

## La tenue aux courts-circuits

Votre tableau :  
le cœur et le cerveau  
de l'installation électrique



Également dans ce numéro :

**Classes de Services « Equipements BT  
de distribution et de commande »**

Les niveaux de service  
s'affichent clairement

# Valider les caractéristiques de tenue aux courts-circuits

Pour faire suite à notre article du numéro précédent, voici quelques précisions sur les modalités d'application des vérifications complémentaires.

► Parmi les vérifications de conception, la tenue aux courants de court-circuit présente quelques particularités qu'il est important de bien analyser pour éviter la destruction de l'équipement et pour limiter le risque pour l'opérateur.

Les seuils à respecter ont été rappelés dans le **TABLOMAG** n°2 (juin 2010). Les modalités d'application des vérifications complémentaires sont présentées dans ce numéro.

La performance de tenue aux courts-circuits, tant thermique que mécanique, va faire intervenir trois sous-ensembles composant la colonne d'un Tableau Général Basse Tension (TGBT) :

- le jeu de barres concerné par le court-circuit,
- les supports du jeu de barres,
- la structure et ossature de la colonne.

Cette vérification va être nécessaire dans les différentes situations qui peuvent être rencontrées en matière de modifications comme par exemple :

- Installation d'un jeu de barres cuivre « maison » dans une structure à l'aide de supports de jeu de barres achetés et validés par le fournisseur.
- L'ensemble, jeu de barres et supports, a été validé antérieurement dans le TGBT et cet ensemble est implanté dans une structure autre.
- Une modification locale d'une partie du jeu de barres, des supports de jeu de barres ou de l'ossature a lieu sur base d'un TGBT totalement validé historiquement.
- Augmentation de la tenue électrodynamique de l'ensemble par rajout de support(s) de jeu de barres, sans modification de ces derniers (CEI 6086).

Cette démarche consiste selon la nouvelle norme CEI 61439 à vérifier l'ENSEMBLE par comparaison avec un ENSEMBLE déjà soumis aux essais, en utilisant la liste de questions du tableau n°2. En fonction des réponses il sera possible de poursuivre par des calculs et simulations validés par le FABRICANT D'ORIGINE sur son ensemble

Cas de figure		Démarche à mener
1 <sup>er</sup> cas	<b>OUI</b> à toutes les questions du tableau n°2	Vérification terminée.
2 <sup>ème</sup> cas	<b>NON</b> aux questions 1, 2, 3, 4, 5 et 7	Première possibilité : vérification à l'aide de calcul et par comparaison avec une conception déjà vérifiée par essai. Ces calculs sont définis pour partie dans la CEI/TR 61117.
		Seconde possibilité : à défaut, vérifications assurées par des essais.
3 <sup>ème</sup> cas	<b>NON</b> aux questions 6, 8, 9 et 10	Vérifications assurées par des essais.

Tableau n°1 : les démarches à mener

de référence ou par des essais. La façon dont cette démarche est généralement menée est décrite dans le tableau 1.

Le FABRICANT D'ENSEMBLE qui modifie un des sous-ensembles devient FABRICANT D'ORIGINE pour la partie modifiée et en assume juridiquement la responsabilité.

## Principe de vérification à l'aide de calcul par comparaison avec une conception de référence

Comme indiqué dans l'article du **TABLOMAG** n° 2, le calcul doit traiter deux problématiques : la tenue mécanique des pièces sous les efforts électrodynamiques et la tenue thermique.

### A) Tenue mécanique

En phase d'étude, les constructeurs utilisent ces méthodes de conception et de calculs afin d'éviter la réalisation coûteuse d'essais avec un risque d'échec trop important. Ceci étant, la validation par précaution se termine par des essais.

Ce calcul est basé sur l'utilisation des « codes éléments finis » 3D tel que Ansys ou tout autre code équivalent. Pour réaliser le calcul 2D ou 3D de la tenue aux efforts électrodynamiques d'un support de jeu de barres, il faut :

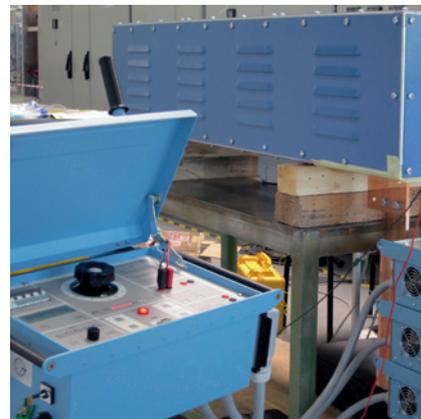
1) Calculer les efforts s'appliquant à la pièce par des formules telles que décrites la norme CEI 61117.

