

**SPECIFICATION TECHNIQUE
TRANSFORMATEURS DE TENSION CAPACITIFS 245 kV**

**N° ST T27-P27
Edition Mai 2015**

SOMMAIRE

1 DOMAINE D'APPLICATION	3
2 NORMES DE REFERENCE	3
3 CARACTERISTIQUES GENERALES EN REGIME ASSIGNE.....	3
3.1 Caractéristiques du réseau 225 kV.....	3
3.2 Caractéristiques des transformateurs de tension capacitifs.....	3
4 CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES	4
5 CONDITIONS DE SERVICE	5
6 MARQUAGE	5
7 ESSAIS	6
7.1 Essais de qualification.....	6
7.2 Essais de réception.....	7
ANNEXE: Fiche des caractéristiques assignées	

1 DOMAINE D'APPLICATION

La présente spécification technique s'applique aux transformateurs de tension capacitifs 245 kV monophasés de type extérieur destinés à être installés sur le réseau 245 kV de fréquence 50 Hz de l'Office National d'Electricité et de l'Eau Potable - Branche Electricité.

La spécification technique définit les conditions auxquelles doivent satisfaire ces transformateurs, en ce qui concerne la conception, la fabrication, les caractéristiques nominales, l'emballage, le transport sur site et les essais de qualification et de réception à réaliser dans le but d'établir leur conformité aux exigences demandées par l'Office National d'Electricité et de l'Eau Potable - Branche Electricité et aux normes de référence.

2 NORMES DE REFERENCE

Les transformateurs de tension capacitifs 245 kV doivent répondre aux dispositions de la présente Spécification Technique et à toutes les prescriptions, qui n'y sont pas contraires, prévues dans les normes de référence, à savoir :






- CEI 60044-5 : Transformateurs de mesure - partie 5 : transformateurs condensateurs de tension.
- CEI 60071- 1 : Coordination de l'isolement partie 1 : Définitions, principes et règles.
- CEI 60270 : Techniques des essais à haute tension - Mesure des décharge partielles.
- CEI 60273 : Caractéristiques des supports isolants d'intérieur et d'extérieur destinés à des installations de tension nominale > 1000 V.
- CEI 60168 : Essais des isolateurs supports en céramique.
- CEI 60358 : Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs.
- CEI 60060-1 : Définitions et prescriptions générales des essais.
- CEI 60060-2 : Systèmes de mesure.
- CEI 60694 : Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension.
- CEI 60815 : Guide pour le choix des isolateurs sous pollution.
- CEI 60529 : Degré de protection procurés par les enveloppes (code IP).
- NFX 41 - 002 : Protection contre les agents physiques chimiques et biologiques - Essai au brouillard salin.
- Règlements CISPR18 sur les perturbations radioélectriques et interférences.

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

Toute autre norme, reconnue comme assurant une qualité au moins équivalente, est acceptée comme norme de référence.

3 CARACTERISTIQUES GENERALES EN REGIME ASSIGNE

3.1 Caractéristiques du réseau 225 kV

 Tension Nominale :	225 kV
 Tension assignée :	245 kV
 Intensité du court circuit symétrique :	40 kA
 Fréquence nominale :	50 HZ
 Neutre du réseau :	rigidement mis à la terre.

3.2 Caractéristiques des transformateurs de tension capacitifs

Les transformateurs de tension capacitifs objet de la présente spécification technique sont connectés entre phase et terre des réseaux triphasés à neutre rigidement mis à la terre.

Installation	intempérie
Tension la plus élevée pour le matériel	245 kV
Fréquence nominale	50 Hz
Tension d'essai à fréquence industrielle 50 Hz, 1mn à sec et sous pluie	460 kV
Tension d'essai aux ondes de choc 1,2/50 µsec	1050 kV
Tension d'essai 1 min, 50Hz des enroulements secondaires entre eux et la terre	4 ou 10 kV (suivant clause54 /CEI 60186)
Rapport de transformation	$\frac{220000}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}} V$
Puissance d'échauffement	≥ 2x500 VA
1^{er} Secondaire :	
Puissance de précision :	50 VA
Classe de précision :	0,5
2^{ème} Secondaire :	
Puissance de précision :	50 VA
Classe de précision :	3P

Les transformateurs de tension capacitifs doivent être capables de supporter sans dommage sous leur tension nominale, les effets mécaniques et thermiques de courtcircuit extérieur durant 1 sec.

