

<u>LIMITEUR de SURTENSION</u>	N° d'ordre	: 2011-Elec 106	Rév.	: 3
	Classement	: Forum 2012		
	Emetteur	: J.M BEAUSSY		
	Destinataire 1	: Forum Volta.		
	Destinataire 2	:		
	Rédigé le	: 15/09/2011	Page :	1/7
	Révisé le	: 24/08/2019		

1 Généralités

Avant d'aborder le rôle du limiteur de surtension, puis son fonctionnement et la manière de le choisir, il est nécessaire de rappeler les aspects réglementaires et normatifs.

1.1 Etablissements soumis au code du travail

Le paragraphe IV de l'article 5 du décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988¹ précise que des dispositions doivent être prises pour éviter que les **parties actives ou les masses d'une installation soient portées, du fait de leur voisinage avec une installation de domaine de tension supérieure² du fait de liaisons à des prises de terre non électriquement distinctes, à des tensions qui seraient dangereuses pour les personnes.**

L'article 34 relatif aux installations électriques réalisées suivant le régime IT précise par ailleurs que dans les installations des domaines BTA ou BTB (BT aujourd'hui) alimentées par un transformateur à primaire HT, un dispositif **limiteur de surtension**³ doit protéger l'installation en cas de claquage interne entre les circuits HT et BT.

Normes :

NFC 15-100 (Edition de 2002)

Les articles 442⁴ et 534-2⁵ traitent de la protection des installations électriques à basse tension et des dispositifs de protection contre les surtensions à fréquence industrielle.

Je vous invite à consulter ces textes qui abordent d'une manière exhaustive l'ensemble des problèmes bien mieux que je ne pourrais le faire moi-même.

1.2.2 Norme NFC 63-150 (mars 1982)

Le lecteur pourra éventuellement se reporter à la norme homologuée citée ci-dessus qui traite des limiteurs de surtension. Cette norme a été abrogée, le contenu de celle-ci a été pris en compte dans la dernière version de la NFC 15-100.

2 Protection contre les surtensions

Je crois utile d'examiner les dispositions prises par le législateur. Dans un transformateur HTA/BTA, par construction se côtoient des tensions appartenant à des classes de tension différentes⁶. Cette disposition implique des précautions d'installation afin d'éviter qu'en cas d'une défaillance interne au transformateur (claquage entre enroulements), la haute tension se transmette à la basse tension.

La question que l'on doit se poser est : Comment y parvenir en fonction des Schéma des Liaison à la Terre ?

2.1 Schéma des liaisons à la terre TT ou TN (Installations dont le neutre est directement relié à la terre)

Comme le montre le schéma ci-dessous, la mise à la terre du neutre règle le problème, néanmoins la valeur de la prise de terre du neutre ou de l'ensemble interconnecté doit être tel que la remontée en potentiel des masses reste dans des limites acceptables pour les personnes. La meilleure solution consiste à réaliser le schéma des liaisons à la terre TTR. Le calcul de la valeur des prises de terre, a déjà, fait l'objet d'un autre document diffusé par mes soins sur le forum RESELEC.

Pendant l'élimination du défaut, le conducteur de protection à l'origine nommé SP₀ doit être correctement dimensionné. Cette section est déterminée en appliquant la formule :

¹ A mon avis le nouveau décret n'a pas dû évoluer sur cet aspect.

² Cette disposition n'est pas applicable lorsque l'installation est alimentée, soit par un groupe électrogène BT, soit par un transformateur de séparation BT/BT. Il n'y a aucun risque d'invasissement de l'installation BT par une tension de classe supérieure.

³ Les limiteurs de surtension font l'objet de la norme NFC 63-150.

⁴ Protection des installations basse tension contre les défauts entre les réseaux haute tension et la terre.

⁵ Dispositifs de protection contre les surtensions à fréquence industrielle.

⁶ L'article 3 du décret n°88-1056 qui précise les diverses classes de tension.

