

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



Livre blanc :

Protection antisismique des armoires électriques

Pierre-André Stadler

Chef de produits électriques & climatisation Rittal

HABILLAGE ELECTRIQUE

DISTRIBUTION DE COURANT

CLIMATISATION

INFRASTRUCTURES IT

LOGICIELS & SERVICES



Sommaire

Sommaire.....	2
Introduction.....	3
Est-ce que votre TGBT résiste aux tremblements de terre ?.....	5
Intensités, magnitudes et zones sismiques.....	6
Les dommages engendrés par les tremblements de terre aux installations électriques.....	9
Aperçu des normes en vigueur.....	10
Méthodes de test classiques.....	12
Armoire antisismique.....	14
Approche spécifique.....	16
Résumé.....	17
Sources.....	18

Introduction

Les phénomènes naturels ont toujours effrayé les êtres humains car ils provoquent régulièrement la perte de nombreuses vies et de graves détériorations aux bâtiments. Alors que des phénomènes météorologiques extrêmes tels que des tempêtes, des inondations, des canicules peuvent relativement bien se prévoir de nos jours, cela n'est pas le cas pour les tremblements de terre. C'est probablement une des raisons qui explique que parmi les 13 pires catastrophes naturelles qui se sont produites depuis 1980, 8 furent des tremblements de terre.

Tableau des 11 pires catastrophes naturelles depuis 1980 par leur nombre de victimes

Date	Type de catastrophe naturelle	Magnitude	Pays	Nombre de victimes humaines
12/01/2010	Tremblement de terre	7,0	Haïti	222570
26.12.2004	Tremblement de terre - tsunami	9,1	Sri Lanka, Indonésie, Thaïlande, Inde, Bangladesh, Myanmar, Maldives, Malaisie	220000
02-05.05.2008	Cyclone Nargis – raz de marée	-	Myanmar	140000
29-30.04.1991	Cyclone tropical Gorky – raz de marée	-	Bangladesh	139000
08.10.2005	Tremblement de terre	7,8	Pakistan, Inde Afghanistan	88000
12.05.2008	Tremblement de terre	5,8	Chine	84000
Juillet-août 2003	Canicule	-	Europe	70000
Juillet-septembre 2010	Canicule	-	Russie	56000
20.06.1990	Tremblement de terre	7,4	Iran	40000
07.12.1988	Tremblement de terre	6,9	Arménie	37500
26.12.2003	Tremblement de terre	6,6	Iran	26200
11.09.1985-13.07.1991	Eruption volcanique	-	Colombie	23000
11.03.2011	Tremblement de mer - tsunami	9,0	Japon	18537

Les tremblements de terre se produisent suite à des mouvements qui se situent sous la surface de la Terre. La croûte terrestre, qui est fixe, est constituée de plaques et bouge par rapport à la partie liquide se trouvant à l'intérieur de la Terre. Ce processus a été défini comme la tectonique des plaques. Les mouvements initiés ont pour conséquence que les plaques s'éloignent ou se rapprochent les unes des autres et, lorsqu'elles se rapprochent, il se crée des frictions lorsqu'elles passent les unes sous les autres ou sur les autres. Ces frictions créent des tremblements de terre, qui en fonction de leur puissance, peuvent entraîner des dégâts plus ou moins importants.

Les séismes provoquent en général des dégâts structurels aux bâtiments et aux infrastructures routières mais aussi des glissements de terrain ou des tsunamis. Des dégâts peuvent aussi être constatés sur les installations situées à l'intérieur des bâtiments. En fonction de la puissance du tremblement de terre et de la population existante sur la région concernée, ces dégâts peuvent être encore plus importants que les premiers. Ils peuvent affecter l'alimentation électrique, en eau, en gaz, etc... Immédiatement après un tremblement de terre, lorsque l'aide d'urgence est primordiale, les dégâts occasionnés aux infrastructures techniques et routières peuvent empêcher les secours d'agir.

Ce livre blanc vous explique ce que signifie la notion « antisismique » pour les installations électriques.

Cette notion constitue souvent une énigme pour les tableautiers qui y sont confrontés car cela ne fait pas partie, dans la très grande majorité des cas, de leurs préoccupations habituelles. Avec ce livre blanc, le tableautier pourra aborder la question en découvrant les notions de base. Il lui donnera les astuces pour réaliser des installations électriques antisismiques en l'informant sur les normes en vigueur et les procédures de tests existantes. A quoi faut-il faire attention dans la construction d'installations électriques qui seront implantées dans des zones sismiques ? Quels dégâts peuvent être provoqués par un tremblement de terre sur une installation électrique ? Quelles sont les normes en vigueur pour les installations électriques ?

