

APPEL D'OFFRES N° 38/2021/E

FOURNITURE, INSTALLATION ET MISE EN SERVICE DE TABLEAUX HTA COMPACTS MOTORISES POUR POSTES ASSERVIS

PIECE N°3

CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

CPT

NB : Le présent cahier de charges, visé par le soumissionnaire doit accompagner l'offre

ARTICLE 1 : OBJET DE L'APPEL D'OFFRES

Le présent Appel d'offres a pour objet la livraison, l'installation et la mise en service de tableaux HTA compacts motorisés à isolation intégrale sous SF6, pour les postes OCR de Redal, ils sont répartis comme suit :

- 91 tableaux monobloc formés de deux cellules interrupteurs de boucle motorisées (sans relais détecteur de défaut) et une cellule de protection transformateur HTA/BT (2I+P).
- 4 tableaux monobloc formés de trois cellules de boucle motorisées (sans relais détecteur de défaut) et une cellule de protection transformateur HTA/BT (3I+P).
- 16 cellules interrupteur motorisée compact étanche double extensible.
- 12 cellule protection compact étanche extensible gauche ou droite selon la demande de Redal, l'installation et le montage des cellules compactes extensibles devraient être effectués par un spécialiste du matériel en question.

Ces travaux sont très particuliers et nécessitent des compétences plus que ceux demandées pour les travaux neufs. Il s'agit de vérifier dans le moindre détail, et de remettre en bon état de fonctionnement tous les éléments constituant les ouvrages et les équipements électriques.

Sur le plan sécurité, ces travaux présentent d'énormes risques d'électrification et d'électrocution. En effet, il s'agit des travaux sur des ouvrages en exploitation et qui nécessitent des consignations avant d'entamer tout travail.

Pour cela, tout le personnel concerné doit être formé, mais surtout habilité conformément à l'UTE C18-510 et capable de :

- Mesurer les risques de voisinage et d'environnement.
- Habilité à recevoir une attestation de consignation pour travaux ou première étape de consignation.
- Habilité à remettre l'attestation de fin des travaux.

ARTICLE 2 : GENERALITES

L'ensemble de l'appareillage et du jeu de barres des tableaux HTA doit être enfermé dans une enceinte étanche, remplie de gaz SF 6. Ces tableaux seront composés de :

- Cellules « Interrupteurs de Boucle Motorisées »
- Une cellule « interrupteur fusibles combinés » pour la protection du transformateur HTA/BT.



ARTICLE .3 : REGLES TECHNIQUES DE REFERENCE

Les Tableaux Compact doivent impérativement répondre aux normes internationales :

- **CEI 62271-200** : Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif avec tensions assignés supérieures à 1KV et inférieures ou égales à 52KV.
- **CEI 62271-1** : Spécifications communes des normes relatives aux appareillages haute tension.
- **CEI 62271-103** : Interrupteurs pour tensions assignés supérieures à 1KV et inférieures ou égales à 52KV.
- **CEI 62271-102** : Sectionneurs et sectionneurs de mise à la terre à courant alternatif.
- **CEI 62271-105** : Combinés interrupteur-fusibles pour courant alternatif haute tension.
- **CEI 62271-100** : Disjoncteurs à courant alternatif haute tension.
- **CEI 60255** : Relais électriques.
- **CEI 60529** : Degrés de protection des enveloppes.
- **CEI 62271-206** : Système indicateurs de présence de tension (vpis).
- **CEI 61243-5** : Système détecteur de tension (vds).
- **CEI 60282-1** : Fusibles à haute tension.
- **CEI 62271-203** : Appareillage à haute tension – Part 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV.

ARTICLE 4 : CARACTERISTIQUES PRINCIPLES

4.1 DESCRIPTION DE L'APPAREILLAGE :

L'appareillage doit être constitué des unités fonctionnelles intégrées et de dimensions réduites.