<u>LIMITEUR de SURTENSION</u>	N° d'ordre	: 2011-Elec 106	Rév.	: 3
	Classement	: Forum 2012		
	Emetteur	: J.M BEAUSSY		
	Destinataire 1	: Forum Volta.		
	Destinataire 2	:		
	Rédigé le	: 15/09/2011	Page :	2/7
	Révisé le	: 24/08/2019		

$$S_{po} = I_{k3} \times \frac{\sqrt{t}}{K} \text{ avec}$$

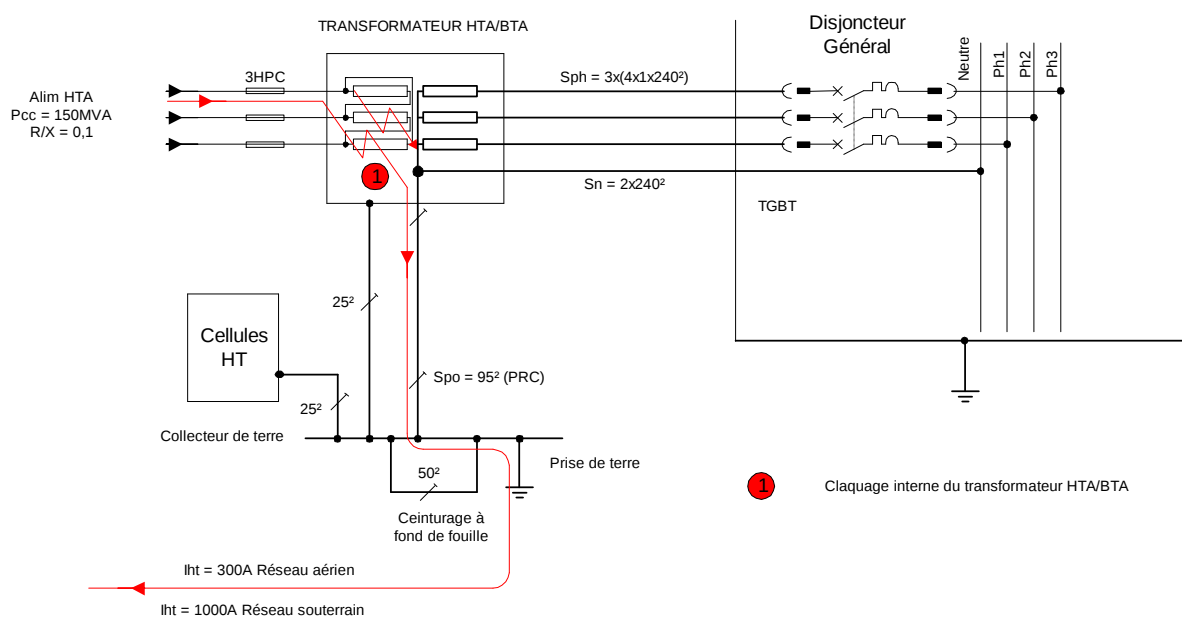
$S_{po}(mm^2)$	Section du conducteur de protection à l'origine
$I_{k3}(kA)$	Courant de court-circuit triphasé maximum à l'origine
$\sqrt{t(s)}$	Temps de coupure maximal de la protection
K	Coefficient qui dépend des caractéristiques du circuit

Je rappelle ici encore une fois qu'en aucun cas le conducteur de protection ne doit pas être détruit, dans le cas contraire la sécurité de personnes risque d'être compromise, il en est de même de la conservation des biens.

L'annexe 1 du chapitre 54 de la NFC 15-100⁷ (1991) donne pour les transformateurs usuels la section des conducteurs S_{po} qui satisfont aux exigences de l'article 12 du décret du 14 novembre 1988.

Le lecteur pourra également se reporter au guide pratique UTE C 15-106 qui traite des conducteurs de protection.

LIAISON DE TERRE ENTRE LE TRANSFORMATEUR HTA/BTA et LE TGBT
Cas d'un transformateur de 1000kVA



