critères d'acceptation selon la norme ISO 19840
- Mesures d'adhérence, avec critères de résistance à l'arrachement selon la norme ISO 2409.
- Les garanties accordées sur la tenue des systèmes complets de revêtements concernent :
- La protection contre la corrosion ;
- Les modifications d'aspect ;
- L'adhérence.
- Tous les schémas de protection anti corrosion devront disposer d'une période de garantie de 5 (cinq) ans, délais considérés dès la date de réception par le Maître d'Ouvrage.

A l'issue de cette période :

- Le degré d'enrouillement sera inférieur ou égal à Ri2 (cliché 8) de l'Echelle Européenne (ISO 4628-3) •
- Le cloquage sera inférieur à la taille 3, degré 2 selon la norme ISO 4628, le craquelage et l'écaillage seront totalement absents •
- La résistance à l'arrachement sera à minima de 4 MPa pour les surfaces en eau et de 2 MPa pour les autres surfaces. Pour les circuits imprimés sur carte, en fin de fabrication, le nettoyage et le déverminage des cartes étant réalisés, la pulvérisation d'un vernis thermodurcissable sur la ou les faces imprimées doit assurer une protection chimique et électrique de câblage imprimé.

13.2.2 Choix des matériaux

L'Entrepreneur doit justifier, sous l'aspect technique, le choix des matériaux retenus pour l'approvisionnement des composants.

Cette justification doit être fondée sur l'analyse de toutes les données prises en considération par l'Entrepreneur, notamment celles relatives à la conception (dimensions des pièces), à la caractérisation des nuances retenues, aux conditions de leur élaboration et de leur mise en œuvre ainsi qu'aux conditions de fonctionnement du matériel.

Doivent être analysés les aspects suivants :

- Soudabilité (y compris pour les réparations par soudage) ;
- Risques d'altération des propriétés mécaniques en service ;
- Risque de rupture brutale et tenue à la fatigue (taille des défauts critiques pour la durée de vie considérée);
- Risques de fragilisation, de corrosion, d'érosion ;
- Tenue en service des revêtements ;
- Risque d'arrachement lamellaire ;
- Approvisionnement des tôles avec garantie de striction en sens travers court.

Cette justification est étayée dans un ensemble de documents.

L'Entrepreneur doit y préciser son expérience dans l'utilisation de composants similaires mettant en œuvre les mêmes matériaux que ceux retenus, ainsi que son analyse du retour d'expérience.

Les sollicitations subies par les matériaux ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes :

- Parties sujettes à des charges statiques : 50% de leur limite élastique et 30% de leur limite de rupture (résistance à la traction) ;
- Parties en mouvement ou sujettes à des charges variables : 30% de leur limite élastique et 20% de leur limite de rupture (résistance à la traction) ;
- 2/3 de la limite élastique dans les conditions de charge exceptionnelles les plus défavorables ;

- 30 MPa pour les sollicitations alternées.

Les études de l'Entrepreneur devront garantir largement les parties et organes sujets à des sollicitations alternées ou à des chocs et les organes dont la forme donnera lieu à des concentrations de contraintes.

L'Entrepreneur doit tenir compte dans le choix et l'utilisation des matériaux et composants de son matériel, des conditions climatiques et d'environnement du lieu d'installation de ce matériel.

Ces conditions climatiques et d'environnement sont celles classifiées par les publications 60721 de la CEI et qui s'appliquent sur les produits en cours de transport, de stockage, d'installation et d'utilisation.

Pour les locaux climatisés, l'Entrepreneur devra retenir qu'une défaillance de longue durée du conditionnement d'air des locaux est toujours possible, et prendre en conséquence les dispositions utiles, par exemple la mise en œuvre d'une installation de secours constituée de climatiseurs individuels de type split-system, notamment dans la salle de commande.

Lorsque les matériaux ne seront pas inaltérables par nature, le choix de leur protection de surface doit apporter toute garantie de tenue dans le temps.

Aucune matière hygroscopique, ou susceptible de moisir, et non fongicide ne sera utilisée.

Toutes pièces métalliques, ferrures, supports, charpentes, chemins de câbles, accessoires de scellements, rambardes et caillebotis, couvertures de caniveaux, etc. sont soit inoxydables par nature, soit galvanisés à chaud, puis peints ; les chapitres des présentes exigences pouvant même prescrire pour certains de ceux-ci l'emploi d'acier inoxydable.

En conséquence, l'ensemble du matériel proposé par l'Entrepreneur doit :

- Répondre aux spécifications techniques ;
- Être choisi parmi les matériels de la meilleure qualité fabriquée couramment par des constructeurs réputés
- Avoir des références sérieuses de plusieurs années d'exploitation témoignant de leur

fiabilité, de leur robustesse et de leur excellente tenue en climat tropical, humide et chaud

- Être spécialement conditionné pour l'emploi en climat tropical :
 - Traitement contre la corrosion après sablage de toutes les pièces métalliques
 - Choix des matériaux résistant à un fort ensoleillement
 - Traitement contre la corrosion des contacts électriques
 - Pièces isolantes réalisées à partir des matériaux ou de traitements interdisant la prolifération des champignons et dont la tenue au cheminement est augmentée
 - Protection antifongique des bobinages et isolants
 - Double imprégnation de résines sous vide des bobinages
 - Vernis hydrofuge inattaquable par les champignons et les moisissures
 - Choix de joints résistant à la chaleur et à l'humidité
 - Choix de joints résistant à l'huile chaude
 - Protection des enveloppes contre les ruissellements et les chutes d'eau, par des toits à lanterneau et des auvents
 - Equipements extérieurs à double enveloppe
 - -Aération des coffrets et des armoires de matériels électriques par des ouvertures grillagées haute et basse
 - -Installation de résistances anti-condensation commandée par hygromètre et adaptées à l'étendue de surface rayonnante de l'enveloppe

13.2.3 Etanchéité et de degré de protection des enveloppes

Les canalisations de lubrification, de réfrigération, de gaz comprimé et autres fluides de service doivent être parfaitement étanches. Il n'est toléré aucune fuite anormale.

Toutes les fuites normales, les purges et les condensats sont soigneusement collectées au moyen de dispositifs appropriés tels que : entonnoirs, bacs de rétention, tubes, gouttières, etc.

L'Entrepreneur du présent lot doit prévoir dans sa fourniture l'ensemble des tuyauteries nécessaires à l'évacuation des fuites d'eau. Sauf en ce qui concerne les locaux abritant les batteries d'accumulateurs, qui sont eux équipés d'un cuvelage étanche, les locaux humides sont pourvus de siphons de sol raccordés au réseau de drains.

Toutes dispositions doivent être prises pour éviter que les dégagements de vapeur d'huile,

provenant notamment des paliers et de la pivoterie, ne se déposent dans l'environnement et notamment sur les parties électriques.

Le degré minimal de protection des enveloppes sera:

- IP31 au moins, pour le matériel installé dans les locaux secs et propres
- IP54 au moins, pour le matériel installé dans les endroits humides, et dans ceux où il peut subvenir des projections d'eau (des dispositions doivent être prises le cas échéant pour limiter la tension du matériel à 50 V dans les endroits humides)
- IP54 pour la totalité des capteurs quels qu'ils soient, tels que manostats, thermostats, détecteurs de fin de course, etc.
- IP65 au moins, pour les matériels d'éclairage extérieurs et les matériels exposés aux intempéries.

Les équipements doivent être protégés contre l'intrusion d'insectes même de petite taille : joints aux portes, presse-étoupes en bronze ou acier inoxydable pour le passage des câbles, grillages moustiquaires à mailles fines inoxydables aux ouvertures, etc.

13.2.4 Lubrification

Un soin tout particulier doit être apporté par l'Entrepreneur à l'efficacité de la lubrification des parties mobiles ; dans la mesure du possible, la préférence sera donnée à des dispositifs autolubrifiants ou graissés à vie.

Dans le cas contraire justifié, les dispositifs de graissage d'un équipement sont regroupés en un lieu facilement accessible ; les points de graissage eux-mêmes sont facilement accessibles et explicitement indiqués sur la fourniture et les plans.

L'Entrepreneur doit s'attacher à utiliser le minimum de types de lubrifiant dont il doit soumettre en temps utile au MO la marque, le type, les caractéristiques physico-chimiques détaillées et les quantités nécessaires. Les huiles et graisses proposées doivent être commercialisées dans le pays du Projet.

Lors du dimensionnement d'un équipement, et du choix de la viscosité du lubrifiant nécessaire à son bon fonctionnement, l'Entrepreneur prendra en considération les pertes énergétiques.

13.2.5 Vibrations et contraintes mécaniques :

La conception du matériel et son arrangement ne doivent pas conduire à créer des vibrations ou des trépidations nuisibles à ce matériel, ou aux ouvrages de génie civil et autres matériels qui les environnent.

Les appareils de mesure et de sécurité, les capteurs, amenés à être disposés à des endroits où des vibrations inévitables sont engendrées par les ouvrages ou équipements principaux, seront systématiquement soustraits à l'effet de ces vibrations (par exemple : fixation sur amortisseurs adéquats, silentbloks ou sur platine de base munie de ressorts antivibratoires, ou bien déport d'appareillage sur des supports indépendants).

L'Entrepreneur établira les classes de contraintes mécaniques auxquelles se rattacher au sens de la norme CEI 60721.

13.2.6 Bruit :

Le matériel et son installation sont conçus pour réduire au maximum le bruit de quelque nature qu'il soit, notamment celui occasionné par les groupes principaux, les groupes de secours, les transformateurs, les pompes et les compresseurs, et plus généralement la ventilation et la circulation des fluides.

Si les limites du niveau sonore indiquées dans présentes exigences sont dépassées, l'Entrepreneur devra obligatoirement prendre à ses propres frais, et soumettre au MO dans les délais les plus réduits, les mesures nécessaires comme, par exemple, l'ajout de capots d'insonorisation, afin de ramener strictement le bruit au niveau garanti.

13.2.7 Esthétique industrielle

L'agencement du matériel doit conduire à un aspect extérieur harmonieux de l'Installation. Le plus grand soin doit être apporté à la présentation des auxiliaires de commande, au fini des surfaces extérieures, ainsi qu'au choix des teintes de revêtement des serrureries.

Les dimensions des cellules, tableaux, armoires et coffrets muraux sont standardisées.

La pénétration des câbles dans les équipements électriques doit se faire exclusivement par le dessous au moyen d'un dispositif constitué d'un socle métallique visitable, de trappes amovibles et de presse-étoupes.

L'Entrepreneur soumettra au MO la palette de couleurs (selon nuancier RAL) qu'il compte utiliser pour la peinture des différentes armoires et équipements qu'il fournira.

13.2.8 Tuyauterie et robinetterie :

Le cheminement des tuyauteries doit faire l'objet d'une étude de l'Entrepreneur de façon à aboutir aux tracés les plus directs, à réduire les coudes, à éviter les croisements.

Une pente régulière et suffisante sera prévue pour permettre des purges d'air et des vidanges aisées.

Les tuyauteries sont conçues pour permettre un démontage aisé.

Sauf aux endroits où des raccords sont imposés pour des raisons de démontage, toutes les tuyauteries en acier devront être constituées par des tronçons assemblés par soudure.

Les tronçons de tuyauteries seront essentiellement façonnés en usine, l'exécution sur site étant limitée aux raccordements des tronçons et à quelques interventions sur des longueurs judicieusement choisis lors des études afin d'effectuer sur site les ajustements nécessaires.

Les sections des conduites d'amenées ou de retour d'huile de graissage et d'eau de refroidissement doivent être déterminées pour assurer en toutes circonstances l'alimentation des organes concernés et éviter leur engorgement.

Un robinet d'isolement doit être prévu sur chaque raccordement d'indicateur local, manomètres et manostats et en amont des vannes motorisées.

Les manostats différentiels sont munis d'un système permettant la mise en équi-pression (réglage du zéro).

Tous les circuits de pression et tous les manomètres sont pourvus de prise de pression munis de raccords rapides permettant la mise en place d'un manomètre étalon.

A proximité des cuves à huile, les tuyauteries d'huile doivent être munies de vannes d'arrêt et de raccords de jonction à brides, afin de faciliter les démontages.

Tous les équipements pouvant produire des fuites ou des égouttures d'eau ou de produits polluants, huile, gazole, etc., sont munis de bacs de rétention étanches équipés de dispositifs de vidange.

Les volants à main doivent toujours être manœuvrés dans le sens des aiguilles d'une montre pour provoquer une fermeture des organes correspondants.

En temps utile, le MO donnera les indications permettant à l'Entrepreneur d'effectuer le repérage des tuyauteries, par application de peinture aux teintes conventionnelles et par apposition de plaques signalétiques.

Le sens de circulation du fluide doit être indiqué par une flèche.

Les joints d'étanchéité entre brides sont en matériaux de qualité appropriée au fluide avec lequel ils sont en contact. Dans le cas où les faces des brides sont prévues pour être en contact direct, un logement de joint sera cependant aménagé ; dans les autres cas, un dispositif ajustable limitant l'écrasement des joints est à prévoir (cales ajustées par exemple).

Toutes les tuyauteries sont en acier étiré sans soudure. Il est imposé au sous-traitant des tuyauteries en :

- Acier inoxydable pour :
 - Toutes tuyauteries noyées dans le béton
 - Toutes tuyauteries où circule l'eau brute filtrée ou non
 - Toutes tuyauteries d'air comprimé - Toutes tuyauteries d'un diamètre inférieur à 50 mm.
 - Acier galvanisé, intérieurement et extérieurement, pour :
 - Toutes tuyauteries où circule l'eau traitée d'un diamètre supérieur à 50 mm

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur la mauvaise tenue du cuivre compte tenu des conditions du site.

Les vannes et autres accessoires placés sur les tuyauteries en acier inoxydable où circule de l'eau brute filtrée ou non filtrée sont également en acier inoxydable.

Les supports des tuyauteries et les dispositifs de fixation sont à la charge de l'Entrepreneur.

Les supports doivent être en nombre suffisant, galvanisés et peints sauf prescriptions contraires décrites dans les présentes exigences.

L'Entrepreneur est tenu de procéder sur site à un nettoyage soigné des tuyauteries avant leur remplissage. En particulier les tuyauteries d'huile doivent subir les traitements suivants :

- Nettoyage mécanique : A la mollette adaptée au diamètre et entraînée par flexible mû par moteur (détachement des impuretés, sable, gouttes de métal, etc.).
- Nettoyage chimique : A l'acide phosphorique industriel 55°Baumé étendu dans la proportion de deux parties d'acide et cinq parties d'eau, - durée : soixante (60) heures - premier rinçage - soufflage à l'air comprimé - pulvérisation d'huile - remontage - remplissage et fonctionnement durant vingt (20) heures en circuit fermé avec interposition de filtres à mailles très fines.

Les filtres doivent alors être contrôlés et, s'ils ne sont pas en bon état de propreté, une nouvelle période de marche, en circuit fermé, doit être exécutée suivie d'une vidange totale avec visite des cuves et des points bas et nettoyage au chiffon.

S'il le désire, l'Entrepreneur peut proposer à l'agrément du MO tout autre procédé de nettoyage chimique équivalent.

Les tuyauteries seront testées en pression à une fois et demie la pression maximale pouvant exister en service dans la tuyauterie à éprouver pendant 10 minutes minimum.

Les éléments à essayer doivent être prévus pour permettre de leur adapter, lors des essais, les fonds, couvercles et tampons nécessaires qui seront de la fourniture de l'Entrepreneur et remis in fine au Maître de l'Ouvrage.

13.2.9 Boulonnerie

La boulonnerie non à haute résistance se trouvant immergée ou dans des milieux particulièrement humides (galerie circulaire sous directrices, couvercle central du puits turbine, porte d'aspirateur, puits des conduites d'exhaure et de vidange, certaines pièces de la vannerie) seront en métal inoxydable dont les caractéristiques devront être adaptées aux pièces que les boulons assemblent afin d'empêcher une corrosion par couple électrochimique.

La protection pour la boulonnerie à haute résistance devra être choisie, dans chaque cas, en accord avec le MO.

La boulonnerie standard en acier au carbone qui est située en dehors des zones particulièrement humides sera protégée contre la corrosion soit par galvanisation (Selon la norme ISO 1461, épaisseur 70 μm minimum) ou soit par peinture lorsque les démontages ne sont envisagés qu'en cas de maintenance lourde.

13.3 Compatibilité électromagnétique, protection contre la foudre et mise à la terre

13.3.1 Compatibilité électromagnétique (CEM)

L'Entrepreneur doit prendre toutes les mesures qui s'imposent pour éviter les perturbations électromagnétiques dans les systèmes de contrôle-commande, d'automatismes, de protections et de diffusion de l'information, et garantir la compatibilité électromagnétique des systèmes électroniques.

A titre indicatif, les perturbations électromagnétiques et les surtensions transitoires qui en sont les conséquences néfastes peuvent avoir pour origine :

- Les chocs de foudre
- Les décharges électrostatiques
- Les arcs électriques dus aux défauts ou à l'outillage
- Les arcs électriques dus aux manœuvres de l'appareillage à très haute tension de coupure et de sectionnement
- Les courants électriques de forte intensité à fréquence industrielle
- Les phénomènes de ferro-résonance
- L'effet couronne sur les éléments de réseaux à très haute tension
- Les résonances parasites dans les circuits électriques •
- Les émetteurs radio et les faisceaux radar, etc.

Les perturbations électromagnétiques ne doivent pas provoquer de défaillance, de défaut, de dysfonctionnement ou de destruction de matériel.

A la demande du MO, l'Entrepreneur doit être en mesure de fournir toute explication sur les méthodes et les dispositifs mis en œuvre pour lutter contre les effets de ces perturbations.

Il s'appuiera sur les exigences des normes de la série CEI 61000 sur la CEM, sur les exigences pratiques de mise en œuvre des installations électriques des normes de la série CEI 60364, et sur les règles d'usage concernant la séparation des circuits de différentes nature, la pose de capots métalliques, l'emploi de conducteurs équipotentiels et la mise à la terre des équipements.

13.3.2 Protection contre les effets de la foudre

L'ensemble des installations doit être protégé contre les effets de la foudre résultant :

- Des chocs directs ;
- Des effets indirects.

A ce titre, les préconisations de la norme CEI 62305 s'appliquent. Les principales mesures s'appliquant sont les suivantes :

- Paratonnerres sur le toit des bâtiments ;
- Câbles de garde sur les installations 225 kV ;
- Descentes de mise à la terre ;
- Maillage métallique des murs des bâtiments ;
- Utilisation de parafoudres et de parasurtenseurs pour les différents niveaux de tension présents dans l'installation, justifiée par note de calcul.

Autant que possible, le principe de séparation galvanique doit être employé contre la propagation dangereuse des surtensions.

Cette séparation peut être réalisée à l'aide de transformateurs ou, notamment dans les circuits comprenant des composants électroniques, par des coupleurs optoélectroniques.

13.3.3 Mise à la terre

Afin d'assurer la sécurité des personnes, la détection et l'élimination des défauts électriques, toutes les masses métalliques doivent être mise à la terre.

Les différents conducteurs de terre, à l'exception des mises à la terre des paratonnerres et des câbles de garde, doivent être interconnectés.

Les exigences des normes en vigueur dans le pays s'appliquent aux équipements de mise à la terre.

A défaut, les exigences de la norme CEI 60364 et de la norme IEEE 80 s'appliquent.

Ceci concerne :

- Le dimensionnement des conducteurs de mise à la terre et le dimensionnement du circuit de terre enterré, qui doivent faire l'objet d'une note de calcul ;
- Le repérage de couleur pour les conducteurs de mise à la terre est celui en vigueur dans le pays ;
- Le type de raccords de mise à la terre des équipements HT.

L'Entrepreneur soumettra un ensemble de plans décrivant les principes de mise à la terre des différents équipements.

13.4 Equipements électriques

13.4.1 Armoires et coffrets électriques

Les prescriptions ci-après visent essentiellement les armoires et coffrets autres que les tableaux principaux des auxiliaires et de contrôle-commande et les armoires de régulation.

Les enveloppes doivent assurer la protection du matériel contre les contacts directs avec les pièces sous tension, contre la pénétration des poussières, contre les projections d'eau et contre les dommages mécaniques.

Ce matériel doit posséder un degré de protection au moins égal à IP31 en intérieur et IP56 en extérieur. Une ventilation naturelle efficace de l'intérieur des armoires et coffrets doit être assurée.

En partie basse, un dispositif doit permettre l'évacuation des eaux éventuelles de condensation.

Toutes ces ouvertures sont conçues sans affaiblissement du degré de protection, en particulier, elles sont munies d'un grillage à mailles très fines interdisant l'intrusion d'insectes.

Les coffrets et armoires renfermant de l'appareillage doivent comporter un dispositif de résistances anti-condensation de puissance globale adaptée et commandée par un thermohygrostat, ainsi qu'un éclairage commandé par un contact de porte.

Les armoires et coffrets doivent être largement dimensionnés et présenter une réserve d'espace en vue d'éventuelles adjonctions.

Les fileries des circuits internes de nature différente doivent être nettement ségréguées.

Les armoires et coffrets implantés hors des locaux climatisés ne doivent pas comporter de circuits imprimés, ni de composants électroniques.

L'épaisseur des tôles des armoires et coffret doit être suffisant pour supporter le poids du matériel installé.

Elle est dans tous les cas supérieure ou égale à 15/10 mm pour les panneaux latéraux et arrière et 20/10 mm pour les portes.

Toutes les parties métalliques sont protégées par une métallisation au zinc après sablage à blanc et doivent recevoir ensuite, en usine, une protection anticorrosion adaptée.

La fermeture des armoires et coffrets, en face avant, est obtenue par :

- Un panneau dont la fermeture est assurée par vis imperdables ou par serrures à carré ou à triangle, si l'intérieur du coffret ne comporte pas d'appareillage autre que des bornes ;
- Un portillon, ou des portes, monté sur charnières métalliques dont la fermeture est assurée par crémone commandée par une serrure à clé, dans le cas contraire.

Le portillon ou les portes doivent pouvoir s'ouvrir au moins à 120°, et être bloqués en position ouverte. Ils comportent nécessairement une tresse de mise à la terre de 25mm² de section.

Le panneau de fermeture, le portillon ou les portes doivent comporter des garnitures d'étanchéité parfaitement étudiées et adaptées au site (bord arrondi des tôles, plaquage uniforme sans écrasement excessif, tenue à l'ensoleillement, au climat et aux huiles, etc.).

Les armoires sont posées sur un socle métallique rigide qui est lui-même fixé sur un socle en

béton réalisé par l'Entrepreneur du lot génie civil.

Le socle métallique possède une épaisseur de 200 mm ; il est pourvu d'un nombre adapté de fenêtres latérales fermées au moyen de plaques amovibles permettant la mise en place et le serrage des presse-étoupes de type marine des câbles.

La fixation murale des coffrets et lorsqu'elles sont ainsi prévues des armoires doit toujours être réalisée sur la face arrière, en au moins quatre points et de façon non-visible après montage.

Les coffrets et armoires doivent être dégagés de leur surface d'appui d'au moins 40 mm. Le cas échéant, des supports élastiques (silent blocs) pour absorber les vibrations doivent être installés.

L'entrée des câbles ne peut s'effectuer que par la face inférieure des coffrets et des armoires.

Cette face sera constituée d'une plaque de fond amovible percée à la demande pour fixation des presse-étoupes. Cette plaque sera rapportée sur le coffret ou l'armoire au moyen de boulons avec joints d'étanchéité.

Les dispositifs de raccordement des câbles venant de l'extérieur doivent être nettement dégagés de la partie inférieure du coffret ou de l'armoire afin de permettre l'épanouissement des câbles.

A leur entrée dans les armoires ou les coffrets, les câbles doivent être convenablement maintenus sur des fers supports spécialement réservés à cet effet.

Le repérage de l'appareillage installé dans les armoires et coffrets doit être standardisé entre les différents fournisseurs et sous-traitants.

Les commutateurs ont une robustesse mécanique prouvée pour un million de manœuvres en service semi-intensif.

13.4.2 Appareillages auxiliaires

Le choix des appareillages auxiliaires sous-traités est soumis à l'approbation du MO.

Tous les équipements auxiliaires du poste à haute tension sont conçus de façon à minimiser la consommation d'énergie, grâce à l'utilisation de composants mécaniques et électriques à haut rendement.

Afin d'assurer une maintenance aisée, ce matériel doit être de marque reconnue et de fabrication courante.

Ses caractéristiques et sa fiabilité doivent répondre aux exigences du Service requis par les Installations. L'Entrepreneur peut proposer à l'approbation du MO et lui soumettre des échantillons ou spécimen, plusieurs types du matériel, de marques différentes, cependant tous conformes aux spécifications et remplissant la même fonction.

13.4.3 Filerie interne

En ce qui concerne les équipements autres que les équipements électroniques, le câblage interne général (dit filerie) est réalisé en fils de cuivre, isolé d'une gaine de couleur noire, non propagateur de la flamme, sans halogène, semi-souple à âme câblée multibrin, tension spécifiée minimale 0,6/1kV.

La section minimale des fils est de :

- 0,75 mm² pour les circuits de contrôle-commande et de mesure analogique rattachés aux niveaux de tension 48 volts et 127 volts courant continu, et 230 volts courant alternatif ;
- 1,5 mm² pour les circuits de commande d'actionneur (contacteur, bobines de disjoncteur, bobine d'électrovanne etc...) ;
- 2,5 mm² pour les circuits de mesure de tension ;
- 2,5 mm² pour les circuits de puissance ;
- 4 mm² pour les circuits de mesure de courant.

Les circuits de mesure et comptage, et les circuits de chaque relais de protection électrique doivent passer au travers de dispositifs d'essais, tels que boîtes à bornes, qui permettent d'effectuer des vérifications et des étalonnages par injection depuis une source d'essais de courant et de tension.

Pour les circuits courant, toutes précautions doivent être prises au niveau des raccordements, contre l'ouverture fortuite des circuits (surtensions) et pour ceux-ci l'emploi de cosses fermées et de bornes à tiges est imposé.

La filerie en règle générale est disposée sous conduits isolants tels que des goulottes munies d'un couvercle amovible.

Ces conduits sont faits d'une matière qui ne propage pas la flamme.

Le remplissage effectif de ces conduits de filerie, vérifié lors de la sortie d'usine des équipements, ne doit pas dépasser 70% de la capacité maximale précisée par le Fabricant, et les conducteurs disposés dans ceux-ci devront présenter un mou suffisant permettant d'éventuelles modifications de câblage.

Les borniers sont disposés de préférence verticalement.

L'utilisation effective des bornes sur les borniers, vérifiée lors de la sortie d'usine des équipements sur chacun des borniers, doit comporter au moins 10% de bornes de chaque type en réserve.

Les bornes des borniers d'interface des équipements ne doivent pas recevoir plus d'un conducteur du côté extérieur (câble) et 2 conducteurs du côté intérieur (filerie).

Les fils de filerie et les conducteurs des câbles destinés à être raccordés par vis et étrier doivent impérativement être munis d'un embout (manchon) pré-isolé et serti, avec frettage de l'isolant, adapté à leur section.

Le sertissage de cet embout est exécuté à l'aide d'un outil réservé à cet usage.

Tous les fils de filerie doivent être repérés de façon unique et apparaître sur les schémas développés de l'armoire ou de l'équipement.

13.4.4 Moteurs électriques

Les prescriptions ci-après s'appliquent aux moteurs de hauteur d'axe supérieure à 80 mm.

Les moteurs sont du type à haut rendement ; ils sont équipés d'un système de chauffage anti-condensation à l'arrêt.

Tous les moteurs sont prévus du type asynchrone, triphasé, à cage, à démarrage direct pour les auxiliaires autres que ceux utilisés dans les matériels de levage (ponts roulants, portiques, vantellerie).

Pour ces derniers, l'Entrepreneur peut recourir à des moteurs à rotor bobiné ; dans ce cas, il doit étudier et fournir les équipements de démarrage nécessaires.

Les moteurs seront du type fermé.

Le degré de protection retenu est au moins le type IP55 suivant la définition de la publication 60034-5 de la CEI. Il correspond à un moteur protégé contre les jets d'eau, les poussières fines et certains dommages mécaniques.

L'isolation des moteurs est au moins de la classe F.

Les enroulements doivent subir une double imprégnation.

Les températures limites de l'enroulement ne doivent pas dépasser les valeurs admises par la norme CEI 60034, en tenant compte de la température ambiante maximale.

La valeur du courant initial de démarrage à vitesse nulle, mesurée sous 400 volts aux bornes du moteur et à 50 Hz est égale ou inférieure à sept (7) fois le courant nominal pour les moteurs de puissance inférieure ou égale à 37 kW, et à trois (3) fois le courant nominal pour les moteurs de puissance supérieure à 37 kW.

Ces moteurs seront munis de démarreurs électroniques, afin de respecter les limitations précédentes.

Chaque moteur doit être capable de démarrer en charge dans la plage de tension comprise entre 80 % et 110 % de la tension nominale.

Le nombre de démarrages successifs possible, défini pour chaque moteur pris à partir de l'état chaud, est au moins de :

- Trois (3), considérant des démarrages successifs ;
- Six (6), considérant des démarrages répartis dans l'heure.

La permutation des sources basse tension n'est pas assimilée à un démarrage.

Chaque moteur peut rester rotor calé sous la tension et la fréquence nominale pendant au moins un temps égal à six (6) secondes.

13.4.5 Calibre des actionneurs

Le calibre nominal des disjoncteurs, interrupteurs, contacteurs et fusible doit être supérieur de 30% au moins à la valeur nominale du courant qui les traverse.

Les relais directs thermiques et magnétiques doivent être compensés en température et réglables séparément.

Pour les départs à courant continu les protections thermiques sont exclues.

Les fusibles associés aux contacteurs ou aux disjoncteurs à commande manuelle sont admis.

Les fusibles placés en tête d'une dérivation doivent être équipés de percuteurs.

Lorsqu'ils équipent un départ basse tension, le fonctionnement d'au moins l'un de ceux-ci doit provoquer l'ouverture du disjoncteur ou du contacteur auquel ils se trouvent associés.

13.4.6 Capteurs

Il est indiqué que les capteurs, tels que manostats, thermostats, cannes pyrométriques, sondes à résistance, contrôleurs de niveaux et de débits, contacts de fin de course, assurant une fonction de sécurité (alarme, déclenchement) doivent être indépendants de ceux assurant une fonction de régulation.

Sauf impossibilité, la fonction sécurité doit être assurée par des capteurs placés aussi près que possible du phénomène à surveiller de façon à en mesurer les effets directs.

Les contacts électriques doivent être du type sec, placés dans une enceinte dont le degré de protection n'est pas inférieur à IP54.

Le marquage doit être conforme à la norme NF C 63140 de l'UTE ou à une norme équivalente. En particulier chaque capteur doit porter les indications suivantes marquées clairement et de façon indélébile :

- Nom et marque du Constructeur
- Année de fabrication
- Pays de fabrication
- Désignation du modèle
- Plage de fonctionnement pour les capteurs concernés
- Schéma de branchement et numéro de bornes des contacts

13.4.7 Tension et courant applicables aux contacts.

L'emploi de thermostats du type à vapeur de mercure est interdit.

Les détecteurs de position de fin de course doivent être rattachés à la catégorie correspondant à des appareils de bonne précision, fonctionnant dans des ambiances industrielles agressives, d'une très bonne précision mécanique, très sollicités.

13.4.8 Appareils indicateurs

Dans la mesure du possible, les appareils indicateurs doivent être de types numériques et communicants.

Si l'emploi d'indicateur de type analogique s'avère indispensable, ils doivent répondre aux exigences suivantes:

Les appareils indicateurs sont du type modèle encastré au format 96 x 96 mm², bornes à vis et étrier, collerette en matière transparente, chiffres et symboles dans l'unité légale portés en noir sur fond blanc, avec repère "en rouge" des valeurs nominales, angle de déviation 250°, classe de précision 1, et miroir de correction de parallaxe.

La fonction de l'appareil est gravée sur son cadran.

La classe de précision est la classe 1, et l'erreur maximale est, dans les conditions nominales de fonctionnement, de $\pm 1\%$ sur la lecture directe de l'indication de l'appareil considéré, et de $\pm 2\%$ sur la lecture de l'enregistrement graphique recueilli sur celui-ci.

13.4.9 Contacts électriques

Tous les contacts des relais doivent disposer d'une durée de vie mécanique d'au moins 10 millions de manœuvre.

Tous les contacts des relais et des boutons poussoirs, ainsi que les contacts de capteur dépendant d'une grandeur physique (niveau, débit, pression, température, position de fin de course, etc.) et les contacts auxiliaires des interrupteurs, contacteurs, sectionneurs, disjoncteurs et commutateurs doivent disposer d'une capacité adaptée au circuit commandé.

Les relais électromagnétiques auxiliaires sont munis d'au moins quatre (4) contacts travail (NO) et de quatre (4) contacts repos (NF).

Les boutons poussoirs et les commutateurs sont munis d'au moins deux (2) contacts travail (NO) et de deux (2) contacts repos (NF).

Les contacts de capteur dépendant d'une grandeur physique (niveau, débit, pression, température, position de fin de course, etc.) sont munis d'au moins un (1) contact travail (NO) et d'un (1) contact repos (NF).

Lorsqu'un capteur dépendant d'une grandeur physique agit dans une séquence de commande ou de déclenchement, et dans une séquence de signalisation les contacts correspondants à ces deux fonctions sont dédoublés.

13.5 Pose et cheminements de câbles

Dans l'usine du fabricant, les extrémités des câbles sur tourets doivent être protégées contre l'humidité par un capotage soigné étanche.

Il en est de même pour les câbles déroulés, si le montage doit être retardé.

Les tourets solidement douvés et cerclés doivent être stockés à l'abri du soleil et des intempéries.

Les précautions habituelles doivent être prises pour le déroulage des câbles, concernant la tension et la régularité du tirage, la protection des gaines (galets, rouleaux en forme de diabolo) et, les rayons de courbure devant être, sauf indications spéciales du fabricant, supérieurs à quarante (40) fois le diamètre extérieur du câble.

Sauf accord explicite par écrit du MO, les câbles dans leur intégralité doivent être tirés d'une seule longueur.

Les boîtes de jonction sont donc totalement prohibées.

Les dérivations s'effectuent uniquement dans les tableaux, armoires ou coffrets.

Aucune dérivation exécutée directement sur les conducteurs n'est admise.

Les câbles doivent cheminer dans des cheminements de câbles adaptés aux conditions d'installation et garantissant la protection mécanique des câbles.

Les câbles d'énergie sont écartés (de gaine à gaine) d'une distance égale au moins au diamètre du plus gros des deux câbles.

Les câbles de commande, signalisation, instrumentation, alarme et verrouillage peuvent être placés côte à côte, mais ils doivent être écartés d'au moins 500 mm des câbles d'énergie, des câbles téléphoniques, des câbles d'informatique (bus) et des câbles HF.

Une distance de sécurité de 500 mm (de surface extérieure à surface extérieure) sera observée vis à vis des autres équipements tels que tuyauteries d'eau, d'air comprimé et d'huile, câbles de communication, bâtiments et routes.

Si cette condition ne peut être respectée en certains endroits, les câbles seront posés dans un tube métallique galvanisé ou en plastique épais, dépassant la zone d'au moins un (1) mètre à chaque extrémité.

13.5.1 Cheminement en extérieur

Les câbles enterrés en pleine terre doivent être enterrés à 800 mm, sur un lit de sable de 100 mm d'épaisseur.

Ils doivent être recouverts d'une épaisseur de 100 mm de sable et de remblais muni d'un grillage avertisseur de couleur conventionnelle.

Les câbles doivent avoir une armure métallique.

Dans les caniveaux, les câbles peuvent être posés soit directement sur le fond du caniveau, soit sur des chemins de câbles. Une distance minimale de 250 mm entre chemins de câbles superposés doit être respectée.

13.5.2 Cheminement en intérieur

La pose en tube galvanisé ou en tube plastique épais, un câble par tube, est imposée pour les trajets isolés contre un mur, une colonne, ou contre le socle d'une machine ou d'un appareil, depuis la sortie du plancher ou du caniveau jusqu'à une hauteur d'au moins 1,80 m (ou du moins jusqu'au boîtier de raccordement du moteur ou de l'appareil).

Le diamètre intérieur du tube est au moins égal à 2,5 fois le diamètre extérieur du câble.

La pose en tube plastique ordinaire, un câble par tube, est admise uniquement pour les circuits secondaires d'éclairage et pour les trajets isolés à plus d'un mètre au-dessus du sol.

Les attaches des tubes ne peuvent pas être écartées de plus de 400 mm.

Quelle que soit la direction des trajets, verticaux ou horizontaux, les câbles sont fixés aux échelles et plus généralement au chemin de câbles, par de solides attaches adéquates.

Il y a au moins une attache par câble et par mètre.

Les supports seront fixés au béton à l'aide de boulons à expansion ou bien à l'aide de boulons et profilés spéciaux encastrés dans le béton.

Les étagères supportant les câbles moyenne-tension ne peuvent contenir d'autres câbles et seront placées à la partie supérieure de la pile d'étagères.

Les étagères supportant les câbles de puissance 400-230 Vca ne peuvent contenir d'autres câbles, sauf si une séparation en tôle d'acier galvanisé ou d'aluminium est prévue, et seront placées au-dessus des autres échelles contenant des câbles basse tension.

Les étagères supportant les câbles de contrôle-commande, d'alarme et de signalisation 110 Vcc et 48 Vcc ne peuvent contenir d'autres câbles, sauf si une séparation en tôle d'acier galvanisé ou d'aluminium est prévue, et seront placées au-dessus des autres échelles contenant des câbles à courant faible.

Les étagères supportant les câbles à courant faible ne pourront contenir d'autres câbles et seront placées à la partie inférieure de la pile d'étagères.

Toutes dispositions doivent être prises pour assurer la mise à la terre des cheminements de câbles métalliques et pour la pose des liaisons équipotentiels.

Pour les étagères installées sous un plafond, il restera une distance minimum de 350 mm entre le plafond ou le point bas des nervures ou des poutres en béton et le dessus de l'étagère.

Dans les conditions de charge extrêmes, la flèche des consoles ne dépasse pas 1% de la longueur du bras.

Les chemins de câbles de 300 mm et plus doivent pouvoir supporter, en plus de la charge uniformément répartie de 150 kg/m², une charge ponctuelle, occasionnelle, de 100 kg par portée, sans déformation permanente.

Dans les trajets verticaux ou à forte déclivité, les câbles seront fixés environ tous les 80 cm à des traverses horizontales métalliques, par des attaches adéquates, individuelles pour les câbles moyenne tension et les câbles de puissance basse tension, collectives (2 à 4 câbles au maximum sous la même attache) pour les autres câbles. Pour les câbles de puissance unipolaires, ces attaches seront amagnétiques ou équipées d'un entrefer et de plus elles seront capables de résister aux efforts de court-circuit entre phases.

Tous les chemins de câbles seront fixés rigidement sur les supports en acier ou cadres.

Les chemins de câbles disposés les uns au-dessus des autres seront espacés d'au minimum la moitié de leur largeur, mais au moins de 200 mm.

Les caniveaux ou conduits de câbles horizontaux extérieurs seront munis de couvercles amovibles étanches (IP 33) et les bords dépasseront le sol d'au moins 100 mm pour empêcher l'inondation.

Les câbles à fibres optiques doivent cheminer séparément sur la totalité de leur longueur, parties droites et coudes, dans des tubes rigides de protection mécanique, un câble par tube fixé comme il se doit sur les ouvrages de génie civil, dans les caniveaux ou sur les chemins de câbles.

Les câbles à fibres optiques seront du type « sans métal » et comporteront au moins quatre (4) fibres. Ils seront conformes aux normes CEI et CCITT.

Les presse-étoupes et les passe-fils ne sont pas des dispositifs susceptibles de supporter des efforts de flexion ou de traction importants.

En conséquence, il est nécessaire de fixer les câbles Basse Tension sur les parties non démontables des charpentes extérieures.

Si la fixation sur des parties démontables des charpentes est exceptionnellement nécessaire, toutes dispositions doivent être prises pour faciliter le démontage des ferrures et la dépose des appareils.

La fixation est assurée à l'aide de colliers métalliques gainés de fourrures en matière synthétique.

Toutes précautions doivent être prises pour éviter toute blessure provoquée aux gaines de câbles par les systèmes de fixation.

Le calcul de la section des câbles doit tenir compte des facteurs de correction liés aux modes de cheminement, tel qu'indiqué dans la norme CEI 60364-5-52.

Les caractéristiques des cheminements de câbles répondent principalement aux normes suivantes :

- CEI 61084 Systèmes de goulottes et de conduits profilés pour installations électriques ;
- CEI 61386 Systèmes de conduits pour la gestion du câblage ;
- • CEI 61537 Systèmes de câblage - Systèmes de chemin de câbles et systèmes d'échelle à câbles.

14 DELAI D'EXECUTION

Le délai d'exécution est estimé à 18 mois, dont 6 mois pour les études et 12 mois pour la réalisation des travaux.

15 PRINCIPE DU MARCHE

Les prestations du Constructeur comprennent toutes les fournitures, tous les travaux et tous les services nécessaires pour la réalisation « clé en main » du projet tels que définis ci-dessus, y compris la conception, les études y/c les études de sélectivité, les dessins et calculs techniques, la fabrication et l'approvisionnement, les essais en usine, le transport, le déchargement, le montage sur le site, les travaux de génie civil, les essais et la mise en service sur site, les assurances, la documentation, la formation du personnel d'exploitation et tous autres services cités ou décrits dans les pièces administratives de ce DAO ou simplement nécessaires (sans mention explicite) à la bonne fin du projet.

Le Constructeur sera tenu de fournir et installer des équipements neufs suivant les descriptions du DAO.

Les items incluent toutes les prestations nécessaires pour assurer la fonctionnalité complète des travées, même si elles ne sont pas spécifiquement mentionnées dans les spécifications et bordereaux des prix.

Les nouveaux équipements doivent être conçus pour s'adapter aux équipements et installations existantes. Le Constructeur sera responsable du fonctionnement des nouveaux équipements.

Dans le cas où le Soumissionnaire jugerait qu'il faut ajouter des items manquants au bordereau de prix pour assurer la bonne fonctionnalité de son système, ces items et les coûts seront à ajouter aux prix de l'offre.

En particulier la compatibilité des composantes est soulignée dans les cas de protection des lignes, des télécommunications et du SCADA.

Dans le cas contraire, ces items manquants seront jugés comme étant inclus dans les autres items du bordereau des prix.

Le Soumissionnaire est aussi obligé de vérifier les conditions réelles sur le site avant la remise de son offre. Pour cela, la visite de sites organisée par la SOGEM est obligatoire.

Le Soumissionnaire fournira les spécifications détaillées du nouveau matériel et des pièces de rechange pour assurer le bon fonctionnement des interfaces avec les équipements existants.

Sommaire

PREMIÈRE PARTIE PROCÉDURES D'APPEL D'OFFRES

Section I. Instructions aux Soumissionnaires (IS)

Section II. Données particulières de l'Appel d'Offres (DPAO)

Section III. Critères d'évaluation et de qualification

Section IV. Formulaires de Soumission

Section V. Pays éligibles

Section VI. Règles de la SOGEM en matière de Fraude et Corruption

Annexe 1 : Bordereau des Prix

Annexe 2 : Fiches Techniques

Annexe 3 : Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

DEUXIÈME PARTIE SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Section VII. Spécifications

Section VII-1. Spécifications techniques Générales

Section VII-2. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Ligne

Section VII-3. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Postes

Section VII-4. Formulaires et Procédures

Section VII-5-1. Plans Lignes

Section VII-5-2. Plans Postes

Section VII-6. Spécifications Environnementales, Sociales, Santé et Sécurité (ESSS)

Section VII-7. Spécifications Sûreté

TROISIÈME PARTIE MARCHÉ

Section VIII. Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Section IX. Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Section X. Formulaires Du Marché

1. DESCRIPTION DU PROJET	88
2. CONTEXTE.....	88
3. DESCRIPTION DE LA LIGNE	88
4. TRACE DE LA LIGNE ET DONNEES DISPONIBLES.....	89
5. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES.....	89
6. ESSAIS	90
6.1. ESSAIS DE TYPE ET D'ACCEPTATION	90
6.2. ESSAIS EN USINE	90
6.3. LISTE DES ESSAIS	90
6.4. ESSAIS SUR SITE	91
7. OBJET DU PROJET.....	91
7.1. ACTIVITÉS.....	91
7.2. ORGANISATION.....	91
7.3. CONCEPTION, NOTE DE CALCUL ET DOCUMENTATION	91
7.4. FOURNITURES	92
7.5. TRAVAUX ET MISE EN SERVICE	92
8. TRACE DES LIGNES – REPARTITION DES PYLONES	93
9. CONDITIONS GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES	96
9.1. SOLS ARGILEUX.....	96
9.2. LATÉRITES	97
9.3. DÉPÔTS ALLUVIAUX	97
9.4. SOCLE ROCHEUX.....	97
10 ACTIVITES DE L'ENTREPRENEUR	98
10.1 CARTOGRAPHIE ET REPÉRAGE DES LIGNES SUR LE TERRAIN	98
10.2 DIRECTIVES POUR LA RÉALISATION DES PLANS ET PROFILS EN LONG	99
11 CRITERES GENERAUX DE CONCEPTION	100
11.1 NIVEAU DE FIABILITÉ	100
11.2 HYPOTHÈSES DE CHARGE.....	100
11.2.1 Généralités	100
11.2.2 Températures	101
11.2.3 Vitesse et pression dynamique de vent.....	101
11.2.4 Pression de vent sur les câbles et chaînes d'isolateurs	102
11.2.5 Pression de vent sur pylônes	103
11.3 DIMENSIONNEMENT ÉLECTRIQUE	104
11.3.1 Valeurs de tension électrique des phases.....	104
11.3.2 Dégagements électriques internes des phases	104
11.3.3 Distance phase/phase et phase/ câble de garde	105
11.3.4 Dégagements électriques extérieurs des phases	105
11.3.5 Dégagements électriques phase-sol	106
11.3.6 Dégagements horizontaux.....	107
11.3.7 Largeur d'emprise	107
11.3.8 Transposition	108

11.3.9	Dégagements électriques internes des câbles de garde	109
11.3.10	Distances entre câbles de garde	109
11.3.11	Résistance électrique des fondations	110
11.4	RÉPARTITION DES SUPPORTS	110
11.4.1	Généralités	110
11.4.2	Critères de base de la répartition	110
11.4.3	Habillage des plans profils	111
11.4.4	Identification des plans profils	112
11.4.5	Carnets de piquetage	112
11.4.6	Tableau de réglage des câbles	113
11.5	CONDUCTEURS ET CÂBLES DE GARDE	113
11.5.1	Caractéristiques de base du conducteur	113
11.5.2	Caractéristiques de base des câbles de garde	113
11.5.3	Boîtes de jonction (BJO) et séparateurs	115
11.5.4	. Descente du CGFO	116
11.5.5	Répéteurs SDH	116
11.6	TENSIONS LIMITES EN CONDITION DE SERVICES	117
11.7	FLÈCHES ET TENSIONS	117
11.8	TOURETS DE CÂBLES	118
12.	DIMENSIONNEMENT ET FABRICATION DES PYLÔNES	119
12.1	DESCRIPTION GÉNÉRALE DES PYLÔNES	119
12.2	TYPES DE PYLÔNES	121
12.3	LIGNE BITERNE À 225kV -CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES PYLÔNES	122
12.3.1	Cas de charge	124
12.3.2	Condition de vent maximal	124
12.3.3	Débalancement longitudinal antichute	125
12.3.4	Charges longitudinales de sécurité	125
12.3.5	Rupture d'un câble	125
12.3.6	Montage et entretien	126
12.3.7	Condition d'ancrage temporaire au sol	127
12.3.8	Condition de déroulage des câbles	127
12.3.9	Conditions d'entretien des phases ou des câbles de garde	128
12.4	EXIGENCES DE CONCEPTION	128
12.4.1	Généralités	128
12.4.2	Prescriptions particulières	128
12.4.3	Contraintes limites	129
12.4.4	Élancement géométrique	130
12.4.5	Charges longitudinales des consoles	131
12.4.6	Épaisseur et section minimale	131
12.4.7	Connexions	131
12.4.8	Consoles	132
12.4.9	Connexion à la fondation en béton	132
12.5	MATÉRIAUX	133
12.5.1	Acier de charpente	133
12.5.2	Boulons	133
12.6	DÉTAILS ET FABRICATION	133
12.6.1	Généralités	133
12.6.1.1	Cornière double	135
12.6.1.2	Membrures longues en tension	135

12.6.1.3	Orientation de la membrure.....	136
12.6.1.4	Accessoires.....	136
12.6.1.5	Boulon échelon.....	137
12.6.2	Marquage.....	137
12.6.3	Pliage.....	137
12.6.4	Poinçonnage.....	138
12.6.5	Soudure.....	138
12.6.6	Tolérances.....	138
12.6.7	Galvanisation.....	139
12.6.8	Essais d'assemblage.....	139
12.6.9	Emballage.....	140
12.7	ESSAIS DE MISE EN CHARGE (ESSAIS DE TYPE).....	140
12.8	RÉCEPTION.....	140
12.8.1	Essais sur les barres.....	140
12.8.2	Contrôle des boulons, écrous et rondelles.....	141
12.9	ACCESSOIRES ET PLAQUES SIGNALÉTIQUES.....	141
12.9.1	Ceinture anti-escalade.....	141
12.9.2	Plaques signalétiques.....	142
12.9.3	Plaques Danger.....	142
12.9.4	Plaques de numérotation pour repérage au sol.....	142
12.9.5	Plaques de numérotation pour repérage aérien.....	142
12.9.6	Plaques d'identification des phases.....	142
13	ISOLATEURS ET ACCESSOIRES.....	143
13.1	GÉNÉRALITÉS.....	143
13.2	ISOLATEURS.....	143
13.2.1	Isolateurs de phase.....	143
13.2.2	Galvanisation.....	145
13.2.3	Identification.....	145
13.3	CHAÎNES D'ISOLATEURS.....	145
13.3.1	Composition des chaînes de suspension.....	146
13.3.2	Composition des chaînes d'ancrage.....	147
13.3.3	Essais.....	148
13.4	ACCESSOIRES POUR L'ACCROCHAGE DES CÂBLES.....	149
13.4.1	Généralités.....	149
13.4.2	Pincés de suspension des conducteurs.....	149
13.4.3	Ancrage et jonction des conducteurs ACSR et câble de garde AACSR.....	150
13.4.4	Dispositifs d'amorçage.....	150
13.4.5	Accessoires pour CGFO.....	151
13.4.6	Galvanisation.....	152
13.4.7	Système d'amortissement des vibrations.....	152
13.4.7.1	Amortisseurs de vibration.....	152
13.4.8	Entretoises rigides.....	153
13.4.9	Balisage.....	153
13.4.9.1	Généralités.....	153
13.4.9.2	Balisage lumineux.....	153
13.4.9.3	Sphères de balisage.....	154
13.4.9.4	Balisage Avifaune.....	155
13.4.10	Peinture des pylônes.....	155
13.4.10.1	Nettoyage.....	155

13.4.10.2 Peinture.....	156
14. MISE À LA TERRE	156
14.1 GÉNÉRALITÉS	156
14.2 MATÉRIEL DE MALT.....	157
14.3 AMÉLIORATIONS DES MALT.....	157
14.4 MATÉRIEL DE SURPLUS.....	157
14.4.1 <i>Surplus pour construction</i>	157
14.4.2 <i>Surplus pour entretien</i>	157
15. PIÈCES DE RECHANGE MATERIEL	157
15.1 PIÈCES DE RECHANGE POUR ENTRETIEN	158
16 OUTILLAGE.....	158
17 RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES ET GEOLOGIQUES.....	159
17.1 RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE PRÉLIMINAIRE	159
17.2 CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES ET GÉOLOGIQUES.....	159
17.2.1 <i>Généralités</i>	159
17.2.2 <i>Méthodes d'investigation</i>	160
17.2.3 <i>Rapport d'investigation des sols et de sélection du type de fondation appropriée</i> 161	
17.2.4 <i>Confirmation des caractéristiques des sols et du choix des fondations</i>	162
17.2.4.1 <i>Généralités</i>	162
17.2.4.2 <i>Confirmation du sol et choix de fondation</i>	162
17.2.4.3 <i>Etude de résistivité des sols</i>	162
18 REALISATION DES FONDATIONS	163
18.1 EXIGENCES GÉNÉRALES D'INSTALLATION	163
18.2 ORIENTATION DES FOUILLES	163
18.3 EXCAVATION DES FOUILLES.....	163
18.4 DYNAMITAGE.....	164
18.5 BALISAGE DES FOUILLES.....	165
18.6 INSTALLATION	165
18.6.1 <i>Généralités</i>	165
18.6.2 <i>Réglage d'embase</i>	166
18.6.3 <i>Ancrages au rocher</i>	167
18.7 BÉTON ARMÉ	168
18.7.1 <i>Corpus normatif</i>	168
18.7.2 <i>Documentation</i>	168
18.7.3 <i>Composition du béton</i>	169
18.7.4 <i>Matériaux constitutifs du mélange béton</i>	169
18.7.4.1 <i>Ciment</i>	169
18.7.4.2 <i>Sable</i>	170
18.7.4.3 <i>Granulats</i>	170
18.7.4.4 <i>Eau de Gâchage</i>	170
18.7.4.5 <i>Adjuvant</i>	171
18.7.4.6 <i>Plasticité du béton frais</i>	171
18.7.4.7 <i>Mélange de béton frais</i>	171
18.7.5 <i>Acier d'armature</i>	172
18.7.5.1 <i>Fil Commun D'attache</i>	172

18.7.5.2	Façonnage et pose de l'acier d'armature	172
18.7.6	Coffrages.....	172
18.7.7	Fabrication du béton.....	173
18.7.8	Mise en place du béton.....	173
18.7.9	Décoffrage	174
18.7.10	Protection et cure du béton.....	175
18.7.11	Finition du béton.....	176
18.8	MATÉRIAUX D'EMPRUNT	176
18.9	REMBLAYAGE.....	176
18.10	ASSURANCE QUALITÉ.....	177
18.10.1	Contrôle de qualité du béton de ciment.....	177
18.10.2	Essais d'arrachement.....	178
18.11	CHEMINS D'ACCÈS ET DÉFRICHAGE DE L'EMPRISE	179
18.11.1	Défrichage	179
18.11.2	Accès.....	180
19	INSTALLATION DE MISE À LA TERRE	181
19.1	GÉNÉRALITÉS	181
19.2	RÉSISTANCE OHMIQUE PAR PYLÔNE.....	181
19.3	CONNEXIONS	182
20	MONTAGE DES PYLÔNES	183
20.1	GÉNÉRALITÉS	183
20.2	BOULONS	184
20.3	TROUS DE BOULONS MAL ALIGNÉS	184
20.4	RÉPARATIONS.....	185
21	POSE ET REGLAGE DES CABLES	185
21.1	GÉNÉRALITÉS	185
21.2	DOMMAGE ET RÉPARATION	186
21.3	DÉROULAGE DES CÂBLES	186
21.4	OUTILLAGE ET ÉQUIPEMENT	187
21.5	PROTECTIONS AÉRIENNES TEMPORAIRES	189
21.6	TRAVERSÉES.....	189
21.7	RÉGLAGE DES CÂBLES.....	189
21.7.1	Généralités.....	190
21.7.2	Méthode	190
21.7.3	Instrumentation.....	191
21.7.4	Mesure des flèches.....	191
21.7.5	Températures.....	193
21.7.6	Tolérances.....	193
21.7.7	Mise sur pince.....	193
21.7.8	Descente du CGFO et raccordement des fibres optiques.....	194
21.7.8.1	Fixation du CGFO sur les pylônes munis d'un boîtier d'épissures	194
21.7.8.2	Vérification de la qualité optique des fibres.....	195
21.7.8.3	Préparation du câble avant le raccordement des fibres optiques	196
21.7.8.4	Raccordement des fibres optiques.....	196
21.7.8.5	Registre des atténuations	197
21.7.8.6	Installation du boîtier de jonction sur le pylône (Epissures).....	198
21.7.8.7	Installation du boîtier de jonction terminale (Epissures)	198

21.7.8.8	Vérifications du réglage des câbles	198
21.7.8.9	Raccordement aux portiques des postes	199
22	INSTALLATION DES ISOLATEURS ET ACCESSOIRES	199
22.1	ISOLATEURS	199
22.2	ASSEMBLAGES DE CHÂÎNES D'ISOLATEURS	200
22.3	PINCES DE SUSPENSION	201
22.4	MANCHONS DE JONCTION ET D'ANCRAGE	201
22.5	AMORTISSEURS DE VIBRATIONS	202
22.6	MANCHONS DE RÉPARATION	203
22.7	TIGES PRÉFORMÉES AUX POINTS DE SUSPENSION DES CÂBLES	203
22.8	ENTRETOISES RIGIDES	204
23	NETTOYAGE, ESSAIS ET INSPECTION FINALE	204
23.1	GÉNÉRALITÉS	204
23.2	NETTOYAGE	205
23.3	INSPECTION FINALE	206
24	ESSAIS POUR MISE EN SERVICE	208
24.1	GÉNÉRALITÉS	208
24.2	ESSAIS ÉLECTRIQUES	209
24.3	ESSAIS SUR CGFO	209
25	MISE EN SERVICE	210
26	VERIFICATION DES TRAVAUX	210
27	FORMATION DU PERSONNEL	210
27.1	FORMATION AU SIÈGE DE L'ENTREPRENEUR	211
27.2	FORMATION SUR SITE PENDANT LES TRAVAUX	212
28	RÉCEPTIONS EN USINE	213
29	PLANNING PREVISIONNEL DES TRAVAUX	213
30	PÉRIODE DE GARANTIE DES TRAVAUX	213
30.1	PROGRAMMATION DE RÉFÉRENCE	214

Section VII-3 : Cahier des Spécifications Techniques

Particulières Ligne

1. DESCRIPTION DU PROJET

Le présent Projet consiste en la réalisation la ligne biterne 225 kV Yélimané-Tintane-Kiffa-Aïoun ; il fait partie du Projet Manantali II.

2. CONTEXTE

L'objet de ce document est de présenter, sans y être limité, les critères techniques de base pour la conception, la fourniture et la construction des lignes électriques 225 kV.

L'Entrepreneur ne recevra pas d'autres plans que les plans contenus dans le Marché.

3. DESCRIPTION DE LA LIGNE

Le tableau ci-après décrit le type de ligne, la localisation géographique de chaque section, sa longueur en kilomètres, ainsi que les caractéristiques principales des conducteurs.

TYPE DE LIGNE	LONGUEUR		CARACTÉRISTIQUES	
	Tronçon	km	Pays	
Double terne	Yélimané-Tintane	182	Mali Mauritanie	2 conducteurs ACSR, SAPSUCKER par phase (-Alu-acier 22/7-)309,6 mm ²
Double terne	Tintane-Kiffa	137	Mauritanie	2 conducteurs ACSR, SAPSUCKER par phase (-Alu-acier 22/7-)309,6 mm ²
Double terne	Tintane-AïounEl Atrouss	79	Mauritanie	2 conducteurs ACSR, SAPSUCKER par phase (-Alu-acier 22/7-)309,6 mm ²

La ligne sera équipée par deux câbles de garde, dont un du type AACSR et l'autre du type CGFO sur le tronçon Yélimané-Tintane et de deux câbles de type CGFO sur les parties Tintane-Kiffa et Tintane-Aïoun en territoire mauritanien

4. TRACE DE LA LIGNE ET DONNEES DISPONIBLES

Le tracé de l'axe de la ligne établi pour le présent DAO est représenté en Annexe n°1 (Carte de la ligne Kayes-Yélimané comme suit :

- Plan du tracé et implantation de la ligne électrique 2x225 kV sur un fond de carte topographique à l'échelle 1/20 000. Cette carte est présentée en plusieurs feuillets dans le cahier des plans. Chaque feuillet couvre une étendue approximative de 25 km de long par 12 km de large, centré sur le tracé de la ligne. Les items suivants sont représentés sur cette carte :
- Postes existants ;
- Postes proposés ;
- Tracé des lignes existantes ;
- Tracé des lignes proposées ;
- Type d'identification du sol ;
- Position et identifiant des points d'angles du tracé ;

Les coordonnées des bornes d'angle sont données à l'Annexe

5. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Tableau : Caractéristiques électriques

Tension nominale U_n	90kV	225kV
Tension la plus élevée du réseau U_s	145 kV	245kV
Fréquence	50Hz	50Hz
Tension de tenue assignée normalisée au choc de foudre, selon CEI 60071	550kV	1050kV
Ligne de fuite nominale pour une zone de pollution très forte, selon CEI 60815	25mm/kV (U_s)	25mm/kV (U_s)
Niveau kéraunique	60	60

Irradiation solaire	2000kWh/m ² .an	2000kWh/m ² . an
----------------------------	-------------------------------	--------------------------------

6. ESSAIS

6.1. Essais de type et d'acceptation

Tous les matériaux seront soumis aux essais de type et d'acceptation en présence du MO et/ou son représentant. Les certificats d'essais de type existants sur les mêmes matériaux pourront être soumis à l'approbation du Maître d'Ouvrage. Le MO se réserve le droit de faire exécuter, sans supplément de prix, certains essais de type pour lesquels l'Entrepreneur ne serait pas en mesure de présenter des certificats conformes.

6.2. Essais en usine

Avant expédition, les matériels et équipements à fournir seront soumis aux essais de routine en usine conformément à la norme IEC applicable. Les matériels et équipements ne pourront être expédiés que si les essais en usine sont satisfaisants.

Les essais de réception des matériels en usine seront effectués en présence du MO et/ou de l'Ingénieur suivant une procédure approuvée préalablement.

L'Entrepreneur informera au moins 1 mois à l'avance le MO et l'Ingénieur de la date des réceptions en usine de manière à ce qu'ils puissent y participer.

6.3. Liste des essais

L'Entrepreneur devra prévoir les essais listés ci-dessous :

- Essais de charge des pylônes (essais de type)
- Essais de réception en usine des pylônes
- Essais de réception en usine des conducteurs et CDG
- Essais de réception en usine du CGFO

- Essais de réception en usine des isolateurs
- Essais de réception en usine des accessoires
- Essais électriques des chaines complètes (1 chaine de suspension et 1 chaine d'ancrage)

6.4. Essais sur site

- Essais géotechniques
- Essais de mise en service finaux
- Essai d'arrachement sur fondations sur pieux et ancrage rocher

7. OBJET DU PROJET

7.1. Activités

Les activités suivantes sont prévues pour la réalisation du projet, que doivent être effectuées par l'Entrepreneur des lignes au siège ou sur le site, dans les différentes étapes :

7.2. Organisation

- Mobilisation et définition des équipements et des ressources
- Installation d'un bureau local de chantier pour les réunions des représentants sur site
- Fourniture des véhicules pour le MO
- Stockage des matériaux et des équipements sur site
- Programme détaillé de conception incluant les études, les fabrications, réceptions et livraisons des équipements, de montage et de mise en service

7.3. Conception, note de calcul et documentation

- Tracé définitif de la ligne
- Relèves topographiques détaillée
- Habillage profil en long et planimétrie, répartition des pylônes
- Carnet de piquetage pour implantation des pylônes

- Carnet de piquetage définitif avec tous les éléments des lignes
- Dimensionnement des pylônes, plans d'exécution, liste des matériaux, essais de charge
- Dimensionnement des fondations et plans d'exécution, essais de charge
- Dimensionnement des armements, accessoires et mise à la terre, essais électriques et dimensionnels
- Procédures pour essais et classification des sols
- Tableau de déroulage et réglage des câbles
- Procédure de mise en service, d'exploitation et d'entretien

7.4. Fournitures

- Fabrication
- Essais de type et/ou réception en usine
- Emballage et transport depuis les usines du fournisseur au port d'embarquement
- Transport sur site
- Stockage des matériaux sur le chantier
- Réception sur site
- Emballage et transport des équipements jusqu'à pied d'œuvre
- Transport local sur site
- Déchargement, stockage, gardiennage
- Remise des matériaux des pièces de rechange

Essais : voir liste des essais en 6.3

7.5. Travaux et Mise en service

- Relève géotechnique préliminaire
- Abattage, débroussaillage et élagage le long du tracé de la ligne
- Routes d'accès

- Relevé géotechnique préliminaire
- Relevé topographique, géologique et géotechnique à l'endroit des pylônes
- Construction des fondations et protection contre l'érosion
- Installation et mesure des mises à la terre et amélioration, si nécessaire
- Assemblage et Montage des pylônes
- Coordination avec autre entreprise pour les activités d'interfaces
- Installation des armements et accessoires des pylônes
- Réalisation des ouvrages spéciaux pour les travaux de déroulage aux traversées des voies publiques, lignes électriques, lignes de télécommunication, etc.
- Déroulage et réglage des conducteurs et câbles de garde avec accessoires, réalisation des manchons de jonction
- Montage des boîtes de jonction des CGFO
- Mise en place des accessoires de ligne, amortisseurs, plaques signalétiques, balisage etc. ;
- Essais finaux et mise en service
- Démobilisation, nettoyage et remise en état des pistes et accès
- Formation du personnel d'exploitation et de maintenance
- A noter que l'énumération des tâches ci-dessus ne retire en rien l'entière responsabilité de l'Entrepreneur sur les aspects liés à la réalisation de tous les travaux, la fourniture et la livraison de tous les matériels exigés jusqu'à la fin de la période de garantie.

8. TRACE DES LIGNES – REPARTITION DES PYLONES

L'étude de répartition de pylônes le long du tracé a permis de quantifier le nombre de pylône nécessaire par type de famille sur chaque tronçon :

Tableau 2: Répartition des pylônes par tronçon de ligne

PYLONES	Tronçon Tintane	Tronçon Tintane - Aïoun	Tronçon Tintane - Yélimané
Type A	324	180	427
Type B	35	23	50
Type C	12	8	6
Total	371	211	483

Le tracé de la ligne est défini par les coordonnées des points d'angles et les coordonnées des pylônes d'arrêt à proximité des postes, données dans le tableau suivant pour les lignes entre Kayes-Yélimané-Tintane-Kiffa-Aïoun :

Tableau 3:Tronçon Tintane-Kiffa-Type de supports

Type de supports	Nombre de supports
A_0_0_cs	87
A_0_1.5_cs	62
A_0_-1.5_cs	74
A_0_3_cs	30
A_0_-3_cs	57
A_0_4.5_cs	8
A_0_6_cs	4
A_6_0_cs	0
A_6_1.5_cs	1
A_6_3_cs	0
A_6_4.5_cs	1
A_6_6_cs	0
B_0_0	13
B_0_1.5	2
B_0_-1.5	7
B_0_3	3
B_0_-3	8
B_0_4.5	0
B_0_6	2
B_6_3	0
B_6_6	0
C_0_0	0
C_0_1.5	2
C_0_-1.5	6

Type de supports	Nombre de supports
C 0 3	0
C 0 -3	4
C 6 1.5	0
C 0 4.5	0
TOTAL	371

Tableau 4:Tronçon Tintane Aïoun- Type de supports

Type de supports	Nombre de supports
A 0 0 cs	59
A 0 1.5 cs	32
A 0 -1.5 cs	38
A 0 3 cs	15
A 0 -3 cs	20
A 0 4.5 cs	11
A 0 6 cs	4
A 6 0 cs	0
A 6 1.5 cs	1
A 6 3 cs	0
A 6 4.5 cs	0
A 6 6 cs	0
B 0 0	6
B 0 1.5	4
B 0 -1.5	6
B 0 3	1
B 0 -3	6
B 0 4.5	0
B 0 6	0
B 6 3	0
B 6 6	0
C 0 0	2
C 0 1.5	1
C 0 -1.5	2
C 0 3	0
C 0 -3	3
C 6 1.5	0
C 0 4.5	0
TOTAL	211

Tableau 5: Tronçon Tintane-Yélimané-Type de supports

Type de supports	Nombre de supports
A 0 0 cs	257
A 0 1.5 cs	116

A 0 -1.5 cs	1
A 0 3 cs	35
A 0 -3 cs	2
A 0 4.5 cs	9
A 0 6 cs	4
A 6 0 cs	2
A 6 1.5 cs	1
A 6 3 cs	0
A 6 4.5 cs	0
A 6 6 cs	0
B 0 0	39
B 0 1.5	9
B 0 -1.5	1
B 0 3	1
B 0 -3	0
B 0 4.5	0
B 0 6	0
B 6 3	0
B 6 6	0
C 0 0	5
C 0 1.5	0
C 0 -1.5	0
C 0 3	1
C 0 -3	0
C 6 1.5	0
C 0 4.5	0

9. CONDITIONS GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES

Le long de la ligne quatre principaux types de sols, les sols argileux, les latérites, les alluvions et le socle rocheux ont été identifiés grâce aux cartes, relevés et vues satellites.

9.1. Sols Argileux

Les argiles sont formées par les intempéries. On s'attend principalement à ce que les sols argileux se trouvent dans des dépressions qui facilitent l'accumulation de cendres. Les sols argileux sont classés en termes de consistance en:

- Argiles tendres
- Argiles fermes
- Argiles dures

Certaines catégories peuvent s'avérer très problématiques et nécessiter un type spécial de fondation qui, s'il s'avère nécessaire, sera conçu sur la base des résultats des levés géotechniques.

9.2. Latérites

Les latérites sont des sols de surface résiduels formés par l'altération de la roche mère sous-jacente. Apparaissant sous la forme d'une couche dure graveleuse, ils sont probablement présents sur la plupart des itinéraires de la ligne. Les sols latéritiques sont classés en termes de consistance en :

- Latérites molles
- Latérites fermes
- Latérites dures

9.3. Dépôts alluviaux

Les dépôts alluviaux se trouvent généralement au fond des vallées. À la base de la pente descendante des cours d'eau, les dépôts alluviaux devraient être constitués de grains moyens à grands plutôt que de grains fins.

Des dépôts présentant une densité moyenne et des dépôts à grains fins se forment sur un matériau meuble. Les dépôts alluviaux sont classés en fonction de leur densité et de leurs niveaux comparativement à la nappe phréatique. Nous retrouvons les dépôts retrouvés sont les suivants.

- Dépôts à grain moyen ou gros, densité moyenne au-dessus de la nappe phréatique
- Dépôts à grain moyen ou gros, densité moyenne sous la nappe phréatique

9.4. Socle Rocheux

Le substrat rocheux peut être trouvé le long des tracés de la ligne. Dans certaines zones, le socle rocheux peut avoir été presque transformé en sol (lithosol ou sol squelettique). Le substrat rocheux est classé en 3 catégories, en termes de degré ou d'altération et de fracture :

- Roche tendre jusqu'à une profondeur minimale de 2,0 m sans outil de sablage ni marteau, sera considéré comme un sol granulaire non-cohérent de capacité portante bonne ou moyenne.
- Roche altérée à une profondeur inférieure à 3,0 m

- Roche saine à une profondeur inférieure à 3,0

Le tableau ci-dessous présente une approximation de la distribution de types de sols le long de la ligne.

Tableau 6: Distribution du type de sols le long des lignes

	Argile	Latérites	Alluvions	Roc
KIFFA - TINTANE	10	5	75	10
TINTANE-AIOUN	5	15	75	5
TINTANE	25	20	15	40
Type	A	B	C	D

La mission géotechnique de l'Entrepreneur retenue permettra d'affiner ces estimations pour confirmer et calculer les fondations définitives adaptées.

10 ACTIVITES DE L'ENTREPRENEUR

10.1 Cartographie et repérage des lignes sur le terrain

Le tracé final de l'axe de la ligne établi pour le présent DAO sera représenté dans la même forme de l'Annexe 1 en plan sur un fond de carte géographique à l'échelle 1/50 000.

Cette carte est présentée en plusieurs feuillets dans le cahier des plans.

La méthode proposée aux entreprises pour positionner l'axe de la ligne sur le terrain consiste à utiliser un GPS dans lequel auront été entrées les coordonnées des points d'angle.

Les coordonnées des points d'angle de la ligne pour les tronçons du lot concerné sont présentées sur papier sous forme de tableau dans le cahier de plans.

Le tracé sera balisé avec bornes sur le terrain pour indiquer la position des points d'angles ou de l'axe de la ligne.

Les points d'angle sont les points de changement de direction de l'axe de la ligne.

Entre deux points d'angle, le segment rectiligne forme un alignement.

Les points d'angle, incluant le point de départ et le point d'arrivée, permettent de reconstituer le tracé de la ligne entre les postes de transformation.

Les points d'angle sont numérotés de façon séquentielle du premier au dernier, du poste de départ au poste d'arrivée.

10.2 Directives pour la réalisation des plans et profils en long

La production des plans et profils en long devra être effectuée conformément aux exigences suivantes :

Le plan devra être présenté à l'échelle 1/2 000 et inclure :

- un fond de carte topographique constitué d'une ortho-photo d'une résolution de 0,5 m couvrant une largeur de 200 m de part et d'autre du centre du tracé de la ligne; c'est-à-dire 400 m de large au total centré sur l'axe de la ligne ;
- les courbes de niveau avec une équidistance de 1 m (ou à l'équidistance la plus appropriée compte tenu de la topographie) représentées sur toute la largeur du fond ortho-photo;
- la représentation de l'axe de la ligne et la position des pylônes d'angle et leurs numéros d'identification.
- l'identification précise par les symboles cartographiques appropriés des éléments suivants du terrain visibles sur l'ortho-photo sur une largeur de 80 m, centrée sur l'axe de la ligne :
 - milieu bâti et autres évidences d'occupation humaine : villes, villages, hameaux, bâtiments isolés, parcelles de culture, clôtures, haies vives, structures ou équipements agricoles, etc. ;
 - éléments d'infrastructures : routes, pistes, sentiers, ponts, passage à gué ; lignes de transport ou de distribution d'électricité ; voies ferrées, pipelines, gazoducs ou autres conduites enfouies ; antennes de télécommunications, etc. ;
 - couvert végétal : terres agricoles, savanes, forêts, plantations, arbres isolés, etc. ;
 - hydrographie : rivières, oueds, marigots, lacs, mares, zones inondables etc. ;
 - tous les autres éléments significatifs identifiables sur l'ortho-photo.

Le profil topographique le long de l'axe de la ligne indiqué sur le plan devra avoir les caractéristiques suivantes :

- être représenté à une échelle de 1/500 ou à l'échelle la plus appropriée compte tenu de la topographie du terrain ;
- un profil supplémentaire sera représenté à une distance de 10 m de chaque côté de l'axe de la ligne pour les zones avec une pente transversale à la ligne égale ou supérieure à 1/5 ;
- l'erreur de positionnement en altitude doit être de 40 cm au maximum ;
- les plans et profils seront soumis au MdO sous forme numérique et sous forme papier ;
- les formats numériques préconisés sont : données vectorielles en dwg (format Autocad),;
- les plans sur papier des plans et profils devront être produits : sur papier Bond 20L en format A0 ; impression à 300 dpi en noir et blanc selon un découpage préalablement approuvé par le MdO.

Le plan numérique du terrain choisi pour le tracé doit être élaboré pour le besoin de l'enquête parcellaire. Ce plan doit démontrer la situation du terrain à l'échelle appropriée (p.ex. 1 :500) et doit permettre l'identification des propriétés, maisons, cultures agricoles, arbres et autres objets sur l'emprise de tracé. Ce plan doit être intégré dans le SIG.

11 CRITERES GENERAUX DE CONCEPTION

11.1 Niveau de fiabilité

Les lignes 225 kV seront conçues en conformité avec la norme EN 50341 :2012 « Lignes électriques aériennes dépassant AC 45 kV » avec un niveau de fiabilité 2. Ce niveau de fiabilité définit la période de retour des charges de calcul à 150 ans.

11.2 Hypothèses de charge

11.2.1 Généralités

Les cas de charge se réfèrent aux conditions ambiantes, définies par la combinaison de vitesse de vent et température, pour les différentes exigences de conception de ligne, comme suit :

- Calcul mécanique des conducteurs et câbles de garde ;
- Dimensionnement des pylônes, armement et fondations ;
- Dégagements électriques internes et extérieurs.

En général, le climat est de type sahélien, sahélo-soudanien et soudano-sahélien.

11.2.2 Températures

Dans les différents cas, la température des câbles est variable en fonction de la température ambiante et du courant transporté. Les valeurs à considérer sont :

- Température minimale : 10 °C;
- Température moyenne annuelle : 25 °C;
- Température maximale : 45 °C;
- Température associée au vent maximal : 25 °C ;
- Température maximale du conducteur : 75 °C ;
- Température maximale du câble de garde 75° C.

11.2.3 Vitesse et pression dynamique de vent

Les valeurs pour le calcul des vitesses de vent ont été définies après l'analyse des données disponibles dans la région et des valeurs adoptées pour la conception des lignes existantes.

En accord à EN50341, la vitesse de référence V_0 est la moyenne mesurée sur 10 min, à la hauteur de 10 mètres en terrain ouvert avec peu d'obstacles (type II), avec période de retour de 50 ans.

$$V_0 = 30 \text{ m/s}$$

Le Tableau ci-dessous donne les valeurs de vitesse et de pression dynamique correspondantes pour différentes périodes de retour, en calculant la moyenne sur les durées de 10 min, 3 sec (pic), 1 heure :

Tableau 7: Vitesse de vent et pression dynamique

Période de retour (ans)	Hauteur sur sol (m)	Moyenne sur 10 min		Moyenne sur 3 sec	
		Vitesse (m/s)	Pression (Pa)	Vitesse (m/s)	Pression (Pa)
3	10	23	330	32	640
50	10	30	565	42	1100
150	10	33	680	46	1330

Ces sont les valeurs de référence pour le calcul des pressions à adopter sur chaque composant de la ligne, en fonction de :

- Période de retour ;
- Durée pour vitesse moyenne ;
- Hauteur sur sol ;
- Facteur structural ;
- Facteur de trainée.