Ce livre blanc va essayer de répondre à ces questions mais aussi de vous expliquer ce qu'il faut faire pour transformer une armoire électrique standard en armoire électrique antisismique.

Est-ce que votre TGBT (Tableau Général Basse-Tension) résiste aux tremblements de terre ?

Lorsqu'on évoque la protection antisismique, on parle avant tout de la protection des bâtiments. On peut le comprendre car l'effondrement des bâtiments cause la majorité des victimes lors d'un tremblement de terre. Néanmoins, les infrastructures techniques telles que les installations électriques ou les data centers nécessitent aussi une protection antisismique et cela ne concerne pas seulement les centrales nucléaires ou les sites de production chimiques.

Que faut-il faire ?

Les tableautiers, qui sont confrontés aux demandes antisismiques, se retrouvent face à des problèmes qui dépassent leurs compétences habituelles. Que faut-il faire si un client exige une armoire électrique antisismique par exemple ? Ce guide vous fournit les recommandations nécessaires pour pouvoir répondre à ce genre de situation.

A quoi faut-il faire attention ?

Que faut-il prendre en compte lorsqu'on veut fabriquer un TGBT (Tableau Général Basse-Tension) qui sera implanté dans une région à risque sismique ? Voici la question primordiale. Afin de fournir une réponse claire à cette question, nous allons commencer par expliquer un certain nombre de principes de base relatifs aux tremblements de terre, leurs mesures et leurs différentes échelles existantes. Le chapitre suivant étudiera les effets que peuvent avoir un tremblement de terre sur une installation électrique et les dégâts qu'il peut potentiellement causer.

Quelles sont les normes en vigueur ?

Il existe de nombreuses normes et règlements concernant la protection antisismique.

Comme déjà dit précédemment, elles concernent prioritairement la sécurité des bâtiments. Leur approche est souvent différente en fonction du corps de métier concerné – génie civil, électrotechnique ou informatique. Ce livre blanc fournit un aperçu des différentes normes en vigueur dans le secteur électrique.

Intensités, magnitudes et zones sismiques

Au niveau physique, le tremblement de terre est une onde de choc qui émane de l'épicentre du tremblement de terre. Elle provoque des vibrations horizontales et verticales au niveau de la croûte terrestre sur un spectre de fréquences complexes. Cela peut être décrit par les fréquences et amplitudes correspondantes à la surface de la Terre. Etant donné qu'il n'est pas possible de mesurer directement l'énergie déployée par un tremblement de terre, il nous faut utiliser différentes échelles capables d'exprimer la puissance d'un séisme. On différencie néanmoins les échelles d'intensités et de magnitude.

Echelles d'intensité subjectives

Les échelles d'intensité sont basées sur les effets macroscopiques d'un tremblement de terre (comme l'importance des dégâts au niveau des bâtiments) et les impressions subjectives des gens qui ont ressenti ou entendu le tremblement de terre. L'échelle utilisée régulièrement pour mesurer l'intensité d'un séisme est l'échelle de Mercalli qui a été créée en 1902 et qu'on utilise toujours encore de nos jours (voir tableau ci-dessous). Les échelles d'intensité peuvent être utilisées uniquement sur une partie restreinte de la Terre où il y a peu de bâtiment pouvant être endommagés et peu de populations pouvant retranscrire leurs expériences

Echelle de Mercalli comparée à l'échelle japonaise JMA

JMA		Mercalli			
Niveau	Accélération au niveau du sol			Désignation	Niveau
	gal	gal	g (9,81 m/s ²)		
0	< 0,8				
		< 1,0	<0,001 g	imperceptible	I
1	0,8-2,5				
		1,0-2,1	0,001-0,002 g	faible	II
2	2,5-8,0	2,1-5,0	0,002-0,005 g	léger	III
		5,0-10	0,005-0,01 g	modéré	IV
3	8,0-25	10-21	0,01-0,02 g	sérieux	V
		21-44	0,02-0,05 g	fort	VI
4	25-80				
		44-94	0,05-0,1g	très fort	VII
5	80-250				
		94-202	0,1-0,2 g	destructeur	VIII
6	250-400				
		202-432	0,2-0,5 g	cataclysmique	IX
7	> 400				
		>432	0,5-1 g	désastreux	X
			1-2 g	très désastreux	XI
			> 2 g	catastrophique	XII

NB : l'intensité sismique n'est pas déterminée uniquement par rapport à l'accélération au sol. Ce tableau sert uniquement comme référence.

