

**Service d'infrastructure de la Défense Nord-Ouest**

**Pôle de maîtrise d'œuvre de Rennes**

# **CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)**

**Lot 2 - Section technique N°4  
Electricité Haute Tension**

Identifiant COSI : 445 876

**RVC (35) – Cesson sévigné  
COMSIC – Quartier Leschi**

**Création de la filière « supports » et PFICS « plate-forme  
interconnexion systèmes »**

**FEVRIER 2025**

Indice	Date	Rédigé par	Vérifié par	Approuvé par	Nature / Motif de l'évolution
A		C. RATEAU			
B		Q. PUYBARET			

## SECTION TECHNIQUE N°4 : ELECTRICITE HT

### TABLE DES MATIERES

<b>1.</b>	<b>DEFINITION DES TRAVAUX .....</b>	<b>3</b>
1.1	DESCRIPTION SOMMAIRE DES TRAVAUX .....	3
1.2	VRD A CREER .....	4
1.3	LIMITES DE PRESTATIONS.....	4
1.4	ESSAIS ET CONTROLES .....	4
1.5	ASSISTANCE TECHNIQUE DES CONSTRUCTEURS .....	5
1.6	CALENDRIER D'EXECUTION .....	5
1.7	EN USINE.....	5
1.8	MEMOIRE TECHNIQUE .....	5
<b>2.</b>	<b>ELECTRICITE HTA.....</b>	<b>6</b>
2.1	CONCEPT GENERAL .....	6
2.2	PRESENTATION SOMMAIRE DU SCHEMA D'ALIMENTATION ELECTRIQUE « ETAT ACTUEL ».....	6
2.3	COMPOSITION DES INSTALLATIONS (MATERIEL HTA).....	7
2.4	POSTES HTA/TR N°6 BATIMENT ENERGIE A CREER .....	7
2.5	TRANSFORMATEURS .....	9
2.6	RELAIS DE PROTECTION .....	10
<b>3.</b>	<b>ARCHITECTURE ELECTRIQUE DU SYSTEME.....</b>	<b>11</b>
3.1	GENERALITES.....	11
3.2	PRINCIPAUX EQUIPEMENTS.....	11
<b>4.</b>	<b>AMENAGEMENT COMPLEMENTAIRE .....</b>	<b>12</b>
4.1	AMENAGEMENT DES LOCAUX POSTES HTA/BT EXISTANTS ET A CREER .....	12
4.2	DEVOIEMENT ET JONCTION DES CABLES.....	13
4.3	ADAPTATION DES SUPPORTS ET CANIVEAUX.....	13
4.4	CIRCUIT DE TERRE ET LIAISONS EQUIPOTENTIELLES .....	14
4.5	TRAVAUX ET EQUIPEMENTS DIVERS ASSOCIES.....	14
4.6	ALIMENTATIONS 48 VCC SECOURUE (LOCAUX HTA/BT, ETC.) .....	15
4.7	REPERAGE .....	16
4.8	AUXILIAIRES ELECTRIQUES ET ACCESSOIRES DE SECURITE .....	16
<b>5.</b>	<b>PRISE MOBILE 45 KVA POUR GROUPE ELECTROGENE MOBILE .....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>SPECIFICATIONS TECHNIQUES .....</b>	<b>20</b>
6.1	NORMES ET TEXTES REGLEMENTAIRES .....	20
6.2	PROVENANCE .....	20
6.3	CONCEPTION GENERALE .....	20
6.4	CAISSON BT .....	21
6.5	RELAYAGE.....	22
6.6	REPERAGE .....	22
6.7	CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE DES TABLEAUX HTA.....	23
<b>7.</b>	<b>ANNEXE : SYNOPTIQUE HTA « ETAT FUTUR » .....</b>	<b>24</b>

## SECTION TECHNIQUE 4 : ELECTRICITE HT

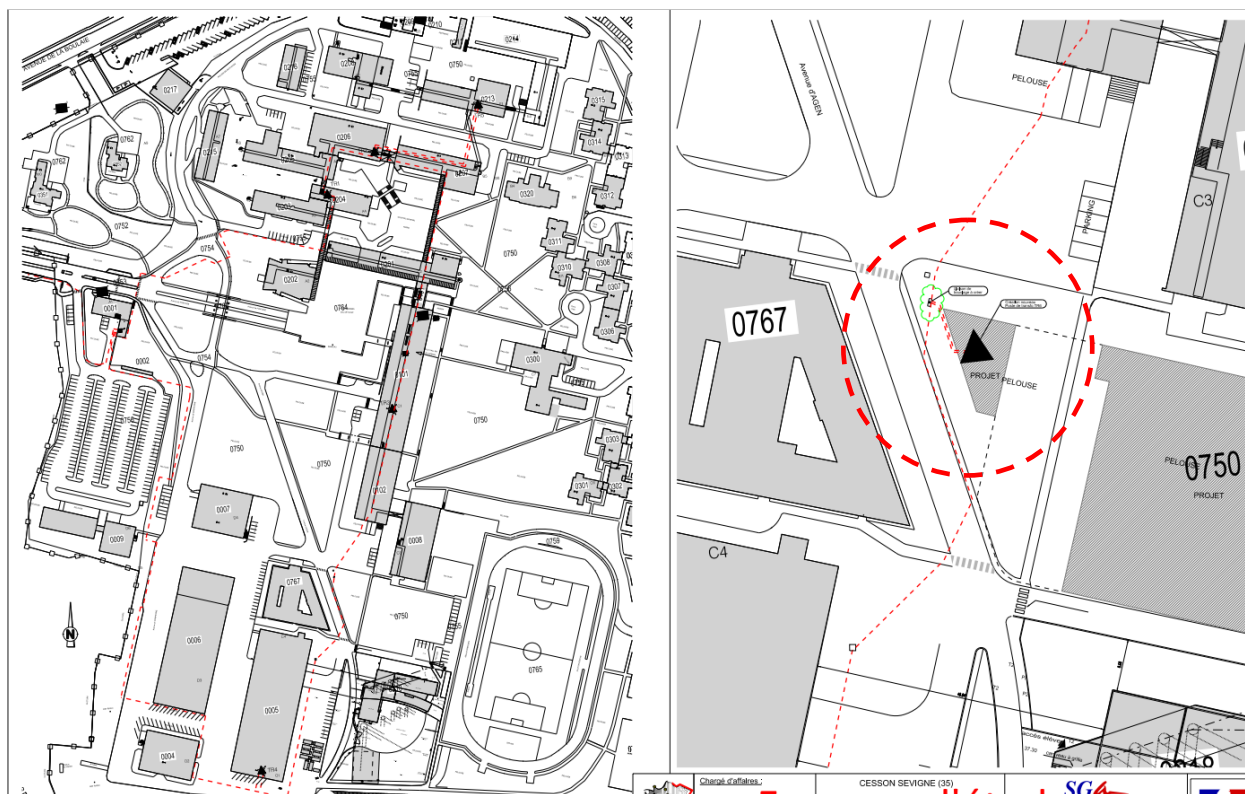
### 1. DEFINITION DES TRAVAUX

#### 1.1 Description sommaire des travaux

Les travaux à exécuter au titre de la présente section technique (ST4) concernent la réalisation des installations électriques HAUTE TENSION pour l'intégration du futur bâtiment PFICS dans la boucle HT actuelle.

Le titulaire des travaux doit d'une façon générale les travaux suivants :

- Travaux préliminaires :
  - D'une façon générale, dépose des équipements électriques devenus inutiles par comparaison entre les synoptiques « état existant et état projeté ».
  - Evacuation des produits de dépose et démolition.
  - Impératifs de fonctionnement et coupures électriques prévus au titre du projet.
- Travaux de courants forts HT :
  - L'extension d'une boucle primaire 20 KV comprenant :
    - 1 poste HTA/BT à créer n°6 avec :
      - 1 transformateur abaisseur de 1 250 kVA positionnés dans le bâtiment énergie à construire et lié au projet PFICS.
  - Les interfaces nécessaires avec les réseaux et installations existantes.



Mais aussi, la réalisation d'une prise mobile pour un groupe électrogène mobile de puissance environ 45 kVA.

Les prestations comprennent également :

- Les études d'exécution,
- Les notes de calculs,
- Les plans d'exécution et de détail,
- Les plans de récolement.

