

Chapitre II

2. COORDINATION DE L'ISOLEMENT

Les appareillages des postes et des réseaux de distribution à haute tension sont soumis en exploitation à des surtensions d'origine atmosphérique ou de service provenant de manœuvres, de mises à la terre, de courts-circuits ou d'autres incidents conduisant à des phénomènes transitoires.

On entend par **coordination de l'isolement**, l'ensemble des mesures qui sont prises pour éviter des décharges disruptives de perforation ou de contournement dans le matériel des installations.

Ces conditions sont obtenues en respectant des tensions de tenue minimales pour les diverses parties des installations. Il s'est donc avéré nécessaire de fixer des règles internationales et nationales (Commission Electrotechnique Internationale - CEI - et Association Suisse des Electriciens - ASE -). Ces règles définissent d'une part les tensions d'essais du matériel électrique et, d'autre part, les conditions dans lesquelles ces essais doivent être effectués. Par une gradation des tensions d'essai, on obtient ainsi une coordination de l'isolement correcte.

2.1. Isolation et isolants

Les systèmes d'isolation peuvent être composés des **trois** états de la matière : **solide, liquide et gazeux**. Les caractéristiques diélectriques doivent répondre aux sollicitations maximales, à long terme. La valeur du champ maximum juste avant un claquage définit la **rigidité diélectrique** d'un matériau (voir annexe 8). **Cette valeur est différente pour les ondes de choc et les ondes alternatives.**

2.2. Gradation de l'isolement

Les appareils dont la coordination de l'isolement est correcte, présentent les niveaux de tension de la figure 2.2-1.

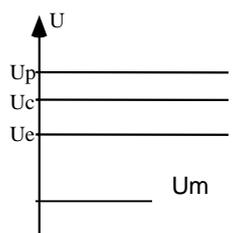


fig. 2.2-1

- Tension de perforation U_p (isolation interne)
- Tension de contournement U_c (isolation externe)
- Tension d'essai fixée par les règles de coordination des isolements U_e (prescriptions CEI ou ASE).

2.2.1. Tension de perforation ou de claquage

La tension de perforation ou de claquage est celle qui conduit à la perforation ou percement de l'isolation interne. Décharge complète et destructive au travers de l'isolant. Cette tension doit être évidemment plus grande que la tension de contournement de l'appareil.

2.2.2. Tension de contournement, tension de cheminement

La tension de contournement est la tension disruptive, qui produit une décharge dans l'air, le long de l'isolation externe de l'appareil. Cette tension doit être plus élevée que la tension d'essai. En effet, selon les règles précitées, l'appareil soumis à la tension d'essai ne doit présenter aucun contournement au cours des essais.

2.2.3. Tension d'essai

La tension d'essai ou de tenue est fixée par les règles nationales ou internationales et permet une coordination correcte de l'isolement.

Exemple d'essai au choc d'un isolateur en résine Epoxy

Tension nominale la plus élevée 24 KV efficace.

Tension d'essai 125 KV, onde 1.2 / 50 μ s.

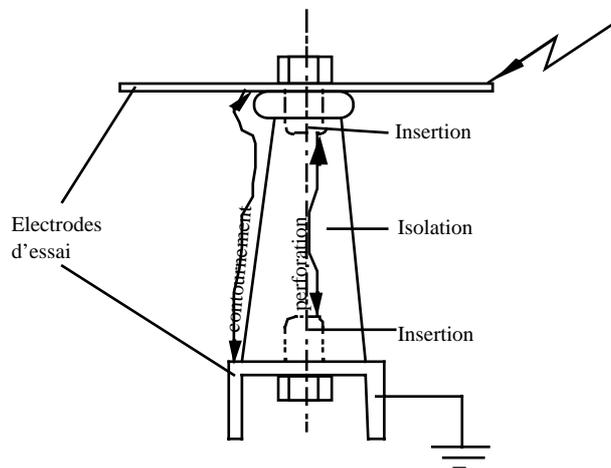


fig. 2.2-2

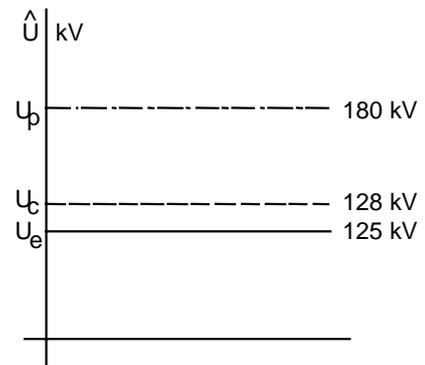


fig. 2.2-3

Pour déterminer la tension de perforation de l'isolateur, il faut immerger ce dernier dans de l'huile ou dans du gaz sous pression (par exemple N_2 , SF_6).

Les pages en annexe 2 donnent les caractéristiques des bornes de traversées types condensateurs.

Quelques définitions complémentaires à celles des paragraphes 2.2.1 à 2.2.3.

On appelle **tension de tenue à fréquence industrielle** la valeur efficace la plus élevée de la tension à la fréquence de service que le matériel doit supporter pendant une minute entre sa partie active et la masse, sans qu'il ne se produise de décharge disruptive de perforation ou de contournement.

On appelle tension de **tenue au choc** la valeur de crête de la tension de choc en onde pleine de forme normalisée que le matériel doit supporter dans des conditions spécifiées.