Technique de mesure des tremblements de terre

L'échelle de magnitude est basée sur des mesures prises par des sismomètres, qui mesurent les vitesses, accélérations et déplacements des vibrations au niveau de la surface de la Terre. Sur la base de ces mesures, il est possible de calculer la puissance d'un tremblement de terre. L'échelle de magnitude la plus connue est celle de Richter qui a été développée au 20^{ème} siècle dans les années 30 et qui est toujours encore utilisée de nos jours. La magnitude de l'échelle de Richter est calculée en utilisant un type spécifique de sismomètre près de l'épicentre du tremblement de terre (à une distance de 100 km). C'est pourquoi, elle est régulièrement dénommée « échelle de magnitude locale ». Etant donné l'utilisation d'un sismomètre spécifique, l'échelle de Richter, inventée par Charles F. Richter, ne dépasse pas la valeur de 6,5 et ne vaut que normalement que pour l'état fédéral américain de Californie. Les magnitudes plus élevées, qui sont régulièrement citées dans les médias sont mesurées sur l'échelle illimitée de Richter qui est l'extension moderne de l'échelle de Richter d'origine et qui mesure des magnitudes instantanées. Le tremblement de terre le plus fort jamais enregistré d'une magnitude de 9,5 s'est passé à Valdivia au Chili en 1960. En comparaison, le tremblement de terre de Fukushima au Japon en 2011, qui causa une catastrophe nucléaire, avait une magnitude de 9,0.

La probabilité d'un tremblement de terre est importante dans l'évaluation des risques

En plus de hiérarchiser les tremblements de terre en fonction de leur puissance, c'est à dire de leur intensité ou de leur magnitude, un autre paramètre important est d'estimer la probabilité qu'un tremblement de terre d'une certaine puissance se produise. Des zones sismiques ont été définies de manière à faciliter l'évaluation des risques. Par exemple, aux Etats-Unis, il existe 5 zones différentes. Dans la zone 0, le risque d'un tremblement de terre de forte ampleur peut quasiment être exclu. Alors qu'en zone 4, les séismes de forte magnitude sont relativement probables. La Californie par exemple est l'exemple typique d'une zone 4. Les exigences antisismiques pour les infrastructures IT ou les installations électriques sont souvent basées sur ces zones sismiques.

Toutefois, les zones sont différentes en fonction des pays. Dans la plupart des pays européens, il existe 4 zones de 0 à 3. Mais certains pays comme la France, mais aussi l'Autriche, la Suisse ou l'Italie disposent de 5 zones comme aux Etats-Unis. Les absences d'uniformité sont dues à des normes nationales différentes (voir tableau ci-après). Il est donc difficile de comparer entre les différentes normes nationales.

Accélération au sol en Europe et aux Etats-Unis

Pays	Autriche	Allemagne	Suisse	France	Italie	Grèce	Etats-Unis
Norme	ÖN 1998-1	DIN EN 1998-1	SIA 261	NF EN 1998-1	OPCM 28	Gna 1998-1	1997 UBC
Zone 0	a<0,035g	0,0g					0,0g
Zone 1	0,035g-0,05g	0,04g	0,06g	<0,07g	<0,05g	<0,16g	0,075g
Zone 2	0,05g-0,075g	0,06g	0,1g	0,07g-0,11g	0,05g-0,15g	0,16g-0,24g	0,15g
Zone 3	0,075g-0,1g	0,08g	0,13g	0,11g-0,16g	0,15g-0,25g	0,24g-0,36g	0,3g
Zone 4	>0,1g		0,16g	0,16g-0,3g	0,25g-0,3g		0,4g