## **1.2 VRD à créer**

Il est prévu :

- La réalisation de tranchées à charge du présent lot n°2 (ST4 « Electricité HT ») et suivant la différence entre les synoptiques ETA et ETF :

Force HTA (y compris télécommande) :

- **Poste HT/BT n°6 à créer** vers poste HTA/BT n°3 existant (Bâtiment 101) ;
- **Poste HT/BT n°6 à créer** vers poste HTA/BT n°4 existant (bâtiment n°5).
- La mise en place de fourreaux Diam 250 mm pour chaque liaison (force et télécommande), ce qui permettra le remplacement plus aisé des câbles.
- La mise en œuvre d'autant de câbles sec de type HN33 S226 Alu à prévoir au titre du marché et que de nécessaire.

## **1.3 Limites de prestations**

Limites de prestation avec la ST4 (à charge lot n°2 « Electricité HT »)

- Sont dus :
- Les fouilles (ouverture tranchée, remblai, reprise d'enrobés) nécessaires à la réalisation des deux adductions électriques HTA provenant des locaux HTA/BT n°3 et 4.
- Le génie civil des liaisons extérieures HTA (tranchées, fourreaux, grillage avertisseur, chambres de tirage et regards, reprises d'enrobés) y compris enrobage béton des fourreaux liaisons HTA.
- Les liaisons extérieures pour les télécommandes et la GTE entre les nouveaux postes de transformations et la boucle HT existante.

Limites de prestation lot N°1 « Gros Œuvre »

- Sont dus par le lot Gros Œuvre :
- Les fouilles (ouverture tranchée, remblai, reprise d'enrobés) nécessaires à l'implantation du ceinturage de terre du nouveau bâtiment.
- La réalisation des réservations pour les pénétrations dans les bâtiments neufs et existants des réseaux HT/BT/CFA.
- La réalisation des réservations communiquées par le lot2, Energie.
- La mise à nu du réseau de terre existant pour permettre l'interconnexion du réseau de terre et des masses.
- Tous les rebouchages dans les murs bétons.

## **1.4 Essais et contrôles**

- A l'issue des travaux, le fonctionnement de tous les appareils nouvellement mis en place sera vérifié.
- Les conditions dans lesquelles seront réalisées les essais de contrôle et les épreuves sont définies aux articles 24 et 38 du CCAG.

## **1.5 Assistance technique des constructeurs**

L'Entrepreneur devra impérativement inclure dans son offre l'assistance technique des constructeurs et fabricants de matériels.

Les prestations d'assistance technique à réaliser par le constructeur comprendront :

- Le raccordement et contrôle du câblage des installations.
- La programmation, paramétrage et mise en service des installations.
- Les essais, tests et réglages définitifs des installations.
- La réception des installations, compris le procès-verbal de réception pour chaque poste.
- Les formations de l'utilisateur du site.
- La mise à jour des documents, plans, schémas, ...

Ces prestations seront prévues pour chaque tranche de travaux.

## **1.6 Calendrier d'exécution**

Le titulaire fourni le calendrier d'approvisionnement et de délais de fabrication des gros matériels, à savoir :

- Les cellules,
- Le transformateur,...

Ce calendrier comporte le délai entre l'approbation ou le visa des plans et des matériels et leurs arrivées sur le site :

- Le calendrier des tâches de la présente section technique.
- Le calendrier de mise en service provisoire, de réception des installations et de levée des réserves.

## **1.7 En usine**

Essais en usine en présence du Moe et du Mou avec délivrance des PV d'essais :

- Les cellules.
- Le transfos.
- Assurance qualité des constructeurs.

L'assurance qualité à mettre en œuvre pour cette prestation sera ISO 9002 (contrôle final des produits et du processus de fabrication).

## **1.8 Mémoire technique**

Le mémoire technique fourni par le candidat fera ressortir les dispositions suivantes :

HTA : Argumentaire détaillé et solution et performance du matériel HTA prévu dans l'offre du candidat.

Plan de protection :

- Fournir les principes du plan de protection HTA mis en œuvre en justifiant les différents points techniques qui permettent d'assurer une sélectivité totale quelle que soit la source d'alimentation du réseau interne HTA client, et quel que soit le schéma des liaisons à la terre du réseau public.
- Une note technique devra permettre de justifier la magnétisation du réseau HTA y compris par la centrale de secours quel que soit le nombre de groupe électrogène de disponibles. Les références des équipements utilisées pour réaliser cette opération de magnétisation seront détaillées ainsi que l'ensemble des moyens pour obtenir ce résultat

Tous les équipements seront dimensionnés et justifiés en fonctions des spécifications techniques propres au fournisseur.

Extrait schéma HTA futur :

Voir article 7.

## 2. ELECTRICITE HTA

### 2.1 Concept général

#### La fiabilité

L'architecture électrique proposée présente une fiabilité maximale dans la mesure où les matériels :

- Présentent un MTBF très élevé.
- Sont de marque reconnue et sont réputés fiables dans le temps.
- Acceptent les bascules répétitives d'une voie sur l'autre avec les impacts de charge associés.
- Sont intégrés judicieusement dans une architecture optimale.
- Sont monitorés par une supervision analysant les réserves capacitaires de chacun.

#### La maintenabilité

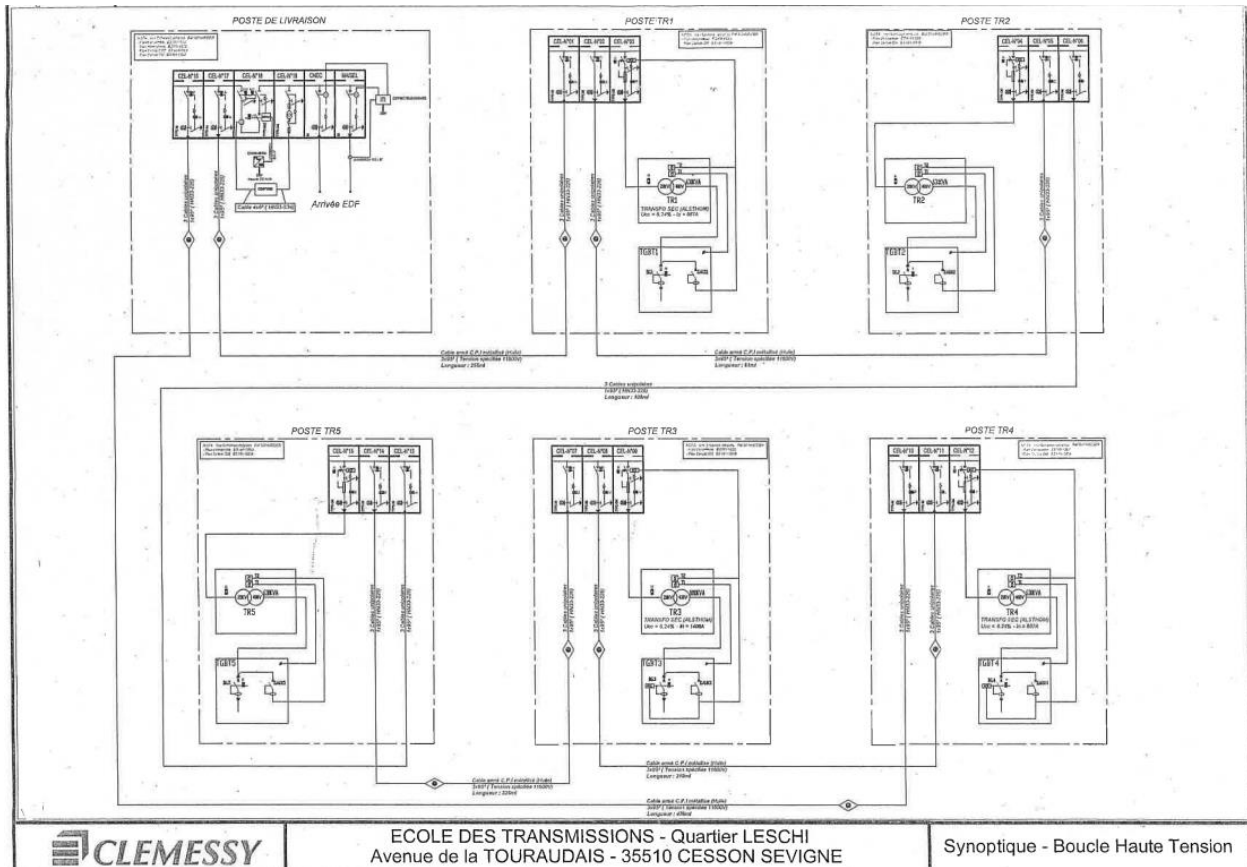
Compte-tenu de la conception générale du schéma projeté, les performances des installations ne sont pas affectées par les opérations de maintenance préventives ou curatives.