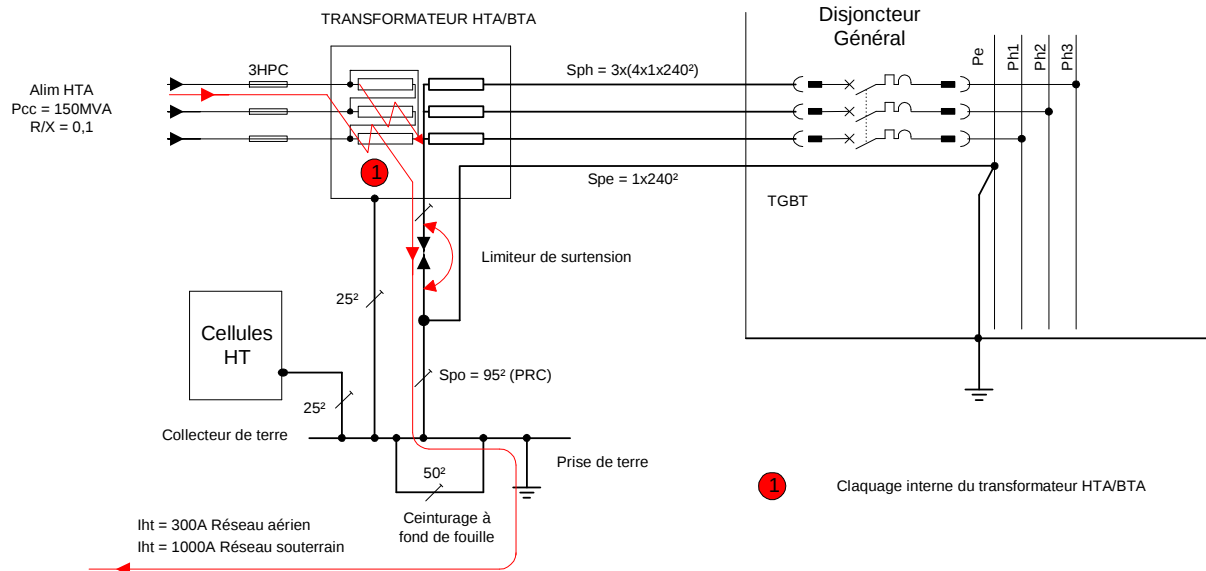
2.2 Schéma IT (Installations dont le neutre n'est pas directement relié à la terre)

Compte tenu de ce qui vient d'être dit, il est nécessaire d'installer un limiteur de surtension. La fonction du limiteur de surtension est d'écouler les surtensions dangereuses susceptibles d'apparaître sur les réseaux BTA en aval des transformateurs à la suite d'une défaillance interne entre enroulements HTA et BTA.

⁷ La nouvelle NFC 15-100 de décembre 2002 n'a pas repris ce tableau cette dernière renvoie au guide pratique UTE C 15-106 de décembre 2003.

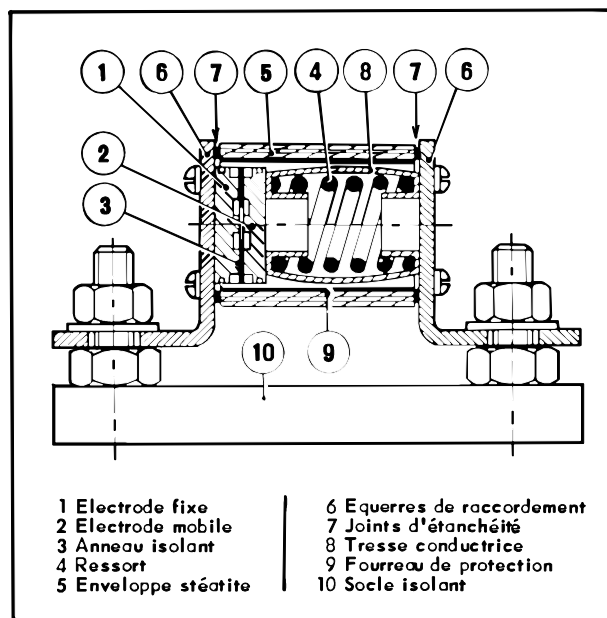
LIAISON DE TERRE ENTRE LE TRANSFORMATEUR HTA/BTA et LE TGBT

Cas d'un transformateur de 1000kVA



Comme précisé au paragraphe précédent, l'interconnexion de l'ensemble des prises de terre dans un schéma IT est la meilleure solution qui permet d'établir une zone équipotentielle dans un poste de transformation.

3 Schéma de principe d'un limiteur de surtension



Microshunteur type MS2 de Delle Alsthom

3.1 Raccordement

Le limiteur de surtension comporte deux électrodes, l'une est généralement reliée au neutre, l'autre à la terre des masses BT. Si le point neutre n'est pas accessible, le limiteur de surtension se raccorde entre une phase et la terre.

<u>LIMITEUR de SURTENSION</u>	N° d'ordre	: 2011-Elec 106	Rév.	: 3
	Classement	: Forum 2012		
	Emetteur	: J.M BEAUSSY		
	Destinataire 1	: Forum Volta.		
	Destinataire 2	:		
	Rédigé le	: 15/09/2011	Page :	4/7
	Révisé le	: 24/08/2019		

3.2 Principe de fonctionnement sommaire

Lorsqu'une surtension se produit entre les électrodes et dépasse un certain seuil :

- Soit un simple effluage n'entraînant pas de mise à la terre directe.
- Soit un amorçage avec soudure des parties actives du limiteur de surtension. Dans ce cas le limiteur de surtension doit être remplacé.