La période de retour pour le calcul structural se réfère à la condition de vent maximal et la valeur choisie est 150 ans. Suivant la norme, le vent réduit se réfère à la période de retour de 3 ans.

11.2.4 Pression de vent sur les câbles et chaînes d'isolateurs

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de pression :

Tableau 8: Pression de vent sur câble et chaines

	Câble de phase	Câble de garde	Chaîne d'isolation

Hauteur (m)	30	35	40
Facteur structurel	0,73	0,74	1
Facteur de traînée	1	1,1	1,2

Cas	Période de retour (ans)	Température °C	Durée	Pression (Pa)		
				Conducteur de Phase	Câble de Garde	Chaîne d'isolateurs
1	EDS	25	-	-	-	
2	3	10	10 min	352	413	634
3	50	25	10 min	600	702	1078
4	150	25	3 sec	1521	1757	2669
5	(sans vent)	10	-	-	-	
6	(sans vent)	75	-	-	-	

Suivant EN 50341- 2012, les cas à considérer sont les suivants :

- Cas 1: Condition de tous les jours (EDS)
- Cas 2, 3, 6: Dégagements électriques internes et extérieurs
- Cas 4, 5: Dimensionnement structural

Le calcul mécanique des conducteurs est réalisé pour toutes les conditions ambiantes, comme indiqué dans le tableau ci-dessus.

11.2.5 Pression de vent sur pylônes

L'Entrepreneur devra calculer les pressions du vent, en tenant compte de :

- Hauteur : niveau moyen du panneau considéré
- Facteur structural : 1.0
- Facteur de traînée : selon clause 4.4.3.2. de EN 50341- 2012

11.3 Dimensionnement électrique

11.3.1 Valeurs de tension électrique des phases

Le dimensionnement électrique de la ligne prévoit les valeurs suivantes de tension et surtension :

- | | |
|--|---------|
| • Tension max entre phases (r.m.s.) | 245 kV |
| • Tension à fréquence industrielle court durée (kV eff) | 460 kV |
| • Surtension de foudre | 1050 kV |
| • Surtension de manouvre | 650 kV |
| • Tension à la masse d’extinction de l’effet couronne (r.m.s.) | 150 kV |
| • Niveau de bruit au bord du couloir | 45 dB |
| • Niveau d’interférence radio en laboratoire | 48 dB |

11.3.2 Dégagements électriques internes des phases

Les dégagements à respecter entre les parties en tension des phases et les parties métalliques des pylônes sont indiqués dans le Tableau ci-dessous, en fonction de conditions ambiantes et angles de balancement limite indiqués. Les valeurs sont établies pour chaines des pylônes en suspension et pour les bretelles des pylônes d’ancrages avec ou sans chaîne de suspension.

Tableau 9: Dégagements électriques internes

<i>Condition de vent</i>	<i>Pression</i> <i>q₀</i> <i>(Pa)</i>	<i>Angle de balancement</i>			<i>Dégagement</i> <i>(mm)</i>
		<i>Chaîne de suspension</i>	<i>Bretelle sans chaîne</i>	<i>Bretelle avec chaîne</i>	
Vent nul	0	0°	0°	0°	2100
Vent réduit de 3 ans	330	50°	40°	30°	1600
Vent maximal (période de retour de 50 ans)	1100	65°	25°	15°	600

11.3.3 Distance phase/phase et phase/ câble de garde

Les distances seront calculées suivant EN 50341-2012-Annexe F, pour la portée max prévue pour chaque type de pylône; les valeurs minimales à respecter sont :

- Phase/ phase : 7 m
- Phase/ Câble de garde : 5 m
- L'angle de protection du câblé de garde sur le conducteur plus extérieur est 10° maximum.

11.3.4 Dégagements électriques extérieurs des phases

Les dégagements électriques phase-sol représentent la distance de sécurité qu'il faut considérer en fonction de la nature du terrain que la ligne surplombe, des activités humaines qui s'y déroulent ou de l'usage des lieux. Le dégagement électrique phase – sol détermine la hauteur par rapport au sol de la console inférieure des supports. Cette hauteur inclut la distance de sécurité phase-sol, la flèche maximale du conducteur à 75 °C et la longueur de la chaîne d'isolateurs.

Le Tableau ci-dessous donne les dégagements à considérer lors de la répartition des supports. Ces valeurs représentent la distance entre le conducteur inférieur à 75 °C et le sol.

Tableau 10: Dégagements électriques verticaux

Désignation	Dégagement minimal (m)
Routes et terrains non normalement accessibles aux véhicules routiers	7,5
Routes et terrains normalement accessibles aux véhicules routiers	8,0
Voies ferrées	10,0
Tout mur, bâtiment ou autre construction accessible à toute personne	5,5
Toute ligne de télécommunications et de transport d'énergie électrique	3,0
Traversée des rivières (non navigables)	10,0

11.3.5 Dégagements électriques phase-sol

Les dégagements électriques phase-sol représentent la distance de sécurité qu'il faut considérer en fonction de la nature du terrain que la ligne surplombe, des activités humaines qui s'y déroulent ou de l'usage des lieux. Le dégagement électrique phase – sol détermine la hauteur par rapport au sol de la console inférieure des supports. Cette hauteur inclut la distance de sécurité phase-sol, la flèche maximale du conducteur à 75 °C et la longueur de la chaîne d'isolateurs.

La table ci-dessous donne les dégagements à considérer lors de la répartition des supports. Ces valeurs représentent la distance entre le conducteur inférieur à 75 °C et le sol.

Tableau 11: Dégagements électriques verticaux

Désignation	Dégagement minimal (m)
Tuyaux d'eau	60
Pipelines	100
Routes principales	45
Routes secondaires	30
Voies ferrées	50
Lignes de transmission ou télécommunication	40

11.3.6 Dégagements horizontaux

Tableau 12: Dégagements horizontaux entre axe de ligne et axe de l'objet

Désignation	Angle de balancement	Dégagement (m)
Arbres	40°	4.0
Bâtiments	55°	2.5
Lignes de transmission	40°	6.0

11.3.7 Largeur d'emprise

La largeur d'emprise est déterminée par la distance de dégagement minimale entre les conducteurs de phases et les objets. À cette distance s'ajoutent la largeur du pylône et la déviation horizontale des conducteurs sous charge de vent.

La largeur totale d'emprise pour les lignes 225 kV en Mauritanie a été établie à 50 m, c'est-à-dire 25 m de part et d'autre de l'axe de la ligne. De plus, une aire de travail sera dégagée autour des pylônes dans un rayon de 10 m.

Le schéma du dégagement de l'emprise est donné dans le plan en annexe.

En zone boisée, après répartition des pylônes et si cela est requis, la largeur de l'emprise sera ajustée afin de minimiser l'abattage des arbres tout en assurant un dégagement sécuritaire, qui soit compatible avec les exigences d'installation et d'entretien.

Tableau 13: Dégagements horizontaux entre axe de ligne et axe de l'objet

Désignation	Dégagement minimal (m)
Tuyaux d'eau	60
Pipelines	100
Routes principales	45
Routes secondaires	30
Voies ferrées	50
Lignes de transmission ou télécommunication	40

Tableau 14: Dégagements horizontaux nette entre conducteur balancé et objet

Désignation	Angle de balancement	Dégagement (m)
Arbres	40°	4.0
Bâtiments	55°	2.5
Lignes de transmission	40°	6.0

11.3.8 Transposition

Comme critère général, si la longueur d'une ligne dépasse 150 km, une transposition complète sera arrangée sur trois pylônes. L'Entrepreneur devra vérifier la distance entre phases dans les portées de transposition, selon les clauses ci-dessus.

Pour cette ligne du type biterne, le pylône de transposition sera un pylône d'ancrage avec consoles et armements spéciaux.

11.3.9 Dégagements électriques internes des câbles de garde

Les dégagements à respecter entre les câbles de garde et les parties métalliques des pylônes sont indiqués dans le Tableau ci-dessous, en fonction de conditions ambiantes et angles de balancement limite indiqués. Les valeurs sont établies pour chaînes des pylônes en suspension et pour les bretelles des pylônes d'ancrages avec ou sans chaîne de suspension.

Tableau 15: Dégagements électriques internes

<i>Condition de vent</i>	<i>Pression q₀ (Pa)</i>	<i>Angle de balancement</i>			<i>Dégagement (mm)</i>
		<i>Chaîne de suspension</i>	<i>Bretelle sans chaîne</i>	<i>Bretelle avec chaîne</i>	
Vent nul	0	0°	0°	0°	550
Vent réduit de 3 ans	330	50°	40°	30°	150
Vent maximal (période de retour de 50 ans)	1100	65°	25°	15°	100

11.3.10 Distances entre câbles de garde

Les distances seront calculées suivant EN 50341-2012-Annexe F pour la portée max prévue pour chaque type de pylône, en considérant $D_{pp} = 60$ cm. La valeur minimale à respecter est :

- a) Câble de garde / Câble de garde : 5.5 m

11.3.11 Résistance électrique des fondations

Dans le plan en annexe, le système à installer est démontré.

L'Entrepreneur doit fournir tous les matériaux nécessaires pour obtenir une résistance maximale de 17Ω par pylône, lorsque mesurée avec le câble de garde déconnecté ou non posé, sauf pour les trois premiers et les trois derniers kilomètres de la ligne, où la résistance doit être inférieure à 10Ω . Pour ce faire, deux contrepoids doivent être installés aux trois premiers et aux trois derniers kilomètres ; pour le restant de la ligne, un conducteur de longueur suffisante doit être raccordé à au moins deux pieds du pylône. Si la résistance de terre est encore plus élevée que 17Ω , des conducteurs additionnels doivent être installés par étape sur chacun des pieds du pylône.

La longueur des conducteurs pour chaque pylône doit être limitée à environ quinze mètres.

Le conducteur sera réalisé d'une barrette d'acier galvanisée de section 50x5 mm fourni en pièce modulaire de minimum 6 m de longueur.

Note : voir aussi les ch. 10 et 17.

11.4 Répartition des supports

11.4.1 Généralités

Pour la répartition optimisée des supports l'Entrepreneur devra utiliser le logiciel PLS-CADD et devra satisfaire les exigences spécifiées ci-après et les dégagements électriques spécifiés.

11.4.2 Critères de base de la répartition

Pour tous les pylônes et pour chaque emplacement on doit s'assurer de ce qui suit :

- la portée poids (P.P.), la portée vent (P.V.) et la portée géométrique ne sont pas supérieures aux portées maximales spécifiées ; la portée poids ne soit pas inférieure à la portée minimale spécifiée.
- pour les pylônes de suspension, le rapport des portées adjacentes n'est pas plus grand que 1,8 ;

- pour les pylônes d'ancrage, le rapport des portées équivalentes adjacentes n'est pas plus grand que 2,0 ;
- les dégagements électriques sont vérifiés dans toutes les portées ; l'Entrepreneur devra vérifier l'angle de balancement de chaque pylône de suspension, qui doit être entre les limites indiquées au tableau ci-dessus. Pour satisfaire ces limites on peut installer exceptionnellement des contrepoids, approuvés pour le MdO.
- ni les pylônes ni les fondations ne seront sollicitées au-delà de leurs charges de conception (quel que soit l'utilisation du pylône, soit en alignement, soit pour couvrir un petit angle de déviation).
- La distance max entre deux pylônes d'ancrage sera entre 6 et 7 km sur une portion en alignement.

11.4.3 Habillage des plans profils

L'Entrepreneur devra préparer les plans profils à l'échelle horizontale de 1 :2000 et à l'échelle verticale de 1 :500.

Sur les plans profils seront également inscrites les informations complémentaires suivantes :

- la numérotation des pylônes ainsi que l'identification des pylônes (type, hauteur et pieds dénivelés) ;
- les distances partielles, les distances entre pylônes, les distances cumulées ainsi que l'altitude du terrain ;
- les chaînettes pour la condition de température maximale des câbles, indiquant les dégagements au sol et la portée équivalente de référence ;
- les courbes de référence des dégagements verticaux ;
- la portée vent et la portée poids de chaque pylône calculé en condition de tension maximal du conducteur ;
- la portée équivalente de chaque section entre pylônes d'ancrage, sera calculée selon la formule traditionnelle :

$$Ar = \left(\frac{\sum An^3}{\sum An} \right)^{1/2}$$

où Ar : longueur de la portée équivalente

An : longueur des portées individuelles ($n = 1, 2, \dots, n$)

11.4.4 Identification des plans profils

Les informations suivantes seront incluses à l'intérieur du bloc titre de chaque feuille :

- nom de l'Entrepreneur ;
- nom du projet ;
- numéro de la section entre deux pylônes d'ancrage ;
- pylône no... à pylône no ... ;
- numéros du plan, de la page et de la révision ;
- signature et date.

L'Entrepreneur devra soumettre les plans de répartition des supports à l'approbation de l'Ingénieur avant leur matérialisation sur le terrain. Les plans seront faits sur des feuilles séparées (pas de rouleaux) avec un chevauchement minimal de 10 %.

11.4.5 Carnets de piquetage

Les carnets de piquetage devront, entre autres, indiquer les informations suivantes :

- numéro des pylônes, indications de repérage ;
- portée équivalente de la section de ligne considérée, portées horizontales entre pylônes, portées poids, portées vent, dénivellations ;
- angles de ligne, type de pylônes, tronçons de rallonge et rallonge de pied, etc. ;
- type de fondation
- mise à la terre ;
- types des armements pour conducteurs et câbles de garde ;

- contrepoids, bretelles de continuité, amortisseurs de vibration, type et quantité par portée ;
- entretoise et entretoise amortisseur ;
- boîte d'épissure du câble de garde CGFO ;
- remarques concertantes obstacles ou situations particulières

L'Entrepreneur devra préparer et fournir aussitôt que disponible une liste complète de tout le matériel de ligne nécessaire.

11.4.6 Tableau de réglage des câbles

Avant le déroulage des câbles, l'Entrepreneur devra soumettre à l'approbation le tableau de déroulage, mise en flèche et mise en pince pour température des câbles variable de 10 °C à 45 °C, avec intervalles de 5 °C, en tenant compte de 20 ans de fluage (Creep), traduite en différence équivalente de température (condition initiale).

La table devra montrer la situation de mise en flèche avec câble en poulie et la situation d'amorçage avec claire identification de l'« offset » à la ligne vertical, au point d'attache des chaînes de suspension au pylône.

L'« offset » garantira la verticalité des chaînes après l'amorçage.

11.5 CONDUCTEURS ET CÂBLES DE GARDE

11.5.1 Caractéristiques de base du conducteur

Chaque phase est composée d'un faisceau de deux conducteurs ACSR SAPSUCKER (conducteur d'aluminium renforcé en acier), espacés horizontalement de 460 mm.

Le conducteur ACSR SAPSUCKER sera graissé avec un point de goutte à 150°C conformément à la norme EN 50326. Les deux conducteurs du faisceau seront maintenus écartés par des entretoises rigides. La température maximale d'utilisation du conducteur est de 75°C

11.5.2 Caractéristiques de base des câbles de garde

Deux câbles de garde différents seront installés sur toute la longueur de la ligne :

- un câble de garde du type AACSR (alliage d'aluminium renforcé d'acier) ;
- un câble de garde du type CGFO (OPCC-48-B4-55/60).

Le câble de garde à fibres optiques incorporées doit être conçu pour 48 fibres optiques monomodes ITU-T G.652.D

La section de CGFO proposée devra être approuvée par le MO et/ou l'Ingénieur.

Les câbles CGFO seront composés de fils métalliques toronnés sur une âme centrale à fibre optique ou incluront des tubes contenant des fibres optiques dans l'une des couches intérieures de fils du conducteur. La construction des câbles CGFO sera telle que les fibres optiques ne soient pas comprimées fermement contre d'autres fibres, membrures de force, composé d'écran d'étanchéité ou toute autre composant afin que l'effort des fibres soit découplé de l'effort dans d'autres composants.

Le Soumissionnaire déclarera en détail la composition de l'unité de fibre optique y compris le matériel de protection thermique et la caractéristique maximum de température des matériaux. L'entrée d'humidité n'est pas permise dans l'unité de fibres optiques et les Soumissionnaires sont tenus de produire des détails sur le moyen de le réaliser.

L'Entrepreneur devra établir l'emplacement des boîtiers d'épissures au fur et à mesure que le carnet de piquetage est approuvé par le Maître de l'Ouvrage. Il devra optimiser la répartition des boîtiers d'épissures de façon à minimiser le nombre d'épissures tout en respectant la longueur maximale CGFO que peut contenir un touret et qui est spécifiée par le fabricant.

Pour déterminer la longueur du CGFO requise sur chacun des tourets L'Entrepreneur devra majorer la distance entre les deux pylônes en bout de section de déroulage d'un facteur de 0.08% et y ajouter la hauteur de ces deux pylônes ainsi qu'une longueur excédentaire de 40m pour la manipulation des épissures. La longueur recommandée du CGFO sur les tourets est d'environ 4,5-5 km.

Le rayon de courbure maximal du câble sous contrainte ou sans contrainte, sans qu'il y ait d'effets indésirables sur les propriétés spécifiées devra être inférieur à vingt fois le diamètre

extérieur du câble.

Le CGFO devra avoir :

- Une bonne conductivité électrique permettant de supporter les courants de court-circuit monophasés,
- Une bonne conductivité pour une protection efficace et la réduction des tensions induites à proximité de lignes de télécommunications et autres objets conducteurs (conduites, clôtures, etc.),
- Une bonne performance mécanique permettant une corrélation de flèche correcte avec le conducteur de phase,
- Une bonne résistance à la corrosion,
- Une protection efficace des fibres optiques, Une longue durée de vie.

11.5.3 Boîtes de jonction (BJO) et séparateurs

La longueur des câbles CGFO sera conforme à la longueur des tronçons entre les boîtes d'épissures.

Les boîtes d'épissures seront placées au-dessus du dispositif anti escalade des pylônes et à la base des portiques des postes.

Les boîtes d'épissures seront standards et des séparateurs spéciaux sont nécessaires pour isoler le CGFO sous tension de la gaine contenant les fibres vers les boîtes d'épissures. Les gaines avec les fibres optiques entre les séparateurs et les boîtes d'épissures doivent être posés dans les gaines de protection.

Les boîtiers devront comprendre tout le matériel nécessaire pour protéger et fixer les fibres épissées. Les pertes optiques devront être inférieures à 0,08 dB en moyenne par épissure et aucune perte par épissure unique ne devra dépasser 0,10 dB. Chaque épissure devra avoir une longueur de rechange de fibre d'approximativement 1m ou plus. A l'intérieur le boîtier comprendra des pinces ou dispositifs d'attache appropriés permettant la disposition de toutes les fibres optiques tout en conservant la longueur supplémentaire demandée. Il devra

être possible d'enlever et remplacer les épissures sur le dispositif de support sans risque de dommage sur les épissures ou fibres. Les fibres seront reliées par fusion protégée par des gaines thermo rétractable et une plaque d'acier inoxydable.

L'enveloppe des boîtiers sera réalisée en alliage d'aluminium avec un système de joint afin d'assurer une étanchéité parfaite contre l'eau, vapeur, huile, poussière. Les boîtiers devront également être résistants aux intempéries et devront être équipée de presse étoupe pour étanchéifier l'entrée des câbles. Ces entrées devront pouvoir recevoir les dérives nécessaires. Le boîtier doit être ré-ouvrable et rescellable sans altérer le boîtier et les fibres optiques. La réouverture et le ré-scellage du boîtier ne devront pas nécessiter d'outils électriques et utiliser un minimum d'outils spéciaux.

11.5.4 . Descente du CGFO

Les pinces de descente de câble seront fixées aux membrures du pylône à l'aide de boulons et écrous. Elles seront prévues pour la fixation de câble et fixées à des intervalles maximums de 1 m.

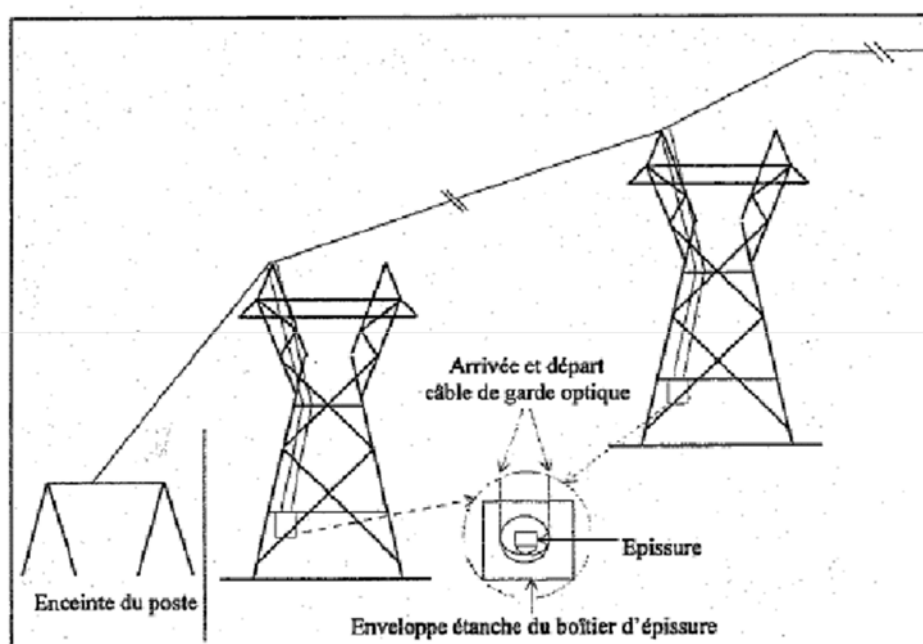


Figure 1: Système CGFO

11.5.5 Répéteurs SDH

Pour lignes longues (> 150 km) il faudra prévoir des répéteurs SDH (abri solaire).

11.6 Tensions limites en condition de services

En plus d'avoir une protection adéquate de contrôle de vibrations (appropriée aux conditions environnementales de la ligne) les conducteurs et les câbles de garde sont attachés de façon à ne pas excéder les limites présentées dans le Tableau ci-dessous.

La tension limite des câbles aux températures en condition de services est à vérifier, en fonction et les pressions de vent.

Elle est donnée ci-dessous, en pourcentage de la résistance ultime à la traction des câbles.

Tableau 16: Tensions limites et conditions de service

	Sans vent		Vent max
	Condition initiale à 25 °C avant fluage	Condition finale à 25 °C après fluage	Condition finale à 25 °C après fluage
Conducteur	23 %	20 %	60 %
Câble de garde (AACSR)	20 %	18 %	50 %
Câble de garde (CGFO)	20 %	18 %	50 %

La flèche du câble de garde ne devra pas être supérieure à 90 % de la flèche du conducteur dans les conditions journalières sans vent à 25 °C.

En régime permanent, la température maximale de fonctionnement des conducteurs, est limitée à 60 °C. En régime de surcharge temporaire, 20 minutes, cette température ne devra pas dépasser 75 °C. Les dégagements verticaux sont à vérifier à 75 °C.

11.7 Flèches et tensions

L'Entrepreneur devra soumettre toutes les données de flèches et tensions applicables au projet.

Ces données doivent, entre autres, être calculées pour toute la gamme de portées équivalentes de 300 à 700 m par accroissement maximal 50 m et cela pour les conditions initiales et finales des câbles.

Les conditions initiales sont avant le fluage de longue durée des câbles, les finales après le fluage.

Les câbles seront en condition initiale après le déroulage et les fils déjà serrés dans la corde (stretching).

Donc, le module d'élasticité finale est considéré dans toutes les conditions de calcul.

L'allongement due au fluage de longue durée sera considérée équivalent à une différence de température de 20 °C pour le conducteur type ACSR, de 15 °C pour câbles de garde AACSR et optique CGFO.

Les flèches et tensions doivent être calculées pour les conditions de services spécifiées, de même que pour toutes conditions nécessaires d'installation et de répartition.

Le paramètre des conducteurs pour la répartition des pylônes en absence de vent correspond à la position la plus basse de la chaînette aux températures de répartition définies.

Le paramètre de répartition des câbles de garde est égal à celui du câble conducteur divisé par 0,90.

Le calcul de flèches et tensions des câbles de garde doivent tenir en compte des sphères de balisage placées sur chaque câble à la distance de 60 m, décalées sur les deux câbles.

11.8 Tourets de câbles

Les tourets et revêtement en bois doivent être soumis à un traitement de préservation approprié de façon à assurer une protection adéquate contre l'humidité prolongée et l'action destructive des termites.

Le tambour ainsi que les flasques intérieures des tourets doivent être recouverts d'une membrane imperméable appropriée avant et après l'enroulage du câble.

L'Entrepreneur devra assurer que les tourets (tambour et flasques intérieures) soient exempts de clous ou autres aspérités susceptibles d'endommager les câbles.

Les tourets de câbles seront fournis avec des planches de bois de rechange.

Ils seront fournis dans des paquets séparés et seront utilisés pour couvrir les tourets en cas de perte de planches pendant le transport et la manipulation, pour protéger les conducteurs pour l'entreposage prolongé.

Pour le marquage des tourets, les informations suivantes doivent être inscrites de façon indélébile sur chacune de ses faces :

- Désignation de la ligne
- Type et section nominale du câble
- Longueur exacte du câble
- Poids net en kg
- Poids brut en kg
- Tare du touret
- Nom du fabricant
- Numéro de commande
- Numéro de série de fabrication
- Toutes les indications relatives au transport

12. DIMENSIONNEMENT ET FABRICATION DES PYLÔNES

12.1 Description générale des pylônes

Les pylônes sont du type treillis autoporteur, composés de cornières en acier entièrement galvanisés à chaud.

Les pylônes en acier de catégorie structurale sont composés de profilées laminées en « L », ou cornières, pour les membrures et de laminés plats pour les goussets d'assemblages.

Toutes les connexions réalisées en chantier sont boulonnées.

Toutes les connexions soudées doivent être approuvées par le Maître de l'Ouvrage et réalisée en usine.

Les nuances d'acier seront suivantes la Norme EN 10025 :

- S355/JR acier haute résistance
- S235/JR acier standard

- S355/J0 acier haute résistance pour membrures soudées.

Les faces opposées des pylônes doivent être identiques. En bas du niveau de la console inférieure, les quatre faces du pylône sont identiques.

Les silhouettes annexées sont fournies à titre indicatif seulement. L'Entrepreneur doit finaliser les géométries de manière à s'assurer de satisfaire les exigences du présent Dossier d'Appel d'offres et, en particulier, les prescriptions relatives aux dégagements électriques.

Les hauteurs minimales et maximales à la phase inférieure doivent être respectées.

La géométrie des différents types de pylônes doit être soumise à l'approbation de l'Ingénieur avant de procéder à la conception finale et détaillée des pylônes.

Les connexions sont réalisées à l'aide de boulons, écrous et rondelles de blocage, en classe 5.6, 6.8 ou 8.8, suivant la norme ISO-EN 898.

Pour chaque pylône, la hauteur ± 0 garantit la distance verticale, sur terrains et routes normalement non accessibles aux véhicules, de la phase plus basse dans la portée moyenne à la température de 75° en condition finale après fluage.

Différentes hauteurs de -3 m à +9 m (pylônes en suspension) et à +6 m (pylônes d'ancrage), avec écart de 3 m, seront utilisées pour la répartition des pylônes sur le profil en long.

Des pieds interchangeables de -3 m à +6 m, avec écart de 1,5 m, seront utilisés pour adaptation de la base de pylône au terrain dénivelé et seront interchangeables pour toutes les hauteurs.

L'écart maximal entre rallonges de pied inégales est de 3.0 m dans la combinaison la plus défavorable pour chaque effet recherché.

La silhouette du pylône doit être complète avec les diagrammes de dégagements dans les conditions de balancement spécifiés.

On tiendra compte du trajet des conducteurs et des bretelles de continuité pour vérifier ces dégagements.

Les angles de sortie des conducteurs sont spécifiés dans le plan annexé.

Le terrain traversé par la ligne est généralement plat sauf quelques sections où le terrain est légèrement vallonné.

Le tracé de la ligne traverse plusieurs cours d'eau, dont le plus importante est le lac Magui, où une portée importante sera nécessaire.

Le pylône d’ancrage en angle faible sera utilisé comme pylône de sectionnement en alignement. La distance maximale entre deux pylônes d’ancrage est 6-7 km. Tous les pylônes d’ancrage seront vérifiés pour hypothèse antichute.

12.2 Types de pylônes

Trois types de pylônes sont prévus :

Pylônes d’alignement « A » - Utilisation pour angle de ligne 0° à 5°

Le pylône d’alignement est un pylône armé de consoles pointues et muni de chaînes d’isolateurs en suspension. L’usage du pylône d’alignement est le support des portées normales dans les sections rectilignes. C’est la structure la plus répandue de toute la famille de pylônes. La hauteur normale sous la console inférieure du pylône de type « A » est de 26.0 m. La conception de ce pylône inclura un cas de charge longitudinal simulant la charge statique résiduelle due à un bris de phase. Ce critère vise à éviter les avaries en cascade longitudinale en cas de rupture d’une phase ou du câble de garde.

Le pylône A0 de hauteur normale sous console inférieure, soit 26m, devra comprendre le fût de base avec une extension de 3m. Pour les pylônes de hauteurs supérieures, des extensions de 6m, 9m, 12m seront à rajouter au fût de base pour adapter la hauteur du pylône en fonction du terrain afin de permettre la traversée d’obstacles.

Le schéma du pylône d’alignement type « A » est donné en Annexe n°3 Plan L-100-01 - Silhouette pylône de suspension Type A.

Pylône d’ancrage « B » - Utilisation pour angle de ligne 0° à 30° et d’arrêt de 0° à 15°

Le pylône de type « B » est un pylône armé avec chaînes d’ancrages doubles avec ou sans chaîne de suspension simple pour l’attache de la bretelle, selon le cas.

Il prendra en considération les tensions longitudinales différentielles entre les cantons d’alignement résultant soit des charges statiques résiduelles dues à un bris de phase, soit des charges longitudinales dues à des portées équivalentes importantes.

Ce pylône est conçu aussi comme pylône d’arrêt pour les entrées aux postes et comme pylône d’arrêt complet pour antichute en cascade.

La hauteur normale sous la console inférieure du pylône type « B » est de 23.0 m.

Le pylône B0 de hauteur normale sous console inférieure, soit 23m, devra comprendre le fût de base avec une extension de 3m. Pour les pylônes de hauteurs supérieures, des extensions de 6m, 9m, 12m seront à rajouter au fût de base pour adapter la hauteur du pylône en fonction du terrain afin de permettre la traversée d'obstacles.

Pylône d'ancrage « C » - Utilisation pour angle de ligne 30° à 90° et d'arrêt de 15° à 45°

Ce pylône est conçu pour utilisation en ancrage pour les angles de déflexion de la ligne jusqu'à 90° et d'arrêt pour les entrées aux postes. Il est alors armé de chaînes d'ancrages doubles montées sur des consoles carrées avec ou sans chaîne de suspension simple pour l'attache de la bretelle, selon le cas.

La hauteur normale sous la console inférieure du pylône type « C » est de 23.0 m.

Le pylône C0 de hauteur normale sous console inférieure, soit 23m, devra comprendre le fût de base avec une extension de 3m. Pour les pylônes de hauteurs supérieures, des extensions de 6m, 9m, 12m seront à rajouter au fût de base pour adapter la hauteur du pylône en fonction du terrain afin de permettre la traversée d'obstacles.

Ce pylône est conçu aussi comme pylône d'arrêt pour les entrées aux postes et comme pylône d'arrêt complet pour antichute en cascade.

Un sommaire des caractéristiques et prestations de chacun type des pylônes est présenté dans la table ci-après.

12.3 Ligne biterne à 225kV -Caractéristiques principales des pylônes

Pour l'utilisation du pylône A en angle souple, la portée vent est réduite pour ne pas augmenter la charge transversale.

Tableau 17: Ligne biterne à 225kV -Caractéristiques principales des pylônes

Type de pylône	A	B	C
Utilisation	Suspension 0° à 5°	Ancrage 0° à 30° et arrêt 0° à 15°	Ancrage 30° à 90° et arrêt 15°
Portée – normale(m)	400	400	400
Portée géométrique max. (m)	700	700	700
Portée – Vent max. (m)	500 (à 0°)	450 (à l'angle max.)	450 (à l'angle max.)
Portée – Poids max. (m)	625	750	750
Portée – Poids min. (m)	100	-400	-400
Rapport	1,2 à 0°	-	-
Hauteur totale :	38,5	35,5	35,5
Rallonge de tronçon (m)	3 6 9	3 6 9	3 6 9
Rallonge de pieds (m)	-3 -1,5 0	-3 -1,5 0	-3 -1,5 0

12.3.1 Cas de charge

Les cas de charge pour la conception structurale des pylônes et des fondations sont en conformité avec les prescriptions de la norme EN 50341. La structure des supports ainsi que les fondations sont calculées en fonction des forces verticales et horizontales qui agissent simultanément en condition normale d'exploitation et en conditions accidentelles.

12.3.2 Condition de vent maximal

Hypothèse à considérer (cl. 5.2.4 – cas n°4) :

- Condition finale des câbles
- Température 25°C
- Vent transversal à la ligne, de 150 ans, moyenne sur 3 sec.

Charges verticales :

- Poids des câbles de garde, conducteurs, isolateurs et structure.

Charges transversales :

- Vent sur les câbles de garde, conducteurs, isolateurs et structure ;
- Composantes transversales due à l'angle de ligne ;
- Le tout calculé avec les valeurs de pression spécifiées agissant orthogonalement à la portée vent.

Charges longitudinales :

- Tension différentielle dans les conducteurs et les câbles de garde.

Note: La tension différentielle tient compte de la différence entre portées min (250 m) et max (700 m) pour câblés de garde, ou portée équivalentes min (300 m) et max (700 m) pour les conducteurs.

Hypothèses à considérer :

- *Vent max transversal à la ligne,*
- *Tension finale des câbles à 25°C.*

12.3.3 Débalancement longitudinal antichute

Hypothèse à considérer (cl. 5.2.4 – cas n°5):

- Condition initiale des câbles
- Température 10°C
- Sans vent

12.3.4 Charges longitudinales de sécurité

Charges verticales :

- Poids des câbles de garde, conducteurs, isolateurs et structure.

Charges transversales :

- Les efforts transversaux seront appliqués simultanément à tous les points d'accrochage des câbles
- Ils seront égaux aux efforts transversaux résultants de la tension mécanique des câbles nus dans toutes les portées situées d'un côté du support, et de l'autre côté par la tension des câbles ayant une surcharge fictive égale à leur propre poids (ω) dans toutes les portées. On prendra en compte la portée équivalente égale à la portée moyenne pour le calcul des tensions.

Charges longitudinales :

- Des efforts longitudinaux seront appliqués simultanément à tous les points d'accrochage. Ils seront égaux aux efforts dissymétriques résultant de la tension mécanique des tous les câbles nus situées d'un cote du support et de l'autre cote par la tension des tous les câbles ayant une surcharge fictive égale à leur propre poids (ω). On prendra en compte la portée équivalente égale à la portée moyenne pour le calcul des tensions

12.3.5 Rupture d'un câble

Hypothèse à considérer (cl. 5.2.4 – cas n°5):

- Condition initiale des câbles

- Température 10°C
- Sans vent

Pour les pylônes de suspension le bris d'une phase (complète) ou le bris d'un câble de garde seront considérés.

Pour les pylônes d'ancrage le bris de deux phases ou d'une phase et un câble de garde ou des deux câbles de garde seront considérés.

Charges verticales :

- Poids des câbles de garde, conducteurs, isolateurs et structure
- 100% de la charge aux positions des câbles intacts
- 70 % de la charge à la position de la phase ou du câble de garde brisé.

Charges transversales :

- Composante transversale de la tension des câbles due à l'angle de ligne.

Charges longitudinales sur câble brisé :

- Câble de garde : 100% de la tension maximale ;
- Conducteurs en suspension : 70% de la tension maximale ;
 - Conducteurs en ancrage : 100% de la tension maximale.

Charges longitudinales sur câble intact :

- Tension différentielle dans les conducteurs et les câbles de garde.

Note: La tension différentielle tient compte de la différence entre portées min (250 m) et max (700 m) pour câblés de gardes, ou portée équivalentes min (300 m) et max (700 m) pour les conducteurs.

12.3.6 Montage et entretien

Hypothèse à considérer (cl. 5.2.4 – cas n°5) :

- Condition initiale des câbles

- Température 10°C
- Sans vent
- Poulies de déroulage et équipe installés et homme, poids 450 daN.

12.3.7 Condition d'ancrage temporaire au sol

Charges verticales :

- Poids des câbles de garde, conducteurs, isolateurs, poulie de déroulage et équipe.
- Composante verticale due à la tension dans tous les câbles en ancrage temporaire, avec une pente verticale/ horizontal de 1/3.

Charges transversales :

- Composante transversale due à l'angle de ligne.

Charges longitudinales :

- Composante longitudinale due à la traction dans les câbles en ancrages temporaires.

12.3.8 Condition de déroulage des câbles

Charges verticales :

- Poids des câbles de garde, conducteurs, isolateurs, poulie de déroulage et l'équipe.

Charges transversales :

- Composante transversale due à l'angle dans la ligne.

Charges longitudinales :

- Composante longitudinale due au blocage de tous les câbles dans les poulies de déroulage pour un angle des chaînes d'isolateurs de 20° par rapport à la verticale. La composante longitudinale de la tension de déroulage pour les pylônes d'ancrage. La tension différentielle dans les câbles pour les pylônes d'ancrage.
- Toutes les charges longitudinales seront dans la même direction.

Charges de services :

- Pour échelle et équipe : 2.2 kN.

12.3.9 Conditions d'entretien des phases ou des câbles de garde

Charges verticales :

- Poids des câbles de garde, conducteurs, isolateurs, poulie de déroulage et équipe.
- Effort additionnel pour la phase en entretien, dû à l'effet duplicateur des charges sur la poutre.

Charges transversales :

- Composante transversale due à l'angle de ligne.

Charges longitudinales :

- Tension différentielle dans les conducteurs et les câbles de garde.

12.4 Exigences de conception

12.4.1 Généralités

Tous les calculs des pylônes seront effectués à l'aide du logiciel de calcul tridimensionnel PLS-Tower de Power Line System :

- Concevoir et fournir les pylônes galvanisés complets y compris les boulons, les écrous et les rondelles.
- Concevoir les pylônes pour supporter les conducteurs, les câbles de garde, les chaînes d'isolateurs et tous les accessoires nécessaires de façon à rencontrer toutes les conditions de service, de sécurité et de dégagement électrique spécifiées.
- Concevoir les pylônes incluant les accessoires considérés comme faisant parties des pylônes de manière à minimiser tout risque de dommage ou détérioration en service dû aux vibrations de quelque partie de ligne que ce soit.
- Concevoir les pylônes de façon à réduire au minimum le nombre de composantes pour en faciliter le transport, le montage et l'inspection.
- Éviter les détails de conception propres à retenir l'eau sinon, prévoir un drainage adéquat.

12.4.2 Prescriptions particulières

La tête des pylônes devra comporter les trous nécessaires pour les pinces de raccordement de la bretelle de mise à la terre du câble de garde.

L'Entrepreneur devra :

- prévoir les trous nécessaires à chaque rallonge de pied et/ou tronçon de rallonge des pylônes pour fins de raccordement au système de mise à la terre des pylônes.
- s'assurer que le détail de conception des points d'attache des câbles soit compatible avec les pièces d'ancrage des assemblages d'arrêt et de suspension des conducteurs et câbles de garde.
- prévoir le raccordement des câbles de garde aux pylônes de suspension pour deux modes d'attache en suspension et ancrage (pour la descente de CGFO à la boîte d'épissure). Sur les pylônes d'angle, le détail de raccordement des câbles de garde doit être prévu pour un mode d'attache en ancrage.
- dans le cas où le raccordement des câbles de garde est assuré par une plaque d'ancrage, cette dernière doit être pliée vers le bas de façon à accommoder un angle de sortie adéquat des câbles de garde vers le bas.
- prévoir des points d'attache ou trous supplémentaires aux extrémités des consoles des conducteurs et du chevalet des câbles de garde pour faciliter la pose des câbles et le levage des équipements d'entretien. Ces détails doivent être clairement identifiés sur les plans.

12.4.3 Contraintes limites

Les efforts calculés pour chaque cas de charge doivent être multipliés par les facteurs de surcharge ci-dessous et, dans chaque membrure, doivent être inférieures à la résistance limite applicable.

Cas de charge de service	Facteur de surcharge	
	Pylône Suspension	Pylône Ancrage
Vent maximum	1.1	1.25
Débalancement longitudinal antichute	1	1.25
Bris d'un câble	1	1.25
Montage et entretien	2	2

La résistance limite des membrures et des connexions sera calculée suivant la méthode de la norme indiquée ci-dessous.

Membrure tension	en	EN 50341- 2012 Annexe J.3
Membrure compression	en	EN 50341- 2012 Annexe J.4
Membrure flexion	en	EN 1993- 1-1 : 2005 Clause 6.25
Membrure flexion et effort longitudinal	en	EN 1993- 1-1: 2005 Clause 6.2.9.3 (with zero eccentricity)
Connexions		EN 50341- 2012 Annexe 5.5

Les membrures secondaires sans effort calculée devront être conçues pour résister au pourcentage de la charge de la membrure principal supportée, spécifiée en EN 50341- 2012- Annexe J.

12.4.4 Élancement géométrique

La valeur maximum du rapport de la longueur non supportée, ni renforcée, d'une membrure (L) à son plus petit rayon de giration (R), ne doit pas excéder :

- Membrures principales du fût, de la tête, des chevalets et consoles : 120
- Membrures secondaires subissant des contraintes calculées (diagonales, etc.):200
- Membrures ne subissant pas de contraintes calculées
(treillis de contre-flambage, etc.): 250
- Tirants des consoles (pylône en suspension) : 325
- Autres membrures en tension :ne sont pas permises

La longueur non supportée (L) sera la distance de point de travail à point de travail sur les épures sans diminution pour les parties fixes aux extrémités

Les membrures secondaires peuvent être considérées comme donnant support total dans le plan où ils sont placés. Les systèmes « Warren » doubles qui sont boulonnés à leur croisement peuvent

être considérés comme étant supportés à ces points.

12.4.5 Charges longitudinales des consoles

Les charges longitudinales doivent être distribuées sur les cornières inférieures seulement et le détail de construction doit être conçu en accord.

12.4.6 Épaisseur et section minimale

Les matériaux galvanisés seront, avant galvanisation, d'épaisseurs égales ou supérieures aux valeurs suivantes :

- membrures principales du fut et des consoles et éléments de fondations enfouis dans le sol : 6 mm ;
- tirant des consoles : 5 mm ;
- goussets : 6 mm ;
- toute autre membrure : 4 mm.

Toutes les membrures inclinées à 30° ou moins sur l'horizontale doivent être de dimensions suffisantes pour supporter une charge de 1500 N sans déformation permanente.

Cette charge doit être indépendante de toutes les autres charges imposées et doit s'appliquer verticalement au point qui provoque la plus grande contrainte de flexion dans la membrure.

Les dimensions minimales des sections et hauteurs sont indiquées ci-dessous :

Description	Unité	Dimension minimale
Membrure avec effort calculé	mm	45 x 45 x 4
Membrure secondaire sans effort calculé	mm	35 x 35 x 4
Diamètre des boulons pour les membrures	mm	16
Diamètre des boulons pour les membrures redondant	mm	12

12.4.7 Connexions

Les connexions seront boulonnées. Les boulons et écrous seront à tête hexagonale de type isométrique.

Pour chaque type de pylône, on utilise une seule class de boulons et un aux deux diamètres.

Le diamètre minimal sera de 12 mm.

Les boulons devront être spécifiés avec une rondelle de blocage sous chaque écrou pour empêcher les écrous de se dévisser. Prévoir les cales obliques et rondelles d'espacement nécessaires.

La longueur de prise des boulons doit être sélectionnée de manière à ce que la longueur de la partie filetée ne se retrouve pas dans le plan de cisaillement et qu'une fois serré, le boulon dépasse l'écrou d'au moins deux filets.

Les têtes et les écrous des boulons doivent être de forme hexagonale et régulière.

Une rondelle ressort normalisée doit être prévue pour chaque boulon sous l'écrou.

La distance au bord des connexions boulonnées ne doit pas être inférieure à 1,5 fois le diamètre spécifié des boulons.

Dans tous les cas, le diamètre des trous ne doit pas être supérieur à la condition suivante, diamètre du boulon plus 1,5 mm.

Le dégagement autour des boulons sera suffisant pour permettre le serrage des boulons avec une clef ordinaire ou une clef à torsion calibrée.

Les assemblages doivent être calculés pour les efforts de pression diamétrale et de cisaillement, et non de frottement.

12.4.8 Consoles

Les consoles de même que le chevalet du câble de garde doivent être conçus comme des entités distinctes. Ceux-ci doivent être facilement montables et démontables de façon à permettre leur remplacement éventuel, sans dommage au reste du pylône.

12.4.9 Connexion à la fondation en béton

Le rapport de dimensionnement de chaque pylône devra inclure :

- Efforts critiques transmises en fondation, en deux versions :
 - Suivant axes orthogonaux XYZ
 - Suivant axes horizontaux XY et axe de l'embase
- Plan de la connexion à la fondation. Dans la transmission des efforts à la base des fondations on ne considère pas d'adhésion entre embase et béton. L'embase doit être de section égale ou supérieure à la section du pied connecté. Une méthode acceptée pour le dimensionnement est montrée dans ASCE 10-97.

Méthodes de dimensionnement alternatives doivent être approuvées par le MdO.

12.5 Matériaux

12.5.1 Acier de charpente

Les classes d'acier utilisées pour les membrures des pylônes et les fondations à grille métallique seront des aciers laminés de qualité conforme à la Norme EN 10025 ou similaire pour les nuances d'acier S235 et S355, respectivement acier standard et à haute résistance. Pièces soudées devront être de classe S355 JO. Normes équivalentes dans les pays devront être approuvées par le MdO.

12.5.2 Boulons

Les boulons utilisés seront de qualité conforme à la norme ISO/EN 20898 ou similaire approuvée.

Les dimensions seront conformes à la norme ISO/ EN 21461 ou similaire approuvé.

Las classes des boulons acceptées sont 5.6, 6.8, 8.8.

12.6 Détails et fabrication

12.6.1 Généralités

La fourniture soit en conformité avec les plans approuvés et exigences du devis.

Tous les éléments de pylônes et fondations en acier haute résistance soient facilement identifiables.

Les pièces soient droites et ajustées de façon à ce que les structures puissent être érigées parfaitement droites, sans effort ni déformation des pièces.

Assemblage sur le terrain soit facile. Toutes les pièces similaires doivent être interchangeables. Tous les trous perforés doivent être espacés avec précision de façon à ce que les charpentes puissent être érigées sans qu'il soit nécessaire d'aléser les trous ou de forcer les membrures indûment.

Les joints excentriques doivent être évités. S'il économiquement impossible de les éliminer complètement, il faut tenir compte des efforts supplémentaires qu'ils entraînent.

Le rapport largeur/épaisseur, b/t , d'une aile de cornière ne doit en aucun cas être supérieur à 20/1, « b » étant la largeur de l'aile la plus large et « t » l'épaisseur nominale de la cornière.

La largeur minimum de l'aile d'une cornière servant d'attache doit être de deux fois le diamètre du boulon plus 12,5 mm.

Si des boulons de diamètre différent doivent être utilisés, quelle que soit leur qualité, la différence minimum des diamètres nominaux soit de 4 mm.

Dans la mesure du possible, les têtes et les écrous de boulons doivent pouvoir être serrés avec la même grosseur de clef de serrage.

Tous les étriers doivent avoir au moins six écrous.

Les joints faits au Chantier doivent être boulonnés, les tiges des boulons devant traverser complètement les pièces assemblées.

On réduira au minimum l'utilisation de goussets.

Les cornières de gabarit (s'il y a lieu) et les cornières de pylône doivent chevaucher la partie extérieure des embases, afin de faciliter l'enlèvement du gabarit et la mise en place du pylône préassemblé, le cas échéant. Lorsque les cornières sont éclissées, la carre de la cornière intérieure doit être abattue pour pouvoir être logée contre le congé de la cornière extérieure.

L'espacement minimum entre les boulons doit être de deux diamètres centre à centre, plus 9,0 mm.

Les écarts minimums du centre des trous de boulons au bord des cornières doivent être les suivants :

<u>Diamètre du boulon</u>	<u>Bord laminé</u>	<u>Bord cisailé</u>	<u>Bord coupé au chalumeau</u>
12 mm	18 mm	18 mm	24 mm
16 mm	22 mm	24 mm	30 mm
20 mm	26 mm	30 mm	36 mm
24 mm	30 mm	36 mm	42 mm

L'écart mesuré entre le centre du dernier boulon à l'extrémité d'une cornière ou d'un gousset soumis à des charges en tension ne doit pas être inférieur à ceux donnés ci-dessus ou à la valeur suivante :

$$e = \frac{0,87P}{F_y t} + 0,38D$$

Où

e: Distance à l'extrémité

P : Charge dans le boulon

F_y : Limite élastique du matériau considéré

t : Épaisseur de la pièce

D : Diamètre nominal du boulon

La charge « P » dans le boulon doit inclure tous les facteurs de surcharge.

Les joints à éclisses doivent transmettre les charges maximales sans tenir compte des aboutements.

L'assemblage des cornières doit être tel que ne soit pas nécessaire de bloquer ou d'aplanir l'aile en saillie. Les membrures principales des consoles doivent être assemblées par au moins deux boulons à chacune de leurs extrémités.

Les éclisses doivent être situées aussi près que possible d'un nœud de charpente et au-dessus de celui-ci sur les pièces verticales ou inclinées.

L'espacement minimum entre le premier et le dernier boulon d'un joint à éclisse de cornière doit être égal au double de la largeur d'aile de la cornière recouverte la plus petite.

Le centre de gravité du groupe de boulons utilisés doit être aussi près que possible de celui des éléments composant le joint.

Les boulons, les écrous, les rondelles de remplissage et de blocage doivent être fournies en quantités suffisantes pour compenser les pertes normales au Chantier. Les quantités fournies doivent être supérieures d'au moins 10% à la quantité totale réelle.

12.6.1.1 Cornière double

Les cornières doubles doivent être retenues ensemble par des boulons régulièrement espacés. Ces espacements ne doivent pas être supérieurs à 1,0 mètre pour les cornières en tension ; pour les cornières en compression, ils doivent être tels que le rapport L/R d'une cornière simple entre ses points d'attache ne soit pas supérieur au rapport L/R de la cornière double et ne dépasse pas 1.0 m. Les cornières doubles doivent être jointes en au moins deux points situés entre les nœuds de charpente. Les cornières dont les ailes ont plus de 100 mm de longueur doivent être jointes par deux boulons et une plaque de remplissage

à chaque point (un boulon sur chaque ligne des trous). Les cornières dont les ailes ont au plus 100 mm de longueur doivent être jointes à chaque point par un boulon et une rondelle de remplissage placés sur la ligne de trusquin âge intérieure.

12.6.1.2 Membrures longues en tension

Les membrures en tension doivent être plus courtes que leurs longueurs théoriques. Les cornières de 3 m ou moins doivent être de 3 m plus courtes ; celles de plus de 3 m doivent être 3 mm plus courtes plus 1 mm additionnel pour chaque 3 m supplémentaires, jusqu'à un maximum de 6,0 mm.

12.6.1.3 Orientation de la membrure

Les membrures de pylône auront la partie plate positionnée en haut. Il n'y aura pas de « poches » ou de dépressions qui peuvent retenir l'eau.

12.6.1.4 Accessoires

Points d'attache des chaînes d'isolateurs des conducteurs et des câbles de garde

Les pylônes doivent être munis de points d'attache pour les chaînes d'isolateurs des conducteurs et des câbles de garde, tel que montré au tableau ci-dessous.

Type d'attache des chaînes d'isolateurs et des câbles de garde

Type de pylône	Type d'attache	
	Chaîne d'isolateur	Câble de garde
Alignement	Suspension	Suspension ou ancrage
Angle et arrêt	Ancrage	Ancrage

L'ancrage du câble de garde est utilisé sur pylônes de suspension pour la descente de le CGFO à la boîte de jonction.

Les attaches pour les chaînes d'isolateurs en suspension doivent comprendre un tenon à œil ou un étrier de capacité suffisante, installé dans la direction du conducteur, ou une manille convenable ou un vé de suspension permettant un balancement longitudinal de 180. Les accessoires pour les attaches en suspension de tous les câbles devront être en acier trempé de qualité suffisante pour empêcher toute usure prématurée. Les attaches d'ancrage de conducteur doivent comprendre une manille asymétrique permettant un balancement vertical de ± 25 degrés.

Les chaînes d'isolateurs doubles seront attachées aux consoles dans un seul point.

Trous additionnels pour travaux de montage et entretien seront prévus à cotée de tous les points d'attache de chaînes et au-dessus des bretelles.

Dans le cas de consoles à bout carré, deux étriers doivent être prévus, tandis que pour des consoles à bout pointu, un étrier doit être prévu.

L'attache en suspension pour le câble de garde aérien doit comprendre un étrier installé dans la direction du câble ou une manille, de capacité suffisante, permettant un balancement longitudinal de 180 degrés.

Les attaches d'ancrage pour le câble de garde aérien doivent être semblables à ceux pour chaînes d'isolateurs, excepté que la résistante à la rupture doit être 73,5 kN minimum.

12.6.1.5 Boulon échelon

Chaque pylône doit être muni de boulons échelons sur l'un des montants, à partir d'une hauteur au sol d'environ 2,5 mètres jusqu'aux consoles, puis jusqu'au sommet (point d'attache du câble de garde aérien). Les échelons doivent avoir au moins 16 mm de diamètre, être fournis avec deux écrous hexagonaux et rondelles ressort, d'une longueur minimale non filetée de 180 mm avec tête symétrique d'environ 35 mm de diamètre. Ils seront espacés alternativement d'environ 0,35 mètre (maximum de 0,40 mètre) sur la ligne de trusquinage de chaque aile des cornières. Chaque échelon doit pouvoir résister à une charge d'au moins 1300 N à la tête.

12.6.2 Marquage

Chaque membrure sera estampillée du numéro donné sur les plans. Les pièces identiques d'un même type de structure doivent avoir le même numéro et la marque d'identification doit être placée au même endroit sur chaque pièce.

La marque d'identification doit être poinçonnée dans l'acier, avant galvanisation, de chiffres d'une hauteur de 15 mm minimum, et de façon à être facilement lisible après galvanisation. La profondeur moyenne des empreintes ne doit pas être inférieure à 0,5 mm, elle ne doit, en aucun cas dépasser 1 mm.

La marque d'identification doit être située à une extrémité de façon à ne pas être cachée par d'autres pièces une fois l'assemblage complété.

12.6.3 Pliage

Le pliage peut être fait à froid ou à chaud, comme indiqué ci-dessous.

Le pliage à froid des angles est permis sur membrures secondaires avec aile moins de 100 mm et angle de pliage inférieure à 5° en acier à haute résistance, 10° en acier standard.

Les membrures principales des pylônes seront pliées à chaud.

Le pliage à chaud doit être fait de manière à maintenir intact la section initiale et à ne pas amenuiser les propriétés physiques du matériau.

Tenant compte des températures et taux de refroidissement, les arêtes dans la région du pliage doivent être meulées à un rayon approprié de façon à prévenir toute fissure pouvant résulter d'une concentration de contraintes induites.

La ligne de pliage doit toujours être perpendiculaire au sens du laminage.

Compte tenu des effets du pliage, il appartient à l'Entrepreneur de faire les ajustements nécessaires et de planifier les phases de perforation des trous requis.

12.6.4 Poinçonnage

Les poinçons et matrices seront tranchants et nets, tous les trous poinçonnés seront ronds, selon les cotes et sans bavures ni bords effilochés. Le poinçonnage est permis dans des matériaux n'excédant pas 16 mm d'épaisseur. Les matériaux de plus de 16 mm d'épaisseur seront forés au diamètre requis ou poinçonnés plus petits et alésés. Dans ce dernier cas, le diamètre de la matrice doit être d'au moins 1,5 mm plus petit que le diamètre nominal des boulons.

Le bouchage à la soudure des trous percés au mauvais endroit ne sera pas permis sans autorisation spéciale. Ladite soudure sera conforme aux exigences du paragraphe « Soudure ».

12.6.5 Soudure

Il faut utiliser la soudure seulement aux endroits montrés sur les plans approuvés.

Toute soudure sera faite à l'arc électrique par un personnel dûment qualifié selon les Normes applicables. Toute soudure sera conforme aux exigences des normes applicables.

Toutes les soudures, à l'exception des cordons, doivent être des soudures de pleine pénétration indépendamment des symboles de soudure indiqués sur les plans.

Toutes les soudures sont sujets des vérifications de qualité sur une base statistique et les essais de vérification seront faits en accord avec les normes applicables telles qu'EN 288 ou ASTM E 94 ou équivalent approuvé.

12.6.6 Tolérances

L'écart entre la pente spécifiée sur les plans et la pente réelle des pièces pliées ne doit pas être supérieur à 1/150.

L'écart de déviation entre deux points latéralement supportés d'une membrure en compression ne doit pas être supérieur à 1/1000 de la distance entre ces deux points.

À moins d'indication contraire, l'écart entre les dimensions spécifiées sur les plans et les dimensions réelles après fabrication ne doit pas être supérieur à 1,5 mm.

12.6.7 Galvanisation

Toutes les fournitures en acier doivent être galvanisées.

La galvanisation sera conforme à la norme ISO/ EN 14713 ou similaire approuvée.

L'Entrepreneur devra être en mesure de certifier le zinc utilisé par lot de galvanisation en produisant les certificats d'analyse requis.

L'Entrepreneur devra s'assurer que les précautions relatives à la ductilité, le gauchissement et distorsion ont été prises en compte lors du procédé de galvanisation.

L'épaisseur minimale du revêtement de zinc sur les cornières, plaques et goussets sera de 120 µm, sur les boulons 55 µm.

Toutes les pièces doivent être complètement fabriquées avant la galvanisation. Aucune opération de soudage, poinçonnage, pliage, coupage et autre n'est permise après la galvanisation, sauf le taraudage des écrous.

Après la galvanisation toutes les pièces doivent être protégées contre la formation de taches dues à l'entreposage (rouille blanche).

12.6.8 Essais d'assemblage

Chaque type de pylône devra être soumis à un essai d'assemblage en atelier de façon à ce que toute composante différente d'un même type ait été assemblée ou montée au moins une fois.

Le but des essais d'assemblage et de montage est de déceler et de corriger en atelier tout défaut susceptible de causer des difficultés d'assemblage des éléments de structures lors de leur montage au chantier.

L'Entrepreneur pourra, à sa convenance, faire les essais de montage et d'assemblage par section à la condition que l'ajustement du raccordement entre deux sections consécutives ou adjacentes soit vérifié.

Les essais de montage devront être effectués avec des membrures complètement fabriquées, soit avant ou après galvanisation et en utilisant la même visserie et quincaillerie que celles spécifiées dans le présent document.

12.6.9 Emballage

Les méthodes d'emballage ainsi que le détail des listes de colisage sont la responsabilité de l'Entrepreneur et doivent être soumises à l'approbation de l'Ingénieur, lequel se réserve le droit d'inspecter les fournitures et leur emballage avant leur expédition.

Les exigences d'emballage doivent assurer que les fournitures puissent subir, sans dommage ou détérioration, le transport maritime et terrestre ainsi que toutes les opérations de manutention et transbordement jusqu'au lieu de destination. Tout le matériel galvanisé sera convenablement protégé contre le risque de corrosion tel que la formation de « rouille blanche » susceptible d'être causée par l'eau, l'air salin et l'humidité prolongé.

Entretoise entre barres seront placée pour garantir une aération suffisant pour la protection.

12.7 Essais de mise en charge (essais de type)

Les essais de mise en charge de tous les pylônes seront effectués en accord avec la norme CEI 652.

La méthodologie détaillée des essais, incluant les cas de charge retenus pour les essais, seront soumis à l'approbation de l'Ingénieur avant le démarrage de ceux-ci.

Les parties structurelles, soumises à essais de charge ne seront pas utilisées en ligne ou dans les matériaux en surplus.

Après le bon résultat de l'essai de charge le pylône sera soumis à l'essai de destruction.

Les prototypes essayés seront avec l'extension la plus haute et le 4 pieds les plus longs.

12.8 Réception

Les essais suivants seront effectués à la réception.

Contrôle visuel et les tolérances

Toute la fourniture pourra subir un contrôle visuel. Il sera vérifié en particulier que les profiles et goussets sont exempts d'ondulation locale et que toutes les pièces sont exemptes de bavures et d'imperfections.

Il sera procédé au contrôle des dimensions et des tolérances d'exécution sur 0,5% au moins des pièces présentées à l'inspection.

12.8.1 Essais sur les barres

Avant expédition d'un lot complet de pylônes, il y aura le prélèvement 10 barres et des éprouvettes obtenues de chaque barre, il sera procédé à un essai de traction à la rupture et d'allongement et à un essai de galvanisation.

L'examen de la galvanisation sera limité à l'aspect et mesure de l'épaisseur à l'aide d'un essai non destructif.

12.8.2 Contrôle des boulons, écrous et rondelles

Le 0,5% des pièces seront soumis à :

- Un essai de traction, munis de leurs écrous, étant montés sur la machine de traction au moyen d'un dispositif approprié. La résistance à la rupture sera au moins égale à la limite inférieure de rupture déclarée par la norme applique ;
- Contrôle de la galvanisation : le contrôle sera exécuté avec immersions dans une solution de sulfate de cuivre.

12.9 Accessoires et plaques signalétiques

Chaque pylône sera équipé de plaques d'identification et d'avertissement, de plaques d'identification des phases, de plaques anti accrochage ainsi que d'un dispositif anti- escalade. De plus, les pylônes de suspension ont un dispositif de protection (pour les oiseaux) des isolateurs à l'extrémité des consoles.

12.9.1 Ceinture anti-escalade

Les pylônes sont garnis à une hauteur comprise entre trois et six m du sol d'une ceinture de défenses comportant une rangée de pointes dirigées vers l'intérieur et vers l'extérieur du pylône d'au moins 0,20 m de longueur et fixées de telle sorte que l'escalade du pylône soit rendue difficile sans moyens spéciaux.

Si nécessaire, cette ceinture sera complétée par des défenses fixées sur les bancs de contreventement situées éventuellement dans le même plan.

La ceinture anti-escalade doit être pourvue d'une porte d'accès localisée près du montant pourvus de boulons échelons. La porte doit être pourvue de charnières et d'un système de verrouillage constitué de boulon, écrou et rondelle de blocage.

La ceinture anti-escalade sera conçue de façon à pouvoir l'adapter sans problème à toutes les combinaisons de montage des pylônes quel que soit le type de tronçon de rallonge ou rallonge de pieds utilisé.

12.9.2 Plaques signalétiques

Tous les pylônes doivent être munis de plaques d'identification et de numérotation pour repérage au sol ainsi que de plaques « Danger de mort » réglementaires fixées sur chaque support au-dessous de la ceinture de défenses.

Des plaques de repérage par hélicoptère doivent également être fixées à la partie haute des supports, à raison d'une plaque tous les dix pylônes.

Les plaques doivent être d'un type approuvé capable de résister à toute forme d'altération associée aux conditions climatiques in situ.

Les plaques seront fixées aux pylônes de façon adéquate.

Les inscriptions seront rédigées en français.

Les modèles de plaques, les modes d'attachement ainsi que les inscriptions devront être préalablement approuvés par le Maître d'œuvre.

12.9.3 Plaques Danger

Les plaques auront des dimensions de 300 mm de hauteur par 400 mm de largeur. Les inscriptions seront de couleur rouge sur fond blanc et seront fixées sur la face transversale des pylônes.

12.9.4 Plaques de numérotation pour repérage au sol

Les plaques seront de dimensions 200 mm x 300 mm de largeur.

Les inscriptions identifiant la ligne ainsi que le numéro du pylône seront de couleur noire sur fond blanc.

12.9.5 Plaques de numérotation pour repérage aérien

Les plaques seront de dimensions suffisantes pour permettre des inscriptions en noir sur fond jaune de hauteur minimale 200 mm. Ces plaques seront fixées de manière adéquate au sommet du chevalet du câble de garde.

12.9.6 Plaques d'identification des phases

Le système d'identification des phases doit être soumis pour approbation.

13 ISOLATEURS ET ACCESSOIRES

13.1 Généralités

L'Entrepreneur devra fournir les chaînes d'isolateurs requises pour l'ancrage et la suspension des conducteurs. Les chaînes doivent être constituées avec des accessoires (ferrures) permettant l'entretien sous tension (voir les plans en annexes).

Les chaînes d'ancrage des conducteurs incluant celles de raccordement aux structures des postes d'extrémités doivent être pourvues d'un tourniquet à vis ajustable (tendeur). Nulle part ailleurs il ne sera fait usage d'accessoires de ligne comportant des filets sollicités en tension.

Fournir tous les accessoires nécessaires pour constituer des assemblages complets d'ancrage et de suspension du câble de garde de type AACSR et de type CGFO.

Les manchons d'ancrage des câbles doivent être de type à compression.

L'Entrepreneur devra :

- fournir tous les autres accessoires et matériels nécessaires de ligne, tels que les manchons de jonction et de réparation, les amortisseurs de vibrations y compris ceux nécessaires pour le CGFO et les entretoises ou les entretoises amortisseurs des conducteurs, de même que toutes les pinces et raccords nécessaires pour la mise à la terre du câble de garde du type AACSR.
- fournir toutes les chaînes d'isolateurs, de suspension et d'ancrage, avec dispositif d'amorçage à chaque extrémité de la chaîne (corne-raquette).

Les caractéristiques techniques et les normes pour fabrication et essais de type et essais de réception sont indiquées dans les Fiches Techniques.

13.2 Isolateurs

13.2.1 Isolateurs de phase

Le niveau d'isolation requis est considéré le même que la ligne existante 225 kV entre Manantali et Sakal , de même qu'entre Manantali et Bamako.

Le niveau d'isolation correspond à un niveau de pollution extrême avec une ligne de fuite minimale de 25 mm/kV.

Les isolateurs seront de type capot et tige, aérodynamique en verre trempé avec résistance électromécanique 120 kN. Les caractéristiques des chaînes et des isolateurs sont reprises dans les Fiches Techniques.

- Rotule et logement de rotule sans nervure (profil ouvert), diamètre de 380 mm, ligne de fuite minimum de 340 mm et résistance électromécanique conforme aux charges appliquées et facteur de sécurité spécifiques.

- Tous les isolateurs seront munis d'une bague anti- corrosion en zinc et d'une goupille en acier inoxydable.
- La jupe isolante doit être en verre trempé de bonne qualité commerciale et exempt de tout défaut susceptible d'affecter la durée de vie et les propriétés électromécaniques de l'isolateur.
- Le fini de surface doit être exempt de toute aspérité ou autre imperfection susceptible de causer des concentrations d'efforts ou effluves couronne indues.
- Une bague anticorrosion en alliage de zinc est requise
- Les goupilles doivent être en acier inoxydable et conçues de façon à éliminer toute effluve couronne et à assurer un verrouillage sécuritaire.

Les chaînes doubles en suspension sont utilisées pour les traversées de routes, rivières, chemins de fer et autres endroits stratégiques. Les caractéristiques électromagnétiques sont présentées au tableau 11.2.1-1.

Calcul du nombre d'isolateurs par chaîne :

- Tension nominale : 225 kV ; Tension maximale : 245 kV ;
- Ligne de fuite d'un isolateur : 340 mm ;
- Ligne de fuite nominale (selon la norme CEI 60815 pour la pollution) : 25 mm/kV.

Donc :

- $245\text{kV} \times 25\text{mm/kV} = 6\,125\text{ mm.}$
- $6\,125\text{ mm}/340\text{ mm} = 18.01.$

Un minimum de vingt-trois isolateurs est recommandé.

La distance d'isolement phase-masse requise étant déterminée à 2 100 mm, le choix de vingt-trois isolateurs avec un espacement de 146 mm chacun devra être vérifié selon les cornes d'arc utilisées.

Les isolateurs et les accessoires seront conçus de sorte que leurs facteurs de sécurité ne soient pas inférieurs à 2.0 dans les conditions de charge les plus défavorables pour les isolateurs et à 2.2 pour les accessoires. Ces données sont présentées dans le tableau ci- dessous.

Tableau 18 : Caractéristiques des isolateurs 225 kV

	Isolateurs		Dispositif d'amorçage
	Nombre	Type	
Chaîne simple en	19	120 kN - 380 x 130 mm	Cornes - raquettes
Chaîne double en	2 x19	120 kN - 380 x 130 mm	Cornes - raquettes
Chaîne simple en arrêt	2 x20	120 kN - 380 x 130mm	Cornes - raquettes

13.2.2 Galvanisation

Toutes les pièces de métal autre que l'acier inoxydable doivent être galvanisées en accord avec la norme applicable (épaisseur minimale de zinc sera 0.85 m).

13.2.3 Identification

Chaque isolateur doit être identifié de façon à faire apparaître la valeur de la résistance combinée (valeur exprimée en kN).

L'identification des isolateurs devra être faite sur le capot, avant la galvanisation. Le marquage doit être facilement lisible et durable après galvanisation.

13.3 Chaînes d'isolateurs

Les chaînes de suspension sont simples à « I ». Les chaînes d'ancrage ont deux files d'isolateurs par chaîne. Les assemblages typiques sont montres dans les plans en annexés.

Pour les traversées de haute route, chemin de fer, autres lignes électriques HT et fleuves, les chaînes doubles de suspension seront appliquées.

La chaîne complète inclue isolateurs, armements, pinces, manchons d'ancrage et barrettes (Armor rod), dispositifs d'amorçage.

Les chaînes d'isolateurs doivent être soumises aux essais de type, en accord avec les normes indiquées en point 8.1.

Les essais sont :

- essais de type (électrique) sur chaîne complète et amortissements montés sur pièce de conducteur (ou son simulacre) à des valeurs spécifiées dans le plan électrique, au paragraphe 5.3 :
- essais couronne, RIV, voltage

- essais power arcb - essais d'acceptation (mécanique) : sur toutes les pièces d'armements et accessoires, pour vérifier la résistance mécanique de conception (résistance a rupture glissement etc.).

Pour respecter les dégagements électriques internes des contrepoids peuvent être appliqués à la chaîne de suspension en vérifiant les dégagements électriques. Le poids maximum accepté est 250 kg.

La ligne de fuite totale minimale sera :

- Chaîne de suspension 6300 mm
- Chaîne d'ancrage 6600 mm

Les types de chaînes et la résistance a rupture sont les suivantes (pour câble 2x SAPSUCKER) :

- chaîne de suspension simple :120 kN
- chaîne de suspension double :120 kN
- chaîne d'ancrage double : 240 kN (2x120)
- chaîne d'ancrage simple (portée lâche) :120 kN

Toutes les chaînes de suspension des phases auront double corne coté pylône, double raquette coté ligne. Les chaînes d'ancrage des phases auront corne simple coté pylône et raquette simple coté ligne, vers le haut.

Les chaînes d'isolateurs pour les câbles de garde (AACSR et OPPC) auront un corne simple coté pylône et coté ligne.

Chaque chaîne d'ancrage des phases doit être équipée avec deux tendeurs d'ancrage.

Une rallonge réglable peut être nécessaire entre pylône et chaîne d'ancrage pour garantir les dégagements électriques en angle.

13.3.1 Composition des chaînes de suspension

La chaîne de suspension sera employée en alignement et dans les angles inférieurs ou égaux à 2 degrés. En général, des chaînes de suspension simples seront utilisées sauf pour la traversée des routes, des rivières, des lignes électriques HT, fleuves ou un autre obstacle important, l'utilisation des chaînes doubles d'isolateurs sera requise.

Les chaînes de suspension seront constituées des éléments suivants :

- d'une manille,
- d'un œillet à rotule,
- des cornes de protection supérieures,
- des raquettes de protections inférieures,
- d'un ball socket,
- d'un palonnier
- de pinces de suspension du conducteur ;
- d'un ensemble de contrepoids si requis,
- d'une garniture de protection (Armor Rod)

Les garnitures de protection (armor rod) seront utilisées au niveau des pinces de suspension des conducteurs et des câbles de garde.

Toutes les chaînes de suspension des phases auront une double corne coté pylône, double raquettes coté ligne.

Pour respecter les dégagements électriques internes, des contrepoids pourront être appliqués à la chaîne de suspension en vérifiant les dégagements électriques. Le poids maximum accepté est 250 kg.

Le schéma de la chaîne de suspension est donné en Annexe n°4 Plan N° L-100-02.

13.3.2 Composition des chaînes d'ancrage

Les chaînes doubles d'isolateurs seront utilisées.

Pour éviter la détérioration des conducteurs et des isolateurs sous l'effet d'arc électrique, les chaînes seront équipées à chaque extrémité de composantes de protection. La distance de garde entre les cornes d'arc est de 2 100 mm.

Les chaines d'ancrage sont constituées des éléments suivants :

- d'une manille,
- d'une rallonge
- d'un œillet à rotule,
- d'un palonnier supérieur des chapes à rotules
- des cornes de protection supérieures,
- des raquettes de protections inférieures,
- des ball socket,
- d'un palonnier inférieur
- d'un ensemble de manchons d'ancrage
- d'un manchon de dérivation pour bretelle d'un ensemble de tendeur à vis

Les chaines d'ancrage des phases auront une corne simple coté pylône et raquette simple coté ligne, vers le haut.

Chaque chaîne d'ancrage des phases devra être équipée avec deux tendeurs d'ancrage. Une rallonge réglable pourra être nécessaire entre pylône et chaîne d'ancrage pour garantir les dégagements électriques en angle.

Le schéma de la chaîne d'ancrage est donné en Annexe n°5 Plan L-100-03.

13.3.3 Essais

En plus des essais sur les isolateurs, les chaînes complètes d'isolateurs devront être soumises aux essais de type, en accord avec les normes.

Les essais sont :

- Essais de type (électrique) sur chaîne complète et amortisseurs montés sur pièce de conducteur (ou son simulacre) aux valeurs spécifiées dans le plan électrique ;
- Essais couronne, RIV, voltage ;
- Essais power arc - essais d'acceptation (mécanique) : sur toutes les pièces d'armements et accessoires, pour vérifier la résistance mécanique de conception (résistance à la rupture, glissement etc.).

13.4 Accessoires pour l'accrochage des câbles

13.4.1 Généralités

Les accessoires devront correspondre aux normes applicables pour l'acier galvanisé en fonte malléable. Il faudra concevoir tous les accessoires de chaîne nécessaires pour l'ancrage et la suspension des conducteurs de façon à obtenir un même niveau de résistance mécanique que celui spécifié pour les isolateurs.

Les accessoires de chaînes devront être conçus de façon à permettre l'entretien sous tension.

Les accessoires de chaînes devront être conçus de façon à ce que l'augmentation de température, en service, ne soit pas supérieure à celle du conducteur.

Il faudra s'assurer que la conductivité et la capacité de transport du courant des manchons de jonction, de dérivation et d'ancrage ne soient pas inférieures aux spécifications applicables du présent Marché.

Il faudra également s'assurer que la surface d'appui entre les accessoires de chaînes de liaison de même que le fini de surface des accessoires ne soient pas susceptibles de causer des concentrations d'efforts ou d'effluves couronne indues. Les contacts point-ligne sont interdits.

Les pièces devant assurer une bonne liaison électrique devront avoir des surfaces de contact adéquates, et être conçus de façon à minimiser toute forme de corrosion éventuelle, d'usure excessive et prématurée ou toute action préjudiciable causée par des métaux dialectiquement incompatibles.

13.4.2 Pincettes de suspension des conducteurs

La résistance minimale des pincettes mises à l'essai en suspension doit être au moins égale à celle des isolateurs.

Les pincettes doivent être conçues pour tenir les charges différentielles longitudinales de service du câble (conducteur et câbles de garde) tout en assurant une charge de glissement inférieure à la capacité nominale du câble.

Les pinces de suspension des conducteurs et du câble de garde « AACSR » seront à brides de serrage et les parties directement en contact avec les câbles seront en alliage d'aluminium.

Les pinces doivent être conçues pour permettre toute liberté d'oscillation dans le plan vertical, autour d'un axe transversal à la direction de la ligne. Le centre de rotation doit être à la même hauteur de l'axe du câble. La pince du câble de garde doit être pourvue d'une triple articulation permettant une liberté d'oscillation maximale.

Le rayon de courbure de la partie inférieure des pinces doit être de dimension suffisante pour assurer au câble un angle de sortie non-inférieur à l'angle maximal de service du câble correspondant. Les rayons de courbures enveloppant le câble en fond de gorge doivent être au moins égaux à celui du câble suspendu.

L'usage de garniture de protection fait de fils torsadés (Armor rod) est requis aux assemblages de suspension des câbles de garde et des conducteurs.

13.4.3 Ancrage et jonction des conducteurs ACSR et câble de garde AACSR

Les manchons seront composés d'un manchon en acier et d'un manchon en alliage d'aluminium, du type à compression. Les manchons doivent être fournis avec un composé de remplissage approprié.

Les manchons doivent être soumis aux essais mécaniques et électriques selon les normes applicables.

Les manchons d'ancrage et de jonction doivent résister à 95 % de la résistance nominale en tension du câble sans rupture du manchon ou du câble et sans glissement du câble dans la partie comprimée du manchon.

Les manchons d'ancrage doivent être conçus pour faciliter le raccordement des bretelles de continuité électrique des câbles.

Les plages de raccordement électrique des manchons d'ancrage et du manchon de raccordement des bretelles de continuité électriques doivent être temporairement protégées par l'application en usine d'un produit approprié, tel qu'une pellicule de plastique ou autre.

