

# APPEL D'OFFRES

**AO N°12/2023/E**

FOURNITURE INSTALLATION ET MISE EN SERVICE  
DES TRANSFORMATEURS HTA/BT TRIPHASES 50 HZ

**AO EN DEUX LOTS**

MARCHE CADRE

PIECE N°3

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

C.C.T.P

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

## SOMMAIRE

<b>A. GÉNÉRALITÉS</b>	3
1. Consistance	3
2. Documents à fournir	3
3. Validation du matériel	4
4. Précisions concernant la fourniture des transformateurs HTA/BT de type client	4
<b>B. TRANSFORMATEURS HTA/BT</b>	4
1. Domaine d'application	4
2. Normes de références	5
3. Conditions de services	5
4. Descriptif	5
5. Dispositions Générales	7
6. Caractéristique électrique	8
7. Caractéristiques dimensionnelles	10
8. Accessoires	10
9. Plaque signalétique	10
10. Essais	11
11. Essais de qualification	11
<b>C. MUTATION ET MISE EN SERVICE DES TRANSFORMATEURS HTA/BT</b>	12
1. Habilitation et qualification des personnes	12
2. Matériels et outillages	12
3. Programme de réalisation des prestations	12
4. Consignation des ouvrages	12
<b>D. RÉCEPTION USINE</b>	13
<b>E. DÉLAI DE GARANTIE</b>	13

## A. GÉNÉRALITÉS

Les présentes spécifications ont pour objet de décrire les prescriptions techniques relatives au projet de fourniture et de changement des transformateurs HTA/BT dans la zone Skhirat Bouznika.

### 1. Consistance

Le projet consiste en :

- Prestation de fourniture des transformateurs HTA/BT 20kV/B2, 50 Hz type intérieur et extérieur cinq positions (+-5% +-10 % [18-19-20-21-22 kV], position médiane 20 kV), à livrer au magasin Poste Source Agdal.
- Prestations de service:
  - Transport des transformateurs du poste source Agdal vers les postes HTA/BT
  - Dépose des transformateurs HTA/BT existants
  - Pose des transformateurs HTA/BT 20 KV
  - Raccordement HTA et BT
  - Fourniture et installation des équipements en cas de besoin (bornes embrochables, câble HTA de liaison transformateur et cellule protection, boîtes d'extrémité...)
  - Adaptation des câbles de liaison à la puissance du transformateur
  - Mise en service des transformateurs
  - Remise en état et nettoyage du chantier
  - Transport des transformateurs déposés vers le magasin Redal à Agdal Rabat.

**Cet appel d'offres est lancé par Redal pour pouvoir mettre en place deux marchés avec deux entreprises distinctes. Redal procédera par la suite à l'attribution à deux entreprises (la première et la deuxième ayant les offres les plus avantageuses). Ainsi Redal se réserve le droit d'alimenter en projet chaque titulaire sans délimitation ni affectation préalable d'une localité ou d'un périmètre géographique.**

### 2. Documents à fournir

Le soumissionnaire doit fournir les informations et les documentations ci-dessous pour tous les composants proposés dans son offre en langue français.

- Catalogue ou mémoire descriptive, instruction de montage...
- Liste des normes adoptées.
- Spécifications, plans généraux avec dimensions et fiches techniques de tous les transformateurs (fiche par type de transformateur) et de tous le matériel proposés.
- Copie des protocoles complets de tous les essais de type et de routines, avec attestation de conformité des résultats des essais selon les normes en vigueur, réalisées par un laboratoire accrédité de tous types de transformateurs et de matériel proposés.
- Rapports complets de tous les essais de type et de routine selon les normes en vigueur de tous types de transformateurs et de matériel proposés.
- Certificat de conformité de tous types de transformateurs et de matériel proposés selon les normes en vigueur délivré par un laboratoire accrédité.
- Certificat d'accréditation du laboratoire d'essais.
- Les rapports complets de tous les essais individuels selon les normes en vigueur y compris les rapports d'essai de la puissance acoustique de tous les transformateurs.