Cet ensemble monobloc à isolement intégral comprend :

- une enveloppe métallique en acier inoxydable, étanche à faible pression (**la pression ne doit pas excéder une pression de 1 bar**) et scellée à vie selon la norme IEC 60694, qui regroupe les parties actives, interrupteur- sectionneur, sectionneur de terre, interrupteur fusibles et jeu de barres (**le soumissionnaire doit fournir le certificat de validation de la pression conformément aux normes prescrites dans son offre technique**).
- Des compartiments câbles avec les interfaces de raccordement au réseau et au transformateur.
- Un compartiment basse tension.
- Un compartiment commande.
- Un compartiment puits fusibles pour les interrupteurs combinés à des fusibles.
- Un compartiment câbles réalisés en tôle Alu Zinc.

Les performances de l'appareillage doivent répondre à la définition de "système à pression scellé", conformément à la recommandation NF EN 62 271-200.

L'appareillage de coupure (Interrupteur, Interrupteur fusibles, Sectionneur de mise à la terre etc...) doivent offrir toutes les garanties d'utilisation pour l'exploitant :

- Etanchéité : l'enveloppe est remplie de SF6. Elle est scellée à vie après remplissage. Son étanchéité, systématiquement vérifiée en usine, donne à l'appareil une espérance de vie de 30 ans. L'appareillage ne doit demander donc aucun entretien des parties actives.
- Coupure interrupteur sectionneur : L'extinction de l'arc électrique doit être obtenue par l'utilisation de la technique auto-soufflage de SF6.
- Chaque tableau HTA ou cellule étanche devrait contenir un manomètre pour l'indication de la pression de gaz SF6 à l'intérieur de l'enveloppe

4-2 Caractéristiques électriques :

- **Tension assignée : 24 KV**
 - Niveau d'isolement à fréquence industrielle 50 Hz 1 mn
 - A la masse et entre pôles : 50 kV eff.
 - Sur la distance de sectionnement : 60 KV eff
 - Ondes de choc 1,2/50 μ s
 - A la masse et entre pôles : 125 kV eff.
 - Sur la distance de sectionnement : 145 KV eff
- **Réseau :**
 - Courant assigné : 400 A
 - Pouvoir de coupure :
Courant de charge : 400 A.
Défaut de terre : 300 A
Câbles à vide : 50 A
 - Courant assigné de courte durée admissible : 12,5 kA eff. 1 s
 - Valeur de crête du courant admissible assigné : 31,25 kA - 1s
- **Départ transformateur :**
 - Courant assigné : 200 A
 - Pouvoir de coupure de transfo à vide : 16 A
- **Interrupteur-fusibles :**
 - Pouvoir de coupure combiné : 12,5 kA eff. 1 s
 - Valeur de crête du courant admissible assigné : 31,25 kA - 1s.

4-3 Exigences de Sécurité des Personnes :

➤ **Appareillage :**

Les interrupteurs sectionneurs doivent présenter des architectures semblables :

- **Un équipage mobile à 3 positions stables** (fermé, ouvert, mis à la terre)
- Le **sectionneur de terre** doit disposer, conformément aux normes, d'un pouvoir de fermeture sur court-circuit,
- La **fonction sectionnement** doit être associée à la fonction coupure,
- Le collecteur de terre doit être dimensionné aux caractéristiques du réseau,
- L'accès au compartiment câbles doit être interverrouillable avec le sectionneur de mise à la terre et l'interrupteur.
- *Les essais sur les câbles HTA doivent se réaliser sans déconnecter les dispositifs de raccordement.*

➤ **Commande :**

Les commandes mécaniques et électriques doivent être regroupées en face avant, sous un plastron comportant le schéma synoptique de l'état de l'appareil (fermé, ouvert mis à la terre) :

- La **fermeture** : La manœuvre de l'équipage mobile doit s'effectuer à l'aide d'un mécanisme à action brusque, indépendant de l'opérateur. Pour l'interrupteur, en dehors des manœuvres aucune énergie ne doit être stockée. Pour le combiné interrupteur-fusibles, le mécanisme doit accumuler l'énergie pour provoquer l'ouverture triphasée de l'interrupteur en cas de fusion d'un fusible
- **L'ouverture** : l'ouverture de l'interrupteur doit s'effectuer avec le même mécanisme à action brusque, et doit être manœuvré en sens inverse. Pour le combiné interrupteur fusibles, l'ouverture est déclenchée par :
 - un bouton poussoir.
 - un défaut
- **Mise à la terre** : un axe de commande spécifique doit permettre la fermeture ou l'ouverture des contacts de mise à la terre. L'orifice d'accès de cet axe doit être obturé par une palette qui s'escamote si l'interrupteur est ouvert, et reste verrouillée s'il est fermé.