Les manchons de réparation seront de type à compression et en alliage d'aluminium.

13.4.4 Dispositifs d'amorçage

Un dispositif d'amorçage sera orienté pour donner une direction prédéterminée à l'arc, en dehors de la chaîne d'isolateurs. La conception doit être faite pour réduire de façon la plus raisonnable possible les dommages aux conducteurs, pinces, assemblage de l'isolateur, cornes de garde, et cela sous toutes

conditions. La résistance mécanique des raquettes à l'extrémité sous tension des phases doit être suffisante pour résister à un poids de 1 000 N appliqué à l'extrémité.

13.4.5 Accessoires pour CGFO

L'assemblage de suspension et ancrage du câblé CGFO est montré dans les Annexes.

La pince de suspension du câble de garde optique (CGFO) sera fournie avec fil torsadé (Armor rod) sur câble manchon de protection en néoprène et fil torsadé entre manchon et pince.

Les pinces de descente de câble seront fixées aux membrures du pylône à l'aide de boulons et écrous. Elles seront prévues pour la fixation de câble et fixées à des intervalles maximums de 1 m.

La pince d'ancrage du CGFO est fournie avec fil torsadé (Armor rod) sur câble et pince en fil préformé autoserrante. L'ancrage doit permettre soit la continuité, soit la descente à la boîte de jonction épissure :

1) Descente aux boîtes d'épissures sur pylônes en ligne.

La descente prévoit :

- b) Une bretelle de continuité électrique sur le pylône de ligne.
- c) Deux descentes en tension du CGFO entre bretelle et séparateur.
- d) Deux séparateurs isolants sans jonction.
- e) Deux câbles à fibres protégés par tuyaux flexibles entre séparateurs et boîte.

2) Descente aux boîtes d'épissures sur portique de poste

La descente prévoit :

- f) Une descente en tension du CGFO entre ligne et séparateur.
- g) Un séparateur isolant sans jonction.
- h) Un câble à fibres protégé par tuyau flexible entre séparateur et boîte.

L'enveloppe des boîtes d'épissure sera réalisée en métal résistant à la corrosion (alliage d'aluminium) et comprendra une rainure, dans laquelle sera installé un joint de Néoprène anti vieillissement de façon à assurer une étanchéité parfaite contre l'eau, la vapeur et la poussière. Le couvercle sera fixe à la boîte par de vis en acier inoxydable imperdables. Les boîtes seront munies de presse-étoupe étanches pour l'entrée des câbles.

La fixation de la boîte de jonction sur le pylône sera réalisée au moyen d'une structure spécifique en acier galvanisé incluant des brides de fixation pour les CGFO. Cette structure sera fixée aux membrures principales du pylône par serrage à vis.

A l'intérieur des boîtes d'épissures se trouvera un organisateur permettant la disposition de toutes les fibres optiques à relier, tout en réservant une longueur supplémentaire de fibre. Les fibres optiques seront reliées par fusion protégées par des gaines thermo rétractables et une plaque en acier inoxydable.

Une enveloppe extérieure en aluminium protégera les boîtes de jonction contre le rayonnement solaire.

La boîte d'épissure doit assurer l'entrée des câbles au-dessous de la base.

13.4.6 Galvanisation

Toutes les pièces de métal autre que l'acier inoxydable doivent être galvanisées en accord avec la norme applicable. L'épaisseur minimale du revêtement de zinc sur les cornières, plaques et goussets sera de 85 µm, sur les boulons 55 µm.

13.4.7 Système d'amortissement des vibrations

13.4.7.1 Amortisseurs de vibration

Avant toute commande, l'Entrepreneur doit proposer à l'Ingénieur le système d'amortisseurs pour conducteur et câbles de gardes pour les conditions de service spécifiées. La proposition sera fondée sur une étude d'atténuation des vibrations pour le cas spécifique du marché, faite par l'Entrepreneur.

Les systèmes seront :

- 1) conducteur, jumelée SAPSUCKER : amortisseurs type « stockbridge » ou similaire et entretoises/amortisseurs en portée, rigide en bretelles, avec une distance entre conducteurs du faisceau de 460 mm ;
- 2) câble de garde AACSR: amortisseurs type « stockbridge » ou similaire ;
- 3) Câble de garde GCFO : amortisseurs type « stockbridge » ou similaire, installée sur fils torsades (Armo Rods), à protection des fils extérieurs du câble.

L'Entrepreneur devra :

- fournir tous les résultats d'essais et tous autres calculs et données pertinentes démontrant l'efficacité des amortisseurs proposés. Les données pertinentes devront préciser le nombre d'amortisseurs requis suivant la longueur des portées, de même que leur emplacement par rapport aux pylônes adjacents. En aucun cas, le nombre d'amortisseurs par portée ne sera inférieur à ce qui suit :

- deux amortisseurs par conducteur et par portée de longueur jusqu'au 500 m ;
- >2 amortisseurs par conducteur et par portée de longueur plus grande que 500 m ;
- s'assurer que les amortisseurs puissent être fixés aux câbles aériens de façon sécuritaire et sans risque de dommage pour ces derniers ;
- la partie des pinces de fixation directement en contact avec les câbles doit être constituée de matériau apte à éviter toute forme d'action galvanique préjudiciable.

13.4.8 Entretoises rigides

Avant toute commande, l'Entrepreneur devra proposer au MO et à l'Ingénieur un type d'entretoise rigide pour l'écartement des conducteurs pour les conditions de service spécifiées. La distance entre conducteurs du faisceau à respecter est de 460 mm ;

13.4.9 Balisage

13.4.9.1 Généralités

L'Entrepreneur doit prévoir le balisage de la ligne si demandé par le MdO ou par les autorités locales.

L'installation de balises sur le câble de garde, l'installation de balises lumineuses sur les pylônes ainsi que le peinturage des pylônes, lorsque requis, doivent être conformes à la norme internationale en vigueur.

13.4.9.2 Balisage lumineux

Si le Maître de l'Ouvrage / les autorités locales le demandent, des tronçons de lignes sélectionnés seront équipés d'un balisage lumineux indiquant les obstacles, conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale.

Les balises lumineuses pour la navigation aérienne auront les caractéristiques suivantes :

Système d'éclairage à faisceau LED (Light Emitting Diode) à alimentation solaire ;

Deux ampoules par sommet de pylône, dont une seule sera allumée à la fois (relais de permutation) ;

Intensité lumineuse minimum de 100 candelas pour les systèmes alimentés par câble et de 10 candelas pour les systèmes à alimentation solaire, lumière rouge fixe pour l'aviation ;

Durée de vie minimum des ampoules de 20.000 heures ;

Tous les composants seront résistants à la corrosion en milieu marin (acier inoxydable A4 uniquement) ;

Eclairage automatique fiable durant toutes les heures d'obscurité avec une intensité lumineuse visible telle que stipulé dans les documents OACI.

Le système proposé devra être complet et approfondi à tous les égards. Si le Soumissionnaire propose un système alimenté par câbles, ce dernier devra résister à la haute tension produite en cas de défaut à la terre sur la ligne. Il comprendra un régulateur d'intensité à courant constant, un câble haute tension, une commande d'intensité d'éclairage, un équipement de protection, des transformateurs d'isolation, des parafoudres etc. Le raccordement et le câblage à une alimentation secteur fiable sont également considérés comme inclus.

En cas où le Soumissionnaire propose un système à alimentation solaire, il garantira une maintenance de la batterie à intervalle d'au moins 5 ans et le même flux lumineux que ci-dessus, même si les cellules solaires sont poussiéreuses. La capacité nominale des panneaux photovoltaïques diminuera avec l'âge et en sus de 40% en raison des dépôts de poussières à la surface des panneaux. Le bord supérieur des panneaux sera équipé de rangées de pics en acier inoxydable empêchant les oiseaux de s'y installer.

Il faut mentionner également que les équipements seront livrés avec les pièces de rechange nécessaires tel que recommandé par le fabricant pour une période de service de cinq ans. Les frais de livraison doivent être indiqués dans les bordereaux de prix.

13.4.9.3 Sphères de balisage

Les sphères de balisage auront un diamètre de 600 mm et seront en fibre de verre. Ces sphères seront de couleur, qui ne ternira pas au soleil. Elles seront composées de deux demi-sphères faciles à monter et à fixer aux câbles. Il faudra prévoir l'écoulement de l'eau (humidité) de la sphère. Toutes les pièces en métal servant à maintenir la sphère en place (empêchant toute torsion et glissement) seront en acier doux galvanisé.

Les sphères seront montées sur les câbles de garde de la ligne. Le positionnement des sphères répondra aux exigences suivantes :

- Le système comprendra des sphères blanches (RAL 9010), alternant avec des sphères rouges (RAL 3000)

- La première et la dernière sphère de toute portée sera à environ 15 m des pylônes définissant la portée
- Les pinces de fixation des sphères de la CGFO seront installées avec l'interposition des fils préformés, à fournir pour chacune des sphères. Ils seront montés entre la coquille de la sphère et le CGFO
- Le type et les détails de construction des sphères seront à fixer en étroite collaboration avec le fabricant du CGFO afin d'éviter toute contrainte excessive sur les CGFO.

13.4.9.4 Balisage Avifaune

L'étude avifaune du lac Magui en cours de finalisation donnera des informations que l'Entreprise devra exploiter pour proposer des solutions adéquates en termes de balisage Avifaune.

13.4.10 Peinture des pylônes

Si le Maître de l'Ouvrage / les autorités locales le demande, les pylônes ou le sommet des pylônes de certains tronçons de ligne seront peints en rouge et blanc conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale.

La peinture des pylônes est à approuver par le MdO.

13.4.10.1 Nettoyage

Avant le traitement chimique/préparation des surfaces, les surfaces galvanisées seront soigneusement nettoyées en les brossant à l'eau fraîche pour éliminer toutes les substances étrangères telles que le sel, la rouille blanche et les produits de corrosion du zinc, la poussière, le sable et la saleté. La procédure de traitement chimique des surfaces en acier galvanisé sera soumise à l'approbation du MdO.

Avant de commencer la peinture, les surfaces galvanisées seront soigneusement contrôlées pour détecter tout dommage, défaut ou impureté. Si de la rouille blanche et des produits de corrosion persistent, il faudra procéder à un décapage par projection ou par brossage mécanique. Il faudra cependant éviter de ternir les surfaces. Dans certains cas spécifiques, où de sérieux dommages ont été constatés, une ré-galvanisation sera nécessaire.

Les surfaces ainsi préparées devront être approuvées par le MdO avant d'appliquer la peinture.

13.4.10.2 Peinture

Pour une meilleure adhésion et protection anticorrosive, on appliquera une première couche de peinture de fond au pinceau ou uniquement par pulvérisation sans air. Toutes les autres couches de peinture seront à appliquer au rouleau ou par pulvérisation selon les recommandations du fabricant des peintures :

- Première couche de peinture de fond
- Deuxième couche / couche intermédiaire
- Couche finale de couleur rouge ou blanche.

Toutes les surfaces à peindre seront exemptes d'humidité (absolument sèches) et la peinture ne sera pas appliquée :

- si la surface à peindre a une température supérieure à 50°C ;
- si l'humidité relative dépasse 85% ou la température de la surface à peindre est à moins de 3° ou inférieur au point de rosée ;
- s'il pleut.

Toutes les finitions seront propres et bien faites. Chaque couche de peinture couvrira complètement et uniformément la couche inférieure. En fonction des exigences imposées par les autorités, on appliquera plusieurs couches de peinture époxy.

L'application des couches successives de peinture doit se faire sans retard mais en veillant à ce que la couche précédente soit bien sèche ou en suivant les instructions d'utilisation de la peinture avant d'appliquer la couche suivante. Avant de porter une nouvelle couche sur une surface peinte, la peinture existante doit être nettoyée pour en ôter toute matière étrangère et poncée, si nécessaire.

La couche de peinture ne dépassera pas l'épaisseur maximum spécifiée par le fabricant.

14. MISE À LA TERRE

14.1 Généralités

L'Entrepreneur devra fournir tous les matériaux nécessaires pour obtenir une résistance maximale de 17 Ω par pylône, lorsque mesurée avec le câble de garde déconnecté ou non posé, sauf pour les trois premiers et les trois derniers kilomètres de la ligne, où la résistance devra être inférieure à 10 Ω .

Pour ce faire, deux améliorations de terre devront être installées aux trois premiers et aux trois derniers kilomètres ; pour le restant de la ligne, un conducteur de longueur suffisante devra être raccordé à au moins deux pieds du pylône. Si la résistance de terre est encore plus élevée que 17Ω , des câbles de MALT additionnels doivent être installés par étape sur chacun des pieds du pylône.

La longueur du câble de MALT pour chaque pylône devra être limitée à environ quinze mètres.

14.2 Matériel de MALT

La connexion à la terre sera réalisée par du feuillard en acier galvanisé de dimension 50x5 connecté par une cosse adaptée à un piquet de mise à la terre. Les piquets seront en acier cuivrés avec un diamètre de 15 mm et une longueur de 1,5 m.

Note : Cf. Annexe n°08 Plan L-100-08.

Un schéma de la connexion de mise à la terre aux pylônes devra être remis pour approbation par le MO et/ou l'Ingénieur.

14.3 Améliorations des MALT

Les améliorations seront réalisées par du fil Armco de 8 mm de diamètre en fer pur.

14.4 Matériel de Surplus

14.4.1 Surplus pour construction

Les quantités décrites dans les bordereaux tiennent compte d'un surplus pour tout le matériel de ligne.

14.4.2 Surplus pour entretien

Dans le Bordereaux de prix les quantités préliminaires de matériaux supplémentaires à fournir pour assurer l'entretien de la ligne sont inclus (pièces de rechange obligatoires).

La liste définitive sera négociée et déterminée avec l'adjudicataire après la fin des travaux.

15. PIECES DE RECHANGE MATERIEL

Les quantités des pièces de rechange sont décrites dans les Bordereaux de Prix.

15.1 Pièces de rechange pour entretien

Dans le Bordereaux de Prix, les quantités préliminaires de matériaux supplémentaires à fournir pour assurer l'entretien de la ligne seront inclus (pièces de rechange obligatoires).

La liste définitive sera négociée et déterminée avec l'adjudicataire après la fin des travaux.

16 OUTILLAGE

L'Entrepreneur devra fournir la liste des outils décrit dans le tableau suivant. Un descriptif de l'outillage devra être approuvé par le MO et/ou l'Ingénieur. Les conditions optimales d'utilisation des outillages et équipements est comprise entre 20°C et 45 °C.

Item	DESIGNATION	QUANTITE
1	Soudeuse optique	1
2	Réflexomètre optique OTDR	1
3	Outillages optiques	1
4	Presse hydraulique	2
5	Jeu de matrices pour conducteur SAPSUCKER pour	2
6	Jeu de matrices pour câble de garde AACSR	2
7	Grenouille pour conducteur SAPSUCKER	6
8	Grenouille pour câble de garde AACSR	2
9	Grenouille pour CGFO	2
10	Chaussette pour conducteur SAPSUCKER	6
11	Chaussette câble de garde AACSR	2
12	Chaussette pour CGFO	2
13	Poulie à crochet de sécurité	2
14	Poulie de déroulage pour conducteur	12
15	Poulie de déroulage pour câble de garde + CGFO	4
16	Tire fort 3,2 tonnes	3
17	Tire fort 1,6 tonnes	3
18	Appareil de mesure de résistance de terre	1
19	Échelle aluminium à crochet pour suspension	2
20	Plateforme de travail en aluminium à crochet	2

21	Equipement de Mise à la terre des lignes	4
22	Harnais complet de sécurité	10

17 RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES ET GEOLOGIQUES

17.1 Reconnaissance géologique préliminaire

A la signature du Contrat, l'Entrepreneur procédera à une caractérisation géologique le long du tracé en se basant sur :

- l'examen de coupes géologiques le long des routes ou cours d'eau dans les corridors à l'étude;
- des données tirées de rapports d'études existants ;
- l'interprétation des photos aériennes existantes et
- les connaissances et l'expérience de géologues relativement aux formations géologiques de surface dans la sous-région.

Cette reconnaissance géologique préliminaire lui permettra de caractériser les sols et les types de matériaux géologiques présents à la surface du sol le long de l'axe de la ligne, dans lesquels seront implantés les fondations des pylônes.

A l'issue de cette caractérisation géologique, l'Entrepreneur définira un programme d'investigations géologiques et géotechniques selon les principes énoncés ci-après. Il soumettra ensuite ce programme au Maître d'Ouvrage et à l'Ingénieur pour validation.

17.2 Campagne d'investigations géotechniques et géologiques

17.2.1 Généralités

Le type de sol devra être identifié sur la base de données résultant d'une investigation de sol effectuée au même emplacement. Le type de fondation approprié sera sélectionné en conséquence.

Les méthodes spécifiées pour l'investigation à chaque emplacement de pylône sont indiquées ci-après. Il est à noter que, dans les cas où il y a plus d'une méthode spécifiée pour l'investigation des sols, l'Entrepreneur a le choix entre les méthodes spécifiées.

Les investigations à chaque emplacement de pylône doivent se prolonger sous l'assise des fondations jusqu'à au moins 2 fois la plus petite dimension de la base de la fondation prévue, mais pas moins de 3 mètres sous la surface du sol, et 1 m sous la surface du roc.

Toute méthode d'investigation, proposée par l'Entrepreneur et acceptée par l'Ingénieur et qui ne comprend pas d'échantillonnage de sol in-situ devra nécessairement être complétée par une description des sols en place, à effectuer lors de la phase d'excavation.

La campagne d'investigations géotechniques et géologiques devra être réalisée par un laboratoire spécialisé dans les sondages et essais de laboratoires géotechniques. Avant de confier la campagne d'investigations à la société qu'il a identifié, l'Entrepreneur devra soumettre au Maître d'Ouvrage un dossier d'approbation composé des principales références de la société, des moyens matériels et humains dont elle dispose.

17.2.2 Méthodes d'investigation

Les investigations seront réalisées sur des sols non perturbés (pas sur sol de remblayage) permettant d'identifier le type de sol et en corrélation avec le calcul des fondations, de sélectionner le type de fondation la plus adaptée.

a) Pour les sols rocheux

Les investigations consistent en des forages dans la roche avec prélèvement d'échantillons pour identification et essais de résistance si nécessaire.

b) Pour les sols granulaires (pulvérulents)

b1) Des essais de pénétration dynamique standard (SPT) réalisés en conformité avec la norme ASTM D1586.

La méthode devra nécessairement être complétée par une description détaillée des sols en place. Les sols échantillonnés in-situ pourront être identifiés suivant la procédure d'identification donnée à la figure 7 du document "Earth Manual, U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Second Edition, 1974". Dans le cas où deux types de grains sont rencontrés à un même emplacement, la nature des sols audit emplacement devra être associée au sol prédominant sur plus de 50% en profondeur ainsi que sur la moyenne des valeurs N établies à tous les demi-mètres de profondeur.

b2) Le pénétromètre statique hollandais "Dutch Cone"

La méthode devra être complétée par une interprétation stratigraphique déduite des résultats d'essais.

b3) Une combinaison entre une des deux méthodes b1) et b2) et n'importe quelle autre méthode que l'Entrepreneur voudrait proposer, à la condition que les prescriptions suivantes soient respectées

La méthode b1) ou b2) devra être utilisée pour l'investigation d'au moins 20 emplacements de pylônes d'arrêt et d'angle.

La méthode proposée par l'Entrepreneur devra être de pratique reconnue et avoir été utilisée avec succès au moins dans une ligne de transport comparable. La proposition devra être accompagnée d'une documentation technique complète et détaillée. De plus, une corrélation entre la méthode proposée et l'une des méthodes b1) ou b2) devra être établie et justifiée par l'Entrepreneur sur la base d'essais comparatifs effectués au moins aux mêmes 20 emplacements susmentionnés.

La méthode proposée par l'Entrepreneur sera applicable seulement pour les types de sol où la corrélation aura été établie et justifiée par l'Entrepreneur. Si la corrélation ne peut être justifiée, l'Entrepreneur devra appliquer partout une des méthodes b1) ou b2), sans paiement additionnel.

c) c) Pour les sols à grains fins (sols cohésifs).

- c1) Le pénétromètre statique hollandais "Dutch Cone"
- c2) Le scissomètre Nilcon

17.2.3 Rapport d'investigation des sols et de sélection du type de fondation appropriée

Pour chaque emplacement de pylône, l'Entrepreneur devra fournir un rapport d'investigation des sols faisant état des points suivants :

- Les méthodes d'investigation utilisées ;
- La description des sols ;
- Les essais et résultats d'essais effectués lors des excavations ainsi que toute recommandation et/ou information pertinente qui pourrait en découler ;
- Le type de fondation finalement sélectionné ainsi que toute information qui pourrait être requise suivant les besoins ou à la demande de l'Ingénieur.

Aux cas où l'Entrepreneur et/ou l'Ingénieur juge que les résultats des sols investigués ne sont pas suffisants pour dégager les conclusions nécessaires, l'Entrepreneur devra faire les investigations complémentaires nécessaires et compléter son rapport d'investigations avec les résultats respectifs.

Le rapport d'investigation des sols devra être rédigé par un laboratoire spécialisé dans les sondages qui sera retenu par l'Entrepreneur.

17.2.4 Confirmation des caractéristiques des sols et du choix des fondations

17.2.4.1 Généralités

Au moment de débiter la phase de construction des fondations à chaque emplacement de pylône, l'Entrepreneur devra disposer du « Rapport d'investigation des sols et de sélection du type de fondation approprié » dûment approuvé par l'Ingénieur.

Dans le cas où la méthode d'investigation utilisée n'a pas été complétée par une description des sols faite à partir d'échantillonnage in-situ, il sera nécessaire de procéder à la description des sols en place lors de la phase d'excavation

À cette fin, la procédure mentionnée au précédent paragraphe pour la méthode b1), pourra être utilisée.

17.2.4.2 Confirmation du sol et choix de fondation

Lors de l'excavation il se peut que l'Ingénieur et l'Entrepreneur considère que le sol effectivement en place ne correspond pas au type de sol établi lors de l'investigation et ainsi que la fondation présélectionnée ne soit pas appropriée.

Le cas échéant, l'Entrepreneur devra à l'aide d'un pénétromètre de poche ou "shear vane" ou toute autre méthode approuvée par l'Ingénieur mesurer la capacité portante du sol afin de confirmer le choix du type de fondation. En cas de confirmation du choix initial, les travaux se poursuivront tel que prévu en utilisant la fondation initiale.

Si les essais ne confirment pas le choix initial, l'Ingénieur pourra demander soit le remplacement du type de fondations à utiliser, soit refaire l'investigation du sol avec les (mêmes méthodes qu'utilisées initialement. Cette répétition des essais devra se faire à proximité de l'emplacement, dans un sol intact (non excavé), sans aucun coût additionnel pour le Maître de l'Ouvrage.

17.2.4.3 Etude de résistivité des sols

L'Entrepreneur remettra un rapport de mesure de résistivité des sols en intégrant les conditions météorologiques, la teneur d'humidité au moment de la mesure et les changements saisonniers possibles.

L'Entrepreneur devra émettre et soumettre pour approbation une procédure pour l'installation de la mise à la terre, en corrélant les mesures locales de résistivité au type de mise à la terre à installer

L'arrangement définitif devra être défini après une mesure efficace de la résistance de la terre du pylône.

18 REALISATION DES FONDATIONS

18.1 Exigences générales d'installation

L'Entrepreneur devra fournir et installer les coffrages nécessaires, les palplanches, les contreventements, le pompage, le drainage, les protections et toute chose nécessaire et/ou requise pour l'installation des fondations de façon à ce que le sol de fond de fouille soit maintenu à sec pendant l'installation des fondations.

Sur les terrains à pente forte, l'Entrepreneur devra installer les pylônes à un niveau permettant de développer la résistance maximale du sol en cisaillement et en arrachement telles que considérées dans les calculs. La méthode de nivellement du terrain n'est pas permise.

L'Entrepreneur devra assurer une protection appropriée à tous les éléments des fondations contre les sulfates et les sols de nature corrosive.

18.2 Orientation des fouilles

L'implantation des fondations sera réalisée par l'Entrepreneur. La vérification de la conformité des emplacements avec le profil en long, la vérification des alignements des fondations sont de la responsabilité de l'Entrepreneur qui devra procéder lui-même aux travaux et repérages nécessaires.

Les fondations des pylônes de suspension et anti-cascade seront orientées pour que les consoles des pylônes soient perpendiculaires à la direction de l'alignement.

Les fondations des supports d'ancrage d'angle seront orientées pour que leurs consoles soient orientées suivant la bissectrice de l'angle de la ligne.

18.3 Excavation des fouilles

Les fouilles seront exécutées de façon à pouvoir installer les embases directement en fond de fouille sur un sol non remanié, suivant les profondeurs d'assises, les dimensions d'excavation

de l'empattement et toutes autres instructions données dans les plans et/ou directement fournies par le MO. Les fonds de fouilles devront être maintenus à l'état de terrain naturel, parfaitement horizontaux, aux niveaux relatifs et d'ensemble corrects.

L'excavation à chaque emplacement devra être faite de façon à respecter les critères de conception de la fondation prévue, afin de permettre le plein développement de la résistance en soulèvement.

La profondeur des fondations sera mesurée par rapport au point le plus bas de la surface occupée par ces fondations. L'Entrepreneur prendra toutes les mesures nécessaires pour éviter l'éboulement des terres entre l'excavation et la coulée du béton.

Pour les fondations encastrées ou bétonnées à pleine fouille, les parois de la fouille devront être verticales.

Si, au cours des diverses opérations relatives à l'exécution des fouilles, il se formait de la boue au fond de la fouille, celle-ci serait enlevée et remplacée par un lit de sable stabilisé, de gravier bien dense ou de béton maigre.

L'Entrepreneur devra prendre ses dispositions pour laisser le moins longtemps possible les fouilles ouvertes. Il prendra toutes les mesures utiles pour éviter les accidents provenant de fouilles ouvertes laissées sans surveillance.

Dans les cas de fouille n'excédant pas 300 mm, le remblayage et le compactage par couche ne doit pas excéder 150 mm, jusqu'au niveau d'assise spécifié.

Dans les cas de fouille excédant 300 mm, le béton doit être coulé jusqu'au niveau d'assise requis.

18.4 Dynamitage

L'accord écrit du MO devra être obtenu avant d'employer des explosifs pour excaver des fondations dans la roche.

L'Entrepreneur sera tenu de respecter la réglementation locale relative à l'emploi d'explosifs et les mesures de sécurité à prendre pour le stockage et la manipulation de ceux-ci.

Lors des opérations impliquant la manipulation d'explosifs, l'Entrepreneur sera responsable de la sécurité du personnel, des travaux entrepris sur le site et des personnes ou biens se trouvant à proximité du site. L'Entrepreneur devra réparer à ses frais tous dommages engendrés par l'utilisation d'explosifs ou par une mauvaise manipulation de ceux-ci.

L'Entrepreneur devra s'assurer que le dynamitage est exécuté soigneusement de manière à minimiser la sur-excavation de rocher ou la fracturation préjudiciable de rocher au-delà des limites minimales d'excavation requises ou prescrites.

18.5 Balisage des fouilles

Le balisage des fouilles par rubalises ou des dispositifs équivalents, l'éclairage de nuit et le gardiennage des fouilles, sondages, tranchées sont de la responsabilité de l'Entrepreneur de même que l'établissement des ponts et passages provisoires.

L'Entrepreneur répondra en conséquence, en lieu et place du MO, et à ses risques et périls aux réclamations et poursuites qui pourraient être intentées soit par accidents survenus en cas d'insuffisance de protection des fouilles, soit pour toute autre cause.

18.6 Installation

18.6.1 Généralités

L'Entrepreneur devra exécuter tous les travaux nécessaires pour l'installation correcte des embases dans le béton des fondations, y compris la mise en œuvre de tout dispositif requis pour effectuer la mise à la terre du pylône qui sera érigé plus tard, ainsi que tout autre travail nécessaire à la bonne exécution des travaux.

Un très grand soin devra être apporté à la mise en place des embases de pylône qui devront être mises au niveau de façon à ce que les points correspondants sur chacune des quatre embases du pylône soient tous à la même élévation après le montage et disposés avec une symétrie parfaite par rapport à l'axe du pylône. À cet égard, la position réelle de l'axe du pylône ne devra pas s'écarter de plus de 150 mm par rapport à l'axe longitudinal théorique de la ligne, lorsque mesurée dans la direction perpendiculaire à la ligne de transport.

18.6.2 Réglage d'embase

Bien avant le début des activités de construction des fondations, l'Entrepreneur devra soumettre au MO et à l'Ingénieur, pour approbation, une description bien documentée de la procédure qu'il entend suivre pour un parfait réglage des embases dans les fondations des pylônes ; cette procédure devra faire appel à l'utilisation d'un gabarit spécifiquement conçu à cette fin, lequel pourra être constitué par la partie inférieure même du pylône.

Le gabarit devra être conçu pour permettre la mise en place des embases à différents niveaux de façon à ce qu'il soit toujours possible d'utiliser des longueurs d'embases différentes aux quatre coins du pylône, jusqu'à la différence maximale de hauteur de jambes inégales permise par les spécifications de conception du pylône. Le document de présentation pour approbation du gabarit devra mentionner les tolérances et caractéristiques prises en compte dans la conception du gabarit et qui sont de nature à garantir un montage impeccable et sans accroche du pylône sur ces montants parfaitement positionnés et alignés.

Une fois les embases bien installées dans le gabarit, ajuster finement leur position et leur alignement et les assujettir fermement en cette position : ils ne devront en aucun cas être déplacés au cours des opérations de bétonnage et de remblayage des fondations.

Avant et pendant les travaux de bétonnage, l'Entrepreneur devra s'assurer à nouveau que chaque montant est bien installé au bon endroit, à la bonne hauteur et correctement aligné dans sa position finale : aucun ajustement ou altération ne sera autorisé lors du montage du pylône ; le pliage d'un montant ou de toute membrure du pylône et/ou le percement de tout nouveau trou de boulonnage sera strictement interdit ; toute fondation dont le montant est incorrectement positionné sera refusée, elle devra être démolie et reconstruite comme il se doit avant que le pylône ne soit complètement érigé à cet emplacement.

L'Entrepreneur devra assurer le maintien ferme des montants en position pendant toute la durée du bétonnage et aussi pendant remplissage de l'excavation.

Le gabarit des fondations en béton ne pourra pas être enlevé avant au moins 24 heures suivant la mise en place du béton, ni avant que le remblayage ne soit terminé.

Les dimensions de la base du pylône seront mesurées après l'installation des embases à leur sommet.

- Les tolérances suivantes devront être respectées : Distances entre embases (pieds) : 2:1000
- Niveaux de l'embase : 1 :1000 de la distance
- Pente : 1 :100 en diagonale

18.6.3 Ancrages au rocher

Les fondations sont assujetties à la roche au moyen de tiges d'acier à forte adhérence type HA , ancrées dans des trous forés et injectés de coulis de mortier.

Le diamètre min. des trous forés doit être la plus grande des deux valeurs suivantes :

- le diamètre de la tige plus 25 mm
- le diamètre de la tige multiplié par 2.

La longueur des boulons ou barres d'ancrage à couler dans la roche doit être calculé en vérifiant les limites de rupture suivantes :

- la capacité de la barre d'ancrage ;
- la rupture de l'adhésion entre l'ancrage et le mortier ;
- la rupture de l'adhésion entre le mortier et le roc ;
- la rupture du roc en cisaillement.

Dans tous les cas la longueur minimale des barres d'ancrage au roc sera de 1.5 m ou $60 \times d$ (d = diamètre nominal de la barre d'ancrage).

Les contraintes d'adhérence à respecter entre le coulis et la roche est de 3 Mpa. La rupture du roc au cisaillement est de 14 Mpa

Les contraintes d'adhérence entre l'acier des tiges et le coulis et entre le coulis et la roche ne doivent pas excéder les valeurs prescrites.

Il faut aussi vérifier la résistance de la roche à l'arrachement. Il faut utiliser un poids volumique de 23 kN/m³ pour la partie sollicitée de la roche.

Après avoir foré les trous pour les tiges d'ancrage, un lavage et un séchage par jet d'air comprimé seront réalisés pour s'assurer qu'il ne reste pas d'eau ni débris. Les trous forés seront

bouchés temporairement, s'ils ne peuvent pas être scellés. A la suite de quoi, ils seront lavés et nettoyés à nouveau avant l'injection éventuelle du coulis de ciment et pour procéder à la mise en place des tiges.

Avant d'insérer les tiges d'ancrage, les trous forés seront remplis avec un coulis de ciment hydraulique approuvé ayant un rapport eau/ciment en poids inférieur à 0,40. Le coulis devra contenir un agent expansif pour compenser le retrait. L'utilisation de tout adjuvant (agent expansif, plastifiant, etc.) doit être préalablement approuvé par le MO et l'Ingénieur.

Les tiges d'ancrage devront toujours être insérées à l'intérieur des trous de forage et jusqu'au fond, les trous seront toujours préalablement remplis de coulis de ciment.

18.7 Béton armé

18.7.1 Corpus normatif

L'Entrepreneur devra respecter la norme NF EN 206-1/CN pour toutes les dispositions relatives à la mise en œuvre du béton.

Plus particulièrement, le corpus normatif suivant devra être appliqué :

- Prélèvement des éprouvettes pour essais de résistance EN 12350-1
- Forme, dimensions et autres exigences aux éprouvettes et aux moules EN 12390-1
- Confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance EN 12390-2
- Résistance à la compression des éprouvettes EN 12390-3
- Résistance à la flexion sur éprouvettes EN 12390-5
- Masse volumique du béton durci EN 12390-7
- Granulats à béton EN 12620
- Ciments EN 197 et EN 206
- Adjuvants EN 934 et EN 206

18.7.2 Documentation

La documentation à soumettre au MO et à l'Ingénieur, pour revue et approbation avant toute opération de bétonnage comprendra les formulations de tous les bétons susceptibles d'être mis en œuvre à chaque emplacement de pylône, les résultats d'essais effectués sur tous les matériaux et

échantillons de béton y compris les références appropriées quant à l'endroit et les conditions lors de la mise en œuvre, les certificats de contrôle de qualité du ciment et de l'acier d'armature, les bons de livraison de toute gâchée de béton, y compris ceux de gâchées n'ayant pas été mélangées dans une usine ou un site préalablement approuvé par le MO et/ou l'Ingénieur, si cela venait à se produire.

18.7.3 Composition du béton

Le béton sera composé de ciment Portland, d'eau, de sable, et de gravier et, si cela est autorisé ou demandé par le Maître de l'Ouvrage ou l'Ingénieur, d'adjuvants divers.

La composition du mélange donnera une plasticité et une malléabilité au béton en rapport avec les difficultés de mise en place et après sa mise en œuvre, une dureté, une imperméabilité et une résistance conformes aux exigences des calculs des fondations.

Le rapport eau-ciment ne dépassera pas 0,60. Il sera tenu compte de la teneur en eau des agrégats pour déterminer la quantité d'eau nécessaire au mélange.

La quantité minimum de ciment pour les fondations en béton, armé ou non, sera d'au moins 350 kg par mètre cube alors que le rapport eau-ciment ne dépassera pas 0.6. Le béton structural pour les fondations sera de la classe C25/30 suivant la norme Eurocodes 2 et présentera une résistance à la compression après 28 jours qui ne sera pas inférieure à 25 MPa (mesures sur éprouvettes cylindriques).

Pour du béton de remplissage, la résistance minimale spécifiée à la compression sera de 15 MPa.

18.7.4 Matériaux constitutifs du mélange béton

18.7.4.1 Ciment

Le ciment utilisé sera un ciment de type portland CPA classe 45 Ciment Portland Normal Ordinaire (CPNO) ou Ciment Portland Résistant aux Sulfates (CPRS). Mais il pourrait aussi y avoir de la fumée de silice (SF) en certaines circonstances ; les spécifications en matériaux cimentaires des bétons sont indissociables du type de fondations, de la méthode de construction et du niveau d'agressivité des sols où seront construites ces fondations.

L'Entrepreneur sera tenu de commander à temps le ciment afin d'éviter un stockage prolongé. A la livraison sur site, le ciment sera entreposé sous un hangar sec à l'abri des intempéries avec les moyens adéquats pour éviter d'absorber de l'humidité.

Tout ciment contenant des blocs, détérioré ou jugé non recevable ne sera pas utilisé. Par ailleurs, la température du ciment au moment de son utilisation ne peut excéder sensiblement la

température ambiante.

18.7.4.2 Sable

L'Entrepreneur choisira des endroits d'approvisionnement en sable qui devront être approuvés par le MO.

Le sable sera naturel ou de broyage et les grains n'auront pas de dimensions supérieures à 5 mm. Le sable naturel sera constitué de grains secs crissant à la main : il est propre, débarrassé de toute partie de terre et d'autres corps étrangers, et au besoin, passé à la claie. Le pourcentage en poids des matières terreuses et impalpables ne pourra dépasser 2 %. Le sable obtenu par concassage ne pourra être utilisé s'il présente des éléments dont la plus grande dimension dépasse 1,5 fois la plus petite dimension

Le sable sera stocké de manière à éviter toute intrusion de corps étrangers dans le béton et toute ségrégation ou détérioration.

18.7.4.3 Granulats

L'Entrepreneur choisira des endroits d'approvisionnement en gravier qui devront être approuvés par le MO.

Le gravier sera du type naturel ou de concassage de rocher dur, de dimensions comprises entre 5 et 33 mm. Toutefois, pour les dalles dont l'épaisseur est supérieure à 50 cm, des graviers plus gros pourront être utilisés sans que leur dimension supérieure ne puisse excéder 50 mm.

Le gravier devra être formé d'éléments bien proportionnés, de qualité dure et lourde. Chaque morceau devra présenter au moins deux faces de brisure. Les pierres plates (plaquettes) ou allongées (aiguilles) sont exclus. Les matériaux seront compacts, anguleux, rendant un son net et seront purgés de toutes matières terreuses ou organiques.

L'aire de stockage sera aménagée pour éviter toute souillure des matériaux.

18.7.4.4 Eau de Gâchage

L'eau de gâchage sera claire et limpide, de pH neutre, non acide ni alcaline, libre de sels et autres impuretés.

La teneur en sulfate (exprimée en SO₄) devra être inférieure à 2 g/litre.

Elle ne devra pas provenir de terrains marécageux ou bourbeux, ne devra pas contenir plus de 5 grammes d'impuretés en suspension et 20 grammes d'impuretés dissoutes par litre.

Toute eau ne semblant pas correspondre à cette description pourra être refusée par le MO et/ou l'Ingénieur, ou devra être soumise à une analyse chimique et les résultats de celles-ci soumis au MO et/ou à l'Ingénieur pour approbation avant qu'elle ne puisse être considérée acceptable pour utilisation dans le gâchage du béton.

18.7.4.5 Adjuvant

L'Entrepreneur veillera à utiliser seulement des adjuvants qui sont bien compatibles entre eux, venant préférentiellement du même fabricant si possible, en particulier lorsque plus d'un adjuvant est utilisé dans un même dosage de béton. L'utilisation de tout adjuvant devra toujours être approuvée au préalable par le MO et/ou l'Ingénieur.

Le dosage du béton pourra être fait en recourant à des adjuvants appropriés (superplastifiants, réducteurs d'eau, etc.), de manière à respecter les exigences telles que prescrites ci-dessous quant à l'affaissement, pour obtenir une bonne maniabilité du béton frais.

Un agent retardateur de prise devra être prévu dans le dosage du mélange si on prévoit que le béton ne sera pas mis en place dans les 60 minutes suivant le gâchage.

L'utilisation d'agent entraîneur d'air dans le béton sera encouragée pour tous les mélanges, y compris pour ceux dont on veut grandement réduire la porosité (i.e. les mélanges où l'on utilise de 4 % à 8 % de fumée de silice).

18.7.4.6 Plasticité du béton frais

L'affaissement nominal, mesuré au cône d'Abraham à pied d'œuvre sera de 75 mm, avec une tolérance de plus ou moins 15 mm.

Cette exigence d'affaissement ne s'appliquera pas si le dosage, qui a été approuvé pour ce mélange de béton, comportait un adjuvant super-plastifiant.

18.7.4.7 Mélange de béton frais

Les mélanges de béton frais seront préparés, mélangés, échantillonnés et vérifiés en accord avec la norme applicable et sur la base d'un dosage du mélange approuvé. Le béton fraîchement gâché sera mélangé mécaniquement pendant au moins deux minutes.

L'Entrepreneur veillera à livrer et mettre en place le béton frais dans les 60 minutes suivant le mélange initial de l'eau, du ciment, des agrégats et de tout adjuvant. Ce délai pourra être prolongé avec l'utilisation préalable d'un adjuvant retardateur de prise intégré au mélange initial des constituants.

Si le béton est préparé sur le chantier de pylône, l'Entrepreneur sera tenu d'installer une bétonnière, une aire de stockage de matériaux et un procédé de dosage et de mélange des

matériaux. Tout mélange manuel est strictement proscrit.

Le volume minimal de chaque gâchée de béton sera de 0,75 mètre cube.

18.7.5 Acier d'armature

L'acier d'armature sera constitué de barres d'acier type HA, crénelées, roulées à chaud, avec une limite élastique minimale de 400 MPa.

18.7.5.1 Fil Commun D'attache

Le fil commun d'attache sera un fil en acier recuit tréfilé à froid, de grosseur 16 jauge minimum.

Les assemblages par soudure sont interdits.

18.7.5.2 Façonnage et pose de l'acier d'armature

Les barres seront coupées aux longueurs voulues et seront pliées à froid. Les joints de barres seront réalisés par chevauchement et seront mises en place conformément aux plans de ferrailage et en accord avec les normes applicables.

Dans le cas de massif armé réalisé avec coffrage, l'Entrepreneur vérifiera l'emplacement et la forme de tous les coffrages pour s'assurer qu'on peut y placer l'armature comme il est prescrit. La mise en dépôt d'acier d'armatures se fera sur des appuis solides, éloignés du sol. Les armatures seront brossées avant leur emploi et nettoyées avec soin, de manière à les débarrasser de toute trace de terre ou de rouille non solidement adhérente, et surtout des traces d'huile ou de graisse.

L'Entrepreneur veillera de toujours maintenir l'armature propre jusqu'à la mise en place du béton. Les valeurs d'enrobage et de recouvrement des barres d'armature seront définis conformément aux prescriptions contenues dans l'Eurocode 2 – Calcul des structures en béton (EN 1992 -1-1 d'Octobre 2005 ; Annexes nationales françaises).

18.7.6 Coffrages

L'Entrepreneur fabriquera, assemblera et entretiendra tous les coffrages nécessaires pour maintenir le béton en lui donnant les surfaces et inclinaisons détaillées sur les plans. Si nécessaire, le coffrage sera muni d'une ouverture pour le passage du fil de mise à la terre.

Il conviendra d'utiliser des coffrages produisant les classes de finitions équivalentes aux prescriptions BS CP 110:

- Sous le niveau du terrain naturel et pour le béton non exposé en permanence : Classe B
- Au-dessus du niveau du terrain naturel (partie exposée des fondations) : Classe C

- Autre béton exposé en permanence : Classe E.

Des moulures biseautées à 45° seront positionnées, d'une profondeur de 22 mm aux arêtes des coffrages et/ou du béton exposé en permanence.

Les coffrages seront humidifiés avant de couler le béton. Les coffrages métalliques et l'acier d'armature seront protégés des effets du vent et de la chaleur causée par le soleil.

Les coffrages seront suffisamment résistants, rigides et étanches. Ils devront supporter les charges engendrées par le bétonnage et la vibration et résister sans déformation préjudiciable aux actions extérieures (poussée des terres, etc.).

18.7.7 Fabrication du béton

Les installations de fabrication et de mise en place du béton seront soumises à l'approbation du MO ou de l'Ingénieur qui pourront obliger l'Entrepreneur à améliorer ses installations ou en augmenter la capacité, si la qualité du béton laissait à désirer ou si le rendement de la fabrication était insuffisant.

Le béton sera préparé dans une bétonnière à entraînement mécanique ou centrale à béton dont le type et la capacité auront été préalablement approuvées ; de plus, de par sa conception, cette bétonnière assurera une répartition uniforme de tous les éléments au sein du mélange.

La cuve de la bétonnière déchargera le mélange sans qu'il y ait apparition de ségrégation. Les matériaux constitutifs du béton seront soigneusement mesurés sur la plate-forme de chargement. Le ciment sera mesuré au poids et le sable et les agrégats dans des cuves calibrées qui auront été approuvées par le Maître de l'Ouvrage ou l'Ingénieur.

18.7.8 Mise en place du béton

L'Entrepreneur devra aviser le Maître d'Ouvrage et/ou l'Ingénieur suffisamment tôt avant toute opération de bétonnage de manière à leur permettre d'inspecter les fouilles, les cages d'armatures ainsi que les coffrages avant le début du bétonnage.

Par temps chaud, un soin particulier devra être apporté aux constituants du béton, aux méthodes de production, à la manutention, la mise en place, la protection et la cure du béton pour empêcher le mélange de béton frais de devenir trop chaud ou pour empêcher la perte d'eau par évaporation, ces deux phénomènes étant préjudiciables au développement de la résistance requise et à l'obtention d'une structure de béton ayant une bonne tenue une fois le béton durci.

Ainsi, si les prévisions météo indiquent que la température ambiante est prévue être d'au moins 25°C (i.e. en « temps chaud ») au moment du bétonnage, l'Entrepreneur devra prévoir de prendre des moyens efficaces pour garder les agrégats et l'eau à l'ombre pour obtenir une température de béton frais la plus basse possible lors du malaxage, idéalement en dessous de 25°C.

Des températures de béton frais jusqu'à 35°C ne sont tolérables que si le dosage du béton en usine a été fait en intégrant des méthodes spécialisées de gâchage par temps chaud. La norme américaine ACI 305 contient des renseignements pouvant être très utiles sur les moyens appropriés à prendre pour contrôler la température du béton frais par temps chaud.

Une température de béton frais au-dessus de 35°C est inacceptable en tout temps car excessive et risque d'être très préjudiciable au comportement structural prévu des fondations.

Les installations de fabrication et de mise en place du béton seront soumises à l'approbation du Maître de l'Ouvrage ou de l'Ingénieur qui pourra obliger l'Entrepreneur à améliorer ses installations ou en augmenter la capacité, si la qualité du béton laissait à désirer ou si le rendement de la fabrication était insuffisant.

L'Entrepreneur devra utiliser l'équipement et les méthodes appropriées de transport et de mise en place du béton de façon à ce qu'il puisse être mis en place à l'affaissement spécifié, sans ségrégation et aussi pour qu'il puisse être consolidé par vibrations internes afin d'atteindre une densité maximale, le tout, sans en changer ou affecter de quelque façon que ce soit les autres propriétés attendues pour celui-ci dans l'ouvrage final.

Seules les méthodes de transport et de mise en place qui éviteront toute ségrégation et toute perte éventuelle de béton seront permises. De plus, les moyens utilisés permettront d'amener à pied d'œuvre un béton de consistance requise.

Le béton sera coulé en couches successives à peu près horizontales, à un taux compatible avec la conception des coffrages et suffisamment rapide pour que chaque couche successive puisse être mélangée avec la précédente lorsque les vibrateurs sont plongés dans celles-ci, favorisant ainsi l'obtention d'une excellente homogénéité et l'absence de « joint froid » ou de toute cavité interne. Les vibreurs béton seront introduits verticalement à intervalles réguliers dans le béton à compacter. Si la couche en cours de mise en œuvre recouvre une couche fraîchement compacte, les vibrateurs seront descendus de 10 cm environ dans la couche précédente. Les vibrateurs seront retirés lentement pour ne pas laisser de vide. La vibration se poursuivra jusqu'à ce que la remontée des bulles d'air soit pratiquement terminée et cessera à l'apparition de la laitance ou d'eau en excès.

Les hauteurs de bétonnage ne dépasseront jamais 1.5 m.

Les joints de construction seront réalisés uniquement aux endroits indiqués sur les plans approuvés.

18.7.9 Décoffrage

Les coffrages de toute fondation de béton coulé sur le sol devront être laissés en place pendant au moins 3 jours (72 heures). Si les coffrages sont enlevés après 3 jours, l'Entrepreneur pourrait

devoir envelopper le béton pour assurer une cure humide pour au moins les 4 jours suivants. Aucun coffrage ne devra être laissé en place en permanence à moins de constituer une barrière permanente parfaitement étanche, continue, imputrescible et résistante à la corrosion et aux attaques chimiques, et devra être d'un type approuvé par le MO ou l'Ingénieur.

Si les quatre fondations d'un pylône doivent être reliées entre elles par des poutres d'entretoisement au-dessus du sol, les coffrages de celles-ci devront être laissés en place pendant au moins 7 jours.

L'enlèvement des coffrages ne devra aucunement endommager le béton. Si cela venait à se produire, le MO ou l'Ingénieur pourrait prolonger d'office le délai prescrit pour procéder au décoffrage d'autres éléments de fondations. Toute surface endommagée lors du décoffrage devra être réparée par l'Entrepreneur selon une procédure sujette à l'approbation du MO ou de l'Ingénieur.

18.7.10 Protection et cure du béton

L'Entrepreneur devra s'assurer de protéger le béton récemment mis en place contre tout dessèchement hâtif causé par le vent et/ou le soleil pour fournir une cure de mûrissement efficace du béton jusqu'à au moins 7 jours après le bétonnage et sans procéder au remblayage direct des fondations. Chaque jour pendant cette période de mûrissement du béton, le béton devra être maintenu continuellement humide, préférablement mouillé. Aucune eau salée ne devra être utilisée à cette fin, seulement de l'eau douce et propre.

Lorsque la température de l'air ambiant est supérieure à 25°C et à défaut de laisser en place les coffrages pour une durée prolongée (ce qui tend à freiner le dessèchement hâtif), l'Entrepreneur devra envelopper étroitement les surfaces exposées des fondations à l'aide d'une pellicule plastique suffisamment étanche et la maintenir en place pendant au moins les 4 jours suivants de façon à pouvoir garder continuellement humides les surfaces exposées du béton de ces fondations pour une cure humide totale cumulative d'au moins 7 jours.

Des méthodes alternatives de cure du béton, tels que le recouvrement par du sable mouillé ou l'enveloppement par d'épaisses toiles de jute ou de géotextile maintenues humides ou par l'application d'un liquide formant une membrane (préférentiellement blanche) de scellement étanche du béton, pourront également être utilisées en autant qu'elles parviennent à maintenir humide le béton sous-jacent, pour la durée prescrite.

La protection assurée par pellicule plastique ou par toile de jute pour assurer le mûrissement du béton ne pourra être retirée avant 7 jours, ni avant que le béton n'ait développé au moins 75 %

de la résistance spécifiée à 28 jours.

18.7.11 Finition du béton

Les réparations des imperfections du béton seront effectuées dans les 24 heures qui suivent le décoffrage. Les bavures seront enlevées sur les surfaces visibles du béton. Le béton endommagé ou qui présente des cavités sera enlevé par fragment jusqu'au béton sain et sera remplacé par un mortier de ciment.

L'Entrepreneur sera tenu d'avertir le Maître d'Ouvrage ou l'Ingénieur avant toute opération de ragréage. Ces ragréages seront effectués à l'aide d'un mortier de ciment.

Les cheminées dépasseront le niveau moyen du sol d'au moins 30 cm. Chaque cheminée sera terminée par une pointe de diamant en ciment lissée à la truelle. Cette pointe sera exécutée au plus tôt 2 heures après la fin de la coulée et au plus tard 4 heures après la fin de la coulée de béton. Cette pointe de diamant présentera des facettes dont la pente sera au moins de 10 % pour faciliter l'écoulement de l'eau.

Après lavage et nettoyage, les surfaces hors sol des cheminées de béton des fondations seront rendues imperméables par application de deux couches de peinture bitumeuse.

Ces couches seront étendues à la brosse à partir de 30 cm sous le niveau du sol jusqu'à 10 cm sur les embases dépassant le béton.

La première couche sera appliquée diluée pour faciliter la pénétration dans le béton et servira de couche d'accrochage ; la seconde couche sera appliquée sans être diluée pour former un recouvrement parfait et épais des cheminées.

L'Entrepreneur veillera à ce que les fissures éventuelles entre les socles et le béton soient parfaitement colmatées. Le produit utilisé sera du brai de houille ou un autre produit industriel semblable.

18.8 Matériaux d'emprunt

Le matériau d'emprunt sera constitué de sable ou de gravier, de pierre concassée ou tout sol pouvant être compacté qui soit non-cohésif, de granulométrie étalée et ne renfermant pas de matière organique.

L'Entrepreneur assumera la responsabilité de trouver et transporter les matériaux d'emprunt nécessaires aux travaux. Il est aussi responsable d'obtenir toutes les autorisations appropriées des propriétaires des terrains concernés ainsi que des autorités locales compétentes.

18.9 Remblayage

À moins d'avis contraire du MO ou de l'Ingénieur ou autrement spécifié soit aux paragraphes

suivants, soit sur les plans, tout le sol d'excavation des fouilles et pouvant être compacté sera réutilisé comme matériau de remblai et tassé autour des empattements de pylônes.

Les racines, les matières végétales et autre matériau impropre au compactage ne devront pas être utilisés comme matériaux de remblai.

Aux endroits où le produit d'excavation s'avère impropre au remblayage, l'Entrepreneur devra se procurer le matériau d'emprunt ci-après défini.

Le remblai sera bien compacté en damant des couches n'excédant pas 300 mm, jusqu'à une densité minimale de 90 % de la densité sèche maximale obtenue suivant la norme ASTM D 1557. La densité en place du remblai compacté sera mesurée, selon une méthode reconnue et approuvée par le MO ou l'Ingénieur (cône de sable, appareil Washington ou nucléo-densimètre). Quelle que soit la pente du terrain, la profondeur d'enfouissement devra être respectée en tout point des embases et le drainage original du site devra être rétabli après remblayage.

Jusqu'à la fin de travaux, l'Entrepreneur devra maintenir un surhaussement de remblai d'au moins 30 cm par rapport à la cote originale du terrain.

Avant tout remblayage, l'Entrepreneur aura l'obligation de pomper l'eau des excavations afin de remblayer et compacter à sec.

Le remblai débutera 7 jours minimum après la date de bétonnage et sera terminé à 50 % minimum avant de débiter les travaux de montage des pylônes.

Tout blindage en bois et tout autre matériau utilisé pour la construction seront enlevés des fouilles avant le remblayage. Les terres de remblai ne contiendront aucune substance organique ou tout élément putrescible. Les matières telles que bois, déchets organiques, etc., extraits des fouilles et qui ne pourraient être utilisés pour le remblai seront évacuées par les soins et aux frais de l'Entrepreneur, et déversées à un endroit approuvé par le MO ou l'Ingénieur.

18.10 Assurance qualité

18.10.1 Contrôle de qualité du béton de ciment

L'échantillonnage et le contrôle du béton se feront conformément à la norme NF EN 206.

L'Entrepreneur veillera à fournir tout l'équipement et le personnel technique requis pour le contrôle de qualité du béton à la réception au chantier et pour le prélèvement d'échantillons pour les essais de résistance.

À chaque livraison de béton reçue au chantier, la température, la quantité d'air et l'affaissement obtenu pour le mélange seront contrôlés pour en déterminer l'acceptabilité ou le rejet.

Pour les essais de résistance, un échantillon sera constitué de trois cylindres standards (normes EN : $\phi 16\text{cm}$ -H32cm).

Un prélèvement d'échantillons sera réalisé par coulée.

Une coulée de béton sera définie comme étant la mise en place continue de béton frais pour réaliser une même partie d'ouvrage, les travaux étant effectués dans la même journée.

Si les fondations de plusieurs pylônes sont bétonnées dans la même journée en utilisant le même type de béton, ces fondations constituent ensemble une seule et même partie d'ouvrage ; si elles sont bétonnées à des dates différentes, il s'agit de coulées différentes ; les fondations coulées le lendemain constituent une autre partie du même ouvrage.

Pour tous les pylônes, l'Entrepreneur devra tenir un registre fidèle et précis des informations relatives au bétonnage de chaque fondation individuelle d'un même pylône et de toutes celles dans une même journée, de façon à pouvoir établir la traçabilité des endroits où a été coulé le béton d'une même coulée/gâchée et quel(s) échantillon(s) de béton correspond à chaque fondation individuelle, etc.

Les essais de résistance seront effectués après 28 jours. Si les résultats d'essai révèlent un béton non conforme, des essais supplémentaires seront effectués.

Le MO est la seule autorité habilitée à décider de l'acceptabilité ou du rejet d'un béton mis en place et subséquemment identifié comme étant suspect.

Tous les coûts directs et indirects pour le prélèvement et la réalisation de ces essais supplémentaires, ainsi que tous ceux de démolition et reconstruction (si nécessaire) des fondations déjà coulées et trouvées déficientes seront entièrement aux frais de l'Entrepreneur.

18.10.2 Essais d'arrachement

En plus des essais de contrôle courants sur le béton, le coulis, matériau de remblais, compactations et autres, les ancrages au rocher devront être soumis aux essais de routine suivants :

- Pour chaque pylône de suspension : essai d'arrachement sur deux tiges quelconques ;
- Pour chaque pylône d'angle et d'ancrage : essai d'arrachement sur quatre tiges quelconques

Le choix des pylônes et des tiges à tester sera laissé à la discrétion du MO et/ou de l'Ingénieur.

La charge d'essai sera au moins équivalente à la charge limite de conception de l'ancrage impliqué.

Les méthodes devant être utilisées pour l'application des charges, pour la mesure des charges appliquées et des déplacements correspondants sont sujettes à l'approbation de l'Ingénieur.

Si pendant l'essai un mouvement mesurable est noté, alors, des essais similaires seront réalisés sur toutes les autres tiges d'ancrage de la même fondation. Si l'une de ces tiges devait bouger lors de ces essais, alors toutes les tiges seront reprises pour un nouvel essai tel que plus haut décrit jusqu'à obtention de la performance satisfaisante.

L'insuccès d'un second essai de routine effectué sur une même fondation suffira à justifier la révision de la conception, jusqu'à obtention d'une performance satisfaisante aux essais, le tout aux frais de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur devra préparer et soumettre au MO et à l'Ingénieur tous les rapports d'essais effectués pour le contrôle de qualité de la résistance du béton, des fondations et des ancrages au roc.

Les rapports devront décrire en détail l'équipement et l'instrumentation utilisés, les procédures et résultats d'essais, les résultats d'investigation du sol en place, les essais en laboratoire effectués sur les échantillons prélevés, ainsi que de toute information pertinente ayant conduit au choix du type de fondation retenue.

18.11 Chemins d'accès et défrichage de l'emprise

18.11.1 Défrichage

Les travaux de défrichage doivent tenir compte des instructions données au rapport d'Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

L'Entrepreneur devra :

- S'acquitter, au préalable, des redevances forestières à payer aux services des Eaux et Forêts compétents qui, par la suite, délivreront les autorisations nécessaires ;
- Baliser le tracé complet de la ligne sur un corridor de 40 m sur le
- Mettre en œuvre le plan de déboisement et d'accès aux aires de chantier,
- Assurer que la population située à proximité de la ligne, a été sensibilisée et informée, en concertation avec le MO avant tout travaux de déboisement, défrichage,
- Obtenir l'ensemble des autorisations requises avant toute opération, notamment
- au droit d'une propriété privée (cf Clauses ESSS) ;
- Défricher l'emprise du tracé de la ligne en procédant au débroussaillage et l'abattage des

arbres dépassant 3.5m de hauteur, sans dessouchage, suivant un corridor de 40 mètres de large soit 20 m de part et d'autre du tracé sur toute la longueur de la ligne.

- Dégager une zone de travail de 20 mètres de diamètre à l'emplacement de chaque pylône. Dans ces endroits, abattre les arbres, les grosses racines, les buissons et autre broussaille à une hauteur ne dépassant pas 0,3 m au-dessus du sol.
- Abattre ou tailler les arbres dangereux qui sont en dehors des limites de l'emprise
- selon l'Annexe n° 11 Plan L-100-11 (arbres de telle hauteur qu'ils pourraient tomber en deçà d'un plan vertical passant par le conducteur le plus rapproché).
- Minimiser les dommages des zones cultivées,
- Conserver dans la mesure du possible les arbres, dont la hauteur respecte un dégagement électrique de 4 m avec le conducteur inférieur, situés dans une zone de 50 m de part et d'autre d'un cours d'eau
- Ne pas enlever de l'emprise une construction ou une propriété avant d'en avoir été autorisé.
- S'assurer que toute l'emprise de la ligne soit défrichée tel que prescrit ci-dessus et à la satisfaction du MO avant de présenter toute demande afférente à la réception des travaux.

18.11.2Accès

L'aménagement des chemins d'accès nécessaires fera également partie des travaux de défrichage de l'emprise. A la fin des travaux, les accès devront être en bonne condition pour les inspections et entretien de la ligne. Pendant la construction, les routes et/ou chemins utilisés conjointement avec les propriétaires devront en tout temps rester carrossables. Toutes ouvertures pratiquées dans les clôtures et/ou entrées murales des propriétés privées devront être munies d'une porte convenable et verrouillable, commune à l'Entrepreneur et aux propriétaires de l'endroit, si utilisée par tous.

La route ou chemin d'accès devra être situé à l'intérieur des limites du droit de passage de l'emprise de la ligne de transport partout où c'est possible.

L'Entrepreneur devra :

- Préparer et soumettre à l'approbation du MO une carte indiquant les routes d'accès comme suit :
 - Accès entre routes publiques existantes et ligne
 - Route à l'intérieur de l'emprise

- Obtenir, des propriétaires locaux et des agences impliquées, toutes les autorisations nécessaires pour les accès de même que pour la construction de la ligne à l'intérieur du corridor ci-haut défini pour cette dernière.
- Construire un chemin d'accès carrossable d'une largeur de 3.0 m (Cf Annexe N°13

Plan L-100-11), libre de souches et autres obstacles, et qui soit convenable pour le passage de véhicules à quatre roues motrices à tous les emplacements de pylônes. Le tout doit être considéré pratiquement et raisonnablement accessible par le MO.

- Eviter dans la mesure du possible l'abattage des arbres et la destruction de cultures pour la réalisation de la piste carrossable
- Prendre des précautions nécessaires pour minimiser les dommages dans les zones cultivées pour la réalisation de la piste carrossable
- Si nécessaire, construire des voies d'accès similaires reliant l'emprise de la ligne aux voies publiques adjacentes. Lorsque nécessaire, aménager des ponceaux et tranchées afin de faciliter toute traversée où il y a des cours d'eau et autres obstacles à franchir.

19 INSTALLATION DE MISE À LA TERRE

19.1 Généralités

Le câble de MALT de type feuillard 50x50x5 sera installé de façon radiale à chaque pylône (mais toujours à partir des quatre fondations individuelles) soit en continu en suivant le tracé de la ligne de transport, de façon à obtenir une résistance maximale spécifiée à chaque pylône.

Les essais devront être effectués en s'inspirant des recommandations de la norme IEEE Std 81-1983 : "IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System" ("Guide pour le mesurage de la résistivité de terre, l'impédance du sol, et les potentiels en surface de terre d'un système de mise à la terre – publié en anglais seulement).

Note : voir aussi le ch.14, Mise à la terre.

19.2 Résistance ohmique par pylône

La résistance ohmique sera mesurée avec un mégaoohms - mètre) ou tout autre instrument équivalent approuvé par le MO ou l'Ingénieur pour effectuer le type d'essais suivants :

Selon la méthode de quatre électrodes de Wenner, afin d'établir d'abord la résistivité du terrain en général dans un secteur donné, pour réaliser une première mise à la terre à l'emplacement de chaque pylône avant de procéder à son montage, puis pour déterminer la résistance de terre à l'emplacement de chaque pylône suite à l'installation complète du système de mise à la terre et après le montage complet du pylône mais sans qu'aucun câble de garde ne soit raccordé à la masse du pylône.

Mesures de résistivité et de résistance sous des températures stables, et surtout pas dans les deux premiers jours suivant une pluie relativement importante.

L'Entrepreneur s'assurera que les mesures de résistance électrique effectuées à chaque pylône satisfont à la résistance maximale spécifiée de 17 ohms à chaque endroit, en ligne 10 Ω dans le 3 km près des postes.

Toutes les mesures de résistivité de terre et toutes les lectures de résistance du sol effectuées à l'emplacement de chaque pylône seront consignées et soumises au MO et à l'Ingénieur, comprenant les résultats propres à chaque pylône, y compris les mesures de résistance initiales, intermédiaires et finales obtenues successivement par les extensions progressives du système local de mise à la terre du pylône, la date des mesures effectuées, la température et les conditions d'humidité du sol au moment des essais, etc. Une attention particulière sera apportée à l'importance de bien décrire la condition du sol comme étant humide, normale, sèche ou très sèche.

La profondeur de la nappe phréatique à l'endroit du pylône sera fournie, idéalement une valeur lue au moment des essais de résistance, surtout dans les cas où de l'eau souterraine a été rencontrée lors des travaux de construction des fondations du pylône en question.

19.3 Connexions

Toutes les connexions de mise à la terre seront enfouies après avoir été soigneusement protégées au moyen d'un revêtement de ruban isolant électriquement et étanche à l'eau ou protégées par tout autre moyen efficace dessus et tout autour tout en étant étanche à l'eau.

Toutes les connexions de mise à la terre seront enfouies à une profondeur d'au moins 500 mm aux endroits ordinaires et en terrain vague, et à une profondeur d'au moins 900 mm en terrain cultivé après avoir été soigneusement protégées au moyen d'un revêtement de ruban isolant électriquement et étanche à l'eau ou protégées par tout autre moyen efficace dessus et tout autour tout en étant étanche à l'eau.

De la même manière, toutes les mises à la terre et les améliorations seront enfouies.

Là où les mises à la terre et/ou les améliorations ne pourront qu'être installées directement sur le rocher apparent, l'Entrepreneur devra les fixer fermement en place en utilisant des crampons scellés dans le rocher et il devra recouvrir le tout de suffisamment de roches ou d'un autre matériau d'emprunt de façon à bien dissimuler la mise à la terre.

20 MONTAGE DES PYLÔNES

20.1 Généralités

Aucun montage de support sur sa fondation ne pourra avoir lieu avant un délai minimum de 10 jours à dater du bétonnage de la fondation.

Après le montage du pylône et avant le déroulage et la pose des câbles, l'Entrepreneur devra s'assurer de la verticalité des pylônes dans les sens transversal et longitudinal, avec une tolérance de 0,3 % de la hauteur du pylône à n'importe lequel niveau. Il devra aussi s'assurer du bon serrage du pylône.

Pour les pylônes en alignement, il faudra s'assurer aussi que l'axe des consoles ne dévie pas de plus de 2° par rapport à la perpendiculaire à l'axe de la ligne de transport.

Dans le cas des pylônes d'angle, il faudra s'assurer que l'axe des consoles se situe en deçà de 2° par rapport à la bissectrice de l'angle de la ligne de transport, sauf si autrement spécifié par le MO ou l'Ingénieur.

Tous les pylônes devront être assemblés et érigés complètement en suivant les méthodes courantes appropriées de façon à ce qu'aucun des éléments de charpente des pylônes ni des fondations ne se déforme, ne s'endommage ou ne se distorde de quelque manière que ce soit.

La partie supérieure des fondations de béton de tous les pylônes sur une hauteur de 50 à 100 cm, ainsi que les premiers 150 mm de hauteur de pylône au-dessus des fondations devront être protégées par un enduit de peinture à base de bitume et d'époxy pour une épaisseur sèche d'au moins 1 mm.

Les principales opérations relatives à la mise en place des pylônes métalliques galvanisés complets sont :

- Les opérations de réception des pylônes sur les sites temporaires de stockage de l'Entrepreneur,
- Le transport des colis à pied d'œuvre par camion ou tout autre moyen de transport,
- Le déballage, le triage et le rassemblement des pièces,
- Le montage des pylônes aux emplacements imposés, parfaitement axés, orientés

d'aplomb et aux niveaux corrects ;

- La réparation par peinture des dégâts mineurs subis par la galvanisation, y compris la fourniture des matières premières rendues à pied d'œuvre ;
- Les opérations de réception du montage des pylônes.

Lors du stockage à pied d'œuvre, les colis de cornières ne seront pas en contact direct avec le sol et toutes les précautions nécessaires seront prises pour éviter des dommages aux cornières et à la galvanisation.

20.2 Boulons

Les boulons installés en position verticale devront être placés la tête en bas de façon à devoir obligatoirement installer tous les écrous. Une rondelle épaisse de blocage en acier galvanisé, devra être installée sous chaque écrou.

Les boulons et écrous devront être serrés sans force exagérée, mais suffisamment de façon à ce que l'épaisse rondelle de blocage prescrite ci-dessus soit complètement fermée.

Il ne sera admis aucun jeu entre les vis et les écrous. L'extrémité des vis dépassera l'écrou de 2 filets au minimum.

Après le serrage de tous les boulons d'un pylône donné, les filets demeurés libres au-delà des écrous seront poinçonnés près de l'écrou aux deux extrémités d'un même diamètre (i.e. en 2 endroits opposés). Ce poinçonnage sera effectué sur tous les boulons de charpentes jusqu'à la console inférieure. Les zones de poinçonnage seront retouchées avec une peinture sur base de zinc, approuvée par le MO ou l'Ingénieur.

L'Entrepreneur fournira au MO ou à l'Ingénieur une clé dynamométrique pour lui permettre de vérifier les couples de serrage appliqués aux boulons. Ceux-ci seront vérifiés après déroulage des câbles de phase et du ou des câbles de garde.

Tous les boulons situés entre le sol et la ceinture de défense seront des boulons anti vandalismes. Les boulons échelons seront montés conformément aux plans depuis le point le plus bas qui soit accessible jusqu'au sommet du pylône. Après le montage de la ligne, ils seront enlevés depuis la base du pylône jusqu'au niveau de la ceinture de défense dont le montage incombe à l'Entrepreneur.

20.3 Trous de boulons mal alignés

Il ne sera pas autorisé d'aléser ou de repercer l'acier pour augmenter le diamètre des trous mal alignés.

20.4 Réparations

Tout élément endommagé est jugé inacceptable par le MO ou l'Ingénieur ne sera pas autorisé à réparer.

Les dommages mineurs au fini galvanisé peuvent être réparés à froid sur le terrain, si l'Ingénieur l'autorise. Dans de telles circonstances, les travaux devront comprendre un brossage métallique, un nettoyage de dégraissage avec des solvants et l'application de deux couches d'une peinture riche en zinc, le tout effectué conformément aux recommandations du fournisseur de la peinture et à la satisfaction du MO et de l'Ingénieur.

21 POSE ET REGLAGE DES CABLES

21.1 Généralités

L'Entrepreneur s'assurera que le nombre et l'emplacement des manchons de jonction soient approuvés par le MO et/ou l'Ingénieur. Sauf mention spéciale, aucun manchon de jonction dans des portées contiguës ou dans des sections de ligne comprenant moins de trois portées entre deux pylônes d'arrêt ne seront installés. Il faudra s'assurer qu'il n'y ait aucun joint dans les portées traversant les routes publiques, bâtiments, lignes d'énergie ou de communication. L'Entrepreneur s'assurera également qu'il n'y a aucun joint à moins de 15 m d'un pylône et qu'il n'y ait pas plus d'un joint par câble (conducteur ou câble de garde) dans une même portée.

On utilisera une méthode approuvée par le MO et/ou l'Ingénieur pour l'installation des manchons de jonction.

Pour ce qui est du câble de garde à fibres optiques (CGFO), l'Entrepreneur devra établir l'emplacement des boîtiers d'épissures au fur et à mesure que le carnet de piquetage est approuvé par le MO et/ou l'Ingénieur pour chacune des lignes. Il devra optimiser la répartition des boîtiers d'épissures de façon à minimiser le nombre d'épissures tout en respectant la longueur maximale de CGFO que peut contenir un touret et qui est spécifiée par le fabricant.

Au plus tard, six mois après la Date de Commencement, l'Entrepreneur devra remettre, au MO et à l'Ingénieur, une liste contenant l'emplacement des boîtiers, la longueur de câbles entre chacun des boîtiers ainsi que la quantité requise des accessoires connexes tels que pinces de suspension, d'ancrage et de descente. Pour déterminer la longueur de CGFO requise sur chacun des tourets, il devra majorer la distance entre les deux pylônes en bout de section de déroulage d'un facteur de 0,08 % et y ajouter la hauteur de ces deux pylônes ainsi qu'une longueur excédentaire de 40 m pour la manipulation et les épissures.

Les principaux travaux à réaliser pour le déroulage et le réglage des câbles sont, sans que cette liste

soit exhaustive :

- Établissement des tableaux des tensions et flèches de pose, Approvisionnement de l'outillage, dérouleuses, freineuses, treuil, etc., Transport à pied d'œuvre,
- Installations de protection aérienne aux traversées de chemins de fer, routes, etc.,
- Préparation des tourets, déroulage sous tension mécanique, tirage et réglage des câbles, confection des manchons de raccordement et de réparation, Confection des armor-rods, mise sur pince des câbles,
- Réalisation des bretelles aux équipements d'ancrage des conducteurs et câbles de garde,
- Évacuation des matériaux d'emballage, Remise en état des lieux.

21.2 Dommages et réparation

L'Entrepreneur devra rapporter tout dommage à l'Ingénieur qui décidera des mesures à prendre pour les réparations. Toutefois les règles générales suivantes devront être observées :

Dans les cas de dommages causés à la couche de brins extérieurs qui réduisent la résistance du conducteur d'une valeur équivalente ou inférieure à 15 % de la capacité nominale des brins de la couche extérieure endommagée ; l'Entrepreneur devra réparer en utilisant un manchon de type à compression conçu à cet effet. L'installation de manchon de réparation à moins de 3 mètres de distance d'une pince de suspension d'un manchon d'ancrage ou de jonction ne sera pas autorisée. Pour tout dommage ayant causé une perte de résistance supérieure à 15 % de la capacité des brins de la couche extérieure, ou tout dommage aux brins de couches intérieures du câble ; couper et raccorder avec un manchon de jonction de type à compression.

21.3 Déroulage des câbles

La protection des tourets par l'Entrepreneur au cours de l'entreposage, des manutentions et des transports sera telle qu'au moment du déroulage, les tourets ne présentent pas de détériorations et les câbles aucun dommage.

Les protections placées autour des tourets ne seront retirées qu'après la mise en place sur le porte-touret.

L'Entrepreneur préparera un programme de déroulage des câbles au moins 60 jours avant le début des travaux indiquant l'emplacement des tourets à dérouler, des freineuses, des treuils de déroulage, des ancrages temporaires, l'emplacement des joints et toute chose relative aux pylônes. Les routes et autres utilités à traverser ainsi que les moyens de protection prévus seront indiqués. Les portées de mise en flèche et de contrôle seront précisées et soumises à

l'approbation du MO et/ou de l'Ingénieur.

Il faudra joindre avec le programme, les tableaux de flèches et tensions initiale et finale de même que les calculs afférents pour les diverses portées et conditions de température des conducteurs et des câbles de garde.

La méthode de déroulage des câbles « sous tension mécanique » est exigée pour tous les câbles. En aucun temps les câbles éraflés ou endommagés ne seront acceptés. En aucun cas, les câbles conducteurs ne toucheront le sol.

L'Entrepreneur s'assurera qu'aucune contrainte induite n'est imposée aux pylônes, chaînes d'isolateurs, conducteurs, câble de garde ou autres accessoires de lignes pendant les opérations de déroulage.

Un système de communications par radio portatif ou tout autre moyen autorisé de communication entre les équipes de travail pendant toute la durée des opérations de déroulage et de mise en flèche des câbles sera fourni par l'Entrepreneur.

La traction maximale du treuil de tirage ne devra pas être plus grande que la tension visée pour la mise en flèche.

À la fin de chaque journée de travail, la hauteur des conducteurs sera ajustée et des câbles de garde seront installés afin d'assurer un dégagement adéquat pour le passage des véhicules en dehors des heures de travail.

La méthode détaillée de déroulage du câble de garde à fibres optiques devra être conforme aux exigences minimales du fabricant et être soumise au MO et à l'Ingénieur pour approbation.

En tout temps durant les opérations de déroulage, de mise en flèche et de mise sur pince de tout câble, chaque câble, chaque touret de câble et chaque pièce d'équipement de déroulage-tirage (freineuses, tireuses, etc.) devra continuellement et efficacement être mise à la terre.

L'Entrepreneur devra également prendre connaissance des recommandations de IEEE pour l'installation des conducteurs de lignes aériennes ; celles-ci sont décrites au document IEEE Standard 524-2003 : « IEEE Guide to the Installation of Overhead Transmission Line Conductors ». Si l'Entrepreneur considère que ces recommandations de IEEE sont plus contraignantes que le présent devis, il devra en aviser l'Ingénieur sans délai pour qu'une directive appropriée lui soit émise le plus tôt possible ; dans l'intervalle, il devra s'efforcer de suivre les recommandations de IEEE jusqu'à ce qu'une telle directive lui soit communiquée.

21.4 Outillage et équipement

L'Entrepreneur devra s'assurer que tout le matériel de déroulage des câbles soit approuvé par l'Ingénieur et qu'il puisse être utilisé à un rendement maximal sous des conditions de

températures ambiantes de 20°C à 45°C.

Des poulies de déroulage et des freineuses conçues pour assurer une protection adéquate des conducteurs et des câbles de garde seront utilisées. Les travaux de déroulage et autres activités de même nature devraient être effectuées en suivant les recommandations générales de la norme IEEE Standard 524-2016 « IEEE Guide to the Installation of Overhead Transmission Line Conductors » ainsi que celles contenues dans le rapport technique CET 1328 : 95 intitulé « Travaux sous tension — Installation des conducteurs et câbles de garde — Équipement de déroulage et accessoires ».