- Liste des moyens et du matériel, avec détail techniques (caractéristique, fiches d'étalonnage...), utilisés pour les essais et les vérifications individuels.
- Attestation de garantie du matériel et attestation de constructeur, attestant que le matériel fourni n'est pas obsolète et assurant la pérennité des pièces de rechanges pour un minimum de 15 ans en cas d'obsolescence du produit.
- Liste avec attestation de références techniques de **marché cadre** précisant les éléments suivants:
  - o l'intitulé et le numéro du marché **cadre**
  - o le maître d'ouvrage
  - o le montant exact dédié à la prestation de fourniture des transformateurs HTA/BT et le montant exact dédié à la prestation de service relatives au changement et à l'installation des transformateurs.
  - o l'année d'exécution des prestations de fourniture et de service

### 3. Validation du matériel

Le soumissionnaire est tenu dans le cadre de la phase du jugement technique de présenter pour validation des échantillons physiques à la demande de Redal ou si le matériel (transformateur et accessoires) n'est pas installé au niveau de réseau de distribution Redal.

Le soumissionnaire est tenu aussi de faire des présentations du matériel, de son mode d'installation, de présenter les documentations techniques, les normes utilisées, le marquage adopté.....si nécessaire.

Redal se réserve le droit, dans le cadre de la phase de jugement technique, de procéder subsidiairement à la vérification et de la conformité des fournitures par des contrôles (visuels, dimensionnels et des matières) ou par la réalisation des essais pour acceptation ou refus, ces essais sont à la charge du soumissionnaire.

Le soumissionnaire adjudicataire du présent marché est tenu de fournir un matériel identique à celui présenté et validé lors la phase de validation technique en termes de caractéristiques externes et internes.

### 4. Précisions concernant la fourniture des transformateurs HTA/BT de type client

Pour les postes de type client, le soumissionnaire est tenu de fournir des transformateurs HTA/BT auxquels doivent être installés, selon le besoin exprimé par Redal, les accessoires propres aux transformateurs des postes clients (DGPT2, verrouillage, capot...) comme décrit dans la l'article 17 du bordaux des prix.

## B. TRANSFORMATEURS HTA/BT

### 1. Domaine d'application

La présente spécification technique s'applique aux transformateurs HTA/BT triphasés, 20 kV, 50Hz, destinés aux réseaux de distribution et aux postes clients Redal.

Ces transformateurs doivent être de types immergés, à refroidissement naturel avec deux enroulements :

➤ Un enroulement primaire (haute tension) en cuivre avec une tension la plus élevée pour le matériel de 24 kV ;

- Un enroulement secondaire (Basse tension) en cuivre avec une tension la plus élevée pour le matériel de 1,1 Kv.

## 2. Normes de références

Les transformateurs doivent répondre aux dispositions de la présente spécification technique et à toutes les prescriptions prévues dans les normes de références, à savoir :

- NM CEI 60076

Les textes applicables sont ceux des éditions les plus récentes des normes précitées.

## 3. Conditions de services

Les transformateurs doivent être prévus pour être installés dans les conditions de températures suivantes :

- Maximum : + 50°C.
- Minimum : - 5°C.

## 4. Descriptif

### 4.1 Transformateurs immergés dans l'huile

Les transformateurs doivent être immergés dans l'huile et constitués d'un circuit magnétique en tôle à cristaux orientés, d'enroulement en cuivre, d'une cuve, d'un couvercle et des bornes de raccordement HTA et BT.

### 4-2 Cuve / Couvercle

La cuve doit être fermée à sa partie supérieure par un couvercle boulonné avec limiteur du couple de serrage évitant le fluage du joint.

La cuve doit être conçue de façon à éviter tout risque de stagnation d'eau. Le bas de la cuve doit être renforcé pour permettre la manutention au sol avec des leviers sans risque de détérioration de l'appareil.

La partie supérieure du couvercle doit être munie de pièces de levage, percées d'un trou de diamètre minimum de 28 mm, permettant le décuvage et le levage du transformateur rempli d'huile. Une continuité électrique doit être assurée entre la cuve, son couvercle et le circuit magnétique.

Sur le couvercle doit être prévu un orifice de remplissage, d'un diamètre minimal de 21 mm surélevé d'au moins 30 mm par rapport au plan du couvercle et à la partie inférieure de la cuve doit être prévu un orifice de vidange fermé par un bouchon métallique assurant l'étanchéité.