En termes de maintenance, deux catégories de composants sont à considérer :

- catégorie 1 – Les composants actifs ; typiquement les moteurs diesel, les générateurs HQ, les transformateurs et les automates centraux.
- catégories 2 – Les composants passifs ; typiquement les organes de coupure et protection, les jeux de barres, les câbles et les connexions associées.

**Concernant les composants passifs, la configuration des équipements permettra d'assurer une maintenance préventive exhaustive** en donnant accès à 100 % des points de connexions pour des campagnes thermographiques. Par ailleurs, les appareillages électriques des TGBT et TGHQ seront déconnectables, permettant ainsi un remplacement rapide.

### 2.2 Présentation sommaire du schéma d'alimentation électrique « Etat Actuel »



### Installation actuelle – ENEDIS distribution

Le site du quartier LESCHI est alimenté par ERDF en HTA 20 kV depuis le « réseau général ».

L'installation comprend :

- Un poste de livraison RM6 (ou autre).
- Une boucle HTA constituée de tableaux HTA dans les bâtiments 001, 204, 206, 213, 101 et 005.

Les câbles haute tension sont de section 95 mm<sup>2</sup> Aluminium.

### Description des travaux - Architecture à mettre en œuvre dans le cadre du présent projet :

- Voir synoptique électrique joint au DCE.

### **Dans le cadre du projet, les travaux à réaliser par l'entreprise seront les suivants :**

- La création d'un poste HTA/BT dédié aux installations du bâtiment PFICS (mais aussi 2 autres bâtiments DIVOPS et ESIC).
- L'étude de sélectivité et le réglage des protections.
- Les essais et mise en service des installations.
- La formation du personnel,...

## **2.3 Composition des installations (Matériel HTA)**

### **Détail des équipements par cellule (localisation et nombre suivant synoptique ETF)**

Les cellules HTA devront toutes posséder les caractéristiques générales suivantes :

- Tension assignée : 24 kV.
- Tension de service : 20 kV.
- Fréquence Industrielle : 50 Hz.
- Tension de tenue assignée à la fréquence industrielle, Isolement : 50kV efficace.
- Tension de tenue assignée au choc de foudre:1,2/50µs, Isolement : 125 kV crête.
- Courant de courte durée admissible assigné : 12.5 kA efficace/ 1s.
- Courant nominal du jeu de barres : 400 A.
- Degré de protection : IP 2XC.
- Tenue arc interne : HN64S41: 12,5ka 0.7s.
- Type d'enveloppe : LSC2A-PI.
- Température ambiante de fonctionnement : -5°C à 40°C.
- Couleur : RAL 9003.
- Recommandations : CEI 62271-200, 62271-103, 62271-1, 62271-105, 62271-100.
- Normes UTE : NFC 13 100, 13 200, 64. 130, 64. 160.
- Spécifications EDF : HN 64-S-41, 64-S-43 ET HN 64-S-52 (poste de livraison).

Conformément aux nouvelles réglementations F-GAZ en vigueur. L'utilisation du gaz SF6 est proscrit à l'installation de nouveaux matériels HTA à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2026. C'est pourquoi l'entrepreneur prévoira la fourniture et la pose de cellules HTA sans gaz SF6.

L'une des technologies permettant de remplacer le SF6 est l'utilisation du vide tel que réalisé dans les cellules HTA « SM AirSet » ou RM AirSet (pour les postes de livraison). L'entrepreneur veillera à utiliser ce type de cellule ou équivalent.

## **2.4 Postes HTA/TR n°6 bâtiment énergie à créer**

### **Description sommaire :**

#### Poste HTA/BT, tableau HTA SM AirSet, local HTA/BT à créer :

Les travaux à réaliser comprendront :

- La fourniture et pose de nouvelles cellules HTA SM AirSet ou équivalent par poste :

- 1 cellule interrupteur en aval de l'arrivée HT du poste HTA/BT du bâtiment énergie.
- 1 cellule DM1 protection transfos HT/BT (1 250 kVA suivant synoptique).
- 1 transformateur 1 250 kVA HT/BT : 20 kV/410 V.
- L'ensemble des équipements associés :
  - Jeux de fusibles, fusibles de rechange et râteliers,
  - Nouvelles clés d'interverrouillage HT,
  - Schémas et affiches.
- Les alimentations des nouvelles installations notamment :
  - Les alimentations 230 Vac ondulées et non-ondulées depuis les TGBTs.
  - Les alimentations 48Vcc depuis le chargeur redondant 48 Vcc.
- Les travaux de câblage BT pour les alimentations et l'asservissement des cellules du poste notamment :
  - La distribution des alimentations 230 Vac, 48 Vcc.
  - Le déclenchement HTA de la cellule protection transformateur sur seuils des sondes PTC.
  - Le report d'état et de défauts sur borniers,
  - Etc.
- La réalisation des mises à la terre et liaisons équipotentielle.

### Description détaillée

#### 2 cellules « interrupteur », type IM : protection.

Les 2 cellules Interrupteur seront équipées de :

- 1 jeu de barres tripolaires : 400A.
- 1 interrupteur-sectionneur et sectionneur de terre, 400A à coupure et isolation dans le vide.
- 1 commande motorisée, type CI2 48Vcc comprenant :
  - 2 déclencheurs: ouverture/fermeture type MX 48Vcc,
  - 4 contacts 2O, 2F sur l'interrupteur,
  - Signalisation avec 2 lampes, 2 BP et 1 commutateur,
  - 3 indicateurs de présence de tension,
  - 3 plages de raccordement pour 1 câble sec unipolaire.
  - 1 verrouillage de boucle P1 avec serrure à clé tubulaire.
- 1 jeu de 3 contacts auxiliaires comprenant :
  - 1 contact à fermeture sur Interrupteur,
  - 2 contacts fermeture/ouverture sur Sectionneur de terre,
  - 1 compartiment basse tension,
  - 1 FLAIR 21 D + 3 tores,
  - 1 résistance de chauffage 50W 220V 50Hz.
- 1 sépam série 20 protection sous-station S20 :
  - Code ANSI : 50/51 - 50N/51N - 50G/51G - 46,
  - Connecteurs de courants TC 1/5 CCA630,
  - 1 interface homme machine IHM avancée,
  - 1 module 10 entrées + 4 sorties MES114 24 à 250 VCC,
  - 1 interface de communication réseau RS485 2 fils ACE949-2,
  - 1 cordon de communication L=3 m CCA612,
  - 1 tore homopolaire CHS200,
  - 1 disjoncteur C60H-DC.

#### 1 cellule « disjoncteur simple sectionnement », type DM1-A 400 A : protection transformateur (1 250 kVA).

Chaque cellule disjoncteur de protection générale combiné assurant la protection des transformateurs sera équipée de :



- 1 jeu de barres tripolaires : 400 A,
- 1 sectionneur et sectionneur de terre amont, à coupure et isolation dans le vide,
- 1 disjoncteur FLUARC SF6 Free à coupure dans le vide de calibre 400 A,
- 1 commande disjoncteur, type RI motorisée 48Vcc,
- 1 déclencheur de fermeture à MX 48Vcc,
- 1 déclencheur d'ouverture MX 48Vcc,
- 1 compteur de manœuvres mécanique,
- 1 commande sectionneurs, type CS manuelle,
- 3 indicateurs de présence de tension,
- 1 verrouillage HTA/TRANSFO./BT type C4 avec serrure à clé tubulaire,
- 3 transformateurs de courant : 50-100A / 5-5A 0,5 cl 7.5VA cl0.5S 5VA 5 P15.
- 1 jeu de 7 contacts auxiliaires comprenant :
  - 2 contacts à ouverture et 3 à fermeture sur sectionneur,
  - 1 contact à ouverture et 1 à fermeture sur S.M.A.L.T,
  - 1 compartiment basse tension,
  - 1 Sepam série 40 protection transformateur T42,
  - Code ANSI : 50/51 - 50N/51N - 50G/51G - 50BF - 46 - 67 - 67N/67NC - 49RMS - 27/27S - 59 -59N - 47 -81H - 81L,
  - 1 interface homme machine IHM avancée,
  - 1 module 10 entrées + 4 sorties MES114 24 à 250VDC,
  - 1 interface de communication réseau RS485 2 fils ACE949-2,
  - 1 cordon de communication L=3m CCA612,
  - 1 tore homopolaire CHS200,
  - 1 Boite à borne intensité,
  - 1 Boite à borne tension,
  - 1 Disjoncteur C60H-DC,
  - 3 plages de raccordement pour 1 câble secs de section de 240 mm<sup>2</sup> maximum par phase,
  - 1 résistance de chauffage 50W 220V 50Hz.