2) Entrer la géométrie de la pièce ainsi que les caractéristiques « matériaux » la composant. Cette géométrie peut être faite en 3D et représenter exactement la pièce ou en 2D et représenter une section judicieusement choisie de la pièce.

3) Appliquer ses efforts à la pièce grâce aux « conditions limites ».

4) Evaluer les contraintes de cisaillement principales et les comparer à la contrainte de rupture des matériaux.

Pour simplifier les calculs et diminuer ainsi les temps de calcul, ceux-ci sont réalisés en « quasi statique » : bien que le phénomène puisse paraître fortement



Test d'échauffement d'une gaine à barres



	Aspects à considérer	OUI	NON
1	Doit-on évaluer les caractéristiques de tenue aux courts-circuits de chaque circuit de l'ensemble à évaluer inférieures ou égales à celles de la conception de référence ?		
2	Les dimensions de section des jeux de barres et des connexions de chaque circuit de l'ensemble à évaluer sont-elles supérieures ou égales à celles de la conception de référence ?		
3	L'espacement des jeux de barres et des connexions de chaque circuit de l'ensemble à évaluer est-il supérieur ou égal à celui de la conception de référence ?		
4	Les supports pour jeux de barres de chaque circuit de l'ensemble à évaluer sont-ils du même type, de la même forme et du même matériau et ont-ils le même espacement ou un espacement plus faible sur la longueur du jeu de barres que la conception de référence ?		
5	Les matériaux et les propriétés des matériaux des conducteurs de chaque circuit de l'ensemble à évaluer sont-ils les mêmes que ceux de la conception de référence ?		
6	Les dispositifs de protection contre les courts-circuits de chaque circuit de l'ensemble à évaluer sont-ils identiques dans leur fabrication, leur réalisation et leur type <sup>1)</sup> avec les mêmes caractéristiques de limitation ou des caractéristiques supérieures ( $I^2 t_{pk}$ ) et avec la même disposition que la conception de référence ?		
7	La longueur des conducteurs actifs de chaque circuit non protégé conformes au paragraphe 8.6.3 de la norme CEI 61439 de l'ensemble à évaluer est-elle inférieure ou égale à celle de la conception de référence ?		
8	Si l'ensemble à évaluer comporte une enveloppe, la conception de référence incluait-elle une enveloppe lorsqu'elle a été vérifiée par essai ?		
9	L'enveloppe de l'ensemble à évaluer est-elle de la même conception, du même type et a-t-elle au moins les mêmes dimensions que celles de la conception de référence ?		
10	Les compartiments de chaque circuit de l'ensemble à évaluer ont-ils la même conception mécanique et au moins les mêmes dimensions que celles de la conception de référence ?		

Tableau n°2 [référence table n°13 norme CEI 61439]

« OUI » pour tous les aspects – aucune vérification supplémentaire n'est nécessaire.

« NON » pour un élément quelconque – une vérification supplémentaire est nécessaire.

<sup>1)</sup> Les dispositifs de protection contre les courts-circuits de la même fabrication mais d'une série différente peuvent être considérés équivalents si le fabricant de dispositifs déclare des caractéristiques de performance identiques ou meilleures à tout point de vue que les séries utilisées pour la vérification, par exemple, le pouvoir de coupure et les caractéristiques de limitation ( $I^2 t$ ,  $I_{pk}$ ) ainsi que les distances critiques.

Remarque 1: l'item n°4, qui stipule pour les supports de barres « même type, même forme, même matériau... », devrait préciser également « les mêmes dimensions » pour s'affranchir d'interprétations malheureuses. Ainsi, si un « tableautier », souhaitant réaliser un TGBT plus économique avec des courants plus faibles, modifie le support de jeu de barres, il est contraint dans tous les cas de réaliser une vérification.

Remarque 2 : Dans une nouvelle ossature, dans le cas d'une réutilisation d'un jeu de barres et de ses supports validés pour les 'ENSEMBLE DE SÉRIE' définis dans l'ancienne CEI 60439, si l'une des lignes 6, 8, 9 ou 10 contient un NON, il sera nécessaire de faire de nouveaux essais.

dynamique, la simulation est réalisée en fait à l'effort maximal indépendant du temps pour l'atteindre. Cette approche est suffisante pour donner des résultats à 10% de précision.

On peut en conclure qu'il est nécessaire de caler la méthode sur un objet de référence d'abord simulé puis testé en essais réels aux limites, c'est-à-dire provoquant la rupture de la pièce. Ainsi, il devient possible de privilégier le choix des conditions limites, de simplifier le calcul en le réduisant de 3D en 2D, ou de simuler le calcul en « quasi statique ».

