

## **SPECIFICATION TECHNIQUE**

Transformateurs de courant 420 kV

**ST T46-P46**

Edition Décembre 2012

## SOMMAIRE

<b>1 - DOMAINE D'APPLICATION.....</b>	<b>3</b>
<b>2 - NORMES DE REFERENCE.....</b>	<b>3</b>
<b>3 - CARACTERISTIQUES GENERALES EN REGIME ASSIGNE .....</b>	
3.1 – Caractéristiques du réseau	
3.2 – Caractéristiques des transformateurs de courant	
<b>4 - CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES .....</b>	
4.1 – Généralités	
4.2 – Caractéristiques mécaniques	
4.3 – Caractéristiques des noyaux	
<b>5 - ACCESSOIRES DU TRANSFORMATEUR DE COURANT.....</b>	<b>8</b>
<b>6 - CONDITIONS CLIMATIQUES AU MAROC .....</b>	<b>8</b>
<b>7 - MARQUAGE .....</b>	<b>9</b>
<b>8 - ESSAIS .....</b>	
8.1 - Essais de qualification	
8.2 - Essais de réception	
<b>9 – ANNEXE : Fiche des caractéristiques assignées .....</b>	<b>12</b>

## 1 - DOMAINE D'APPLICATION

La présente spécification technique s'applique aux transformateurs de courant 420 kV monophasés de type extérieur prévus pour être installés sur le réseau 400 kV de fréquence 50 Hz de l'Office National d'Electricité et de l'Eau Potable - Branche Electricité.

Elle définit les conditions auxquelles doivent satisfaire ces transformateurs de courant en ce qui concerne la conception, la fabrication, les caractéristiques nominales 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 courant 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 60 044-1 : Transformateurs de mesure - partie 1: Transformateurs de courant.
- CEI 60 044-6 : Transformateurs de mesure - partie 6: Prescriptions concernant les transformateurs de courant pour protections pour la réponse en régime transitoire.
- CEI 60 071-1 : Coordination de l'isolement partie 1: Définitions, principes et règles.
- CEI 60 270 : Techniques des essais à haute tension - Mesure des décharges partielles.
- CEI 60 273 : Caractéristiques des supports isolants intérieur et extérieur destinés à des installations de tension nominale > 1000 V.
- CEI 60 694 : Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension.
- CEI 60 815 : Guide pour le choix des isolateurs sous pollution.
- CEI 60 529 : Degré de protection procurés par les enveloppes ( code IP).
- NF X 41 – 002 : Protection contre les agents physiques chimiques et biologiques – Essai au brouillard salin.

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:

- Tension nominale : 400 KV
- Tension assignée : 420 KV
- Intensité du court circuit symétrique : 40 kA
- Fréquence nominale : 50 HZ

- Neutre du réseau : solidement mis à la terre

### 3.2 Caractéristiques des transformateurs de courant

Les transformateurs de courant objet de la présente spécification sont insérés sur les phases des réseaux triphasés à neutre rigidement mis à la terre.

- Tension la plus élevée pour le matériel : 420 KV
- Tension maximale de service entre phase et terre : 420/ 3 kV
- Courant d'échauffement : 4000 A
- Courant de court-circuit thermique 1 Sec : 40 kA eff
- Tension d'essai à fréquence industrielle 50 Hz, 1 mn à sec et sous pluie : 630 kV
- Tension d'essai aux ondes de choc 1,2/50  $\mu$  sec : 1425 kV
- Tension d'essai aux ondes de manoeuvre : 1050 kV
- Fréquence nominale : 50 HZ
- Tension d'essai 1 min, 50Hz des enroulements secondaires entre eux et la terre :  $\geq 4$  kV

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

Les lignes de fuite spécifiques pour les différents transformateurs de courant doivent être d'au moins les valeurs spécifiées dans le tableau ci-après, et selon les applications spécifiées par les utilisateurs en fonction des environnements où seront installés ces transformateurs de courants :

Niveau de pollution	Niveau d'isolement	Environnements caractéristiques	Ligne de fuite Spécifique
I- faible	N1	Zone continentale – faible densité d'habitations et sans industrie ; – faible densité d'industrie avec vent et pluie fréquents ; – régions agricoles et montagneuses.	16mm/kV
II- moyen	N2	Zone continentale – industrie peu polluante et/ou de densité moyenne d'habitation ; – forte densité d'habitation et d'industrie mais avec pluie et vent fréquents.	20mm/kV
III- fort	N3	– forte densité d'habitation et banlieues de grandes villes ; – zone bord de mer.	25mm/kV
IV- très fort	N4	– forte concentration de poussière et/ou de fumées industrielles ; – exposition directe aux vents forts et	31mm/kV

		polluants venant de la mer	
V- Exceptionnel	N5	– forte pollution industrielle aggravée par pollution marine ; – forte pollution saharienne.	35mm/kV
	N6	– zones sahariennes exposées aux effets polluants de l'industrie et des vents de sable et des vents venant de la mer.	40mm/kV

## 4 - CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES

### 4.1 Généralités

Les transformateurs de courant pour emplacement extérieur doivent satisfaire aux prescriptions des publications CEI 60 44-1 et aux conditions climatiques au Maroc. Ils peuvent être du type bobiné en U et/ou du type sans primaire, ou secondaire isolé type inversé.