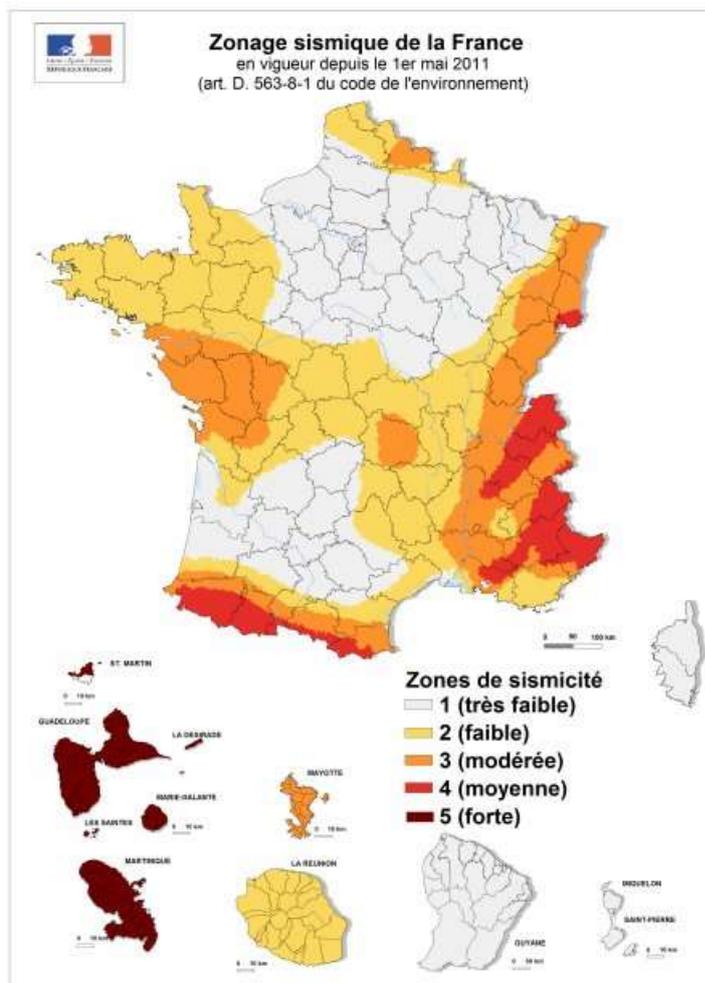
Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante (articles R.563-1 à R.563-8 du code

de l'environnement, modifiés par le décret no 2010-1254 du 22 octobre 2010, et article D.563-8-1 du code de l'environnement, créé par le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010) :

- une zone de sismicité 1 (très faible) où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages « à risque normal »,
- quatre zones de sismicité de 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux bâtiments et ponts « à risque normal ».

L'actualisation du zonage sismique réglementaire français en 2010 a été rendue nécessaire par l'évolution des connaissances scientifiques et la mise en place du code européen de construction parasismique, l'Eurocode 8 (calcul des structures pour leur résistance aux séismes - EN 1998). Ce nouveau zonage sismique a été défini à la suite d'études scientifiques d'évaluation de l'aléa sismique, fondée sur une méthode probabiliste, avec une période de retour de référence de 475 ans, conformément aux normes EC8, prenant en compte l'amélioration de la connaissance de la sismicité historique et des failles sismotectoniques actives, ainsi que de nouvelles données de sismicité instrumentale sur le territoire français.

La classification des zones sismique est importante lorsqu'il s'agit de fournir des installations antisismiques. En effet, les mesures appropriées (qui engendreront des coûts supplémentaires) ne doivent être prises que dans les zones à fort risque de séisme.



Les dommages engendrés par les tremblements de terre aux installations électriques

Afin de pouvoir évaluer la pertinence de doter son installation électrique d'une protection antisismique, il faut avant tout définir les dégâts qui pourraient se produire en cas de tremblement de terre y compris ceux qui se produiraient à cause d'une panne électrique. Les dommages aux bâtiments concentrent les attentions directement après un séisme. En fonction du bâtiment concerné, souvent la valeur des matériels qu'il contient est plus élevée que celle du bâtiment en soi. C'est pourquoi, il ne faut pas se limiter à la résistance des bâtiments mais l'étendre à celle des installations de valeur qu'ils contiennent.

Dysfonctionnements ou dégâts structurels

Il est particulièrement important que les installations des infrastructures sensibles liées à la sécurité comme par exemple celles des usines nucléaires restent opérationnelles après un tremblement de terre même de forte magnitude. Cela engendre des mesures qui vont au-delà du périmètre de ce livre blanc. Une grande disponibilité des installations après un séisme est aussi particulièrement vitale dans le domaine des télécommunications et de l'IT.

Il est aussi important de pouvoir remettre en route rapidement certains systèmes ou de les faire fonctionner pour un certain temps.

La fréquence des vibrations produites lors d'un tremblement de terre se situe entre 0,3 Hz et 50 Hz. Sur une installation électrique, les vibrations peuvent entraîner des défauts de fonctionnement mais aussi des dommages structurels. Les défauts de fonctionnement se résolvent relativement rapidement ce qui permet à une armoire électrique de fonctionner à nouveau assez rapidement. Cela peut être dû par exemple à un mauvais contact ou un court-circuit qui pourrait couper le circuit grâce au dispositif de protection qui a été prévu.

