

SOCIETE REDAL

APPEL D'OFFRE N°03/2020/E

**FOURNITURE DE TRANSFORMATEURS HTA/BT
(MARCHÉ CADRE)**

CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

(CPT)

PIECE N°3

SOMMAIRE

1. Domaine d'application	3
2. Normes de références	3
3. Conditions de services.....	3
4. Descriptif	3
4-1 Transformateurs immergés dans l'huile.....	3
4-1-1 Cuve / Couvercle	3
4-1-2 Cas particulier du transformateur haut de poteau	4
4-1-3 Raccordement	4
5. Dispositions Générales : Dispositions communes aux transformateurs cabine et haut de poteau	5
5-1 Distances à respecter pour les traversées	5
5-2 Repérage de bornes	5
5-3 Degré d'herméticité	5
5-4 Huile de remplissage.....	5
5-5 Mode de refroidissement.....	5
5-6 Protection contre la correction	5
5-7 Masse	6
5-8 Niveau de bruit pour les transformateurs à bruit réduit	6
6. Caractéristique électrique	6
6-1 Puissance assignée	6
6-2 Tensions les plus élevées pour le matériel pour les enroulements.....	6
6-3 Tensions assignées des enroulements	6
6-4 Prise de réglage	6
6-5 Prise de terre des masses	7
6-6 Couplage	7
6-7 Dimension de la connexion neutre de l'enroulement basse tension	7
6-8 Impédance de court-circuit.....	7
6-9 Pertes niveau de puissance acoustique et courant à vide	7
Les valeurs de la colonne A correspondent aux pertes les plus faibles communément utilisées pour les transformateurs à faible bruit.....	8
6-10 Niveau d'isolement et essais diélectriques.....	9
6-11 Enroulement basse tension.....	9
6-12 Prescriptions relatives à l'échauffement	9
7. Prescriptions relatives à la conception	9
7-1 Type de système de conservation d'huile et degré d'étanchéité.....	9
7-2 Marquage et disposition des bornes	9
7-3 Raccordement haut tension	10
7-4 Raccordement basse tension	10
8. Caractéristiques dimensionnelles	10
8-1 Galets de roulement	10
8-2 Distance entre traversées.....	10
8-2-1 Distance entre traversée haut tension	10
8-2-2 Entraxe des traversées basse tension	10
8-3 Dimension hors tout des transformateurs	10
9. Plaque signalétique.....	11
10. Essais	11
11. Essais de qualification	12

1. Domaine d'application

La présente Spécification technique s'applique aux transformateurs HTA/BT triphasés, 50Hz, destinés aux réseaux de distribution. Ces transformateurs sont 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 1.1Kv.

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 :

- EN 50464-1
- EN 50464-4
- EN 60076- 1,2,3,3-1,4,5, 8 et 10 notamment la norme NM CEI 60076

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

3. Conditions de services

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

- Maximum : + 50°C pour les transformateurs haut de poteau.
+ 40°C pour les transformateurs cabine.
- Minimum : - 5°C.

4. Descriptif

4-1 Transformateurs immergés dans l'huile

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

4-1-1 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 toute risque de stagnation d'eau.

Le bas de la cuve est renforcé pour permettre la manutention au sol avec des leviers sans risque de détérioration de l'appareil.

La partie supérieure du couvercle doit être munies de pièces de levage, percées d'un trou de diamètre minimum de 28mm, 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 et orifice de remplissage, d'un diamètre minimal de 21mm surélevé d'au moins 30mm 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.

4-1-2 Cas particulier du transformateur haut de poteau

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

Le transformateur doit être capable de fonctionner posé au sol, le fond de la cuve doit être donc 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 350mm, 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 fixés 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 CEI 60529 et CEI 50102.

4-1-3 Raccordement

Pour les besoins de raccordement à la moyenne tension, le transformateur de type haut de poteau est équipé de traversées en porcelaine et celui de type cabine est équipé de prises de courants.