## 2.5 Transformateurs

### Généralités

Les normes de référence (construction, mise en œuvre et exploitation) à prendre en compte pour les transformateurs HT / BT sont les suivantes (liste non exhaustive) :

- NF C52 100 (1990) / CENELEC HD 398-1 à 5.
- NF C52-115 (1994) / CENELEC HD 538 S1,
- NF C52-726 (1993) / CENELEC EN 60726 (2003),
- CEI 76-1 à 76-5 (IEC 60076-1 à 60076-5),
- IEC 60076-11 (2004),
- IEC 60905.

### Transformateurs abaisseurs HTA/BT

- **Poste HTA/BT « 1 250 kVA » – 21 000 / 410 V « perte niveau A0Bk »**

Ce transformateur aura les caractéristiques suivantes :

#### Caractéristiques constructives :

- Transformateurs ABAISSEUR HT/BT – Poste HT/BT 1 250 kVA – 20 000/ 410 V – pertes niveau AoBk.

- Transformateur triphasé de distribution HTA/BT de type CABINE étanche à remplissage total, immergé dans l'huile végétale biodégradable, à refroidissement KNAN, pour installation intérieure, conforme aux normes NFC 52-112-1/HD428.1 S1 et NFEN 60076-1 à 10.
- Température ambiante maximale de 40° C et une altitude inférieure à 1000 m.
- Constituants neufs et exempts de tout élément de récupération susceptible d'avoir été contaminé par des PCB (Teneur en PCB < 1ppm).
- Transformateur avec niveau de pertes (AoBk).
- Haute tension 1 assignée : 20 000 V.
- Basse tension 1 assignée : 410 V (à vide).
- Réglage par commutateur hors tension : + - 5%.
- Niveau d'isolement assigné : 24Kv.
- Symbole de couplage : Dyn 11.
- Fréquence : 50 Hz.
- Tension C/C (%) : 4 standards.
- Procès-verbal d'essais individuels.
- Verrouillage des traversées sans serrure.
- Capot BT plombable.
- DMCR.
- Jeux de 4 sabots amortisseurs.
- Anneaux de levage.
- Bac de rétention autoextinguible, ouverture grand coté (Vert).

## 2.6 Relais de protection

Sauf impossibilité technique, indication du CCTP ou dérogation écrite du Maître d'Œuvre, tous les relais de protection associés aux cellules HT seront de type numérique.

### ☐ Normes et textes réglementaires

Les normes de référence (construction, mise en œuvre et exploitation) relatives à prendre en compte pour les protections HTA sont les suivantes (liste non exhaustive) :

- CEI 60-068 : humidité,
- CEI 60-255 : environnement (rigidité, isolement, transitoire, ...),
- CEI 60-529 : résistance boîtier (IP et IK),
- CEI 61-000 : environnement (rigidité, isolement, transitoire, ...),
- CEI 61-100 : environnement (rigidité, isolement, transitoire, ...),
- CEI 60-870 : interface de communication,
- CEI 870-5-103 : interface de communication,
- ENV 50-141 : susceptibilité,
- EN 50-081 : compatibilité électromagnétique,
- EN 50-082 : compatibilité électromagnétique,
- EN 55-011 : émissions rayonnées,
- EN 60-950 : sécurité,
- EN 61-010 : sécurité,
- ISO 9000 : contrôle qualité,
- ...

S'il ne peut répondre à certains de ces textes, le Titulaire devra le préciser dans son offre.

### ☐ Règles de conception et de construction

La conception du matériel doit être adaptée aux réglages calculés et justifiés dans le plan de protection.

Les mesures réalisées (tension, courant) sont indépendantes de la forme d'onde : la protection travaille sur le fondamental et ne doit pas être perturbée par les variations de fréquence (+ 10 % - 10 %).

Alimentation électrique en 48 Vcc.

Les règles de construction seront conformes aux textes de référence définis ci-dessus, elles respecteront notamment les points suivants :

- Tenue aux hautes tensions conformes à CEI 60-225-5 - Tension spécifiée : 750 V,
- Insensibilité aux perturbations électromagnétiques : sévérité niveau 3 minimum,
- Vibration CEI 60-255 21-1 : classe II,
- Chocs CEI 60-255 21-2 : classe II,
- IP : 52,
- Température : - 25 à + 55° fonctionnement,
- Humidité : ≤ 90 %.

Ils seront localement paramétrables grâce à une interface homme/machine en face avant de l'appareil mais également à l'aide d'un PC portable grâce à une liaison série.

Les circuits d'entrées mesures (U et I) ainsi que les circuits polarisés (circuits de déclenchement) associés à ces relais seront équipés de boîtiers d'essais adaptés à leurs fonctions.

Afin de faciliter les opérations de dépannage, tous ces relais de protection devront être débrochables. Leur remplacement ne devra entraîner aucune manœuvre sur la filerie (utilisation de boîtier débrochable ou de bornier déconnectable).

### 3. ARCHITECTURE ELECTRIQUE DU SYSTEME

#### 3.1 Généralités

Le système devra s'intégrer et apporter une réponse ouverte et modulaire aux besoins de Protections, Automatismes, Contrôle et Monitoring des postes électriques.

Les matériels mis en œuvre seront **certifiés CSPN (certifié ANSSI – DIR 39 classe 2)**.

#### 3.2 Principaux équipements

L'entreprise devra prévoir la prise en compte de différentes informations conformément au document ci-dessous. Cette liste n'est pas limitative et elle peut être complétée par l'entreprise en fonction des informations nécessaires au système proposé.

POSTE		API	Relais C13100	Relais IEC 61850	Système de mesure	Entrées	Sorties	entrées déportées	sorties déportées
Poste local HT/BT n°6	HTA	X		X		Ensemble des préconisations à déterminer par l'entreprise dans le cadre du mémoire technique.			
Local TGBT	TGBT	X			X				
Armoire TGBT HQ	TGBT HQ A	X			X				
Armoire TGS	TGS	X			X				
Armoire TDs	TDs	X			X				
Armoire TDo	TDo	X			X				
Locaux électriques	TD à chaque module	X			X				

#### **Automates Programmation Industriel (même marques ou compatibilité avec ceux existants) :**

API certifié CSPN (classe 2 - protégé contre le piratage et la cybercriminalité) et comprenant les équipements suivants :

- X racks pour positions Ethernet + X bus pour API.

- Processeur CPU avec X E/S en TOR et X E/S en ANA – 2 ports Ethernet tps réel.
- Module réseau EtherNet/IP et Modbus/TCP - 10/100Mbit/s.
- Module interface bus série RS485/RS232 Modbus ASCII 2 voies.
- Câble pour raccordement série Modbus - 1xRJ45/1xSUB-D15 - 3m.
- Module réseau EtherNet/IP et Modbus/TCP - 10/100Mbit/s.
- Module X entrées thermocouple isolées.
- Cordon blindé - conn. X contacts - fils volants 1 extrémité - 3m.
- Module X entrées/sorties TOR – 24 Vcc.
- Module X entrées/sorties ANA – 24 Vcc.
- Bornier de raccordement - à ressort - débrochable - X contacts.

Tous les équipements de communication, à savoir :

- Autant de Tiroir Optique et Switch Ethernet que nécessaire (alimentation redondante et anneau cicatrisant). Switchs avec authentification et routeurs dédiés.
- Carte mémoire.
- Modules Entrées / Sorties déportées.
- Embases 2D/2B.
- Modules entrées TOR.
- Modules de sorties Digitale.
- Modules de communication Série.
- Commutateur industriel.
- IHM.
- Alimentations Stabilisée et Secourue.
- Modules de Sélectivité.

#### **Concentrateurs / relais et interfaces réseau**

Selon l'architecture proposée, des concentrateurs ou interfaces réseaux pourront être mis en place pour structurer les différents réseaux et organiser les échanges d'information entre les différents équipements techniques composant la solution de GTE.