Note 1 : Le remplacement du limiteur de surtension s'effectue toujours hors tension, donc elle doit être précédée par la consignation du poste de transformation.

Note 2 : Si votre installation est correctement réalisée, avec du matériel adapté (le CPI doit surveiller également l'isolement du conducteur neutre), la localisation de l'amorçage est aisée, le CPI est en alarme tous les circuits BTA étant ouverts. Il faut que la coupure générale soit possible, autrement la localisation est difficile à effectuer.

4. Choix du limiteur de surtension

Tension	Limiteur de surtension connecté entre neutre et terre			Limiteur de surtension connecté entre phase et terre		
	Contrainte de tension admissible (V)	Tension nominale du limiteur de surtension (V)	Niveau de protection effectif (V)	Contrainte de tension admissible (V)	Tension nominale du limiteur de surtension (V)	Niveau de protection effectif (V)
127/220	1330	250	880	1330	250	970
230/400	1430	440	1330	1430	440	1330
400/690	1600	440	1500	1600	250	1440
580/100	1780	440	1680	-	-	-

La norme NFC 63-150 définit 3 types de limiteurs de surtension, dont les caractéristiques sont les suivantes :

Tension nominale de l'installation	Tension d'amorçage à 0% à fréquence industrielle	Tension d'amorçage à 100% à fréquence industrielle	Tension d'amorçage à 100% aux ondes de choc
250V	400V	750V	1750V
440V	700V	1100V	2500V
660V	1100V	1600V	3500V

Si l'installation est alimentée par plusieurs transformateurs en parallèle, on doit installer un limiteur de surtension sur chacun d'eux. Et bien entendu un seul CPI est exigé.

Il est évident qu'il faut tenir compte lors du choix du limiteur de surtension de la tenue diélectrique de l'appareillage basse tension (appareillage renforcé : 3000Volts dans le cas d'un TGBT ou 10000Volts dans le cas des postes haut de poteaux). Vous comprenez bien que le limiteur de surtension est un point faible dans l'installation, il ne faut pas qu'un équipement électrique à basse tension soit d'une tenue diélectrique telle que le courant de défaut choisisse en priorité cet équipement⁸.

Je vous laisse imaginer les conséquences humaines dans une telle situation.

⁸ Ceci peut se produire lorsqu'il est utilisé dans une installation industrielle des équipements de type domestique dont la tenue diélectrique est inférieure à la tension d'amorçage à 100% à fréquence industrielle.

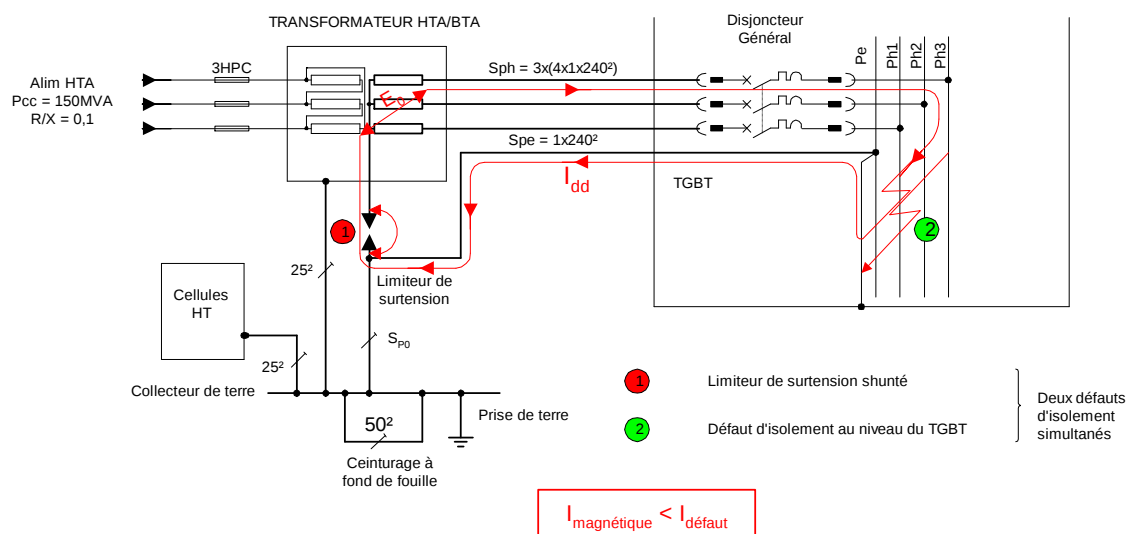
<u>LIMITEUR de SURTENSION</u>	N° d'ordre	: 2011-Elec 106	Rév.	: 3
	Classement	: Forum 2012		
	Emetteur	: J.M BEAUSSY		
	Destinataire 1	: Forum Volta.		
	Destinataire 2	:		
	Rédigé le	: 15/09/2011	Page :	5/7
	Révisé le	: 24/08/2019		