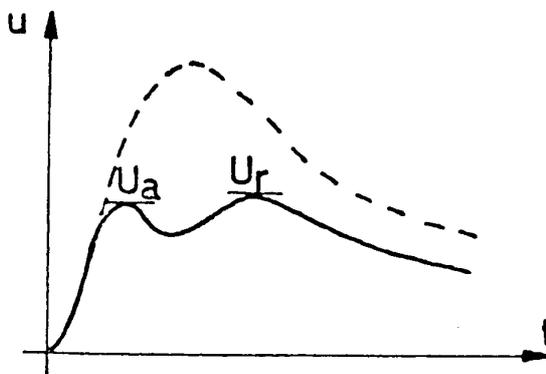
Le niveau d'isolement d'un matériel donné est défini par les valeurs de tenue à fréquence industrielle et de tenue au choc.

Le niveau de protection au choc d'un dispositif de protection est la valeur de crête la plus élevée de la tension qui peut exister entre ses bornes lors de l'application d'une onde de choc normalisée. Pour un parafoudre à résistance variable, ce sera la tension résiduelle correspondant à l'intensité de décharge la plus élevée à laquelle on puisse s'attendre. Il est clair qu'il faudra veiller à ce qu'une relation convenable existe entre ce niveau de protection et le niveau d'isolement du matériel. Roth [3] recommande un niveau de protection d'environ 25% au-dessous du niveau d'isolement.

La figure 2.2-4 représente la courbe $u = f(t)$ d'un parafoudre pour un front d'onde donné. On appelle **tension résiduelle** U_r sous l'effet d'un courant de décharge, la valeur du plafond de tension établi par le parafoudre, découlant du dimensionnement et des propriétés de la résistance variable.

Siemens mentionne par exemple, pour un parafoudre destiné à un réseau de 30 KV

pour une intensité de 1 kA	$U_r = 93 \text{ kV}$
pour une intensité de 5 kA	$U_r = 114 \text{ kV}$
pour une intensité de 10 kA	$U_r = 122 \text{ kV}$
pour une intensité de 65 kA	$U_r = 135 \text{ kV}$



Ainsi, le parafoudre soumis à une onde incidente (courbe en traitillés) fig. 2.2-4. établira à ses bornes une tension, qui évoluera selon la courbe en trait plein. U_a (tension d'amorçage) et U_r peuvent se situer à des niveaux assez différents, car U_a dépend de la raideur du front de l'onde et U_r du courant de décharge.

fig. 2.2-4.

2.3. Gradation des niveaux d'isolement dans un réseau

Il est pratiquement impossible, pour des raisons économiques d'isoler, parfaitement un réseau. Des surtensions très fortes créeront ainsi des perturbations, d'où les dispositions suivantes :

- Limiter l'importance de ces perturbations, si possible pas d'interruption de service.
- Limiter les dégâts à des parties secondaires facilement accessibles et remplaçables.
- Les lignes, étant peu accessibles, seront bien isolées. Dès 30 kV, fil de garde.
- Les sous-stations étant bien surveillées, les surtensions peuvent être bien contrôlées.

De ces principes, on comprend que la gradation des niveaux d'isolement des diverses parties est indispensable.

L'exemple suivant illustre bien ce problème :

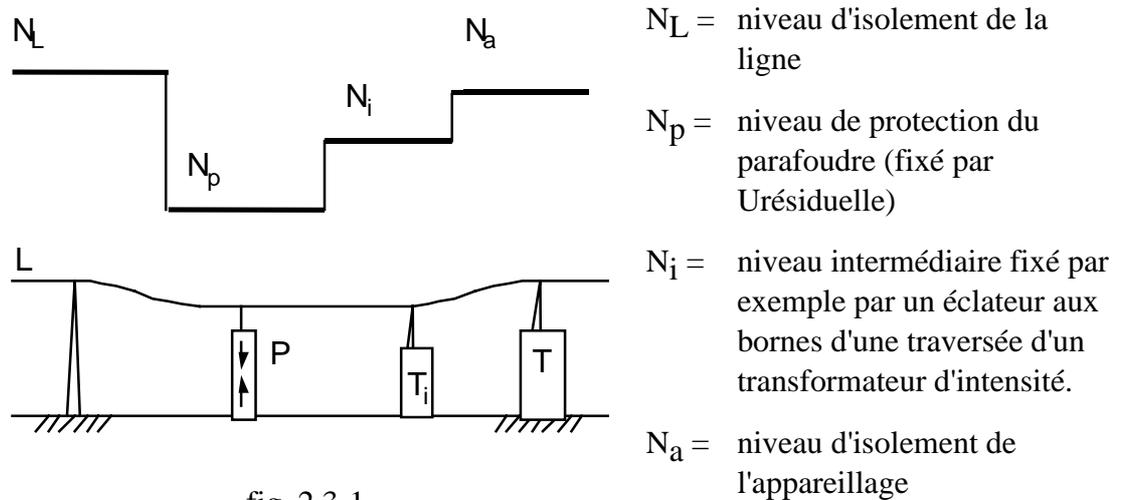


fig. 2.3-1.

Exemple de tensions d'essais pour le matériel de poste selon la CEI ou l'ASE

Tension de service la plus élevée U_m kV eff.	Tension d'essai à fréquence industrielle à 50 Hz		Tension d'essai au choc Onde 1,2/50 μ s kV (crête)
	Matériel poste kV eff.	Transfo et C en kV eff.	
12	35	28	75
24	55	50	125
72.5	140	140	325
245	460	460	1050

Comparer les valeurs du tableau à celles des pages des annexes 2, 3 et 4