### 4-3 Transformateur haut de poteau

Le fond de la cuve doit être muni d'un trou de diamètre minimal de 20 mm pour le passage des cordes de guidage.

Le transformateur doit être capable de fonctionner posé au sol. Le fond de la cuve doit donc être rehaussé par rapport au sol de manière à :

- assurer la stabilité du transformateur posé au sol
- assurer l'évacuation de l'eau de pluie sous la cuve

Le transformateur doit être muni des deux flasques crochet solidaires de la partie arrière de la cuve.

Un jeu de 350 mm doit être prévu pour permettre le passage du support.

Une protection mécanique de la cuve côté support, doit être prévue de façon à éviter au cours du levage, la détérioration de la protection contre la corrosion de la cuve.

A la partie supérieure du couvercle sont fixées deux pièces d'un trou de diamètre d'au moins 28 mm permettant le levage de la potence amovible. L'ensemble cuve/couvercle doit être fabriqué de façon à satisfaire aux degrés de protection IP53 et IK09, conformément aux dispositions des normes respectives NM EN 60529 et NM CEI 62262.

Les transformateurs haut de poteau doivent être compatibles avec les supports et les accessoires existants pour permettre leurs installations sans changement des supports ou d'accessoires existants.

Le soumissionnaire est tenu de prévoir les accessoires nécessaires pour l'installation et la mise en service des transformateurs.

#### 4-4 Raccordement

Pour les besoins de raccordement à la moyenne tension, les transformateurs de type haut de poteau doivent être équipés de traversées en porcelaine et celui de type cabine est équipé de prises de courant adaptées (traversées embrochables) 24 kV.

Les traversées en porcelaine doivent avoir une ligne de fuite spécifique d'au moins :

- 16 mm/kV pour le transformateur à isolement normal ;
- 25 mm/kV pour le transformateur surisolé ;
- 31 mm/kV pour le transformateur spécial.

Pour les besoins de raccordement à la basse tension, les transformateurs type cabine ou haut de poteau de puissance 25 à 160 kVA doivent être équipés de traversées en porcelaine de 250 A et les transformateurs type cabine de puissance 250 à 1000 kVA doivent être équipés selon les cas, soit de traversées en porcelaine, soit de traversées de type passe-barre de courant assigné égal à

- 1250 A pour les transformateurs de 50 à 800 kVA;
- 2000 A pour les transformateurs de 1 000 kVA.

#### 4-5 Joints

Tous les joints utilisés doivent être en caoutchouc synthétique ou toute autre matière reconnue comme résistant à l'action de l'huile diélectrique utilisée à la température de fonctionnement. Sont exclus, les joints à base de matière pâteuse non polymérisable ou d'amiante.

#### 4-6 Prise de réglage

L'enroulement HTA doit être muni, outre la prise principale, de prises correspondant à une étendue du rapport de transformation de  $\pm 5\%$   $\pm 10\%$ . Ces prises doivent être raccordées à un commutateur.

- Nombre de position : 5
- Positions : 18-19-20-21-22 kV (+5% +-10%)

Le commutateur de prise est commandé par un organe de manœuvre accessible sur le couvercle ou sur la cuve.

L'organe de manœuvre doit être de conception appropriée garantissant le bon fonctionnement tout en assurant l'étanchéité du dispositif et l'absence de corrosion par couple électrochimique (emploi de matériaux appropriés).

#### 4-7 Prise de terre des masses

Un dispositif doit être prévu pour la mise à la terre des masses et ce conformément aux dispositions de l'article 8-1 de la CEI 76-1.

Pour le cas particulier du transformateur Haut de poteau, un trou de 8.5 mm doit être percé sur l'extrémité côté BT du fond de la cuve.

Le symbole de terre doit être gravé ou frappé à proximité immédiate du dispositif adopté.

#### 4-8 Galets de roulement

Les transformateurs de type cabine doivent être munis de galets orientables dans deux directions perpendiculaires correspondant aux deux axes du transformateur.

### 5. Dispositions Générales

Dispositions communes aux transformateurs cabines et haut de poteau

#### 5-1 Distances à respecter pour les traversées

Une distance minimale dans l'air de 225 mm, doit être respectée :

- Entre pièces conductrices de traversées MT ;
- Entre les traversées BT et les pièces conductrices de traversées MT ;
- Entre la masse et les pièces conductrices de traversées MT.