Le diamètre et la forme de la gorge des poulies de déroulage et de la freineuse utilisées pour le déroulage du câble de garde à fibres optiques doivent également rencontrer les exigences du fabricant de CGFO.

Utiliser des poulies de déroulage d'un poids suffisant afin d'assurer un bon fonctionnement sans dommage ni blocage lors du passage du dispositif d'accrochage du conducteur dans les poulies. Utiliser des poulies montées sur des roulements à billes ou à galets, capables de fonctionner sous toutes les conditions de vitesse, de charges (statiques et dynamiques) et vibrations de pose des câbles. S'assurer que les roulements soient correctement lubrifiés et protégés contre la saleté, le sable et la poussière.

Le diamètre minimum de la gorge de poulie sera 20 fois le diamètre des câble AAAC ou AACSR, 30 fois le diamètre du câble CGFO.

Les poulies seront accrochées aux chaînes d'isolateurs ou à des crochets ou élingues de longueur suffisante pour que les câbles occupent respectivement la hauteur qu'ils occuperont après leur mise sur pincés.

Seuls des outils approuvés pour la pose des câbles, des manchons de jonction et d'ancrage qui ne causeront pas de surtension dans les brins individuels des câbles, ni déformation ou autre dommage aux câbles, pourront être utilisés.

Toute poulie de déroulage défectueuse, révélant une usure excessive ou ne permettant pas le libre passage du dispositif d'accrochage du conducteur, devra être remplacée immédiatement.

L'outillage et/ou équipement soumis à quelque réparation doit être approuvé par l'Ingénieur avant d'être réutilisé.

L'Entrepreneur utilisera des dispositifs d'accrochages des conducteurs ou des câbles de tirage qui empêchent, par des roulements à billes, de leur communiquer des effets de torsion au cours du déroulage. Si le fabricant du CGFO l'exige, l'Entrepreneur installera un système anti-giratoire entre le dispositif de tirage du câble de garde à fibres optiques et l'émerillon. Ce système anti-giratoire devra être muni de contrepoids ayant une masse suffisante pour empêcher la rotation du CGFO durant le déroulage.

L'Entrepreneur s'assurera que les pinces de tirage ou autre dispositif de halage soient d'un modèle approuvé qui n'endommagera ni ne courbera indûment les câbles durant leur déroulage.

L'utilisation de grenouilles à mâchoires parallèles est interdite pour tirer le câble de garde à fibres optiques. Lors du réglage et de l'ancrage du CGFO, utiliser des pinces de tirage qui rencontrent les exigences du fabricant de CGFO.

21.5 Protections aériennes temporaires

L'Entrepreneur devra fournir des systèmes de protection aérienne temporaire aux traversées de route, de lignes de transport, de lignes de distribution, de pipelines de surface et à tous les endroits où la protection du public et d'autres servitudes exigent de telles mesures. Les dispositions à prendre au cours des travaux (hauteur libre, surveillance, notification, etc.) seront prises au frais de l'Entrepreneur et à la satisfaction des autorités administratives ou personnes privées concernées, avec lesquelles l'Entrepreneur sera tenu de se mettre en rapport au préalable. Immédiatement après la fin des travaux de déroulage d'une section de ligne, l'Entrepreneur démontera et enlèvera tous les portiques et protection aérienne temporaire

21.6 Traversées

Les traversées concernent les routes, les voies ferrées, les rivières, les lignes électriques existantes, les lignes de télécommunication existantes. Les pylônes devront à minima être équipés de chaînes doubles.

L'Entrepreneur devra prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter tout dommage aux croisements de lignes d'énergie existantes. Il devra soumettre les moyens de précaution prévus à l'approbation de l'Ingénieur.

Lors des travaux de déroulage pour les traversées, il sera nécessaire d'obtenir les coupures de cette ligne existante auprès du MO. L'Entrepreneur devra soumettre un plan de phasage, une procédure de mise en œuvre, un mode opératoire pour les travaux sous consignation, et un calendrier des coupures pour approbation au MO et à l'Ingénieur. Il procédera ensuite aux demandes de consignation des tronçons concernés afin de réaliser les travaux en sécurité en l'absence de tension.

Toutes les dispositions nécessaires, telles qu'autorisées par l'Ingénieur, seront prises pour franchir tout obstacle ne permettant pas le tirage des câbles de manière usuelle.

Là où la ligne traverse un circuit télégraphique ou téléphonique, L'Entrepreneur devra ériger une protection temporaire en échafaudage avec réseau maillé.

21.7 Réglage des câbles

21.7.1 Généralités

L'Entrepreneur devra régler la mise en flèche des câbles selon les données de flèches et de tensions préalablement approuvées en utilisant une méthode éprouvée pour le réglage des câbles.

21.7.2 Méthode

À moins d'indications contraires de l'Ingénieur, l'Entrepreneur utilisera la méthode de portée équivalente pour mettre en flèche les portées et déterminer la portée de contrôle. Il s'assurera que tous les conducteurs soient soumis, autant que possible, à un même traitement de mise en charge.

Les conducteurs devront être stabilisés pendant un certain temps si nécessaire et si exigé par l'Ingénieur.

L'Entrepreneur n'entreprendra pas d'opération de réglage s'il est raisonnablement prévisible que les conditions de températures ne permettront pas de compléter les opérations de mise en flèche de façon pleinement satisfaisante.

Le réglage sera fait séparément pour chacun des cantons de pose, délimités par les pylônes à équiper de chaînes d'ancrage ; des réglages intermédiaires seront nécessaires chaque fois que l'on ne pourra garantir l'uniformité de la composante horizontale de la tension entre toutes les portées du canton, soit à cause des frottements dans les poulies, soit à cause des dénivellations.

Les opérations de mise sous tension et réglage seront conduites sous la responsabilité de l'Entrepreneur de façon à ne jamais surcharger les pylônes.

Il appartiendra à l'Entrepreneur d'haubaner éventuellement certains pylônes et certaines consoles, compte tenu des cas de charge pour lesquels les différents supports et consoles sont calculés.

La tension sera appliquée aux câbles de façon à ne pas dépasser la tension indiquée au tableau de pose ; celui-ci sera établi en tenant compte de ce que le câble conducteur subira un certain fluage sous l'effet des sollicitations auxquelles il sera soumis durant et après la pose. Les tableaux des tensions et flèches de pose des conducteurs seront préalablement approuvés et acceptés.

Au cours de chaque réglage, tous les conducteurs seront traités aussi uniformément que possible, afin qu'ils subissent ultérieurement le même fluage. A cette fin, on veillera notamment à terminer

les opérations de réglage le même jour pour tous les conducteurs d'un même canton de pose.

Après réglage, les câbles seront maintenus tendus dans les poulies pendant au moins 48 heures. Passé ce délai, le réglage sera vérifié et les câbles pourront être fixés sur les chaînes d'isolateurs.

Les tableaux de pose indiqueront la composante horizontale de la tension à réaliser dans les câbles ainsi que la flèche maximum en fonction de la portée équivalente et de la température à envisager. La portée équivalente pour chaque canton de réglage sera calculée par l'Entrepreneur sur base des portées réelles et des dénivellations qu'il aura relevées au préalable.

Dès le réglage terminé, et sauf conditions météorologiques exceptionnelles, les conducteurs seront fixés aux chaînes d'isolateurs suspendues de façon que ces dernières soient verticales.

21.7.3 Instrumentation

L'Entrepreneur devra fournir les dynamomètres, les thermomètres, les instruments de visé, mires de nivellement, niveaux et autres appareils et/ou instruments nécessaires à une mise en flèche adéquate de même que pour la vérification du travail.

Les dynamomètres devront toujours avoir été dûment calibrés avant d'être utilisés. Une fois calibrés, s'assurer que les dynamomètres sont toujours manipulés avec soin et qu'ils ne sont jamais frappés par un choc. Dans l'éventualité d'un tel choc, remplacer le dynamomètre par un fraîchement calibré ou recommencer la procédure de calibrage du premier avant de poursuivre les travaux de réglage des câbles.

21.7.4 Mesure des flèches

Pour la mesure de flèche, les portées de mise en flèche et de contrôle seront choisies telles que ci-après prescrit :

Normalement, dans une section donnée, on réglera la flèche des câbles dans la plus longue portée de la section. En général, il ne faudra pas utiliser les portées d'extrémité sauf dans les cas de section ne comprenant qu'une ou deux portées.

Pour réduire les risques d'erreurs, il faudra rechercher autant que possible une portée dont les points de suspension des câbles sont à peu près au même niveau. Autrement, l'Entrepreneur

suivra la procédure que l'Entrepreneur a déjà soumise à l'Ingénieur et que celui-ci a approuvée.

L'Entrepreneur réglera la flèche des câbles dans plus d'une portée selon le nombre de portées par section tel que ci-après :

Nombre de portées par section à mettre en flèche	Nombre minimal de portées de réglage des câbles
1 à 3	1
4 à 6	2
7 à 14	3
15 à 22	4

21.7.5 Températures

Pour la mise en flèche, la température des câbles devra être déterminée au moyen de thermomètres spéciaux, montés dans un cylindre en aluminium, exposé à l'air et au soleil comme c'est le cas des câbles à mettre en flèche, pour que ces thermomètres répondent de la même manière aux mêmes variations de température ambiante que les câbles.

On laissera s'écouler une période minimale suffisante entre le moment de l'installation des thermomètres à l'endroit où on a besoin d'une lecture et le moment de la lecture.

Les thermomètres seront installés à l'air libre à une élévation pas moindre que le point bas de la flèche du câble.

Les thermomètres ne doivent pas être mis à l'abri du soleil, de la pluie ou du vent.

21.7.6 Tolérances

Immédiatement après que les câbles sont fixés, et mis sur pince, la flèche ne devra pas varier de ± 150 mm de la flèche donnée sur le graphique de réglage. De plus, la flèche de chacun des câbles ne devra pas varier de plus de 75 mm de la flèche moyenne des câbles dans une même portée.

Les mesures de flèches ne seront pas basées sur les côtes de niveaux indiquées sur le profil en long, mais bien sur la situation réelle sur le terrain après l'implantation des pylônes.

S'il est constaté que la distance d'un câble au sol est inférieure aux distances réglementaires, l'Entrepreneur en avisera aussitôt le MO ou l'Ingénieur et proposera les mesures à même d'y remédier.

21.7.7 Mise sur pince

La mise sur pince devra se faire dans les 48 heures suivant la mise en flèche et au plus tard 72 heures après le déroulage des câbles.

L'Entrepreneur utilisera un crochet de levage de conception approuvée pour lever les câbles à mettre sur pince. Le crochet élévateur devra être formé correctement, de longueur convenable et d'un matériau qui n'endommagera pas les câbles. Il ne faudra pas permettre de levage à un seul point de contact tel qu'en utilisant une corde de service.

Les pinces de suspension seront positionnées de façon à ce qu'une fois serrées, les chaînes de suspension soient parfaitement verticales. L'écart permis en verticalité est de 20 mm par mètre de longueur de chaîne de suspension.

Avant la mise sur pince, recouvrir d'une graisse approuvée la portion du câble recouvert d'une garniture de protection « Armor Rod » qui sera à l'intérieur de la pince. Après avoir serré la pince, essuyer le surplus de graisse hors pince.

Le câble de garde à fibres optiques fait exception et ne doit pas être recouvert de graisse avant la mise sur pince.

21.7.8 Descente du CGFO et raccordement des fibres optiques

21.7.8.1 Fixation du CGFO sur les pylônes munis d'un boîtier d'épissures

Lors de la manipulation et la fixation du CGFO en descente sur le pylône, il faudra respecter en tout temps le rayon minimal de courbure du câble de garde à fibres optiques prescrit par le fabricant. Immédiatement après la mise sur pince d'ancrage, fixer le CGFO en provenance de chaque portée adjacente au pylône le long d'une même membrure principale, selon le parcours montré sur les plans.

L'Entrepreneur installera seulement des pinces de descente d'un type approuvé entre le sommet du pylône et le niveau d'installation du boîtier d'épissure. La distance maximale

entre deux pinces de descente consécutives le long d'un même câble est de 3 m mesurée verticalement et de 1,5 m mesurée horizontalement.

L'Entrepreneur devra établir l'emplacement des boîtiers d'épissures au fur et à mesure que le carnet de piquetage est approuvé par le Maître de l'Ouvrage. Il devra optimiser la répartition des boîtiers d'épissures de façon à minimiser le nombre d'épissures tout en respectant la longueur maximale de CGFO que peut contenir un touret et qui est spécifiée par le fabricant.

21.7.8.2 Vérification de la qualité optique des fibres

Après que la mise sur pince du CGFO et la fixation des câbles aux descentes aient été complétées mais avant d'effectuer le raccordement des fibres optiques, l'Entrepreneur devra vérifier la qualité optique en mesurant l'atténuation des fibres de chaque section de câble CGFO comprise entre deux pylônes munis d'un boîtier d'épissures. Il effectuera également une mesure de l'atténuation totale des fibres. Si la perte totale des fibres est prévue à dépasser la perte théorique d'installation, les jonctions devront être reprises jusqu'à ce que la performance spécifiée soit atteinte.

Pour ce faire, il utilisera un réflectomètre optique appelé communément OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) à une longueur d'onde de 1550 nm et enregistrera les résultats sur un traceur.

Sauf indications contraires de l'Ingénieur, toute section de CGFO installée devra être enlevée et remplacée selon les directives de l'Ingénieur si elle ne répond pas aux exigences suivantes :

- Les mesures de la longueur de chacune des fibres optiques obtenues à l'aide de l'appareil OTDR doivent être équivalentes entre elles et elles doivent correspondre approximativement à la longueur du câble majorée du facteur de correction donné par le fabricant ;
- L'atténuation linéique de chacune des fibres optiques mesurée pour la section de CGFO ainsi vérifiée doit être comparable à la valeur initialement mesurée en usine

par le fournisseur et elle doit être compatible avec le budget d'atténuation totale établi par les ingénieurs du Constructeur adjudicataire du Lots P pour les performances requises du réseau de télécommunications ;

- En comparant la courbe de rétrodiffusion réalisée au chantier sur une fibre optique et celle réalisée à l'usine, il ne doit pas y avoir apparition de nouveaux affaiblissements localisés.

21.7.8.3 Préparation du câble avant le raccordement des fibres optiques

Au pied du pylône, il faudra couper chacun des 2 câbles de garde à fibres optiques de manière à conserver une longueur de câble au sol variant entre 5,0 m et 6,0 m entre l'endroit où le CGFO touche le sol et le bout sectionné. Les couches de brins, le tube et toutes autres composantes devant être coupées selon les directives du fabricant du CGFO, à la distance de l'extrémité qui est recommandée par le fabricant du boîtier d'épissures. Les groupes de fibres de chacun des CGFO seront insérées dans les orifices du boîtier, les bagues de raccord installées, les fibres optiques regroupées, les tubes de groupement enfilés si requis et le nom du poste d'origine inscrit sur un ruban fixé aux tubes. Le tout doit être réalisé et scellé selon les directives du fabricant du boîtier d'épissures.

21.7.8.4 Raccordement des fibres optiques

Le raccordement des fibres optiques doit se faire par fusion. Le retrait des gaines et du revêtement des fibres, le dénudage, le clivage et la fusion doivent être exécutés par une équipe qualifiée, à l'abri des intempéries, avec de l'outillage et des équipements parfaitement ajustés et calibrés qui sont compatibles avec le type de fibres optiques à raccorder.

Pour mesurer l'atténuation d'une fusion, un réflectomètre optique (OTDR) (Optical Time Domain Reflectomètre) à une longueur d'onde de 1 550 nm sera utilisé. La distance entre le site de vérification et le site de fusion doit être inférieure à la portée du réflectomètre. Pour effectuer les mesures bidirectionnelles, il sera nécessaire, au boîtier suivant, de boucler temporairement deux à deux les fibres optiques provenant du poste de départ en les

fusionnant. Ces valeurs doivent être communiquées à l'Ingénieur.

L'atténuation maximale d'un raccordement par fusion doit être inférieur à 0,20 dB, et en moyenne 0,12 dB. Toute fusion ayant un affaiblissement supérieur à 0,20 dB devra être reprise jusqu'à un maximum de 4 fois. La valeur de l'affaiblissement d'une fusion est la moyenne des mesures prises dans les deux directions.

Après l'acceptation d'une fusion, un protecteur de fusion sera installé sur le raccord. Pour chacun des modules de rangement, la provenance des fibres sera identifiée sur la platine, en inscrivant le nom du poste et les protecteurs de fusion seront étiquetés avec le numéro correspondant à chaque fibre, selon le code de couleur des fibres et des tubes. Les protecteurs de fusion seront fixés dans les modules de rangement des platines d'assemblage, les fibres optiques enroulées sur les platines et le surplus des tubes de groupement des fibres enroulés dans le boîtier. Le montage et la fermeture du boîtier d'épissures sera complété en scellant le tout selon les directives du fabricant.

21.7.8.5 Registre des atténuations

L'Entrepreneur doit tenir un registre fidèle de toutes les mesures d'atténuation effectuées au chantier pour chaque section individuelle de câble à fibres optiques entre deux boîtiers de jonction, avant toute fusion de fibres et également après fusion des fibres dans chaque boîtier d'épissures, et de boîtier en boîtier.

Le registre doit documenter précisément la localisation exacte de chaque section de câble CGFO testée, l'atténuation mesurée pour chaque fibre et la valeur moyenne pour toutes les fibres de ce segment de câble, la localisation exacte de la structure sur laquelle est fixée chaque boîtier d'épissure ainsi que l'identification précise de chaque paire de fibres fusionnées, l'atténuation mesurée dans chaque direction (et la moyenne des deux valeurs) au travers de chaque raccordement effectué, etc. Bref, un registre aussi détaillé que possible de l'ensemble des mesures faites sur place pour l'atténuation attribuable à chaque longueur de fibre entre deux raccordements et pour l'atténuation locale spécifique à chaque raccordement dans toute boîte de jonction.

Le registre de ces valeurs doit être transmis à l'Ingénieur sous la forme d'un rapport bien ordonné, compilé pour chaque tronçon de ligne entre deux postes consécutifs, dès qu'elles ont été compilées, et bien avant les essais de mise sous tension de la ligne.

21.7.8.6 Installation du boîtier de jonction sur le pylône (Epissures)

L'Entrepreneur devra installer le support à boîtier sur une membrure du pylône de façon à ce que le parcours des câbles soit conforme aux plans, le boîtier se situe à plus de 10 m du sol et le bas de boucle des CGFO se situe à plus de 5 m du sol. Il faudra fixer le boîtier au support et compléter la pose des pinces de descente en respectant le rayon minimal de courbure prescrit par le fabricant du CGFO.

21.7.8.7 Installation du boîtier de jonction terminale (Epissures)

Les boîtiers de jonction terminale assurant la liaison entre le câble de garde à fibres optiques et le câble souterrain (CSFO) qui assure la liaison entre ces boîtes et les équipements optiques des postes seront installées par l'Entrepreneur sur les portiques d'entrée des postes.

21.7.8.8 Vérifications du réglage des câbles

Avant l'émission du certificat d'acceptation des travaux, l'Entrepreneur devra procéder à la vérification de la mesure des flèches dans les portées choisies par l'Ingénieur, afin de vérifier la conformité du réglage compte tenu des limites spécifiées.

L'Entrepreneur vérifiera la verticalité des chaînes d'isolateurs en suspension et ajuster si nécessaire. Les chaînes de suspension peuvent être légèrement inclinées tant que cette inclinaison est à l'intérieur de la limite prescrite. Si elles sont en dehors de cette limite, elles devront être ajustées en portant une attention particulière au décalage (« offset ») à faire subir au point de support du câble sur poulie.

La valeur de cet « offset » doit être établie par les ingénieurs en ligne de transport de l'Entrepreneur et approuvée par l'Ingénieur. Le marquage et la mise en œuvre de ces « offsets » le long du câble sont des étapes de travail qui doivent être soigneusement effectuées, et elles sont particulièrement importantes si le terrain est accidenté.

Le dégagement au sol des conducteurs les plus bas dans toutes les portées sera vérifié, de même qu'entre les bretelles de continuité et les pylônes.

L'Entrepreneur notera au rapport officiel des travaux de chantier les particularités observées lors de la mise en flèche des câbles, pour chaque section de la ligne. Il notera la date du déroulage, date de mise en flèche, la température des câbles lors de la mise en flèche, etc. et soumettra toutes ces observations à l'Ingénieur à l'achèvement complet des travaux de déroulage et de mise en flèche des câbles.

21.7.8.9 Raccordement aux portiques des postes

L'Entrepreneur effectuera tous les travaux nécessaires pour raccorder la ligne aux portiques des postes d'extrémités, y compris la pose des chaînes d'ancrage sur ces portiques. Les descentes du CGFO au portique de chaque poste d'extrémité à partir du pylône de fin de ligne (côté poste) se fera avec séparateurs et sera raccordé à la boîte de jonction terminale.

22 INSTALLATION DES ISOLATEURS ET ACCESSOIRES

22.1 Isolateurs

Les principales opérations relatives à la mise en place des chaînes d'isolateurs et des accessoires de ligne seront :

- Le triage des pièces,
- La vérification de la concordance des différentes pièces avec les assemblages prévus aux plans,
- L'assemblage et le montage sur les pylônes.

Les isolateurs seront fournis dans des caisses en bois et seront transportés à pied d'œuvre dans leur contenant d'origine. Ils ne seront déballés qu'au moment de l'utilisation.

Tous les isolateurs doivent être inspectés avant d'être assemblés selon le nombre requis pour constituer les chaînes. L'Entrepreneur s'assurera que le matériau isolant, le scellement, les capots, les tiges et les goupilles ne présentent pas de défauts. Les isolateurs seront proprement nettoyés de toute poussière accumulée.

Tout isolateur endommagé de quelque manière que ce soit sera rejeté ; soit le matériau isolant (éclat ou fissure), soit les parties métalliques ou soit la galvanisation.

Le procédé de montage et d'installation des chaînes d'isolateurs doit être exécuté de façon à ne pas forcer les articulations ni endommager les isolateurs. Tout juste avant de les suspendre au pylône, il faudra s'assurer que la surface des isolateurs est très propre et que

l'extrémité ouverte des goupilles fendues est orientée de façon à être visible à partir de l'axe vertical au centre du pylône. Le verrouillage des goupilles sera vérifié.

22.2 Assemblages de chaînes d'isolateurs

L'Entrepreneur devra s'assurer que les assemblages (i.e. ensembles d'éléments assemblés) de chaînes d'isolateurs soient complets, propres et libres de toute défectuosité, dommage ou saleté une fois installés.

L'Entrepreneur devra vérifier toutes les goupilles fendues des isolateurs et s'assurer qu'elles soient complètement ouvertes, déployées et bien rabattues.

L'assemblage sera effectué conformément aux plans et aux recommandations du constructeur. Les boulons seront convenablement serrés, tout cela conformément aux règles de l'art régissant les constructions des lignes aériennes.

L'Entrepreneur devra installer tous les boulons, les écrous et les goupilles fendues de façon à faciliter l'entretien de la ligne sous tension. Il devra aussi s'assurer que les goupilles fendues peuvent être vues directement par un inspecteur placé dans l'axe vertical du pylône. Lors de l'assemblage, les filets de tous les boulons seront enduits avec une graisse approuvée. De même, les rotules et les logements de rotule seront enduits avec une graisse à base de silicone ou graphite.

L'Entrepreneur procédera au levage des chaînes d'isolateurs à l'aide de matériel de levage et suivant des méthodes approuvées.

Dans toute chaîne d'isolateurs, aucune charge plus grande que la tension normale attribuable aux charges journalières des conducteurs ne doit être imposée à aucune chaîne d'isolateurs durant ou après son installation. Les isolateurs ne doivent, en aucun temps, être soumis à des charges d'impacts lors de ces travaux.

Afin d'empêcher la rétention d'eau ou de sable à l'intérieur des jupes isolantes, les isolateurs des chaînes d'ancrage doivent toujours être installés de façon à ce que, dans les conditions journalières normales, les capots d'isolateurs soient toujours orientés vers l'extrémité la plus haute de la chaîne d'isolateurs.

Cette extrémité correspond habituellement à la position du point d'attache au pylône, mais elle peut aussi correspondre à celle du manchon d'ancrage des conducteurs si les conducteurs « descendent » vers les points d'attache au pylône ou à la structure du poste.

Si les deux extrémités d'une chaîne d'attache à une structure de poste sont au même niveau, l'Entrepreneur devra inverser la direction des capots d'isolateurs de part et d'autre de la

position du point bas de la chaîne ou en modifier la tension mécanique (en deçà des limites acceptables) pour éliminer toute possibilité d'accumulation dans les nervures des jupes d'isolateurs.

Lorsqu'un tendeur à vis est incorporé à une chaîne d'ancrage, il convient de s'assurer qu'il demeure toujours possible d'en ajuster l'ouverture et la tension ultérieurement.

22.3 Pincés de suspension

L'Entrepreneur devra installer les pincés de suspension et effectuer le serrage en appliquant les valeurs de torque recommandées par le fournisseur.

22.4 Manchons de jonction et d'ancrage

L'Entrepreneur devra installer les manchons d'ancrage et de jonction sur les câbles en utilisant un outillage approuvé seulement et selon les méthodes recommandées par le fabricant. Installer les manchons de façon à ne pas causer de surtension dans les brins individuels ou couches de brins ou toute autre déformation ou dommage aux câbles. Les manchons devront respecter les prescriptions fournies par le fabricant et de manière à leur assurer, d'une part, la conductibilité électrique garantie et, d'autre part, une résistance mécanique des pièces tendues au moins égale à 95 % de la charge de rupture théorique des câbles sur lesquels ils sont installés.

Un matériau de remplissage approuvé sera utilisé pour tout le manchonnage des câbles y compris, le manchonnage des terminaux pour le raccordement des bretelles de continuité électrique.

Les essais électriques requis seront effectués sur tous les types de manchons installés, le tout suivant les prescriptions applicables de la norme BS 3288. Tout l'équipement et le matériel nécessaires, pour ces essais, sera à fournir.

Les extrémités des câbles seront parfaitement nettoyées avant introduction dans les joints ou pincés et seront notamment débarrassés de graisse. Les manchons à comprimer seront remplis de pâte spéciale, d'après les instructions du fournisseur.

Après compression, les pincés d'ancrage et les manchons devront être aussi rectilignes que possible.

Les manchons (jonction, réparation ou ancrage) une fois terminés ne devront présenter ni fissures, ni bords aigus.

La tolérance de courbure du manchon (manchon banane) sera de 1 % de sa longueur. Les surfaces de jonction entre la patte du corps de la pince et le col mort devront être propres et bien planes. A cette fin, les deux surfaces de contact seront brossées de manière à éliminer la couche d'alumine et enduit d'une graisse ou pâte de contact appropriée conseillée par le fabricant.

L'Entrepreneur s'assurera que le nombre et l'emplacement des manchons de jonction pleine tension soient approuvés par l'Ingénieur. Sauf si autrement spécifié, on n'installera pas de manchons de jonction dans des portées contiguës ou dans des sections de ligne comprenant moins de trois portées entre deux pylônes d'arrêt. Il faudra s'assurer qu'il n'y ait aucun joint dans les portées traversant les routes publiques, bâtiments, lignes d'énergie ou de communication, qu'il n'y a aucun joint à moins de 15 m d'un pylône et qu'il n'y ait pas plus d'un joint par câble (conducteur ou câble de garde) dans une même portée.

On utilisera une méthode approuvée par l'Ingénieur pour l'installation des manchons de jonction.

22.5 Amortisseurs de vibrations

L'Entrepreneur installera le nombre requis d'amortisseurs sur chaque conducteur et câble, dans chaque portée, aux emplacements spécifiés, suivant les couples de serrage, procédure et outillage recommandés par le fournisseur.

Avant de les installer, l'Entrepreneur s'assurera que les surfaces en contact avec le câble soient propres et libres de toute chose nuisible, et vérifiera aussi qu'il n'y a aucun brin endommagé d'aucune façon, qu'aucune pince de serrage n'est déformée ; bref, qu'il n'y ait aucun dommage nulle part.

Les amortisseurs de vibrations devront être installés aussitôt que possible après la mise sur

pince du câble, préférablement en deçà de quelques heures seulement, pour éviter tout dommage prématuré causé par un vent même très léger et jamais en allant au-delà d'un délai de 24 heures.

22.6 Manchons de réparation

Les manchons de réparation seront utilisés en accord avec les précédents articles 23.1 et 23.2.

Les manchons de réparation seront installés avec l'outillage et suivant les méthodes recommandées par le fabricant. Il faudra vérifier mécaniquement et électriquement les câbles ainsi réparés conformément aux normes applicables, si l'Ingénieur l'exige.

22.7 Tiges préformées aux points de suspension des câbles

L'installation de garnitures de protection faites de tiges d'armure torsadées préfabriquées (Armor rod) est requise pour tous les assemblages de suspension des câbles de garde et des conducteurs.

La CGFO sera protégée à l'endroit des amortisseurs et des sphères de balisage.

Juste avant l'installation de ces garnitures de protection, l'Entrepreneur devra s'assurer que les surfaces en contact soient propres et exemptes de poussière, de particule solide ou de toute substance pouvant être préjudiciable à la performance attendue.

Tous les repères consistant à marquer les câbles pour le centrage des pinces ou des tiges d'armure torsadées préfabriquées devront être faits à l'aide d'un ruban ou de tout autre moyen ne laissant pas de trace. Il sera interdit de faire quelque éraflure ou rayure que ce soit sur tout brin de câble.

Les tiges d'armure préformées devront être installées rigoureusement selon les

recommandations du fournisseur. Elles devront être centrées en deçà de 50mm de la position exacte prévue pour la pince de suspension. Après installation, l'écart de longueur entre les extrémités de toute paire de tiges ne devra pas excéder 5 mm.

22.8 Entretoises rigides

Le nombre requis d'entretoises rigides sera installé pour chaque phase, dans chaque portée, aux emplacements spécifiés, suivant les procédures et outillage recommandés par le fournisseur.

Avant de les installer, il faudra s'assurer que les surfaces en contact avec le câble soient propres et libres de toute chose nuisible, et vérifier aussi qu'il n'y a aucun brin endommagé d'aucune façon, qu'aucune pince de serrage n'est déformée : qu'il n'y ait aucun dommage nulle part.

Les entretoises rigides devront être installées aussitôt que possible après la mise sur pince du câble, très préférablement en deçà de quelques heures seulement, pour éviter tout dommage prématuré causé par un vent même très léger et jamais en allant au-delà d'un délai de 24 heures.

23 NETTOYAGE, ESSAIS ET INSPECTION FINALE

23.1 Généralités

L'Entrepreneur devra nettoyer les lieux et procéder à l'inspection finale des travaux incluant l'achèvement des travaux laissés en suspens de même que toutes les réparations nécessaires.

Toutes les vérifications et essais de mise en service seront exécutés conformément au programme de mise en service, aux plans, au devis descriptif et tel que requis par l'Ingénieur.

L'Entrepreneur informera le MO ou l'Ingénieur, de la date essais de ligne, 45 jours à l'avance et mettra à disposition du personnel qualifié et de l'outillage nécessaire au bon déroulement de ces essais.

A l'issue des essais, l'Entrepreneur fournira au MO et à l'Ingénieur un rapport détaillé consignant tous les résultats des essais, des mesures réalisées et des réglages, etc. éventuellement adoptés.

23.2 Nettoyage

L'Entrepreneur retirera du site des travaux, tout débris d'emballage, pièces de rechange, rebuts, déchets, etc.

Il débarrassera l'emprise de la ligne et des accès, de tous les arbres et les broussailles coupés et/ou laissés lors du déboisement et du défrichage de la ligne.

À la fin des travaux, remettre dans leur état initial les composantes du milieu touchées en conformité avec les exigences du ESSS.

L'Entrepreneur se conformera à toute réglementation locale et gouvernementale, concernant le brûlage de toute chose afférente au nettoyage. Il devra obtenir les permis nécessaires lorsque requis par la réglementation et ne permettra pas de jeter les rebuts, les déchets ou tout autre détritrus dans les rivières ou lit de rivières, ruisseau, tout plan d'eau asséché ou non, terre-plein des rivières ou tout autre endroit de même nature et/ou interdit.

Toutes les fosses d'irrigation qui ont été temporairement bloquées pour faciliter la construction de la ligne seront dégagées, tous les fossés d'irrigation remis à leur état initial.

L'Entrepreneur rétablira le drainage naturel à tous les endroits où il est intervenu pour fins

de la construction.

Il réparera les clôtures et toute chose endommagée pendant la construction.

Les lieux en général et les routes d'accès seront rendus à leur condition initiale.

Tous les campements et véhicules à transférer au Maître de l'Ouvrage seront préalablement nettoyés et en bonnes conditions.

23.3 Inspection finale

L'Entrepreneur procédera à l'inspection finale des travaux, en présence de l'Ingénieur, avant les essais de mise en service.

Pendant cette inspection, l'Entrepreneur devra remédier immédiatement à tous les défauts et, en particulier, s'assurer que ce qui suit, a été effectué et/ou complété :

- le remplissage des excavations au niveau prescrit, le nivellement autour des fondations, le drainage des fondations sises en terrain incliné, la disposition du surplus de terre, etc. ;
- le béton en saillie au-dessus du sol doit être façonné correctement, fini et scellé ;
- une peinture à base de bitume époxydique a été correctement appliquée sur la partie supérieure des fondations en béton ;
- les pylônes sont bien alignés et verticaux suivant les tolérances prescrites ;
- les accessoires, dispositifs anti-escalade et plaques signalétiques de tous genres sont complets et correctement installés ;
- la structure des pylônes est propre et libre de toute substance étrangère ;

- toute rayure ou dommage de tout genre fait au fini galvanisé a été soigneusement réparé à la satisfaction de l'Ingénieur ;
- tous les isolateurs sont à l'état neuf, aucunement endommagés d'aucune façon et sont tous libres de toute matière étrangère et nuisible ;
- les accessoires de tous les câbles conducteurs, câble de garde et CGFO sont complets et ont été installés conformément aux plans et devis
- tous les conducteurs, câble de garde ordinaire et CGFO ont été correctement mis sur pince et toutes les bretelles de continuité électrique ont été correctement installées ;
- tous les manchons de jonction pour épissure des conducteurs sont correctement installés et localisés aux endroits prévus.
- tous les boulons, écrous, goupilles, rondelles et autre visserie sont correctement ajustés, serrés et bloqués correctement ;
- tous les câbles sont propres, sans brin brisés ou endommagés de quelque manière que ce soit et exempt de tout début de déformation en panier, de tout brin lâche, etc. ;
- les flèches sont conformes aux documents de mise en flèche et tous les dégagements électriques sont conformes.
- toutes les poulies de déroulage des conducteurs, tous les crochets auxiliaires et toute autre pièce d'équipement de l'Entrepreneur ont été retirées de l'emprise de la ligne.
- toutes les connexions de mise à la terre des pylônes ont été correctement effectuées et sont maintenant en fonction.

- les pylônes de transposition ont été correctement agencés et implantés aux endroits appropriés le long de la ligne.
- les sols ont été stabilisés là où il était devenu nécessaire de le faire.
- l'emprise de la ligne est libre de tout débris, plante, arbre ou autre objet inapproprié et libre aussi de tout chevauchement ou interférence avec toute construction ou tout édifice existant.
- l'aménagement de la route d'accès longeant la ligne et de tout chemin secondaire permettant un accès radial plus direct à l'emprise (à partir des routes publiques) et/ou aux pylônes ainsi que l'aménagement de la route d'accès au voisinage immédiat de chaque pylône ont tous été correctement effectués.

24 ESSAIS POUR MISE EN SERVICE

24.1 Généralités

L'Entrepreneur devra prendre les dispositions appropriées pour procéder à tous les essais nécessaires en vue de démontrer que la ligne a été bien construite et est maintenant prête à être mise en service.

Ces essais courants préalables à la mise en service comprennent entre autres la vérification de la tenue électrique des isolateurs, la vérification des pertes de charge électrique, etc., le tout étant réalisé en utilisant l'appareillage approprié à cet effet.

L'Entrepreneur prendra les dispositions pour que le personnel qualifié soit présent lors de la mise en service et des essais afférents.

Les tâches seront de prêter assistance au MO et à l'Ingénieur et d'apporter toutes les mesures correctives nécessaires compte tenu du fonctionnement de la ligne.

L'Entrepreneur effectuera la liaison avec les postes d'extrémités, et exécutera toutes les

vérifications nécessaires en présence de l'Ingénieur et fournir la main-d'œuvre, le transport, l'appareillage, l'outillage et toute autre assistance nécessaire et/ou requise par le MO et l'Ingénieur.

24.2 Essais électriques

L'Entrepreneur devra mesurer entre autres les paramètres électriques phase-phase et phase-terre suivant :

- Mesure de la concordance des phases,
- Mesure de l'isolement,
- Mesure de la résistance de la ligne en courant continu,
- Mesure de la résistance de la ligne en courant alternatif,
- Mesure de la réactance et de l'impédance de service,
- Mesure de la réactance et de l'impédance phase terre,
- Mesure de la capacité directe,
- Mesure de la capacité homopolaire.

24.3 Essais sur CGFO

Après l'achèvement des installations de CGFO, y inclus les épissures avec les OJBs, l'Entrepreneur devra exécuter les essais bout-à-bout pour toutes les fibres dans le câble.

Les essais seront effectués entre les deux portiques de la ligne. Les essais suivants devront être exécutés :

- Continuité suivant EIA/TIA 598-C Norme (Standard Colour Code)
- Mesure d'atténuation (en dB) avec le Power meter
- Essais des fibres avec OTDR. Les essais susmentionnés doivent être exécutés à

1550 nm. Les résultats des essais doivent être présentés dans une forme standard. Le format des rapports doit être soumis pour approbation avant le début des essais. Les formulaires du rapport remplis doivent être soumis pour la vérification et approbation. Les résultats

suivants doivent être indiqués dans les rapports pour chaque fibre et épissure ;

- Atténuation point-à-point pour chaque fibre, en deux directions et avec la valeur moyenne ;
- Atténuation de chaque épissure individuelle, en deux directions et avec la valeur moyenne (bidirectionnelle) ;
- Atténuation moyenne des épissures – sur bout-à-bout (en dB).

A partir du rapport dans une forme électronique, bien structurée, l'Entrepreneur doit soumettre au MO tous les traces OTDR (SOR files).

Les critères pour l'acceptation sont :

- Atténuation bout-à-bout de la fibre : $\leq (\text{longueur totale de la fibre}) \times 0,20 \text{ dB/km} + (\text{nombre des épissures}) \times 0,12 \text{ dB}$;
- Atténuation d'épissure individuel (bidirectionnel) : $\leq 0,20 \text{ dB}$;
- Atténuation moyenne d'épissures : $\leq 0,12 \text{ dB}$.

25 MISE EN SERVICE

Une fois les essais terminés à la satisfaction du MO, celui-ci procédera à la mise sous tension électrique de la ligne. Un procès-verbal de réception de mise en service sera délivré par le MO.

26 VERIFICATION DES TRAVAUX

L'Entrepreneur devra vérifier que les flèches et dégagement au sol sont toujours à l'intérieur des exigences prescrites. L'Entrepreneur fera ces vérifications aux endroits prédéterminés le long de la ligne, tel que requis par l'Ingénieur et, fournir l'instrumentation nécessaire pour ces vérifications avec la ligne sous tension.

L'Entrepreneur apportera le plus rapidement possible toutes les corrections nécessaires en vue de rétablir les flèches et dégagements trouvés non conformes.

27 FORMATION DU PERSONNEL

27.1 Formation au siège de l'Entrepreneur

Une formation se déroulera dans les locaux de l'Entrepreneur pour la partie de : Elaboration des plans du profil en long ;

- Usage et entretien des plans « tel que construit » dans le système SIG ;
- Usage de PLS-CADD

Une durée de 3 semaines pour cinq (5) personnes sera organisée pour les spécialités susmentionnées.

Le prix inclut tous les frais de voyage aller et retour à partir des pays d'origine, les indemnités journalières de séjour (nourriture, transport local et logement), les frais de stage et/ou écolage, la documentation technique, etc., à la seule exception de la rémunération proprement dite des stagiaires.

Chaque participant recevra des manuels détaillés en français (ou partiellement en anglais) relatifs aux sujets essentiels de sa spécialité, expliquant le fonctionnement et l'entretien du matériel fourni et donnant les caractéristiques précises et les références de tous ses composants.

L'objectif de cette formation est de former les futurs exploitants des lignes. L'Entrepreneur prendra à sa charge les frais du MO, à savoir :

- Billet aller-retour en classe affaire
- Visas
- Transport local
- Logement L'hébergement (hôtel 3 étoiles minimum) et les repas pour la durée de la formation
- Per diem égal à 230 Euros

Les supports de formation, en langue française, seront remis en format papier et en format informatique pdf à chaque participant.

Les connaissances des participants à l'issue du stage seront testées au moyen d'un questionnaire QCM afin de permettre au management du MO de vérifier la bonne assimilation des connaissances.

27.2 Formation sur site pendant les travaux

La formation du personnel sur le chantier doit être exécutée de la manière suivante :

Cinq ingénieurs doivent être formés ensemble pendant une période d'un mois par l'Entrepreneur ;

Trois Ingénieurs stagiaires dans le cadre des conventions entre SOGEM et des Ecoles d'Ingénieurs basées en Mauritanie, au Mali et au Sénégal doivent être formés pendant une période de trois mois par l'Entrepreneur.

Les ingénieurs doivent être initiés aux différents thèmes pendant l'installation et la réception des nouvelles lignes.

Avant cette formation, les ingénieurs doivent suivre un cours d'information (organisé par l'Entrepreneur) d'une période de deux semaines à raison de six heures par jour minimum.

Sur le chantier, l'Entrepreneur devra organiser (si nécessaire) toutes conférences, examen de matériel et manipulations sur celui-ci afin d'instruire au mieux le personnel sur la conduite des installations, leur maintenance et leur entretien. Sauf dérogation exceptionnelle et écrite, le personnel en formation ne pourra être chargé par l'Entrepreneur d'aucune mission engageant la responsabilité du MO.

L'Entrepreneur reste entièrement responsable des travaux exécutés par le personnel mis à sa disposition par le MO.

Le personnel observera strictement l'emploi du temps et d'une manière générale toutes les conditions de travail en vigueur chez l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur aura à sa charge les frais de formation des agents désignés par le MO (transport, hébergement et nourriture), étant entendu que leur salaire reste à la charge du MO. Une indemnité journalière équivalente à 50 000 F CFA sera versée à chaque participant. Ces frais sont à prendre en charge une fois par le Marché.

28 Réceptions en usine

L'Entrepreneur prendra à sa charge les frais du MdO et de l'Ingénieur Conseil pour les réceptions en usine (FAT), à savoir :

- Billet aller-retour en classe affaire
- Visas
- Transport local
- Logement
- Per diem (nourriture, petits frais de voyage) - égal à 250 Euros (la restauration est comprise).

Le nombre des voyages et la durée sont indiqués dans les Bordereaux des Prix. Ces frais sont à calculer une fois par marché.

29 PLANNING PREVISIONNEL DES TRAVAUX

A la signature du contrat, l'Entrepreneur remettra un planning détaillé présentant les études, la fabrication et la fourniture, le transport, le montage et l'installation, la réalisation des essais pour la mise en service jusqu'à la réception de préférence sous MS Project.

L'ensemble des travaux de construction est constitué des étapes suivantes :

- Les études de conception,
- La fabrication en usines,
- Les réceptions en usines et les dates d'essai, Le transport,
- Le montage,
- Les essais et la mise en service des matériels et équipements.

30 PÉRIODE DE GARANTIE DES TRAVAUX

Vérifier que les flèches et dégagement au sol sont toujours à l'intérieur des exigences prescrites. Faire ces vérifications aux endroits prédéterminés le long de la ligne, tel que requis par

l'Ingénieur et, fournir l'instrumentation nécessaire pour ces vérifications avec la ligne sous tension.

Apporter le plus rapidement possible toutes les corrections nécessaires en vue de rétablir les flèches et dégagements trouvés non conformes.

31 PROGRAMMATION DE RÉFÉRENCE

Le délai en mois prévu pour l'ingénierie définitive, la fabrication et la fourniture, le montage et l'installation, la réalisation des essais pour la mise en service jusqu'à la réception de la (ou des) ligne(s) de transport à construire dans le cadre du présent projet doit être indiquée dans l'Offre.

L'ensemble des travaux de construction est constitué de trois étapes :

- l'ingénierie définitive
- l'approvisionnement
- la construction

Il est important de relever que pour l'ingénierie définitive, il est prévu les activités d'arpentage requises pour l'implantation du tracé prescrit sur le terrain, la cueillette des données pertinentes additionnelles pour la validation des données déjà disponibles et la préparation des plans et profils, cette préparation des plans et profils et la répartition des pylônes sur ceux-ci.

De plus, dans cette phase d'ingénierie définitive, il est également prévu les activités liées au dimensionnement définitif des pylônes et les essais de chargement de pylône à réaliser en vraie grandeur sur un prototype de chaque type de pylône requis, à moins d'indications contraires de l'Ingénieur au cours des travaux.

Annexe n°1 : Cartes Ligne Kayes-Yélimané-Tintane-Kiffa-Aïoun

Annexe n°2 : Coordonnées de la ligne

Annexe n°3 : Plan N° L-100-01 - Silhouette pylône de suspension Type A
Annexe n°4 : Plan N° L-100-02 – Chaîne d’isolateurs de Suspension

Annexe n°5 : Plan N° L-100-03 – Chaîne d’isolateurs d’Ancrage

Annexe n°6 : Plan N° L-100-04 – Accessoires de câble de garde en acier

Annexe n°7 : Plan N° L-100-06 – Accessoires de câble de garde CGFO

Annexe n°8 : Plan N° L-100-08 – Mise à la Terre de pylônes

Annexe n°9 : Plan N° L-100-09 – Fondations typiques

Annexe n°10 : Plan N° L-100-10 – Accessoires de ligne

Annexe n°11 : Plan N° L-100-11 – Dégagement de l’emprise

Annexe n°12 : Plan N° L-100-12 – Emprise lignes

Annexe n°13 : Plan N° L-100-13 – Descente CGFO sur pylône

Annexe n°14 : Silhouette pylône A Ligne existante

Annexe n°15 : Silhouette pylône C Ligne existante

Annexe n°16 : Profil en long de la ligne Kayes-Yélimané

Annexe n° 17 : Profil en long de la ligne Tintane-Yélimané

Annexe n° 18 : Profil en long de la ligne Tintane-Kiffa

Annexe n° 18 : Profil en long de la ligne Tintane-Aïoun

Sommaire

PREMIÈRE PARTIE PROCÉDURES D'APPEL D'OFFRES

Section I. Instructions aux Soumissionnaires (IS)

Section II. Données particulières de l'Appel d'Offres (DPAO)

Section III. Critères d'évaluation et de qualification

Section IV. Formulaires de Soumission

Section V. Pays éligibles

Section VI. Règles de la SOGEM en matière de Fraude et Corruption

Annexe 1 : Bordereau des Prix

Annexe 2 : Fiches Techniques

Annexe 3 : Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

DEUXIÈME PARTIE SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Section VII. Spécifications

Section VII-1. Spécifications techniques Générales

Section VII-2. Cahier des Spécifications Techniques Particulières – Ligne

Section VII-3. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Postes
--

Section VII-4. Formulaires et Procédures

Section VII-5-1. Plans Lignes

Section VII-5-2. Plans Postes

Section VII-6. Spécifications Environnementales, Sociales, Santé et Sécurité (ESSS)

Section VII-7. Spécifications Sûreté

TROISIÈME PARTIE MARCHÉ

Section VIII. Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Section IX. Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Section X. Formulaires Du Marché

1. DESCRIPTION DU PROJET.....	226
3. ETENDUE DES TRAVAUX POSTES	226
3.1. GÉNÉRALITÉS.....	226
3.2. POSTE DE TINTANE.....	227
3.2.1. CONTEXTE ET LOCALISATION	227
3.2.2. ETENDUE DES TRAVAUX.....	228
3.3. POSTE DE KIFFA.....	230
3.3.1. CONTEXTE ET LOCALISATION	230
3.3.2. ETENDUE DES TRAVAUX.....	231
3.4. POSTE DE AÏOUN EL ATTROUSS.....	233
3.4.1. CONTEXTE ET LOCALISATION	233
3.4.2. ETENDUE DES TRAVAUX.....	234
4. DÉLIMITATION DE PRESTATIONS ET PROPRIÉTÉ.....	235
5. INVESTIGATIONS PRÉLIMINAIRES	239
6. SERVICE DE CONCEPTION	239
7. MONTAGE ET MISE EN SERVICE.....	240
8. RÉCEPTION EN USINE ESSAIS ET CONTRÔLES DES MATÉRIELS	240
8.1. ESSAIS INDIVIDUELS	240
8.2. ESSAIS DE TYPE.....	240
8.3. ESSAIS DE MISE EN SERVICE.....	241
8.4. MARCHE SEMI-INDUSTRIELLE.....	243
8.5. RÉCEPTION	243
8.6. RÉCEPTION PROVISOIRE.....	243
8.7. RÉCEPTION DÉFINITIVE	243
8.8. DÉLAI DE GARANTIE	244
9. IMPOSITIONS COMMUNES POUR LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES	244
9.1. TENUE AU COURT-CIRCUIT	244
9.1.1. RÉSEAU 225 KV.....	244
9.1.2. RÉSEAU 33 KV.....	244
9.1.3. RÉSEAU 90 KV.....	245
9.2. NIVEAU ET COORDINATION D'ISOLEMENT	245
9.3. RÉGIME DU POINT NEUTRE	247
9.4. RÉSEAUX DE TERRE	247
9.4.1. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.....	247
9.4.2. GÉNÉRALITÉS	247

9.4.3. CONNEXION DU CIRCUIT GÉNÉRAL DE TERRE.....	248
9.4.4. PROTECTION CONTRE LA FOUDRE	252
9.5. VALEURS TECHNIQUES GARANTIES	252
10. TRAVAUX À RÉALISER DANS LE CADRE DU PRÉSENT PROJET	253
10.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES POSTES.....	253
10.2. TRAVÉE LIGNE HTB.....	253
10.3. TRAVÉE COUPLAGE.....	254
10.4. TRAVÉE RÉACTANCE.....	254
10.5. TRAVÉE TRANSFORMATEUR	256
10.6. LA TRAVÉE TRANSFORMATEUR HTB/HTA SERA COMPOSÉE :.....	257
10.7. JEU DE BARRES.....	257
10.8. TABLEAU 33KV.....	258
10.9. SERVICES AUXILIAIRES	258
10.9.1 SYSTÈME DES AUXILIAIRES	258
10.10. TABLEAU GÉNÉRAL BASSE TENSION 400VCA	259
9.10.1 GROUPE DIESEL ÉLECTROGÈNE	263
10.10.1 SOURCES À COURANT CONTINU 110 VCC.....	263
10.10.2 SOURCES À COURANT CONTINU 48 VCC.....	264
10.11. EXIGENCES CONSTRUCTIVES.....	266
10.11.1. CHARGEURS	266
10.11.2. BATTERIES.....	266
10.11.3. TABLEAU DE DISTRIBUTION	266
10.11.4. MISE EN ARMOIRE	266
10.12. BÂTIMENT DE SERVICE.....	267
10.13. EQUIPEMENTS À INSTALLER DANS LE CADRE DU PRÉSENT PROJET ...	268
10.13.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.....	268
10.14. EQUIPEMENT HTB.....	269
10.14.1. SECTIONNEUR.....	269
10.14.1.1. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.....	269
10.14.1.2. PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES.....	269
10.14.2. DISJONCTEUR	270
10.14.2.1. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.....	270
10.14.2.2. PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES.....	271
10.14.3. TRANSFORMATEUR DE COURANT	273
10.14.3.1. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.....	273
10.14.3.2. PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES.....	273
10.14.4. PARAFOUDRES.....	274

10.14.4.1. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.....	274
10.14.4.2. PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES.....	274
10.14.5. TRANSFORMATEUR DE TENSION.....	275
10.14.5.1. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES.....	275
10.14.5.2. PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES.....	275
10.15. TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE.....	276
10.15.1. NIVEAU D'ISOLEMENT (SELON LA NORME CEI60076-3).....	276
10.15.2. VALEURS GARANTIES.....	276
10.15.3. ESSAIS.....	278
10.15.3.1. ESSAIS INDIVIDUELS (DE ROUTINE).....	278
10.15.3.2. ESSAIS DE TYPE.....	278
10.15.3.3. ESSAIS SPÉCIAUX.....	278
10.15.4. CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT.....	279
10.15.5. DÉTAILS DE CONSTRUCTION.....	279
10.15.6. PARTIE ACTIVE.....	279
10.15.7. CUVE.....	280
10.15.8. BORNES.....	281
10.15.9. CHANGEUR DE PRISES.....	282
10.15.10. PROTECTION DE SURFACE.....	282
10.15.11. VISSERIE · BOULONNERIE.....	282
10.15.12. HUILE.....	283
10.15.13. ACCESSOIRES.....	283
10.15.14. PROTECTION INCENDIE.....	284
10.15.15. FILERIE ENTRE LES ACCESSOIRES ET LE COFFRET DE RACCORDEMENT.....	284
10.15.16. MONTAGE ET RACCORDEMENT DU TRANSFORMATEUR.....	285
10.16. RÉACTANCES.....	285
10.17. CHARPENTES MÉTALLIQUES À PRÉVOIR.....	288
10.18. APPAREILLAGE HTA-33 KV.....	292
10.19. RÉSISTANCE DE MISE À LA TERRE DU NEUTRE DU TRANSFORMATEUR DE PUISSANCE.....	292
10.20. PIÈCES DE RECHANGE.....	293
10.21. Câbles pour les tensions 225, 90, 33 KV.....	293
10.21.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES Câbles ÉLECTRIQUES.....	293
10.21.2. Câbles MOYENNE TENSION.....	294
10.21.3. Câbles BASSE TENSION.....	294
10.21.4. Câbles DE PUISSANCE BASSE TENSION.....	295

10.21.5. Câbles de mesures	296
10.21.6. Connexions souples des travées	297
10.22. Isolateurs supports	297
10.23. Chaînes d'isolateurs	298
10.24. Equipements de protection-contrôle commande-mesures ..	298
10.24.1. Généralités	298
10.24.2. Jeu de barres 225 KV	300
10.24.3. Travées lignes 225 KV	300
10.24.4. Travées réactances 225 KV	303
10.24.5. Travées couplage de barres	305
10.24.6. Travées transformateurs de puissance	306
10.24.7. Protection côté MT arrivée 33 KV	308
10.24.8. Protection départ MT 33 KV	309
10.24.9. Protection départ TSA 33 KV	310
10.24.10. Protection cellules mesure 33 KV	311
10.24.11. Protections spécifiques	311
10.24.12. Contrôle, commande, mesure et comptage	311
10.24.12.1. Généralités	311
10.24.12.2. Télécommunications	318
10.24.12.3. Téléphonie	320
10.24.12.4. Téléconduite	320
10.25. Conservation des données	320
10.26. Sécurité	321
10.27. Plans de l'entrepreneur, données et instructions	321
10.28. Planning	322
A. Génie civil	323
10.29. Génie civil	324
10.30. Objet des travaux	324
10.31. Provenance – qualité et préparation des matériaux	325
10.31.1. Approvisionnement et réception des matériaux	325
10.31.2. Matériaux pour remblais	326
10.31.3. Liants hydrauliques	326
10.31.4. Ciments	326
10.31.5. Granulats	326
10.31.6. Eau de gâchage	326
10.31.7. Adjuvants	326
10.31.8. Aciers pour béton armé	327

10.32. MAÇONNERIE.....	327
10.33. CANALISATIONS.....	327
10.34. MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX	327
10.34.1. ETUDES.....	327
10.34.2. ETAT DU TERRAIN – NIVELLEMENT – IMPLANTATION – RECONNAISSANCE	328
10.34.2.1. ETUDES TOPOGRAPHIQUES.....	328
10.34.2.2. RECONNAISSANCE DES SOLS	329
10.34.3. EAU ET ÉLECTRICITÉ	330
10.34.4. TERRASSEMENT – DÉMOLITIONS.....	330
10.34.5. MORTIERS ET BÉTON.....	330
10.34.5.1. MORTIERS	330
10.34.5.2. BÉTONS.....	330
10.34.6. ARMATURES :.....	331
10.34.7. CANALISATIONS ET OUVRAGES ANNEXES	331
10.34.8. MAÇONNERIE.....	332
10.34.8.1. ENDUITS ET CHAPES.....	332
10.34.8.2. JOINTS	332
10.34.8.3. SCELLEMENTS.....	332
10.34.9. MENUISERIES ALUMINIUM.....	333
10.34.9.1. ASSEMBLAGE	334
10.34.9.2. CHÂSSIS NACO	334
10.34.10. ETANCHÉITÉ	334
10.34.11. QUINCAILLERIE	335
10.34.12. ESSAIS	335
10.34.13. PEINTURE	335
10.35. DESCRIPTION DES OUVRAGES.....	336
10.35.1. POSTES EXTÉRIEURS :	336
10.35.1.1. MURS DE CLÔTURE.....	336
10.35.1.2. CANIVEAUX ET CHEMINS DE Câbles	337
10.35.1.3. APPROVISIONNEMENT EN EAU	337
10.35.1.4. FONDATIONS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES EXTÉRIEURS- TRANSFORMATEURS-RÉACTANCES	338
10.35.1.5. FONDATIONS DES PORTIQUES ET DES CHÂSSIS.....	338
10.35.1.6. VOIES D'ACCÈS ET DE DÉPLACEMENT, PARKING, AIRES DE STOCKAGE	339
10.35.1.7. REVÊTEMENT DE LA PLATE-FORME.....	340

10.35.1.8. SYSTÈME DE DRAINAGE	340
10.35.1.9. EVACUATION DES EAUX USÉES.....	341
10.35.2. ECLAIRAGE DU POSTE.....	342
10.35.2.1. GÉNÉRALITÉS.....	342
10.35.2.2. ECLAIRAGE DU POSTE.....	343
10.35.2.3. APPAREILS D'ÉCLAIRAGE.....	343
10.35.2.3.1. APPAREILS D'ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR NORMAL.....	343
10.35.2.3.2. LOCAUX DE FAIBLE HAUTEUR.....	344
10.35.2.3.3. APPAREILS D'ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR NORMAL.....	344
10.35.2.3.4. ÉCLAIRAGE DE SECOURS	344
10.35.2.3.5. APPAREILS D'ÉCLAIRAGE DE BALISAGE DE SÉCURITÉ.....	344
10.35.2.3.6. INTERRUPTEURS.....	345
10.35.2.3.7. PRISES DE COURANT	345
10.35.2.3.8. PRISES DE 63 A TRIPHASÉES	345
10.35.2.3.9. PRISES DE COURANT BIPOLAIRES	345
10.35.3. PROTECTION CONTRE L'INCENDIE ET ÉQUIPEMENTS DES TRANSFORMATEURS.....	346
10.35.3.1. SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION D'HUILE.....	346
10.35.3.2. MURS PARE FEU	346
10.35.3.3. PROTECTION INCENDIE	346
10.36. BÂTIMENTS DE SERVICE.....	346
10.36.1. BÂTIMENT POSTE.....	346
10.36.2. LOGEMENT	347
10.36.3. POSTE DE GARDE.....	347
10.36.4. PRESCRIPTIONS D'EXÉCUTION POUR LES BÂTIMENTS.....	348
10.36.4.1. REVÊTEMENT DES PLANCHERS.....	348
10.36.4.2. REVÊTEMENT DES MURS.....	348
10.36.4.3. MENUISERIES.....	348
10.36.4.3.1. PORTES.....	348
10.36.4.3.2. FENÊTRES.....	349
10.36.4.4. PLOMBERIE SANITAIRE	349
10.36.4.4.1. PLOMBERIE	349
10.36.4.4.2. SANITAIRES	350
10.36.4.5. ELECTRICITÉ	350
10.36.4.5.1. CIRCUITS	350
10.36.4.5.2. APPAREILLAGE	351
10.36.4.6. VENTILATION ET CONDITIONNEMENT D'AIR	351

10.36.4.7. TÉLÉPHONE	352
10.36.4.8. ETANCHÉITÉ	353
10.36.4.9. DIVERS.....	353
10.36.4.9.1. SÉCURITÉ INCENDIE	353
10.36.4.10. EQUIPEMENTS SALLE DE COMMANDE.....	354
10.36.4.11. EQUIPEMENTS STUDIO	354

Section VII-3 - Cahier des Spécifications Techniques Particulières - Postes

1. Description du Projet

2. Le présent Projet consiste en la réalisation des Postes associés la ligne biterne 225 kV Yélimané-Tintane-Kiffa- Tintane -Aïoun ; il fait partie du Projet Manantali II.

3. Etendue des travaux Postes

3.1. Généralités

Le principe de base des travaux des postes est le suivant :

- Appareillage 225 kV de type extérieur des différentes travées ;
 - Travées lignes 225 ou 90 kV ;
 - Travées réactances shunt 225 kV ;
 - Travées couplage 225 kV ;
 - Jeu de barres 225 ou 90 KV et les TP associés ;
 - Travées transformateurs 225-90/33 kV ;
 - Travées transformateurs 225/90 kV.
- Génie civil pour la plateforme, fondations, caniveau des câbles, drainage, voies de circulation, clôtures, etc. ;
- Génie civil pour le bâtiment de service, les logements d'exploitation et les loges gardien
- Cellules 33 kV de type GIS
- Transformateur de puissance ;
- Relais de protection avec la commande/contrôle dans les armoires dédiées à chaque travée ;
- Système de contrôle- commande du poste (SCMS)
- Commande locale et à distance par les Centres du Dispatching de Manantali
- Installations de fibres optiques locales (CSFO et ODF) et Télécommunications à partir des fibres optiques issus des câbles de garde à fibres optiques (CGFO) des lignes aériennes ;
- Services auxiliaires pour les besoins des nouvelles installations ;
- Groupes électrogènes de secours
- Câbles, conducteurs, constructions métalliques, etc.

L'interface devra être assuré avec les postes existants du système du réseau RIMA (Réseau interconnecté de Manantali). Tous les équipements et les logiciels devront être en conformité avec les exigences des divers dispatchings et en particulier, en ce qui concerne les exigences en matière

d'échange d'informations avec le Centre d'Information et de Coordination (CIC) du Système d'Echanges d'Energie Electrique Ouest Africain (EEEOA) de Cotonou.

Les surfaces considérées pour chacun des postes visés ont été retenues lors d'une mission de reconnaissance et d'actualisation du tracé de la ligne biterne 225kV Kayes – Yélimané – Tintane – Kiffa et Tintane – Aioun et des postes associés. Cette mission d'experts a été menée avec la présence de toutes les parties concernées.

Le choix des sites de postes a été fait conformément aux exigences et réglementations en vigueur en Mauritanie de façon à intégrer de la meilleure façon possible dans les réseaux de transport existants et projetés.

La situation des Postes de Tintane-Kiffa-Aïoun El Atrouss et ses dimensions sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 19: Situation et dimensions des postes

Postes		P1	P2	P3	P4	Zone UTM	Périmètre	Surface Foncière
Kiffa	X_UTM	238542	239095	239415	238876	Zone 29Q	2553	41 ha
	Y_UTM	1831496	1831779	1831232	1830917			
Tintane	X_UTM	368056	368671	368679	368044	Zone 29Q	2548	41 ha
	Y_UTM	1807991	1807980	1807331	1807337			
Aioun	X_UTM	436838	437463	437489	436850	Zone 29Q	2603	42 ha
	Y_UTM	1836452	1836465	1835766	1835759			
	Y_UTM	1669555	1669542	1669015	1669035			

3.2. Poste de TINTANE

3.2.1. Contexte et localisation

Le projet comprend la construction d'un poste 225 kV au sud de Tintane. L'implantation retenue est à l'ouest de la ville, à l'ouest du pic montagneux orienté nord-sud, proche de la piste qui va vers Ain Varba, à environ 10km du centre-ville.

Voir en annexe 10.3 le plan d'implantation du poste de Tintane.

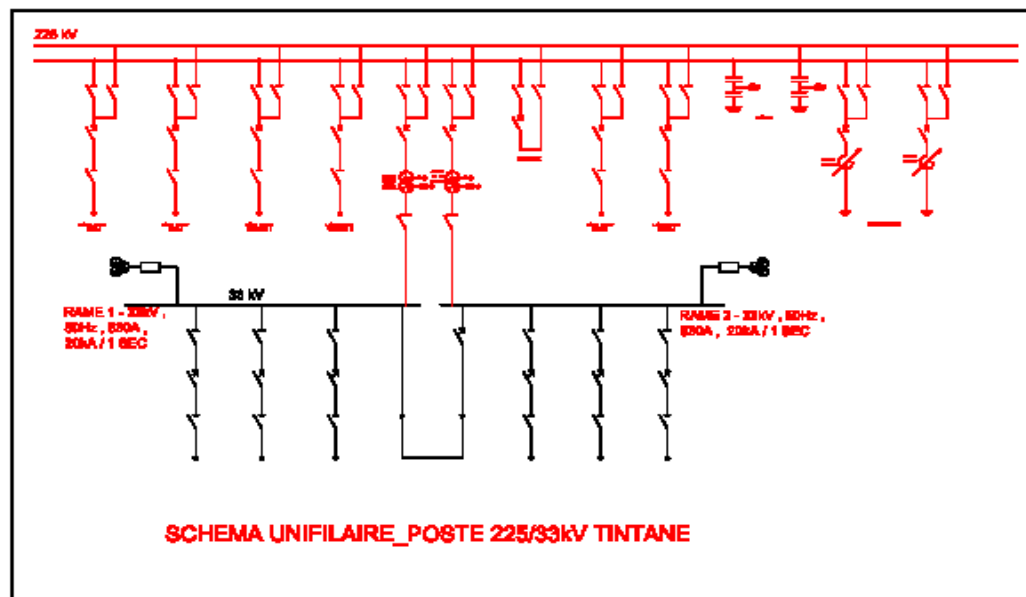
3.2.2. Etendue des travaux

Le poste sera de type ouvert à double jeu de barres et comprendra les équipements suivants :

- Un double jeu de barres 225 kV comprenant des transformateurs de tension sur chaque barre pour la mesure et la protection ;
- Une travée couplage 225 kV;
- Deux (2) Travées Réactance 225 kV connectée au jeu de barre, chacune de 25 MVAR ;
- Deux Travées Ligne 225 kV vers le poste de Kiffa ;
- Deux Travées Ligne 225 kV vers le poste de Aïoun ;
- Deux Travées Ligne 225 kV vers le poste de Yélimané ;
- Deux Travées Transformateur 225 kV / 33 kV avec chacune un transformateur 225 kV / 33kV, 10 MVA, YNyno(d11) avec régleur en charge ;
- Un tableau HTA 33 kV avec deux demi-rame comprenant
- deux (2) cellule arrivée,
- quatre cellules de départ,
- deux (2) cellules pour service auxiliaire
- deux (2) cellule TP

- une (1) cellule couplage des demi-rames ;
- deux (2 TSA) de 250kVA ;
- Un groupe électrogène;
- Une alimentation en eau potable ;
- Un logement pour le chef de poste, deux logements pour le personnel d'exploitation, Un local pour le gardien ;
- Deux réserves de place seront prévues côté 225 kV.

L'unifilaire représentant les travaux inclus dans le présent projet est ci-dessous :



3.3. Poste de KIFFA

3.3.1. Contexte et localisation

Dans le cadre de la construction de la ligne 90kV entre Sélibaby – Kiffa, il est prévu la construction d'un poste 90kV à Kiffa, comprenant :

- 1 travée ligne 90kV venant de Kankossa ;

- 1 simple jeu de barre, constitué avec des tendus ;
- 2 travées transformateurs 90/33kV de 5MVA chacun.

A des fins de cohérence globale, la solution préconisée considère que le Poste OMVS de Kiffa comporterait la construction du poste dans sa globalité (y compris le niveau de tension 90kV) et prend en compte une réserve de place pour le départ Kankossa. Afin d'être cohérent avec la conception des autres postes, il est proposé de mettre 2 transformateurs 90/33 kV de 20 MVA chacun.

Voir en annexe 10.4 le plan d'implantation du poste de Kiffa

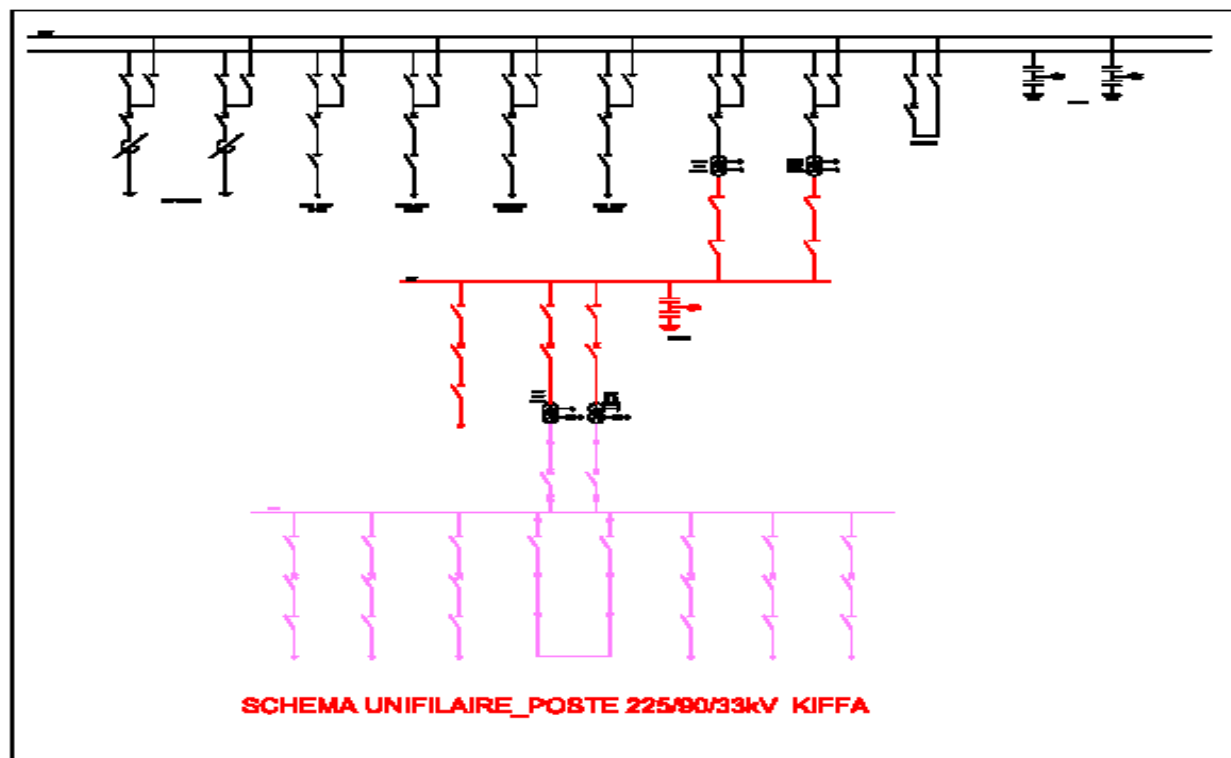
3.3.2. Etendue des travaux

La construction du poste 225 kV sera de type ouvert à double jeu de barres et comprendra les équipements suivants :

- Un double jeu de barres 225 kV comprenant des transformateurs de tension sur chaque barre pour la mesure et la protection ;
- Une travée couplage 225 kV;
- Deux (2) Travée Réactance 225 kV connectée au jeu de barre 225kV de 25 MVAR chacune ;
- Deux Travées Ligne 225 kV vers le poste de El Ghaira ;
- Deux Travées Ligne 225 kV vers le poste de Tintane ;
- Deux Travées Transformateur 225 kV /90 kV avec chacune un transformateur 225 kV / 90kV, 40 MVA, YNyno(d11) avec régleur en charge, connectées au jeu de barre 90 kV prévu ;
- Un jeu de barre simple 90 kV comprenant un transformateur de tension pour la mesure et la protection ;

- Deux travées de transformateur de distribution 90/33 kV, 20 MVA, YNyno(d11) ;
- Un tableau HTA 33 kV avec deux demi-rame comprenant
- deux(2) cellule arrivée,
- quatre cellules de départ,
- deux(2) cellules pour service auxiliaire
- deux (2) cellule TP;
- deux (2 TSA) de 250kVA ;
- Un groupe électrogène ;
- Une alimentation en eau potable ;
- Un logement pour le chef de poste, deux logements pour le personnel d'exploitation, Un local pour le gardien ;
- Deux réserves de place seront prévues côté 225 kV et une réserve de place côté 90 kV pour le départ Kankossa.

L'unifilaire prévu pour les travaux au poste de Kiffa est ci-dessous et fourni en annexe.



3.4. Poste de AÏOUN EL ATTROUSS

3.4.1. Contexte et localisation

Le projet comprend la construction d'un poste au sud de Aïoun El Attrouss. Le poste serait installé à l'extérieur de la ville à environ 7km.

Voir en annexe 10.5 le plan d'implantation du poste d'Aouin El Attrous

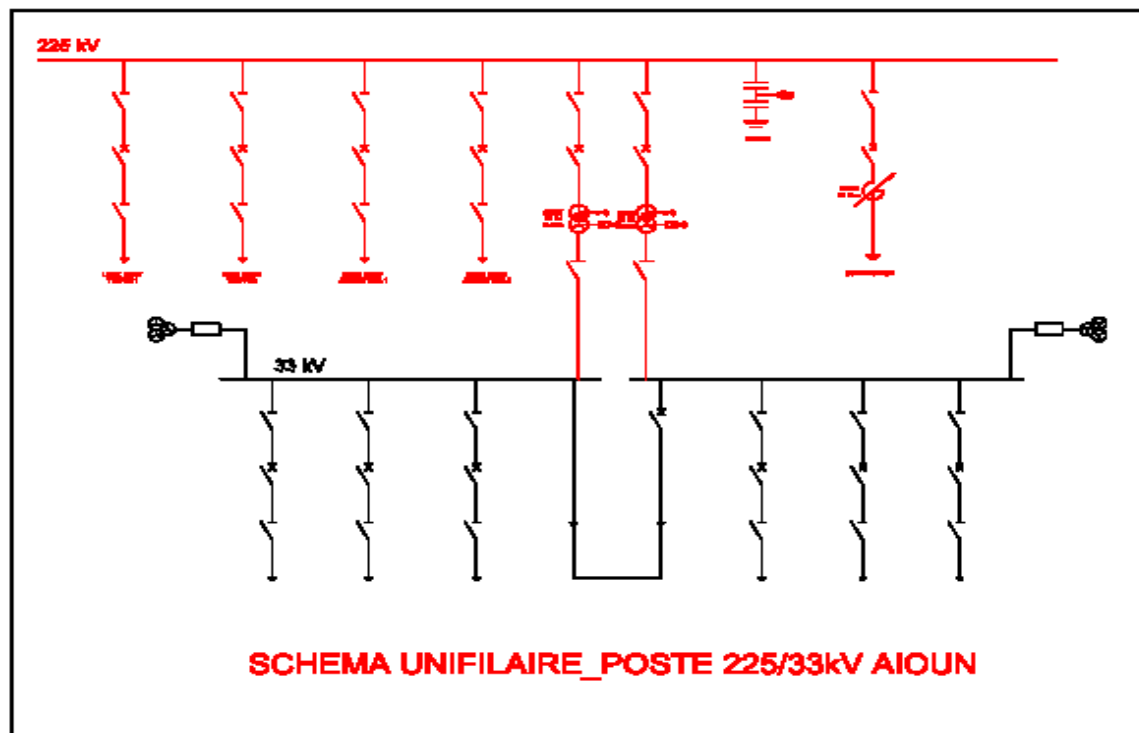
D'après les reconnaissances effectuées sur site, l'endroit de la future position du poste est une zone sableuse et arborée bordée à l'est par des montagnes. Le site proposé pour le poste possède un accès libre vers l'est.

3.4.2. Etendue des travaux

Le poste sera de type ouvert à simple jeu de barres et comprendra les équipements suivants :

- Un simple jeu de barres 225 kV comprenant des transformateurs de tension sur la barre pour la mesure et la protection ;
- Une (1) Travée Réactance 225 kV connectée au jeu de barre de 20MVAR ;
- Deux Travées Ligne 225 kV vers le poste de Tintane ;
- Deux Travées Ligne 225 kV vers le poste de Aweinatt Zbil;
- Deux Travées Transformateur 225 kV / 33 kV avec chacune un transformateur 225 kV / 33kV, 20 MVA, YNyno(d11) avec régleur en charge
- Un tableau HTA 33 kV avec deux demi-rame comprenant
- deux(2) cellule arrivée,
- quatre cellules de départ,
- deux (2) cellules pour service auxiliaire
- deux (2) cellules TP;
- deux (2 TSA) de 250kVA ;
- Un groupe électrogène ;
- Une alimentation en eau potable ;
- Un logement pour le chef de poste, deux logements pour le personnel d'exploitation, un local gardien ;
- Deux réserves de place seront prévues côté 225 kV.

L'unifilaire des travaux est fourni ci-dessous et en annexe.



4. Délimitation de prestations et propriété

Les prestations de ce marché seront exécutées dans les lieux appartenant à l'OMVS. De plus, une partie des ouvrages sera transférée après la construction aux utilités de la Mauritanie. Pour mieux définir la délimitation entre les différentes parties le tableau suivant reprend les détails.