Les transformateurs de courant sont isolés au moyen d'huile avec des isolateurs en porcelaine Marron et munis d'anneaux de levage .

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

Les transformateurs de courant seront d'une exécution hermétique, les effets de dilatation du volume d'huile dans le TC dues aux variations de température sont compensées par un soufflet en acier inoxydable ou tout autre système équivalent.

Le bloc de jonction dans la boîte à bornes doit être construit de sorte que chacun des enroulements secondaires, d'une manière indépendante, soit facile à mettre en court-circuit sans que le circuit secondaire soit coupé. Le placement de la boîte à bornes par rapport à la broche isolante du transformateur de courant doit être indiqué sur les plans de l'appareil.

Les TC doivent être dotés d'un indicateur de position visible depuis le sol pour la surveillance du niveau d'huile, d'un bouchon de vidange, de remplissage et de prise d'échantillon d'huile.

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.

Les bornes primaires devront être conçues de façon à assurer un bon contact avec les liaisons externes, elles doivent être de préférence en plaque d'aluminium .

Les connexions secondaires sont sous boîte à bornes étanche de degré de protection au minimum IP 54.

Les surtensions parasites apparaissant aux bornes des enroulements secondaires notamment, lors des manoeuvres de l'appareillage de coupure ou des amorçages d'éclateurs, ne doivent pas dépasser 2500 V crête, afin de ne pas perturber le fonctionnement des matériels alimentés par le transformateur de courant et d'éviter toute détérioration de ceux-ci.

#### 4.2 Caractéristiques mécaniques

Les transformateurs de courant de type "ouvert" ou autre doivent être capables de résister aux efforts suivants :

- éléments plans : 2400 Pa
- éléments cylindriques ou de révolution :
  - $\phi \leq 15$  cm 960-21,3 x  $\phi$  (cm)
  - $\phi \geq 15$  cm 640 Pa
- effort statique horizontal
- longitudinal  $F_{thA} = 120$  daN
- transversal  $F_{thB} = 60$  daN
- effort statique vertical  $F_{tv} = 120$  daN
- effort dynamique de 500 daN

#### 4.3 Caractéristiques des noyaux

les transformateurs de courant sont destinés à être utilisés avec des appareils de mesure, et des dispositifs de protection ; Ils comportent :

- des enroulements permettant d'obtenir un double rapport de transformation.
- 4 à 5 enroulements secondaires sur circuits magnétiques distincts, un pour les mesures et les autres pour les protections, ayant chacun leur circuit magnétique.

Les transformateurs de courant devront être munis de protection contre les ouvertures accidentelles des circuits secondaires.

##### - Noyau mesure

Enroulement primaire : 1500-3000, 1000-2000

Enroulement secondaire : 1 A

Puissance de précision : 10 VA

Classe de précision : 0,2 S

Facteur de sécurité : 5

L'enroulement de mesure sera dimensionné pour une intensité de courant constante de 240 % du courant primaire nominal des noyaux en question.

##### - Noyau protection

Enroulement Primaire : 1500-3000, 1000-2000

Enroulement secondaire : 1 A

Puissance de précision : 10 VA

Classe de précision : 5 P 20

**- Enroulement protection du Départ**

Enroulement Primaire : 1500-3000, 1000-2000

Enroulement secondaire : 1 A

Puissance de précision : 10 VA

Classe de précision : : 5 P 20

l'enroulement de protection sera dimensionné pour une intensité de courant constante de 120 % du courant primaire nominal des noyaux en question.

Au courant primaire assigné, l'erreur de rapport doit être inférieure à  $\pm 1 \%$  et le déphasage inférieur à  $\pm 60$  min.

La classe de précision en régime transitoire est TPY avec constante de temps  $T_p=120$  ms.

**- Enroulement protection différentielle de barres**

Enroulement primaire : 1500-3000, 1000-2000

Enroulement secondaire : 1 A

Puissance de précision : 10 VA

Classe de précision : 5 P 20

Facteur de rémanence :  $K_r \leq 0,1$

Constante de temps secondaire : Comprise entre 0,3s et 0,6s

## **5- ACCESSOIRES DU TRANSFORMATEUR DE COURANT**

L'appareil comporte tous les accessoires nécessaires, en particulier :

- Une borne sur la cuve pour la mise à la terre.
- Un coffret de raccordement pour les sorties des enroulements secondaires mesures et protection.
- Un schéma HT et BT fixé à l'intérieur, précisant le repérage des bornes et les liaisons à réaliser pour obtenir les différents rapports.
- Un coffret pour le dispositif limiteur de tension de l'enroulement "Protections du Départ".
- Un bouchon de vidange ou une vanne.
- Un voyant permettant d'apprécier que le remplissage d'huile est correct .