Ils disposeront des cartes de communication adaptées aux réseaux de terrain des équipements techniques terminaux ainsi que des moyens de communication dédiés aux réseaux fédérateurs de haut niveau et assurent ainsi une communication efficace entre ces réseaux. Ils déchargeront les postes de supervision d'une partie du trafic réseau.

**Systèmes de mesures** : prévu dans la ST2 « Electricité BT ».

#### **Borniers déportés :**

On utilisera des borniers déportés dans les TGBT. Il s'agit de borniers déportés (extension bus API) et non de module communicant. Les borniers devront être débrochables et assurer la datation à la source avec la résolution attendue.

Les liaisons entre les API et les tableaux seront en fibres optiques. Ces liaisons seront spécifiques à un bornier ou au maximum 4.

#### **Protections :**

Toutes les cellules de boucle devront être équipées de relais de protections.

Les relais devront être conforme IEC61850 Edition 1 et Edition 2 et pour la Cybersécurité conforme à IEC62351.

#### **Passerelle vers GTE existante :**

L'entreprise devra mettre à disposition sur une passerelle de communication le protocole sera précisé ultérieurement.

## **4. AMÉNAGEMENT COMPLEMENTAIRE**

### **4.1 Aménagement des locaux postes HTA/BT existants et à créer**

L'entrepreneur devra intégrer les équipements dans les locaux électriques existants et à créer.

Il proposera les réservations et caniveaux au gros œuvre en fonction de l'aménagement retenu.

## **4.2 Dévoiement et jonction des câbles**

Dans le cadre du remplacement des cellules, l'entreprise assurera toutes les prestations nécessaires au raccordement des câbles existants conservés sur les nouveaux tableaux HTA.

Les prestations à réaliser comprendront :

- La déconnexion des câbles existants.
- Le dévoiement et prolongement des câbles de boucle existants (sec ou huile).
- La réalisation de boîtes de jonction au niveau de chaque conducteur des câbles de boucle, avec mise en œuvre d'un nouveau tronçon de câbles secs en longueur suffisante.
- La réalisation et réfection des têtes de câbles pour permettre leur raccordement sur les nouvelles cellules.
- Les jonctions seront réalisées avec des câbles de même section que les câbles de boucle. A vérifier sur site lors de la visite des lieux.

Les boîtes de jonction seront de type boîte moulées étanche conforme aux normes :

- NFC 33-001 : pour les jonctions de type rubané-injecté pour la réalisation de jonctions de transition entre câbles à isolation synthétique et câbles à isolation papier imprégné.
- NFC 33-050 : pour les jonctions de type préfabriqué pour la réalisation de jonctions entre câbles unipolaires à isolation synthétique (sec).
- Elles seront prévues pour l'extérieur et seront directement enterrables.
- Toutes les boîtes de jonction réalisées seront repérées de façon permanente et indélébile, avec report des repères de boîtes sur les plans et schémas unifilaires.
- En cas d'impossibilité de réaliser la boîte de jonction dans les fosses ou caniveaux sous les cellules, l'entreprise prendra en charge et à ses frais dans le cadre du projet, les éventuels travaux de VRD et Génie civil (hors lot VRD) qui seraient nécessaires à la réalisation des boîtes de jonction à l'extérieur du bâtiment.

Dans ce cas, les travaux comprendront :

- Le sciage des enrobés, béton, bordures,...
- La réalisation et ouverture d'une tranchée de taille suffisante pour la réalisation des boîtes de jonctions.
- Le dévoiement des câbles existants.
- La pose de nouveaux câbles secs de même section entre la jonction et les cellules HTA.
- La réalisation de boîtes de jonction.
- Le remblaiement avec grillage avertisseur.
- La restitution des sols, voiries et chaussée à l'identique.
- Le report sur plan des jonctions réalisées.

L'évaluation de ces travaux est laissée à l'appréciation de l'entreprise en phase consultation. Les frais et coûts liés à ces travaux devront être inclus dans la proposition de base de l'entreprise et ne pourront en aucun cas faire l'objet d'avenant de travaux supplémentaires.

## **4.3 Adaptation des supports et caniveaux**

Dans le cadre des travaux, l'Entreprise prévoira l'adaptation des caniveaux des postes pour permettre la mise en œuvre des nouvelles cellules.

Les travaux et prestations à prévoir comprendront :

- La dépose des ferrures existantes (si besoin).
- La confection et pose de nouvelles ferrures.
- La confection et pose de nouvelles plaques de fermeture.

Les nouvelles ferrures seront confectionnées à partir de pièces d'acier galvanisé à chaud après fabrication (découpage, percements, ...) ou à défaut être réalisées en acier avec revêtement anticorrosion (exemple 2 sous-couches antirouille, 1 couche de finition).

L'Entreprise assurera l'ensemble des travaux de fixation des ferrures, compris percement, chevillage, scellement, ainsi que les travaux de finition (rebouchage, reprise éventuelle de peinture, ...).

Les nouvelles plaques de fermeture des caniveaux à réaliser par l'Entreprise devront être identiques aux plaques existantes des postes ; elles seront réalisées avec le même matériau (acier ou bois suivant les postes) et seront peintes de la même couleur que les plaques existantes.

L'Entreprise prévoira également tous les travaux de finition comprenant :

- Les reprises de béton et rebouchage des percements, fixations, ...
- La peinture de tous les ouvrages ou partie d'ouvrage suite aux travaux.

#### **4.4 Circuit de terre et liaisons équipotentielle**

Dans le cadre du projet, l'entreprise assurera les mises à la terre et toutes les liaisons équipotentielles des nouvelles installations, notamment :

- Le raccordement de terre des nouveaux tableaux HTA et toutes les masses métalliques.
- Les liaisons équipotentielles entre toutes les parties métalliques des tableaux HTA.
- La mise à la terre de tous les écrans métallique HTA.
- Etc.

Ces connexions des masses seront assurées par des ensembles boulonnés et soudés ou par des tresses métalliques. Ces ensembles seront choisis de manière à éviter toute dégradation due à des actions mécaniques, thermiques et chimiques.

Toutes ces masses métalliques seront raccordées au collecteur de terre du poste par câblette de cuivre nu ou tresse de cuivre étamé.

#### **4.5 Travaux et équipements divers associés**

##### Alimentation, asservissements et câblage divers

**Dans le cadre du projet, l'Entreprise aura à remanier le câblage complet des asservissements présents au niveau des postes.**

L'Entreprise assurera :

- La fourniture, pose et raccordement de nouveaux câbles pour :
  - Les asservissements des cellules,
  - Les reports d'informations sur la GTE,
  - Les bus de terrain,
  - Etc.
- La fourniture et la pose des cheminements associés,
- Le repérage de l'ensemble,
- La mise à jour des plans et schémas électrique des armoires modifiées.

Tous les câbles d'alimentation, d'asservissement, ...des postes seront raccordés sur des borniers à prévoir par l'Entreprise à l'intérieur des caissons BT des cellules.

Les câbles à prévoir par l'Entreprise comprendront notamment :

##### **Pour chaque poste :**

- Les asservissements de déclenchement HTA/BT sur seuil de température des sondes PTC ou DGPT2.
- Le câblage des alimentations 230Vac, 48Vcc.
- Le câblage des équipements des cellules HTA (motorisations, bobines de déclenchement, infos TOR de position et de défaut, bus de communication, ...).

##### Sondes températures transformateurs

L'Entreprise assurera la réfection du câblage et remise en service de chaque sonde de température PTC des transformateurs et DGPT2 des transformateurs sur les cellules protection transformateur associées des postes.

Ces sondes de température agiront et seront câblées de la manière suivante :

- 1<sup>er</sup> seuil :

Signalisation visuelle sur le TGBT du poste,

Renvoi d'informations sur la GTC, via l'automate de reconfiguration automatique (voir liste en annexe n°1),

- 2<sup>ème</sup> seuil :

Signalisation visuelle sur le TGBT du poste,

Renvoi d'informations sur la GTC, via l'automate de reconfiguration automatique (voir liste en annexe n°1),

Déclenchement de la cellule protection transformateur associée,

Déclenchement du disjoncteur général BT (fonction déjà câblée et en service).

Le déclenchement BT des protections des TGBT est déjà câblé et ne sera pas modifié par l'Entreprise.

#### Résistance chauffante

L'Entreprise assurera la réfection des alimentations de la résistance.

Le départ 230 V des TGBT sera conservé. L'Entreprise aura cependant à sa charge la réfection du câblage, compris cheminement associé.