<i>Référence Eléments</i>	<i>Composantes</i>	<i>Détail</i>	<i>Propriétaire</i>	<i>Opération et Maintenance</i>
Travée ligne	Appareillages 225 kV, y inclus les supports et fondations	Tous les appareils de la travée appartiennent à OMVS, y inclus les raccordements au jeu de barres (conducteurs, raccords)	OMVS	OMVS
	Terrain travée ligne	Le terrain et les ouvrages de génie civil construits par le marché (caniveaux de câbles, drainage, routes, éclairage, surface (gravier) restent la propriété d'OMVS	OMVS	OMVS
	Système de protection	Les nouvelles armoires de protection, y inclus les câbles de puissance et de commande (liaisons avec les appareils HT et les installations de service auxiliaire etc.) sont la propriété d'OMVS	OMVS	OMVS
	Système de commande	Le système de commande de travée (armoire de travée, commande locale, unité de travée) est la propriété d'OMVS ;	OMVS	OMVS
	Câbles	Les nouveaux câbles seront la propriété d'OMVS ; les nouveaux chemins, échelles pour la pose de nouveaux câbles, passages mur, protections etc. seront la propriété d'OMVS	OMVS	OMVS

Référence Eléments	Composantes	Détail	Propriétaire	Opération et Maintenance
	Comptage tarifaire	L'armoire de comptage est la propriété d'OMVS ; la signalisation sera transmise au centre de commande d'OMVS (Manantali) Les câbles de raccordement aux appareils HT et au système de commande et de télécommunication appartiennent à OMVS	OMVS	OMVS
	Télécommunications	Les appareils de télécommunication, liés au lien de télécommunication appartiennent à OMVS ; Les câbles de liaison (CSFO, services aux., système de télécommunication et de protection (téléphonie, protection des jeux de barres, etc.) appartiennent à OMVS	OMVS	OMVS
	Services auxiliaires	Les installations existantes appartiennent à l'OMVS.	OMVS	OMVS
Réactance	Réactance shunt, y inclus la réactance du neutre	Tous les appareils sont la propriété d'OMVS ;	OMVS	OMVS

<i>Référence Eléments</i>	<i>Composantes</i>	<i>Détail</i>	<i>Propriétaire</i>	<i>Opération et Maintenance</i>
Tableau 33 kV				
Appareillage du poste	Transformateur de puissance, appareils MT, câbles MT/BT	Tout l'appareillage reste la propriété d'OMVS	OMVS	OMVS
Comptage	Comptage tarifaire	Le comptage est prévu de côté des cellules arrivées des transformateurs de puissance	OMVS	OMVS
Départs sur la ligne	Appareillage du départ	La limite de prestation de ce marché est le portique de départ (inclus le câble de descente avec le parafoudre) ; l'équipement sera transféré à SOMELEC	SOMELEC	SOMELEC

5. Investigations préliminaires

Les prestations du Constructeur comprennent toutes les investigations qui devront être menées sur le site, préalablement aux études d'exécution, afin de déterminer, en fonction de critères objectifs à définir, les implantations qui seront effectivement installés dans le cadre du Marché.

Les investigations, choix des critères, détermination des implantations seront menés et pris en étroite collaboration avec les représentants du Maître d'Ouvrage.

6. Service de conception

Les prestations du Constructeur comprennent l'élaboration de toutes les notes de calcul, plans d'assemblage et d'implantation, instructions de montage et de maintenance du matériel mis en œuvre, ceci en complément et en conformité avec les documents des spécifications et en tenant compte de toutes les particularités des sites.

En général et sous réserve de compléments demandés dans les sections suivantes des présentes CSTP, ces documents comprendront :

- Les notes de calcul, les plans d'exécution type et instructions de montage des structures des postes ;
- Les plans implantation ;
- Les plans d'ensemble et de détail d'installation des équipements ;
- Les schémas électriques détaillés ;
- Les schémas électriques complets de chaque type du matériel prévu ;
- Les plans et notes de calcul de génie civil ;
- Les notes de calcul de sélectivité des protections ;
- Notice de fonctionnement, d'entretien, de réglage, de démontage et remontage des différents équipements ;
- Documentation détaillée des matériels, équipement incluant les composants pour permettre la commande de pièces de rechange ;
- Un « manuel d'entretien et maintenance » pour tous les ouvrages.

7. Montage et mise en service

L'Entrepreneur prévoira le montage, y compris les appareils nécessaires au montage et les dispositifs auxiliaires avec transport aller et retour (grues, appareils de levage, échafaudages etc.) ainsi que la mise en service et le personnel nécessaire.

8. Réception en usine essais et contrôles des matériels

Tous les essais et contrôles de matériel seront faits, sauf indication contraire dans la présente spécification, d'après les recommandations de la Cel correspondante. Ces documents sont à fournir par l'Entrepreneur. L'Entrepreneur remettra un programme prévisionnel des essais.

8.1. Essais individuels

Avant expédition, les appareils de la fourniture sont soumis séparément en usine aux essais de routine définis par la Cel pour ce type de matériel. Ces essais ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du matériel et sa conformité aux spécifications et garanties.

Le matériel ne peut être expédié que si les essais en usine sont satisfaisants.

Les essais en usine seront effectués aux frais de l'Entrepreneur en présence de quatre (04) représentants du Maître Ouvrage dont tous les frais (voyage, hébergement et perdiem) seront également à la charge d'Entrepreneur. Les réceptions en usine concernent les équipements principaux, à savoir

Le transformateur de puissance

Le système de contrôle-commande et notamment les protections

Les équipements HTB et HTA

8.2. Essais de type

L'Entrepreneur remettra les certificats des essais de type des différents matériels. Le cas échéant le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de faire exécuter, sans supplément de prix, certains

essais de type pour lesquels l'Entrepreneur ne serait pas en mesure de présenter des certificats conformes.

Les essais seront effectués conformément aux recommandations Cel définies pour ce matériel.

8.3. Essais de mise en service

Les essais effectués à la fin du montage sur site et pendant la période de mise en service des ouvrages porteront sur la vérification du fonctionnement de l'installation, dans les conditions d'exploitation normale.

Les essais et la première mise sous tension des équipements seront réalisés par l'Entrepreneur en présence du Maître d'Ouvrage.

L'Entrepreneur fournira, sans supplément de prix, tous les moyens nécessaires, tant en personnel qu'en matériel, au bon déroulement des essais et de la mise sous tension. Avant la date prévue pour le début des essais, il soumettra un programme détaillé comportant des essais en respectant les délais indiqués dans les » Conditions Particulières Techniques ».

L'Entrepreneur devra déterminer le réglage des protections et devra soumettre un programme détaillé comportant les réglages de tous les relais de protection. Il tiendra compte dans son étude du plan de protection en vigueur sur le Réseau d'Interconnexion de Manantali (RIMA).

A l'issue des essais, l'Entrepreneur fournira au Maître d'Ouvrage un rapport détaillé consignant tous les résultats des essais, des mesures réalisées et des réglages adoptés.

- Les essais sur site comprendront au moins :

- la vérification du transformateur de puissance,
- les essais du système de protection,
- la mise en service,
- les essais de télécommandes et télémesures depuis le Dispatching
- Contrôles/essais à effectuer en fin de montage
- L'assemblage correct des cellules/armoires,
- La mise en place de tous les appareils, leur fixation,
- Les distances disruptives,
- Les raccordements par vis aux barres (clé dynamométrique),
- Les raccordements par pinces des câbles,
- Les raccordements par vis sur les appareils,
- Les plaquettes signalétiques et tous les appareils pour voir s'il y a effectivement concordance avec les spécifications,
- Les verrouillages mécaniques,
- Les boîtes d'extrémité,
- Les entrées de câble et leur étanchéité,
- Les raccordements à la terre et les points de mesure de la terre,
- Les couleurs prescrites,
- Les traitements de surface de toutes les parties situées en plein air,
- L'étalonnage des relais, compteurs, indicateurs et enregistreurs de mesures,
- Les raccordements aux transformateurs de mesure, aux circuits secondaires,
- Les réglages de bornes,
- Les plaquettes d'avertissement et de signalisation,
- Les contrôles généraux d'ensemble, d'intégralité et de propreté,
- Les mesures du niveau d'isolement devront être effectuées pour chaque installation,
- Les temps de déclenchement et d'enclenchement ainsi que le synchronisme des pôles seront à mesurer et à enregistrer pour les disjoncteurs,
- Les mesures diélectriques et de tangente delta,
- Vérification des valeurs de réglages des protections par injection secondaire,
- Mesure des résistances de diffusion ainsi que les tensions de contact et de pas du système de mise à la terre.
- Inspections et vérifications des travaux de génie civil et charpentes

L'Entrepreneur prendra toutes les dispositions nécessaires pour l'exécution des essais de matériaux que le Maître d'Ouvrage ou son représentant auront ordonnés en laboratoire, dans les ateliers du Maître d'Ouvrage aux lieux de fabrication, sur le chantier ou à tout autre endroit spécifié dans le marché.

L'entrepreneur doit supporter les coûts afférents aux appareils utilisés pour les essais, échantillons, essais et frais d'expédition et doit s'assurer que les essais sont effectués par une main-d'œuvre qualifiée.

8.4. Marche semi-industrielle

Une marche semi-industrielle continue d'un (1) mois est à effectuer.

8.5. Réception

8.6. Réception provisoire

A la fin des travaux, des visites de réception technique et des essais seront effectuées par le Maître d'Ouvrage pour vérifier la bonne réalisation des travaux dans le but de prononcer la réception provisoire des travaux.

L'Entrepreneur s'engage à lever toutes les réserves éventuellement formulées au cours de cette réception dans le délai de la période de garantie des travaux.

8.7. Réception définitive

Le certificat de réception définitive sera signé par les deux (2) Parties après la réception provisoire dès que les réserves éventuellement formulées seront levées, et dans la limite de la période de garantie.

8.8. Délai de Garantie

L'Entrepreneur, dans son Offre, doit fournir une garantie devant couvrir d'une part la fourniture et d'autre part les prestations découlant du contrat. Le délai de garantie contractuel sera de 12 mois entre la réception provisoire et la réception définitive.

9. Impositions communes pour les systèmes électriques

9.1. Tenue au court-circuit

9.1.1. Réseau 225 KV

Basé sur les courants de court-circuit initiaux calculés pour l'année 2030 dans les conditions de charge maximale, une tenue aux courants de court-circuit pour l'appareillage à 225 kV de 31.5 kA, 1s/80 kA est sélectionnée.

Les valeurs à choisir pour les circuits de puissance 225 kV du projet sont données ci-après :

Tableau 20 : Valeurs des circuits de puissance 225 kV

Niveau de tension 225 kV	Surintensité courte durée (kA 1s)	Surintensité courte	Pouvoir de coupure assignée en court-
Appareillage	31,5	80	-
Structures et connexions	31,5	80	-
Disjoncteurs	31,5	80	31,5
Réseau de terre	25	-	-

9.1.2. Réseau 33 KV

Tableau 21 : Valeurs des circuits de puissance 33 kV

Niveau de tension 33 kV	Surintensité courte durée (kA et 1s)	Surintensité courte durée kA crête)	Pouvoir de coupure assigné en court- circuit kA et)

Appareillage	25	50	-
Structures et	25	50	-
Disjoncteurs	25	50	40
Réseau de	15	-	-
Terre			

9.1.3. Réseau 90 kV

Tableau 22 : Valeurs des circuits de puissance 90 kV

Niveau de tension	Surintensité courte durée (kA et 1s)	Surintensité courte durée kA crête)	Pouvoir de coupure assigné en court-circuit kA et 1s)
33 kV			
Appareillage	31,5	80	-
Structures et	31,5	80	-
Disjoncteurs	31,5	80	31,5
Réseau de	25	-	-
Terre			

9.2. Niveau et coordination d'isolement

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI), dans ses publications 71.1 et 71.2 a, pour la gamme de tensions normalisées, recommande les niveaux d'isolement en fonction des surtensions.

Compte tenu du fait que les postes sont situés dans des zones fortement foudroyées (voir conditions climatiques) et qu'il est souhaitable d'avoir un réseau fiable, les matériels seront dimensionnés pour des tensions de tenue aux ondes de choc les plus sévères, permises par les technologies actuelles de construction.

Les valeurs ci-après sont à appliquer :

Tableau 23 : Tensions nominales

<i>Désignation</i>	<i>Unité</i>	<i>Niveau 225 KV</i>	<i>Niveau 90 kV</i>	<i>Niveau 33 KV</i>	<i>Niveau 15 KV</i>
Tension normale du réseau	KV	225	90	33	15
Tension maximale du réseau	KV	245	145	36	24
Tension de tenue à 50 HZ. 1 minute	KV eff	460	270	70	50
Tension de tenue ondes de choc	KV crête	1050	650	170	145
Mise à la terre du neutre	Ω	Malt Directe	Malt Directe	56	33

Le tableau ci-après donne les distances électriques minimales pour le réseau 225 KV

Tableau 24 : Distances électriques minimales 225 kV

Distances	Unité	225 KV
Distance de base	m	2,2
Distance minimale à la masse	m	2,2
Distance minimale entre phases	m	3,15
Distance minimale sol-partie sous tension	m	5
Distance de travail horizontal	m	3,85
Distance de travail verticale		4,5
Distance minimale de circulation des véhicules	hauteur dh= hauteur gabarit+ db avec un minimum de 3m - largeur dl = largeur gabarit + 2 db	

Les distances réelles utilisées dans la conception des Postes sont en général supérieures aux distances minimales requises.

9.3. Régime du point neutre

Les points neutre 33 kV et 15 kV de l'enroulement étoile du secondaire du transformateur de puissance sont reliés à la terre, respectivement, à travers une résistance de mise à la terre de 300A-66 ohms et 33 ohms. Quant au neutre côté 225 kV et 90 kV, il est mis rigidement à la terre.

9.4. Réseaux de terre

9.4.1. Prescriptions générales

Chaque Poste comportera un circuit de terre unique dont la valeur de la résistance est inférieure à 1 Ohm en tout endroit en saison sèche.

9.4.2. Généralités

Les installations devront être raccordées au réseau de terre.

Le doublement des raccordements sur les charpentes est destiné à offrir une sécurité en cas d'ouverture d'une boucle de terre au cours de manœuvre d'exploitation. Une attention particulière sera apportée au calcul du réseau enterré par la méthode de IEEE 80 ou toute autre méthode jugée acceptable par l'ingénieur du fait des courants induits par la manœuvre des appareils de coupure, courants qui peuvent provoquer la mise en route intempestive des protections électroniques.

Les tresses assurant la mise à terre des câbles B.T. seront aussi courtes que possible : maximum 10 cm.

Les structures du réseau de mise à la terre correspondent à des installations pouvant atteindre un courant de court-circuit d'une valeur de 25 kA, pour le poste 225 kV.

Les circuits de terre de protection sont constitués par un réseau maillé en câble de cuivre de 95 mm² de section au poste 225 kV, enterrés à une profondeur minimale de 0,8 m.

A ce réseau seront raccordés, toutes les masses métalliques (charpentes, châssis, ferrures etc....).

Il est impératif que les connexions de terre satisfassent aux conditions suivantes :

- les bornes de terre des transformateurs de mesure sont reliées au réseau général de terre ;
- la section minimale des conducteurs de terre en cuivre est de 95 mm² ;
- les connexions entre le réseau général de terre et les pièces métalliques sont faites de manière à ne pas risquer de se détériorer et par suite de ne plus remplir leur rôle ;
- les masses des appareils à relier à la terre doivent être reliées individuellement aux conducteurs du réseau général de terre. Deux masses simultanément accessibles à une personne doivent être reliées à un même conducteur de protection ;
- la résistance du réseau général de terre doit être inférieure à 1 ohm ;

La réalisation de ce circuit de terre sera telle que tout contact, même accidentel, avec un métal différent susceptible de provoquer une corrosion électrolytique, sera impossible.

9.4.3. Connexion du circuit général de terre

Sabots de terre

Les charpentes principales, les châssis supports d'appareillage et d'une façon générale toutes les masses métalliques sont reliées à au moins une boucle ininterrompue du circuit de terre.

Le raccordement est réalisé à l'aide de sabots de terre en alliage de cuivre :

- cuivre électrolytique;

- bronze B1;
- cuivre & aluminium.

Appareils sur châssis – supports fixes

En ce qui concerne les appareils montés sur châssis-supports fixes, la mise à la terre des cuves et châssis d'appareils peut se faire par l'intermédiaire du châssis-support étant entendu qu'il est nécessaire d'assurer un contact électrique satisfaisant entre celui-ci et les appareils supportés.

Appareils sur châssis mobiles

Les châssis mobiles supportant des appareils sont en général mis à la terre par des connexions reliées aux rails supports lesquels sont eux-mêmes reliés au circuit général de terre.

Fixation des câbles le long des charpentes

Les câbles de terre seront fixés le long des charpentes. Cette fixation est réalisée à l'aide de colliers en matériaux plastiques

Pour les réducteurs de tension, la borne de neutre de l'enroulement primaire est reliée directement au circuit général de terre.

Le neutre B.T des réducteurs de mesure doit être relié le plus directement possible au circuit de terre et à la mesure de l'appareil. Cette dernière connexion est faite par l'intermédiaire d'une barrette entre le neutre secondaire et la borne de terre du coffret B.T. du réducteur de mesure. Cette borne de terre du coffret doit être reliée directement et non par l'intermédiaire du châssis, au circuit de terre.

La cosse de terre doit être placée avant la barrette, afin que la mise à la terre ne soit pas déconnectée lorsque la barrette est enlevée.

De plus, pour les réducteurs de tension, les mises à la terre de S2 et P2 se font par deux câbles diagonalement le long du châssis-support et raccordés à deux mailles différentes du réseau de terre.

Disjoncteurs

Leur mise à la terre peut se faire soit directement soit par l'intermédiaire des rails de roulement du massif, un éclissage électrique de section convenable doit alors être réalisé entre le socle de l'appareil et les rails du massif.

Sectionneurs

Les couteaux de mise à la terre des sectionneurs de ligne, doivent être reliés au socle du sectionneur par une tresse de cuivre. Le socle est relié au circuit de terre par une connexion directe.

Pour les sectionneurs à commande manuelle, il doit être installé un shunt en cuivre entre l'axe de rotation de la commande et le boîtier proprement dit, et ce dernier est relié par une connexion directe fixée sur la charpente, au cadre support du caillebotis de manœuvre qui est fixe. Ces caillebotis doivent avoir des dimensions suffisantes pour que l'agent exécutant une manœuvre ne soit pas amené à quitter partiellement la plate-forme pendant le cours de cette manœuvre.

Parafoudres – éclateurs

Les bornes de terre des parafoudres à résistance variable et des éclateurs doivent être reliées au réseau général de terre.

Raccord

La mise en place et le raccordement sur les charpentes des conducteurs de mise à la terre sont effectués à l'aide des raccords suivants :

Sabot de terre nu

Le sabot de terre nu est un ensemble de deux blocs rainurés maintenant une boucle de remontée du circuit de terre sur une charpente. Ce sabot est utilisé dans le cas général.

Sabot de terre à ailette

Il dérive du précédent du fait de l'adjonction de deux ailettes destinées à la fixation des étaux de terre pour l'établissement des terres pour travaux. Ces sabots seront installés à raison de 1 sabot pour file d'appareils au moins.

Le sabot est utilisé à proximité de chaque appareillage où il y a lieu de prévoir une mise à la terre par perche. Une plage permettant le serrage de la perche de terre sera prévue sur les manchons des connexions correspondantes.

Sabot de terre nu double, sabot de terre à ailettes double

Dérivent des deux précédents par l'adjonction d'une cale auxiliaire qui permet de fixer, en plus de la boucle de remontée du circuit de terre, deux autres câbles de terre. Ces deux câbles doivent avoir une section identique, celle-ci pouvant par contre, être différente de celle de la boucle de remontée.

Plaque bimétallique pour sabot de terre

Les sabots de terre sont montés, le plus généralement, sur des charpentes en acier galvanisé. Des plaques bimétalliques doivent être interposées entre le sabot de terre, le boulon et la charpente afin d'annuler le couple électrolytique acier-cuivre tout en assurant la continuité électrique.

Cosse pour câble de terre

Elle permet le raccordement d'un câble cuivre sur la borne fileté d'un appareil.

La partie du raccord recevant le câble est sertie par rétreint hexagonal.

Du fait que ce raccord peut être serré sur des plages en alliage d'aluminium, il est étamé.

9.4.4. Protection contre la foudre

La protection du poste contre les coûts directs de la foudre doit être assurée par un jeu de fils de garde constitué par un ensemble de conducteurs couvrant la surface des installations à une hauteur et avec des dispositions telles que tous les matériels se trouvent dans la zone de protection.

Les câbles de garde des lignes aériennes arrivant au poste sont également raccordés au jeu de fils de garde et aux portiques dans les travées correspondantes.

Des paratonnerres sont montés sur les supports du câble de garde et les bâtiments de service.

9.5. Valeurs techniques garanties

Les fiches techniques sont à compléter par le soumissionnaire. Le soumissionnaire doit certifier la justesse des valeurs et des indications complétées. Les valeurs exigées ne peuvent être modifiées sans l'accord préalable du Maître d'Ouvrage.

Les fiches techniques serviront à l'évaluation de l'offre. Lorsqu'un soumissionnaire souhaite faire connaître des détails supplémentaires sur le matériel offert, il peut annexer des imprimés techniques, des courtes descriptions, des photos, etc.

Les fiches techniques dûment signées, ainsi que les annexes éventuelles, doivent accompagner chaque exemplaire de l'offre.

Montage des équipements

L'adjudicataire du marché devra étudier, fournir et installer tous les matériels nécessaires au raccordement des équipements, il devra effectuer le montage sous la supervision du fournisseur.

10. Travaux à réaliser dans le cadre du présent projet

10.1. Description générale des Postes

Les postes HTB seront de type extérieur abritant les équipements HTB posés sur des infrastructures de génie civil appropriés (plate-forme aménagée, massifs, caniveaux, structures métalliques) ; un bâtiment de commande contenant tous les équipements auxiliaires ainsi que le local HTA servant à l'alimentation de SOMELEC.

Les postes sont conçus pour satisfaire les distances minimales de sécurité et de travail.

Les jeux de barres seront de type tubulaire aluminium isolés à l'air, disposés en double jeu de barres ou simple jeu de barres pour le niveau de tension 225 kV, et disposés en simple jeu de barres pour le 90Kv.

Les différentes travées qui composent le Poste sont décrites ci-dessous.

10.2. Travée Ligne HTB

Chaque travée Ligne HTB sera composée :

- d'un(01) disjoncteur permettant les déclenchements et ré enclenchements unipolaires ;
- de trois (03) parafoudres à oxyde métallique et trois compteurs de décharge;
- de trois(03) transformateurs de tension capacitifs à trois enroulements secondaires
 - deux (2) noyaux pour la mesure et le comptage
 - un (1) noyau pour la protection;
- d'un (01) sectionneur de ligne avec sectionneur de MALT à commande manuelle;
- de trois(03) transformateurs de courant comprenant
 - deux (2) noyaux pour la mesure et le comptage
 - trois (3) noyaux pour la protection;
- Six(06) sectionneurs pantographes monophasés à commande motorisée pour le raccordement sur le double jeu de barres;
- de liens de communication par fibre optique ;
- de charpentes et les supports métalliques pour ces appareils ;
- de isolateurs supports, chaînes d'isolateurs, tubes, câbles, raccords et l'armement nécessaire;

- d'une (01) armoire de tranche comprenant les équipements de contrôle, protections, mesure et comptage (située dans le bâtiment de service) ;

10.3. Travée couplage

Pour le niveau de tension 225kV, il est prévu un double jeu de barres, avec une travée couplage permettant le transfert sur l'un ou l'autre jeu de barres. La travée couplage sera composée :

- Six (06) sectionneurs pantographes monophasés à commande motorisée pour le raccordement sur le double jeu de barres;
- d'un (01) disjoncteur triphasé 245 kV permettant les déclenchements et réenclenchements tripolaires ;
- de six (06) transformateurs de courant comprenant ;
 - un (1) noyau pour la mesure
 - trois (3) noyaux pour la protection;
- de charpentes et les supports métalliques pour ces appareils ;
- de isolateurs supports, chaînes d'isolateurs, tubes, câbles, raccords et l'armement nécessaire;
- d'une(01) armoire de travée comprenant les équipements de contrôle, protections, mesure et comptage (située dans le bâtiment de service).

10.4. Travée Réactance

Chaque travée réactance sera composée :

- d'une(01) réactance;
- Six (06) sectionneurs 245 kV pantographes monophasés à commande motorisée pour le raccordement sur le double jeu de barres ;
- d'un(01) sectionneur avec sectionneur de MALT ;
- d'un disjoncteur avec 245 kV permettant les déclenchements et réenclenchements unipolaires ;
- de (03)transformateurs de courant 245kV pour la mesure et la protection ;
- de (03)parafoudres 245 kV à oxyde métallique et trois compteurs de décharge ;

- de liens de communication par fibre optique ;
- de charpentes et les supports métalliques pour ces appareils ;
- de isolateurs supports, chaînes d'isolateurs, tubes, câbles, raccords et l'armement nécessaire;
- d'une(01) armoire de travée comprenant les équipements de contrôle, protections, mesure et comptage (située dans le bâtiment de service).

10.5. Travée Transformateur

Deux types de travées transformateurs seront utilisées : la travée transformateur 225/90kV (HTB/HTB) et la travée transformateur 225/33kV et/ou 90/33kV (HTB/HTA).

La Travée Transformateur 225/90kV sera composée :

- de six(06) sectionneurs pantographes monophasés 245 kV à commande motorisée pour le raccordement sur le double jeu de barres;
- de trois(03) sectionneurs pantographes monophasés 145 kV à commande motorisée pour le raccordement sur le double jeu de barres;
- d'un (01) disjoncteur 245 kV permettant les déclenchements et réenclenchements tripolaires
- d'un (01) disjoncteur 145 kV permettant les déclenchements et réenclenchements tripolaires;
- de trois (03) parafoudres 245 kV à oxyde métallique et trois compteurs de décharge;
- de trois (03) parafoudres 145 kV à oxyde métallique et trois compteurs de décharge;
- d'un (01) transformateur 225 kV / 90 kV, 40 MVA pour le Poste de , avec régleur en charge et tous ses accessoires;
- d'un (01) transformateurs de courant neutre 225kV;
- d'un (01) transformateurs de courant neutre 90kV;
- d'un(01) système de protection incendie ;
- de (03) transformateurs de courant 225kV pour la mesure, le comptage et la protection;
- de (03) transformateurs de courant 90kV pour la mesure, le comptage et la protection;
- d'un système de protection incendie;
- de charpentes et les supports métalliques pour ces appareils ;
- de isolateurs supports, chaînes d'isolateurs, tubes, câbles, raccords et l'armement nécessaire;
- d'une(01) armoire de tranche comprenant les équipements de contrôle, protections, mesure et comptage (située dans le bâtiment de service) ;

10.6. La Travée Transformateur HTB/HTA sera composée :

- de trois(03) sectionneurs pantographes HTB monophasés à commande motorisée pour le raccordement sur le double jeu de barres;
- d'un(1) disjoncteur 145 kV permettant les déclenchements et réenclenchements tripolaires ;
- de transformateurs de courant 145 kVcomprenant
 - un (1) noyau pour la mesure
 - trois (3) noyaux pour la protection;
- de trois(3) parafoudres 145 kV à oxyde métallique et trois compteurs de décharge ;
- un transformateur HTB(225-90 /33 kV, avec régleur en charge et tous ses accessoires;
- d'un (01) transformateurs de courant neutre 90 kV;
- d'un (01) transformateurs de courant neutre 33 kV;
- de parafoudres HTA;
- d'une résistance de mise à la terre moyenne tension avec ses accessoires de mesure et de protection;
- d'un système de protection incendie;
- de charpentes et les supports métalliques pour ces appareils ;
- de isolateurs supports, chaînes d'isolateurs, tubes, câbles, raccords et l'armement nécessaire;
- d'une(01) armoire de tranche comprenant les équipements de contrôle, protections, mesure et comptage (située dans le bâtiment de service) ;

10.7. Jeu de barres

Le jeu de barres sera réalisé en tube et comportera :

- • Six (06) transformateurs de tension capacitifs comprenant ;
 - un (1) noyau pour la mesure et le comptage
 - un (1) noyau pour la protection;
- d'une (01) armoire de travée comprenant les équipements de contrôle, protections, mesure et comptage (située

dans le bâtiment de service) ; Les charpentes et les supports métalliques pour ces appareils

- Les isolateurs supports, chaînes d'isolateurs, tubes, câbles, raccords et l'armement nécessaire

10.8. Tableau 33kV

Il est prévu dans chaque poste (Tintane-Kiffa-Aïoun El Atrouss), d'avoir un tableau HTA de type GIS, 33 kV et avec deux demi-rames qui peuvent être couplées

Chaque demi-rame sera ainsi composée :

- Une cellule Arrivée transformateur HTB / HTA équipée de parafoudres et de transformateur de tension ;
- Une cellule Départ transformateur auxiliaire 33 / 0,4 kV ;
- Une cellule Transformatrice de potentiel barres ;
- Deux cellules Départ 33 kV (le nombre de départs est fixé en fonction des besoins définis par SOGEM).
- Deux cellules de réserve.

10.9. Services auxiliaires

10.9.1 Système des auxiliaires

Configuration : Les UA alternatifs seront alimentés par :

- Source n°1 : le TSA issu du tableau n° 1 du Poste
- Source n°2 : le TSA issu du tableau n° 2 du Poste

Dans les deux cas ; les deux sources sont raccordées à une permutation automatique. Le secours ultime est assuré par le groupe électrogène à démarrage automatique qui reprend les départs prioritaires. Les équipements sont les suivants :

- un (1) TGBT 230/400 VAC
- deux (2) chargeurs 110 Vcc
- deux (2) chargeurs 48 Vcc
- un (1) TGBT 110 Vcc – départs équipés et réserves

- un (1) TGBT 48 Vcc – départs équipés et réserves
- un banc de batteries 48 Vcc- 100 Ah
- un banc de batteries 110 Vcc- 200 Ah
- un système de contrôle-commande numérique complet du poste et les passerelles nécessaires à la communication avec les centres de téléconduite
- un système de télécommunications par fibre optique intégré dans le réseau de télécommunication de l'OMVS permettant l'échange de signaux de téléprotection, téléphonie, téléconduite...

Le schéma unifilaire en Annexe résume le principe de formation des auxiliaires.

10.10. Tableau général Basse tension 400Vca

L'Entrepreneur fournira un (1) TGBT pour chaque nouveau poste, pour assurer la distribution électrique BT auprès des différents sous-systèmes BT catégorisés « Essentiels MANŒUVRE » ou « Non Essentiels (NE) » à la marche en sécurité du poste 225 kV.

Il appartiendra à l'Entrepreneur de confirmer les caractéristiques dans la fiche technique par toutes les études nécessaires, en particulier par un bilan de puissance détaillé et un calcul de courant de court-circuit.

L'Entrepreneur veillera à renseigner la liste détaillée des caractéristiques requises indiquées dans les fiches techniques.

- Modes de fonctionnement

Le TGBT sera commandé localement depuis la face avant du tableau. Deux commutateurs à clef verrouillables dans chaque position permettront de choisir le mode de fonctionnement du TGBT :

Commutateur Auto/Manu

- En mode manuel, Ce mode de fonctionnement inhibera tous les automatismes de basculement de source, seule l'action de l'opérateur permettra de choisir la source utilisée
- En mode auto, le choix de la source utilisée sera réalisé automatiquement en fonction des consignes de priorité et de la disponibilité des sources.

Commutateur priorité TSA1/TSA2

- Lorsque les 2 sources normales (TSA) seront disponibles, l'automatisme utilisera la source définie comme prioritaire.

- En cas de perte du TSA désigné comme prioritaire, l'automatisme basculera automatiquement sur le TSA non prioritaire (si cette source est disponible).
- En cas d'indisponibilité des 2 sources normales, l'automatisme assurera le démarrage du groupe électrogène et basculera sur cette source lorsque le groupe sera opérationnel

- **Basculement de sources**

La réalisation des basculements de source pourra être réalisée soit directement par les disjoncteurs d'arrivée de chaque source, soit par l'utilisation d'interrupteurs motorisés situés en aval des disjoncteurs d'arrivée.

- **Perte d'alimentation par les TSA**

Par défaut, les deux TSA sont sous tension et un seul des disjoncteurs/interrupteur d'arrivée des TSA est fermé.

En cas de détection de perte d'alimentation amont, par manque de tension prolongée :

- Mode manuel:

Le basculement de source est effectué manuellement par l'opérateur qui doit préalablement vérifier que toutes les conditions sont réunies pour autoriser le transfert (disponibilité de la source amont, absence de défaut sur le TGBT) et s'assurer qu'il n'y a pas de risque de surcharge de la source vers laquelle est effectué le basculement (groupe électrogène en particulier)

- Mode auto:

Le basculement de source est effectué automatiquement par l'automatisme du TGBT, à condition que toutes les conditions soient réunies pour autoriser le transfert (disponibilité de la source amont, absence de défaut sur le TGBT).

Quelques soit le mode de fonctionnement, le basculement de source doit se faire en priorité d'un transformateur vers le second transformateur. En cas de perte d'alimentations par les 2 transformateurs TSA, le basculement de source est effectué vers le groupe électrogène.

- **Structure et enveloppe**

Chaque TGBT est un assemblage de colonnes compartimentées selon la forme 3B de la norme Cel 61439. Le compartimentage permet la séparation en zones distinctes :

L'accès à l'intérieur du TGBT ne peut se faire que par des capots ou portes boulonnés ne pouvant être ouverts qu'à l'aide d'outils ou de clés.

La continuité électrique entre colonnes est assurée et doit être maintenue même lorsque les capots sont retirés et les portes ouvertes. Un collecteur de terre est installé à l'intérieur du TGBT.

Le TGBT est muni de 2 bornes de mise à la terre clairement identifiées et diamétralement opposés.

La cellule doit être munie d'orifices d'échappement des gaz sous pression qui doivent être placés de façon à ne pas présenter de danger pour l'opérateur. L'Entrepreneur précisera la tenue du TGBT à l'arc interne.

Elle doit également être pourvue d'orifices de ventilation naturelle disposés de façon judicieuse afin d'éviter tout échauffement excessif des équipements de la cellule et de limiter l'accumulation de poussière.

Ces différents orifices ne doivent pas dégrader le degré de protection de l'enveloppe (IP 41 minimum).

Des anneaux de levage doivent être disposés sur le dessus de l'enveloppe afin de permettre le levage de tout ou partie du TGBT.

La solution de fixation du TGBT au sol et d'entrée des câbles BT par le bas est laissée à la discrétion de l'Entrepreneur.

- Jeu de barres

Le jeu de barres triphasé est constitué de conducteurs en cuivre de grande pureté. Il n'est pas requis de gaine isolante sur chaque conducteur.

Les phases doivent être explicitement repérées.

Leur section est adaptée au courant permanent et au courant de court-circuit et optimisée afin de limiter les pertes.

Les conducteurs sont fixés solidement à la structure de la cellule par des isolateurs dimensionnés pour les différentes contraintes mécaniques.

- Organes de manœuvre et/ou de coupure

Les organes de manœuvre et de coupure sont tétrapolaires, du fait du régime TN. Leur calibre et leur pouvoir de coupure doivent être supérieurs au courant permanent maximal et au courant de court-circuit maximal calculé dans la configuration la plus contraignante.

- Disjoncteurs d'arrivée : de type « isolé à l'air » (« Air Circuit Breaker »), seront débroschables
- Disjoncteurs de départ : de type « à boîtier moulé » (« Moulded Case Circuit Breaker »), fixes.

Les disjoncteurs d'un même calibre doivent être interchangeables et un système détrompeur doit empêcher l'insertion d'un disjoncteur de calibre différent du calibre assigné.

Lors de l'extraction et du test d'un disjoncteur, un dispositif interne doit empêcher tout contact direct avec les parties sous tension à l'intérieur du TGBT.

Un système de cadenas doit permettre de maintenir le disjoncteur dans sa position embroschée comme dans sa position débroschée.

Tous les organes de manœuvre et/ou de coupure sont munis d'une motorisation de réarmement.

Les disjoncteurs d'arrivée sont munis de déclencheurs électroniques détectant les défauts de type surcharge et court-circuit.

Le calibre de chaque disjoncteur doit être supérieur de 30 % au courant permanent du circuit qu'il protège.

Le tableau comportera pour chaque calibre de disjoncteur de départ au moins 20% de disjoncteurs de réserve équipés du même calibre (et au moins un disjoncteur équipé de chaque calibre). De plus, l'architecture du tableau sera définie pour permettre l'ajout de 30% de départs supplémentaires sans modifications de l'enveloppe.

- Raccordement des câbles de puissance

Les câbles de puissance arrivent par le bas du TGBT et remontent jusqu'aux bornes ou plages de raccordement.

L'agencement interne du tableau doit permettre le cheminement et l'accès aux câbles sans extraction des parties débrochables ni risque de contact avec les parties sous tension. Il doit également être possible d'effectuer aisément un contrôle thermographique des connexions par caméra infra-rouge.

9.10.1 Groupe diesel électrogène

L'Entrepreneur fournira un (1) groupe diesel électrogène 400 Vca pour assurer l'alimentation d'ultime secours du TGBT 400 Vca dans chaque nouveau poste. Le groupe diesel électrogène est installé dans un bâtiment séparé du bâtiment de contrôle et dédié à son seul usage.

En annexe la fiche technique.

Il appartiendra à l'Entrepreneur de confirmer les caractéristiques dans la fiche technique par toutes les études nécessaires, en particulier par un bilan de puissance détaillé et un calcul de courant de court-circuit.

10.10.1 Sources à courant continu 110 Vcc

L'Entrepreneur fournira pour chaque nouveau poste un ensemble de source à courant continu 110 Vcc. Chaque système comprendra :

- Deux redresseur 400 Vca/110 Vcc

- Un jeu commun de batteries 110 Vcc associé à un coffret fusible
- Un tableau de distribution 110 Vcc.

En annexe la fiche technique.

Il appartiendra à l'Entrepreneur de confirmer ces caractéristiques par toutes les études nécessaires, en particulier par un bilan de puissance détaillé et un profil de décharge pour déterminer la capacité des batteries et la puissance du chargeur.

L'Entrepreneur veillera à renseigner la liste détaillée des caractéristiques requises située dans les fiches techniques.

10.10.2 Sources à courant continu 48 Vcc

L'Entrepreneur fournira pour chaque poste (Tintane-Kiffa-Aïoun El Atrouss) un ensemble de source à courant continu 48 Vcc. Chaque système comprendra :

- Deux redresseur 400 Vca/48 Vcc ;
- Un jeu commun de batteries 48 Vcc associé à un coffret fusible ;
- Un tableau de distribution 48 Vcc.

- Modes de fonctionnement

Les deux ensembles doivent être dimensionnés pour garantir une redondance de 100 % de l'alimentation des charges.

En mode Normal, les deux chargeurs alimentent en parallèle le tableau de distribution 48 Vcc. La batterie 48V est raccordée au tableau de distribution 48 Vcc. Les chargeurs seront conçus pour autoriser la mise en parallèle et le fonctionnement avec une batterie commune.

En mode Dégradé (défaut chargeur, décharge batteries ou maintenance du chargeur), le chargeur restant en fonctionnement alimente seul le tableau de distribution 48 Vcc et la batterie.

Les chargeurs devront pouvoir également alimenter les consommateurs 48 Vcc en cas d'absence de batterie.

Les chargeurs doivent pouvoir fonctionner selon les types de charges suivants :

- Charge normale : tension de floating, consommateurs connectés ;
- Charge rapide : à la tension maximale autorisée par les consommateurs, consommateurs

connectés ;

- Charge maximale : au-delà de la tension maximale autorisée par les consommateurs jusqu'à la tension naturelle de fin de charge de la batterie, consommateurs déconnectés.

- Commande et contrôle des organes de manœuvre

Les disjoncteurs, interrupteurs et contacteurs sont commandables en Ouverture et en Fermeture uniquement de façon manuelle par l'Opérateur. Le déclenchement des disjoncteurs en cas de défaut est automatique et prioritaire sur toute autre action.

Les positions Fermé/Ouvert/Déclenché des disjoncteurs d'arrivée sont visibles sur un synoptique en face avant de l'armoire chargeur et mises à disposition du contrôle commande par contacts TOR.

Les contacts auxiliaires OF et SD des disjoncteurs de départ seront ramenés sur un bornier, ou pourront être regroupés dans une chaîne de signalisation de défaut permettant de signaler au système de contrôle-commande l'ouverture d'un disjoncteur du tableau.

- Protections

Tous les circuits sont protégés par des dispositifs appropriés. Il appartient à l'Entrepreneur de prouver par une note de calcul que la sélectivité entre les protections des coffrets de distribution 48 Vcc et les protections des équipements en aval est bien respectée.

- Mesure

Chaque ensemble doit être équipé d'un voltmètre et d'un ampèremètre côté 400 Vca, d'une centrale de mesure côté 48 Vcc, ainsi que d'un système de contrôle de la charge des batteries.

- Interfaces avec le Contrôle-Commande

Les valeurs de tension 48V, et de courant sur chaque arrivée devront être ramenées vers le système de contrôle-commande soit sous-forme de signaux 4-20mA, soit directement par communication avec des équipements de mesure spécialement adaptés à la mesure de grandeurs électriques en courant continu. Le protocole de communication devra être compatible avec le système de contrôle-commande du poste.

10.11. Exigences constructives

10.11.1. Chargeurs

Les caractéristiques constructives des chargeurs sont laissées à la discrétion de l'Entrepreneur, dans la mesure où elles sont conformes aux exigences des normes s'appliquant et garantissent les exigences de performance et de durée de vie requises. Les chargeurs doivent être équipés de dispositifs de protection permettant de détecter et d'éliminer les défauts.

Ils doivent être munis de filtres permettant de maintenir les perturbations engendrées à des valeurs acceptables pour les équipements.

10.11.2. Batteries

Les batteries sont de type Cadmium/Nickel, étanche. Chaque élément de batterie doit pouvoir être démonté facilement. Les éléments de batterie sont montés sur des chantiers adaptés aux conditions environnementales et aux dimensions de la salle.

10.11.3. Tableau de distribution

Le Tableau de distribution comprend :

- Un jeu de barres en cuivre
- Deux disjoncteurs arrivée chargeur débrochables et un disjoncteur départ batterie débrochable
- Un disjoncteur de couplage avec l'autre coffret de distribution
- Des disjoncteurs fixes pour les départs vers les consommateurs. Chaque coffret répond aux exigences des normes CEI91439 et 60947.

10.11.4. Mise en armoire

Les armoires sont prévues pour une installation en intérieur et pour un usage en conditions tropicales. L'accès à l'intérieur de l'armoire ne peut se faire que par des capots ou portes boulonnés ne pouvant être ouverts qu'à l'aide d'outils ou de clés. La continuité électrique entre colonnes est assurée et doit être maintenue même lorsque les capots sont retirés et les portes ouvertes. Un collecteur de terre est installé à l'intérieur de l'armoire.

Elle doit également être pourvue d'orifices de ventilation naturelle disposés de façon judicieuse afin d'éviter tout échauffement excessif des équipements de la cellule et de limiter l'accumulation de poussière.

Ces différents orifices ne doivent pas dégrader le degré de protection de l'enveloppe (IP 41 minimum).

Des anneaux de levage doivent être disposés sur le dessus de l'enveloppe afin de permettre le levage de tout ou partie de l'armoire. La solution de fixation de l'armoire au sol et d'entrée des câbles BT par le bas est laissée à la discrétion de l'Entrepreneur.

Le fond du tableau est équipé de plaques amovibles amagnétiques pour le montage des presse-étoupes métalliques adaptés au diamètre de chaque câble.

L'Entrepreneur est responsable de la fourniture de tous les câbles internes nécessaires au fonctionnement de l'armoire. L'ensemble de ces câbles est installé et raccordé en usine.

Tous les câbles sont conformes à la norme CEI s'appliquant et sont sans halogène, non propagateurs de l'incendie (CEI 60332-3), à faible émission de fumée (CEI 61034) et de faible corrosivité (CEI 60754).

Tous les câbles sont repérés par un repère unique identique à celui figurant dans les schémas électriques et la nomenclature des équipements.

Le repérage est effectué au moyen d'étiquettes indélébiles fixées sur les câbles. Les câbles pour TC ont une section minimale de 6 mm².

Les câbles et torons cheminent à l'intérieur de l'armoire dans des goulottes en plastique avec capot amovible.

Le tableau comportera pour chaque calibre de disjoncteur de départ au moins 20% de disjoncteurs de réserve équipés du même calibre (et au moins un disjoncteur équipé de chaque calibre). De plus, l'architecture du tableau sera définie pour permettre l'ajout de 30% de départs supplémentaires sans modifications de l'enveloppe.

.

10.12. Bâtiment de service

Un bâtiment technique sera construit dans le poste de Yélimané, le bâtiment devra être dimensionné pour accueillir tous les équipements nécessaires au fonctionnement du poste et

des extensions futures. Dans tous les cas, le bâtiment aura une surface minimale de 1000 m². Il comprendra au moins

- 1 Salle des cellules HTA- 33 kV avec cellules de type blindé GIS avec :
 - Une cellule arrivée transfo
 - Une cellule départ vers TSA
 - Des départs (suivant configuration)
- 1 Salle de contrôle-commande
- 1 Salle de relaying
- 1 Local batteries
- 1 Local TSA
- 1 Salle des services auxiliaires (chargeur-redresseurs, Tableaux de distribution alternatif et continu-110 V-48 V
- 1 Salle telecom
- 1 salle de réunion
- Bureaux, sanitaires etc.
- Un groupe électrogène de secours
- Un local de stockage conditionné et archives ;
- Une salle du personnel comprenant toilettes, salle de bain et vestiaire ;
- Une kitchenette.

10.13. Equipements à installer dans le cadre du présent projet

10.13.1. Caractéristiques générales

Conditions de Service

Les appareils doivent être conçus pour être installés sous les conditions climatiques et géographiques définies dans le présent appel d'offres.

Accessoires et Outillage spécial

L'Entrepreneur incorporera dans sa fourniture l'outillage spécial et les accessoires nécessaires au montage, à l'entretien et aux essais des différents appareils.

Essais

Les essais individuels et les essais de type seront effectués conformément aux recommandations de la norme Cel. Les recommandations principales en vigueur sont les suivantes :

- Les essais de mise en service sont à effectuer après le montage sur site, en présence du Maître d'Ouvrage.

10.14. Equipement HTB

10.14.1. Sectionneur

10.14.1.1. Prescriptions générales

Le sectionneur est constitué 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

Les exigences d'exploitation nécessitent des organes auxiliaires divers et fiables : commandes mécaniques ou électriques, systèmes de signalisation de position, verrouillages. La construction et le choix des matériaux doivent être tels que les travaux d'entretien soient réduits au minimum ; en particulier le nombre de graissage est à limiter. Le dispositif de commande est tripolaire et à commande motorisée. L'utilisation de la commande manuelle de secours est prévue.

10.14.1.2. Prescriptions particulières

Pour des exigences d'exploitation, le sectionneur sera à commande électrique et sera commandé depuis la salle de commande ou localement. Il sera également équipé d'une commande mécanique de secours avec la manivelle.

Les caractéristiques techniques minimales requises pour le sectionneur sont données dans les

tableaux des caractéristiques techniques.

Verrouillage et sécurité

La position O/F des sectionneurs de ligne à ouverture centrale, des sectionneurs pantographes et des sectionneurs de terre doit être verrouillable par cadenas.

Toutes dispositions doivent être prises pour interdire les manœuvres présentant un danger pour l'Opérateur et le matériel :

- Fermeture du sectionneur de terre avec équipement sous tension
- Mise sous tension d'un équipement avec sectionneur de terre en position Fermé
- Ouverture du sectionneur avec disjoncteur en position Fermé

Un dispositif doit interdire l'action simultanée de la commande manuelle et de la commande électrique. Il doit de plus être possible de verrouiller les deux types de commandes en tout temps, soit par clé ou par cadenassage.

De plus, toute commande du sectionneur doit être inhibée tant que la manœuvre en cours n'est pas terminée (validée par contact de fin de course).

10.14.2. Disjoncteur

10.14.2.1. Prescriptions générales

Le disjoncteur sera du type à coupure dans l'hexafluorure de soufre (SF6) à l'état gazeux comme fluide diélectrique et comme agent extincteur de l'arc, à un seul élément de coupure par pôle accouplé d'une commande du type à ressort avec réarmement par un moteur électrique.

Le disjoncteur est constitué principalement des éléments suivants :

- les éléments de coupure,
- les isolateurs supports en porcelaine supportant les éléments de coupure,
- les charpentes en acier galvanisé supportant les pôles,
- l'armoire de commande contenant les dispositifs auxiliaires,
- les liaisons électriques, mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques entre l'armoire de commande,
- et les dispositifs de manœuvre des éléments de coupure.

La construction et le choix des matériaux doivent être tels que les travaux d'entretien soient réduits au minimum ; en particulier le nombre de graissage est à limiter.

Le gaz SF6 devra être conforme à la recommandation Cel 376. Le disjoncteur sera transporté et stocké avec du SF6 en légère surpression, le complément sera fait sur place par l'Entrepreneur.

Un équipement de remplissage au gaz SF6 est à prévoir. L'équipement comprendra également les vannes, 2 bouteilles de gaz SF6, le manomètre étalon et les tubes de raccordement.

Le circuit de fermeture du disjoncteur sera commandé par un électro-aimant, celui d'ouverture par deux électro-aimants branchés dans des circuits indépendants.

10.14.2.2. Prescriptions particulières

La commande sera tripolaire pour le disjoncteur de la travée transformateur 225 kV et unipolaire pour les départs lignes 225 kV. La commande des disjoncteurs devra être réalisée de la façon suivante :

- commande électrique à distance à partir du tableau de commande et par télécommande à partir du Dispatching de Manantali,
- commande électrique manuelle en cas d'urgence et commandée à partir de l'armoire locale avec le disjoncteur sous tension.

Les caractéristiques techniques minimales requises pour les disjoncteurs 225 kV et 90 kV sont données dans les tableaux des caractéristiques techniques.

Verrouillage et sécurité

Toutes dispositions doivent être prises pour interdire les manœuvres présentant un danger pour l'Opérateur :

- Fermeture du sectionneur de terre avec jeu de barre sous tension
- Mise sous tension du jeu de barres avec sectionneur de terre en position Fermé
- Ouverture du sectionneur avec disjoncteur en position Fermé

Chaque pôle doit être équipé d'un dispositif de surveillance de la pression de SF6 possédant 2 stades :

- 1^e Stade : Alarme
- 2^eme stade : Blocage de toute manœuvre
- Chaque disjoncteur est muni d'un compteur de manœuvres.

Commande et Contrôle

Les disjoncteurs doivent être commandables en Ouverture et en Fermeture en mode Local et en mode Distant. La commande et la manœuvre des disjoncteurs est :

- Unipolaire pour les travées départ ligne, afin de permettre le déclenchement et le réenclenchement monophasé ;
- Unipolaire pour les travées inductances shunts, afin de permettre la limitation des courants d'enclenchement
- Tripolaire pour les travées transformateur de poste.

Le déclenchement des disjoncteurs en cas de défaut est automatique et prioritaire sur toute autre action. Les positions Fermé/Ouvert des disjoncteurs sont visibles sur un voyant en face avant du disjoncteur ou à l'aide d'un indicateur mécanique et mises à disposition du contrôle-commande par contacts TOR.

Les bobines d'ouverture et de fermeture sont à émission. Il y a deux (2) bobines de déclenchement et une (1) bobine d'enclenchement.

La réserve d'énergie stockée dans le dispositif de commande doit permettre un cycle d'ouverture, fermeture et ouverture sans aucun apport externe d'énergie. Les séquences de manœuvre en service sont conformes au chapitre 8.103.5 de la norme CEI 62271-100 : •

- a) – 3 min – CO – 3 min – CO ;
- b) CO – 15 s – CO ;
- c) – 0,3 s – CO – 3 min – CO (pour les disjoncteurs prévus pour la refermeture automatique rapide).

Le stockage d'énergie est mécanique par des ressorts réarmés électriquement par moteur alimenté en 110 VCC.

10.14.3. Transformateur de Courant

10.14.3.1. Prescriptions générales

Les transformateurs de courant seront conformes aux spécifications de la norme Cel 185. Ils seront de construction complètement étanche, fermés hermétiquement. La partie supérieure sera constituée d'un isolateur en porcelaine renfermant la partie supérieure de l'enroulement primaire ; la partie inférieure du transformateur sera une cuve galvanisée à chaud dans laquelle les noyaux secondaires sont placés autour d'une branche de l'enroulement primaire.

-
- Les accessoires suivants doivent être prévus au minimum :
 - coffret de regroupement des enroulements secondaires,
 - bouchon de remplissage,
 - robinets de vidange d'huile,
 - borne de mise à la terre extérieure du coffret,
- Indicateur de signalisation extérieur permettant de détecter tout dégagement de gaz éventuel ou toute baisse de niveau d'huile,
- plaque signalétique selon CEI,
- anneaux de levage.

L'Entrepreneur sera responsable du choix des caractéristiques des transformateurs, sauf spécification particulière ci-dessous. En particulier le courant assigné et la puissance secondaire devront être coordonnés avec les caractéristiques des équipements raccordés. Les valeurs du courant nominal primaire et secondaire devront être prises dans les valeurs normalisées indiquées dans la recommandation CE1185.

10.14.3.2. Prescriptions particulières

Le courant secondaire sera égal à 1 A. Les classes de précision à prendre sont :

- classe de précision 0,2 pour les compteurs d'énergie active et réactive, destinés à la facturation,
- classe de précision 1 pour les ampèremètres/wattmètres, les relais de puissance et relais directionnels,

- classe de précision 5% (SP) pour les relais de protection de distance et différentielle.

La puissance de précision des enroulements de mesure sera déterminée par l'Entrepreneur en fonction des consommations des appareils raccordés, mais au minimum de 30 VA et 120% de la charge calculée. Les caractéristiques techniques minimales requises pour les transformateurs de courant sont données dans les tableaux des caractéristiques techniques.

10.14.4. Parafoudres

10.14.4.1. Prescriptions générales

La norme en vigueur pour les parafoudres à oxyde métallique sera la CEI99-4, dernière édition. Le facteur de sécurité minimum recommandé par les normes (rapport entre la valeur de tenue du matériel et niveau de protection du dispositif de protection) est de 1,4 pour les tensions assignées de 52 à 254 kV.

Les parafoudres seront composés de résistances à oxyde métalliques couplées en série présentant une caractéristique fortement non linéaire. A la tension de service, elles ne conduiront qu'un courant capacitif de quelques milliampères.

Le parafoudre à oxyde métallique est caractérisé par :

- la tension maximale de service U_c en service permanent représentant la tension (K_{veff}) la plus élevée du réseau, à la fréquence de service, que le parafoudre peut supporter continuellement ;
- les niveaux de tension de protection au choc ;
- le courant nominal de décharge ;
- la tenue aux ondes de longue durée ;
- le courant maximal de décharge ;
- la capacité d'absorption d'énergie ;
- la tension assignée.

10.14.4.2. Prescriptions particulières

Les parafoudres seront raccordés en amont immédiat des bornes primaires de puissance. Un compteur de décharge par phase sera prévu. La classe de décharge en onde de longue durée sera

selon la norme CEI.

Les caractéristiques techniques minimales requises pour l'appareil sont données dans les tableaux des caractéristiques techniques

10.14.5. Transformateur de tension

10.14.5.1. Prescriptions générales

Chaque transformateur de tension doit inclure :

La partie active contenant les enroulements ;

- Une enveloppe isolante
- Un système d'huile isolante (huile, vannes de remplissage et de purge, indicateur de niveau) ;
- Un coffret de regroupement des signaux secondaires sur bornes, IP 55.

Les transformateurs de tension doivent être conformes aux exigences constructives de la norme CEI 61869.

10.14.5.2. Prescriptions particulières

Les circuits secondaires des transformateurs de tension seront regroupés dans un coffret monté sur la charpente du transformateur de tension de la phase centrale. Les tensions secondaires issues de chaque enroulement seront regroupées avec les tensions du même enroulement provenant des autres phases.

Les câbles cheminant de ce coffret jusqu'au bâtiment de commande seront des câbles à quatre conducteurs, ils seront protégés par des disjoncteurs tétrapolaires installés dans le coffret de regroupement.

Un contact de position O/F+SD sera installé sur chaque disjoncteur et sera ramené vers les armoires de contrôle commande afin de signaler l'ouverture d'un circuit tension et d'inhiber les éventuelles protections le nécessitant.

10.15. Transformateurs de Puissance

10.15.1. Niveau d'isolement (selon la norme CEI60076-3)

Les niveaux d'isolement auxquels devront répondre chaque transformateur, sont indiqués dans le tableau qui suit :

Tableau 25 : Niveaux d'isolement

	Tension la plus élevée pour une durée à fréquence Réseau U_m -kV	Tension assignée de tenue de courte Industrielle V_{eff}	Tension assignée de tenue au choc de foudre (Onde pleine) CF-kVCrête
Enroulements Primaires	245	395	1050
Traversées	72,5	140	325
Neutre	72,5	140	325
Enroulements Secondaire	170	325	750
Neutre	72,5	140	325
Enroulements	17,5	38	95

10.15.2. Valeurs Garanties

Les valeurs garanties désignées ci-dessous s'entendent au rapport de transformation nominal (prise principale), à courant nominal, fréquence nominale, et ramenées à la température de référence de 75 °C selon la publication Cel5, sauf indications contraires.

Les tolérances sont celles prévues à la norme de référence.

Tableau 26 : Tolérances

		Unité	Valeur garantie	Tolérance
--	--	-------	-----------------	-----------

Puissance	la puissance devra être garantie sur site à toutes les positions du changeur de prises en			
Échauffement				
	Huile maximum (mesure par thermomètre)	OK	60	
	Enroulements (mesure par la méthode des résistances)	OK	65	
Pertes à vide		kW		+15%
Pertes en charge à Puissance nominale		kW		+15%
Pertes totales (sans les pertes auxiliaires)		kW		+10%
Pertes des auxiliaires		kW		
Tension de court-circuit (pour transformateur 60 MVA)		%	15,5	± 10%
Rapport de transformation à vide				± 1%
Courant à vide		%	0,2	+30%
Niveau de bruit à une distance de 0,3m		dBA	70	
Surcharges éventuelles admissibles	Surcharges éventuelles admissibles			selon le guide de charge Cel

10.15.3. Essais

Tous les essais et contrôles de matériel seront faits, sauf indication contraire dans la présente spécification, d'après les recommandations de la Cel correspondante. Ces documents sont à fournir par l'Entrepreneur. L'Entrepreneur remettra un programme prévisionnel des essais.

10.15.3.1. Essais individuels (de routine)

Les essais individuels suivants seront exécutés sur le transformateur, dans le laboratoire d'essais du constructeur, conformément aux dispositions des normes Cel 76.1, 76-3, 156 et 296 :

- Mesure de la résistance des enroulements,
- Mesure du rapport de transformation et contrôle du couplage,
- Mesure de la tension de court-circuit (prise principale), de l'impédance de court-circuit et des pertes dues à la charge,
- Mesures des pertes et du courant à vide,
- Essais diélectriques à fréquence industrielle,
- Essais sur les changeurs de prise de réglage en charge,
- Essais par tension induite,
- Essais par tension appliquée,
- Essais de tenue à fréquence industrielle (1 minute – 2 kV par rapport à la terre) des circuits auxiliaires d'alimentation et de commande.
- Mesure des décharges partielles

10.15.3.2. Essais de type

Les essais de type suivants seront exécutés sur chaque transformateur :

- Essais de tenue de choc en onde pleine, sur les 3 bornes de ligne HT, conformément à la Publication Cel 76.3,
- Essais d'échauffement conformément à la Publication Cel 76.2,
- Teneur en particules de l'huile et de gaz dissous (DGPA),
- Mesure de la rigidité électrique avant et après les essais de type.

10.15.3.3. Essais spéciaux

Les essais spéciaux suivants devront être exécutés sur chaque transformateur :

- Mesure du niveau de bruit, conformément à la Publication Cel 551
- Mesure de l'impédance homopolaire
- Mesure de la puissance absorbée par le système de refroidissement de l'huile
- Mesure du courant magnétisant sous 400 V, 50hz,
- Facteur de dissipation ; $\tan \delta$
- Essai SFRA

10.15.4. Conditionnement et Transport

Le transformateur sera expédié avec :

- Huile jusqu'à 150 mm sous le couvercle
- Sous atmosphère d'azote, avec un appareillage de contrôle de la pression
- Un appareil enregistreur de choc.

Les dimensions et masses seront fournies par le constructeur, conformément à la fiche technique en annexe ; elles sont approximatives et faites pour donner une indication générale du transformateur proposé.

10.15.5. Détails de Construction

Le Transformateur de puissance est de type tropicalisé, prévu pour être installé à l'extérieur, triphasé, 50HZ, service continu avec enroulements immergés dans l'huile et munis de conservateurs avec dispositifs d'expansion à diaphragme. Le refroidissement est assuré par la circulation naturelle de l'huile et la circulation naturelle de l'air (ONAN-ONAF).

10.15.6. Partie active

Circuit magnétique

Il sera composé de 3 Colonnes en ligne, à tôles à cristaux orientés, laminées à froid, à isolement Carlitte, présentant une forte perméabilité et des pertes hystérésis basses. L'épaisseur des tôles est de 0,30/0,35 mm.

Le circuit, sans boulon, devra être solidement assemblé pour éviter toute distorsion due aux contraintes de court-circuit ou au transport.

Les culasses et les noyaux seront comprimés par des frettes isolantes en nylon.

Une borne de mise à la terre du circuit magnétique est installée sur le couvercle de la cuve du transformateur.

L'induction ne doit pas dépasser 1,7 tesla.

Enroulements

Les enroulements, de forme circulaire, devront être concentriques et constitués de conducteurs en cuivre, isolés par plusieurs couches de papier. Ils seront assemblés rigidement pour supporter les efforts de dislocation durant le transport et en cas d'éventuel court-circuit.

Pour éviter toute déformation les bobinages sont solidement calés et les connections allant aux bornes de traversée sont parfaitement maintenus. De façon à conserver dans le temps l'effet de serrage, toutes dispositions sont prises pour que l'amaigrissement des isolants ou le tassement éventuel des enroulements ne compromettent pas leur tenue.

L'isolation principale entre les différents bobinages et la masse sera assurée par des éléments en transformer board et des flux fixes.

Le neutre HT est directement relié à la terre.

Le neutre MT est raccordé à la terre à travers une résistance monophasée de 66 Ohm faisant partie de la fourniture.

10.15.7. Cuve

La cuve sera faite de deux parties :

- Une partie inférieure ou « auge »,
- Un couvercle du type « cloche » soudé à la partie inférieure
- La cuve sera constituée d'éléments en tôles d'acier soudées électriquement.

La cuve aura une résistance au vide suffisante pour l'emploi d'appareils de traitement d'huile modernes.

La cuve doit pouvoir tenir un vide de 5 mm Hg.

La cuve est munie de dispositifs permettant l'ancrage et la manutention du transformateur complet d'huile

- Anneaux de levage
- Anneaux de tirage et d'ancrage
- Plaque d'appui de vérins

La cuve devra être isolée électriquement du sol pour permettre une protection de cuve. Elle sera équipée de quatre (04) galets orientables permettant la pose du transformateur sur des rails.

Une échelle devra être aménagée sur l'un des côtés de la cuve pour faciliter l'accès au-dessus de celle-ci. Le conservateur de type à membrane, sera déporté sur le côté, parallèlement à la largeur du transformateur

10.15.8. Bornes

Les traversées HT, HT neutre et MT doivent être de type huile/air en porcelaine répondant à la norme CEI 60137.

Elles doivent être conçues pour résister aux différents efforts auquel elles seront soumises pendant la durée de vie du transformateur (poids propre, efforts électrodynamiques, dilatation).

Elles sont adaptées au niveau de tension et aux conditions environnementales et doivent à ce titre avoir une ligne de fuite minimale de 2,5cm/kV selon la norme CEI60815 pour la pollution.

Les bornes HT devront être munies de cosses de raccordement.

Les traversées sont facilement démontables et remplaçables sans qu'il soit nécessaire de découper le transformateur ni même de soulever le couvercle de la cuve. Seule une vidange d'huile très réduite doit être suffisante pour effectuer l'opération de remplacement.

Les bornes BT (a,b,c,n) seront dans un coffret qui sera muni d'ouverture pouvant admettre des conducteurs nus eux-mêmes connectés à des câbles MT. Le coffret sera étanche.

Les bornes tertiaires (4a et 4c) seront reliées par une barre en cuivre dimensionnée pour supporter le courant nominal de cet enroulement.

10.15.9. Changeur de prises

Le transformateur sera équipé d'un changeur de prises en charge « On load tap changer » selon la terminologie de la CEI 600676, à opération automatique, pour montage Etoile : sur point neutre.

Le changeur de prise doit être fabriqué par un fabricant reconnu (ABB, MR...)

Le commutateur de prises, qui travaille en charge, peut être démonté pour inspection, sans avoir à vidanger l'huile de la cuve du transformateur.

Le changeur de prises et le sélecteur sont incorporés dans une enveloppe étanche, remplie d'huile, immergée dans la cuve du transformateur, sans possibilité de mélange avec l'huile du transformateur.

Données du changeur de prises (selon normes Cel 60214 : Voir fiche technique en annexe.

10.15.10. Protection de surface

L'intérieur de la cuve de chaque transformateur sera peint avec une couche antirouille résistant à l'huile.

Les surfaces externes des transformateurs y compris celles des radiateurs seront peintes avec deux couches de peinture antirouille, une couche de peinture intermédiaire et une couche de finition, soit au total quatre couches.

L'épaisseur totale du revêtement extérieur sera de 220 microns dont au moins 140 microns de revêtement antirouille. La couleur de finition devra être : gris bleu, vert moyen AFNOR 1626 ou équivalent.

10.15.11. Visserie · Boulonnerie

Toute la visserie- boulonnerie sera en acier inoxydable.

10.15.12. Huile

Le transformateur sera rempli d'une huile isolante, spéciale pour transformateur de type inhibée Nytrolyra X 01182 de Nynas, conforme à la norme en vigueur.

10.15.13. Accessoires

Le transformateur sera muni des accessoires suivants :

- 1 Soupape de sécurité, de type à ressort taré pour la cuve
- 1 soupape de sécurité pour le régleur en charge
- 1 Relais de pression du changeur de prise sous charge
- Vannes d'isolement entre cuve et conservateur
- Vanne de vidange, échantillonnage et traitement,
- 1 Vanne de traitement, à la partie supérieure de la cuve,
- 4 Crochets de levage,
- 4 Trous de halage,
- 4 Appuis de vérins,
- 2 Bornes de mise à la terre,
- 1 Relais Buchholz à 2 contacts pour alarme et déclenchement,
- 1 Clapet de retenue d'huile,
- 1 Conservateur d'huile muni de :
 - 1 assécheur au Silicagel automatique
 - 1 vanne de vidange,
 - 1 indicateur de niveau d'huile du type magnétique avec contact de déclenchement (niveau d'huile minimal et maximal) pour chaque compartiment du conservateur.
- 4 Galets isolés orientables dans 2 plans perpendiculaires, type « à boudins »,
- 1 Thermomètre à cadran de mesure de la température de l'huile
- 1 thermomètre à cadran pour l'image thermique des enroulements
- 1 Thermostat pour commande de la réfrigération (le cas échéant)
- 2 Thermostats pour l'alarme et le déclenchement,

- 1 Doigt de gant libre,
- 1 Plaque signalétique et et schéma,
- 1 Armoire de raccordement des circuits de mesure et signalisation ainsi que des appareils de contrôle de la réfrigération (le cas échéant), montée sur la cuve du transformateur, à l'opposé du conservateur.
- Tension d'alimentation triphasée des motos ventilateurs et motopompes 0,4 kV 50 Hz
- Tension d'alimentation des bobines de contacteurs et de relais : 110 VCC Tension d'alimentation monophasée éclairage et résistance de
- Chauffage : 220 V 50 Hz
- Traversées : Toutes les traversées devront avoir une ligne de fuite de 2,5 cm/kV

NB : cette liste des accessoires n'est pas exhaustive. L'Entrepreneur complètera la liste en fournissant tous les éléments et pièces nécessaires et indispensables.

10.15.14. Protection incendie

Au niveau de la travée transformateur, il sera prévu deux extincteurs de type PS50 sous abri et un système de prévention incendie de type SERGI ou équivalent dont l'avantage est d'éviter au transformateur de prendre feu.

Ce système est intégré au transformateur afin de détecter la montée en température de l'huile diélectrique et par la même occasion de mettre hors tension le transformateur en stoppant la montée en pression de l'huile dans les circuits adéquats.

Le soumissionnaire pourra proposer en option un système plus performant et de dernière génération à la place du système de SERGI.

10.15.15. Filerie entre les accessoires et le coffret de raccordement

Les câbles BT seront conformes à la norme Cel 502. Ils seront tous munis d'une protection contre les perturbations électromagnétiques, réalisée par une gaine continue en cuivre de type annelé (acome), norme HO 604 S 38.

Les écrans des câbles seront mis à la terre aux deux extrémités avec une tresse soudée sur l'écran et de longueur la plus courte possible.

Les câbles faisant des liaisons entre appareils et entre armoires par des connecteurs seront des câbles sans gaine annelée.

10.15.16. Montage et Raccordement du transformateur

L'adjudicataire du marché devra étudier, fournir et installer tous les équipements nécessaires au raccordement du transformateur, il devra effectuer le montage du nouveau transformateur sous la supervision du fournisseur du transformateur.

10.16. Réactances

Circuit magnétique

Le circuit magnétique de la bobine d'inductance doit être du type noyau à entrefer. Les tôles entre entrefers adjacents doivent être à empilement radial et imprégnés de résine selon les meilleures techniques.

Le circuit magnétique sera de type : « noyau à cinq colonnes ». Dans ce cas la conception du noyau doit éviter toute saturation en cas de composante homopolaire de la tension.

L'Entrepreneur décrira les types de noyau proposés en donnant les justifications techniques détaillées et ses références spécifiques dans le domaine des bobines d'inductance shunts.

Le noyau magnétique sera construit avec des tôles d'acier au silicium orienté roulées à froid, à haute perméabilité magnétique et faibles pertes. Les feuilles doivent être couvertes individuellement d'une couche inorganique (carlite ou équivalent). La conception évitera tout effet nocif dû à un échauffement du noyau ou à une dispersion du flux. Le noyau magnétique sera serré rigidement pour résister aux déformations produites par les vibrations et les manipulations durant le transport.

Les boulons et écrous du noyau doivent être isolés et testés en appliquant une tension de 2,5 kV, 50 Hz pendant 1 minute entre le noyau et la terre.

Chaque noyau magnétique doit être fourni avec des œillets de levage ou autre dispositif approuvé permettant un démontage facile et immédiat, et tels que le noyau et les enroulements puissent être extraits de la cuve avec le minimum de démontage.

Chaque noyau magnétique doit être efficacement relié électriquement à terre de la cuve en un seul point.

La densité de flux doit être telle que la bobine d'inductance reste linéaire jusqu'à une tension appliquée égale à 1,4 fois la tension nominale.

Enroulement

Le choix du type des enroulements et leurs positions relatives est laissé à l'initiative du Constructeur.

Les enroulements doivent être en cuivre électrolytique, exempts de barbes et de copeaux, et isolés au papier de cellulose pure. Tous les raccordements à l'intérieur des enroulements seront réalisés par brasure.

Ils sont assemblés rigidement pour supporter les efforts de dislocation dus aux contraintes de court-circuit et à celles du transport.

En vue de garantir la durée de vie escomptée, l'attention du Constructeur est spécialement attirée sur la nécessité d'étudier la coordination entre la qualité de l'huile diélectrique et l'éventuel revêtement nécessaire des cuivres.

Pour éviter toute déformation les bobinages sont solidement calés et les connexions allant aux bornes de traversée sont parfaitement maintenues. De façon à conserver dans le temps l'effet de serrage, toutes dispositions sont prises pour que l'amaigrissement des isolants ou le tassement éventuel des enroulements ne compromettent pas leur tenue.

L'isolation principale entre les différents enroulements et la masse est assurée par des éléments en transformer board et des flux d'huile.

Le neutre HT des inductances est raccordé directement à la terre.

L'Entrepreneur devra préciser dans sa soumission les niveaux d'isolation des neutres qu'il propose.

La partie active (enroulements + noyau magnétique) doit être munie d'anneaux de levage pour permettre le décuvage.

Cuve

La cuve est du type « à couvercle boulonné ».

La cuve et le couvercle sont réalisés en tôle d'acier boulonnée avec joints.

La cuve doit pouvoir supporter, sans déformation permanente :

Un vide poussé selon conditions de l'essai 11.9 de la norme CEI 60076-1 et adapté à l'emploi d'appareils modernes de traitement des huiles diélectriques ;

Une surpression selon conditions de l'essai 11.10 de la norme CEI 60076-1, de l'ordre de 35 kPa, et dépassant d'au moins 10 kPa le réglage de la soupape de surpression.

La cuve est munie de dispositifs permettant la manutention et l'ancrage de l'inductance complète pleine d'huile :

- Anneaux de levage
- Anneaux de tirage et d'ancrage
- Plaques d'appui de vérins
- Galets bi-directionnels d'écartement 1,435 m (axe à axe) à confirmer.

Les plaques d'appui de vérins sont suffisamment larges pour offrir un décentrement possible des vérins vers l'extérieur des rails de guidage de l'ordre de 250 mm. La cote entre la face inférieure des plaques d'appuis du vérin et la table de roulement du rail des voies est de l'ordre de 350 mm.

Des guidages sont disposés à l'intérieur de la cuve pour faciliter l'enlèvement et la mise en place de la partie active de l'inductance. Outre le dispositif de guidage, la cuve comporte des calages adéquats de la partie active pour éviter son déplacement et pour réduire la transmission des chocs lors des opérations de transport et de manutention.

Tous les joints sont étanches à huile chaude à 115°C, à l'air et à l'eau. La bonne conservation de l'herméticité dans le temps procède du choix judicieux de la nature et de la qualité des joints, réputés garantis à vie, et de la mise en place de limiteurs de serrage.

La cuve est munie d'une échelle permettant de monter sur le couvercle.

Des trous d'homme et des trous d'inspection visuelle doivent être disposés judicieusement sur la cuve.

Pour la protection de masse-cuve, la cuve de l'inductance est électriquement isolée par rapport à la terre par interposition d'isolants :

- Plaque isolante entre le fond de cuve et les supports de galets
- Rondelles isolantes, manchons isolants autour des vis pour la fixation des galets
- 2 bornes de mise à la terre diamétralement opposées sur le fond de cuve.

Couvercle de cuve

La forme du couvercle doit favoriser l'écoulement, et permettre de recueillir et de diriger vers le conservateur, dans les meilleures conditions, les bulles gazeuses devant provoquer le fonctionnement du relais de gaz.

La forme du couvercle doit favoriser également l'écoulement des eaux de pluies et éviter toute stagnation.

Le couvercle est muni d'au moins deux doigts de gant, libres avec bouchon d'obturation judicieusement positionnés pour la mesure de la température d'huile aux points chauds.

10.17. Charpentes métalliques à prévoir

La conception, la structure, les matériaux, la production, l'installation et les essais de tous les ouvrages et fournitures devront être conformes aux normes suivantes :

- EN 50341-1 – Lignes électriques aériennes dépassant AC 45 kV, partie 1. : Règles générales, spécifications communes;
- EN 1993-1-1 - Euro code 3: Structures en acier - Partie 1-1. : Règles générales et règles pour les bâtiments.
- EN 1993-3-1 - Euro code 3: Structures en acier - Partie 3-1 : Pylônes, mâts et cheminées – Pylônes et mâts
- ENV 1090-1 – Exécution des structures en acier - Partie 1: Règles générales et règles pour les bâtiments.

Matériaux et méthodes

Les matériaux devront être clairement spécifiés dans la documentation correspondante à remettre par l'entrepreneur au superviseur du projet de SOGEM.

L'entrepreneur garantira que tous les ouvrages et services seront exécutés par des employés qualifiés disposant de l'expérience requise.

Production des structures en acier

Les structures en acier seront produites en respectant les tolérances spécifiées dans la norme ENV 1090-1 – Exécution des structures en acier Partie 1: Règles générales et règles pour les bâtiments. En cas où une production plus précise est requise pour des éléments particuliers, les tolérances seront spécifiées dans le projet détaillé ou dans la documentation des exigences techniques spéciales.

Avant de livrer les structures ou parties de structures sur le chantier, l'entrepreneur fournira au superviseur du projet de SOGEM et à son représentant habilité, à l'occasion de la réception en usine des structures, une copie de la documentation sur la qualité des matériaux, la qualité des matières premières et les produits finis (certificats de conformité ou certificats appropriés des caractéristiques des matériaux comme indiqué à la section 3.1 de la norme EN 10204) ainsi que les rapports d'essais effectués par ses soins ou par un laboratoire indépendant et mesures effectuées sur les matériaux.

L'entrepreneur sera tenu de fournir au Client toute la documentation requise pour prouver la qualité des matériaux utilisés pour la construction des structures ou d'une partie des structures. Le nombre d'exemplaires sera fixé dans le contrat.

Toute la documentation sur la qualité des matériaux portera un marquage approprié indiquant les liaisons ambiguës entre matériaux et structures ou parties des structures.

L'Entrepreneur sera entièrement responsable de la qualité, de l'inspection et des essais de tous les ouvrages et matériels produits ou fournis par des sous-traitants.

L'entrepreneur/fournisseur sera tenu d'inspecter en permanence tous les matériaux utilisés pour

la construction des structures afin de détecter les éventuels défauts (couche double, laminarité, défauts de surface, tolérances dimensionnelles excessives etc.) et d'éliminer tous les matériaux/le matériel défectueux.