5 Autres remarques

Le fait de ne pas remplacer le limiteur de surtension suite à son claquage a pour effet de modifier le schéma des liaisons à la terre de l'installation est donc de perdre tous les avantages liés à ce schéma des liaisons à la terre.

JUSTIFICATION DU COURANT DE REGLAGE DU DISJONCTEUR GENERAL

LIAISON DE TERRE ENTRE LE TRANSFORMATEUR HTA/BTA et LE TGBT
Cas d'un transformateur de 1000kVA
Calcul du courant de court-circuit de double défaut



Le courant de double défaut ne sera pas illimité⁹, en effet celui-ci est fonction de l'impédance interne de la source et des liaisons BTA. Le couplage du transformateur est important. Dans le cas ci-dessus le courant de défaut sera égal à :

$$Ik_1 = \frac{3 \times m \times c \times E_0}{\sqrt{(\sum R_d + \sum R_i + \sum R_0)^2 + (\sum X_d + \sum X_i + \sum X_0)^2}}$$

Dans le cas ci-dessus, ce courant est égal à 18kA. Cette valeur permet d'effectuer le réglage du disjoncteur conformément aux recommandations de la norme NFC 15-100.

6. Protection contre les surtensions¹⁰

Exigé

Protection contre tout danger pouvant résulter :

- D'une surtension à fréquence industrielle : surtension due à un défaut d'isolement avec une installation à tension plus élevée.
- D'une surtension transitoire : surtension d'origine atmosphérique transmise par le réseau de distribution ou surtension due à des manœuvres de matériels électriques.

⁹ En réponse à l'affirmation de M. CHOCRAUX Christian « Il faut réagir rapidement car lors de l'apparition d'un défaut celui-ci ne sera plus limité et c'est l'organe de protection (de l'appareil incriminé) qui va agir avec un courant correspondant au réglage du disjoncteur. »

¹⁰ Document Normelec

<u>LIMITEUR de SURTENSION</u>	N° d'ordre	: 2011-Elec 106	Rév.	: 3
	Classement	: Forum 2012		
	Emetteur	: J.M BEAUSSY		
	Destinataire 1	: Forum Volta.		
	Destinataire 2	:		
	Rédigé le	: 15/09/2011	Page :	6/7
	Révisé le	: 24/08/2019		

7 Surtensions à fréquence industrielle

Exigé

Réalisation de la protection contre les surtensions à fréquence industrielle :

En limitant la valeur de la résistance de la prise de terre du point de l'alimentation mis directement à la terre (Rn), lorsqu'un tel point existe et que cette prise de terre est distincte de celle des masses de l'installation¹¹, de telle manière que la relation suivante soit vérifiée

$$R \leq \frac{U_t + U_0}{I_m}$$

U _t	Tension de tenue à fréquence industrielle des masses de l'installation (cette tension est prise conventionnellement égale à 2U + 1000)
U ₀	Tension entre phase et neutre de l'installation
I _m	Courant maximal de premier défaut à la terre de l'installation HT ¹²

en mettant en œuvre, à l'origine de l'installation, lorsque aucun point de la source d'alimentation n'est relié directement à la terre¹³, un dispositif limiteur de surtension, un tel dispositif devant être prévu pour chaque transformateur lorsque l'installation est alimentée par plusieurs transformateurs fonctionnant en parallèle.

Interdit

Coexistence dans une même gaine ou dans un même caniveau de canalisations électriques à très basse ou basse tension et de canalisations électriques à haute tension, à moins que simultanément :

- les canalisations à très basse ou basse tension et les canalisations à haute tension soient disposées sur des supports distincts.
- la résistance de mise à la terre des supports ne soit pas supérieure au quotient de la tension de tenue à fréquence industrielle de ces canalisations par l'intensité du courant maximal de premier défaut à la terre des canalisations à haute tension.