#### Interverrouillages

L'Entrepreneur assurera la fourniture et la mise en place des interverrouillages fonctionnels conformes à la NFC13-100 et NFC 13-200, comprenant :

- Un interverrouillage de boucle sur chaque interrupteur et permettant d'interdire la fermeture du sectionneur de terre d'un poste si l'interrupteur de l'autre poste n'a pas été verrouillé en position ouvert.
- Un interverrouillage HTA/BT entre les cellules protection transformateurs et les transformateurs.

Concernant ce dernier, l'Entreprise prévoira de conserver les serrures et verrous présents.

L'Entreprise prévoira de conserver les numéros de clé existants des transformateurs.

L'Entreprise équipera donc les nouvelles cellules protection transformateur avec ces numéros de clé.

L'Entreprise assurera la fourniture et pose d'un schéma unifilaire simplifié et plastifié dans chaque poste permettant la représentation et localisation des interverrouillages mis en œuvre (numéro de clé, ...).

L'interverrouillage prévu ainsi que la numérotation des clés à prévoir sont présentés sur le plan PL02 – schéma unifilaire de boucle actuel/projeté.

## **4.6 Alimentations 48 VCC secourue (Locaux HTA/BT, etc.)**

#### Présentation

Les postes HTA seront équipés de :

- Soit d'une alimentation 48Vcc secourue.
- Soit d'une alimentation 48Vcc non secourue par batterie mais alimentée par un onduleur.

**Dans le cadre du projet, l'Entreprise assurera la mise en œuvre d'alimentation 48Vcc dans tous les postes du site le nécessitant.**

Le réseau 48Vcc des postes permet l'alimentation des circuits auxiliaires du poste :

- Bobine de déclenchement.
- Motorisation des cellules HTA.
- Alimentations Auxiliaires des TGBT.

**Les prestations à réaliser par l'Entreprise comprendront :**

- La fourniture, pose et raccordement d'une alimentation secourue sur batteries, compris fixations, réglages et mise en service.

- La mise en œuvre d'un départ au TGBT, compris câbles d'alimentation et cheminements associés.
- La mise en œuvre de protection par disjoncteur pour chaque circuit secondaire.
- Le câblage des circuits terminaux, compris cheminements associés.

### Caractéristiques

Ces chargeurs batteries auront les caractéristiques suivantes :

- tension d'entrée : 230 V, 50 Hz,
- tension nominale en sortie : 48 Vcc,
- régulation : +/- 0,5 %,
- ondulation résiduelle : < 3 % RMS,
- calibre chargeur : 50 A minimum,
- Bilan de puissance à réaliser par l'Entreprise avec réserve de 30 % minimum,
- utilisation : permanente,
- type batteries : plomb étanche sans entretien,
- durée de vie des batteries : 5 ans minimum,
- tests batteries : manuels et automatiques (avec report de défaut vers GTC),
- contacteur de fin de décharge : oui, avec report de défaut vers GTC,
- disjoncteur batterie : oui, avec report de défaut vers GTC,
- montage chargeurs et batteries : en armoire métallique IP21,
- interface opérateur : boutons de commande et écran LCD alphanumérique,
- paramétrage seuils : oui,
- contrôleur d'isolement : oui, avec report de défaut vers GTC.

Cette source sera conforme aux exigences de la norme NFC 13 100.

L'Entreprise assurera le câblage de tous les contacts secs d'informations et de défauts sur la GTC.

## **4.7 Repérage**

**En règle générale, tous les matériels et appareillages constituant la nouvelle installation seront intégralement repérés.**

- Repérage en face avant des cellules, coffrets et autres matériels par des étiquettes gravées et rivetées,
- Repérage de l'appareillage sur les appareils eux-mêmes ou sur les parties fixes des tableaux,
- Repérage des boutons de commande et des voyants de signalisation,
- Repérage des bornes et borniers avec les accessoires proposés par le constructeur avec séparation par bornier,
- Repérage des câbles HTA et BT et Fibre Optique par repère numérique aux deux extrémités avec indication du tenant et de l'aboutissant, repérage résistant à la corrosion et imperméable.
  - Pour le repérage des câbles HTA, l'Entreprise réalisera un repérage de chaque phase.
- Repérage de toute la filerie aux deux extrémités.
- Repérage des jeux de barres des cellules.
- Repérage des boîtes de jonction HTA avec report sur plan.

## **4.8 Auxiliaires électriques et accessoires de sécurité**

- AUXILIAIRES ELECTRIQUES pour le « Locaux « HTA/BT » :

Un coffret alimentation du poste comprenant :

- Les protections du poste par disjoncteur,
- Une prise de courant 2P+T avec protection différentielle 30 mA,
- Eclairage du poste par 2 fluos,



- Fourniture de contact de porte,
- Fourniture d'un ensemble interrupteur/prise 2P+T sur goulotte,
- Eclairage de secours,
- Eclairage de secours portable,
- Chargeur Eneris, tension 48V, chargeur 5A, Batterie 14Ah.

• ACCESSOIRES DE SECURITE pour les « Locaux « HTA/BT » :

Un râtelier de fusibles.

Un lot de sécurité :

- 1 extincteur poudre 2Kg classe ABC (poste de livraison),
- 1 extincteur poudre 5 Kg (locaux GE1 & 2),
- un tabouret isolant,
- une perche à corps 45 kV (perche de sauvetage),
- une perche détectrice de tension,
- un vérificateur à magnéto,
- coffret à fenêtre pour gants et gants isolants classe 3, taille 10,
- une paire de gants isolants placés dans une boîte à gants, avec compartiment pour le talc, fixée à demeure,
- un vérificateur pneumatique pour les gants,
- un jeu de rechange de coupe-circuit,
- l'éclairage du poste, commandé par un interrupteur étanche "fin de course" placé sur la porte de sortie. Cet éclairage doit comporter au moins deux points lumineux,
- l'éclairage de sécurité composé d'un bloc autonome 60 lumens au-dessus de l'issue,
- un bloc autonome portable (850 lumens pendant une heure) alimenté à partir d'une prise de courant,
- un levier de manœuvre des cellules HTA,
- un testeur pour vérification de la concordance des phases pour cellules HTA,
- Emplacement comptage avec câbles U et I.

L'entrepreneur devra la fourniture et la pose :

- d'une prise murale 10/16A - 2P+T différente de la prise du bloc autonome portable,
- d'un convecteur électrique 1 500 W double isolation,
- le canon de serrure de la porte d'accès au poste de transformation.

Pancartes :

Les pancartes suivantes seront fournies et posées :

- a) Sur l'extérieur de la porte d'accès au local de manœuvre
  - avertissement et interdiction d'accès PR 10,
  - indice et nom du poste PR 11,
  - soins aux électrisés AF 20,
  - téléphone SAMU et Pompiers AF 21,
  - adresse EDF AF 22,
  - poste équipé de cellules au vide - plaquettes avertissement avec précautions à prendre,
  - homme foudroyé par éclair - 10 cm de côté - T 10.
- b) Sur l'intérieur de la porte d'accès au local de manœuvre
  - soins aux électrisés AF 20,
  - téléphone SAMU et pompiers AF 21,

- adresse EDF AF 22.

c) A l'intérieur du poste

- terre masse AM 346,
- terre neutre AM 345,
- plaquette dénomination des cellules "arrivée" sur partie non démontable,
- les consignes et fiches de manœuvre sur les cellules HTA.

#### Schémas synoptiques :

La face avant des cellules est pourvue d'un schéma synoptique rappelant la disposition unifilaire de l'ensemble du matériel ainsi que la position des différents appareils de coupure signalée par des indicateurs optiques incorporés dans le schéma.