Toutes les pièces endommagées (déformées, mal coupées, etc.) et éléments mal fabriqués seront à remplacer par de nouvelles pièces.

Les trous pour les boulons seront perforés sans alésage consécutif dans des éléments d'une épaisseur jusqu'à 10 mm

En cas d'éléments d'une plus grande épaisseur, le fabricant devra prouver par des essais que la perforation n'endommage pas le matériel.

Eléments de fixation - boulons, écrous et rondelles

Selon les calculs des boulons prescrits dans EN 1993-1-1 - Eurocode 3, seuls des boulons avec pleine tige dans le plan de cisaillement du joint seront à utiliser.

Seuls des boulons, écrous et rondelles conformes aux normes suivantes seront à utiliser dans les structures :

- EN ISO 898-1 - Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié - Partie 1 : Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées - Filetages à pas gros et filetages à pas fin
- EN 20898-2 - Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation. Partie 2: Ecrous avec charges d'épreuve spécifiées.
- EN ISO 4014 - Boulons à tête hexagonale - Grade A et B
- EN ISO 4032 - Ecrous hexagonaux normaux (style 1) - Grades A et B;
- EN ISO 7089 - Rondelles plates - Série normale - Grade A

La longueur des boulons sera choisie de façon à ce qu'au moins 5 mm de filetage dépassent l'écrou une fois le boulon serré. Les fournisseurs des éléments de fixation devront présenter des certificats de conformité ou certificats de caractéristiques du matériel selon section 3.1 de la norme EN 10204 pour boulons, écrous et rondelles.

Les exigences minimales pour la protection anticorrosion des boulons, écrous et rondelles

(éléments de fixation) fournis sont une galvanisation conforme à la norme EN ISO 4042 - Éléments de fixation - Revêtements électrolytiques (système minimum A7).

Protection anticorrosion des structures en acier

➤ Galvanisation par immersion à chaud - Hot-dip galvanizing

La protection des éléments de structure par un revêtement anticorrosion devra être effectuée conformément la norme EN ISO 1461.

Les normes suivantes sont d'une importance primordiale pour l'application de la couche anticorrosion par galvanisation à chaud : EN 1179, EN ISO 1460, EN ISO 1463, EN ISO 2064, EN ISO 10111, EN 13144, EN ISO 14713, EN 14571.

L'entrepreneur sera tenu de contrôler en permanence la qualité de la galvanisation. Pour ce faire, un lot d'échantillons sera galvanisé en même temps que des éléments de structure.

Ces échantillons auront la même section que les éléments de structure concernés.

Le certificat de conformité ou le rapport d'essai sur les échantillons devra être signé par un laboratoire accrédité.

L'entrepreneur vérifiera la pureté du zinc du bain de galvanisation.

Ce contrôle aura lieu au moins au début et à la fin de la procédure de galvanisation d'une structure particulière. Un certificat ou rapport de conformité du bain de zinc devra être délivré par un laboratoire accrédité.

Ce certificat précisera clairement quand et où l'échantillon a été prélevé du bain de zinc.

L'aspect, l'uniformité et l'épaisseur du revêtement de zinc seront contrôlés à l'aide des méthodes standards appropriées.

La galvanisation devra au moins répondre aux exigences minimales.

La qualité de la galvanisation des éléments et boulons des pylônes sera contrôlée conformément à la norme EN ISO 1461.

En cas de doute concernant la précision des mesures d'épaisseur, il conviendra d'appliquer des méthodes de mesure gravimétriques.

L'adhérence du revêtement de zinc devra être testée en appliquant la norme EN 13144.

L'entrepreneur sera tenu de fournir au Client ou au représentant habilité du Client des échantillons conformes au mode de galvanisation employé (les échantillons seront du même matériau que les éléments de structures et auront été galvanisés dans le même bain que ces derniers).

Le nombre d'échantillons est précisé dans la norme correspondante. Les exigences détaillées concernant les types d'échantillons (profils, sections, épaisseurs) sont à déterminer par le Client ou un représentant autorisé au moment de la fabrication de la structure.

Éléments de fixation

Lorsqu'il livrera des structures en acier préfabriquées, l'entrepreneur se conformera aux exigences minimales de protection anticorrosion.

Tout le matériel de fixation sera galvanisé conformément à la norme EN ISO 4042 - Éléments de fixation - Revêtements électrolytiques (système minimum A7).

Sur les boulons serrés, au moins 3 longueurs de filetage ou au minimum 5mm devront dépasser de l'écrou.

10.18. Appareillage HTA-33 KV

Les principales caractéristiques techniques de la cellule arrivée du Transformateur et de ses équipements sont données dans les fiches techniques.

10.19. Résistance de mise à la terre du neutre du Transformateur de puissance

La résistance de mise à la terre du Transformateur HTB/33 kV de 300A sera installée à l'extérieur, à côté du Transformateur.

Elle sera munie du transformateur tore de courant inséré entre le neutre du Transformateur et la résistance. Les caractéristiques techniques de la résistance sont données dans les tableaux des caractéristiques techniques.

10.20. Pièces de rechange

Les pièces de rechange comprennent un lot obligatoire dont le montant fait partie du montant total de l'offre.

L'Entrepreneur présentera cette liste de pièces de rechange à approuver par le Client comprenant au moins les pièces de rechange énumérées dans la liste suivante :

- 1 borne traversée 225 kV
- 1 jeu complet de joints pour les raccords du couvercle et les raccords du réservoir,
- 1 indicateur de niveau d'huile,
- 1 indicateur de température d'huile,
- 1 ensemble de relais image thermique,
- 1 relai Buchholz
- 1 Pole disjoncteur 225 kV
- 1 Mécanisme complet pour disjoncteur tripolaire 225 kV
- Un jeu de 6 bobines de déclenchement/6 bobine de d'enclenchement/3 blocs de contact auxiliaires pour disjoncteur 225 kV
- Un Transformateur de Courant monophasé 225 kV
- 3 Parafoudre 225 kV

Les pièces de rechange doivent être emballées et conditionnées pour le stockage dans un climat tropical prolongé et soigneusement marquées par des étiquettes inaltérables.

Cette liste n'est pas limitative et en complément, l'Entrepreneur présentera en option :

Une liste des pièces de rechange et de l'outillage spécialisé qu'il estime nécessaire pour l'entretien

Une procédure d'intervention rapide en cas de panne des installations de contrôle-commande après la période de garantie.

10.21. Câbles pour les tensions 225, 90, 33 kV

L'entreprise devra prévoir, pour les connexions des équipements HT et du transformateur, la fourniture et la pose de nouveaux câbles.

10.21.1. Caractéristiques générales des câbles électriques

La gaine extérieure de l'ensemble des câbles électriques doit être traitée chimiquement, lors de

la fabrication de manière à procurer une protection permanente contre l'attaque par les rats et les animaux rongeurs.

Les sections des câbles sont déterminées de manière à satisfaire aux impositions de la norme CEI 60364 ; la valeur maximale de la tension de contact pouvant être maintenue indéfiniment étant de 50 V dans les locaux secs, et de 25 V à l'extérieur et dans les lieux humides.

Tous les accessoires de raccordement tels que raccords, souliers de câbles, cosses, manchons d'étanchéité thermorétractables, boîtes de jonction éventuelles, etc. font partie intégrante de la fourniture du Contractant.

Tous les souliers de câbles et cosses sont du type à sertir.

10.21.2. Câbles moyenne tension

Le document de référence est la norme CEI HN33S22. Les principales caractéristiques sont les suivantes :

- Tensions assignées : U_o/U (U_m) en kV ; 18/30 (36) pour le réseau 33kV.
- câbles unipolaires ;
- Ame en cuivre ;
- Section:

Les câbles de liaison HTA transfo-cellule disjoncteur arrivée sont en cuivre avec des boîtes d'extrémités intérieures et extérieures avec une section de

- Pour les transformateurs 90/33 kV - 40 MVA 3x3x240 mm² Cu mou avec des boîtes d'extrémités intérieures et extérieures.

10.21.3. Câbles basse tension

Les documents de référence sont les normes : NF C 32-321, NF C 32-322 et CEI 60502.

- Tension assignée : U_o/U en kV
- 0,6/1 pour le réseau 0,4 kV.
- Ame en cuivre.

Les câbles qui cheminent à l'extérieur du bâtiment de service doivent être munis d'une armure faite de feuillards d'acier suivant norme NF C 32-050.

Les câbles satisfont à l'essai dit de non propagation de l'incendie », catégorie C1 de la norme

NF C 32-070.

Les différents conducteurs d'un câble sont différenciés au moyen d'un numéro (portés en chiffres et en lettres) ou bien au moyen de colorations dans la masse de l'isolant.

Les gaines extérieures des câbles BT sont différenciées par des couleurs selon la nature des circuits. A défaut, des bagues imperdables de même couleur sont à mettre en place.

10.21.4. Câbles de puissance basse tension

Tensions de service : 400 V ou 230 V courants alternatifs, et 110 V et 48 V courant continu.

Gaine extérieure en PVC de couleur noire.

Les compositions sont les suivantes.

Alternatif :

3, 4 et 5 conducteurs dont vert/jaune jusqu'à une section de 6 mm² de cuivre¹. Continu : 2 conducteurs ou 3 conducteurs dont vert/jaune jusqu'à une section de 6 mm² de cuivre.

Ame :

cuivre pour section inférieure à 70 mm², cuivre ou aluminium pour section égale et supérieure à 70 mm².

Dimensionnement des conducteurs :

La tenue thermique en régime permanent et en court-circuit, ainsi que les capacités de surcharge, doivent tenir compte des déclassements éventuels dus aux différents modes de pose. Courant admissible en régime permanent : Les câbles de puissance seront choisis pour pouvoir transporter en permanence le courant correspondant à la charge maximale de l'équipement alimenté en tenant compte des capacités de surcharge de l'équipement (par exemple 120 % de la charge maximale pour les transformateurs et les lignes), de la température ambiante et de l'échauffement dû aux autres câbles et cela sans dépasser la température maximale indiquée dans les recommandations CEI.

Pour les câbles posés directement dans le sol, l'Entrepreneur devra mesurer la température maximale du sol et sa résistivité thermique pour calculer les sections nécessaires.

Courant admissible en court-circuit : Les sections des conducteurs et des écrans métalliques seront suffisantes pour transporter le courant maximal de court-circuit (courant de courte durée admissible assigné) pendant :

- une (1) seconde pour les câbles moyenne tension, 400 Vca et 110 et 48 Vcc, mais pendant ;

Alimentation des auxiliaires. La chute de tension maximale depuis le transformateur moyenne tension/basse tension ne doit pas dépasser les valeurs suivantes ;

- 3% pour les circuits d'éclairage;
- 5% en régime permanent pour les moteurs et la force motrice ;
- 10% pour les moteurs au démarrage.
- Section minimale : 2,5 mm² âme en cuivre.
- Tension de service : 110 V ou 48 V courant continu.

Spécifications identiques à celles des câbles basse tension sauf gaine PVC de couleur grise.

Composition à la demande : le Contractant doit définir une série limitée de compositions, telle que par exemple : 3, 7, 12, 27 conducteurs sans vert/jaune. Sections minimales : 1,5 mm² ou 2,5 mm² âme en cuivre.

10.21.5. Câbles de mesures

Spécifications identiques à celles des câbles basse tension.

Dimensionnement des conducteurs : les circuits courant et tension sont déterminés dans tous les cas de façon que la puissance de précision des transformateurs alimentant ces circuits ne soit pas dépassée compte tenu des différents appareils alimentés par les transformateurs et des longueurs de liaisons (ces dernières pouvant être importantes).

Les conditions suivantes doivent être de plus respectées : les pertes dans les circuits courant sont strictement inférieures à 5 VA ; les chutes de tension maximales dans les circuits de tension sont strictement inférieures à 0,5 %.

Le Contractant doit vérifier la compatibilité des puissances et classes de précision des transformateurs de mesure avec la charge de ceux-ci. Pour les transformateurs de courant, la classe de surintensité est à déterminer compte tenu des courants de court-circuit.

Composition : 4 conducteurs sans vert/jaune. Sections minimales :

Circuits tension : 6mm² âme en cuivre ;

Circuits courants : 10mm² âme en cuivre.

10.21.6. Connexions souples des travées

Les connexions souples seront constituées de câbles nus en alliage d'aluminium qui devront supporter toutes les sollicitations mécaniques et thermiques provoquées par les courts circuits.

Les câbles de liaison HTB seront de sections suivantes : 228 mm², 366 mm² et 570 mm²

Les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-après :

Tableau 27: Caractéristiques des câbles nu-liaison HTB

Caractéristiques	Câbles
Type	Alliage d'Aluminium
Nombre de conducteurs par phase	2
Diamètre extérieur du câble	25,27 mm
Section nominale d'aluminium (mm ²)	228 mm ² 366 mm ² 570 mm ²
Nombre de brins	
Résistance ultime à la traction (kN)	109,6 Kn
Masse linéique (kg/m)	1,05 kg/m
Température d'utilisation	10°C à 75°C
Coefficient d'expansion thermique par °C	23,0 x 10 ⁻⁶ /°C
Module d'élasticité (E)	-
-Final GPa	60,0 GPa
Résistance électrique à 20 °C	0,0880 ohms/km

10.22. Isolateurs Supports

Les isolateurs supports seront conformes aux recommandations :

CEI 273 : dimensions des supports isolants et éléments de supports isolants d'intérieur et extérieur destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1000 V.

CEI 168 : des supports isolants d'intérieur et d'extérieur en matière céramique ou en verre destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1000 V.

Les valeurs spécifiques caractéristiques sont :

Caractéristiques électriques

- -tension nominale
- -tension de tenue aux ondes de choc
- -tension de tenue à fréquence industrielle

Caractéristiques mécaniques

- charge minimale de rupture à l'essai de flexion
- charge minimale de rupture à la torsion

Caractéristiques dimensionnelles

- hauteur totale du support isolant,
- diamètre maximal de la partie isolante,
- diamètre du cercle de fixation des armatures métalliques de la base et du sommet,
- la longueur de la ligne de fuite minimale.

10.23. Chaînes D'isolateurs

Les isolateurs utilisés sont des isolateurs en verre trempé du type à « capot et tige ». Ils doivent supporter les charges de rupture et les efforts mécaniques nominaux augmentés des efforts dus aux vents. Les caractéristiques mécaniques et électriques minimales requises pour les isolateurs sont données dans les tableaux des caractéristiques techniques.

La composition des chaînes d'ancrage à l'intérieur du Poste est la suivante : chaîne d'ancrage double (2 x 19 isolateurs) pour les barres et travées.

10.24. EQUIPEMENTS DE PROTECTION-CONTROLE COMMANDE-MESURES**10.24.1. Généralités**

Les équipements de protections sont de types numériques et doivent répondre aux normes de fabrication et aux conditions d'installation exigées par les normes CEI dernières révisions, en particulier CEI 60255.

Les relais seront équipés d'une Interface Homme Machine (IHM) permettant toutes les opérations d'exploitation locale avec une présentation claire et complète de toutes les informations (position disjoncteur et valeurs physiques électriques : U, I, S, P, Q, cos phi, MWh, Mvarh, ...), y compris les informations d'aide au diagnostic (cumul des ampères coupés, temps de manœuvre et de réarmement de l'appareil coupé, ...).

Les relais utiliseront le protocole de communication CEI 61850.

Tous les relais de protection seront alimentés en courant continu et installés à l'intérieure des bâtiments de service, dans des boîtiers montés dans les armoires ou au niveau des compartiments BT des cellules MT correspondantes.

Les principes généraux du plan de protection électrique sont les suivants :

- Détecter et éliminer le plus rapidement possible et au plus près du défaut, afin de limiter la zone électrique mise hors tension
- Disposer d'une sensibilité suffisante pour détecter les défauts les plus faibles
- Ne pas agir de façon intempestive en cas de phénomène transitoire non dangereux
- N'agir qu'en cas de défaut pour lequel la protection est programmée
- Disposer d'une protection de secours en cas de défaillance de la protection principale
- Assurer un recouvrement entre zones de protection et ne pas laisser de zone sans protection
- Priorité de la protection sur toute action du système de contrôle-commande
- Action directe du relais de protection sur l'organe de coupure, sans intermédiaire par le système de contrôle-commande
- Assurer le recouvrement des zones protégées par des protections différentielles pour éviter les zones non protégées
- Le défaut doit être acquitté par une action volontaire de l'Opérateur et la fonction de protection doit être ré-initialisée.

Le plan de protection définitif nécessitera une concertation avec l'exploitant du réseau 225 kV afin d'assurer une sélectivité efficace entre les protections des différents postes du réseau, ainsi que l'échange efficace de signaux de téléprotection.

La liste minimale des principales fonctions requises par type d'équipement est la suivante, selon la codification ANSI.

10.24.2. Jeu de barres 225 kV

Les principales fonctions de protection sont les suivantes :

- 87B: Protection différentielle de barres
- 50BF: Protection de défaillance disjoncteur
- 50/51: Protection de surintensité utilisée en back-up.

La protection principale du jeu de barre sera réalisée par un relais de protection numérique de type différentielle de barres.

Dans cette configuration, la protection différentielle de barres est assurée par un ou plusieurs relais numériques installés dans une armoire de protection différentielle de barres. Les circuits intensité, les ordres de déclenchement et les positions des appareillages haute tension de chaque travée sont câblés de manière filaire dans l'armoire de protection.

La protection différentielle de barre centralisée devra être prévue pour raccorder les signaux provenant de toutes les travées construites dans le cadre de ce projet, ainsi que tous les signaux provenant des travées futures.

Toutes les fonctions de protection pourront être dans un même relais.

10.24.3. Travées lignes 225 kV

La protection des lignes 225kV sera assurée par deux (02) relais de protection principaux A et B agissant indépendamment. Chacun de ces relais sera raccordé à un enroulement dédié des transformateurs de mesure associés.

Relais de protection principal A

Le relais de protection principal A assurera les fonctions de protections suivantes :

- 87L: Protection différentielle de ligne
- 21/21N: Protection de distance de secours
- 27/59: Minimum/Maximum de tension
- 49: Surcharge thermique
- 50/51: Surintensité phases
- 50N/51N: Surintensité neutre
- 50BF: Défaillance disjoncteur (éventuellement couplée avec la protection
- différentielle de barre)

- 67N: Surintensité directionnelle terre
- 79: Réenclenchement et vérification de synchronisme
- 25: Contrôle de synchronisme (enclenchement et réenclenchement)
- SOTF/TOR Enclenchement/réenclenchement sur défaut

Le relais sera du type numérique programmable et intégrera en plus des fonctions de protections les fonctions suivantes :

- Fonctions logiques internes programmables
- Enregistrement d'oscillographie
- Entrées/sorties logiques en nombre suffisant incluant à minima 30% d'E/S supplémentaires en réserve
- Fonctions de communication avec le système de contrôle-commande du poste
- Synchronisation horaire par le SCCN du poste ou par horloge GPS
- Signalisations en face avant et/ou écran IHM

La fonction de protection de distance du relais de protection sera programmable avec une logique de zone de type quadrilatérale associées à une temporisation. La protection de distance comportera à minima 4 zones.

La fonction protection de distance comportera également un algorithme de détection de pompage de puissance.

La protection de distance sera associée à un équipement de téléprotection permettant l'échange d'ordres de téléaction avec la protection de distance située en vis-à-vis. Les schémas de téléaction pouvant être proposé seront :

- Télédéclenchement direct
- Accélération de stade
- Verrouillage
- Logique écho et source faible

La fonction réenclenchement pourra fonctionner selon 3 modes d'exploitation :

- Réenclenchement mono uniquement (Les défauts polyphasés aboutiront à un déclenchement triphasé sans réenclenchement)
- Réenclenchement Mono/Tri :
 - Les défauts monophasés aboutiront à un déclenchement unipolaire + réenclenchement

- Les défauts polyphasés aboutiront à un déclenchement tripolaire + réenclenchement avec contrôle de synchronisme
- Hors Service: Tous les défauts donneront lieu à un déclenchement tripolaire sans réenclenchement

Le mode d'exploitation de l'automatisme de réenclenchement pourra être sélectionné parmi les 3 modes d'exploitation :

- Depuis le dispatching de Manantali lors d'une opération du poste à distance
- Depuis le système de contrôle-commande du poste lors d'une exploitation « poste en local »
- Depuis la face avant de l'armoire de commande de la tranche lors d'une exploitation « tranche en local »

Relais de protection principal B

Le relais de protection principal B assurera les fonctions de protections suivantes :

- 21/21N : Protection de distance de secours
- 27/59 : Minimum/Maximum de tension
- 49 : Surcharge thermique
- 50/51 : Surintensité phases
- 50N/51N : Surintensité neutre
- 50BF : Défaillance disjoncteur (éventuellement couplée avec la protection différentielle de barre)
- 67N : Surintensité directionnelle terre
- 79 : Ré-enclenchement et vérification de synchronisme
- 25 : Contrôle de synchronisme (enclenchement et réenclenchement)
- SOTF/TOR Enclenchement/réenclenchement sur défaut
- Le relais sera du type numérique programmable et intégrera en plus des fonctions de protections les fonctions suivantes :
 - Fonctions logiques internes programmables
 - Enregistrement d'oscilloperturbographie
 - Entrées/sorties logiques en nombre suffisant incluant à minima 30% d'E/S supplémentaires en réserve
 - Fonctions de communication avec le système de contrôle-commande du poste
 - Synchronisation horaire par le SCCN du poste ou par horloge GPS

- Signalisations en face avant et/ou écran IHM

La fonction de protection de distance du relais de protection sera programmable avec une logique de zone de type quadrilatérale associées à une temporisation. La protection de distance comportera à minima 4 zones.

La fonction protection de distance comportera également un algorithme de détection de pompage de puissance.

La protection de distance sera associée à un équipement de téléprotection permettant l'échange d'ordres de téléaction avec la protection de distance située en vis-à-vis. Les schémas de téléaction pouvant être proposé seront :

- Télédéclenchement direct
- Accélération de stade
- Verrouillage
- Logique écho et source faible

La fonction de réenclenchement pour le relais B pourra au choix :

- Etre réalisée par le relais B indépendamment de la fonction du relais A. dans ce cas, le mode d'opération et la logique devra être identique que pour le relais A
- Etre réalisée par le relais A par des échanges d'informations avec le relais B.

10.24.4. Travées réactances 225 kV

La protection des réactances 225kV sera assurée par deux (02) relais de protection principaux A et B agissant indépendamment. Chacun de ces relais sera raccordé à un enroulement dédié des transformateurs de mesure associés.

Relais de protection principal A

Le relais de protection principal A assurera les fonctions de protections suivantes :

- 87R : Protection différentielle de réactance
- 64REF : Protection de terre restreinte
- 50/51 : Surintensité phases
- 50N/51N : Surintensité neutre
- 27/59 : Minimum / Maximum de tension
- 24 : Surfluxage
- 50BF : Défaillance disjoncteur

Le relais sera du type numérique programmable et intégrera en plus des fonctions de protections les fonctions suivantes :

- Fonctions logiques internes programmables
- Enregistrement d'oscilloperturbographie
- Entrées/sorties logiques en nombre suffisant incluant à minima 30% d'E/S supplémentaires en réserve
- Fonctions de communication avec le système de contrôle-commande du poste
- Synchronisation horaire par le SCCN du poste ou par horloge GPS
- Signalisations en face avant et/ou écran IHM

Relais de protection principal B

Le relais de protection principal B assurera les fonctions de protections suivantes :

- 87R : Protection différentielle de réactance
- 64REF : Protection de terre restreinte
- 50/51 : Surintensité phases
- 50N/51N : Surintensité neutre
- 50BF : Défaillance disjoncteur

Le relais sera du type numérique programmable et intégrera en plus des fonctions de protections les fonctions suivantes :

- Fonctions logiques internes programmables
- Enregistrement d'oscilloperturbographie
- Entrées/sorties logiques en nombre suffisant incluant à minima 30% d'E/S supplémentaires en réserve
- Fonctions de communication avec le système de contrôle-commande du poste
- Synchronisation horaire par le SCCN du poste ou par horloge GPS
- Signalisations en face avant et/ou écran IHM

Ces protections électriques complètent les protections mécaniques suivantes :

- 26 : Température d'huile
- 49 : Température d'enroulement (image thermique)
- 63 : Surpression cuve
- 71 : Niveau d'huile conservateur
- 95 : Relais Buchholz et relais de flux d'huile

Ces protections mécaniques seront présentes sur l'inductance principale, ainsi que sur l'inductance de neutre.

En complément des relais de protection, un relais contrôlant l'enclenchement du disjoncteur afin de limiter les courants de magnétisation de la réactance devra être installé.

10.24.5. Travées couplage de barres

La protection des couplages de barres 225kV sera assurée par deux (02) relais de protection principaux A et B agissant indépendamment. Chacun de ces relais sera raccordé à un des transformateurs de mesure associés situés en amont et en aval du disjoncteur de couplage.

Relais de protection principal A

Le relais de protection principal A assurera les fonctions de protections suivantes :

- 50/51 : Surintensité phases
- 50N/51N : Surintensité neutre
- 27/59 : Minimum / Maximum de tension
- 25 : Contrôle de synchronisme
- 50BF : Défaillance disjoncteur

Le relais sera du type numérique programmable et intégrera en plus des fonctions de protections les fonctions suivantes :

- Fonctions logiques internes programmables
- Enregistrement d'oscilloperturbographie
- Entrées/sorties logiques en nombre suffisant incluant à minima 30% d'E/S supplémentaires en réserve
- Fonctions de communication avec le système de contrôle-commande du poste
- Synchronisation horaire par le SCCN du poste ou par horloge GPS
- Signalisations en face avant et/ou écran IHM

Relais de protection principal B

Le relais de protection principal B assurera les fonctions de protections suivantes :

- 50/51 : Surintensité phases
- 50N/51N : Surintensité neutre
- 27/59 : Minimum / Maximum de tension

- 25 : Contrôle de synchronisme
- 50BF : Défaillance disjoncteur

Le relais sera du type numérique programmable et intégrera en plus des fonctions de protections les fonctions suivantes :

- Fonctions logiques internes programmables
- Enregistrement d'oscillograpturbographie
- Entrées/sorties logiques en nombre suffisant incluant à minima 30% d'E/S supplémentaires en réserve
- Fonctions de communication avec le système de contrôle-commande du poste
- Synchronisation horaire par le SCCN du poste ou par horloge GPS
- Signalisations en face avant et/ou écran IHM

Dans le cas particulier du couplage de barres, les relais A et B seront de même type et même modèle. En complément des fonctions des relais de protection propres au couplage, il sera possible de transférer les ordres de déclenchement de n'importe quel relais de protection des travées 225kV vers le disjoncteur de couplage.

10.24.6. Travées transformateurs de puissance

La protection des transformateurs sera assurée par deux (02) relais de protection principaux A et B agissant indépendamment. Chacun de ces relais sera raccordé à un enroulement dédié des transformateurs de mesure associés.

Relais de protection principal A

Le relais de protection principal A assurera les fonctions de protections suivantes :

- 87T: Protection différentielle transformateur
- 64REF: Protection de terre restreinte
- 50/51: Surintensité phases
- 50N/51N: Surintensité neutre
- 27/59: Minimum / Maximum de tension
- 24: Surfluxage
- 50BF: Défaillance disjoncteur

Le relais sera du type numérique programmable et intégrera en plus des fonctions de protections les fonctions suivantes :

- Fonctions logiques internes programmables
- Enregistrement d'oscilloperturbographie
- Entrées/sorties logiques en nombre suffisant incluant à minima 30% d'E/S supplémentaires en réserve
- Fonctions de communication avec le système de contrôle-commande du poste
- Synchronisation horaire par le SCCN du poste ou par horloge GPS
- Signalisations en face avant et/ou écran IHM

Relais de protection principal B

Le relais de protection principal B assurera les fonctions de protections suivantes :

- 21: Protection de distance
- 27/59: Minimum/Maximum de tension
- 50/51: Surintensité phases
- 50N/51N: Surintensité neutre
- 50BF: Défaillance disjoncteur

Le relais sera du type numérique programmable et intégrera en plus des fonctions de protections les fonctions suivantes :

- Fonctions logiques internes programmables
- Enregistrement d'oscilloperturbographie
- Entrées/sorties logiques en nombre suffisant incluant à minima 30% d'E/S supplémentaires en réserve
- Fonctions de communication avec le système de contrôle-commande du poste
- Synchronisation horaire par le SCCN du poste ou par horloge GPS
- Signalisations en face avant et/ou écran IHM

Les relais de protection A et B seront de préférence fournis par des constructeurs différents.

Ces protections électriques complètent les protections mécaniques suivantes :

- 26 : Température d'huile
- 49 : Température d'enroulement (image thermique)
- 63 : Surpression cuve et changeur de prises en charge
- 71 : Niveau d'huile conservateur
- 95 : Relais Buchholz et relais de flux d'huile

Régulateur de tension

Le transformateur de puissance 225/90 kV ou 90/ 33 kV comportent un régleur en charge et un régulateur de tension est prévu à cet effet sur la tranche transformateur de puissance. Le régulateur de tension sera de type TAPCON de dernière série.

Il est spécifié pour un changeur de prises en charge et à pleine puissance qui permet d'obtenir une modification du rapport de transformation par une variation de la tension en charge.

Le régulateur de tension donne les ordres de passage des prises au mécanisme d'entraînement du changeur de prise par l'intermédiaire d'un relais de commande.

Les options suivantes doivent être disponibles dans la tranche du transformateur pour la régulation :

- Bouton ou commutateur Auto/Manu;
- Bouton ou commutateur Augmenter/Diminuer
- Bouton ou commutateur Local/Distant

Le relais régulateur doit aussi posséder également un écran face-avant pour l'affichage de la tension de consigne, de la position des prises et des mesures tensions/courants mais aussi pour le changement des réglages sans logiciel.

10.24.7. Protection côté MT Arrivée 33 kV

Elle constitue une protection à maximum de courant contre les défauts mono et polyphasés JDB 33kV et assure aussi un secours des protections des départs HTA contre ces mêmes défauts.

Elle devra aussi pouvoir secourir les départs HTA lors de l'apparition de courants de déséquilibre ou courants inverses. Son fonctionnement entraîne l'ouverture du disjoncteur arrivée.

Les fonctions suivantes seront à prévoir :

- 50 – 50N : maximum de courant phase et terre instantané

Ces fonctions permettront de secourir les départs 33kV et d'éliminer les défauts barres 33kV. Elles sont alimentées par les trois TC de la cellule arrivée 33kV.

Leur fonctionnement doit entraîner l'ouverture du disjoncteur arrivée 33 kV du transfo. Chaque fonction doit posséder minimum 03 seuils de réglages

- 51 et 51N : maximum de courant phase et terre temporisé

Elles protègent le transfo contre les surcharges et les défauts terres résistifs, et jouent aussi un rôle de secours aussi pour les départs. Chaque fonction doit posséder minimum 03 seuils de réglages

- 27/59 : Maximum/Minimum de tension :

Ces fonctions vont protéger le transfo et les ouvrages 33kV contre les surtensions et permettre l'ouverture du transfo en cas de manque de tension. Elles seront alimentées par les TP de la cellule arrivée

- 25 : Contrôle de synchronisme :

Cette fonction permettra la synchronisation sur l'arrivée 33kV en cas de raccordement d'une centrale sur les départs 33kV

- MT-Masse tableau

Des fonctions auxiliaires telles que :

- Perturbographie, consignation d'états, sélectivité logique (68)

Des boîtes d'essais tension et courants ainsi que des court-circuiteurs seront prévus sur chaque circuit mesures et protection

10.24.8. Protection Départ MT 33 kV

Elle constitue une protection à maximum de courant contre les défauts mono et polyphasés sur les départs HTA. Cette protection devra aussi faire le délestage (81U) avec la possibilité d'activer jusqu'à 04 seuils de délestage à partir d'un commutateur 05 positions (04 stade de délestage plus position hors délestage) sur la face avant du relais de protection. Le relais doit avoir 03 entrées courants phase plus une entrée courant homopolaire et 3 entrées tensions.

Les fonctions suivantes seront à prévoir :

- 50/67 – 50N/67N : maximum de courant phase et terre instantané non directionnel ou directionnel

Ces fonctions permettront d'éliminer les défauts polyphasés isolés ou à la terre sur les départs. Elles sont alimentées par les trois TC de la cellule départ 33kV correspondant.

Leur fonctionnement doit entraîner l'ouverture du disjoncteur arrivée 33 kV du transfo. Chaque fonction possédera minimum 03 seuils de réglages avec une possibilité de la configurer directionnelle ou non directionnelle.

- 51 et 51N : maximum de courant phase et terre temporisé

Elles protègent le câble contre les surcharges et les défauts terres résistifs. Chaque fonction possédera minimum 03 seuils de réglages

- 27 : Minimum de tension (AMU) :

Cette fonction permettra l'ouverture des départs 33kV en cas de manque de tension sur le tableau 33kV. Un bouton AMU* ON/OFF doit être prévu sur la face avant ou sur la Mimic du relais pour permettre d'activer ou de désactiver la fonction AMU.

- 79 : Réenclencheur :

Cette fonction permettra la refermeture du disjoncteur 33kV en cas de raccordement d'une centrale sur les départs 33kV

- 46 : Rupture conducteur

Cette fonction permettra de protéger le départ contre les ruptures de conducteurs ou déséquilibre par détection de courant inverses.

- 81 : mini fréquence : pour la fonction délestage.

Pour le délestage, cette fonction doit posséder minimum 04 seuils de mini fréquence ($f_{<}$) et 03 seuils de gradient de fréquence (df/dt).

Des fonctions auxiliaires telles que :Perturbographie, consignation d'états, sélectivité logique (68), défaillance disjoncteur (50BF), etc.

Des boîtes d'essais tension et courants ainsi que des court-circuiteurs seront prévus sur chaque circuit mesures et protection

10.24.9. Protection Départ TSA 33 kV

Le compartiment BT de la cellule "transformateur de services auxiliaires" comportera au minimum les équipements de protection principaux suivants :

- un relais multifonctionnel à maxima de courant triphasé 3 phases + neutre /51-50N/51N);

- un ensemble de relais auxiliaires dédiés aux fonctions de protection internes du transformateur ;
- le relayage auxiliaire et tout autre matériel BT associé.

10.24.10. Protection Cellules mesure 33 kV

Les fonctions suivantes seront à prévoir : 81H-81L

10.24.11. Protections spécifiques

Les protections spécifiques fournies par le Fabricant du transformateur doivent être intégrés dans le schéma de protection. Elles doivent comprendre au minimum :

- une protection Buchholz, surveillance thermique des enroulements HTB et HTA (déclenchement et alarme),
- un relais à maximum de courant pour le blocage du régulateur de tension en charge,
- surveillance de la température de l'huile pour le Transformateur et le régulateur de tension en charge,
- surveillance du refroidissement ,Silicagel automatique pour le produit déshydratant.

10.24.12. Contrôle, Commande, Mesure et Comptage

10.24.12.1. Généralités

Les recommandations spécifiques dans les publications récentes des normes Cel sont à appliquer.

Le système de commande sera conçu pour permettre des modifications faciles au niveau du matériel et des logiciels ainsi qu'une extension du poste. Les activités de maintenance, de modification et d'extension ne doivent en aucun cas nécessiter l'arrêt complet de tout le système de contrôle – commande.

De même une défaillance au niveau d'un élément quelconque du système ne doit en aucun cas

entraîner la perturbation totale du système.

Les unités des travées seront indépendantes les unes des autres et leur fonctionnement ne sera pas entravé par un défaut au niveau du poste ou dans d'autres travées.

Les appareils seront reliés aux transformateurs de mesure par l'intermédiaire des convertisseurs de mesure (transducteurs).

Les appareils indicateurs seront du type numérique

Il s'agit de bâtir un système de contrôle commande numérique, avec des PC de supervision pour la conduite du poste HTB/HTA en local, et intégré aux centres de conduite supérieur : le dispatching de Manantali, le dispatching national du Mali et de la Mauritanie et le dispatching régional du WAPP.

Les installations de contrôle sont divisées en tranche. A chaque cellule haute et moyenne tension correspond une tranche basse tension. Chaque tranche est composée d'équipements de protection et de contrôle de la cellule correspondante.

Ces équipements seront installés :

- dans des armoires pour ce qui concerne les lignes HT et les transformateurs ;
- dans la partie supérieure de chaque cellule arrivée et chaque cellule départ HTA.

En dehors des PCs de supervision, une commande par TPL et/ou TL, une centrale de mesure lumineuse numérique et des vérines de signalisation, sont prévues au niveau de chaque armoire de protection à installer et sur la face avant des cellules fermées du poste HTA. Les tranches standardisées sont interconnectées entre elles par un réseau de communication utilisant le protocole normalisé et ouvert CEI 61850.

Passerelle

Les passerelles de Téléconduite (PT) entre les postes et le ou les centres de conduite à distance (Dispatching) permettent :

- d'envoyer des commandes aux équipements électriques du poste
- de lire les états des équipements du poste, les alarmes et les mesures de valeurs.

Calculateurs de Tranche Électrique (CTE)

Un CTE est un automate multifonction de travée offrant les fonctions suivantes :

Entrées logiques, Sorties logiques et Entrées analogiques, le CTE est interfacé directement au poste afin de le commander et de le contrôler. Point de contrôle local, le CTE peut agir comme un point de commande local via son synoptique intégré.

Interface de communication du réseau secondaire, le CTE agit comme une passerelle avec le réseau optique L.A.N. pour les relais et autres systèmes électroniques intelligents connectés au réseau secondaire.

Fonctions de contrôle, le CTE accomplit des fonctions de contrôle incluant l'inter-verrouillage à partir des informations disponibles sur ses propres entrées logiques ou en utilisant les informations rendues disponibles via le réseau L.A.N.

Tranche Générale

Un CTE « commun » sera installé pour réaliser les fonctions communes de poste (gestion des services auxiliaires, etc.)

Architecture ETHERNET Multiposte

La supervision du système sera conçue pour fonctionner de façon cohérente avec une architecture multipostes à travers un réseau Ethernet.

Interface Homme-Machine

Une interface opérateur (IHM), réalise la supervision et le contrôle local du poste, la consignation d'états, l'archivage, l'impression, l'ingénierie, la maintenance du système et l'analyse post-mortem des données du système et du poste. Elle est active quand le mode de conduite est local. Les fonctions de cette interface opérateur seront redondées localement.

Communication

La communication entre les tranches, l'IHM, la PT et la PAD sera conforme à Ethernet TC/IP CEI 61850, 100 Mbps.

Caractéristiques du Matériel

L'appareillage constituant le système doit être conforme aux caractéristiques suivantes.

Résistance à la température

Stockage	T° : de -40°C à +70°C
En fonctionnement	T° : de -5°C à +55°C

Résistance en tension

Tolérance d'alimentation :	
Variations d'alimentation	48 VDC, 110 VDC, 125 VDC, 220 VDC : +/- 20%
Interruption d'alimentation	20 ms
Isolement électrique (norme IEC 90-5) :	
Tenue à la tension onde de choc	5 kV, 1,2/50 µs
Tenue diélectrique	1 kV en mode commun 2 kV en mode différentiel
Résistance d'isolement	100 MW/500 VDC
Résistances aux Interférences de champs radiants :	
Interférences de fréquences radio	10 V/m de 27 à 1000 Mhz avec des modulations de 1 kHz à 80 %
Interférences de fréquences radio impulsionnelles	10 V/m, 900 Mhz avec des modulations carrées de 200 Mhz
Transitoires rapides (IEC 801-4)	2 kV, 1 mn pour les alimentations, LI 2 kV, 1 mn pour les relais
Décharges électrostatiques	15 kV pendant 30 ms

Réinjection sur les alimentations à courant continu	Amortissement > 60 dB
Isolation des liaisons séries :	
Décharge électrostatique	2 kV

Résistance mécanique

Choc et vibrations (norme IEC 90-21-1 classe 1) : 1G de 10 à 150Hz.

Protection boîtiers et racks (norme IEC 529) : IP 41.

Performances

Performances générales

Durée de démarrage du système :	< 8 minutes
Téléchargement de la base de données :	< 2 minutes
Vitesse de communication relais/Système de supervision :	$\geq 3,5$ Mbps
Mise à jour écran :	< 2s
Datation à la source :	1-10 ms

Performances fonctionnelles

Temps d'émission d'une commande :	< 2s
Temps d'affichage d'un changement d'état d'une TS :	< 1 s
Temps d'affichage d'une TM :	< 2 s + durée d'échantillonnage
Temps d'affichage d'une alarme :	< 1.5 s

Durée de rafraîchissement d'une liste de 30 alarmes non acquittées :	< 12 s
Temps de basculement de vue :	< 1.5 s
Temps de basculement de mode de contrôle :	< 2s
Fonction d'automatisation :	
Réflexe	< 10 ms
Rapide	< 100 ms
Lent	> 100 ms

Temps de réponse et datation

CTE			
	TS	1 ms	
	TM	10 ms	
	Durée de démarrage par équipement :	< 2 mn.	

Capacités du système

Points de connexion	jusqu'à 240 (sur le réseau L.A.N. redondant)
Longueur du réseau	jusqu'à 26 km
Distance entre deux points	jusqu'à 2 km
Postes opérateurs	jusqu'à 5
Relais	jusqu'à 200
CTE	jusqu'à 128

Passerelle	jusqu'à 3
------------	-----------

Fiabilité

- Sécurité, la probabilité d'ordonner une action non voulue doit être inférieure à 10^{-6} (impossible en 30 ans).
- Fiabilité, le système doit être capable de fonctionner sans défaillance majeure pendant au minimum 10 ans (MTBF).
- Maintenance, un opérateur qualifié est capable de réparer chaque équipement en une heure si le lot de maintenance est disponible dans le poste (MMTR).
- Garantie de fourniture, les composants du système sont entretenus et suivis pendant au moins 10 ans.

Mesure

Les appareils de mesure (ampèremètre, voltmètre, wattmètre et varmètre) seront du type numérique.

Pour la mesure des valeurs électriques, il est prévu pour la travée du Transformateur, l'utilisation des appareils de mesure suivants :

- Ampèremètre,
- Voltmètres avec commutateur,
- Wattmètre triphasé,
- Var mètre triphasé.

Comptage et Enregistreurs

Les appareils devront garantir une grande stabilité de mesure dans un environnement sévère. Les appareils seront branchés sur des transformateurs de mesure et devront être adaptés aux rapports.

Les compteurs d'énergie

permettront :

- la mesure de l'énergie active et réactive,
- l'émission d'impulsion représentative des énergies mesurées pour la transmission vers d'autres appareils tels que totalisateurs, ordinateurs, enregistreurs.

Un compteur d'énergie sera monté du côté 225 KV (arrivée du Transformateur) et un autre du côté 33 KV (sortie)

Les enregistreurs permettront l'affichage et les tracés dans le temps de toutes les grandeurs pouvant être représentées sous forme de courant ou de tension. Pour le comptage des valeurs électriques, il est prévu pour la travée du Transformateur, l'utilisation des équipements suivants :

- enregistrement puissance active,
- enregistrement puissance réactive,
- compteur d'énergie active,
- compteur d'énergie réactive.

Le compteur sur le côté 33 kV est considéré comme un compteur de facturation, à cet effet, il doit être de classe de précision 0,2

10.24.12.2. Télécommunications

L'ensemble des lignes haute tension impactées par ce projet sont équipées de câble de garde à fibre optique (OPGW). Tous les circuits de télécommunication entre les différents postes utiliseront ce support pour transiter. Le système de communication doit assumer les tâches suivantes :

- Transmission optique des canaux voix-données;
- Canaux de téléprotection
- Réseau de téléphonie de téléconduite, intégrant une large gamme de fonctionnalités notamment la messagerie, la conférence et la sécurisation des communications

- Gestion des équipements centralisée à partir du centre de dispatching.

Ce système est constitué des composants suivants :

- Multiplexeurs SDH de transmission par fibre optique sur câble CGFO
- Brasseurs Multiplexeurs PDH
- Systèmes de téléprotection des lignes HT
- Système de synchronisation;
- Système de gestion de réseau centralisé (NMS)

Système existant au Poste de Kayes

Au poste de Kayes, il est prévu dans la cadre d'un contrat en cours, de modifier le multiplexeur SDH qui y est installé, de manière à tenir compte du nouveau poste de Manantali- Extension

En conséquence l'Entreprise retenue pour les travaux devra prendre en compte ces travaux en cours, et conduire les études nécessaires de nature à déterminer les éléments nécessaires au présent projet. Il devra de même travailler en coordination avec les autres projets en cours sur le réseau OMVS de manière à limiter l'impact et les temps de coupure nécessaires.

Nouveau Poste

- Un nouveau multiplexeur devra y être installé. Il devra présenter des caractéristiques techniques lui permettant de s'insérer parfaitement dans le réseau de communication existant sur le réseau opéré par l'OMVS. Ce multiplexeur comportera des interfaces optiques permettant la communication avec les postes encadrants suivant le protocole STM4 de la hiérarchie SDH.
- Compte tenu de la longueur des lignes, ces interfaces optiques devront être associées à des dispositifs de pré-amplification et d'amplification optique.
- Les interfaces suivantes devront être disponibles au niveau des équipements de télécommunication du nouveau poste
 - Liaison entre le système de contrôle-commande du poste et le dispatching de Manantali
 - Liaison intercom entre le réseau IP et le nouvel IPBX de Yélimané
 - Liaison des téléprotections associées aux protections de distance sur les lignes 225 kV double terre adjacentes au nouveau Poste
 - Liaison des protections différentielles de lignes entre les sur les lignes 225 kV double terre adjacentes au nouveau Poste (prévoir les équipements interface entre les sorties optiques des relais de protection et le SDH)

10.24.12.3. Téléphonie

Les équipements composant le réseau téléphonique de l'OMVS devront être mis à jour afin de prendre en compte le nouvel IPBX installé à Yélimané et les postes téléphoniques ajoutés dans les divers autres postes.

10.24.12.4. Téléconduite

L'Entrepreneur devra assurer l'adaptation du centre de téléconduite de l'OMVS installé à Manantali afin d'intégrer les nouveaux postes du réseau et les nouveaux signaux provenant des postes qui seront modifiés.

10.25. CONSERVATION DES DONNEES

En plus du maintien des registres appropriés des inspections et des tests dans le but d'établir la conformité avec les exigences, les registres suivants sont soigneusement gardés (facilement accessibles) pour une période minimale de sept ans après l'exécution des travaux :

- Construction, plan et approbation des composantes
- Certificats des essais de type et de routine
- schémas de construction et approbations.

Après cette période, l'Entrepreneur offre ces registres à l'Employeur (par écrit) qui lui donne les dispositions à prendre.

La documentation relative aux procédures sur la qualité est remise sous les trente jours de l'attribution du marché. L'Employeur révisera et fera des commentaires sur l'acceptabilité de ces documents dans un calendrier donné, conformément aux exigences du contrat, dans la correspondance contractuelle. Si des copies contrôlées de ces documents ont été envoyées à l'Employeur, alors les numéros de ces copies peuvent être cités.

10.26. SECURITE

Les appareillages sous enveloppe métallique sont conçus, fabriqués et installés comme indiqué dans le présent document, dans le but d'assurer une installation sécuritaire. Les exigences relatives aux appareillages sous enveloppe métallique et des cellules avec des amorçages internes visent à assurer la sécurité du personnel conformément aux conditions définies.

Afin de réduire les risques de blessure du personnel et assurer le niveau de sécurité le plus élevé, les appareillages sous enveloppe métallique sont maintenus et mis en service en appliquant les procédures conformément aux instructions du fabricant, à la législation concernée, aux politiques, normes et procédures du Client.

10.27. PLANS DE L'ENTREPRENEUR, DONNEES ET INSTRUCTIONS

L'Entrepreneur soumettra au Maître d'ouvrage, les plans, les études, les données de calcul et de conception, les catalogues des équipements et matériels à fournir dans le cadre du présent contrat.

Le mode de présentation des documents sera tel qu'il sera possible de demander des révisions pour chaque plan.

Les plans et calculs soumis par voie officielle porteront une attestation signée d'un représentant habilité de l'Entrepreneur signifiant que ces plans d'exécution sont utilisables pour les travaux. Il n'en est pas de même pour les plans préliminaires fournis pour information et qui seront eux clairement identifiables comme tels.

L'Entrepreneur doit établir pour son propre intérêt tous les plans de construction dont il est tenu de recevoir l'approbation avant le commencement de la fabrication et le montage sur chantier.

La fabrication ou le montage de n'importe quel équipement, avant d'en avoir reçu l'approbation par le

Maître d'Ouvrage, sera aux risques et aux frais de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur soumettra spécialement les données de conception, calculs et plans précisés dans les documents du contrat.

10.28. PLANNING

L'Entrepreneur préparera et soumettra au Maître d'Ouvrage un planning dans le délai requis par le présent Cahier des Charges Techniques, le programme détaillé de construction ainsi qu'un tableau prévisionnel comportant la date de soumission de l'ensemble des plans, ainsi que les dates de soumission des différents plans.

Le planning d'exécution du projet donnera des informations sur le déroulement du projet en représentant la suite logique et l'enchaînement des opérations (études, fabrication, transport sur site, montage, essais, mise en service) et la durée des tâches.

Durant l'exécution du contrat, l'Entrepreneur révisera son planning à intervalle régulier et le soumettra à nouveau ou certifiera que la dernière prévision fournie est toujours en vigueur.

A. GENIE CIVIL

10.29. GENIE CIVIL

10.30. OBJET DES TRAVAUX

Les prestations de l'Entrepreneur comprennent l'ensemble des fournitures et des travaux de génie civil de toutes natures nécessaires à la réalisation complète des ouvrages suivants :

- la construction du nouveau poste de Tintane (Mauritanie) ;
- la construction du nouveau poste de Kiffa (Mauritanie) ;
- la construction du nouveau poste d'Aioun El Atrouss (Mauritanie).

Les travaux comprennent l'étude, la fabrication et/ou la fourniture de bâtiments et structures entièrement fonctionnels tels qu'ils résultent d'exigences liées à l'arrangement, l'extension, l'installation et le fonctionnement de l'équipement électrique de postes HTB/HTB et HTB/HTA.

Les travaux de construction mentionnés ici seront réalisés de manière à satisfaire au plus haut degré de qualité et de fonctionnement requis. Les nouveaux bâtiments et fondations devront former un ensemble complet et harmonieux tant du point de vue architectural que des points de vue structural et fonctionnel. Une attention spéciale sera accordée non seulement aux questions de conception de base et de construction mais également aux aspects qui sont spécifiques aux pays partenaires des projets et leur climat.

Dans le cadre des termes de ces spécifications et sur la base des normes Internationales applicables et des marges de tolérance y relatives, l'Entrepreneur sera responsable du respect total de toutes les valeurs garanties et des caractéristiques techniques en accord avec les spécifications.

L'Entrepreneur respectera strictement et vérifiera toutes les valeurs garanties et les caractéristiques techniques.

De plus, l'Entrepreneur assumera sa pleine et entière responsabilité pour :

- L'usage des matériaux les plus adéquats
- Une conception appropriée
- Une main-d'œuvre compétente

Les travaux de génie -civil pour les nouveaux postes comprennent :

- Les travaux de préparation, de développement et d'installation du site (décapage, débroussaillage et abattage d'arbres)
- Les travaux de terrassement, de nivellement préliminaire et final du site
- Les travaux d'excavation pour la pose des câbles, etc.
- Les différentes fondations des équipements et bâtiments.
- La construction des bâtiments de service (bâtiment du poste, logement et poste de gardiennage).
- Les travaux d'infrastructure tels que :
 - Routes d'accès, aires de parking et de stockage
 - Conduites et caniveaux
 - Système d'alimentation en eau
 - Système de drainage des eaux, d'égouttage et de traitement des eaux usées
 - Clôture, portails et portillons
 - Installations sanitaires
 - Ventilation et conditionnement de l'air
 - Ameublement et équipement complet des bâtiments

10.31. PROVENANCE – QUALITE ET PREPARATION DES MATERIAUX

10.31.1. Approvisionnement et réception des matériaux

L'Entrepreneur doit demander au moins dix (10) jours à l'avance l'approbation des matériaux et matériels nécessaires pour la réalisation des ouvrages.

Cette demande doit être accompagnée par des échantillons et une documentation suffisante. Cette documentation doit se référer aux normes en vigueur lorsqu'elles existent.

En aucun cas, les retards d'approbation des matériaux ou matériels dus à un complément d'essais ou d'information ne pourront servir de prétexte pour l'Entrepreneur à une demande d'augmentation des délais d'exécution.

Tout lot rebuté par l'Employeur doit être totalement enlevé des magasins ou lieux de stockage du chantier par les soins et aux frais de l'Entrepreneur dans un délai de dix (10) jours maximum à dater de la notification du rebut.

10.31.2. Matériaux pour remblais

Les qualités des matériaux à mettre en œuvre doivent répondre aux prescriptions du Cahier des Charges D.T.U. n° 20, normes françaises ou équivalentes.

10.31.3. Liants hydrauliques

La fourniture des liants hydrauliques doit satisfaire aux conditions techniques imposées par les normes françaises correspondantes ou équivalentes.

L'utilisation des liants hydrauliques n'ayant pas fait l'objet de normes homologuées est interdite.

L'incorporation éventuelle en usine d'adjuvants dans les liants doit recevoir l'approbation préalable de l'Employeur.

10.31.4. Ciments

Le ciment utilisé dans les ouvrages est du 310 kg/m³ pour les ouvrages spécifiques (massifs d'équipements lourds, etc. ...).

Le stockage de ciment sera effectué dans les magasins sur des planchers surélevés.

10.31.5. Granulats

L'Entrepreneur proposera à l'Employeur la nature, la provenance et les lieux d'extraction des granulats destinés à la confection des bétons dont il étudie la composition.

Les caractéristiques physiques et mécaniques des granulats proposés permettront de respecter les résistances contractuelles des bétons.

10.31.6. Eau de gâchage

L'eau de gâchage d'arrosage et de lavage des matériaux est douce, exempte de matières terreuses et organiques, elle ne doit provoquer aucune réaction chimique sur le ciment.

10.31.7. Adjuvants

L'entrepreneur devra soumettre à l'Employeur en vue d'approbation le type d'adjuvant qu'il compte utiliser. Les adjuvants devront répondre aux spécifications en vigueur et avoir reçu l'agrément C.S.T.B. ou tout autre document technique équivalent.

10.31.8. Aciers pour béton arme

Les aciers à adopter pour le béton armé seront de préférence l'acier doux écroui par torsion (acier HA) de résistance à la rupture supérieure à 5.000 kg/ cm².

10.32. MAÇONNERIE

Les blocs de béton manufacturé utilisés doivent répondre aux spécifications des normes françaises rappelées par le Cahier des Charges DTU 20, normes françaises ou équivalentes.

10.33. CANALISATIONS

Les canalisations, les accessoires constituant le réseau d'incendie doivent être réalisés en matériaux capables de résister aux contraintes mécaniques et physiques auxquelles ils sont soumis en service.

Ils doivent être, en outre, être faits en matériaux résistants au feu et protégés contre la corrosion. Les sections des canalisations doivent être calculées pour obtenir des débits nécessaires en tout emplacement aux pressions requises, pour le bon fonctionnement des moyens de lutte contre l'incendie.

10.34. MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

10.34.1. Etudes

L'Entrepreneur prendra en charge l'étude architecturale qui doit s'insérer harmonieusement avec l'environnement local.

Il établira à cet effet les différents plans d'études préliminaires (plan de masse, de situation, d'implantation, des façades, etc.).

Les plans remis par l'Employeur dans le cadre de l'appel d'offre sont à titre indicatif; il appartiendra à l'Entrepreneur de les adapter en fonction de la nature et de la configuration de ses installations.

L'Entrepreneur aura à sa charge les études de sol nécessaires et préalables pour conforter ses choix de fondations.

L'Entrepreneur devra établir des plans d'exécution complets (béton armé, structures, constructions métalliques, menuiseries, etc.)

Les plans d'exécution doivent être soumis à l'approbation d'un bureau de contrôle technique (BCT) en vue de la garantie décennale des ouvrages.

L'Entrepreneur devra également procéder à une étude prospective des carrières d'approvisionnement des matériaux (gros granulats et granulats fins) et obtenir les autorisations nécessaires auprès des services compétents.

En tout état de cause, l'ensemble des matériaux, matériels ainsi que le mode d'exécution des travaux devront faire l'objet d'études préalables.

L'Entrepreneur devra prendre toutes dispositions utiles pour que l'ensemble des travaux soit exécuté conformément aux normes et règles de l'art.

10.34.2. Etat du Terrain – Nivellement – Implantation – Reconnaissance

10.34.2.1. Etudes topographiques

Avant le début des travaux, l'Entrepreneur vérifiera les plans topographiques joints aux documents d'appel d'offres et y apportera des modifications éventuelles.

L'Entrepreneur ne peut prétendre à aucune indemnisation ou prolongation de délai du fait d'erreurs dans les plans topographiques.

L'Entrepreneur est responsable de la préparation de tous les plans topographiques détaillés comprenant toutes les constructions existant à l'intérieur du postes (bâtiments, routes, structures etc.) avec emplacement et hauteurs exactes.

Tous les travaux d'implantation y compris la mise en place des repères de base et leur conservation pour alignement et niveau, suivant les indications de l'Ingénieur sont à la charge de l'entrepreneur.

Les niveaux d'arasement des ouvrages seront les suivants :

- +0,000 : niveau du poste, routes lourdes, parking, platines de charpente, voies de transformateurs

- - 0,10 : surfaces brutes de nivellement, niveau supérieur des fondations des massifs de charpente
- -0,03 : surfaces empierrées 15/25
- + 0,05 : niveau supérieur des caniveaux
- +0,15 : trottoir, caillebotis
- + 0,30 : RDC des bâtiments

10.34.2.2. Reconnaissance des sols

Les dimensions des structures telles qu'esquissées dans les documents de soumission sont uniquement destinées aux fins de soumission et devront être adaptées en conséquence et vérifiées par le soumissionnaire.

Tous les emplacements de postes mis à disposition par l'Employeur sont accessibles.

La reconnaissance des sols pour les postes sera réalisée par l'Entrepreneur au préalable à la planification des fondations.

L'étendue des investigations devra être telle qu'elle permettra la détermination satisfaisante des caractéristiques géotechniques des sols, d'exclure tout tassement inacceptable et de déterminer de façon fiable le type, les dimensions et le nombre des fondations.

L'Entrepreneur est entièrement responsable du choix des types de fondation appropriée.

Ses travaux comprennent la conception, l'étude, le calcul, l'exécution et les essais des fondations.

Les investigations doivent permettre de retrouver les couches ayant une bonne capacité portante et de déterminer le niveau de la nappe souterraine et plus particulièrement son niveau maximum.

Des recommandations claires pour toutes les fondations seront issues des essais en laboratoire et des investigations in situ.

Ces recommandations indiquent la capacité portante du sol et les tassements correspondants en accord avec le type de fondation finalement sélectionnée.

Une description des conditions locales de sol de l'aire du poste et de ses environs sera incluse dans le rapport.

10.34.3. Eau et électricité

L'eau et l'électricité du chantier nécessaires pour la réalisation des travaux sont à la charge de l'Entrepreneur qui prendra les dispositions nécessaires pour son approvisionnement.

10.34.4. Terrassement – Démolitions

Les normes françaises ou équivalentes sont applicables, sauf prescriptions contraires aux pièces du marché.

Les fonds de fouille sont réceptionnés par l'Employeur et recouverts par une couche de béton de propreté dans un délai maximum de 24 heures après que la côte du fond ait été atteinte.

Ce délai est réduit si le fond de fouille est détérioré pour des causes diverses (pluies, infiltrations, délitage, etc.)

10.34.5. Mortiers et béton

Les documents suivants sont applicables : normes françaises ou équivalentes

10.34.5.1. Mortiers

Pour les mortiers, les compositions sont déterminées :

- a. volumétriquement pour les sables
- b. pondéralement pour les liants

10.34.5.2. Bétons

L'Entrepreneur a la charge et l'étude des compositions de bétons. Il doit soumettre ces compositions à l'Employeur suffisamment tôt pour pouvoir connaître les résultats des essais de convenue à 28 jours avant de commencer la mise en œuvre du béton.

Les résistances minimales de rupture à la compression des bétons résultent des mesures effectuées à 28 jours à partir des essais précisés ci-après.

Le tableau ci-dessous indique pour chaque catégorie de béton les résistances minimales à obtenir :

Dosage minimum Kg/m ³	Resistance a la compression (bars) à 28 jours
250	180
300	230
350	270

10.34.6. Armatures :

La longueur minimale d’approvisionnement des armatures pour béton armé est de 12 mètres. Les barres doivent être approvisionnées droites, sans ployures ni enroulement.

Il est interdit de redresser les basses accidentellement ployées ; leurs parties demeurées droites après élimination des parties ployées peuvent être utilisées dans la mesure où leur longueur le permet.

Les aciers sont stockés dans un parc spécial, ils sont classés par catégorie, par nuance, par classe et par diamètre. Le parc de stockage est agencé de façon à éviter toute souillure et toute corrosion sensible des barres.

Avant toute mise en œuvre de béton, l’Employeur fera procéder à la vérification de la conformité des armatures :

- aux plans d’exécution
- aux règles de mise en place
- aux qualités mécaniques et physiques des armatures

La réalisation du bétonnage est soumise à cette vérification qui, en aucun cas, ne diminuera la responsabilité de l’Entrepreneur.

10.34.7. Canalisations et ouvrages annexes

La quantité, les dimensions et la position des tuyauteries ou ouvrages annexes sont définies par les plans ou par l’Ingénieur.

Les travaux de canalisation sont exécutés sans gêner la progression de l’ensemble des travaux.

Les canalisations peuvent être également placées convenablement pour être noyées dans le béton armé.

Les fixations doivent empêcher tout déplacement jusqu'à la prise du béton.

Les canalisations peuvent être fixées à d'autres structures pour demeurer apparentes ; dans ce cas l'aspect des scellements sera particulièrement soigné.

10.34.8. Maçonnerie

Les travaux de maçonnerie seront exécutés conformément aux dispositions prescrites par les normes.

10.34.8.1. Enduits et chapes

Les mortiers pour enduits et chapes doivent être gâchés en quantités permettant leurs applications dans les délais normaux d'utilisation : le rabotage du mortier est prescrit.

Les travaux ne seront entrepris que lorsque les circonstances permettront leur exécution dans les meilleures conditions et conformément aux prescriptions des normes.

Les chapes seront obligatoirement incorporées.

10.34.8.2. Joints

L'entrepreneur doit exécuter tous les joints prévus par les dessins et également les joints de bonne construction pour éviter les fissures dans les enduits de chapes.

Les joints ouverts, d'épaisseur déterminée, sont réalisés en plaçant contre la structure déjà construite une épaisseur de polystyrène expansif.

Les joints ouverts sont rendus étanches par la mise en place de bande d'arrêt d'eau en polyvinyle de 20 cm de large ou par un remplissage avec un produit à base de bitume.

10.34.8.3. Scellements

Les travaux de scellements de charpente et ou équipement, se comprennent réalisés en deux (02) phases :

- Aménager les réservations conformément aux dessins avant bétonnage ou après bétonnage à la demande de l'Employeur.

- Remplir les réservations en une ou plusieurs phases lorsque l'équipement ou la charpente à sceller est en place avec un mortier au béton au moins aussi résistant que celui dans lequel est laissée la réservation.

10.34.9. Menuiseries Aluminium

L'Entrepreneur devra la fourniture et la pose de toutes les menuiseries réalisées en aluminium.

Les dimensions figurant au plan sont données en vide tableaux pour les menuiseries donnant sur les façades et en jour de passage pour les menuiseries intérieures.

Avant exécution, l'Entrepreneur remettra les plans d'exécution des menuiseries alu pour approbation.

Les feuillures recevant des verres devront être drainées. Les joints d'étanchéité entre menuiserie et gros œuvre et entre menuiseries et pré cadres devront posséder un label SNJF de première catégorie. **Particularités – Normes**

Les menuiseries aluminium destinées à l'équipement des bâtiments seront réalisées en alliage d'aluminium préfabriqué, elles devront répondre aux principales caractéristiques énoncées par les normalisations et règles en vigueur, françaises ou équivalentes.

Dans le cas où des contradictions apparaîtraient entre les normes et certaines des spécifications techniques de détail du présent cahier, ces dernières auraient la priorité et seraient à prendre seules en considération.

Les alliages utilisés pour la fabrication de ces menuiseries aluminium auront les caractéristiques suivantes :

- Alliage symbole 6060 revenu donnant les garanties de non oxydabilité par l'absence de cuivre dans les composants :
- Magnésium:0.4 %
- Silicium :0.3 %
- Caractéristiques mécaniques :
- Charges de rupture :R = 16 à 22 k°/mm²
- Limite élastique :E = 14 à 18 k°/mm²

- Allongement : $A = 18 \text{ à } 10 \%$

Les profilés seront obligatoirement obtenus par filage. Leur épaisseur ne devra jamais être inférieure à 2 mm.

La vitrerie de tous les châssis et portes sera fixée à l'aide de pare closes démontables et l'étanchéité assurée par mastic conçu spécialement pour cet emploi.

10.34.9.1. Assemblage

Mécaniquement par vissage dissimulé en feuillure ;

En règle générale, aucune vis apparente ne sera admise. La totalité de la visserie sera en acier inoxydable.

D'autre part, l'Entrepreneur devra effectuer avant la réception provisoire des travaux, un nettoyage soigné de ces fournitures.

10.34.9.2. Châssis Naco

Les châssis à lame de verre orientable seront des châssis en profiles d'aluminium anodisé. Leur ossature ne devra pas avoir une teneur supérieure à 2%.

10.34.10. Etanchéité

La perméabilité à l'air des éléments décrits dans le présent lot ne devra pas être supérieure à 7 m3 heure par mètre linéaire de joint, pour une pression d'air équivalente à une colonne d'eau de 10 (ceci étant un maximum toléré par les coulissants).

A cet effet, les joints assurant les liaisons entre dormants et ouvrants seront étudiés avec le plus grand soin.

Toutes les menuiseries extérieures (portes et fenêtres) comporteront des pièces d'appui permettant le rejet vers l'extérieure des eaux de ruissellement, infiltration ou condensation.

L'Entrepreneur devra également assurer l'étanchéité parfaite à l'eau de joints entre ses ouvrages et la maçonnerie.

Ces joints seront constitués par un mastic souple (tiokol, butyle ou similaire). Les joints Néoprène pour la fixation des vitrages font parties des fournitures du présent lot.

10.34.11. Quincaillerie

Les quincailleries et ferrages devront être adaptées aux différents types de menuiseries proposés. Ils seront nécessairement de première qualité, d'aluminium oxydé anodiquement à 20 microns ou laqués au four avec 60 microns d'épaisseur suivant la description. Les modèles seront soumis à l'agrément préalable.

Les butoirs d'arrêt des portes seront vissés soit sur les profilés des menuiserie, soit sur un tampon scellé dans la forme de sol : ces tampons seront mis en place avant exécution des revêtements de sol.

10.34.12. Essais

Il pourra être procédé à des essais de voilement, de flexion verticale, d'étanchéité et de contrôle à la tenue au vent des menuiserie : à cet effet, ensemble seront calculés pour résister à un vent dont les pressions dynamiques de base tenant compte de :

- charges permanentes définies par la Norme Française P.06.001
- surcharges verticales : valeur de surcharges définie par la région où se réalisent les travaux.
- efforts horizontaux dus aux vents suivant les pressions dynamiques de la région où se réalisent les travaux et suivant les règles MV65/67 de décembre 1976.

10.34.13. Peinture

Les travaux seront exécutés en conformité avec les spécifications du Cahier des Charges D.T.U. n° 39. Toutes les peintures seront de qualité supérieure. Les peintures produites de rebouchage enduits, seront choisies en fonction de la nature des fonds, l'exposition des surfaces et de leur compatibilité entre eux et avec le support à recouvrir.

NOTA : D'une façon générale en ce qui concerne la qualité des matériaux, leur mise en œuvre et leur mode d'exécution, il y a lieu de se reporter au cahier des prescriptions techniques et aux

documents mentionnés ci-après et dont les dispositions seront à appliquer sauf dérogations dûment précisées, il s'agit des :

- documents techniques unifiés (D.T.U.) publiés par le Centre Scientifique du bâtiment (C.S.T.B.)
- normes françaises (N.F.) publiées par le R.E.E.F
- avis techniques du C.S.T.B.
- cahiers des charges des fabricants.

L'utilisation des EUROCODES pour la conception et la réalisation des travaux de Génie Civil et Bâtiments est permise.

10.35. DESCRIPTION DES OUVRAGES

10.35.1. Postes extérieurs :

10.35.1.1. Murs de clôture

La hauteur totale du mur extérieur sera de 2,50 m.

Le mur sera exécuté en maçonnerie de briques jointoyées à l'extérieur du poste et cimentées côté intérieur.

Le mur reposera sur une poutre en béton armé et sera renforcé horizontalement par des colonnes également en béton armé ; il sera surmonté d'un chaînage en béton armé.

Un dispositif anti-escalade composé de poteaux coudés en acier galvanisé et de 3 fils de fer barbelés galvanisés sera installé sur le sommet du mur.

L'Entrepreneur concevra la clôture pour une charge du vent de rafale de maximum 3 secondes à 44 m/s et soumettra tous les détails à l'approbation de l'Ingénieur.

Une clôture extérieure entoure le logement de service.

L'entrée principale du poste sera constituée d'un portail métallique, large de 6 m (4,0 m pour le logement de service) à déplacement latéral sur roulettes guidées et actionnée manuellement.

Un portillon d'entrée secondaire en métal, large de 1,20 m, permettra l'entrée des personnes.

10.35.1.2. Caniveaux et chemins de câbles

Le nombre et le type de caniveaux ne sont pas nécessairement limités mais seront augmentés si nécessaire de façon à assurer une réserve de 25%.

Le dimensionnement des caniveaux devra tenir compte des installations du transformateur, bobines de réactances etc.

Les caniveaux seront fermés par des dalles en béton arme, munies d'un anneau de manutention tous les 10 mètres.

Chaque liaison MT du transformateur de puissance au bâtiment des départs MT sera disposée dans un caniveau séparé.

Le tracé des caniveaux devra être étudié avec soin, être simple, comporter le moins possible de changements brusques de direction.

Tous les caniveaux auront une pente et seront drainés de façon à éviter la stagnation de l'eau.

Les parois verticales seront suffisamment hautes pour éviter les inondations par l'eau de ruissellement provenant des surfaces environnantes.

10.35.1.3. Approvisionnement en eau

L'alimentation en eau potable se fera à partir du réseau d'eau de ville.

Il sera prévu néanmoins en option, un puits de faible capacité réalisé en tubes galvanisés avec un diamètre minimum de 1 ½, exécuté et équipé d'une électropompe.

Un système souterrain de tuyauteries conduira l'eau à un réservoir de 1000 litres de capacité minimale placés sur le toit du bâtiment de contrôle et du logement.

Le puits aura un débit minimum de 20 l/min.

Chaque réservoir sera pourvu d'une protection contre les rayons solaires directs, d'un niveau d'eau visible de l'extérieur et d'un dispositif automatique de contrôle de niveau.

La pompe d'exhaure électrique du puits sera équipée d'un système de contrôle automatique et manuel.

Des tests de forage et de pompage combinés à des analyses chimiques seront réalisés pour déterminer l'horizon où l'eau pure potable est rencontrée en quantité et qualité nécessaires.

Les tuyauteries et leurs accessoires seront conçus pour une pression nominale de 10 bars, excepté si des conditions de fonctionnement plus contraignantes demandent une plus haute pression.

10.35.1.4. Fondations pour équipements électriques extérieurs-Transformateurs-Réactances

Les fondations pour les transformateurs, les réactances, seront conçues et construites en fonction du poids spécifique donné par le fournisseur.

Les transformateurs et réactances seront placés sur des massifs de repos avec fosse de réception d'huile séparée.

Le transformateur sera équipé d'un collecteur de capacité suffisante pour absorber l'eau d'une pluie standard typique.

Cette quantité d'eau sera évacuée ainsi que la quantité respective d'huile, en cas de dégât, vers un collecteur/séparateur (fosse déportée de rétention d'huile) localisée près des transformateurs.

De ce séparateur d'huile, l'eau de surface séparée mécaniquement sera évacuée par le système de drainage, tandis que toute quantité résultant d'une fuite d'huile sera collectée et observée durant le fonctionnement du poste en vue d'être enlevée séparément.

10.35.1.5. Fondations des portiques et des châssis

Les massifs de fondations pour portiques et châssis seront soumis aux sollicitations suivantes ramenées au niveau de référence du poste :

- Moments de renversement
- Efforts tranchants
- Poids des structures

Le choix du type de fondation sera essentiellement fonction du type de structures et des caractéristiques effectives obtenues à l'occasion des investigations et études géotechniques.

La fixation des charpentes sur les massifs de fondation sera réalisée au moyen de tiges galvanisées scellées préalablement. Le nombre, le diamètre, l'espacement et la longueur de

scellement des tiges d'ancrage feront l'objet de calcul soumis à l'approbation de l'Ingénieur. Lors du bétonnage du massif, les tiges sont préalablement mises en place à l'aide de gabarits.

Le béton de finition entre la base de la structure support et le niveau supérieur du massif de fondation sera un mortier exempt de rétraction.

10.35.1.6. Voies d'accès et de déplacement, parking, aires de stockage

Les routes seront conformes aux lois, régies et règlements locaux applicables et régies par des codes, normes et standards reconnus internationalement.

Le système des voies d'accès et de déplacement à l'intérieur du poste sera conçu et réalisé de façon à en assurer l'accès durant la période de construction, ainsi que leur usage permanent.

Le tracé et la conception des routes (largeur, épaisseur, couche de roulement, construction, etc.) seront régis par l'usage de celles-ci (par exemple voie lourde pour le transport du transformateur) et les conditions de sol. Le raccordement aux routes et accès existants est pris en compte dans les prix.

Les routes seront exécutées en latérite compactée selon les régies de l'art. Un minimum d'épaisseur de 150 mm est requis pour la couche de base. Un géotextile sera placé entre le terrain décapé et cette dernière.

Par un drainage adéquat ou par réalisation des routes sur remblai, le niveau maximum des eaux souterraines sera maintenu à 60 cm sous le niveau de base.

Il est essentiel d'exécuter un drainage permanent et efficace, afin d'éliminer l'eau tant durant la construction que durant la durée de vie des routes.

Les routes auront une largeur minimum de 6 mètres et leur capacité portante sera suffisante et adaptée au transport de charge lourde, telle que transformateur, sans subir de dommage.

Le bord des routes sera protégé par des bordures en béton.

Une forme de pente permettra l'évacuation des eaux de pluie.

Le dimensionnement des routes, aires de parking et de stockage prendront en considération le trafic probable, cependant un véhicule minimum standard avec une charge d'essieu de 13 tonnes sous une pression des pneus de 7,5 bars doit être considérée.

Des bordures préfabriquées en béton de qualité seront utilisées.

Pour les aires de parking, un pavage en blocs de béton verrouillés par emboîtement pourra être employé.

Il sera placé sur une couche de sable d'épaisseur appropriée et compactée adéquatement.

Les eaux de ruissellement seront collectées et amenées au système de drainage.

Pour ce faire, toutes les surfaces pavées auront une pente transversale d'au moins 1 %.

10.35.1.7. Revêtement de la plate-forme

Toute la surface du poste sera revêtue d'une couche de 15 cm de gravillons non compacts.

10.35.1.8. Système de drainage

Pour la superficie totale du poste, un système de drainage ne nécessitant pratiquement aucune maintenance, sera installé pour la collecte des eaux de pluie et tiendra compte du régime pluvial particulier durant la saison la plus défavorable.

En vue de drainer les zones empierrées du poste, un drain en tuyaux perforés sera enterré le long et/ou autour de ces zones.

Les tuyaux d'un diamètre variant de 150 à 300 mm en fonction de la surface drainée auront une pente de 0,3%.

La partie principale des eaux de pluie provenant des aires de stockage et des surfaces non protégées sera collectée dans des fossés en maçonnerie de briques qui suivront principalement les clôtures et les routes intérieures du poste.

Ces fossés ouverts conduiront l'eau à l'extérieur du poste de manière la plus directe et la plus rapide à l'aide de conduites passant sous les fondations de la clôture et de l'enceinte de sécurité.

Les conduites seront protégées à l'extérieur du poste par un grillage empêchant l'entrée des bestioles.

L'eau de pluie collectée sur les bâtiments sera déchargée dans ces fosses au moyen de gouttières, descentes d'eau et conduites horizontales appropriées.

Des chambres de visite avec couvercle seront construites à tous les points d'interconnexion.

Le tracé des fossés et collecteurs tiendra compte de celui des caniveaux a câbles.

Les traversées de route seront conçues et exécutées en ligne droite, d'accès facile et tiendront compte des exigences des charges imposées.

Les tuyaux de drainage en grés, béton ou PVC seront conformes aux normes françaises ou équivalentes.

Ils auront un minimum de 20 % d'ouverture superficielle par mètre linéaire et seront placés sur un lit de sable de granulométrie adéquate ou de fin gravier dont l'épaisseur au point le plus bas du tuyau sera au moins de 10 cm augmente de 1/10 du diamètre nominal du tuyau.

Le lit sera compacté à l'aide d'un équipement approprié de façon que les tuyaux y reposent de manière ferme sur un angle de 90°.

Une pente minimum de 0,3 % sera prévue sur toute la longueur de chaque tuyau ou fosse.

Les tuyaux seront ensuite enrobés de matériaux de drainage en pierres de granulométrie adéquate.

L'enrobage sera exécuté soigneusement de manière à éviter le déplacement des tuyaux.

Les fosses en briques seront exécutées selon les normes acceptables sur une base adéquate compacte (sable ou pierrailles fines) en vue d'éviter tout tassement.