Une distance minimale de 70 mm entre axes de traversées BT, doit être respectée.

#### 5-2 Repérage de bornes

Le repérage des bornes doit être effectué au moyen de symboles gravés sur le couvercle ou sur des plaquettes métalliques fixées par la boulonnerie de fixation des bornes ou à l'extrémité des traversées.

#### 5-3 Degré d'herméticité

Le transformateur immergé dans l'huile est :

- Soit à remplissage total, auquel cas l'équilibre des pressions (pression interne et pression atmosphérique) doit être réalisé au voisinage des conditions normales (20°C, 1 013 mbar). La mention " Attention : transformateur à remplissage total " doit être apposée au voisinage immédiat de l'orifice de remplissage ;
- Soit respirant, auquel cas le couvercle doit comporter un indicateur de niveau à flotteur, muni d'un orifice assurant la respiration du transformateur.

#### 5-4 Huile de remplissage

L'huile minérale de remplissage doit être conforme aux dispositions de la norme CEI 296 et doit répondre aux recommandations publiées dans l'arrêté du ministre de l'industrie et du commerce N 1685-22 du 24 juin 2022 relatif aux transformateurs de puissance pour applications en électrotechniques, notamment:

- l'interdiction pour les transformateurs et fluides utilisés dans les applications électrotechnique de contenir du PCB.
- l'obligation de présenter une attestation prouvant la non existence du PCB dans lesdits équipements

#### 5-5 Mode de refroidissement

Le transformateur immergé dans l'huile doit être de mode de refroidissement de type ONAN conformément aux dispositions de l'article 3 de la CEI 76-2 ;

## 5-6 Protection contre la corrosion

Dans le cas du transformateur type cabine, la surface extérieure de la cuve et du couvercle doit être protégée contre la corrosion par application d'un antirouille et d'une peinture de couleur grise ;

Dans le cas du transformateur type haut de poteau, la surface extérieure de la cuve doit subir un sablage ou grenailage, une galvanisation d'épaisseur minimale 80 microns et l'application d'une peinture de couleur grise

Toute la boulonnerie doit avoir subi un traitement de galvanisation, le soumissionnaire est tenu de présenter la preuve de galvanisation.

## 5-7 Masse

La masse du transformateur triphasé Haut de poteau ne doit pas dépasser 550 kg.

## 6. Caractéristique électrique

### 6-1 Puissance assignée

Les valeurs de puissance assignée sont comme suit:

- Pour transformateurs du type cabine : 50-100-160-250-315-400-500-630-800-1000 kVA.
- Pour les transformateurs du type haut poteau : 25-50-63-100-160 kVA

Les transformateurs de type client doivent être menés de dispositif de protection DGPT2, d'un verrouillage, d'un capot...selon le besoin exprimé par Redal

### 6-2 Tensions les plus élevées pour le matériel pour les enroulements

Les tensions les plus élevées pour le matériel pour les enroulements doivent être:

- pour les enroulements à haute tension 24 KV.
- pour les enroulements à basse tension 1.1 KV.

### 6-3 Tensions assignées des enroulements

Les tensions assignées des enroulements doivent être:

- pour les enroulements à haute tension 24 KV.
- pour les enroulements à basse tension 400 V.

### 6-4 Couplage

Le symbole de couplage doit être

- YZN11 ou DYN11 pour les transformateurs de 25 et 50 kVA.
- DYN11 pour les transformateurs supérieurs à 100 kVA.

### 6-5 Dimension de la connexion neutre de l'enroulement basse tension

Le connecteur et la borne de l'enroulement basse tension doivent être dimensionnés pour le courant assigné.

## 6-6 Impédance de court-circuit

La valeur de l'impédance de court-circuit, ramenée à la température de référence de 75°C est de 4 % pour les puissance de 25 à 630 kVA et de 6% pour le puissance de 800 à 1000 kVA.

## 6-7 Pertes niveau de puissance acoustique et courant à vide

Les valeurs maximales des pertes dues à la charge, des pertes à vide, du niveau de puissance acoustique et de l'impédance de court-circuit doivent être conformes aux valeurs dans les tableaux ci-dessous. Ces valeurs s'entendent sur la prise principale.