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 50 à 160 kVA sont équipés de traversées en porcelaine de 250 A et les transformateurs type cabine de puissance 250 à 1250 KVA sont équipés de traversées de type passe-barre de courant assigné égal à :

- ❖ 1250 A pour les transformateurs de 250 à 800 Kva.
- ❖ 2000 A pour les transformateurs de 1000.

5. Dispositions Générales : Dispositions communes aux transformateurs cabine et haut de poteau

5-1 Distances à respecter pour les traversées

- ❖ Une distance minimale dans l'air de 225mm, 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 70mm entre axe 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.

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 grenaillage, 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.

5-7 Masse

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

5-8 Niveau de bruit pour les transformateurs à bruit réduit

Le niveau de bruit du transformateur à bruit réduit ne doit pas dépasser les 50db.

Pour ce type de transformateur, le fournisseur est tenu de mentionner les résultats constatés lors des essais dans la fiche technique du transformateur.

Le fournisseur doit présenter les fiches d'essais décrivant le détail des essais réalisés (type et méthodes d'essai, normes adoptées ... date et heure d'essais, description du lieu d'essai, organisme réalisation des essais ...) en mentionnant les résultats de ces essais.

6. Caractéristique électrique

6-1 Puissance assignée

Les valeurs de puissance assignée sont :

- ▶ Pour transformateurs du type cabine : 160 - 250 - 400 - 630 - 800 – 1000kVA.
- ▶ Pour les transformateurs du type haut poteau : 50 – 100 – 160kVA

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

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

6-3 Tensions assignées des enroulements

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

6-4 Prise de réglage

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

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).

6-5 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 8.5mm 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.

6-6 Couplage

Le symbole de couplage doit être

- ▶ YZN11 pour les transformateurs de 50 KVA.
- ▶ DYN11 pour les transformateurs de 100 kVA à 1000 KVA.

6-7 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

6-8 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 transformateurs de 50 kVA à 630 kVA
- ▶ 6% pour les transformateurs de 800 kVA à 1000 kVA

6-9 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 du courant à vide sont indiquées dans les tableaux 1 et 2. Ces valeurs s'entendent sur la prise principale.

Les mesures des pertes et du courant à vide sont 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.

Tableau 1 - Pertes dues à la charge $P_K(W)$ à 75°C pour $U_m \leq 24$ Kv

Puissance assignée	DK	CK	BK	AK	Impédance de court-circuit
KVA	W	W	W	W	%
50	1 350	100	875	750	4
100	2 150	1 750	1 475	1 250	
160	3 100	2 350	2 000	1 700	
250	4 200	3 250	2 750	2 350	
315	5 000	3 900	3 250	2 800	

400	6 000	4 600	3 850	3 250	
500	7 200	5 500	4 600	3 900	
630	8 400	6 500	5 400	4 600	
630	8 700	6 750	5 600	4 800	6
800	10 500	8 400	7 000	6 000	
1 000	13 000	10 500	9 000	7 600	
1 250	16 000	13 500	11 000	9 500	
1 600	20 000	17 000	14 000	12 000	
2 000	26 000	21 000	18 000	15 000	
2 500	32 000	26 500	22 000	18 500	

Tableau 2 - Pertes à vide $P_0(W)$ et niveau de puissance acoustique (L_{WA}) pour $U_m \leq 24$ Kv

Puissance assignée KVA	E_0		D_0		C_0		B_0		A_0		Impédance de court-circuit
	P_0 W	L_{WA} Db (A)	P_0 W	L_{WA} Db (A)	P_0 W	L_{WA} Db (A)	P_0 W	L_{WA} Db (A)	P_0 W	L_{WA} Db (A)	%
50	190	55	145	50	125	47	110	42	90	39	4
100	320	59	260	54	210	49	180	44	145	41	
160	460	62	375	57	300	52	260	47	210	44	
250	650	65	530	60	425	55	360	50	300	47	
315	770	67	630	61	520	57	440	52	360	49	
400	930	68	750	63	610	58	520	53	430	50	
500	1 100	69	880	64	720	59	610	54	510	51	
630	1 300	70	1 030	65	860	60	730	55	600	52	
630	1 200	70	940	65	800	60	680	55	560	52	6
800	1 400	71	1 150	66	930	61	800	56	650	53	
1 000	1 700	73	1 400	68	1 100	63	940	58	770	55	
1 250	2 100	74	1 750	69	1 350	64	1 150	59	950	56	
1 600	2 600	76	2 200	71	1 700	66	1 450	61	1 200	58	
2 000	3 100	78	2 700	73	2 100	68	1 800	63	1 450	60	
2 500	3 500	81	3 200	76	2 500	71	2 150	66	1 750	63	

Les valeurs de la colonne A correspondent aux pertes les plus faibles communément utilisées pour les transformateurs à faible bruit.