Les lignes de fuite spécifiques pour les différents transformateurs de tension capacitifs doivent être au moins égales aux valeurs énumérées dans le tableau suivant, et seront spécifiées en fonction des environnements où seront installés ces transformateurs de tension capacitifs :

Niveau de pollution	Niveau d'isolement	Environnements caractéristiques	Ligne de fuite Spécifique
IV- très fort	N4	- Forte concentration de poussière et/ou de fumées industrielles ; - Exposition directe aux vents forts et polluants venant de la mer	31 mm/kV
V-Exceptionnel	N5	- Forte pollution industrielle aggravée par pollution marine ; - Forte pollution saharienne.	35 mm/kV
	N6	- Zones sahariennes exposées aux effets polluants de l'industrie et des vents de sable et des vents venant de la mer.	40 mm/kV

4 CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES

Les transformateurs de tension capacitifs pour emplacement extérieur doivent satisfaire aux prescriptions de la norme CEI 60044-5, CEI 60358 et aux conditions climatiques au Maroc.

Les transformateurs de tension capacitifs doivent être isolés au moyen d'huile avec des isolateurs en porcelaine ou en silicone sous haute pression et haute température (procédé HTV) de couleur respectivement marron ou gris clair.

La partie condensateur et la partie magnétique des transformateurs de tension capacitifs doivent être montées ensemble et les transformateurs seront construits pour raccordement d'une liaison à fréquence porteuse.(borne d'injection HF dans boîte à bornes).

Les transformateurs de tension ne doivent pas être munis de cornes d'éclateur.

L'impédance de court-circuit secondaire de l'enroulement N°1 doit être environ 1ohm au maximum et l'impédance de court-circuit de l'enroulement N°2 sera aussi faible que possible.

Les transformateurs de tension capacitifs seront d'une exécution hermétique.

Au sommet des transformateurs de tension il sera possible de monter une base qui servira à la fixation d'un circuit bouchon avec une surface exposée au vent d'environ 1,5 m². et d'un poids d'environ 140 kg.

La cuve électromagnétique devra être dotée d'un indicateur de niveau, d'une vis de vidange-remplissage et prise de prélèvement d'huile.

Les effets de dilatation du volume d'huile dans les parties capacitives dues aux variations de température sont compensées par un soufflet en acier inoxydable ou tout autre système équivalent.

Chaque soufflet métallique est indiqué d'un indicateur de positionnement, qui permet de contrôler la pression de l'huile et par-là son niveau dans chaque condensateur.

Les plaques des caractéristiques, de schéma de connexion et de marquage des bornes, fixées dans des endroits visibles, doivent être prévues. Elles seront en acier inoxydable.

La borne primaire sera cylindrique, verticale et en aluminium de préférence.

Toutes les parties métalliques extérieures ainsi que la visserie doivent être en matériaux protégés contre la corrosion.

Des plans et des données supplémentaires seront fournis par le fournisseur pour la réalisation des supports métalliques et des massifs.

5 CONDITIONS DE SERVICE

Le matériel sera prévu pour fonctionner dans les conditions climatiques particulières au MAROC, tant en ce qui concerne la température que l'humidité, les vents de sable, etc...

Les limites extrêmes de températures, susceptibles de variation rapide entre la nuit et le jour, sont les suivantes :

- En hiver : - 8° C et + 25° C à l'ombre
- En été : + 10°C et + 50°C à l'ombre
- La température maximale au soleil du sol sans végétation est de 80°C environ.
- L'altitude ne dépassant pas 1000 m sauf spécifications contraire du cahier des charges.

6 MARQUAGE

Les paragraphes 5.9 de la norme CEI 60694 et 16 de la norme CEI 60044-5 sont applicables avec les compléments suivants :

a) Les plaques signalétiques du transformateur de tension capacitifs doivent être indiquées en arabe ou en français et porter au moins, les caractéristiques ciaprès indiquées, complétées par les valeurs :

- Marque, type et numéro de série ;
- Date de fabrication ;
- Tension assignée ;
- Rapport nominal par enroulement ;
- Fréquence nominale ;
- Tension de tenue à fréquence industrielle 50Hz/1mn ;
- Tension de tenue aux chocs de foudre (phase/terre) ;
- Intensité du courant de court-circuit ;
- Longueur de la ligne de fuite à la terre ;

- Puissance de précision par enroulement ;
- La classe de précision par enroulement ;
- Le facteur de tension assigné et la durée assignée correspondante.

b) Les plaques signalétiques doivent être gravées ou inscrites avec une encre indélébile et visible dans les positions de service et de montage normales, ces plaques doit être rivetées ou vissées.