➤ **Indicateurs d'état de l'appareillage** : Ils doivent être placés directement sur les arbres de manœuvre des équipages mobiles, ils doivent refléter de façon certaine la position de l'appareillage. **(annexe A de la norme CEI 62271-102 : 2001).**

- **Levier de manœuvre** : il doit être conçu avec un dispositif anti-réflexe qui empêche toute tentative de réouverture immédiate après fermeture de l'interrupteur ou du sectionneur de mise à la terre.
- **Dispositif de verrouillage** : Un ou plusieurs cadenas doivent permettre de condamner :

- l'accès à l'axe de manœuvre de l'interrupteur.
- l'accès à l'axe de manœuvre du sectionneur de mise à la terre,
- la manœuvre du bouton poussoir de déclenchement d'ouverture.
- **Visualisation de la mise à la terre** : les indicateurs de position fermée du sectionneur de terre doivent être placés sur la partie supérieure de l'appareillage et doivent être visibles à travers les bols de terre transparents, quand le sectionneur de mise à la terre est fermé.
- **Tenue à l'arc interne** : La conception doit être robuste, fiable et insensible à l'environnement et doit rendre extrêmement peu probable l'apparition d'un défaut à l'intérieur de l'appareillage. Cependant afin d'assurer une sécurité maximale des personnes, l'appareillage doit pouvoir supporter pendant une seconde un arc interne alimenté au courant de court circuit assigné sans mettre en danger l'opérateur. La suppression accidentelle due à l'arc interne doit être limitée par l'ouverture, à la partie inférieure de l'enveloppe métallique, de la soupape de sécurité. Les gaz doivent être canalisés vers l'arrière des cellules sans aucune manifestation ou projection vers l'avant. Après essai de type réalisé pour 20 kA 1s, l'appareil doit satisfaire aux six critères définis par **l'annexe AA de la CEI 62271-200 : 2003**.
- **Par l'indication de la présence de tension** :
Un dispositif sur toutes les unités fonctionnelles doit permettre de vérifier la présence (ou l'absence) de tension sur les câbles. Le dispositif doit être avec lampes intégrées, type VDSS) conforme à la norme **CEI62271-206**.
- **Par l'indication de la pression de gaz SF6** : Chaque tableau doit être équipé d'un manomètre pour l'indication de la pression de gaz SF6) l'intérieur du tableau compact.
- Un comparateur de phase pour vérifier la concordance des phases à livrer avec chaque tableau HTA.

4-4 Insensibilité à l'environnement

- **Par l'isolation intégrale**
 - **Une enveloppe métallique** en acier inoxydable non peinte, étanche (IP67) doit contenir les parties actives de l'appareillage et le jeu de barres ;
 - L'acier inoxydable de l'enveloppe métallique doit avoir une faible teneur en carbone pour avoir la meilleure résistance à la corrosion, les soudures doivent être aussi de même métal et nettoyer par décapage afin d'éliminer tout risque d'amorce de rouille, **les fiches techniques de l'acier doivent être fournis avec l'offre technique**.
 - Trois puits fusibles, étanches, déconnectables, métallisés extérieurement où bien placés dans un milieu où les champs électriques sont confinés, doivent assurer l'isolement des fusibles contre les poussières, l'humidité, etc
- **La métallisation des puits fusible et les prises de courant à champ dirigé doivent** confiner le champ électrique dans les isolants solides. Ces éléments associés, doivent assurer à

l'appareillage une **véritable isolation intégrale** qui le rend totalement insensible à l'environnement, poussières, humidité extrême, inondation temporaire. (IP67 : immersion pendant 30 mn selon la norme CEI 60529 § 14.2.7). Oct. 2009

➤ **La sécurité d'exploitation :**

Pour le contrôle de l'isolement des câbles ou la recherche de défauts, il est possible d'injecter un courant continu jusqu'à 42 kV pendant 15 mn, sur les câbles, sans déconnecter les dispositifs de raccordement. Il doit suffir de fermer le sectionneur de terre, d'ouvrir la connexion amovible de mise à la terre pour injecter la tension par les "bols de terre".