Les mesures des pertes et du courant à vide doivent être réalisées conformément à la EN 60076-1, celles de la puissance acoustique selon la EN 60076-10.

Aucune tolérance positive n'est autorisée sur la mesure de la puissance acoustique.

Puissance assignée	Pertes à vide (valeur max)	Pertes dues à la charge (valeur max)	Niveau de puissance acoustique (valeur max)	Impédance de court-circuit (valeur max)
(kVA)	P0 (W)	Pk (W)	LWA (dB)	%
25	(D0)	(DK)	(D0)	4
50	145 (D0)	1 350 (DK)	50 (D0)	4
100	210 (C0)	2 150 (DK)	49 (C0)	4
160	460 (E0)	2 350 (CK)	62 (E0)	4
250	650 (E0)	3 250 (CK)	65 (E0)	4
315	770 (E0)	3 900 (CK)	67 (E0)	4
400	930 (E0)	4 600 (CK)	68 (E0)	4
500	1 100 (E0)	5 500 (CK)	69 (E0)	4
630	1 300 (E0)	6 500 (CK)	70 (E0)	4
800	1 400 (E0)	8 400 (CK)	71 (E0)	6
1000	1 700 (E0)	10 500 (CK)	73 (E0)	6

## 6-8 Niveau d'isolement et essais diélectriques

les tensions assignées doivent être conformes à ce qui suit:

- Tension assignée de tenue en tension induite : La valeur de la tension assignée de tenue en tension induite doit être égale à deux fois la valeur de la tension assignée.
- Tension assignée de tenue de courte durée à fréquence industrielle (en tension appliquées et au choc de foudre).
- Enroulement haute tension :
  - Tension assignée  $U_r(kV)$  : 20.
  - Tension assignée de tenue de coût durée à fréquence industrielle (kV, valeur efficace) : 50
  - Tension assignée de tenue au choc de foudre (kV, valeur de crête) : 125.

- Enroulement basse tension: La tension assignée de tenue de courte durée à fréquence industrielle doit être de 10 kV.

De plus, les transformateurs doivent être soumis à un essai de tenue au choc de foudre entre, d'une part, les bornes basse tension, y compris la borne de neutre, reliées entre elles et d'autre part, et d'autre part la cuve et les bornes haute tension reliées entre elles, la tension assignée de tenue étant de 30 kV (valeur de crête).

Cet essai de choc est un essai de type.

## 6-9 Prescriptions relatives à l'échauffement

Les valeurs limites sont celles fixées par la norme NFC 52-100 ou normes marocaines équivalentes en vigueur

## 7. Caractéristiques dimensionnelles

### 7-1 Distance entre traversées

#### 7-1-1 Distance entre traversée haut tension

Une distance minimale dans l'air de 220 mm doit être respectée :

- Entre pièces conductrices des traversées haute tension.
- Entre ces pièces et les traversées basse tension.
- Entre ces pièces et la masse.

#### 7-1-2 Entraxe des traversées basse tension

L'entraxe des traversées basse tension ne doit pas être inférieur à 75 mm.

### 7-2 Dimension hors tout des transformateurs

Puissance assignée (kVA)	Longueur max (cm)	Largeur max (cm)	Hauteur max (cm)
25-50 et 100	115	75	110
160	130	80	130
250	140	85	140
315-400	160	93	150
500-630	170	100	165
800-1 000	180	100	175

## 8. Accessoires

Le soumissionnaire est tenu de fournir, d'installer, essayer et de mettre en service les accessoires nécessaires pour la pose, l'installation, la mise en service et la vérification de l'état des transformateurs (prise HTA, prise BT, accessoires de contrôle de température, accessoires de pose et de dépose...)

## 9. Plaque signalétique

La plaque signalétique doit comporter en caractères indélébiles les indications ci-après :



- Nom du fabricant
- Type de transformateur
- Mode de refroidissement
- Numéro de série de l'appareil
- Date de fabrication
- Fréquence assignée 50HZ
- Puissance assignée
- Symbole de couplage
- Tension assignée HT
- Tension assignée BT
- Courant assignée HT
- Courant assigné BT
- Tension de prise de régalage
- Masse total
- Nature de masse du liquide diélectrique (huile minérale)
- Métal d'enroulement (cuivre ou aluminium)

Elle doit être conforme à la CEI 60076, et doit comporter toutes les indications exigées par cette norme

## 10. Essais

Les transformateurs objet de la présente Spécification Technique doivent satisfaire aux essais de qualification et au besoin à des essais de réception tels que définis ci-après.