8 Limiteurs de surtension

Exigé

Choix du limiteur de surtension utilisé le cas échéant tel que sa tension nominale d'amorçage 100% à fréquence industrielle (U_a) vérifie la relation :

$$U_a < U_t - U'$$

U _t	tension de tenue à fréquence industrielle des masses de l'installation (cette tension est prise conventionnellement égale à 2U + 1000)
U'	tension entre phase et neutre si le limiteur de surtension est connecté entre le neutre et la terre ; tension entre phases si ce dernier est connecté entre une phase et la terre.

Mise en œuvre du limiteur de surtension utilisé le cas échéant de telle manière que
Sa borne d'entrée soit reliée au conducteur actif retenu (neutre ou phase) entre la borne de sortie du transformateur et le premier dispositif de coupure.

Sa borne de terre soit reliée :

- soit à l'ensemble interconnecté comprenant toutes les masses de l'installation et tous les éléments conducteurs des locaux desservis par celle-ci
- soit à la prise de terre du point de l'alimentation mis à la terre

¹¹ Ces conditions ne peuvent se rencontrer qu'en schéma TT

¹² Lorsque l'installation HT est le réseau de distribution publique à 20 kV, le courant maximal de premier défaut à la terre (I_m) est limité à :

- 300 A dans les réseaux aériens;
- 1000 A dans les réseaux souterrains
- 40A pour les réseaux à neutre compensés.

¹³ Cette condition se rencontre en schéma T (impédant et isolé).

<u>LIMITEUR de SURTENSION</u>	N° d'ordre	: 2011-Elec 106	Rév.	: 3
	Classement	: Forum 2012		
	Emetteur	: J.M BEAUSSY		
	Destinataire 1	: Forum Volta.		
	Destinataire 2	:		
	Rédigé le	: 15/09/2011	Page :	7/7
	Révisé le	: 24/08/2019		

- soit à une prise de terre distincte.

Dans ces deux derniers cas, la résistance (R) de la prise de terre doit vérifier la relation suivante :

$$R \leq \frac{U_t - U'}{I_m}$$

Ut	tension de tenue à fréquence industrielle des masses de l'installation (cette tension est prise conventionnellement égale à $2U + 1000$)
U'	tension entre phase et neutre si le limiteur de surtension est connecté entre le neutre et la terre ; tension entre phases si ce dernier est connecté entre une phase et la terre.
Im	courant maximal de premier défaut à la terre de l'installation HT ¹⁴

Ces conducteurs de liaisons soient assimilés à des conducteurs de protection quant à la détermination de leur section : Ils doivent en particulier pouvoir supporter l'ensemble des courants susceptibles de traverser le limiteur ; de plus, le conducteur reliant la borne d'entrée au conducteur actif retenu (neutre ou phase) doit être isolé au même titre que celui-ci.

Autorisé

Insertion d'une impédance de faible valeur¹⁵ entre la borne de terre du limiteur et la terre lorsque le courant de court-circuit susceptible de traverser ce dispositif risque d'être supérieur à celui qu'il peut supporter cette impédance peut intéresser plusieurs limiteurs de surtension.

Note importante

Les commentaires ci-dessus ne sont pas exhaustifs. J'attire votre attention en vous précisant qu'ils s'appliquent uniquement aux installations industrielles, tertiaires ou similaires soumises à la réglementation faisant l'objet de cette note. Les autres installations, celles concernant en particulier les installations de la distribution publique sont en ce qui les concerne soumises à une réglementation différente.

Bibliographie :

- Décret N°88-1056 du 14 novembre 1988 → Décret abrogé et remplacé par le décret de 2000
- Norme NFC 15-100
- Norme NFC 63-150 → Cette norme a été annulée.
- Guide UTE C 15-106
- Documentation Alstom (Schéma du limiteur de surtension)
- Guide Normélec.

¹⁴ Lorsque l'installation HT est le réseau de distribution publique à 20 kV, le courant maximal de premier défaut à la terre (Im) est limité à :

- 300 A dans les réseaux aériens;
- 1000 A dans les réseaux souterrains
- 40A dans les réseaux à neutre compensé.

¹⁵ La valeur de cette impédance est comprise entre 1000 et 1700Ω