N.B : l'entrepreneur doit livrer un jeu de doigt d'injection en plus qu'un comparateur de phase par tableau.

4-5 Protection des Transformateurs.

La protection des transformateurs de puissance doit être assurée par interrupteur-fusibles.

Le calibre des fusibles (fusible avec percuteur) destinés à la protection du transformateur jusqu'à 630KVA, les fusibles HTA doivent être adaptés pour la protection des transformateurs de puissance à une tension assigné de 24KV.

La cellule Protection Transformateur doit intégrer des puits de fusibles isolés dans une cuve SF-6 et équipés de chariots extractibles. Ces supports confèrent une étanchéité parfaite à l'ensemble tout en facilitant la mise en place des fusibles sans outillage.

4-6 Connecteurs de Raccordement (à la charge de l'entrepreneur):

- Le raccordement des câbles HTA au tableau HTA compact, dans les cellules interrupteurs, est à réaliser par Connecteur Séparable Equerre CSE 400A.

Les accessoires doivent être compatible avec les câbles sec unipolaire 240 mm² 12/20 KV – Al Type S-22 et S-23 ou S26.

- CSE - 400 A, limité à 16 kA/1s : Connecteur Séparable Equerre à champ dirigé 24 KV- 400 A-125 KV.

- Pour la protection transformateur par combinés interrupteurs-fusibles

Les accessoires doivent être compatible avec les câbles sec unipolaire 25 mm² Cu ou 50mm² Alu 12/20 KV– Type S-22 et S-23 ou S26.

- Connecteur Séparable Droit CSE 250A - limitée à 12,5 kA 1s : CSE à champ dirigé 24 KV- 250 A-125 KV pour raccordement au tableau HTA.

4-7 Télé conduite : Motorisation pour commandes

- Commande interrupteur

- La commande « interrupteur » doit comporter un espace réservé permettant l'installation du moto réducteur.

- Un ensemble d'inter verrouillages électriques doit interdire toute fausse manœuvre.
- Motorisé, l'appareillage doit s'intégrer dans le système de télé conduite de REDAL
- Motorisation :
 - 48 Vcc
 - Intensité de crête : 7,2 A
 - Temps de manœuvre : à l'ouverture = 1,5 S à la fermeture = 1,4 s
- Contacts auxiliaires
 - Chaque interrupteur doit contenir 4 contacts auxiliaires de position : 2 N/O et 2 N/F.
 - Tension nominale 250 Vac
 - Intensité nominale : 16 A
 - Chaque sectionneur de terre doit contenir 1 contact auxiliaire de position (ouverture/fermeture).
- Chaque combiné interrupteur-fusibles doit contenir 1 contact auxiliaire de signalisation de fusion fusible.
- Déclencheur d'ouverture
 - Chaque combiné interrupteur-fusibles doit contenir un déclencheur d'ouverture à mise de tension (à émission).

4- 8 Fonction détection de défauts

Chaque interrupteur de boucle du tableau motorisé doit comporter la fonction détection de défauts. Ce relais doit obligatoirement être intégré dans cette cellule (**Les détecteurs de défaut ne seront installé qu'après expression qu'en cas de besoin exprimé Redal**).

4-8-1 – Caractéristiques techniques :

1 – Indicateur :

L'indicateur doit avoir une alimentation autonome. Il doit être prévu pour fonctionner avec un montage mono-tore ou tri-tore et sera muni de :

- Un bouton poussoir de test permettant de vérifier le fonctionnement général de l'appareil et de la signalisation extérieure.
- Un voyant à Led qui clignote en même temps que la lampe extérieure évitant ainsi à l'opérateur à sortir du poste pendant le test.
- Un afficheur LCD qui indique :
 - ✓ Le courant de charge en permanence.
 - ✓ La phase en défaut suite à son apparition.
 - ✓ Les valeurs de réglages.

L'indicateur sera fixé directement sur la face avant de la cellule interrupteur du départ HTA concerné par la mesure.