Dans le cas où le marquage est effectué par encre, l'essai d'indélébilité de l'encre sera réalisé selon la procédure suivante :

L'indélébilité des marques et indications est vérifiée en frottant légèrement celles-ci avec un chiffon imbibé d'eau et un chiffon imbibé d'essence (hexane aliphatique avec teneur maximale en aromatiques de 0,1% en volume, un indice de Kauri-butanol de 29 avec un point initial de 65°C, un point sec de 69°C et une masse volumique de 0,68Kg/l) et en s'assurant qu'elles ne s'effacent pas lors de cette opération.

7 ESSAIS

Les transformateur capacitifs de tension objet de la présente Spécification Technique doit satisfaire aux essais de qualification et au besoin à des essais de réception tels que définis ci après.

7.1 Essais de qualification

N°	Essais	Référence CEI 60044-5
1	Essai d'échauffement	Article 9.1
2	Mesure de la capacité et de $\tan\delta$ à fréquence industrielle	Article 9.2
3	Essai de tenue au court-circuit	Article 9.3
4	Essais au choc	Article 9.4
5	Essai sous pluie pour le transformateur condensateur de tension de type	Article 9.5
6	Essais de ferro-résonance	Article 9.6
7	Essai d'étanchéité d'un élément électromagnétique immergé	Article 9.7
8	Essais de précision	Article 9.8
9	Essai de réponse transitoire	Article 9.9
10	Essai de tension de perturbation radioélectrique	Article 9.10
11	Mesure du facteur de transmission des surtensions à haute fréquence	Article 11.1
12	Essai de résistance mécanique	Article 11.2
13	Détermination du coefficient de température (T_c)	Article 11.3
14	Essai de conception d'étanchéité des unités de condensateurs	Article 11.4

Le mode opératoire et la sanction des essais sont définis dans les normes CEI 60044-5 et CEI 60358.

Les essais de qualification doivent être effectués par un laboratoire officiel ou accrédité éventuellement en présence de représentants de l'ONEE-Branche Electricité ou d'un organisme mandaté par lui.

Lesdits essais doivent être sanctionnés par un ou des rapports donnant les modalités et sanctions des essais accompagnés éventuellement, d'un certificat de conformité si tous les essais sont concluants.

7.2 Essais de réception

Il sera effectué en usine aux frais du Contractant et éventuellement en présence d'un représentant de l'ONEE-Branche Electricité, les essais de réception ayant pour objet de vérifier les garanties données par le Constructeur.

Si les essais n'ont pas été satisfaisants, pour tout ou partie de la fourniture, l'ONEE-Branche Electricité pourra demander une seconde série des essais dont les frais seront à la charge du Constructeur après que celui-ci aura apporté les modifications ou améliorations nécessaires à son matériel qui aura été laissé à sa disposition.

Si l'ONEE-Branche Electricité a décidé de renoncer à l'envoi d'un représentant pour assister aux essais en usine, il en informera le Constructeur dans les 2 semaines après la réception de l'avis, indiquant à l'ONEE-Branche Electricité la date du début des essais. Ceux-ci seront réalisés par le Constructeur à qui, il appartient d'envoyer à l'ONEE-Branche Electricité les procès-verbaux.

Il est spécifié que le Constructeur doit effectuer tous les essais qui prouvent le bon fonctionnement du matériel conformément aux normes de référence (CEI 60044-5 et CEI 60358).

L'ONEE-Branche Electricité se réserve le droit de procéder subsidiairement à la vérification de la conformité des fournitures par la réalisation des essais de type et individuel prévus dans les normes CEI 60044-5 et CEI 60358. Les essais à envisager sont les suivants :

*** Essais de type (sur une seule unité) :**

Essais	Référence CEI 60044-5
Mesure de la capacité et de $\tan\delta$ à fréquence industrielle.	Article 9.2
Essais de précision.	Article 9.8

*** Essais de routine (sur l'ensemble des unités) :**

Essais	Référence CEI 60044-5
Étanchéité du diviseur de tension capacitif rempli de liquide.	Article 10.1
Essai de tenue à fréquence industrielle et mesures de la capacité, de $\tan\delta$ et des décharges partielles.	Article 10.2
Vérification du marquage des bornes.	Article 10.3
Essais de tenue à fréquence industrielle sur l'élément électromagnétique.	Article 10.4
Contrôle de ferro-résonance.	Article 10.5
Contrôle de la précision.	Article 10.6