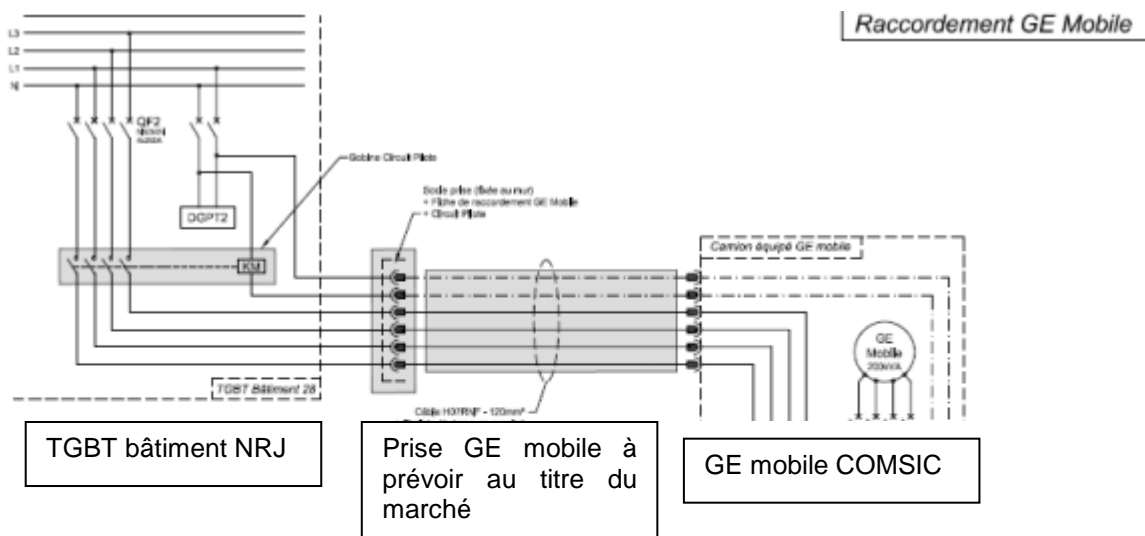
## **5. PRISE MOBILE 45 KVA POUR GROUPE ELECTROGENE MOBILE**

Afin de faciliter le secours des installations par un groupe électrogène mobile, une liaison BT sera mise en œuvre entre la colonne du TGBT prévue pour le raccordement de ce groupe mobile et un coffret extérieur étanche installé sur un mur du bâtiment énergie (emplacement à définir pendant la PP).

Le coffret sera équipé de plages de raccordement qui permettront le branchement des câbles du groupe électrogène.

L'installation sera réalisée comme suit :

- Fourniture et pose d'un coffret acier 600x400x250 mm environ comprenant un contacteur de puissance tétrapolaire,
- Liaison entre coffret acier « contacteur » et la prise femelle en câble HO7RNF dûment dimensionné y compris raccordement aux 2 extrémités,
- Fourniture et pose d'une prise femelle TRI+N+TERRE de chez Maréchal ou équivalent qui sera posée à proximité du coffret contacteur côté mur extérieur,
- Fourniture et câblage d'une rallonge de 25 ml en HO7RNF équipée de 2 fiches mâles aux extrémités (cette rallonge sera à demeure sur site) et permettra le raccordement au GE mobile.





## **6. SPECIFICATIONS TECHNIQUES**

### **6.1 Normes et textes réglementaires**

Les normes de référence (construction, mise en œuvre et exploitation) relatives à prendre en compte pour les tableaux HTA sont les suivantes (liste non exhaustive) :

- CEI 60-044-1 : transformateur de courant,
- CEI 60-044-1 : transformateur de tension,
- CEI 60-056 : disjoncteur AC HT,
- CEI 60-129 : sectionneur AC HT et sectionneur de terre,
- CEI 60-298 : appareillage sous enveloppe métallique AC HT,
- CEI 60-694 : clauses communes appareillage HT,
- CEI 60-801 : contrôle / commande,
- NF C20-010 : degré de protection (IP),
- NF C20-015 : degré de protection (IK),
- NF C20-030 : protection contre les chocs électriques,
- NF C20-070 : principe de sécurité des interfaces homme / machine,
- NF C64-160 : sectionneur AC HT et sectionneur de terre,
- NF C64-165 : interrupteur AC HT,
- NF C64-210 : fusibles HT,
- NF C64-400 : appareillage sous enveloppe métallique AC HT,
- NF C91-... et décret 92-587 : compatibilité électromagnétique,
- ISO 9000 : contrôle qualité.

*Dans son offre, le Titulaire devra impérativement justifier la conformité des produits qu'il propose vis-à-vis des normes et textes réglementaires cités dans les documents de consultation.*

### **6.2 Provenance**

Les matériels retenus dans le cadre du présent marché seront :

- des cellules préfabriquées de type modulaire,
- de fabrication standard (série),
- accessibles par la face avant et pouvant être adossés à un mur,
- pouvant justifier de références d'utilisation dans des conditions similaires,
- commercialisés et mises en œuvre depuis plus d'un an,
- dont le constructeur dispose d'ateliers, de moyens d'essais et de moyens de maintenance permettant de répondre aux exigences du présent document.

### **6.3 Conception générale**

Les cellules sont juxtaposables, chacune regroupant la totalité du matériel nécessaire à une fonction. Chaque cellule comprend une partie haute tension divisée en trois compartiments :

- compartiment jeu de barres tripolaire,
- compartiment organe de coupure et de mesures éventuelles,
- compartiment à câbles.

Sur la face avant, en partie supérieure, se trouve le caisson BT nécessaire au relayage de protection, d'automatisme et de contrôle / commande et relais de présence tension.

Il est fermé par un portillon sur charnières, avec serrure à clés.

Toutes les cellules seront équipées de systèmes de verrouillage par clés interdisant l'accès aux pièces nues sous tension.

Toutes les cellules seront équipées d'une épingle chauffante thermostatée (installée dans le caisson de raccordement des câbles lorsque celui-ci existe).

En face avant, on trouve les dispositifs de commande de l'appareillage contenus dans la cellule et notamment :

- le mécanisme d'armement de la commande de l'organe de coupure principal avec dispositif permettant le cadenassage,
- l'indicateur de position du mécanisme "armé" et "désarmé",
- le levier de commande du sectionneur de terre avec sa partie de cadenassage et ces serrures de verrouillage,
- les voyants de présence tension,
- l'étiquette de repérage de la cellule,
- le schéma synoptique dans lequel s'intègrent les voyants mécaniques de position de l'appareillage,
- l'affiche de manœuvre (instruction du mode opératoire).

Les cellules seront équipées de hublots pour réaliser des thermographies (onde courte),

Les liaisons entre les caissons BT et les équipements extérieurs aux cellules ou les autres cellules composant le tableau chemineront à l'extérieur des cellules et de manière séparée de celles-ci (**goulotte sur cellules intégrées aux cellules interdites**).

La filerie est réalisée au moyen de conducteurs souples ou semi-rigides à âme en cuivre multibrin type C1 sans halogènes et de section minimale de 1,5 mm<sup>2</sup>.

La cellule est réalisée sous forme d'une enveloppe métallique en tôle d'acier fermée sur toutes ses faces, y compris la face inférieure dans laquelle sont ménagées des ouvertures calibrées en fonction du diamètre des câbles haute tension ainsi que le dispositif de bridage des câbles.

La cellule disjoncteur sera équipée de 2 contacts auxiliaires de position.

Après réalisation des manœuvres d'ouverture et accès à l'intérieur de la cellule, le sectionneur de terre doit pouvoir être ouvert pour permettre les mesures d'isolement sur les câbles.

Un collecteur de terre est fixé à la partie inférieure des cellules puis relié au circuit de terre général du poste.

Le constructeur des cellules fournira les certificats d'agrément et la fiche d'essai associée pour chaque type de cellule prouvant leur conformité aux normes de construction ainsi que leur résistance aux contraintes définies par celle-ci.

Ces certificats devront être établis et validés par un organisme compétant en la matière et reconnu sur le plan national ou international.

## 6.4 Caisson BT

Dans le caisson basse tension sont installés tous les équipements mesure, protection et contrôle / commande décrits dans le présent dossier.

Doivent apparaître en face avant du caisson BT :

- les relais de protection numérique,
- les commutateurs et boutons-poussoirs,
- les voyants lumineux,
- les boîtiers d'essais.

Les organes de commande doivent posséder les caractéristiques suivantes :

- les touches de boutons-poussoirs sont affleurantes,
- la commande des commutateurs est réalisée par manette rotative,
- la couleur des voyants est conforme à la norme UTE C64-070, ils sont équipés de lampes électroluminescentes interchangeables.

Le Titulaire peut éventuellement remplacer ces unités de commandes et signalisation par une interface opérateur à condition que cela ne dégrade pas la sécurité de fonctionnement des cellules.

Les caissons BT doivent être dimensionnés en fonction des équipements qu'ils abritent. L'accès aux équipements installés sur le châssis placé au fond du caisson ne devra pas être limité par les équipements installés sur la porte avant pivotante. Aucune installation d'équipements ne sera admise sur les parois latérales, supérieures ou inférieures du caisson BT.

## 6.5 Relayage

Les relais de contrôle / commande éventuellement nécessaires à la réalisation de toutes les fonctionnalités de la cellule seront, dans la mesure du possible, de type électronique ou électromécanique à faible consommation.