L'enrobage et le remblayage seront exécutés avec le même objectif.

L'intérieur du fossé sera enduit au mortier de ciment avec couche de forme favorisant l'écoulement et l'auto-nettoyage.

10.35.1.9. Evacuation des eaux usées

Toutes les parties de tuyauterie seront protégées intérieurement et extérieurement contre toute substance agressive au matériau considéré.

Pour les installations enrobées dans les sols et planchers en particulier, une protection fiable et durable sera prévue.

Les descentes verticales seront ventilées au-dessus de la toiture.

Une pente de moins de 1 % est seulement admise si un écoulement et une chasse fréquents sont garantis dans les tuyauteries (chaque cas devra être approuvé par l'Ingénieur).

Pour les eaux usées et le drainage les matériaux suivants sont autorisés :

- Fonte et accessoires en fonte : Les connections entre tuyaux peuvent être réalisés par manchon et socket ou par collier en caoutchouc et clips.
- Tuyaux en grès pour partie souterraine et à l'intérieur des bâtiments uniquement s'ils ne sont pas exposés aux chocs et si sous les constructions ils sont recouverts au-dessus de l'emboîtement de 150 mm de terre.

Les eaux usées en provenance des toilettes localisées dans le bâtiment de contrôle, les logements de service et le poste de gardiennage seront déversées dans une fosse septique enterrée à l'extérieur des dits bâtiments.

Pour déterminer les dimensions de l'installation, un effectif de 10 personnes sera pris en considération pour le poste et le logement. Le poste de gardiennage sera dimensionné pour 5 personnes.

Pour éviter toute contamination du puits d'approvisionnement en eau, l'eau de la fosse septique sera déversée, après traitement, loin de celui-ci.

Toutes les tuyauteries auront une pente adéquate pour assurer une vitesse suffisante pour un auto-nettoyage ; la ventilation et l'aération seront garanties lorsque les drains sont partiellement remplis.

Des chambres de visite seront prévues à toutes les entrées, changements de direction et aux connexions des tuyauteries. Celles-ci seront strictement en ligne droite entre deux chambres.

10.35.2. Eclairage du poste

10.35.2.1. Généralités

Les installations d'éclairage seront conçues pour obtenir les niveaux d'éclairement suivants :

- 500 lux dans la salle de commande/contrôle ;
- 300 lux dans les bureaux et autres locaux ;

- 150 lux dans l'aire de montage, les locaux pour batteries et sanitaires, ainsi que le poste MT ;
- 60 lux dans les corridors, couloirs et galeries ;
- 20 lux pour l'extérieur du poste ;
- 16 lux en moyenne pour les abords et plate-forme (l'éclairement minimum en un point ne sera pas inférieur au tiers de l'éclairement moyen et au sixième de l'éclairement maximal ponctuel) ;
- 4 lux comme éclairement moyen jusqu'à 5 m autour du bâtiment (l'éclairement minimum en un point ne sera pas inférieur au quart de l'éclairement moyen et au huitième de l'éclairement maximal ponctuel).

Il devra être possible de mettre en service tout ou partie de l'installation d'éclairage depuis le pupitre de commande, à savoir :

- Le balisage poste extérieur,
- Les circulations du poste extérieur,
- Le poste proprement dit.

10.35.2.2. Eclairage du Poste

L'éclairage normal du Poste est assuré à partir des auxiliaires 240/400 V en courant alternatif. L'éclairage de secours est assuré par des blocs de secours autonomes alimentés en 230V CA, ce dernier s'enclenche automatiquement en cas de manque de courant alternatif.

10.35.2.3. Appareils d'éclairage

10.35.2.3.1. Appareils d'éclairage intérieur normal

Tous les luminaires seront conçus et installés pour empêcher l'accumulation de cadavres d'insectes à l'intérieur des appareils et sur les réflecteurs.

10.35.2.3.2. Locaux de faible hauteur

- Tous les appareils seront équipés de 2 tubes fluorescents avec starter et ballast du type compensé (facteur de puissance 0,9 environ) à faibles pertes et seront tropicalisés.
- Dans le bureau et la salle de commande et de tableaux, les appareils seront munis d'un réflecteur et d'un diffuseur, et auront une classe de protection IP44 au moins.
- Dans les autres locaux, les appareils seront munis d'un réflecteur et auront une herméticité IP54 au moins.
- Dans le local des batteries, les appareils d'éclairage seront de plus du type Eexe II (à sécurité augmentée) et seront munis de presse-étoupe de même catégorie.

10.35.2.3.3. Appareils d'éclairage extérieur normal

Pour le poste HT extérieur, on utilisera des armatures d'éclairage fixées à des consoles.

Les distances d'isolement prescrites entre les parties HT et BT devront être strictement respectées.

Le remplacement des lampes devra être possible sans interruption des installations en fonctionnement.

Tous les appareils seront compensés (facteur de puissance : 0,9).

L'éclairage extérieur sera commandé manuellement et par une cellule photoélectrique.

10.35.2.3.4. Éclairage de secours

Des blocs d'éclairage de secours avec batteries incorporées seront répartis dans tous les bâtiments.

L'autonomie des blocs d'éclairage de secours sera d'au moins 1 heure.

La recharge du bloc se fera automatiquement quand la tension réapparaîtra.

10.35.2.3.5. Appareils d'éclairage de balisage de sécurité

Ils doivent être assurés par un dispositif incluant le chargeur et la batterie 12 VCC pour une heure d'autonomie. Ces luminaires porteront le symbole translucide vert et blanc de l'issue de secours (personne s'enfuyant) quand ils seront placés au-dessus des portes.

10.35.2.3.6. Interrupteurs

Les circuits d'éclairage seront commandés depuis des interrupteurs places près des tableaux divisionnaires d'éclairage.

10.35.2.3.7. Prises de courant

Les prises de courant seront triphasées, du type étanche avec protection incorporée.

Les prises seront judicieusement placées de façon à pouvoir desservir le maximum de surface du poste avec un rayon d'action de l'ordre de 30m.

10.35.2.3.8. Prises de 63 A triphasées

Ces prises seront du type 400 V a 5 broches (3 phases + N + PE) avec interrupteur tripolaire incorpore et auront un degré de protection IP 54 au moins.

Les enveloppes seront en polyéthylène (PE).

Elles seront installées aux endroits suivants (à 40 cm au-dessus du sol) :

- Une près de chaque transformateur/réactance/bobine a bain d'huile,
- Une dans chaque cellule HT
- Deux dans l'aire de montage,
- Deux dans les postes MT

10.35.2.3.9. Prises de courant bipolaires

Toutes les prises bipolaires seront du type 230 V 2 pôles + PE, 10 A et seront :

Du type industriel, avec un degré de protection à l'intérieur d'au moins IP 54 et IP 65 à l'extérieur.

Les enveloppes seront en polyéthylène.

Ces prises seront réparties comme suit :

- 2 prises au moins par local,
- 1 prise près de chaque extrémité d'un tableau BT, MT ou HT et 1 près de chaque transformateur/réactance/bobine à bain d'huile.

Chaque circuit alimentera au maximum 8 prises.

10.35.3. Protection contre l'incendie et équipements des transformateurs

10.35.3.1. Système de récupération d'huile

Il sera procédé à la réalisation d'une fosse de récupération déportée et couverte.

La fosse déportée est reliée au banc de transformation par des canalisations en acier avec revêtement intérieur en ciment et un siphon coupe-feu qui éteint l'huile en feu.

Cet ensemble assure, par gravité, la séparation de l'huile et de l'eau et permet de recueillir l'huile dans un compartiment distinct, évitant ainsi tout risque de rejet de celle-ci vers l'extérieur.

10.35.3.2. Murs pare feu

Placés de part et d'autre de chaque transformateur, ces murs ont des dimensions telles (hauteur et largeur) qu'ils débordent largement les transformateurs.

Ils sont constitués par des ossatures préfabriquées en béton armé comportant des glissières verticales dans lesquelles sont introduites des dalles en béton armé ou non.

En aucun cas il ne doit être fait appel à des ossatures métalliques qui présentent un risque de grande déformation sous l'effet d'une chaleur intense, entraînant la destruction du mur pare-feu.

10.35.3.3. Protection incendie

Au niveau des travées transformateur, il sera prévu deux extincteurs de type PS50 sous abri à l'instar du système existant.

10.36. Bâtiments de service

10.36.1. Bâtiment poste

Le bâtiment de service comprendra :

- La salle de commande

- La salle de relayage
- La salle MT
- La salle des batteries d'accumulateurs
- La salle Télécom
- Le local des auxiliaires alternatifs et continu
- Le local TSA
- Le bureau/magasin/archives
- Les toilettes
- Une kitchenette.

10.36.2. Logement

Les logements d'exploitation pour le personnel du poste seront bâtis à proximité.

Leur emplacement définitif sera défini par l'Employeur avant la phase d'exécution.

Le logement d'exploitation comprendra notamment les pièces suivantes :

- 1 Salon
- 3 chambres
- Corridor (dégagement)
- 2 salles de bain avec douche/toilettes
- Cuisine
- Terrasse

Les dimensions extérieures sont indiquées sur les plans joints au présent DAO.

10.36.3. Poste de garde

Une dalle de toiture en cantilever analogue à celle du bâtiment de contrôle assurera la protection contre les radiations solaires directes. Le bâtiment sera ventilé et aura les dimensions suivantes :

- • Longueur du bâtiment (y compris toilette en appendice) min. 3, 88 m
- • Largeur du bâtiment min. 3,25m

- • Hauteur du bâtiment : min. 3,00 m

Le poste de garde sera également pourvu de sanitaires (1 WC), avec d'accès par l'extérieur.

10.36.4. Prescriptions d'exécution pour les bâtiments

10.36.4.1. Revêtement des planchers

Le plancher de la salle des cellules MT, de la salle des auxiliaires et du local TGBT sera revêtu d'une peinture anti-poussière de type époxy.

Les salles de télécoms et de relayage et une partie de la salle de commande recevront un plancher technique amovible constitué d'éléments métalliques galvanisés avec des supports réglables.

L'entrepreneur devra joindre toute la documentation technique du plancher proposé.

Le local batterie sera muni d'un revêtement époxy de type anti- acide.

Les couloirs et locaux annexes (bureau, magasin, toilettes, etc.) ainsi que les pièces du logement et le local de gardiennage seront revêtus d'un carrelage de type grès cérame. Des plinthes de même nature seront posées sur les murs de ces locaux.

10.36.4.2. Revêtement des murs

Les murs intérieurs seront revêtus de peinture type vinylique ainsi que les plafonds.

Les murs des toilettes et cuisine recevront de carreaux faïence de couleur de blanche de 15 x 15 sur toute la hauteur.

10.36.4.3. Menuiseries

10.36.4.3.1. Portes

Toutes les portes d'accès des locaux techniques sont de type métallique galvanisé double parois et capables de résister au feu durant 90 min. Elles sont munies de système anti-panique et d'une béquille de blocage

Les autres portes sont en aluminium vitré avec des barreaux alu.

Le vitrage est de type verre bronze et d'une épaisseur de 6 mm.

Elles sont bloquées par des butées scellées au plancher.

Les serrures sont à double canon robuste de type Bricard ou similaire.

Les portes des toilettes et cuisine sont en bois et munies de plaque de propreté en stratifié.

Elles seront en plus munies de bandes de propreté en partie basse (largeur=10 cm).

10.36.4.3.2. Fenêtres

Les fenêtres sont en aluminium anodisé teinte naturelle. L'anodisation a une épaisseur de 15 microns au minimum.

Les fenêtres à 3 volets comportent un fixe et 2 coulissants.

Les fenêtres comportant des volets ouvrants sont équipées de grillages moustiquaires de type métallique. Ce grillage devra prémunir efficacement des moustiques.

10.36.4.4. Plomberie Sanitaire

10.36.4.4.1. Plomberie

La distribution intérieure est assurée par des tuyaux en cuivre recuit de diamètre suffisant pour garantir une bonne pression.

L'adduction d'eau est faite à partir de la source d'alimentation.

Elle est en PVC pression, en partie enterrée et en cuivre écroui en partie encastrée.

La traversée des murs est effectuée sous fourreau rigide.

L'assainissement est fait avec les tuyaux PVC de diamètres adéquats.

Des bouchons de dégorgement sont placés au niveau des collecteurs pour permettre un entretien facile.

Une aération primaire est prévue en terrasse.

Des regards de visites seront placés à tous les changements de direction.

Ils sont exécutés en béton banché.

Les couvercles des regards sont en béton armé avec encadrement en cornières.

Le réseau ainsi créé sera raccordé aux fosses septiques.

10.36.4.4.2. Sanitaires

Les appareils sanitaires sont en porcelaine teinte blanche

Un chauffe-eau de 50 litres est installé ; il est doté du label NF. Il dessert les douches et lavabo

Ces appareils sont munis de robinets mélangeurs.

Le WC est doté de chasse basse à boutons poussoirs.

Le lavabo est muni des accessoires suivants :

- Miroir de 60 x 40
- Tablette en plastique

Les salles d'eau sont munies des accessoires suivants :

- Porte papier
- Porte serviette
- Porte savon
- Porte manteau à 3 branches
- Douchette pour WC
- Balai et porte balai

10.36.4.5. Electricité

10.36.4.5.1. Circuits

Les circuits d'éclairage et de prises seront séparés.

Les prises sont munies d'une borne de terre.

Toutes les portes sont reliées à la terre à l'aide tresses en cuivre.

Les circuits sont encastrés dans la maçonnerie sous gaines orange.

L'alimentation électrique prend sa source au niveau de l'armoire de Distribution (TGBT).

Au cas où un circuit serait en apparent, il devra être passé sous des goulottes.

Un circuit de secours pour l'éclairage est installé parallèlement au circuit primaire.

Il alimente des réglettes sous bloc.

10.36.4.5.2. Appareillage

Il est mis en place un système de protection de l'ensemble de l'installation au niveau du TGBT incluant les différents appareils (coupe circuit, relais, fusibles etc.)

Les interrupteurs sont de type Mosaïque de LEGRAND ou similaire, large touche à basculer dans tous les locaux sauf dans la salle des batteries où ils seront du type étanches dans la série Plexo de LEGRAND.

Il sera installé un système de va et vient dans les locaux présentant deux entrées au moins (Salle de commande, salle MT).

Les luminaires du bâtiment principal seront commandés à l'aide d'un télérupteur de la série Mosaïque de LEGRAND ou similaire.

Il sera installé les équipements suivants :

- Une prise de 3P+N+T 20A dans la salle des cellules MT ;
- Luminaires de 1.20m duo sous vasque dans les locaux courants ;
- Luminaires de 1.20 m sous vasque étanche pour l'éclairage extérieur ;
- Luminaires de 1.20 m sous vasque anti-déflagrant dans la salle des batteries ;
- Hublots ronds étanches diamètre 200 dans salles d'eau ;
- Appliques type linolite au-dessus des lavabos ;
- Appliques de sécurité 75 W pour le circuit de sécurité dans les locaux secourus (salle de commande, salle cellules MT, salle des batteries etc.) ;
- Blocs autonomes de secours au niveau au-dessus des sorties des principaux locaux (Salle de commande, Salle cellules MT, sorties de couloir), leur autonomie est d'une heure au minimum.

Les blocs sont munis d'étiquettes avec l'indication « Sortie » et une flèche de direction au niveau des issues de couloirs.

10.36.4.6. Ventilation et conditionnement d'air

La climatisation est de type Split system. Elle est installée dans les locaux suivants :

- Salle de commande : 2 de 3 cv
- Salle de relayage : 2 de 3 cv

- Bureau de passage : 1 de 1,5 cv
- Logement :
 - 1 de 2,5 cv
 - 1 de 1,5 cv
 - 2 de 1,25 cv

Des extracteurs d'air seront placés au niveau de la Salle des cellules MT, du local TSA , du local des batteries.

Le local de gardiennage sera équipé d'un brasseur d'air.

Les puissances et le nombre d'appareils donnés sont à titre indicatif, l'entrepreneur devra faire son propre dimensionnement pour s'assurer une bonne climatisation des locaux (environ 18°C) et une bonne ventilation des locaux.

10.36.4.7. Téléphone

Les appareils fournis sont reliés à la centrale téléphonique du site.

Ils sont disposés dans les locaux suivants :

- Salle de commande
- Salle de relayage
- Salle des cellules
- Logement
- Poste de gardiennage

Les appareils en salle de relayage et des cellules sont de type mural.

Le poste en salle de commande comporte les fonctions main libre et haut-parleur.

Le câblage et la mise en place des joncteurs font partie de ce lot.

L'installation devra mettre à disposition 3 lignes et permettre l'extension aisée sans câblage de 5 lignes supplémentaires.

10.36.4.8. Etanchéité

L'étanchéité en terrasse est posée sur une forme de pente en béton. Elle est de type mono couche auto protégé type « Para for Solo » ou similaire.

Les relevés d'étanchéité sont de même nature ; ils sont montés jusqu'à la hauteur des béquilles de l'acrotère. Les relevés d'étanchéité devront couvrir toutes les tubulures ou socles en terrasse.

Des dallettes de circulation sont posées sur l'étanchéité pour permettre un accès facile aux équipements. Elles sont disposées sous forme d'un quadrillage (3 rangées dans le sens longitudinal et tous les 7 m dans le sens transversal en moyenne).

Dimensions des dallettes : 60 x 60 x 7 cm.

10.36.4.9. Divers

10.36.4.9.1. Sécurité incendie

Fourniture et Pose d'extincteurs à poudre de 9 Kg dans les locaux suivant :

- Salle de Commande : nbre = 2
- Salle de relayage : nbre = 2
- Salle Cellules MT : nbre = 3
- Local auxiliaire TSA nbre = 1

Fourniture et pose d'extincteurs CO2 de 6 Kg dans local batteries (nbre = 1)

Fourniture et pose d'extincteurs à eau pulvérisée pour le bâtiment poste (nbre=3), le logement (nbre =2) et le poste de gardiennage (nbre =1)

Un système de détection incendie comprenant des détecteurs de fumée, des capteurs ioniques sera installé.

Il comprend également une centrale d'alarme de 6 zones avec avertisseurs sonore et visuel.

Ces signaux seront renvoyés au niveau du poste de gardiennage.

10.36.4.10. Equipements salle de commande

- Un bureau type ministre avec un fauteuil
- Deux chaises visiteurs
- Une table de desserte
- Une tablette pour micro-ordinateur et imprimante
- Un frigo bar
- Une horloge murale

10.36.4.11. Equipements studio

- **Pour chaque chambre**
 - Un lit de 140 cm + matelas à ressort
 - Une table de travail avec chaise
 - Une table de chevet + lampe de chevet
 - Une armoire de rangement haute à 2 battants
 - Un équipement complet de cuisine
 - Un mobilier complet de salon
 - Un mobilier du local gardien :
 - Une table de travail avec chaise

Figure 2 : Tracé de la ligne 225 kV-Kayes-Yélimané-Tintane- Kiffa-Aïoun

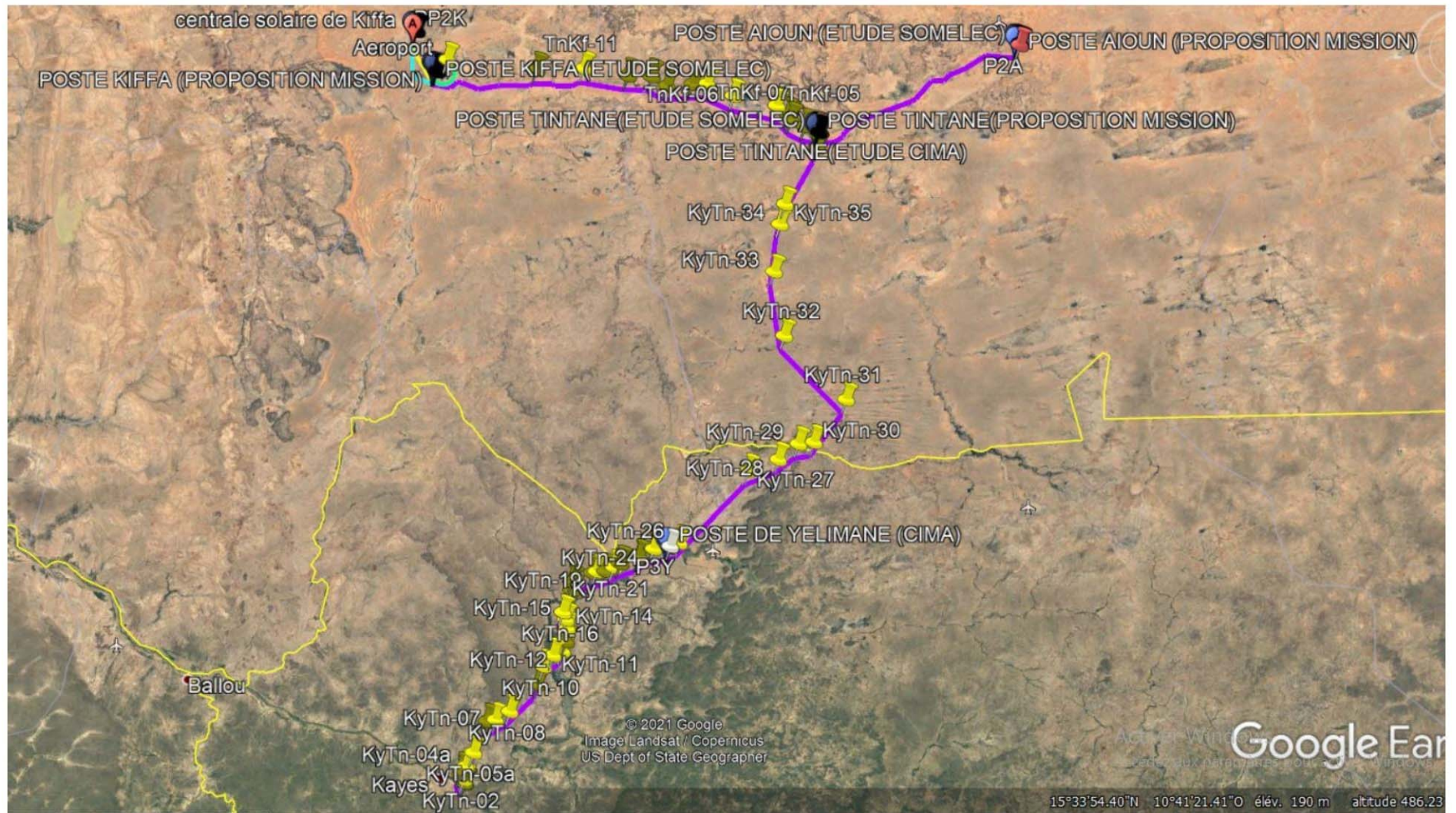


Tableau 28 : Liste des Protections des différentes Travées des Postes HT de l'OMVS

• SOGEM : PROJET LIGNE 225 KV Tintane-Kiffa-Aioun El Atrouss														
LISTE DES PROTECTIONS DES EQUIPEMENTS DES LIGNES ET POSTES HTB ET HTA														
Cellule Arrivée HTA	Cellule Départ HTA	Cellule TSA MT-BT	Cellule Mesures HTA	Cellules Condensateurs HTA	Armoire de protection Transformateur de Puissance				Armoire de protection départ Ligne HTB			Armoire de protection Différentielle Barres 225 KV	Armoire de protection Réactance 225 KV	Armoire de protection des Condensateurs 225 KV
Relais 1	Relais 1	Relais 1	81H-81L	Relais 1	Relais 1	Relais 2	Relais 3	Régulateur	Relais Diff.ligne	Relais de Distance	Relais de Secours (facultatif)	Relais différentiel	Relais différentiel	IHM (interface homme-machine)
50-51	50-51	50-51		50-51	87T	21	86T	TAPCON	87L	21		87B	87	

[illegible]

- **SOGEM : PROJET LIGNE 225 KV Tintane-Kiffa-Aioun El Atrouss**

LISTE DES PROTECTIONS DES EQUIPEMENTS DES LIGNES ET POSTES HTB ET HTA

[illegible]

<ul style="list-style-type: none"> • SOGEM : PROJET LIGNE 225 KV Tintane-Kiffa-Aioun El Atrouss

LISTE DES PROTECTIONS DES EQUIPEMENTS DES LIGNES ET POSTES HTB ET HTA

Le relais 2 vérifie les conditions et autorise les fermetures sur l'arrivée et tous les départs			Contrôle de fréquence : autorise des délestage sur les départs				relais de verrouillage de l'enclenchement sur fonctionnement des protections mécaniques		27 & 59 activées en alarmes				Cet équipement gère l'ensemble du système de protection de la rame
Le relais 3 est installé sur la cellule dans le cas où													

- **SOGEM : PROJET LIGNE 225 KV Tintane-Kiffa-Aioun El Atrouss**

LISTE DES PROTECTIONS DES EQUIPEMENTS DES LIGNES ET POSTES HTB ET HTA

on n'a
pas de
cellule
mesures

Sommaire

PREMIÈRE PARTIE PROCÉDURES D'APPEL D'OFFRES

Section I. Instructions aux Soumissionnaires (IS)

Section II. Données particulières de l'Appel d'Offres (DPAO)

Section III. Critères d'évaluation et de qualification

Section IV. Formulaires de Soumission

Section V. Pays éligibles

Section VI. Règles de la SOGEM en matière de Fraude et Corruption

Annexe 1 : Bordereau des Prix

Annexe 2 : Fiches Techniques

Annexe 3 : Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

DEUXIÈME PARTIE SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Section VII. Spécifications

Section VII-1. Spécifications techniques Générales

Section VII-2. Cahier des Spécifications Techniques Particulières – Ligne

Section VII-3. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Postes

Section VII-4. Formulaires et Procédures

Section VII-5-1. Plans Lignes

Section VII-5-2. Plans Postes

Section VII-6. Spécifications Environnementales, Sociales, Santé et Sécurité (ESSS)

Section VII-7. Spécifications Sûreté

TROISIÈME PARTIE MARCHÉ

Section VIII. Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Section IX. Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Section X. Formulaires Du Marché

Section VII-4 : Formulaires et Procédures

X - Formulaires du Marché

Sommaire

PREMIÈRE PARTIE

PROCÉDURES D'APPEL D'OFFRES

Section I. Instructions aux Soumissionnaires (IS)

Section II. Données particulières de l'Appel d'Offres (DPAO)

Section III. Critères d'évaluation et de qualification

Section IV. Formulaires de Soumission

Section V. Pays éligibles

Section VI. Règles de la SOGEM en matière de Fraude et Corruption

Annexe 1 : Bordereau des Prix

Annexe 2 : Fiches Techniques

Annexe 3 : Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

DEUXIÈME PARTIE SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Section VII. Spécifications

Section VII-1. Spécifications techniques Générales

Section VII-2. Cahier des Spécifications Techniques Particulières – Ligne

Section VII-3. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Postes

Section VII-4. Formulaires et Procédures

Section VII-5-1. Plans Lignes

Section VII-5-2. Plans Postes

Section VII-6. Spécifications Environnementales, Sociales, Santé et Sécurité (ESSS)

Section VII-7. Spécifications Sûreté

TROISIÈME PARTIE MARCHÉ

Section VIII. Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Section IX. Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Section X. Formulaires Du Marché

Section VII–5.1 : Plans Ligne

Se référer à Annexe-Carnet des Plans Lignes 225 YTKA(Yélimané-Tintane-Kiffa-Aïoun

Sommaire**PREMIÈRE PARTIE PROCÉDURES D'APPEL D'OFFRES**

Section I. Instructions aux Soumissionnaires (IS)

Section II. Données particulières de l'Appel d'Offres (DPAO)

Section III. Critères d'évaluation et de qualification

Section IV. Formulaires de Soumission

Section V. Pays éligibles

Section VI. Règles de la SOGEM en matière de Fraude et Corruption

Annexe 1 : Bordereau des Prix

Annexe 2 : Fiches Techniques

Annexe 3 : Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

DEUXIÈME PARTIE SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Section VII. Spécifications

Section VII-1. Spécifications techniques Générales

Section VII-2. Cahier des Spécifications Techniques Particulières – Ligne

Section VII-3. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Postes

Section VII-4. Formulaires et Procédures

Section VII-5-1. Plans Lignes

Section VII-5-2. Plans Postes

Section VII-6. Spécifications Environnementales, Sociales, Santé et Sécurité (ESSS)

Section VII-7. Spécifications Sûreté

TROISIÈME PARTIE MARCHÉ

Section VIII. Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Section IX. Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Section X. Formulaires Du Marché

Section VII–5.2 : Plans Postes

Se référer Annexe-Plans Postes Tintane-Kiffa-Aïoun

Sommaire

PREMIÈRE PARTIE

PROCÉDURES D'APPEL D'OFFRES

Section I. Instructions aux Soumissionnaires (IS)

Section II. Données particulières de l'Appel d'Offres (DPAO)

Section III. Critères d'évaluation et de qualification

Section IV. Formulaires de Soumission

Section V. Pays éligibles

Section VI. Règles de la SOGEM en matière de Fraude et Corruption

Annexe 1 : Bordereau des Prix

Annexe 2 : Fiches Techniques

Annexe 3 : Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

DEUXIÈME PARTIE SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Section VII. Spécifications

Section VII-1. Spécifications techniques Générales

Section VII-2. Cahier des Spécifications Techniques Particulières – Ligne

Section VII-3. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Postes

Section VII-4. Formulaires et Procédures

Section VII-5-1. Plans Lignes

Section VII-5-2. Plans Postes

Section VII-6. Spécifications Environnementales, Sociales, Santé et Sécurité (ESSS)
--

Section VII-7. Spécifications Sûreté

TROISIÈME PARTIE MARCHÉ

Section VIII. Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Section IX. Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Section X. Formulaires Du Marché

Table des matières

1. Enjeux ESSS essentiels de gestion du Chantier **Erreur ! Signet non défini.**
2. Exigences ESSS non applicables dans le cadre du présent Marché **Erreur ! Signet non défini.**

Enjeux ESSS essentiels de gestion du Chantier

Les sujets ESSS identifiés lors l'étude d'impact environnementale et sociale du Projet comme présentant un risque majeur pour la gestion du Chantier sont :

Ressources ESSS et organisation du suivi	OUI
Gestion des Zones d'Activités (bases-vie, carrières, zones d'emprunt, de stockage)	OUI
Santé & Sécurité sur les chantiers	OUI
Recrutement local et formations ESSS de la main d'œuvre locale (renforcement des capacités), des sous-traitants et partenaires locaux (transfert de compétence)	OUI
Relations avec les parties prenantes, information et consultation des communautés locales et des autorités	OUI
Gestion de la circulation	OUI
Produits dangereux	OUI
Rejets liquides (effluents)	OUI
Protection des ressources en eau	OUI
Emissions dans l'air, bruit et vibrations	OUI
Gestion des déchets	OUI
Biodiversité : protection de la faune et de la flore	OUI
Remise en état et revégétalisation des sites	OUI
Erosion et sédimentation	NON
Lutte contre les maladies transmissibles (HIV/SIDA, paludisme, etc.)	OUI

Les éléments sensibles de l'environnement à prendre en compte dans l'application des spécifications ESSS (cf. article 7.1) sont, entre autres, :

Les cours d'eau référencés dans l'EIES et autres points d'eau,

Les massifs forestiers,

Les zones d'intérêt biologique,

Les forêts galerie,

Les éléments qui auront été identifiés dans le cadre du Plan d'Action et de Réinstallation et qui devront être pris en compte par l'Entrepreneur comme défini dans les Spécifications Techniques. Ces éléments incluent à minima les arbres de plus de 3,5 m, les cultures annuelles, les maisons, les sites cultuels et culturels,

Les éléments qui auront été identifiés dans le cadre de l'étude Avifaune et de la Notice environnementale autour du lac Magui,

Tout élément pertinent découvert pendant les opérations de l'Entrepreneur susceptible d'affecter une composante environnementale ou sociale.

Par ailleurs, toutes les structures, permanentes ou temporaires, telles que les maisons, cases, hangars, bâtiments agricoles, latrines, etc. doivent être enlevées et reconstruites à l'extérieur de l'emprise. Les arbres dépassant 3,5 m de hauteur doivent également être éliminés de l'emprise. Par contre, le jardinage, les cultures vivrières et maraîchères, l'élevage, le pâturage ou toute autre activité ne nuisant pas à l'exploitation et à l'entretien de la ligne peuvent se faire dans l'emprise. L'usage de l'emprise des lignes est donc possible, mais soumis à des limitations. Aucune infrastructure ne pourra être construite dans le futur à l'intérieur de l'emprise des lignes (50 m en Mauritanie et 40 m au Mali) et de 40 ha des postes sans autorisation préalable du gestionnaire de la ligne. L'appropriation des emprises pour les besoins du projet aura donc des impacts sur les personnes qui habitent ou possèdent des bâtiments ou des structures dans l'emprise ou qui pratiquent des activités agricoles ou commerciales sur des terres dans l'emprise.

Enfin, les terres considérées comme perdues sont celles qui se trouveront directement sous les pylônes, détruites pour l'aménagement de chemin d'accès permanents ou qui se trouveront dans l'emprise des postes de transformation. En pratique, les principales pertes de terrains appréhendées causées par le Projet seront produites par :

Pertes permanentes de terres sous les pylônes (10 m x 10 m)

Pertes permanentes de terres aux sites des postes (40 ha) ;

Pertes de terres, éventuellement utilisées pour aménager des accès permanents ;

Pertes temporaires de terres pendant la construction : aires de travaux, site d'entreposage, accès temporaire, etc.

Exigences ESSS applicables dans le cadre du présent Marché

Les normes, standards et seuils préconisés en matière ESSS par les institutions spécialisées internationales affiliées aux Nations Unies s'appliquent au Marché :

Oui ☒ / Non ☐

Dans les présentes Spécifications ESSS (ci-après dénommées "les Spécifications ESSS") ci-dessous, une référence au Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG) signifie une référence à la fois au Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG) et au Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP). Lorsqu'il est fait mention d'une Clause ou d'une Sous-Clause, les lecteurs doivent :

Lire en premier le texte de la Clause ou de la Sous-Clause dans le Cahier des Clauses Administratives Générales

Puis vérifier si ce texte a été amendé par le Cahier des Clauses Administratives Particulières et si oui, dans quelle mesure.

Conformément à la Sous-Clause 1.5 – Niveau de priorité des documents du CCAG, dans l'interprétation du Marché, les conditions du CCAP prévalent sur celles du CCAG.

Tous les termes employés dans ces Spécifications ESSS qui sont identiques à des termes du CCAG ont la même signification que celle définie dans le CCAG.

Tous les termes en majuscules dans ces Spécifications ESSS sont définis à la Sous-Clause 1.1 - Définitions du CCAG.

Table des matières

A.	Système de Gestion Environnementale, Social, Santé et Sécurité	Erreur ! Signet non défini.
1	Responsabilité	Erreur ! Signet non défini.
2	Document de planification ESSS	Erreur ! Signet non défini.
3	Gestion des non-conformités	Erreur ! Signet non défini.
4	Ressources affectée à la gestion environnementale	Erreur ! Signet non défini.
5	Inspection	Erreur ! Signet non défini.
6	Reporting	Erreur ! Signet non défini.
7	Règlement intérieur	Erreur ! Signet non défini.
8	Formation ESSS	Erreur ! Signet non défini.
9	Standards	Erreur ! Signet non défini.
B.	Protection de l'environnement	Erreur ! Signet non défini.
10	Protection des zones adjacentes	Erreur ! Signet non défini.
11	Sélection des zones d'emprunts, de déblai et des accès aux Zones d'Activités	Erreur ! Signet non défini.
12	Effluents	Erreur ! Signet non défini.
13	Emission dans l'air & poussière	Erreur ! Signet non défini.
14	Bruit & vibrations	Erreur ! Signet non défini.
15	Déchets	Erreur ! Signet non défini.
16	Défrichement de la végétation	Erreur ! Signet non défini.
17	Biodiversité	Erreur ! Signet non défini.
18	Erosion et sédimentation	Erreur ! Signet non défini.
19	Remise en état	Erreur ! Signet non défini.
20	Documentation de l'état des Zones d'Activités	Erreur ! Signet non défini.

-
- C. Santé & Sécurité **Erreur ! Signet non défini.**
- 21 Plan de santé et de sécurité **Erreur ! Signet non défini.**
- 22 Réunions hebdomadaires et quotidiennes **Erreur ! Signet non défini.**
- 23 Equipements et normes d'opération **Erreur ! Signet non défini.**
- 24 Permis de travail **Erreur ! Signet non défini.**
- 25 Equipement de protection individuelle **Erreur ! Signet non défini.**
- 26 Matières dangereuses **Erreur ! Signet non défini.**
- 27 Planification des situations d'urgence **Erreur ! Signet non défini.**
- 28 Aptitude au travail **Erreur ! Signet non défini.**
- 29 Premier secours **Erreur ! Signet non défini.**
- 30 Centre de soin & personnel médical **Erreur ! Signet non défini.**
- 31 Trousses de premiers secours **Erreur ! Signet non défini.**
- 32 Evacuation médicale d'urgence **Erreur ! Signet non défini.**
- 33 Accès aux soins **Erreur ! Signet non défini.**
- 34 Suivi médical **Erreur ! Signet non défini.**
- 35 Rapatriement sanitaire **Erreur ! Signet non défini.**
- 36 Hygiène **Erreur ! Signet non défini.**
- 37 Abus de substances **Erreur ! Signet non défini.**
- D. Main d'œuvre locale et relation avec les communautés **Erreur ! Signet non défini.**
- 38 Conditions de travail **Erreur ! Signet non défini.**
- 39 Recrutement local **Erreur ! Signet non défini.**
- 40 Transport & logements **Erreur ! Signet non défini.**
- 41 Repas **Erreur ! Signet non défini.**
- 42 Dommages aux personnes et aux biens **Erreur ! Signet non défini.**
- 43 Occupation ou acquisition de terrain **Erreur ! Signet non défini.**

44 Trafic **Erreur ! Signet non défini.**

45 Plan de Gestion Environnementale et Sociale du projet de la SOGEM **Erreur ! Signet non défini.**

46 Autorisations **Erreur ! Signet non défini.**

47 Santé et sécurité **Erreur ! Signet non défini.**

48 Gestion de l'eau : **Erreur ! Signet non défini.**

49 Traversée de cours d'eau **Erreur ! Signet non défini.**

50 Sécurité dans les zones à risque **Erreur ! Signet non défini.**

51 Gestion des BPC et des CFC **Erreur ! Signet non défini.**

52 Découverte fortuite **Erreur ! Signet non défini.**

53 Mesures socio-économiques **Erreur ! Signet non défini.**

54 Autres mesures **Erreur ! Signet non défini.**

55 Autres mesures liées au PAR **Erreur ! Signet non défini.**

ANNEXE 1 – Contenu du PGES-Travaux **Erreur ! Signet non défini.**

ANNEXE 2 – Propriétés qui rendent un produit dangereux **Erreur ! Signet non défini.**

ANNEXE 3 – Modèle de règlement intérieur et de bonne conduite **Erreur ! Signet non défini.**

Système de Gestion Environnementale, Social, Santé et Sécurité

Responsabilité Conformément à ses obligations définies dans le cadre du Marché, l'Entrepreneur planifie, exécute et documente les travaux de construction en conformité avec les Spécifications environnementales, sociales, santé et sécurité (ESSS).

L'Entrepreneur a la responsabilité des dommages aux ressources naturelles causés par la conduite des travaux ou les modalités de leur exécution, sauf s'il établit que cette conduite ou ces modalités résultent nécessairement des dispositions du Marché ou de prescriptions d'ordre de service.

Dans le cadre du Marché et au sens des Spécifications ESSS, le terme "Zone d'Activités" désigne :

les terrains sur lesquels seront réalisés les travaux et les ouvrages, ou

les terrains nécessaires aux installations de chantier (bases-vie, ateliers, bureaux, zones de stockage, production de béton, etc.) et comprenant les voies d'accès spéciales, ou

les carrières d'agrégats, d'enrochements et de tout venant, ou

les zones d'emprunt de sable ou autre matériau sélectionné, ou

les zones de dépôt de déblais ou de gravats issus de la démolition, ou

tout autre lieu spécifiquement désigné dans le Marché comme Zone d'Activités.

Le terme "Zone d'Activités" comprend une Zone d'Activités ou toutes les Zones d'Activités.

Par souci de clarté, la Zone d'Activités est un concept différent de celui de Chantier au titre de l'Article 1.1.6.7 du CCAG.

La Zone d'Activités désigne une aire dans laquelle l'Entrepreneur doit se conformer aux obligations environnementales, sociales, santé et sécurité définies dans les Spécifications ESSS.

Le Chantier correspond aux lieux où les Ouvrages Définitifs doivent être réalisés et dans lesquels les Equipements et les Matériaux doivent être livrés, et où le droit d'accès et la possession sont donnés par le Maître d'Ouvrage à l'Entrepreneur. Le Maître d'Ouvrage n'est pas soumis à la même obligation pour tout lieu localisé en dehors du Chantier, même s'il est localisé dans la Zone d'Activités, où l'accès est au risque de l'Entrepreneur.

En termes d'emprise, le Chantier défini dans l'Article 1.1.6.7 du CCAG est inclus dans la Zone d'Activités. La Zone d'Activité est donc d'une emprise géographique plus grande que celle du Chantier.

Les spécifications ESSS portent sur l'ensemble de la zone d'influence des travaux :

la protection de l'environnement naturel (eau, air, sol, végétation, diversité biologique) des zones à l'intérieur des Zones d'Activités et leurs environs, y compris mais sans s'y limiter les routes d'accès, carrières, zones d'emprunts ou de dépôt, bases vie ou lieux de stockage.

les conditions de santé et de sécurité à respecter pour la main-d'œuvre de l'Entrepreneur et de toute autre personne présente dans les Zones d'Activités ou le long des accès.

les pratiques de travail et la protection des personnes et populations vivant à l'extérieur des Zones d'Activités mais exposées aux nuisances générées par les travaux.

Sous-traitance :

Les Spécifications ESSS s'appliquent à l'Entrepreneur et, sauf accord explicite du Maître d'Œuvre au cas par cas, tous ses sous-traitants contractualisés pour l'exécution des travaux.

Conformément à l'Article 4.4 du CCAG, l'Entrepreneur est pleinement responsable des actes, défaillances et négligences des sous-traitants, de leurs représentants, employés ou ouvriers aussi pleinement que s'il s'agissait de ses propres actes, défaillances ou négligences ou de ceux de ses propres représentants, employés ou ouvriers.

Réglementation en vigueur :

L'Entrepreneur est tenu d'identifier tous les textes réglementaires liés aux aspects de protection de l'environnement (eau, air, sols, bruit, végétation, faune, flore, déchets, nappes souterraines) et conformément aux Articles 4 et 6 du CCAG, la protection des personnes (droit du travail, peuples autochtones, normes d'exposition au travail, autres). L'Entrepreneur liste dans son Plan de Gestion Environnementale et Sociale des Travaux (PGES-Travaux) (tel que défini à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS) les textes, normes et autres contraintes réglementaires et précise les moyens mis en œuvre pour s'y conformer.

Document
planification ESSS

de Plan de Gestion Environnementale et Sociale des Travaux (PGES-Travaux)

L'Entrepreneur prépare, fait valider par le Maître d'Œuvre, exécute et met à jour un Plan de Gestion Environnementale et Sociale des Travaux (PGES-Travaux).

Le PGES-Travaux constitue le document unique de référence où l'Entrepreneur définit en détail l'ensemble des mesures organisationnelles et techniques qu'il met en œuvre pour satisfaire aux obligations des Spécifications ESSS.

L'Entrepreneur définit dans son PGES-Travaux le nombre, la localisation et le type de Zones d'Activités telles que définies à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS. Pour chacune des Zones d'Activités

identifiées, à moins que le Maître d'Œuvre n'en convienne autrement, l'Entrepreneur établit un Plan de Protection de l'Environnement (PPE). Le ou les PPE sont annexés au PGES-Travaux.

Le PGES-Travaux couvre toute la période qui s'étend de la date de signature du Marché à la date d'émission du Certificat de Bonne Fin par le Maître d'Ouvrage.

Sauf indication contraire du Maître d'Œuvre, le PGES-Travaux est écrit dans la langue de communication définie à l'Article 1.4 du CCAG.

La première version du PGES-Travaux est transmise par l'Entrepreneur au Maître d'Œuvre au plus tard 28 jours après la date de signature de l'Acte d'Engagement.

Aucun travail physique ou activité ne doit commencer sur une Zone d'Activités avant que le PGES-Travaux et que le PPE correspondant à la Zone d'Activités et annexé ne soient approuvés par le Maître d'Œuvre.

Pendant l'exécution des travaux, à chaque fois que le Maître d'Œuvre en donne l'instruction, le PGES-Travaux sera mis à jour par l'Entrepreneur et renvoyé au Maître d'Œuvre. La version révisée doit mettre en évidence les nouveaux éléments introduits dans le document.

Le PGES-Travaux (et le PPE) est structuré selon le plan spécifié dans l'Annexe 1 des Spécifications ESSS.

Gestion non-conformités	des	<p>En application de l'Article Erreur ! Source du renvoi introuvable., les non-conformités détectées au cours d'inspections réalisées par l'Entreprise ou le Maître d'Œuvre feront l'objet d'un traitement adapté à la gravité de la situation. Les non-conformités seront définies comme des divergences par rapport aux exigences de la réglementation en vigueur, des Spécifications ESSS, du</p>
----------------------------	-----	---

PGES, et du PGES-Travaux. Les non-conformités seront ainsi réparties en 4 catégories :

La Notification d'Observation, pour les non-conformités mineures. Ce niveau n'entraîne qu'une notification du Maître d'Œuvre au représentant de l'Entrepreneur, avec signature de Notification d'Observation préparée par le Maître d'Œuvre. La multiplication de Notifications d'Observation sur une Zone d'Activités, ou bien la non prise en compte de la Notification d'Observation par l'Entrepreneur, peut élever la Notification d'Observation au niveau de non-conformités de niveau 1.

La non-conformité de niveau 1 : pour les non-conformités qui présentent un risque modéré et non immédiat pour l'environnement, le social, la santé ou la sécurité ; la non-conformité est signifiée par écrit à l'Entrepreneur et devra être résolue dans un délai de cinq (5) jours. L'Entrepreneur adressera au Maître d'Œuvre le justificatif de résolution du problème. Après visite et avis favorable, le Maître d'Œuvre valide par écrit la clôture de la non-conformité. Dans tous les cas, toute non-conformité de niveau 1 non corrigée dans un délai d'un (1) mois sera élevée au niveau 2.

La non-conformité de niveau 2 : applicable à toute non-conformité qui présente un risque modéré immédiat ou aux conséquences importantes sur la santé, et/ou l'environnement, le social ou la sécurité. La même procédure que pour les non-conformités de niveau 1 est appliquée ; la résolution devra se faire dans un délai de trois (3) jours. Toute non-conformité de niveau 2 non corrigée dans un délai d'un (1) mois sera élevée au niveau 3.

La non-conformité de niveau 3 : applicable à toute non-conformité ayant entraîné un dommage pour la santé ou l'environnement ou présentant un risque élevé pour la santé, la sécurité l'environnement ou le social. Le niveau hiérarchique le plus élevé présent dans le pays des travaux, de l'Entrepreneur et du Maître

d'Œuvre sont informés immédiatement et l'Entrepreneur dispose de vingt-quatre (24) heures pour maîtriser la situation. En application de l'Article 14.7 du CCAP, une non-conformité de niveau 3 entraîne la suspension du paiement du décompte suivant jusqu'à résolution de la non-conformité. Si la situation l'exige, et conformément à l'Article 8.8 du CCAP, le Maître d'Œuvre pourra ordonner de suspendre les travaux dans l'attente de la résolution de la non-conformité.

Ressources affectées à la gestion environnementale Manager et superviseurs ESSS

En application de l'Article 4.18 du CCAG et en plus des dispositions de l'Article 6.7 du CCAG, l'Entrepreneur nomme deux Manager(s) Environnement, Social, Hygiène, Santé & Sécurité responsable(s) de la mise en œuvre des Spécifications ESSS (un pour les travaux sur la partie malienne et un pour les travaux sur la partie mauritanienne de la ligne). Ces Managers font partie du personnel-clé ESSS identifié dans l'Appel d'Offres, le cas échéant.

Les Managers ESSS sont basés de manière permanente sur la Zone d'Activités principale pour la durée entière des travaux, de la mobilisation dans le pays jusqu'à l'émission du Certificat de Réception.

Les Managers ont le niveau hiérarchique suffisant dans l'organisation de l'Entrepreneur pour arrêter les travaux si elle le juge nécessaire en cas de non-conformité de niveau 2 ou 3, et pour mobiliser les engins, personnels et équipements pour mettre en œuvre toute mesure de correction jugée nécessaire.

Les Managers ESSS s'expriment couramment dans la langue de communication du Marché et dans une langue officielle nationale du pays du Maître d'Ouvrage si la langue de communication du Marché n'en est pas une. Ils possèdent un diplôme d'études supérieures spécialisées dans une discipline adaptée à sa mission pour la conduite des travaux, une expérience générale significative

d'au minimum cinq (5) ans dans la définition et le suivi de la mise en œuvre de plan de gestion des impacts environnementaux et sociaux de chantiers de travaux, dont deux (2) dans des projets de transport d'énergie.

Des superviseurs ESSS sont nommés en nombre suffisant (deux (1 HSS et 1 Social) pour les travaux sur la partie malienne et quatre (2 HSS et 2 Social) pour les travaux sur la partie mauritanienne de la ligne) et sont le relais du Manager ESSS au sein des équipes de travail. Ils ont pour rôle de veiller à ce que les travaux soient conduits en conformité avec les Spécifications ESSS et d'alerter les Managers ESSS en cas de non-conformité.

Responsable des relations avec les parties prenantes extérieures

L'Entrepreneur nomme un responsable des relations avec les parties prenantes extérieures : communautés locales, autorités administratives et religieuses, autres acteurs. Si nécessaire, une équipe sera constituée.

Il se fait connaître dès le démarrage des travaux par les responsables administratifs des collectivités locales, qui disposent de ses coordonnées pour le contacter en cas de problème lié à la conduite des travaux ou au comportement du personnel de l'Entrepreneur, à l'intérieur ou à l'extérieur des Zones d'Activités.

L'équipe constituée des Manager et des Superviseurs ESSS, et du responsable des relations avec les parties prenantes extérieures est dotée de ressources garantissant une autonomie d'action (déplacements, bureautique, communication).

Inspection

En plus de ses propres inspections, les Managers ESSS réalisent une fois par semaine conjointement avec le Maître d'Œuvre une inspection ESSS des Zones d'Activités.

Chaque inspection hebdomadaire donne lieu à un compte-rendu écrit sous une forme approuvée par le Maître d'Œuvre, des

situations de non-conformité avec les Spécifications ESSS observées sur la ou les Zones d'Activités.

Les non-conformités sont illustrées visuellement par photographie numérique légendée de sorte que le lieu, la date de l'inspection et la non-conformité illustrée soient explicites.

Reporting

Dans le cadre du rapport d'avancement spécifié dans l'Article 4.21 du CCAG, l'Entrepreneur soumet mensuellement au Maître d'Œuvre un rapport d'activités ESSS résumant toutes les actions ESSS mises en œuvre pour la conduite des travaux durant la période précédente. Ce rapport d'activités est un document distinct de la mise à jour du PGES-Travaux selon la fréquence indiquée dans l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

Le rapport d'activités ESSS est établi exclusivement dans la langue de communication définie dans l'Article 1.4 du CCAG.

Conformément à l'Article 4.21 du CCAG, le rapport d'activités ESSS est soumis au plus tard 7 jours ouvrables après l'échéance du mois concerné. Il contient les informations suivantes :

Liste du personnel ESSS présents en fin de mois ;

Travaux réalisés pendant le mois ;

Inspections réalisées (localisation et fréquences) ;

Non-conformités détectées dans le mois et description de l'analyse des causes correspondantes et des mesures correctives mises en place ;

Description des actions réalisées pendant le mois pour remédier aux non-conformités et gérer les risques et impacts ESSS ;

Description des actions engagées avec les acteurs extérieurs aux travaux : populations riveraines, autorités locales, agences gouvernementales ;

Résultats du suivi des indicateurs suivants :

Qualité des effluents (Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), si applicable ;

Qualité de l'eau potable, si applicable ;

Production de déchets dangereux et non-dangereux ;

Emissions atmosphériques et de bruit, si applicable ;

Etat des Zones d'Activités (Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS)

Recrutements, nombre de postes et nombre d'heures de travail réalisées par le personnel local de l'Entrepreneur (Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS)

Statistiques Santé & Sécurité : conformément aux Articles 4 et 6 du CCAG, nombre d'accidents mortels, nombre d'accidents avec arrêt de travail, nombre d'accidents sans arrêt de travail, taux de fréquence d'accidents, maladies graves, fautes graves du personnel de l'Entrepreneur (fiche jointe en annexe du rapport d'activité, conformément à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS) ; y compris l'analyse des causes correspondantes et les mesures correctrices appliquées.

Le cas échéant, plaintes formelles ou informelles (couverture médiatique négative, grèves ou conflits sociaux, protestations, plaintes des communautés, d'ONG ou des travailleurs ou notification formelle des autorités, etc.) relatives aux risques et impacts ESSS des travaux ; y compris l'analyse des causes correspondantes et les mesures correctrices appliquées ;

Bilan des activités de formation (sujet, nombre et durée des sessions, nombre de participants) ;

Programme prévisionnel d'action ESSS pour le mois à venir.

Notification des événements ESSS

Le Maître d'Œuvre est informé, dans l'heure qui suit l'évènement, (i) de tout accident corporel grave sur un membre du personnel, un visiteur ou tout autre tiers, causé par la conduite des travaux ou le comportement du personnel de l'Entrepreneur, ou (ii) de tout dommage significatif à la propriété privée, ou (iii) de tout dommage significatif à l'environnement.

Le Maître d'Œuvre est informé, dès que possible, de tout accident lié à la conduite des travaux qui, dans des conditions légèrement différentes, aurait pu causer des lésions corporelles aux personnes, des dommages à la propriété privée ou à l'environnement.

Règlement intérieur

L'Entrepreneur établit un règlement intérieur pour les Zones d'Activités mentionnant les règles de sécurité, les interdictions d'abus de substance (se référer à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), les éléments sensibles de l'environnement entourant les Zones d'Activités, les dangers des MST dont le VIH/SIDA, et le respect des us et coutumes des populations et des relations humaines d'une manière générale.

Le règlement est affiché dans les diverses Zones d'Activités.

Il confirme l'engagement de l'Entrepreneur à la mise en œuvre des dispositions ESSS prévues au Marché.

Une présentation de ce règlement intérieur et des procédures associées est faite au nouveau personnel de l'Entrepreneur, ainsi qu'au personnel de l'Entrepreneur déjà en fonction, qui paraphent le document avant le démarrage physique des travaux sur les Zones d'Activités.

Conformément aux Articles 6.9 et 6.11 du CCAG, le règlement citera une liste de fautes graves qui doivent donner lieu, après récidive de la part du fautif et malgré la connaissance du règlement interne, à licenciement immédiat de la part de l'Entrepreneur, ou par le Maître d'œuvre si l'Entrepreneur n'agit pas diligemment ce sans préjudice des éventuelles poursuites judiciaires engagées par

l'autorité publique pour non-respect de la réglementation en vigueur :

Etat d'ébriété pendant les heures de travail,

Consommation de stupéfiants,

Propos et attitudes répréhensibles, harcèlement sexuel et moral,

Comportements violents,

Atteintes volontaires aux biens et intérêts d'autrui ou à l'environnement,

Négligences ou imprudences répétées ayant entraîné des dommages ou préjudices à l'environnement, à la population, aux biens, notamment en rapport avec les prescriptions de lutte contre la propagation des MST dont le VIH/SIDA,

Possession et/ou consommation de viande ou de tout autre partie animale ou végétale issue d'espèces protégées au sens de la Convention de Washington (CITES) et de la réglementation nationale.

Les fautes telles que proxénétisme, pédophilie, viol, coups et blessures, trafic de stupéfiants, pollution volontaire grave, commerce et/ou trafic de tout ou partie d'espèces protégées, donneront lieu à un licenciement immédiat dès la première constatation de la faute, en application du règlement intérieur et de la législation du travail en vigueur.

L'Entrepreneur établira une fiche pour chaque faute grave, dont copie sera remise au personnel de l'Entrepreneur concerné portant mention des dispositions prises pour mettre fin aux actes fautifs de la part du personnel de l'Entrepreneur concerné et pour attirer l'attention des autres membres du personnel de l'Entrepreneur sur le type de dérive constatée. Cette fiche sera transmise au Maître d'Œuvre en pièce jointe des rapports d'activités ESSS (voir

Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS).

Formation ESSS

L'Entrepreneur prépare un programme de formation et de renforcement des capacités de son personnel qu'il décrit dans le PGES-Travaux et documente chaque mois dans le rapport d'activités ESSS.

L'Entrepreneur détaillera également dans son programme de formation les actions et formations ESSS à destination de ses sous-traitants et des autres membres de son groupement d'entreprises le cas échéant.

Les formations sont structurées en deux groupes : les formations initiales reçues lors de la première intervention sur une Zone d'Activités, et les formations techniques requises pour la conduite des travaux.

Les formations initiales devant être données à chaque personnel de l'Entrepreneur doivent au minimum couvrir les sujets suivants :

Règlement intérieur et le code de bonne conduite ;

Règles de sécurité sur les Zones d'Activités ;

Protection des zones adjacentes aux Zones d'Activités ;

Risques liés aux maladies sexuellement transmissibles (Article 6.7 du CCAG) ;

Santé de base : lutte contre le paludisme (si présent), maladies hydriques, rôle de l'hygiène ;

Réactions en cas d'alerte et procédures d'évacuation.

Formations spécifiques :

Formation aux compétences requises pour travailler sur des tâches exigeant un permis de travail (Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS) ;

Formation du personnel aux premiers secours et au transport des blessés pour atteindre l'objectif fixé par l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS sur le nombre de secouristes par Zone d'Activités et par équipe ;

Aptitude à conduire en terrain accidenté.

L'Entrepreneur préparera, le cas échéant, un programme de sensibilisation pour les communautés locales adapté aux principaux risques les concernant en lien avec les travaux. Ce programme sera inclus dans le programme de formation décrit dans l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

Standards

L'Entrepreneur se conforme aux normes, standards et seuils applicables selon la réglementation du pays où les travaux sont exécutés conformément à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

L'Entrepreneur respecte également les normes, standards et seuils préconisés en matière ESSS par les institutions spécialisées internationales affiliées aux Nations Unies, décrites dans l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** En cas de divergence entre les normes internationales et les réglementations nationales, l'Entrepreneur doit satisfaire aux exigences les plus strictes.

Les Institutions spécialisées internationales affiliés aux Nations Unies objet de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS sont :

Banque Mondiale, dont l'IFC et ses Directives Environnementales, Sanitaires et Sécuritaires accessible à l'adresse <http://www.ifc.org/ehsguidelines>.

Sur des aspects non traités dans le document de l'IFC, les normes, valeurs guides, standards, seuils et concentrations de rejets les plus stricts des institutions suivantes s'appliqueront :

Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ;

Organisation Internationale du Travail (OIT) (en particulier, conformément aux dispositions des Articles 6.20, 6.21, 6.23 et 6.24 du CCAG) ;

Organisation Maritime Internationale (IMO).

Protection de l'environnement

Protection des zones adjacentes En application de l'Article 4.18 du CCAG, sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, l'Entrepreneur met en place, pendant toute la durée des travaux, les mesures de protection et méthodes de construction nécessaires pour ne pas affecter la végétation, les sols, les nappes d'eau souterraine et superficielles, la diversité biologique des espèces animales et végétales, le drainage naturel et la qualité des eaux des zones à l'intérieur des Zones d'Activités et des zones adjacentes. La protection générale des zones adjacentes est par ailleurs spécifiée dans les Articles 5.10 et 31 du CCAG.

Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres. Le remblayage de tout ou partie d'une zone humide est interdit, sauf s'il est établi que ces travaux résultent nécessairement des dispositions du Marché ou de prescriptions du Maître d'Œuvre.

A l'exception des voies d'accès ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, les limites des Zones d'Activités terrestres de moins de deux (2) hectares sont matérialisées par une clôture, un ruban ou un grillage sur l'ensemble du périmètre des installations. Pour les Zones d'Activités de superficie supérieure à deux (2) hectares, les limites sont physiquement délimitées au sol par un accès de ceinture, des panneaux ou tout autre signal ne laissant

aucune interprétation possible sur la localisation des limites de la Zone d'Activités.

Sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, l'Entrepreneur sélectionne les limites des Zones d'Activités à une distance d'au moins :

50 m de tout cours d'eau permanent et hors zone inondable,

300 m des équipements urbains sensibles (centre de santé, centres d'enseignement, approvisionnement en eau des populations),

200 m de toute habitation, et

300 m d'habitations pour le cas spécifique des travaux effectués avec explosifs.

Si l'emprise des ouvrages objets des travaux du Marché ne respecte pas les distances mentionnées aux situations b) à d) de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, l'Entrepreneur réalise, sauf accord du Maître d'Œuvre sur des modalités différentes, un constat d'huissier assermenté des biens immobiliers situés autour des limites des Zones d'Activités dans un rayon égal à celui spécifié dans les paragraphes b) à d) de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS. Le constat d'huissier assermenté est réalisé et transmis au Maître d'Œuvre avec le PPE.

Sélection des zones d'emprunts, de déblai et des accès aux Zones d'Activités

L'Entrepreneur soumet à l'accord préalable du Maître d'Œuvre, dans le cadre du ou des PPE (prévu à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) le choix des terrains dont il a besoin comme (i) zones d'emprunt ou d'excavation de tout matériau nécessaire à la construction, (ii) lieux de dépôt de déblais en excédent, ou dépôt de gravats issus de travaux de démolition.

Les accès aux Zones d'Activités sont localisés sur plan et approuvés par le Maître d'Œuvre avant démarrage des travaux correspondants.

Effluents

Les effluents sont constitués de tout rejet liquide, infiltrations comprises, issus des Zones d'Activités véhiculant une charge polluante (dissoute, colloïdale ou particulaire).

Une charge est polluante en un composant organique ou chimique donné lorsqu'elle dépasse les seuils admissibles reconnus pour ce composant selon les dispositions de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

S'il n'existe pas de seuil reconnu conformément à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, l'Entrepreneur doit apporter la preuve de leur innocuité.

Aucun effluent n'est rejeté par l'Entrepreneur dans les cours d'eau, les sols, les plans d'eau et les eaux marines sans qu'un traitement préalable et sans que des mesures de suivi de l'efficacité de ce traitement, ne garantissent l'absence de charge polluante.

L'Entrepreneur réalise, ou fait réaliser à sa charge, le suivi de la qualité des effluents en application de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS. Dans le premier cas, l'Entrepreneur dote en compétence et en équipement le Manager ESSS pour la mesure in situ et l'analyse en laboratoire des paramètres de suivi. Dans le second cas, l'Entrepreneur établit un contrat de sous-traitance avec une société accréditée par l'autorité nationale pour cette activité.

Les paramètres physico-chimiques objets du suivi de qualité de l'effluent sont ceux listés dans la réglementation applicable, selon les dispositions de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS. Ils sont validés préalablement par le Maître d'Œuvre.

L'Entrepreneur liste, localise, caractérise (débit, qualité attendue, fréquence de rejet) toutes les sources d'effluents et les points

d'exutoire dans le milieu naturel dans le(s) Plan(s) de Protection de l'Environnement de la Zone d'Activités.

Tous les mois, l'Entrepreneur soumet au Maître d'Œuvre un rapport de suivi des effluents dans lequel sont documentés, pour chaque point de rejet d'effluent : (i) les débits moyens rejetés, (ii) les fréquences et durées de rejet durant le mois écoulé, et (iii) la qualité physico-chimique de l'effluent rejeté, pour les paramètres de conformité spécifiés dans l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**.

Cas particulier des ruissellements

Les ruissellements désignent l'écoulement des eaux de pluies à la surface des sols et autres surfaces techniques des Zones d'Activités.

Dans le cadre du marché, les ruissellements sont considérés comme effluents et seront traités conformément à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, sauf démonstration contraire documentée et justifiée par l'Entrepreneur, et validée par le Maître d'Œuvre.

Une attention particulière sera portée sur les plateformes où sont installés les groupes électrogènes, les dépôts de carburants, les stations de ravitaillement en hydrocarbures, et les centrales à béton (couverture, confinement, décantation, neutralisation du pH).

Emission dans l'air & poussière

Les émissions sont constituées de tout rejet dans l'air de substances solides, aérosols, ou gazeuses, de rayonnements, d'énergies, que les sources soient ponctuelles (par exemple, cheminée d'une unité d'incinération) ou diffuses (par exemple poussières soulevées par les camions).

L'Entrepreneur utilise des équipements et adopte des méthodes de construction et de transport qui n'émettent pas dans l'atmosphère des charges polluantes supérieures aux seuils préconisés dans la réglementation applicable, selon les dispositions de

l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

La flotte de véhicules et les équipements émetteurs de gaz de combustion sont entretenus selon la fréquence et la méthode spécifiées par le constructeur.

L'Entrepreneur documente les carnets d'entretien de sa flotte de véhicules, d'engins et d'équipements. Les carnets seront rédigés dans la langue de communication définie dans l'Article 1.4 du CCAG ou dans une autre langue ayant reçu l'accord du Maître d'Œuvre, et seront mis à la disposition du Maître d'Œuvre.

Sur les routes non revêtues utilisées par les véhicules et engins de l'Entrepreneur,

L'Entrepreneur met en œuvre des mesures d'abattement de la poussière soulevée au passage de ses véhicules ou engins à la traversée des zones sensibles et sur les voies de circulation internes aux Zones d'Activités.

L'Entrepreneur met en œuvre les mesures nécessaires, telles que décrites dans le PGES-Travaux, pour éviter ou limiter le soulèvement de poussières : raclage de la poussière, arrosage régulier, limitation de la vitesse des véhicules de l'Entrepreneur telle qu'encadrée par l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

Pour le stockage, la manipulation et le transport de matériaux en vrac faits à l'air libre et exposés au vent, l'Entrepreneur met en œuvre des mesures d'abattement de la poussière, comprenant une ou plusieurs des techniques suivantes : enherbement de la surface, humidification de la surface, ou couverture des camions.

Bruit & vibrations

L'Entrepreneur utilise des équipements et adopte des méthodes de construction et de transport qui n'émettent pas dans l'atmosphère de nuisances sonores supérieures aux seuils préconisés dans la réglementation applicable, selon les dispositions de

l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

Sauf disposition contraire dans le Marché ou sauf dérogation validée par le Maître d'Œuvre, les travaux bruyants (par exemple, battage de pieux, tirs, déroctage, forages, percussion) pouvant impacter des lieux de réception sont interdits la nuit et ont lieu les jours ouvrables (un lieu de réception est toute forme d'occupation humaine nocturne, par exemple, base-vie, habitation, hôtel, centre de santé).

Le trafic nocturne de véhicules lourds est encadré par l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

Déchets

L'Entrepreneur est responsable de l'identification, de la collecte, du transport et du traitement de tous les déchets produits sur les Zones d'Activités par sa main d'œuvre, ses sous-traitants et les visiteurs.

La gestion des déchets doit se faire selon la hiérarchie suivante : prévention de la production de déchets, réutilisation, recyclage et élimination. L'Entrepreneur sélectionne des fournisseurs ayant une politique volontaire et documentée de minimisation des volumes et poids des emballages, et de sélection de conditionnements recyclables ou biodégradables.

L'Entrepreneur maintient, et tient à la disposition du Maître d'Œuvre, un registre de suivi de tous ses déchets. Ce registre de suivi trace l'ensemble des opérations relatives à la gestion des déchets : production, collecte, transport, traitement. Il documente les aspects suivants :

La nature du déchet en utilisant la nomenclature spécifiée à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS ;

La quantité du déchet ;

Le nom et l'adresse de l'installation vers laquelle le déchet est expédié ou de la personne ayant pris possession des substances ayant cessé d'être des déchets ;

Le nom et l'adresse du ou des transporteurs ;

Le type du traitement qui va être opéré.

L'Entrepreneur conserve et maintient à la disposition du Maître d'Œuvre les bordereaux d'enlèvement, de réception, de traitement et/ou élimination des déchets.

Le registre de suivi des déchets est disponible dès la mobilisation de l'Entrepreneur sur toute Zone d'Activités. Il est conservé pendant au moins un (1) an après l'émission du Certificat de Réception des Ouvrages.

L'Entrepreneur met en place une gestion distincte de ses déchets en fonction de leur dangerosité pour la santé humaine ou l'environnement naturel. Il distingue sur les Zones d'Activités et dans les documents de suivi, trois catégories de déchets :

Les déchets dangereux : tout déchet qui présente une ou plusieurs des propriétés de danger énumérées à l'Annexe 2 des Spécifications ESSS ;

Les déchets non dangereux : tout déchet qui ne présente aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux. Un déchet non dangereux souillé par un produit dangereux est considéré comme un déchet dangereux, sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre ;

Déchet inerte : tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière

susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine.

L'Entrepreneur examine, documente et met effectivement en œuvre les possibilités locales de recyclage ou de réutilisation de ses déchets.

Les déchets sont catégorisés et stockés séparément avant enlèvement hors des Zones d'Activités, selon leur dangerosité, leur état (liquide, solide, gazeux), la filière de traitement, et selon leur potentiel de recyclage ou de réutilisation.

Sur chaque Zone d'Activités, les déchets sont collectés au fur et à mesure de leur production et déposés dans des emplacements transitoires répondant aux critères suivants :

Distants de plus de 100 m de toute zone sensible naturelle et de plus de 500 m de toute zone sensible humaine (école, marché, centre de santé, puits d'eau ou captage), à l'exception des poubelles dans les bases vie ;

Protégés des mouvements d'engins et de véhicules, mais facilement accessibles pour un enlèvement régulier ;

Terrain plat, imperméable aux infiltrations ;

Sous abri couvert lorsque le déchet n'est pas inerte ;

Equipé de contenants adaptés en capacité, en étanchéité et en résistance à la dangerosité et à l'état (solide, liquide, gazeux) du déchet ;

Pour les déchets liquides, entourés d'une capacité de rétention secondaire au moins égale à la plus grande des deux valeurs suivantes (i) 100% de la capacité du plus grand réservoir, et (ii) 50% de la capacité globale des réservoirs associés ;

Pour les déchets dangereux, selon les dispositions de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

L'enlèvement des déchets depuis les Zones d'Activités vers les lieux de recyclage, traitement ou de mise en dépôt se fait régulièrement. La fréquence de l'enlèvement, proposée par l'Entrepreneur et approuvée par le Maître d'Œuvre, doit garantir :

l'absence de débordement des contenants.

l'absence de nuisances olfactives ou d'émissions dangereuses pour la santé humaine.

l'absence de prolifération d'insectes, rongeurs, chiens et autres animaux nuisibles ou dangereux pour la santé humaine.

un nettoyage régulier des contenants et des plateformes sur lesquelles les contenants sont disposés.

Sauf disposition contraire dans le marché, ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, l'incinération des déchets sur le ou les Zones d'Activités est interdite, à l'exception des déchets médicaux et des déchets forestiers conformément aux Articles **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre.

La prise en charge des déchets par un prestataire extérieur doit être précédée d'une inspection documentée de ses installations de traitement, recyclage ou bien de mise en dépôt, par l'Entrepreneur, garantissant l'application des dispositions sur les déchets des Spécifications ESSS.

En application de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, toute prise en charge du traitement ou de l'évacuation des déchets par un prestataire extérieur est soumise aux mêmes dispositions que celles applicables à l'Entrepreneur. Le Maître d'Œuvre se réserve le droit de visiter les installations du prestataire extérieur et d'en refuser l'utilisation à l'Entrepreneur si les conditions de traitement ne sont pas jugées acceptables.

Le traitement des déchets non dangereux de l'Entrepreneur doit répondre aux conditions suivantes :

Les déchets inertes sont évacués ou traités sur place et peuvent faire l'objet de dépôts permanents ou temporaires constitués par les déblais inutilisés. L'emplacement, la capacité et les mesures de protection de l'environnement, en particulier des cours d'eau, mises en œuvre par l'Entrepreneur ou le prestataire sous-traitant, seront décrits dans le PPE et validés par le Maître d'Œuvre.

Les déchets non dangereux non recyclés sont soit évacués par une filière existante, soit enfouis. En cas d'enfouissement, le site doit répondre aux critères suivants :

Etanchéifié sur ses parois et sur le fond par la mise en place d'une géomembrane ou par une couche d'argile compactée de perméabilité inférieure à 10^{-7} cm/s.

Drainé pour la récupération des lixiviats qui sont acheminés vers un système de lagunage pour traitement aérobique/anaérobique avant rejet dans le milieu extérieur ou stockés temporairement pour enlèvement régulier et transfert vers une installation de traitement (fosse septique ou station d'épuration).

Compacté régulièrement et recouvert par de la terre pour limiter odeurs et prolifération d'insectes.

lorsque le site est plein, mise en place d'évents pour l'évacuation des gaz, recouvrement par géomembrane d'épaisseur minimum 1 mm ou couche d'argile compactée avant recouvrement final par 1.5 m de terre végétale à revégétaliser.

Toute autre proposition doit être préalablement validée par le Maître d'Œuvre.

Les déchets dangereux de l'Entrepreneur sont pris en charge par un prestataire spécialisé, disposant de l'accréditation réglementaire, à

jour, pour l'exercice de ce type d'activité, desservie par les autorités nationales compétentes.

En absence de filière existante pour les déchets dangereux répondant aux dispositions de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, l'Entrepreneur met en œuvre les mesures suivantes :

Les Déchets médicaux sont incinérés dans une installation spécifiquement fabriquée et agréée à cet effet. L'Entrepreneur soumet les spécifications techniques de l'installation au Maître d'Œuvre avant import ou acquisition de l'équipement.

Les hydrocarbures, lubrifiants, peintures, solvants, batteries sont conditionnés dans des fûts et transportés dans la capitale, ou toute autre ville disposant des installations de traitement adaptées, pour traitement. Le même traitement est réservé aux boues de curage des bassins de décantation, de fosses septiques, ou des déshuileurs.

Les sols pollués durant la construction ou issus de la démolition, et les boues de forage sont traités, stabilisés et enfouis selon une méthode et dans un site soumis à l'accord préalable du Maître d'Œuvre. L'Entrepreneur obtient l'accord des autorités locales compétentes avant toute action d'enfouissement.

Le traitement de tout autre déchet dangereux est soumis à approbation préalable du Maître d'Œuvre.

Avant l'émission du Certificat de Réception des Ouvrages, l'Entrepreneur documente les conditions de traitement des déchets dangereux enfouis dans un site autre que celui d'un prestataire agréé, incluant un plan de localisation de ces installations. Ce document est transmis aux autorités locales compétentes où est localisé le site d'enfouissement.

Défrichement de la végétation	L'Entrepreneur décrit dans le PGES-Travaux les méthodes et le calendrier de défrichement de la végétation prévus. Un accord
-------------------------------	---

spécifique du Maître d'Œuvre et une autorisation par les Services des Eaux et Forêts sont requis avant tous travaux de défrichement.

Le défrichement par méthode chimique est interdit.

Le défrichement par bulldozer n'est pas accepté à moins de 30 m de zones notifiées comme sensibles par le Maître d'Œuvre ; seul le défrichement manuel sera autorisé dans ces zones.

Sauf disposition contraire dans le Marché, ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, le défrichement par le feu n'est pas autorisé, à l'exception de la combustion des déchets forestiers dans les lieux, et selon une méthode et un calendrier, préalablement approuvés par le Maître d'Œuvre.

Les zones défrichées en amont des travaux de terrassement sont cartographiées sur plan à une échelle minimum de 1/10000e. Les plans sont soumis au Maître d'Œuvre pour validation préalable au démarrage du défrichement.

L'Entrepreneur délimite physiquement sur le terrain, selon une méthode approuvée par le Maître d'Œuvre, les limites de chaque zone à défricher.

Les arbres ne devant pas être coupés sont identifiés en lien avec le Maître d'Œuvre et les Services des Eaux et Forêts compétents. Les arbres sont marqués à la peinture en conséquence et protégés contre les engins de défrichement selon une méthode approuvée par le Maître d'Œuvre.

Les opérations de défrichement se font sans dommages aux zones adjacentes non défrichées : la terre végétale est entreposée dans le périmètre défriché et en bordure de zone de défrichement, les arbres sont abattus vers l'intérieur de la zone.

Bois de valeur commerciale

Lors du défrichement, l'Entrepreneur sépare et entrepose d'un côté les troncs de diamètre à hauteur de poitrine supérieur à la taille

fixée par le Maître d'Œuvre, et de l'autre les troncs de diamètre inférieur, branches, feuilles, souches et racines.

Sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre lors de la validation des plans de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS ou sauf réglementation nationale contraire, les troncs d'arbres de diamètre supérieur à celui fixé par le Maître d'Œuvre sont mis à la disposition des communautés locales, selon les modalités définies par le Maître d'Œuvre.

Biodiversité

L'Entrepreneur s'assure que tout son personnel est informé de l'importance de protéger la faune et la flore. Les sessions d'information et de sensibilisation seront documentées.

L'Entrepreneur s'assure que tout son personnel est informé des procédures en cas de rencontre fortuite avec la faune sauvage. Les sessions d'information et de sensibilisation seront documentées.

L'Entrepreneur définit dans le PGES-Travaux la méthode pour la gestion de la faune et la flore avant les activités de défrichage et terrassement. Cette méthode doit notamment aborder le calendrier des travaux, qui peut parfois être ajusté pour limiter les impacts sur la faune et la flore.

Si possible, les zones seront défrichées d'un côté à l'autre, ou depuis le centre vers l'extérieur, pour éviter que les animaux soient piégés.