6-10 Niveau d'isolement et essais diélectriques

- ▶ Tension assignée de tenue en tension induite :

La valeur de la tension assignée de tenue en tension induite est 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 court durée à fréquence industrielle (kV, valeur efficace) : 50
 - Tension assignée de tenue au choc de foudre (kV, valeur de crête) : 125.

6-11 Enroulement basse tension

La tension assignée de tenue de courte durée à fréquence industrielle est de 10 kV.

De plus, les transformateurs de 50 à 250 kVA sont 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, 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.

6-12 Prescriptions relatives à l'échauffement

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

7. Prescriptions relatives à la conception

7-1 Type de système de conservation d'huile et degré d'étanchéité

Des transformateurs doivent être hermétiques sans matelas gazeux.

Le remplissage et la fermeture doivent être fait de telle façon que l'équilibre des pressions (pression interne et pression atmosphérique) soit réalisé pour des conditions normales (20°C, 1013 mbar)

7-2 Marquage et disposition des bornes

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

7-3 Raccordement haut tension

Les transformateurs de type cabine doivent être équipés de parties fixes de prise de courant (traversées embrochables) 24 kV 250 A conformément aux normes UTE C 66-555 et C 33-05.

Les transformateurs de type poteau doivent être équipés de traversées porcelaine du type ouvert TMT 23/24-250 définie dans la norme NFC 52-053.

7-4 Raccordement basse tension

Les transformateurs de 50 à 160 KVA doivent être équipés de traversées porcelaine 250 A conformes à la norme C52-052.

Les transformateurs de 250 à 1000 KVA doivent être équipés de traversées de type passe-barre conforme à la norme HN 52-S-62 et de courant assigné égal à :

- ▶ 1250 A pour les transformateurs de 250, 400 et 630 KVA.
- ▶ 2000 A pour les transformateurs de 1000 KVA.

8. Caractéristiques dimensionnelles

8-1 Galets de roulement

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

8-2 Distance entre traversées

8-2-1 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.

8-2-2 Entraxe des traversées basse tension

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

8-3 Dimension hors tout des transformateurs

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

9. Plaque signalétique

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

- Constructeur μ
- Transformateur triphasé 50HZ
- Numéro de l'appareil
- Année de fabrication
- Puissance assignée
- Symbole de couplage
- Tension assignée HT et tension de prise de régalage
- Tension assignée BT
- Courant assignée HT
- Courant assigné BT
- 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

Transformateur immergé dans l'huile

N°	Essai	Référence Norme CEI 60076
	Essais individuels	
1	Mesure de la résistance des enroulements	Partie 1 article 10-2
2	Mesure du rapport de transformation et contrôle du déphasage	Partie 1 article 10-3
3	Mesure de l'impédance de court-circuit et des pertes dues à la charge	Partie 1 article 10-4
4	Mesure des pertes et du courant à vide	Partie 1 article 10-5
5	Mesure des impédances homopolaires	Partie 1 article 10-6
6	Mesure des harmoniques du courant à vide	Partie 1 article 10-7
	Essais de type	
7	Essais d'échauffement	Partie 2 article 5
8	Essais diélectriques	Partie 3 article 10-4
	Essais Spécial	
9	Essais de tenue au court-circuit	Partie 5 article 10-4
10	Essais de la puissance acoustique /transformateur à bruit réduit	Partie 10

Lu et approuvé par le soumissionnaire

Cachet et signature du soumissionnaire

Le Directeur des Achats
Adil HAMDAN