Le retour à l'état de veille se fera :

- Sur retour du courant de charge.
- Automatique au bout d'une durée programmable par cavaliers selon la durée proposée.
- Manuel par bouton en face avant

L'appareil doit être programmable sur site pour s'adapter facilement à tous les réglages des départs MT et à leurs évolutions.

Les réglages de détection seront comme suit :

- **Homopolaires : Seuils réglables de 20 à 160A, le choix se fera par mini-interrupteur.**
- Polyphasés : 4 seuils I_{max} de 225 à 700A, le choix se fera par mini-interrupteur
- Temps de prise en compte du courant de défaut < 40 ms

Afin d'assurer que les changements de réglage soient effectués par du personnel autorisé, le boîtier sera conçu pour le montage de scellés.

L'indicateur doit pouvoir supporter entre toutes les bornes réunies et la masse, ainsi qu'entre chacun des circuits galvaniquement indépendants et tous les autres réunis entre eux et la masse :

- 2 KV efficace à 50 Hz
- 5 KV crête en tension de choc (choc de foudre normal 1,2/50 µs)
- La rigidité diélectrique entre contacts ouverts du relais de sortie doit être de 1 KV efficace à 50 Hz
- La tenue à la tension de choc sur chacun des circuits de sortie est limitée à 1 KV crête.

2 – Capteurs tores :

Chaque appareil sera fourni avec 3 capteurs tores.

Les tores (transformateurs de courant) seront du type ouvrant de manière à permettre leur mise en place dans un poste existant, sans démontage du conducteur et doivent pouvoir se monter indifféremment sur un ensemble de 3 câbles unipolaires 1x240 mm² (diamètre extérieur 45 mm) ou sur un câble tripolaire (diamètre extérieur 65 mm).

Le circuit magnétique constituant chaque tore doit avoir une épaisseur inférieure à 5 mm et une largeur inférieure à 25 mm.

La carcasse de la bobine disposée sur le circuit magnétique sera adaptée à ce circuit. La bobine aura un rapport de 2200 spires/1.

Le circuit magnétique sera protégé par un boîtier en matière plastique isolation 3 KV-1 minute.

L'ensemble sera fixé par une sangle élastique enserrant le câble dans une goulotte solidaire du tore le rendant autobloquant.

3 – Dispositif de signalisation lumineuse à l'extérieur :

Chaque appareil sera fourni avec :

- Un boîtier étanche à visière pare soleil pour la signalisation extérieure.
- Il sera muni d'un voyant « LED » pour permettre de :
 - ✓ Réduire la consommation (à préciser)
 - ✓ Augmenter la durée de vie (à préciser)
 - ✓ Augmenter la visibilité : ≥ 7 lumens

ARTICLE .5 : CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES

- Fixation au sol

L'appareillage doit être supporté par 2 ferrures comportant des trous pour la fixation :

- Sur un sol plan aménagé avec caniveaux trémie ou conduits,
- Sur profilés métalliques,

- Pour raccordement "réseau" ou "transformateur" :

Le passage des câbles "réseau" s'effectue indifféremment :

- par caniveaux, trémies, conduits,
- latéralement par la gauche ou par la droite.

- **Pour raccordement "transformateur" par interrupteur-fusibles**

La section des câbles "transformateur" est généralement plus faible que celle des câbles "réseau".

Tous les câbles doivent alors être passés dans le même espace.

- Plaque signalétique

Chaque tableau doit porter une plaque signalétique. Cette plaque doit être visible dans les positions de service et de montage normal.

L'Offre devra comprendre les comptes rendus des essais de type indiqués dans CEI.

ARTICLE 6 : DOCUMENTATION TECHNIQUES A PRESENTER AVEC L'OFFRE :

Toutes la documentation devrait être en langue française

- Liste des déviations aux spécifications Redal
- Catalogue ou mémoire descriptive des cellules compact.
- Normes de référence dernière édition pour la fabrication des cellules compactes.
- Plans généraux avec dimensions des appareillages et poids.

- Liste des références.
- Copie des protocoles d'essai de type avec indication du laboratoire d'essai.