Ils posséderont au minimum quatre contacts inverseurs, leur tension d'utilisation sera du 48 Vcc ou 230V et ils seront débrochables sur socle.

Les organes de protection des circuits « Tension » (100 Vca) et des circuits auxiliaires (48 Vcc et 230V) seront obligatoirement constitués de disjoncteurs (bipolaires ou tétrapolaires) avec contact auxiliaire O/F (**protection par fusibles interdite**).

Les circuits motorisation et commande (enclenchement/déclenchement/ relais de protection) seront chacun pourvus d'un disjoncteur dédié.

- Relais de protection : ils sont du type numérique intégré, débrochable, avec interface de communication.
- Verrouillages : des dispositifs de verrouillage et d'asservissement équipent les commandes des appareils et les portes de cellules.

Ils sont notamment destinés à :

- interdire toute manœuvre en charge des sectionneurs,
- interdire l'ouverture des portes des cellules d'appareillage avant l'ouverture des sectionneurs amont et aval,
- interdire la mise sous tension d'une cellule si les portes sont ouvertes,
- interdire l'ouverture des portes d'une cellule d'arrivée ou de départ, avant l'ouverture des sectionneurs d'isolement et la fermeture du sectionneur de mise à la terre du câble,
- interdire, après ouverture du sectionneur de mise à la terre de la tête de câble, pour procéder aux mesures d'isolement des câbles :
  - o La mise sous tension de la cellule,
  - o La suppression de la mise à la terre aval de l'appareil de coupure principal,
- interdire l'ouverture des portes d'une cellule transformateur avant l'ouverture du disjoncteur BT et la fermeture du sectionneur de terre de la cellule HT de protection transformateur,
- d'interdire la mise à la terre du jeu de barres du tableau si toutes les conditions d'isolement de celui-ci ne sont pas remplies.

Les manœuvres sont consignées sur une étiquette spécifique pour chaque cellule (consigne de manœuvre et de mise en sécurité). Ces fiches seront réalisées en couleur sur un support plastifié résistant aux UV et apposées sur chaque cellule HTA.

Ces étiquettes plastifiées et en couleur, seront réalisées et installées par le Titulaire après validation du Maître d'Œuvre et du Contrôleur Technique.

Sauf dérogation accordée par le Maître d'Œuvre, tous ces verrouillages seront réalisés à l'aide de serrures à clé dont le type et les numéros seront définis dans le cadre des études d'exécution en collaboration avec le service exploitation du Maître d'Ouvrage.

## 6.6 Repérage

Le repère de chaque cellule est indiqué par une plaque en dilophane gravée noir sur fond blanc.

Les dimensions des étiquettes ainsi que les hauteurs de textes sont les suivantes :

- dimensions : 150 mm x 100 mm,
- hauteur de lettres : 40 mm.

L'origine du câble d'arrivée dans les cellules d'arrivée est indiquée par une étiquette en dilophane gravée installée à la partie inférieure de la cellule.

Les étiquettes sont fixées par vis ou par rivets à expansion.

En outre, chaque cellule HTA sera pourvue d'une étiquette signalétique placée en face avant, fixée à hauteur d'homme et faisant état des principales caractéristiques et propriétés de ces équipements.

Ces étiquettes préciseront notamment :

- la fonction de l'équipement,
- sa source d'alimentation HTA éventuelle,
- l'Un, l'In, l'Icc,
- le calibre éventuel des fusibles HT,
- les caractéristiques précises des TP et des TC,
- le constructeur,
- l'installateur,
- l'année de construction,
- le type et la référence,
- la tension des auxiliaires,

et de manière générale toutes les indications relatives aux équipements internes qui ne peuvent être visualisées qu'après mise hors service de l'équipement.

## **6.7 Conception et mise en œuvre des tableaux HTA**

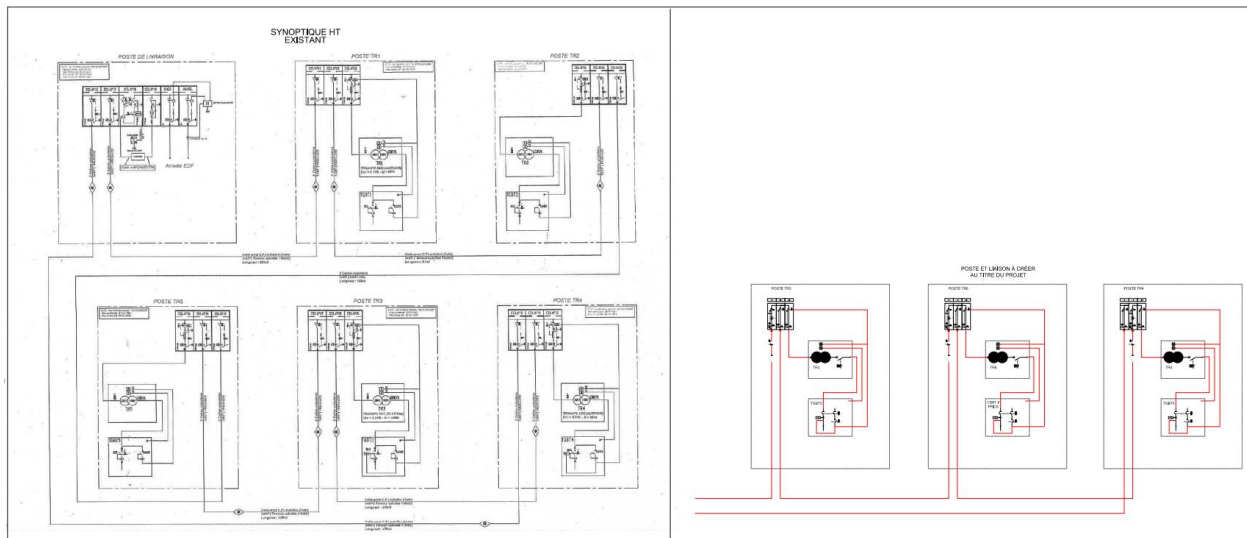
La conception générale des tableaux HT tiendra compte des points suivants :

- les tableaux HT seront mis en œuvre conformément aux règles et aux procédures définies par le constructeur,
- ils seront tous fixés solidement au sol,
- le jeu de barres sera en cuivre ou en aluminium In 400 A minimum et inaccessible sous tension,
- toutes les bobines de commande seront à « émission de courant » 48 Vcc ou 230V auxiliaires,
- dans le cas de raccordement par bornes embrochables, celles-ci sont fournies par le fournisseur du tableau HTA (parties fixes et mobiles) ; tout contact avec ces bornes sous tension ne doit pas constituer un risque pour le personnel,
- d'une façon générale, les cellules sont conçues de façon à faciliter au maximum le raccordement des câbles ainsi que les mesures de ces câbles par injections de courants, en particulier, aucune barre de terre, barre de renforcement mécanique, bornier, goulotte et autres ne doit gêner le personnel pour toutes ces opérations,
- après réalisation des manœuvres d'ouverture et accès à l'intérieur des cellules, le sectionneur de terre doit pouvoir être ouvert pour permettre les mesures d'isolement sur les câbles,
- le sectionneur de terre doit avoir le même pouvoir de fermeture que l'organe principal de coupure,
- le système de bridage des câbles HT sera prévu en bakélite ou polycarbonate avec possibilité de changer la section et le diamètre des câbles sans qu'il soit nécessaire d'adapter ce système (bridage par "pièces triangulaires"),
- la barre de mise à la terre installée le long et à l'intérieur du tableau doit être en cuivre,
- la conception du tableau permettra la réalisation des VAT, la mise à la terre du jeu de barres ainsi que la réalisation d'analyse thermographique sous tension.

L'entreprise devra prévoir tous les systèmes de supportages (rails métalliques par exemple) pour installer les cellules sur les caniveaux ou sur socle en l'absence de caniveaux. Par ailleurs, d'une manière générale, les cellules seront implantées de façon à permettre l'extension des tableaux HTA sans avoir à les déplacer.

**Les nouveaux tableaux HTA seront constitués de cellules préfabriquées modulaires au pas réduit de 375, avec organe de coupure à isolement dans le vide afin de respecter la nouvelle norme F-GAZ.**

## 7. ANNEXE : SYNOPTIQUE HTA « ETAT FUTUR »



\*\*\*-\*\*\*- FIN DU DOCUMENT -\*\*\*-\*\*\*-