Il est à noter que si la méthode permet de prévoir au bon niveau de courant la rupture de l'ensemble de référence, il est admis qu'elle est capable de prévoir la rupture d'une pièce support modifiée en formes, dimensions et matériaux.

## B) Tenue thermique

Un calcul simple peut être réalisé en faisant l'hypothèse directe du phénomène « adiabatique ».

L'énergie injectée par le courant de court-circuit est supposée se transformer totalement en élévation de température dans un premier temps, sans que les phénomènes de conduction, convection et rayonnement ne viennent diminuer l'énergie accumulée dans le jeu de barres. Cette hypothèse est admise jusqu'à 3 secondes de maintien du court-circuit.

L'énergie injectée est donc :

$$E = R \times I^2 \times \Delta t$$

Cette énergie provoque une augmentation de température  $\Delta T$ .

Le jeu de barres, initialement à la température  $T_i$ , est alors à la température finale  $T_f = T_i + \Delta T$ .

Non dangereuse pour le cuivre, cette température est surtout comparée à la

température admissible des isolants en contact avec les jeux de barres.

L'annexe B de la CEI 61439 (renvoi CEI 60364-5-54) demande à ne pas dépasser 250°C pour le cuivre nu afin de ne pas altérer les isolants des supports de barres. Si les matériaux (cuivre ou aluminium) n'ont pas été changés, il est supposé

qu'aucun risque n'existe pour tout  $I^2 \times \Delta t$  identique ou inférieur. Cela implique qu'on néglige les aspects dimensionnels et de formes.

Enfin on remarquera que la norme n'impose pas un couplage des phénomènes, c'est-à-dire la tenue électrodynamique d'un support jeu de barres

porté simultanément à une température élevée. Cela se justifie par la faible diffusivité thermique des isolants : pendant le court-circuit, le matériau n'est que superficiellement affecté sur le plan thermique.

Alain Menier & Raymond Alazard

# Classes de Services

## « Equipements BT de distribution et de commande »

Des niveaux de service clairement identifiés au moyen d'un picto et d'un chiffre...



► L'outil « Classes de Services 'Equipements BT de distribution et de commande' » vise à déterminer à travers l'affichage d'un pictogramme la spécification du besoin du donneur d'ordre et le niveau d'engagement du service proposé qui est associé à cet équipement.

Cette démarche permet de répondre précisément aux exigences du client en définissant avec lui une Classe de services spécifique à chaque étape du cycle de vie des équipements : **Conception**, **Mise en œuvre** et **Suivi**.

En qualifiant chaque service, les constructeurs présentent une plus grande lisibilité de leurs offres et matérialisent leur engagement. Les classes reflètent un niveau croissant d'engagement : la **classe 0** regroupe les services de base intégrés au produit, la **classe 1** les services standards associés au produit, la **classe 2** les services personnalisés et la **classe 3** les services spécifiques à l'application.

C'est ainsi par exemple qu'une Classe de Service **122** correspond :

- au plan de la conception : fourniture de documents standards du constructeur selon les spécifications détaillées du donneur d'ordre
- au plan de la mise en œuvre : éclissage sur site après réception en usine, assemblage sur site de l'équipement dans sa configuration initiale
- au plan du suivi : maintenance contractuelle avec astreinte qui prévoit une intervention sur site dans les délais du client.

L'outil « Classes de Services » s'appuie sur une charte 'constructeurs' membres du Gimélec. Chaque entreprise signataire de la charte est expressément soumise au respect du règlement d'usage de la marque collective, propriété du Gimélec. Cette marque matérialise sur ses offres le niveau de service qu'elle garantit, dans le respect des classes de services qui sont décrites dans un dépliant téléchargeable sur le site du Gimélec ([www.gimelec.fr](http://www.gimelec.fr)).

**Le client est ainsi assuré d'une complète adéquation entre l'engagement proposé et le niveau de service attendu.**

Alain Le Calvé



**TABLMAG'** est une publication du Gimélec réalisée avec le concours des membres des divisions A4 « Equipements de distribution et de commande à basse tension » et A10 « Ensemble de commande et de distribution pour l'industrie et le tertiaire » du Gimélec. Ces constructeurs de tableaux sont réunis au sein de **RESOTABLMAG**. Directeurs de la publication : Thierry Decalf, Président de la division A4, et Gilles Fradin, Président de la division A10. Plaquette d'information disponible sur le site [www.gimelec.fr](http://www.gimelec.fr)