## 11. Essais de qualification

Les transformateurs objet du présent CPT doivent être conformes à l'ensemble des essais de qualification de la norme CEI 60079.

Ci-dessous la liste non exhaustive des essais que doivent satisfaire les transformateurs objet du présent CPT

N°	Essai
	<b>Essais individuels</b>
1	Mesure de la résistance des enroulements
2	Mesure du rapport de transformation et contrôle du déphasage
3	Mesure de l'impédance de court-circuit et des pertes dues à la charge
4	Mesure des pertes et du courant à vide
5	Essais diélectriques individuels
6	Recherche de fuite sous pression (essai d'étanchéité)
7	Mesure des impédances homopolaires
8	Mesure des harmoniques du courant à vide
	<b>Essais de type</b>
9	Essais d'échauffement
10	Essais diélectriques

11	Détermination du niveau de bruit
	<b>Essais Spécial</b>
12	Essais de tenue au court-circuit
13	Essais de la puissance acoustique /transformateur à bruit réduit

## C. MUTATION ET MISE EN SERVICE DES TRANSFORMATEURS HTA/BT

La présente partie du CPT concerne les prestations de réalisation décrites au paragraphe A relatives aux opérations de mutation des transformateurs.

L'entreprise adjudicataire doit disposer des moyens humains et matériels nécessaires pour la réalisation simultanée des prestations citées ci-après.

### 1. Habilitation et qualification des personnes

Toutes les prestations doivent être assurées et réalisées par des équipes qualifiées techniquement et quantitativement :

Tous les agents de l'entreprise, qui interviennent pour la réalisation de ces prestations, doivent être des agents qualifiés techniquement et avoir les habilitations nécessaires pour travailler sur les réseaux électriques HTA et B et réaliser les prestations demandées. Ils devront être formés selon la norme NFC 18510.

L'entreprise doit remettre à Redal en début du projet et en cours du projet (à la demande de Redal) un état détaillé pour toutes les catégories de main-d'œuvre employées dans le chantier avec les habilitations nécessaires .

### 2. Matériels et outillages

Les personnes intervenantes doivent être dotées de matériel et outillage homologués et normalisés nécessaires pour réaliser les prestations.

L'entreprise intervenante est tenue de fournir, d'installer et de procéder à des adaptations si nécessaire (installation de câble de liaison transformateur/cellule protection, boîtes d'extrémité, bornes embrochables...).

### 3. Programme de réalisation des prestations

Redal s'engage à fournir à l'entreprise sous-traitante le programme de réalisation une semaine avant la réalisation.

Le prestataire doit mettre les moyens et prendre ces dispositions pour réaliser les prestations pendant tous les jours, y compris pendant les week-ends, et pendant toutes les périodes de l'année.

### 4. Consignation des ouvrages

La consignation sera réalisée en 2 étapes par le chargé de consignation Redal et le chargé des prestations de l'entreprise.

A l'issue de la 1ère étape de consignation, le chargé de consignation délivrera une attestation de consignation au chargé des prestations du prestataire.



A la fin des prestations, et lorsque le personnel aura été informé, et les mises à la terre et en court-circuit enlevées, l'attestation de consignation sera restituée au chargé de consignation pour remise sous tension.

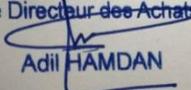
## D. RÉCEPTION USINE

Une réception avec essai sur prélèvement des transformateurs en usine chez le fournisseur doit être réalisée impérativement avant la livraison desdits transformateurs au poste source Agdal. Les contrôles et essais de réception peuvent être réalisés par un laboratoire accrédité ou dans le laboratoire du fabricant en présence du représentant REDAL.

## E. DÉLAI DE GARANTIE

Le délai de garantie de la fourniture objet du présent appel d'offres est de douze mois. Ce délai de garantie commence à courir à partir de la mise en service du transformateur.

Lu et approuvé par le soumissionnaire  
Cachet et signature du soumissionnaire

Le Directeur des Achats  
  
Adil HAMDAN