Le personnel de l'Entrepreneur ne devra pas approcher, blesser, capturer, posséder, nourrir, transporter, élever ou faire du commerce d'animaux sauvages, ni ne devra ramasser des œufs pendant le travail sur les Zones d'Activités.

Le personnel de l'Entrepreneur ne devra pas ramasser des espèces de la flore pendant le travail sur les Zones d'Activités.

L'Entrepreneur reporte au Maître d'Œuvre toute observation ou découverte d'animaux sauvages blessés ou morts.

L'Entrepreneur devra protéger les excavations avec des clôtures temporaires pour éviter toute blessure aux animaux.

L'Entrepreneur devra libérer immédiatement tout animal piégé non blessé.

L'Entrepreneur ne devra pas altérer les habitats naturels en dehors des Zones d'Activités.

L'Entrepreneur utilise seulement les routes et voies désignées et appliquera les limites de vitesse.

L'Entrepreneur ne déclenchera pas de feux de forêts

L'Entrepreneur n'introduira pas d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE).

Toute machine de construction importée de l'étranger devra être inspectée pour détecter les EEE de flore, et lavée avant son usage dans les Zones d'Activités.

Si la présence de terre superficielle contaminée par des EEE est détectée, cette terre sera stockée ou réutilisée seulement dans la zone où elle a été prélevée.

En cas de terrassements dans des zones contaminées par des EEE, les véhicules devront être lavés avant leur transfert dans d'autres zones

Si le suivi indique la présence d'EEE de flore, des mesures de contrôle seront planifiées (par exemple, fauchage, arrachage manuel, et application manuelle d'herbicides, etc.). Les méthodes utilisées pour contrôler ou empêcher ces espèces ne devront pas causer d'effets indésirables sur l'environnement ou les communautés.

Pour limiter le risque d'introduction d'espèces marines invasives, l'Entrepreneur contrôlera l'eau de lestage et les systèmes antisalissure des bateaux provenant d'autres bio-régions,

conformément aux conventions et directives de l'Organisation Maritime Internationale (OMI).

Erosion
sédimentation

et Sur toutes les Zones d'Activités, l'Entrepreneur planifie les travaux de terrassement, et optimise la gestion de l'espace, de sorte que soient minimisées les surfaces défrichées et exposées à l'érosion des sols.

Terre végétale

En l'absence d'indication contraire du Maître d'Œuvre, les terres végétales sont constituées des 25 premiers centimètres du sol.

Les travaux de terrassement pour l'occupation temporaire d'une Zone d'Activités sont précédés par le décapage des terres végétales et leur mise en dépôt séparée des terres stériles sous-jacentes.

Le stockage de la terre végétale se fait selon des dispositions approuvées par le Maître d'Œuvre permettant leur réutilisation pour la remise en état de la Zone d'Activités.

La remise en état doit se faire conformément aux dispositions de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Drainage et traitement des eaux de ruissellement

La pente des Zones d'Activités permet le drainage et la collecte des eaux de pluie sur l'ensemble de sa superficie, sans points de stagnation, vers un ou plusieurs points de rejet.

Les eaux de pluies ainsi collectées font l'objet d'un traitement par décantation pour abattre la teneur en matières en suspension, complété par un dispositif de déshuilage si la Zone d'Activités est utilisée pour le parking, le stockage, l'installation ou l'entretien de véhicules, engins, ou équipements avec moteur thermique.

Le traitement des eaux pluviales est dimensionné, curé et accessible pour permettre d'atteindre les objectifs de qualité fixés à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS et d'en mesurer l'efficacité.

Barrières à sédiments

L'Entrepreneur met en place des barrières à sédiments pour ralentir l'écoulement des eaux et filtrer les sédiments sur les Zones d'Activités dont (i) les pentes sont supérieures à 20%, et/ou dont (ii) les terrains perturbés par les travaux ou les matériaux stockés sont vulnérables à l'érosion.

Les barrières à sédiments sont posées dans la pente ou à la base de celle-ci, pour protéger le drainage naturel d'une sédimentation supérieure aux conditions sans travaux. Elles respectent les principes suivants :

Fabriquées en géotextile ou ballots de paille ou tout autre moyen préalablement approuvé par le Maître d'Œuvre

Mises en place avant le début des travaux et le décapage des sols. Elles peuvent servir à délimiter des zones de travail

Installées, nettoyées, entretenues et remplacées selon les recommandations du fabricant.

La superficie de drainage ne dépasse pas 1000 m²/30 m de barrière, la longueur de pente derrière la barrière est inférieure à 30 m, non utilisées pour des débits supérieurs à 30 l/s.

Lors des opérations de dragage de sédiments marins, sauf disposition contraire dans le Marché, ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre notamment si la zone de travail est exposée aux courants marins, l'Entrepreneur met en place un rideau anti-dispersant en géotextile ou autre technique approuvée par le Maître d'Œuvre et permettant de contenir les nuages turbides.

Déblais et dépôts de matériaux

Dans les PPE de ces zones de dépôts temporaires et permanents, l'Entrepreneur décrit les dispositions envisagées (hauteur, pente, drainage, végétalisation, etc.) pour garantir la stabilité et la résistance à l'érosion.

Pour les dépôts permanents de déblais, le déblai sera en plus mis en forme et compacté afin d'assurer sa stabilité à long terme.

Les dépôts de matériaux temporaires susceptibles de subir une forte érosion (durée de stockage, saison des pluies, présence d'enjeux à l'aval, etc.) feront l'objet d'une protection par revégétalisation à l'aide d'espèces herbacées à développement rapide, soit par semis direct, soit par ensemencement hydraulique, afin de protéger le dépôt contre l'érosion, ou alternativement par toute autre technique de matelas naturel anti-érosion préalablement approuvée par le Maître d'Œuvre.

Remise en état

Sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, l'Entrepreneur remet en état toutes les Zones d'Activités ayant été perturbées par les travaux, avant la réception provisoire des travaux, accès compris.

Après enlèvement de toutes structures bâties, fabriquées ou bien enfouies (par exemple, conduite ou fosse septique) selon les dispositions de l'Article 4.23 du CCAG et évacuation des déchets ou gravats selon les dispositions de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, l'Entrepreneur remet en état les Zones d'Activités selon les dispositions suivantes.

Les terrains sont modelés de sorte que le drainage des eaux de ruissellement s'effectue sans érosion de sols ni stagnation des eaux. Sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, la pente des Zones d'Activités (hors remblais encadrés par l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS) après remise en état est égale à celle des terrains adjacents non perturbés.

Les Zones d'Activités remises en état ne doivent plus représenter une source de danger ou de risque pour les personnes. Les abords des fronts de taille sont signalés avec des panneaux permanents en béton. Les trous sont rebouchés, les éléments coupants, blessants, ou instables sont rendus inoffensifs.

Sauf disposition contraire dans le Marché, ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, la revégétalisation de toutes les Zones d'Activités perturbées par les travaux est à la charge de l'Entrepreneur.

La terre végétale stockée lors des travaux de terrassement initiaux conformément à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, doit être étalée uniformément sur les zones dégagées. Les sols des Zones d'Activités compactés doivent être ameublis sur leur surface par scarification (ratissage ou autres méthodes acceptables).

L'Entrepreneur décrit dans le PGES-Travaux les méthodes, espèces et origine des plants ou graines, calendrier des activités calées sur la réception progressive des Zones d'Activités, qu'il prévoit de mettre en œuvre pour la revégétalisation durable des Zones d'Activités.

Le Maître d'Œuvre donne son accord préalable sur les espèces et l'origine des graines ou des plants proposées par l'Entrepreneur. Les espèces utilisées pour la revégétalisation doivent être adaptées aux conditions environnementales locales, et sélectionnées en fonction de l'action de remise en état ciblée : stabilisation des remblais, paysagère, drainage, pouvoir couvrant contre l'érosion, autre.

La revégétalisation est mise en œuvre tout au long de la période de construction, et non limitée à la restauration des Zones d'Activités en phase d'achèvement des travaux.

Documentation de l'état des Zones d'Activités	L'Entrepreneur documente à l'aide de photographies en couleur, datées et géo-référencées la situation de toutes les Zones d'Activités, depuis un point de vue et selon un angle, constants, du démarrage des travaux jusqu'à l'émission du Certificat de Bonne Fin.
---	---

La situation des Zones d'Activités est ainsi documentée au minimum aux étapes suivantes :

Avant perturbation des Zones d'Activités au démarrage des travaux ;

Après les travaux mais avant le démarrage des activités de remise en état ;

Après les activités de remise en état, et le cas échéant de revégétalisation, et avant l'émission du Certificat de Réception des Ouvrages ;

Après la fin de la période de la Période de Garantie et avant l'émission du Certificat de Bonne Fin.

La liste et couverture des points de vue, la méthode de prise de vue et d'archivage des photographies seront précisées par l'Entrepreneur dans le PGES-Travaux.

Les zones adjacentes (100m des limites de la Zone d'Activités) sont incluses dans les prises de vue.

Sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, la construction des ouvrages enterrés est documentée par des clichés photographiques à intervalles réguliers jusqu'à leur recouvrement, au minimum deux fois pour les travaux d'une durée inférieure à 7 jours, et au moins une fois par semaine pour les travaux d'une durée supérieure.

Les prises de vue encadrées par le présent Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** sont archivées sur support numérique et transmises tous les mois au Maître d'Œuvre, conformément à l'Article 4.21 du CCAG – Rapports d'Avancement.

La nomenclature des fichiers électroniques des photographies doit explicitement informer sur la Zone d'Activités, la date et l'ouvrage documenté.

Plan de santé et de sécurité

En application des Articles 4 et 6 du CCAG, l'Entrepreneur décrit son organisation Santé et Sécurité dans le PGES-Travaux, section Plan Santé & Sécurité (Section 7 du PGES-Travaux, tel que décrit en Annexe 1 des Spécifications ESSS), en conformité avec son système de management Hygiène, Santé & Sécurité (SM-HSS).

Conformément à l'Article 6 du CCAG, le plan identifie et caractérise :

tous les risques de sécurité et de santé liés à la conduite des travaux, en identifiant les risques spécifiques liés au genre ;

les mesures de prévention et de protection contre les risques prévues pour la conduite des travaux, en distinguant, le cas échéant, les mesures concernant les hommes et les femmes,

les ressources humaines et matérielles impliquées,

les travaux nécessitant des permis de travail, et

les plans d'urgence à mettre en œuvre en cas d'accident.

En outre, ce Plan Santé & Sécurité décrit les modalités de formation des travailleurs sur les aspects santé et sécurité.

L'Entrepreneur met en œuvre les mesures de prévention, protection et de suivi décrites dans le Plan Santé & Sécurité.

Réunions
hebdomadaires
quotidiennes

et L'Entrepreneur organise, au minimum une fois par semaine ou selon une autre fréquence approuvée par le Maître d'Œuvre, une réunion santé et sécurité par Zone d'Activités où s'exerce une activité, avec tous les salariés affectés à cette Zone d'Activités. Les accidents et incidents dans la semaine écoulée sont décrits et le retour d'expérience valorisé. Les actions d'amélioration sont identifiées, documentées, et évaluées jusqu'à leur résolution. Le Maître d'Œuvre est invité à participer à chacune des réunions santé et sécurité. Il est destinataire de leurs comptes rendus.

L'Entrepreneur organise, par équipe, quotidiennement ou selon une autre fréquence approuvée par le Maître d'Œuvre, avant le

démarrage des activités, un point santé et sécurité sur toutes les Zones d'Activités où une activité a lieu. La réunion établit les risques santé et sécurité associés avec les tâches et activités de la journée et les mesures de prévention et protection. Les comptes rendus de ces réunions seront conservés.

Equipements et normes d'opération Les installations et équipements utilisés par l'Entrepreneur sont installés, entretenus, révisés, inspectés et testés en conformité avec les recommandations du fabricant ou du constructeur. Ces recommandations sont disponibles dans la langue de communication définie dans l'Article 1.4 du CCAG (ou autre langue approuvée par le Maître d'Œuvre).

L'Entrepreneur liste et décrit dans le Plan Santé & Sécurité les standards nationaux et internationaux, guides et codes de pratiques de l'industrie, suivis pour la conduite des travaux.

Permis de travail Sauf disposition contraire dans le Marché, ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, les travaux nécessitant des permis de travail sont définis dans le Plan Santé & Sécurité. Les permis seront documentés et enregistrés.

L'Entrepreneur met en place une procédure de permis de travail encadrant les mesures de sécurité propres aux activités de la Zone d'Activités avant de débiter les travaux. Cette procédure est soumise à la validation du Maître d'Œuvre.

Equipement de protection individuelle L'Entrepreneur a obligation de s'assurer que tout personnel, visiteur ou autre entrant dans une Zone d'Activités, est équipé des équipements de protection individuelle (EPI) en conformité avec les normes et pratiques spécifiées dans l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

L'Entrepreneur décrit dans le Plan Santé & Sécurité les EPI prévus par Zone d'Activités et par activité, ainsi que la norme de fabrication.

Au minimum, le personnel et les visiteurs des Zones d'Activités portent un casque de sécurité, des chaussures de sécurité et un gilet réfléchissant.

Les EPI sont disponibles sur les Zones d'Activités, en quantité suffisante et dans des conditions de stockage adaptées à leur usage, pour garantir les dispositions de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

Le personnel de l'Entrepreneur est formé à l'utilisation et l'entretien des EPI et le Maître d'Œuvre doit pouvoir obtenir les comptes rendus de formation.

Matières dangereuses

Une matière est dangereuse si elle possède une ou plusieurs propriétés qui la rendent dangereuse telle que définie dans l'Annexe 2 des Spécifications ESSS L'Entrepreneur identifie et gère les matières dangereuses qu'il prévoit d'utiliser sur la ou les Zones d'Activités de la manière décrite dans le présent Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Les risques, les mesures de prévention de ces risques, et les mesures de protection contre ces risques sont détaillés dans le Plan Santé & Sécurité.

L'évaluation de l'impact de la toxicité de substances dangereuses sur les fonctions reproductives des femmes et hommes doit être prise en compte.

Tout approvisionnement ou utilisation de matière dangereuse est soumis à l'autorisation préalable du Maître d'Œuvre.

L'Entrepreneur obtient tous les accords ou licences nécessaires auprès des autorités locales pour le stockage et l'utilisation des matières dangereuses. Une copie de ces autorisations est transmise au Maître d'Œuvre.

L'Entrepreneur met en œuvre pour chaque produit dangereux utilisé sur les Zones d'Activités, les recommandations décrites (i) dans les fiches de données de sécurité de chaque produit et (ii) par

le Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques des Nations Unies concernant les produits chimiques dangereux utilisés.

Une copie des fiches de données de sécurité est maintenue sur la Zone d'Activités, à disposition du personnel. Le personnel de l'Entrepreneur est sensibilisé aux risques santé et sécurité liés aux matières dangereuses. L'Entrepreneur remet au Maître d'Œuvre une copie de l'ensemble des fiches de données de sécurité et des comptes rendus de formation.

Stockage des produits dangereux

Les lieux de stockage sont conçus et aménagés par l'Entrepreneur en tenant compte non seulement des propriétés physico-chimiques des produits, mais aussi des types de contenants qui y seront entreposés, du nombre de personnes devant y avoir accès, des besoins en ventilation, de la quantité de produits consommée et des réactions chimiques potentielles avec d'autres substances (voir Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS).

Conformément à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, l'Entrepreneur anticipe les besoins liés au stockage des déchets dangereux en vue de leur élimination.

L'utilisation des lieux de stockage de produits dangereux est soumise à des règles strictes, dont l'application est contrôlée régulièrement par le Manager ESSS nommé conformément à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS. Ces règles comprennent au minimum :

Limiter l'accès au stockage aux seules personnes formées et autorisées ;

Tenir à jour un état du stock ;

Subordonner le stockage d'un produit chimique à l'existence de sa fiche de données de sécurité réglementaire et de son étiquetage ;

Mettre en place un classement rigoureux et connu (affichage d'un plan, interdiction d'entreposer des emballages volumineux ou lourds en hauteur, pas d'entreposage d'outillage et de matériel dans le local de stockage de produits chimiques) ;

Respecter les dates de péremption de produits et mettre en place une procédure d'élimination des produits inutiles ou périmés ;

Interdire l'encombrement des voies d'accès, des issues et équipements de secours.

Les lieux de stockage doivent être clairement identifiés par des panneaux d'avertissement à l'entrée. L'Entrepreneur appose également un affichage du plan de stockage (localisation des différents produits, capacité maximale), un récapitulatif de l'étiquetage des produits entreposés et le rappel des incompatibilités éventuelles.

Les produits chimiques pouvant réagir les uns avec les autres (provoquant des explosions, des incendies, des projections ou des émissions de gaz dangereux) doivent être séparés physiquement.

Les produits réagissant violemment avec l'eau doivent être entreposés de façon à ce que tout contact avec de l'eau soit impossible, même en cas d'inondation.

Les produits inflammables doivent être stockés à part dans une enceinte dédiée et constamment ventilée.

Les locaux de stockage de produits dangereux en quantités importantes sont isolés des autres bâtiments, afin d'éviter la propagation d'un incendie qui s'y déclarerait. Ils sont bâtis à l'aide de matériaux durs et incombustibles et munis de systèmes d'évacuation et de lutte contre le feu appropriés. L'accès au local est facile, permettant une évacuation rapide en cas d'accident. L'installation électrique est réduite au minimum indispensable à

l'intérieur du local, un éclairage suffisant (300 lux) est à prévoir à l'aplomb des accès.

Des capacités de rétention sont prévues par catégorie de produits. Chaque lieu de stockage de produit dangereux est lui-même en rétention générale. Un produit absorbant approprié aux produits stockés (neutralisant, incombustible) doit être disponible dans le lieu de stockage, afin de récupérer fuites et gouttes de produits.

L'Entrepreneur met en œuvre des mesures pour maintenir la température du lieu de stockage des produits dangereux à un niveau approprié pour éviter toute dégradation des conditionnements.

Planification des situations d'urgence Le plan d'urgence requis au titre de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS couvre au minimum les situations d'urgence suivantes :

Feu ou explosion ;

Défaillance structurelle ;

Perte de confinement de matière dangereuse ;

Incident de sûreté ou malveillance ;

Catastrophes naturelles.

L'Entrepreneur décrit son plan d'urgence dans le Plan Santé & Sécurité.

L'Entrepreneur s'assure que tout le personnel est informé et formé pour réagir dans de telles situations, et que les responsabilités sont définies. Information et formation sont documentées par écrit, disponibles sur toutes les Zones d'Activités.

L'Entrepreneur organise et documente des exercices de mise en œuvre des plans d'urgence dans les trois (3) premiers mois après le démarrage physique des travaux, puis une fois tous les douze (12) mois jusqu'à l'émission du Certificat de Réception des

Ouvrages. Le Maître d'Œuvre est invité à participer à chacun de ces exercices.

Des extincteurs seront installés dans chaque bâtiment à des endroits clairement indiqués.

Aptitude au travail

L'Entrepreneur fait passer à chacun de son Personnel un examen médical préalable à sa mobilisation sur la Zone d'Activités afin de vérifier leur aptitude de travail. Cet examen médical est réalisé en conformité avec les recommandations de l'Organisation Internationale du Travail. Il est sanctionné par un certificat médical écrit d'aptitude au travail prévu pour le travailleur.

Le personnel de l'Entrepreneur exposé à des risques spécifiques (comme des niveaux sonores supérieurs à 80 dB(A), une exposition à des matières dangereuses, etc.), réalise préalablement des tests adaptés pour établir l'état de santé initial. Des tests annuels sont réalisés pour suivre l'évolution et détecter une éventuelle dégradation.

Le Maître d'Œuvre a le droit de demander des examens médicaux supplémentaires sur le Personnel de l'Entrepreneur, à la charge de ce dernier, s'il les considère nécessaires.

Toute reprise de travail d'un membre du Personnel de l'Entrepreneur après un arrêt lié à un accident de travail fait l'objet d'un examen médical préalable donnant lieu à un certificat médical écrit d'aptitude à la reprise du travail au poste désigné.

L'Entrepreneur présente une copie des certificats d'aptitude au travail de son personnel sur demande du Maître d'Œuvre ou bien de toute autorité compétente.

Des arrangements spécifiques seront prévus pour les femmes enceintes en matière de répartition des tâches et de station de travail.

Premier secours

L'Entrepreneur assure la présence en tout temps durant les heures de travail d'au moins un secouriste par Zone d'Activités et par

équipe de 10 à 50 travailleurs, et d'un secouriste supplémentaire pour chaque centaine de travailleurs additionnelle.

Les Zones d'Activités doivent être équipées d'un système de communication disponible immédiatement et prioritairement avec les services de premiers soins. La façon d'entrer en communication avec les services de premiers soins doit être clairement indiquée à proximité des installations de ce système.

Centre de soin & Pour les Zones d'Activités où œuvrent simultanément plus de personnel médical 35 travailleurs à un moment donné des travaux et d'où il n'est pas possible d'atteindre dans un délai de 45 minutes, par voie terrestre et dans des conditions normales, un centre hospitalier, une clinique médicale ou un autre centre de soins de l'Entrepreneur :

L'Entrepreneur aménage à ses frais un centre de soins qui est :

disponible et facile d'accès en tout temps ;

maintenu propre et en bon état ;

chauffé ou climatisé adéquatement ;

pourvu d'installations sanitaires et d'eau potable ;

muni des instruments, du matériel, des médicaments et de l'équipement requis pour l'examen et le traitement d'urgence des travailleurs blessés ou malades ;

muni des fournitures et de l'ameublement nécessaires pour que le personnel médical puisse dispenser les premiers soins et s'acquitter de ses autres fonctions.

Un médecin est maintenu sur place, couvrant à temps plein durant les heures régulières de travail de jour. Le médecin est maintenu d'astreinte lorsqu'œuvrent simultanément plus de 20 travailleurs en dehors des heures régulières de travail de jour.

Le médecin possède le profil suivant :

Expérience d'au moins 5 ans sur des grands travaux de construction en site éloigné de tout centre hospitalier ;

Formé aux maladies infectieuses, hydriques ou épidémiologiques présentes dans le pays des travaux ;

Capable d'animer des sessions de formation en santé du travail et en premiers secours ;

Formé à la gestion et la logistique d'un centre de soins isolé ;

Pouvoir s'exprimer couramment dans la même langue de travail que la majorité du personnel (communication en cas d'urgence) ;

Et être en bonne forme physique pour accéder aux zones de travail isolées.

L'Entrepreneur maintient auprès du poste de premiers soins un véhicule de premiers soins routier ou aérien conforme à la norme NF EN 1789/2007.

L'Entrepreneur assure la présence d'au moins un infirmier auprès du médecin par équipe de travail où sont affectés 200 à 800 travailleurs, et d'un infirmier supplémentaire pour chaque 600 travailleurs additionnels affectés à cette équipe de travail. Au-delà de 500 travailleurs par équipe de travail, l'Entrepreneur assure également la présence d'un médecin supplémentaire pour chaque 500 travailleurs additionnels affectés à cette équipe de travail.

Trousses de premiers secours

Chaque Zone d'Activités doit être équipée d'un nombre adéquat de trousse de premiers secours de sorte que le temps requis pour y avoir accès est approximativement de 5 minutes pour tous les travailleurs. Les trousse doivent être disponibles en tout temps.

Chaque véhicule est équipé d'une trousse de premier secours.

Les trousse de premiers secours doivent être conformes aux spécifications qui s'y attachent.

Evacuation médicale d'urgence L'Entrepreneur établit et transmet au Maître d'Œuvre dans le mois suivant le démarrage physique des travaux, une copie d'un accord avec une entreprise spécialisée pour la prise en charge de son personnel en cas d'accident grave exigeant une évacuation médicale d'urgence que le véhicule de premiers soins spécifié à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS ne peut réaliser sans mettre en danger la vie du patient.

L'accord inclut une convention avec un hôpital référent où sera traité le personnel évacué d'urgence.

L'accord permet la mobilisation de moyens aériens permettant l'évacuation du ou des blessés stabilisés vers l'hôpital référent.

Accès aux soins L'Entrepreneur garantit à tout son personnel pour tout accident ou maladie survenant durant la conduite des travaux, l'accès aux soins dispensés le cas échéant par le personnel médical et le ou les centres de soins définis dans l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, à savoir :

Examens médicaux : initiaux (pré embauche), annuels et de reprise du travail après arrêt du travail ;

Dépistage, immunisation et santé préventive ;

Soins généraux pendant la durée des travaux ;

Stabilisation médicale en cas d'accident et assistance lors de l'évacuation d'urgence.

Le personnel des sous-traitants, des autres entrepreneurs, du Maître d'Ouvrage ou du Maître d'Œuvre présent sur la Zone d'Activités ne doit jamais se voir refuser des soins médicaux sous prétexte de ne pas être employé directement par l'Entrepreneur. L'Entrepreneur pourra toutefois définir, afficher au centre de soin et transmettre au Maître d'Œuvre, un tarif unitaire par acte médical pour le personnel autre que son propre personnel.

En cas d'accident ou de maladie grave, le personnel médical est formé, disponible et équipé en matériel, médicaments et consommables pour apporter les premiers soins au patient, obtenir la stabilisation de son état, jusqu'à ce que le patient :

soit traité ou autorisé à sortir, ou

soit hospitalisé dans la base vie ou dans un hôpital plus grand, ou

soit évacué à un centre médical bien équipé pour des soins intensifs, si cela s'avère nécessaire.

Suivi médical

L'Entrepreneur ne peut embaucher des travailleurs en mauvaise santé.

L'examen initial préalable à l'embauche doit attester que le candidat n'est pas porteur de maladie infectieuse et est physiquement apte au poste de travail pour lequel il candidate.

Sauf si un risque médical est avéré, une embauche ne sera pas refusée pour cause de grossesse détectée à l'occasion de l'examen médical de pré-embauche.

L'Entrepreneur organise des visites médicales annuelles pour son Personnel et tient à jour un dossier médical pour chacun de son Personnel. La présence du Personnel de l'Entrepreneur pour les visites médicales, les traitements et hospitalisations est intégrée dans les plannings de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur met à disposition de son Personnel une prophylaxie et un programme de vaccination contre les maladies locales et les vecteurs. En particulier, l'Entrepreneur promeut l'usage, et distribue en conséquence, des moustiquaires imprégnées auprès de son personnel, en base vie ou logés à l'extérieur.

Le Plan Santé & Sécurité comprend une évaluation des risques pour la santé du Personnel de l'Entrepreneur exposé à des risques spécifiques (comme des niveaux sonores supérieurs à 80 dB(A),

une exposition à des matières dangereuses, etc.), et décrit le suivi médical mis en œuvre.

Rapatriement sanitaire L'Entrepreneur est responsable du rapatriement sanitaire de son Personnel en cas de blessure grave ou maladie. Il prend les assurances nécessaires pour couvrir le coût de la prise en charge du rapatriement sanitaire de son Personnel.

Hygiène

Eau potable :

Conformément à l'Article 6.14 du CCAG, sur toutes les Zones d'Activités, l'Entrepreneur fournit à son Personnel une eau potable en quantité et en qualité conformes aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé aux points d'alimentation.

Sauf si le mode d'approvisionnement en eau potable sélectionné par l'Entrepreneur provient d'un fournisseur certifié, la qualité de l'eau potable fournie aux travailleurs est testée au commencement des travaux puis au minimum selon une fréquence mensuelle. Le protocole de prélèvement et d'analyse d'échantillons suit les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé.

Conditions de logement :

Le logement du Personnel non-résident, dans une base vie ou dans une structure alternative en dehors des Zones d'Activités de type hôtel ou maison louée, est réalisée dans les conditions du présent Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, conformément à l'Article 6.6 du CCAG.

Sauf disposition contraire dans le Marché, ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, le Personnel est logé dans des chambres. Une chambre accueille 4 personnes au maximum, sans lit superposé, et avec 0.5 m³ de rangement disponible par personne.

Les chambres ne seront pas mixtes : des chambres séparées pour les femmes seront prévues.

Les chambres sont éclairées et ont une prise de courant, les lits et les fenêtres sont équipés de moustiquaires si besoin, les sols sont construits en matériaux durs et étanches.

La température dans les chambres et dans les parties communes sera maintenue à un niveau acceptable durant les heures d'occupation.

Les niveaux de bruit nocturnes auxquels est exposé le personnel respectent les limites maximums recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé.

Dans les lieux de logement de son Personnel, l'Entrepreneur met à disposition 1 robinet d'eau potable pour 10 membres du Personnel de l'Entrepreneur, une douche pour 10 membres du Personnel de l'Entrepreneur maximum, une toilette individualisée pour 15 membres du Personnel de l'Entrepreneur maximum, 1 urinoir pour 25 membres du Personnel de l'Entrepreneur. Des toilettes, des douches et des vestiaires séparés seront mis à disposition des femmes.

Dans chaque base-vie, l'Entrepreneur construit et maintient un espace commun couvert de détente pour son Personnel et un terrain de sport.

Hygiène des parties communes :

Les espaces sanitaires (douches, lavabos, urinoirs, toilettes) sont nettoyés et désinfectés par le service propreté de l'Entrepreneur au minimum une fois toutes les 24 heures, et ce nettoyage est documenté.

La cantine, la cuisine et les ustensiles de cuisines sont nettoyés après chaque service de repas.

Le nombre et la localisation des toilettes sur les Zones d'Activités seront ajustés en fonction de la configuration de celles-ci (distance,

isolation, etc.) et du nombre d'employés. Des toilettes séparées seront mises à disposition des femmes.

Alimentation :

Sur toutes les Zones d'Activités, en application de l'Article 6.13 du CCAG et de l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, l'Entrepreneur fournit à un prix raisonnable les repas à son Personnel dans un espace de cantine et selon un système d'approvisionnement respectant les dispositions du présent Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

L'Entrepreneur prépare et met en œuvre des mesures visant à garantir (i) la qualité et les quantités des matières premières, (ii) le respect des règles d'hygiène lors de la préparation des repas, (iii) l'aménagement et l'entretien des locaux et du matériel tant dans la cuisine que dans les lieux de stockage des denrées.

L'Entrepreneur contrôle, et prend les mesures correctrices nécessaires pour la propreté des camions, le respect des températures et de la chaîne du froid, les dates limites de consommation. Les températures des chambres froides sont régulièrement vérifiées.

L'Entrepreneur s'assure que les conditions de stockage des aliments dans la cuisine ou les lieux de stockage, les températures et temps de cuisson des aliments, les conditions d'attente des produits préparés obéissent à des règles d'hygiène ne présentant pas de risque pour la santé. Il est interdit de récupérer les denrées déjà servies.

L'Entrepreneur mobilise un personnel de cantine formé pour le poste et s'assure de la qualité de l'encadrement vis à vis du respect des consignes sanitaires. L'Entrepreneur s'assure que les personnels de cantine ont les moyens de respecter les règles

d'hygiènes (vestiaires, lingerie, lave main, états des revêtements de sol et des peintures, existence d'un plan de nettoyage).

Le Manager ESSS réalise, tous les trois (3) mois sur toutes les Zones d'Activités, un audit, et en documente les résultats, des conditions d'hygiène dans lesquelles les repas sont préparés et les aliments conservés. Le résultat de cet audit est transmis au Maître d'Œuvre.

Le Manager ESSS informe régulièrement le Personnel des comportements à respecter en termes d'hygiène au travail. Cette information est documentée et enregistrée.

Abus de substances

Conformément à l'Article 6.16 du CCAG, toute utilisation, possession, distribution, ventes de drogues illégales, substances contrôlées (au regard de la législation locale) et alcool est totalement interdite. L'Entrepreneur met en œuvre une politique de tolérance zéro concernant l'abus de ces substances.

Toute personne soupçonnée par le Maître d'Œuvre d'être sous l'influence d'alcool ou de substances contrôlées est suspendue immédiatement de son poste de travail par l'Entrepreneur en attendant les résultats médicaux.

Main d'œuvre locale et relation avec les communautés

Conditions de travail

L'Entrepreneur assure aux travailleurs des conditions de travail décentes et conformes à la réglementation en vigueur dans le pays d'exécution du Marché, et avec les conventions fondamentales de l'organisation internationale du Travail (OIT). Cela inclut les droits des travailleurs relatifs aux salaires, horaires de travail, repos et vacances, heures supplémentaires, âge minimum, paiements réguliers, compensations et bénéfices. L'Entrepreneur respecte et facilite les droits des travailleurs pour organiser et fournir un mécanisme de gestion des plaintes pour les travailleurs directs ou indirects. L'Entrepreneur met en place des pratiques de non-

discrimination et d'égalité d'opportunités, et assure l'interdiction du travail des enfants et du travail forcé.

Recrutement local

Le recrutement local est défini comme le nombre de postes effectivement alloué aux personnes résidant dans la région des travaux, qui doit être défini par l'Entrepreneur dans son offre, selon des critères pertinents en privilégiant les populations vivant dans la zone d'influence ou à proximité immédiate de la Zone d'Activités.

Conformément à l'Article 6.1 du CCAG, l'Entrepreneur met en œuvre une démarche volontaire de recrutement local pour son Personnel durant la durée des travaux et impose à ses sous-traitants de faire de même.

L'Entrepreneur démontre au Maître d'Œuvre la mise en œuvre effective de cette démarche volontaire dans son rapport d'activité mensuel indiqué dans l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS.

Conformément à l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, l'Entrepreneur développe un programme de formation. Ce programme de formation doit être ouvert aux femmes et aux hommes, et être adapté à leur niveau d'éducation et aux besoins de chacun de ces groupes pour occuper les postes proposées lors des travaux.

Les besoins en main-d'œuvre locale sont estimés avant le démarrage des travaux et décrits dans le PGES-Travaux, avec l'information suivante :

Identification des profils de postes pouvant être pourvus par des locaux et niveaux de qualification requis ;

Définition du mécanisme prévu pour le recrutement effectif de ces profils ;

Définition d'un mécanisme visant à s'assurer de l'absence de discrimination des femmes à l'accès à la procédure d'embauche.

Ce mécanisme devra couvrir la définition des postes, les modalités de communication sur les postes à pourvoir, etc. ;

Calendrier de déploiement de ces postes ;

Formation initiale à donner par l'Entrepreneur liée à chaque profil de poste.

Afin d'empêcher l'accès de personnes extérieures à la Zone d'Activités, le recrutement local sur la Zone d'Activités, entrée comprise, est interdit.

Bureau de recrutement local :

Avant le démarrage des travaux, l'Entrepreneur établit un bureau de recrutement local dans la collectivité locale dont dépend la Zone d'Activités principale, dans un lieu préalablement approuvé par le Maître d'Œuvre.

Un agent de l'Entrepreneur y est présent au minimum deux matinées par semaine, depuis le démarrage des travaux jusqu'à une date préalablement approuvée par le Maître d'Œuvre.

Il informe sur les opportunités d'emplois offertes par l'Entrepreneur pour l'exécution des travaux (qualification requise, durée, localisation) et sur les renseignements à apporter pour constituer un dossier de candidature.

Des listes de candidats locaux sont constituées par l'agent affecté au bureau et transmises chaque semaine au responsable des ressources humaines de l'Entrepreneur.

Le responsable des ressources humaines de l'Entrepreneur sélectionne les candidats listés par le bureau de recrutement local selon les besoins des travaux et les procédures de recrutement de l'Entreprise. Un contrat écrit entre l'Entrepreneur et le Personnel local est établi, signé et archivé par l'Entrepreneur.

Si la ou les Zones d'Activités sont situées à proximité de plusieurs communautés différentes, le responsable des ressources humaines

s'assure d'une répartition équitable des recrutements locaux entre les différentes communautés, en privilégiant les personnes affectées par le projet.

Le responsable des ressources humaines de l'Entrepreneur s'assurera que les campagnes de recrutement dans les communautés locales ont bien été diffusées aux femmes et que celles-ci n'ont pas subi de discrimination dans les recrutements.

Conformément à l'Article 6.22 du CCAG, l'Entrepreneur maintient un dossier par membre du Personnel local consignait les heures travaillées par chaque personne engagée sur les travaux, le type de travail, les salaires payés et les formations suivies. Ces dossiers doivent être disponibles en tout temps sur la Zone d'Activités principale, afin qu'ils puissent être examinés par le Maître d'Œuvre et les représentants autorisés du gouvernement.

Transport & logements Sauf disposition contraire dans le Marché, ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, l'Entrepreneur fournit ou rend disponible le transport journalier pour son Personnel vivant à plus de quinze (15) minutes de marche du lieu de travail et à plus d'une heure de transport terrestre.

Le transport se déroulera dans des conditions respectant la réglementation locale et assurant la sécurité des personnes transportées.

L'Entrepreneur peut organiser ce transport de manière collective : des heures et lieux de regroupement sont fixés et desservis en conséquence.

Si la Zone d'Activités est déplacée pendant la saison de travail et que l'Entrepreneur conserve la main d'œuvre locale formée au démarrage des travaux, le logement du Personnel de l'Entrepreneur est alors pris en charge par l'Entrepreneur :

Au sein de la base vie itinérante comme le reste du Personnel non-local ;

Dans les villages situés à proximité de la Zone d'Activités itinérante, chaque membre du Personnel local recevant alors une allocation de logement en supplément de sa rémunération.

Repas

L'approvisionnement en alimentation pour les repas du Personnel de l'Entrepreneur exclut la viande issue de la chasse ou du braconnage, à l'exception des produits de la pêche.

En application de l'Article 9.4 du CCAG, l'Entrepreneur fournit au moins deux repas par jour à son Personnel local dans les conditions d'hygiène spécifiées dans l'Article **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS, à un prix raisonnable.

Dommmages aux personnes et aux biens

L'Entrepreneur ne perturbe ni n'interfère avec les habitants des communautés locales aux alentours ou sur les Zones d'Activités, et respecte leurs maisons, cultures, animaux, propriétés, coutumes et pratiques.

En application des Articles 4.14 et 17.1 du CACG, l'Entrepreneur est responsable des dommages aux personnes et aux biens causés par la conduite des travaux ou les modalités de leur exécution.

L'accès aux Zones d'Activités est interdit à toute personne non autorisée. L'Entrepreneur est responsable de la sécurité et de l'accès aux Zones d'Activités.

Le Maître d'Œuvre est informé de tout dommage à des personnes, ou aux biens de personnes, extérieurs à la main d'œuvre de l'Entrepreneur dans les 6 heures qui suivent l'évènement, quelle que soit la valeur du préjudice.

Les biens immobiliers situés dans un rayon minimal de 800 mètres autour des limites de la ou des carrières, et dans un rayon minimal de 500 mètres autour des autres Zones d'Activités recourant aux explosifs, feront l'objet, sauf accord du Maître d'Œuvre sur des modalités différentes, d'un constat par huissier assermenté.

Le ou les constats d'huissiers sont réalisés et soumis au Maître d'Œuvre avec le PPE.

En cas de problèmes identifiés liés à l'intensité des tirs, le Maître d'Œuvre est en droit de demander à l'Entrepreneur de procéder, à sa charge, à des mesures sismographiques de l'intensité des vibrations générées par les tirs, à distance variable des points de tirs, sous le contrôle du Maître d'Œuvre.

Occupation ou L'Entrepreneur a la charge (i) des indemnités d'occupation pour acquisition de terrain l'extraction ou emprunt des matériaux de construction et (ii) du coût d'acquisition ou d'occupation temporaire des terrains nécessaires pour le dépôt des déblais en excédent, en application de l'Article 7.8 du CCAG.

L'Entrepreneur doit compenser le préjudice subi par le propriétaire et par les utilisateurs des dits terrains, si ces derniers sont distincts du propriétaire.

Il revient à l'Entrepreneur de démontrer au Maître d'Œuvre (i) qui sont le propriétaire et les utilisateurs, si distincts et (ii) qu'un accord écrit encadrant l'acquisition ou l'occupation temporaire des dits terrains a été négocié et dûment payé aux deux parties si distinctes.

Trafic L'Entrepreneur définit un Plan de gestion du trafic dans le PGES-Travaux (Section 11 du PGES-Travaux, tel que défini en Annexe 1 aux Spécifications ESSS).

Ce Plan de gestion du trafic :

comporte les caractéristiques de sa flotte de véhicules et engins de travaux ; et

détermine les itinéraires sous forme cartographique pour chaque axe reliant les différentes Zones d'Activités qui doivent être validées par le Maître d'Œuvre.

L'entrepreneur demande au Maître d'Ouvrage d'obtenir les autorisations des autorités administratives compétentes lorsque des voies publiques sont utilisées. Toute instruction du Maître d'Œuvre à mettre à jour le Plan de gestion du trafic sera appliquée.

Dans le mois suivant le démarrage physique des travaux, l'Entrepreneur informe les autorités administratives dont la juridiction est traversée par les véhicules des travaux, de l'itinéraire et des caractéristiques (fréquence des passages, taille et poids des camions, matériaux transportés) de la flotte de véhicules de l'Entrepreneur.

Lorsque des voies publiques sont utilisées, l'Entrepreneur fait établir, sauf accord du Maître d'Œuvre sur des modalités différentes, un état des lieux par un huissier assermenté préalablement à l'utilisation de ces voies par les véhicules de l'Entrepreneur. L'état des lieux est annexé au Plan de gestion du trafic.

L'Entrepreneur décrit dans le Plan de gestion du trafic les prévisions de trafic de sa flotte de véhicules : fréquence des passages entre Zones d'Activités, horaires, convois.

L'entrepreneur décrit également le nombre et la position des personnes faisant la signalisation.

Sauf disposition contraire dans le Marché, ou sauf instruction contraire du Maître d'Œuvre, la conduite de nuit entre 22h00 et 06h00 est interdite pour tous les véhicules lourds (i.e. poids total autorisé en charge excédant 3.5 tonnes).

Vitesses :

L'Entrepreneur met en œuvre des mesures de limitation et de contrôle des vitesses de tous les véhicules et engins mobilisés pour l'exécution des travaux.

La vitesse maximum de tous les engins et véhicules de l'Entrepreneur devra respecter la plus contraignante des deux

règles ci-après : celle fixée par la réglementation nationale ou bien les spécifications ci-dessous.

10 km/h dans l'enceinte des Zones d'Activités ;

30 km/h dans les villages ou hameaux, dans les villes, dès 100m avant la première maison ;

80 km/h sur les routes non revêtues hors ville, village ou hameaux et bases vie.

Conformément aux dispositions de l'Article 4.15 du CCAG, en coordination avec les services nationaux compétents, l'Entrepreneur fournit et met en place le long des axes publics, la signalisation à l'usage de sa flotte de véhicule lorsque la signalisation publique est déficiente.

L'Entrepreneur fournit à chacun des chauffeurs, et s'assure de sa compréhension, une cartographie à une échelle appropriée des axes routiers autorisés pour la conduite des travaux, où les vitesses maximums autorisées sont clairement identifiées.

Le transport de personnes, équipements, et produits autres que pour les besoins des travaux et la gestion des Zones d'Activités, est strictement interdit à bord de tout véhicule de l'Entrepreneur. Cette disposition s'applique également au transport d'animaux vivants ou de viande issue de la chasse, de la pêche ou du braconnage.

Les remorques et bennes utilisées pour le transport de matériaux pouvant être projetés (sable, tout-venant, agrégats, matériaux sélectionnés) sont bâchées sur l'intégralité de l'itinéraire séparant deux Zones d'Activités.

L'Entrepreneur exerce des contrôles réguliers le long des axes de circulation utilisés par sa flotte de véhicules pour vérifier le respect des dispositions des Articles **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** à **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** des Spécifications ESSS. Il documente ces contrôles et leurs résultats

et transmet au Maître d'Œuvre chaque mois un récapitulatif des actions de contrôle conduites dans le mois précédent.

Mesures complémentaires et spécifiques au projet :

Plan de Gestion Environnementale et Sociale du projet de la SOGEM L'Entrepreneur prendra connaissance et mettra en œuvre les divers documents préparés spécifiquement pour le projet tels le Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES Travaux) du projet de la SOGEM et le Plan de Déboisement et d'Accès au Chantier (PDAC).

Autorisations L'Entrepreneur s'assurera d'avoir obtenu toutes les autorisations nécessaires au Mali et en Mauritanie avant de démarrer ses opérations.

Santé et sécurité Dans le cas où moins de 35 travailleurs seront associés à une zone de travaux, l'Entrepreneur organisera un centre médical et d'urgence en milieu de travail pour le campement, ajusté à la taille de son personnel.

L'Entrepreneur inclura dans son équipe un coordonnateur de sécurité qui assurera une sécurité maximale des travailleurs sur le chantier et le campement, ainsi que pour la population en général et les visiteurs en contact avec le chantier.

Gestion de l'eau : En ce qui concerne la gestion des ressources en eau lors de la construction, l'Entrepreneur doit appliquer ou prendre en compte les mesures et les considérations suivantes :

L'Entrepreneur doit à tout prix éviter les conflits avec les besoins en eau des communautés locales.

Le prélèvement d'eau de surface et d'eau souterraine n'est possible qu'en consultant la communauté locale et après avoir obtenu un permis de l'autorité responsable des eaux- si nécessaire.

Le prélèvement d'eau des zones humides doit être évité. Le cas échéant, l'autorisation doit être obtenue des autorités compétentes.

L'endiguement temporaire des cours d'eau doit être effectué de manière à éviter de perturber l'approvisionnement en eau des communautés en aval, et à maintenir l'équilibre écologique du système fluvial.

Aucune eau de construction ou effluents contenant des matières contaminées, notamment du ciment et de l'huile, ne doit être déversée dans les cours d'eau.

L'eau provenant du nettoyage de l'équipement ne doit pas être déversée dans les cours d'eau ou les fossés de drainage de la route.

Les déchets de chantier et les sites d'entreposage temporaires doivent être situés à l'écart du système de drainage et l'écoulement de surface doit être dirigé loin de ces sites pour éviter l'érosion.

Traversée de cours d'eau En plus des instructions de l'article 10.4, et afin de préserver le régime d'écoulement et de ne pas modifier le drainage, le Constructeur devra appliquer les mesures suivantes:

Veiller à ce que les régimes d'écoulement existants dans les rivières, les ruisseaux et autres canaux naturels ou d'irrigation soient maintenus et/ou rétablis où ils sont perturbés par les travaux en cours de réalisation.

Le long des cours d'eau, la terre et les déchets de construction seront éliminés de manière appropriée afin de ne pas obstruer les rivières et les cours d'eau, ce qui entraînerait un impact négatif sur la qualité de l'eau.

Toutes les mesures nécessaires seront prises pour empêcher que les travaux de terrassement entravent le drainage transversal des cours d'eau, l'irrigation existante/canal et le réseau de drainage.

Sécurité dans les zones à risque	<p>L'Entrepreneur doit s'informer auprès des autorités compétentes du pays où se déroulent ses activités afin d'identifier les zones qui présentent un risque pour la sécurité causés par des bandits ou terroristes.</p> <p>Le cas échéant, l'Entrepreneur doit prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité de tout son personnel dans les secteurs jugés à risque à cause de la présence de bandits ou de terroristes.</p>
Gestion des BPC et des CFC	<p>BPC</p> <p>Les transformateurs ou équipements contenant des biphényles polychlorés (BPC) ou des huiles contaminées au BPC ne doivent pas être installés et les équipements existants impliquant des BPC ou des huiles contaminées au BPC doivent être éliminés d'une manière compatible avec les exigences du pays.</p> <p>CFC</p> <p>Les procédés, équipements et systèmes de refroidissement centralisés impliquant l'utilisation ou le rejet potentiel dans l'environnement de chlorofluorocarbones (CFC), y compris les halons, ne doivent pas être installés, et leur utilisation dans les processus et systèmes existants devrait être progressivement éliminée d'une manière compatible avec les exigences du pays.</p>
Découverte fortuite	<p>L'Entrepreneur préparera et soumettra pour validation au Maître d'ouvrage une procédure de Découvertes Fortuites pour s'assurer que les sites méconnus soient découverts à temps et gérés de manière adéquate.</p>
Mesures socio-économiques	<p>Campagnes IEC avec les communautés locales</p> <p>L'Entrepreneur doit tout au long de la période de construction mener des activités d'information, éducation et consultation (IEC) pour maintenir de bonnes relations avec les communautés locales. Ces activités visent à :</p>

Informar en avance les communautés locales sur le calendrier de construction ;

Recueillir des informations auprès des communautés locales au sujet de leurs besoins et préoccupations ;

Impliquer les communautés locales dans le processus de planification de la construction ;

Sensibiliser la population locale aux dangers et aux mesures de sécurité à observer à proximité des sites de construction,

Documenter ces actions par des procès-verbaux signés à transmettre au Maître d'œuvre pour mise à jour du plan d'engagement des parties prenantes du projet.

Sensibilisation de la main-d'œuvre

L'Entrepreneur doit procéder à des rencontres de sensibilisation avec son personnel pour les informer au sujet de :

Le respect des us et coutumes de la population de la région des travaux et le long de la ligne.

L'interdiction du personnel de chasser et de braconner la faune sauvage, en particulier à proximité et dans les Parcs ou Réserves.

L'Entrepreneur doit maintenir la circulation et l'accès en permanence pour les résidents pendant la construction. Les habitants concernés sont ceux dont l'habitation se trouvait sur le site avant le début des travaux.

Obtenir la permission avant d'entrer sur une propriété privée

Toute intervention sur une propriété privée doit d'abord être approuvée par le propriétaire du terrain. Les accès pour les sondages et l'autorisation pour le dégagement des broussailles et des petits arbres doivent être organisés par le Maître d'ouvrage. L'arpenteur du Constructeur doit toujours s'annoncer à l'occupant immédiatement avant d'entrer dans une propriété privée pour les

sondages et ne doit abattre ou émonder aucun arbre, arbustes ou buisson sans autorisation préalable.

Aviser avant la démolition

L'Entrepreneur devra informer et sensibiliser les populations concernées avant toute activité de démolition d'habitations, d'ateliers, de garages, etc., requise dans le cadre du Projet en accord avec le Maître d'œuvre du Projet.

Assurer la sécurité des communautés locales

Veiller à la sécurité des habitants et des observateurs lors de la construction par des mesures appropriées (clôtures, supervision, etc.) ;

Sensibiliser la population au fait qu'ils mettent leur vie en danger s'ils enlèvent des parties de pylônes pour un usage personnel ou grimpent aux structures.

Genre

En complément des éléments de l'article 39.5, l'Entrepreneur doit intégrer des femmes, des groupes pauvres et vulnérables dans la mise en œuvre des activités de construction. Des critères associés doivent être intégrés au processus de recrutement.

Campagnes IEC à propos des MTS et des ITS (HIV/Sida)

Le Constructeur doit tout au long du contrat : (i) mener des campagnes d'Information, Éducation et Consultation (IEC), au moins tous les deux mois, adressées à tout le personnel du site et aux ouvriers (y compris tous les employés du Constructeur, tous les sous-traitants et tous les employés de le Maître de l'ouvrage et du gestionnaire de projet, ainsi que tous les camionneurs et l'équipe des livraisons au site pour des activités de construction) et aux collectivités locales immédiates, concernant les risques, les

dangers et les impacts, et les comportements appropriés liés aux maladies sexuellement transmissibles (MST) ou infections sexuellement transmissibles (IST) en général et au VIH/SIDA en particulier (ii) fournir des préservatifs masculins ou féminins à tout le personnel du site et aux ouvriers, le cas échéant, et (iii) fournir à l'ensemble du personnel et des ouvriers des services de dépistage d'IST et du VIH/SIDA, diagnostic, conseil et orientation vers un programme national dédié IST et du VIH / SIDA (sauf avis contraire).

Autres mesures

Prévention de la prolifération des moustiques

Veiller à éliminer toute eau stagnante des zones de construction ou des bancs d'emprunt pour éviter de créer des aires de reproduction possible pour les moustiques vecteurs de la malaria.

Autres mesures liées au PAR

Intégrer les mesures applicables à l'entrepreneur qui seront définies dans le PAR (document non encore mis à disposition)

ANNEXE 1 – Contenu du PGES-Travaux

1.	Politique Environnementale	Déclaration de Politique ESSS signée par le directeur général de l'Entrepreneur définissant clairement l'engagement de l'Entrepreneur en matière (i) de gestion ESSS de ses travaux de construction et (ii) de respect des Spécifications ESSS du marché.
2.	PGES-Travaux	Objectif du PGES-Travaux et contenu Calendrier de préparation et de mise à jour Assurance qualité et validation
3.	Ressources ESSS	Ressources humaines : Manager ESSS Superviseurs ESSS Responsable des relations avec les parties prenantes Personnel médical Logistique & communication : Véhicules ESSS Postes informatiques Equipement de mesures eau, air, bruit in situ Laboratoire d'analyse utilisé Reporting : Inspections hebdomadaires Mensuel Accident / Incident
4.	Réglementation ESSS	Définition des standards de la réglementation nationale ESSS en vigueur et des recommandations ESSS des institutions affiliées aux Nations Unies (OMS, OIT, IMO, IFC) qui s'appliquent à la conduire des travaux :

		<p>Codes existants</p> <p>Normes de rejets</p> <p>Salaire minimum</p> <p>Restriction de circulation jour et/ou nuit</p> <p>Autres</p> <p>Définition des standards ESSS de l'industrie appliquée</p>
5.	Moyens de contrôle opérationnels ESSS	<p>Procédure de suivi des travaux des Zones d'Activités :</p> <p>Fréquence</p> <p>Personnel</p> <p>Critères d'évaluation</p> <p>Procédure de détection et de traitement des non-conformités :</p> <p>Circulation de l'information</p> <p>Notification selon niveaux d'importance appliqués aux non-conformités</p> <p>Suivi de la fermeture de la non-conformité</p> <p>Gestion des données relatives au suivi et aux non-conformités :</p> <p>Archivage</p> <p>Utilisation comme indicateur de performance</p>
6.	Zones d'Activités	<p>Description des Zones d'Activités (définition à l'Article Erreur ! Source du renvoi introuvable. des Spécifications ESSS) :</p> <p>Nombre</p> <p>Localisation sur carte topographique</p> <p>Activités</p> <p>Calendrier ouverture & fermeture</p> <p>Accès</p>

		Renvoi vers l'Annexe : un Plan de Protection de l'Environnement pour chaque Zone d'Activités.
7.	Plan Santé & Sécurité	<p>Identification et caractérisation des dangers pour la sécurité, l'hygiène et la santé y compris l'exposition du personnel aux produits chimiques, dangers biologiques et rayonnements.</p> <p>Description des méthodes de travail pour minimiser les dangers et contrôler les risques.</p> <p>Liste des types de travaux faisant objet d'un permis de travail</p> <p>Equipements de protection individuelle</p> <p>Présentation du dispositif médical des Zones d'Activités :</p> <p>Centre de soins, équipement médical et affectation du personnel médical</p> <p>Actes médicaux pouvant être effectués sur la Zone d'Activités</p> <p>Ambulance, communication</p> <p>Hôpital référent</p> <p>Procédure d'évacuation médicale d'urgence</p> <p>Description de l'organisation interne et actions à prendre en cas d'accident ou incident</p>
8.	Plan de formation	<p>Formations de base pour la main d'œuvre non qualifiée</p> <p>Formations Santé & Sécurité</p>
	Plan de communication et de gestion des plaintes	<p>Campagnes IEC pour les employés</p> <p>Campagnes IEC pour les populations locales</p> <p>Mécanismes de gestion des plaintes</p>
9.	Conditions de travail	Description de la politique de ressources humaines pour les travailleurs directs ou indirects de la construction
10.	Recrutement local	<p>Besoins en main d'œuvre locale :</p> <p>Profils de postes et niveaux de qualification requis</p>

		<p>Mécanisme de recrutement et calendrier de déploiement</p> <p>Formation initiale à donner par l'Entrepreneur liée à chaque profil de poste</p> <p>Localisation et gestion du ou des bureaux de recrutement local</p>
11.	Plan de gestion du trafic	<p>Description de la flotte de véhicules/engins utilisée pour la conduite des travaux</p> <p>Déploiement (Zone d'Activités et calendrier) et lieux d'entretien de chaque véhicule et engin</p> <p>Cartographie des itinéraires, horaires de circulation, zones de restriction des vitesses</p> <p>Lutte contre la poussière :</p> <p>Cartographie des portions routières où s'appliquent les mesures de réduction de la poussière</p> <p>Points d'eau identifiés ou à créer pour le ravitaillement des camions citernes</p> <p>Capacité des camions citernes mobilisés et calcul du nombre de camions nécessaires</p> <p>Largeur de la piste afin de déterminer si l'épandage demande un passage (piste étroite) ou 2 passages (piste large)</p> <p>Nombre d'épandages d'eau proposés par jour en fonction du climat</p>
12.	Produits dangereux	<p>Inventaire des Produits dangereux par Zone d'Activités et par période</p> <p>Conditions de transport, de stockage et incompatibilité chimique</p>
13.	Effluents	<p>Caractérisation des effluents vers le milieu récepteur</p> <p>Installations de prétraitements et/ou de traitement des effluents</p> <p>Mesures de réduction des teneurs en sédiments des ruissellements pluviaux</p> <p>Dispositifs de surveillance de l'efficacité des installations de prétraitement ou de traitement des effluents et de réduction des teneurs en sédiments des ruissellements</p>

		Ressources et méthodes de suivi de la qualité des effluents et des ruissellements
14.	Bruits et vibrations	Estimation des fréquences, durées, jours calendaires et niveaux de bruits par Zone d'Activités
15.	Déchets	Inventaire des déchets par Zone d'Activités et par période Méthodologie de collecte, stockage intermédiaire, prise en charge ou traitement des déchets non dangereux ou inertes Méthodologie de stockage et prise en charge des déchets dangereux
16.	Défrichement et Remise en état	Méthodes et calendrier de défrichement de la végétation et des activités de terrassement Méthodes, espèces et calendrier de la revégétalisation des Zones d'Activités perturbées par les travaux
17.	Biodiversité	Calendrier des activités de gestion de la faune et de la flore Mesures pour réduire l'impact sur les espèces de faune et flore sur la base des procédures du Maître d'Ouvrage Mesures de suivi de l'efficacité et de la performance du plan en place Mesures pour limiter les EEE Mesures de suivi de l'efficacité et de la performance du plan en place
18.	Lutte contre l'érosion	Localisation des zones sujettes à érosion Méthodes et calendrier de mise en œuvre des mesures antiérosives, incluant le stockage des terres végétales
	Découvertes fortuites	Méthodologie d'identification, d'évaluation, d'alerte et de gestion des sites découverts au moment des travaux présentant un intérêt potentiel culturel ou culturel, archéologique ou religieux.
19.	Documentation de la situation des Zones d'Activités	Liste et couverture des points de vue Méthode de prise de vue Archivage des photographies

20.	Remise en état des Zones d'Activités	Méthode et calendrier de remise en état des Zones d'Activités
21.	Annexes	<p>Plan(s) de Protection de l'Environnement (nombre et lieu spécifiés en Section 6 "Zones d'Activités" ci-dessus) :</p> <p>Délimitation de la Zone d'Activités sur carte</p> <p>Zonage du défrichement, de stockage du bois utilisable, de brûlage des déchets forestiers</p> <p>Définition des activités se déroulant sur la Zone d'Activités : construction, stockage, résidence, bureaux, ateliers, production béton...</p> <p>Disposition des sites de travail sur la Zone d'Activités : ouverture, exploitation, remise en état, fermeture</p> <p>Zonage de stockage de terre végétale, des déblais de terrassement, de matériaux</p> <p>Voies d'accès et points de contrôle</p> <p>Calendrier d'occupation de la Zone d'Activités</p> <p>Organisation de la préparation de la Zone d'Activités</p> <p>Points de rejets liquides</p> <p>Points de prélèvements proposés pour le suivi la qualité de l'eau</p> <p>Points d'émission atmosphériques</p> <p>Localisation du lieu de stockage des produits dangereux</p> <p>Localisation et cartographie des installations de traitement des déchets lorsque prise en charge par un prestataire extérieur</p> <p>Toute autre information relevant de la gestion environnementale sur la Zone d'Activités</p> <p>Plan d'urgence</p> <p>Description des installations</p> <p>Caractérisation des dangers</p>

		<p>Situations d'urgence</p> <p>Structure organisationnelle – rôles et responsabilités</p> <p>Procédures d'urgence</p> <p>Ressources humaines et matérielles</p> <p>Déclenchement du plan</p> <p>Reporting</p> <p>Constat d'huissier pour les Zones d'Activités dans les situations décrites aux Articles Erreur ! Source du renvoi introuvable., Erreur ! Source du renvoi introuvable. et Erreur ! Source du renvoi introuvable. des Spécifications ESSS.</p>
--	--	---

ANNEXE 2 – Propriétés qui rendent un produit dangereux¹

- | | | |
|----|------------------------|--|
| 1. | Explosif | Substances et préparations pouvant exploser sous l'effet de la flamme ou qui sont plus sensibles aux chocs ou aux frottements que le dinitrobenzène |
| 2. | Comburant | Substances et préparations qui, au contact d'autres substances, notamment de substances inflammables, présentent une réaction fortement exothermique |
| 3. | Facilement inflammable | substances et préparations (i) à l'état liquide (y compris les liquides extrêmement inflammables), dont le point d'éclair est inférieur à 21°C, ou pouvant s'échauffer au point de s'enflammer à l'air à température ambiante sans apport d'énergie ; ou (ii) à l'état solide, qui peuvent s'enflammer facilement par une brève action d'une source d'inflammation et qui continuent à brûler ou à se consumer après l'éloignement de la source d'inflammation ou (iii) à l'état gazeux, qui sont inflammables à l'air à une pression normale ; ou (iv) - qui, au contact de l'eau ou de l'air humide, produisent des gaz facilement inflammables en quantités dangereuses |
| 4. | Inflammable | Substances et préparations liquides, dont le point d'éclair est égal ou supérieur à 21°C et inférieur ou égal à 55°C |
| 5. | Irritant | Substances et préparations non corrosives qui, par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau et les muqueuses, peuvent provoquer une réaction inflammatoire |
| 6. | Nocif | Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent entraîner des risques de gravité limitée |
| 7. | Toxique | Substances et préparations (y compris les substances et préparations très toxiques) qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent entraîner des risques graves, aigus ou chroniques, voire la mort |
| 8. | Cancérogène | Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire le cancer ou en augmenter la fréquence |

1 Source : Code de l'environnement français et/ou malien / Articles R541-8

-
- | | | |
|-----|--------------------------------|--|
| 9. | Corrosif | Substances et préparations qui, en contact avec des tissus vivants, peuvent exercer une action destructrice sur ces derniers |
| 10. | Infectieux | Matières contenant des micro-organismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou on a de bonnes raisons de croire qu'ils causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants |
| 11. | Toxique pour la reproduction | Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire ou augmenter la fréquence d'effets indésirables non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives |
| 12. | Mutagène | Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence |
| 13. | Réagit à l'eau | Substances et préparations qui, au contact de l'eau, de l'air ou d'un acide, dégagent un gaz toxique ou très toxique |
| 14. | Sensibilisant | Substances et préparations qui, par inhalation ou pénétration cutanée, peuvent donner lieu à une réaction d'hypersensibilisation telle qu'une nouvelle exposition à la substance ou à la préparation produit des effets néfastes caractéristiques. Cette propriété n'est à considérer que si les méthodes d'essai sont disponibles |
| 15. | Ecotoxique | Substances et préparations qui présentent ou peuvent présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement |
| 16. | Dangereux pour l'environnement | Substances et préparations susceptibles, après élimination, de donner naissance, par quelque moyen que ce soit, à une autre substance, par exemple un produit de lixiviation, qui possède l'une des caractéristiques énumérées ci-avant. |

ANNEXE 3 – Modèle de règlement intérieur et de bonne conduite

Sommaire**PREMIÈRE PARTIE PROCÉDURES D'APPEL D'OFFRES**

Section I. Instructions aux Soumissionnaires (IS)

Section II. Données particulières de l'Appel d'Offres (DPAO)

Section III. Critères d'évaluation et de qualification

Section IV. Formulaires de Soumission

Section V. Pays éligibles

Section VI. Règles de la SOGEM en matière de Fraude et Corruption

Annexe 1 : Bordereau des Prix

Annexe 2 : Fiches Techniques

Annexe 3 : Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES)

DEUXIÈME PARTIE SPÉCIFICATIONS DES TRAVAUX

Section VII. Spécifications

Section VII-1. Spécifications techniques Générales

Section VII-2. Cahier des Spécifications Techniques Particulières – Ligne

Section VII-3. Cahier des Spécifications Techniques Particulières- Postes

Section VII-4. Formulaires et Procédures

Section VII-5-1. Plans Lignes

Section VII-5-2. Plans Postes

Section VII-6. Spécifications Environnementales, Sociales, Santé et Sécurité (ESSS)

Section VII-7. Spécifications Sûreté

TROISIÈME PARTIE MARCHÉ

Section VIII. Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)

Section IX. Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP)

Section X. Formulaires Du Marché

Spécifications Sûreté

Préambule

La zone du Projet se situe en zone classée orange par le Ministère français de l'Europe et des Affaires étrangères (MEA)², d'où la nécessité de mettre en place des mécanismes de protection des personnes, des installations et des équipements sur les chantiers.

Sur la base des derniers événements, la situation sécuritaire au Mali, et notamment dans la zone sahélienne, s'est extrêmement détériorée, se caractérisant par la menace permanente de groupes terroristes évoluant librement et rapidement dans un environnement ouvert. Plusieurs risques sont présents dans le pays :

Risque terroriste ;

Risque d'enlèvement ;

Banditisme.

L'Entrepreneur sera responsable de la Sécurité et de la Sûreté de son personnel, et de toutes les personnes se trouvant sur les sites de travaux.

L'Entrepreneur devra démontrer l'attention qu'il porte à la protection de ses collaborateurs en mission de travaux dans le pays. Il identifiera ainsi les risques et au regard de cette analyse, définira les moyens de prévention et de protection, en intégrant des moyens pouvant être organisationnels, techniques ou humains. Ces éléments seront décrits dans une méthodologie qui devra aborder et définir, pour chacune des rubriques ci-dessous, ce que l'Entrepreneur a prévu ; sa méthodologie devra remplir les requis d'ordre matériels, physiques et humains et répondre à minima aux principes et dispositifs tels que définis.

L'Entrepreneur prendra toutes les dispositions et mesures nécessaires, et ce à ses frais. Ces frais seront réputés inclus dans son offre.

2 Ou tout autre ministère français chargé d'élaborer le classement du niveau de sécurité des pays étrangers, le cas échéant.

Avertissements :

1 - Les conditions de recevabilité spécifiées, même si elles s'efforcent d'être corrélées aux risques potentiels auxquels le Marché pourra faire face, ont pour but exclusif de servir à l'évaluation des Offres afin d'éliminer celles qui ne respecteraient pas un socle minimum d'exigence. Elles ne prétendent en aucun cas constituer des mesures suffisantes pour assurer la sécurité des personnes et des biens dans le cadre du Marché. L'évaluation des risques et les mesures de Sûreté à définir et mettre en place par conséquent sont de la responsabilité de l'Entrepreneur, qui les explicitera dans sa méthodologie sûreté.

2 - Une méthodologie qui ne répondrait pas à l'une quelconque des conditions de recevabilité spécifiées dans les rubriques ci-dessous sera déclarée non conforme et l'Offre de l'Entrepreneur sera rejetée.

L'Entrepreneur sera également soumis aux régimes particuliers de sûreté définis par la réglementation en vigueur dans le pays du Projet.

Analyse sûreté et menaces

L'Entrepreneur précisera sa vision du contexte Sûreté et des menaces dans la zone d'exécution du Marché et/ou la zone dangereuse et présentera une analyse Sûreté pour la zone concernée et pour les activités qu'il devra y réaliser. Il précisera la méthode et les références utilisées pour faire cette analyse, et présentera les scénarios principaux de menaces qui pourront être identifiés dès le stade de l'Offre.

De plus, il sera en capacité à tout moment de partager les éléments concernant la veille pays venant de son organisation locale ou de son siège.

Conditions de recevabilité :

Document décrivant la méthode adoptée pour réaliser sa compréhension des risques et menaces;

Au minimum une source de référence identifiable sera utilisée ;

Identification et évaluation des risques et menaces Sûreté relatives au Marché ;

Description des dispositifs prévus pour assurer une veille sûreté locale.

Organisation générale Sûreté

L'Entrepreneur définira au sein de son organisation les rôles et responsabilités généraux en matière de Sûreté, ainsi que la répartition des tâches associées pour ce Marché (incluant sous-traitants et cotraitants). Il mettra en place un référent Sûreté, chargé de coordonner toutes activités liées à la Sûreté, d'interagir avec les services de sécurité dans le pays et qui définira l'organisation et les moyens prévus.

Dans l'hypothèse d'un groupement, le mandataire désignera pour ce Marché un référent Sûreté comme interlocuteur unique pour ce groupement.

Conditions de recevabilité :

Présentation de l'organisation générale ;

L'Entrepreneur (et chacun des membres en cas de groupement) indiquera le nom du référent Sûreté interne à l'entreprise, qui sera garant de la définition et du suivi des mesures mises en œuvre pour le Marché ;

CV du référent Sûreté interne à l'entreprise (plusieurs CVs peuvent être transmis dans le cas de groupement).

Mesures de Sûreté spécifiques prévues

En fonction de sa propre analyse Sûreté, des principaux scénarios de menace éventuellement identifiés, l'Entrepreneur prévoira des mesures spécifiques et adaptées. Ces mesures couvriront a minima les sujets suivants :

4.1. Organisation Sûreté

L'Entrepreneur devra décrire son organisation Sûreté locale dans le pays où les Travaux seront réalisés. Il précisera notamment si cette organisation repose sur des ressources internes, avec ses propres moyens existant déjà dans le pays, s'il fait appel à un partenaire local, à un éventuel prestataire de Sûreté ou à un "Security Officer" dédié au Marché, ou s'il se repose sur les moyens étatiques du pays et s'il peut les solliciter en direct. Il décrira les rôles respectifs prévus pour chaque acteur intervenant localement.

Conditions de recevabilité :

Description de l'organisation et des moyens mobilisés dans le pays du Marché sur la base d'un plan Sûreté ;

L'Entrepreneur (et chacun des membres en cas de groupement) indique le nom de la personne qui sera le correspondant pour toutes les questions de sûreté relatives au Marché. Cette personne peut être la même que celle identifiée à l'Article 3 ci-dessus ;

En cas de groupement, identification de la coordination et de la répartition des responsabilités entre les membres ;

d'un "Security Officer" (CV à fournir) ; ET

d'un prestataire sûreté (références à fournir), avec expérience de la région d'exécution du Marché.

Il est considéré qu'une première version du plan Sûreté sera expliquée lors des négociations du Contrat.

Le plan sera évolutif au regard de l'évolution de la menace et sera réévalué à la mobilisation des premières équipes et à minima annuellement.

A titre indicatif, ce plan pourra comprendre les éléments suivants sans s'y limiter :

Objectifs et but du plan Sûreté ;

Politique de l'entreprise en matière de Sûreté ;

Etat des lieux des attaques, des risques et des menaces dans la zone du Projet ;

Description des mécanismes de déploiement des mesures de Sûreté ;

Organigramme du personnel dirigeant avec identification claire de la (des) personne(s) responsable(s) de la gestion Sûreté du Projet ;

Références législatives et réglementaires nationales et les politiques et directives applicables ;

Analyse et description des méthodes de prévention des attaques, de réduction des risques et menaces et de gestion de l'après attaque ;

Gestion de la mobilité des équipes et des équipements ;

Gestion des équipements et des équipes de Sûreté ;

Gestion de la collaboration avec les autres parties prenantes : les Forces de Défense et de Sécurité (FDS) nationales et internationales, le Maître d'Ouvrage ou autres entreprises évoluant dans la zone du Projet ;

Gestion de la collaboration avec la population locale ;

Gestion des mouvements des visiteurs sur le site ;

Gestion des risques et menaces ;

Gestion des cas d'attaque ;

Formations à donner au personnel et aux visiteurs ;

Gestion des informations et des communications avec les parties prenantes (travailleurs, visiteurs, population locale, Maître d'Ouvrage, Ingénieur Conseil, FDS...) ;

Synergie avec les Forces de Défenses et de Sécurité (FDS) nationales ;

Plan de production de la documentation relative à la Sûreté ;

Règlement intérieur Sûreté.

4.2 Déplacement dans le pays et vers la zone concernée

En fonction de l'analyse Sûreté, des dispositions particulières pourront être nécessaires pour sécuriser les déplacements dans le pays. Ces moyens pourront être l'utilisation d'aéronefs de compagnies nationale ou privée, l'utilisation de véhicules particuliers, ou de moyens maritimes ou fluviaux.

L'Entrepreneur décrira les moyens et dispositions prévus pour se protéger du risque Sûreté (criminalité, kidnapping, etc.) pendant ces trajets. Ces dispositions pourront être techniques, organisationnelles ou humaines. Il distinguera les dispositions concernant les actions de protection de celles concernant les actions d'anticipation.

L'Entrepreneur décrira la logistique de transport prévue avec les moyens humains, techniques et organisationnels et les dispositifs de suivi des déplacements. Il définira également ses exigences pour la gestion de la maintenance et pour les règles de conduite.

Conditions de recevabilité :

Description des modes de déplacement, des moyens physiques de déplacement et des mesures de sécurisation prévues en lien avec ces déplacements ;

Répartition des rôles et mesures prévus pour l'Entrepreneur lui-même, pour les intervenants externes et ceux attendus du Maître d'Ouvrage et des autorités locales, avec identification de chacun des acteurs ;

Identification du prestataire chargé de mettre en œuvre les escortes.

Hébergement lors des missions

Dans le cas où l'hébergement et les mesures de sécurisation de l'Entrepreneur ne sont pas fournis par le Maître d'Ouvrage, l'Entrepreneur décrira le type de logement et les mesures prévues pour sécuriser les équipes (gardiennage, moyens physiques, etc.).

Conditions de recevabilité :

Description des critères de sélection du mode de logement et des mesures de sécurisation prévues pour chaque nuitée ;

Fourniture des noms et adresses des hôtels ou lieux d'hébergement envisagés pour les nuitées ;

Description des dispositions de protection complémentaire (gardiennage, aménagement spécifique du logement pour séjours de longue durée ("panic room", etc.).

Hébergement sur les sites de chantiers et sécurisation sur les sites de chantiers et de travaux

L'Entrepreneur assurera la sécurisation des sites de chantier (bases vie, base technique, carrière, etc.) et de travaux, en décrivant le dispositif sûreté applicable sur chacun de ces sites.

L'Entrepreneur décrira les moyens et mesures passives de Sûreté prévus pour se protéger du risque Sûreté (clôture, merlon, chicane, safe haven, etc.), ainsi que les moyens et mesures actives (gardiennage, forces de défense, etc.).

Les moyens pourront relever de :

Dispositions Matérielles :

Clôture extérieure grillagée de hauteur de 2m 50, surmontée de barbelés ;

Un fossé anti véhicule périmétrique ;

Une clôture rigide intérieur avec des murs de protections contre les tirs, d'une hauteur de 2m 50, surmontée de barbelés ;

Un dispositif d'éclairage périphérique extérieur ;

Une sortie de secours ;

Entrées protégées par chicane, barrière métallique, portail d'entrée ;

Postes de surveillances et de combat ;

Salles collectives blindées « safe house ».

Dispositions humaines :

Protection par la force militaire (défense ferme, patrouilles) ;

Inclusion de sa garnison à l'intérieur du périmètre fossé anti-véhicule ;

Gardiennage ;

Contrôle des entrées (badges).

Conditions de recevabilité :

Identification et localisation de chacun des sites de chantier (base-vie, base technique, carrière, etc.), avec description des mesures actives et passives qu'il est prévu de mettre en œuvre sur chacun des sites ;

Fourniture d'un plan (croquis) pour chaque site, montrant les mesures de sûreté prévues.

4.5 Communication

L'Entrepreneur mettra en place un processus de communication et d'échange entre les différents acteurs du Marché, pour assurer la remontée des événements Sûreté et mener à bien les actions préventives ou correctives jugées nécessaires. Il exposera les moyens lui permettant d'assurer une communication efficace, et les conditions de fiabilité.

Ces moyens pourront être du type :

Réseau radio / télécommunications avec salle de permanence dédiée ;

Géolocalisation des véhicules ;

Caméras ;

Drones.

Conditions de recevabilité :

Description des moyens de communication prévus et des mesures prises pour assurer leur fiabilité ;

Justification de mise en place (ou devis) d'un abonnement satellitaire.

Information, sensibilisation et formation avant le départ

L'Entrepreneur prévoira des dispositions pour informer, sensibiliser et former ses collaborateurs avant le départ en mission. Ces dispositions feront l'objet d'actions de communication formalisées. Il décrira les dispositions prévues spécifiques à ce Marché, sous la forme d'"ordres de mission" ou de documents apparentés.

Conditions de recevabilité :

Description des consignes essentielles transmises aux collaborateurs (accueil, briefings, mise à jour de livrets de consignes, etc.) ;

Fourniture de la liste des numéros d'urgence (numéros et prestataires locaux, rapatriement, permanence sécurité du siège) mise à disposition pour les missions du Marché ;

Liste des restrictions de déplacement éventuelles, modes de déplacement en ville, quartiers interdits, etc.

Gestion des alertes et gestion de crise

L'Entrepreneur démontrera l'existence d'un processus de gestion de crise impliquant l'organisation locale et son siège. Il décrira les modalités principales de déclenchement et de fonctionnement de ce processus.

Dans ce cadre, l'Entrepreneur décrira le processus d'alerte allant de l'organisation locale à son siège et l'interaction avec le Maître d'Ouvrage. L'Entrepreneur veillera également à préciser les principes en cas d'évacuation et de rapatriement.

Conditions de recevabilité :

Résumé de la procédure de gestion de crise dédiée à la Sûreté, avec identification des éléments déclencheurs, des rôles et responsabilités.