ANNEXE

Fiche des caractéristiques assignées

N°	DESIGNATION	Unité	SOLLICITEE	OFFERTE (Constructeur)
1	Fabricant	-	à spécifier	
2	Pays d'origine	-	à spécifier	
3	Modèle de TCT	-	à spécifier	
4	Installation	-	Intempérie	
5	Normes	-	CEI 60044-5, 60358 60815	
6	Fréquence	HZ	50	
7	Tension maximale de service entre phases	kV	245	
8	Rapport de transformation (2 secondaires)	kV	$\frac{220}{\sqrt{3}} / \frac{0,100}{\sqrt{3}} / \frac{0,100}{\sqrt{3}}$	
9	Caractéristiques de précision 1er secondaire (mesure) -Puissance de précision -Classe de précision 2ème secondaire (protection) -Puissance de précision -Classe de précision	VA - VA -	50 0,5 50 3P	
10	Facteur de tension nominale -en service continu -en 30 s au maximum	- -	1,2 1,9	
11	Décharges partielles A U= 1,2 Um=294 kV U=1,2 Um/√3	- -	< 10 pc < 5 pc	
12	Enveloppe isolante	-	Porcelaine ou Silicone HTV	
13	Capacité du condensateur à haute tension	pF	à spécifier	
14	Capacité du condensateur de tension intermédiaire	pF	à spécifier	
15	Tension intermédiaire nominale en circuit ouvert	kV	20/√3	
16	Capacité nominale du diviseur de tension capacitif (condensateur de couplage)	pF	4000 +10%-5%	
17	Tangente de l'angle des pertes	-	à spécifier	
18	Coefficient de température de la capacité	-	à spécifier	
19	Catégorie de température du TCT	°C	-8 à 50	
20	Gamme de haute fréquence	KHZ	40 - 450	
21	Résistance équivalente	Ω	< 40	
22	Tension d'essai à fréquence industrielle, sur la borne HT du TCT avec borne BT à la terre	kV	460	
23	Tension d'essai onde de choc de 1,2/50μs entre borne HT du TCT et celle de la BT	kV	1050	
24	Tension d'essai à fréquence industrielle entre borne BT du TCT et la borne de terre suivant clause 54/CEI -186	kV	> 4	

N°	DESIGNATION	Unité	SOLLICITEE	OFFERTE (Constructeur)
25	Tension d'essai à fréquence industrielle de l'enroulement primaire du transformateur inductive de tension intermédiaire	kV	50	
26	Tension d'essai à l'onde de choc 1,2/50µs de l'enroulement primaire du transformateur inductive de tension intermédiaire (crête)	kV	95	
27	Tension d'essai à fréquence industrielle des enroulements secondaires du transformateur inductive de tension intermédiaire	kV	≥ 4	
28	Classe d'isolement des enroulements du transformateur inductive de tension intermédiaire	K	65	
29	Echauffement des enroulements : -à 1,2 fois la tension nominale -à 1,9 fois la tension nominale durant 30 s	°C °C	à spécifier	
30	Intensité de court-circuit dans le secondaire protection	A/1sec	> 100	
31	Longueur totale de la ligne de fuite de l'isolateur du diviseur capacitif calculé suivant clause 5.3 CEI 815 et en fonction du facteur de correction due au diamètre moyen:	mm	Selon le niveau de pollution du site	
32	Effort maximum admissible en tête du TCT	kN	2,5	
33	Masse du TCT	kg	à spécifier	
34	Nature et plage de la borne HT	-	Aluminium φ30x125mm	
35	Circuit bouchon 1) Encombrement: - Hauteur - Diamètre 2) Fixation - Diamètre de fixation - Nombre et diamètre des trous fixation 3) masse approximative	mm mm mm mm kg	1000 800 254 4x φ13 143	
36	Fixation du circuit bouchon en tête du TCT	-	4x M12/24	
37	Niveau de radio-interférence (RIV) mesuré à 1 MHZ	µV	< 2500	
38	Puissance thermique limite	VA	≥ 2x500	
39	Conditions climatiques : -Altitude par rapport au niveau de la mer -Hiver (à l'ombre) -Eté (à l'ombre) -Température maximale au sol -Pression du vent -Séisme accélération	m °C °C °C daN/m ² g	< 1000 et > 1000 (selon le poste) -8 et +25 +10 et +50 +80 133 et 240 (selon le poste) 0,2	