ARTICLE 7 : CONSISTANCE ET DELIMITATION DE LA FOURNITURE

Toutes la documentation devrait être en langue française

- Tous les documents d'identification des appareils (plan, schémas + caractéristiques de l'appareillage)
- Démonstration et supervision de montage, réglage et mise au point d'un seul poste compact, après montage dans un postes de transformation Redal, avec essais en présence de l'exploitant ainsi que la validation.
- 2 exemplaires des notices de montage et d'entretien.
- Le constructeur s'engage à livrer à Redal tous les autres appareillages complets et en état de marche.

ARTICLE 8 : ESSAIS ET RECEPTION EN USINE (Selon la norme CEI 60271-200)

Le constructeur est tenu de réaliser tous les essais de routine ayant pour objet de vérifier les garanties données qu'il a données.

Ces essais seront réalisés par le Constructeur à qui, il appartient d'envoyer à la Redal les procès-verbaux correspondants.

La conformité des essais aux garanties techniques fournies par le Constructeur est une des conditions qui entraînent la réception provisoire du matériel prévues au cahier des spécifications techniques garanties.

Il est spécifié que le Constructeur doit effectuer tous les essais qui prouvent le bon fonctionnement du matériel conformément aux normes de référence.

8.1 ESSAIS TYPE

- Essais diélectriques.
- Essais de tension de perturbation radioélectrique.
- Mesurage de la résistance du circuit principal.
- Essais d'échauffement.
- Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible.
- Vérification de la protection.
- Essais d'étanchéité.
- Essais de compatibilité électromagnétique (CEM).
- Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de contrôle.

8.2 Essais individuels de série (Routine tests)

- Essais diélectriques du circuit principal.

- Essais des circuits auxiliaires et de commande.
- Mesurage de la résistance du circuit principal.
- Essais d'étanchéité.
- Contrôles visuels et du modèle.

N.B : Tous les documents à livrer : rapports d'essais, certificat, attestation etc,... devront être en langue officielle.

ARTICLE 9 : Installation et mise en place des tableaux HTA

L'entrepreneur aura à sa charge aussi les travaux de réaménagement du génie civil du poste de transformation y compris toutes les sujétions de fourniture nécessaires de béton, d'agréats et de liants de fabrication, de transport et de mise en place des coffrages. Les caniveaux pour entrées de câbles et cellules HTA devront être conformes aux plans Redal en vigueur et au plan d'installation du nouveau matériel. L'ensemble doit être réalisé de telle sorte qu'on puisse poser les câbles de raccordement en respectant les rayons de courbure du câble HTA PRC 1x240mm².

L'entrepreneur doit prévoir les travaux ci-après :

- Dépose et transport des anciens tableaux jusqu'au magasin Agdal.
- Réaménagement du génie civil pour poste préfabriqué : il s'agit de la préparation et adaptation du Génie Civil pour l'emplacement du nouveau tableau HTA.
- Transport et pose du nouveau tableau HTA.
- Remise en place des capteurs tores (transformateurs de courant).
- La mise en place de tôles striées ou de dalles tampons aux alentours du nouveau tableau ainsi que la remise en état de celles qui ont été dégradées suite aux travaux.
- Connexion des masses du nouveau tableau avec le circuit de terre des masses du poste.
- Confection et montage des connecteurs séparables Equerres et droits.
- Mise à disposition, transport et raccordement de groupes électrogène nécessaire pour travaux.

ARTICLE 11 : DELAI D'EXECUTION ET MODALITES DE PAIEMENT

Le délai d'exécution est fixé à 12 (douze) mois après notification de l'ordre de service global. Des ordres des services partiels avec un délai seront notifiés selon les prestations à réaliser, ces délais seront estimés comme ci-après :

Désignation des prestations	Délai
Fourniture d'un tableau compact formé de deux cellules de boucle motorisées et une cellule de protection.	30 jours
Fourniture d'un tableau compact formé de trois cellules de boucle motorisées et une cellule de protection.	42 jours
Fourniture de cellules étanches extensible fonction interrupteur ou protection.	60 jours
Réaménagement du génie civil pour poste type préfabriqué	1 jour

Les fournitures seront payées à 70% après livraison à la satisfaction de Redal, le reliquat après achèvement des travaux et mise en service concluante.

Lu et approuvé par le soumissionnaire

Cachet et Signature du soumissionnaire

Le Directeur des Achats
Adil HAMDAN