Toutes les inscriptions doivent être parfaitement lisibles et indélébiles de préférence, réalisées par gravure.

Afin de minimiser les risques dus à leur destruction éventuelle, les transformateurs de courant doivent être conçus de telle sorte qu'en cas de défaut interne aucun éclat ne soit projeté, au-delà de 4 m pour un arc de 40 kA - 0,5 s.

Les TC doivent être dotés de connexions de mise à la terre;

Toutes les parties métalliques extérieures ainsi que la visserie doivent être en matériaux résistant à la corrosion.

Des plans et des données nécessaires doivent être fournis pour la construction des supports métalliques et des massifs.

## 6 - 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. Altitude ne dépassant pas 1000 m sauf spécifications contraire au niveau du cahier des charges.

## 7 - MARQUAGE

Les paragraphes 5.9 de la CEI 60 694 et 10 de la norme CEI60044-1 sont applicables avec les compléments suivants :

a) les plaques signalétiques du transformateur de courant doivent être indiquées en arabe ou en français et portant au moins, les caractéristiques indiquées ci-après , 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 .

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 ou 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.

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.



## 8 - ESSAIS

Les transformateurs de courant 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.

### 8.1 – Essais de qualification

N°	Essais	Référence CEI 60 044-1
1	Essais de tenue au courant de court-circuit	7.1
2	Essais des échauffements	7.2
3	Essais au choc sur l'enroulement primaire	7.3
4	Essais sous pluie pour les transformateurs du type extérieur	7.4
5	Mesure des perturbations radioélectriques	7.5
6	Essais de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires et mesure des décharges partielles.	8.2
7	Essais de tenue à fréquence industrielle entre sections des enroulements primaires et sur les enroulements secondaires.	8.3
8	Essais de surtension entre spires	8.4
9	Essais de mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	9.2
10	Essais mécaniques	9.3
11	Essai de mesure des surtensions transmises	9.4

Le mode opératoire et la sanction des essais sont définis dans la norme CEI 60 044-1. 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 faire l'objet d'un ou des rapports donnant les modalités et sanctions, accompagnés éventuellement d'un certificat de conformité si tous les essais sont concluants.

### 7.2 – Essais de réception

L'ONEE-Branche Electricité se réserve le droit de procéder à la vérification de la conformité des fournitures par les essais de type et individuel prévus dans la norme CEI 60 044-1, en particulier :

- Vérification du marquage des bornes
- Détermination des erreurs.

- Relevé de la courbe de magnétisation des enroulements (mesures et protections).
- Vérification du sens d'enroulement
- Essai des rapports de transformation
- Essais de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires et mesure des décharges partielles.
- Essais de tenue à fréquence industrielle entre sections des enroulements primaires et sur les enroulements secondaires.
- Essais de surtension entre spires

Les essais de réception peuvent être réalisés par un laboratoire accrédité ou dans le laboratoire du fabricant en présence du représentant de l'ONEE-Branche Electricité.

**ANNEXE**  
**FICHE DES CARACTERISTIQUES ASSIGNEES**

Désignation	Unité	Valeur
Fréquence	HZ	50
Tension maximale de service entre phases	KV	420
Courant de court-circuit thermique 1 Sec	KA eff	40
Courant de court-circuit dynamique asymétrique	KA cr	≥ 100
Courant d'échauffement	A	≥ 4000
<b>Noyaux mesure</b>		
-Rapport:	A	1500-3000/1A et 1000-2000/1A
-Puissance de précision:	VA	10
-Classe de précision	-	0,2 S
- Facteur de sécurité	-	5
-Gamme	%	200
<b>Noyaux protections départ</b>		
-Rapport:	A	1500-3000/1A et 1000-2000/1A
-Puissance de précision:	VA	10
-Classe et facteur limite de précision:	-	5 P20
-Constante de temps secondaire lors d'une charge de 5 VA $\cos\phi=0,8$	S	> 0,3
<b>Noyaux protection différentielle barres</b>		
-Rapport:	A	1500-3000/1A et 1000-2000/1A
-Puissance de précision :	VA	10
-Classe et facteur limite de précision:	-	5 P20
-Facteur de rémanence	-	$K_r < 0,1$
-Constante de temps secondaire lors d'une charge de 5 VA $\cos\phi=0,8$	S	> 0,45
Tension d'essai à fréquence industrielle , à sec et sous pluie	KV	630
Tension d'essai aux ondes de manoeuvre	kV	1050
Tension d'essai onde de choc de 1,2/50µs	KV	1425
Tension d'essai à fréquence industrielle , 1 mn des enroulements secondaires entre eux et contre la terre	KV	≥4
Longueur total de la ligne de fuite de la porcelaine du transformateur de courant calculé selon CEI 815	mm	Voir pages 4 et 5