D'autres dégâts pourraient par exemple se matérialiser sous la forme de composants électriques qui se détacheraient de leur rail-support ou de leur plaque de montage dans l'armoire électrique. Des dégâts sévères sur l'installation électrique entraînent en règle générale une interruption longue de la fourniture électrique. Ceux-ci se produisent lorsque l'armoire électrique bouge et que par exemple son ancrage au sol se brise la faisant basculer.

Cette catégorie intègre aussi les dommages structurels à l'armoire électrique. L'armoire électrique joue un rôle très important en cas de séisme car si elle n'est pas capable d'y résister, l'installation dans son ensemble sera hors service. C'est pourquoi, l'intégrité des armoires électriques est primordiale et elle constitue un facteur-clé de toutes les normes importantes. Néanmoins, elles ne peuvent jamais être considérées seules (ou vides) mais toujours en association avec les composants qu'elles intègrent qui doivent aussi respecter les exigences requises et les normes auxquelles ils sont rattachés. En fait, l'ensemble de l'installation doit être testée.

Aperçu des normes en vigueur

La protection antisismique est importante à plusieurs points de vue. Par conséquent, plusieurs normes s'appliquent en fonction de la partie technique concernée. Ces normes concernent en gros trois domaines : le génie civil, l'IT et les télécommunications et l'ingénierie électrotechnique. Les normes se différencient aussi en fonction de la situation géographique du marché-cible. Les normes concernant les bâtiments influencent peu la construction des installations électriques antisismiques. C'est pourquoi, elles seront peu évoquées dans ce livre blanc. Néanmoins, comme les armoires électriques sont très majoritairement installées dans des bâtiments, leur rôle n'est pas nul. Les normes concernant les bâtiments vont surtout s'intéresser sur la fixation des armoires électriques au sol. Pour certifier la fixation au sol d'une armoire électrique, il faut avoir des connaissances sur la nature du sol du lieu d'implantation. Celle-ci doit donc être faite par un expert en bâtiment. Certaines normes, qui s'appliquent à l'électrotechnique ou à l'IT et aux télécommunications, trouvent leur origine dans des normes concernant les bâtiments qui ont été redéfinies pour répondre aux besoins spécifiques des équipements en question. Les bâtiments peuvent amplifier les effets d'un séisme de telle manière que les amplitudes et les accélérations, qui auront une action sur une installation électrique, soient plus élevées.

Normes importantes pour l'équipement

Pour les armoires électriques et pour toutes les infrastructures électrotechniques ou IT 3 normes sont particulièrement importantes :

- la norme EN/CEI 60068-3-3
- la norme IEEE 693
- la norme Telcordia GR-63-CORE

Les autres normes comme par exemple celle qui concernent les bâtiments ont relativement peu d'intérêt pour les installations électriques. Elles concerneront les ingénieurs en bâtiment. Seule la jonction entre le bâtiment et l'armoire électrique dispose d'une certaine importance.

EN/CEI 60068-3-3

La norme CEI 60068-3-3 et la norme EN 60068-3-3 sont identiques en Europe et constituent avant tout un guide pour vérifier la résistance aux séismes des matériels électrotechniques. Son application peut être étendue à d'autres matériels et aux composants. La vérification des performances d'un matériel, soit par un calcul, soit par une combinaison d'essais et de calculs, peut être acceptable, mais ne fait pas partie du domaine d'application de cette norme, qui est limitée à la vérification des performances d'un matériel à partir des données d'essais dynamiques. Elle traite uniquement des essais sismiques de matériels à l'échelle unitaire qui peuvent être essayés sur table vibrante. L'essai sismique d'un matériel est destiné à prouver sa capacité à remplir les fonctions requises pendant et/ou après le temps pendant lequel il est soumis à des contraintes et des déplacements résultant d'un tremblement de terre. La norme présente un éventail de méthodes d'essai qui peuvent, si prescrit par la spécification particulière, être appliquées pour vérifier les performances. La

norme fait la différence entre une catégorie sismique générale et spécifique. La catégorie sismique spécifique doit être utilisée là où les connaissances des mouvements sismiques sont maîtrisées au niveau géographique ou au niveau du bâtiment dans lequel les appareillages seront implantés.

IEEE 693

La norme 693 provenant de l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) précise les paramètres d'une installation électrique antisismique. Elle définit les méthodes de test à effectuer pour les installations électriques dans leur ensemble ou pour des composants individuels comme des disjoncteurs de puissance. En plus des méthodes de tests, la norme contient aussi des directives sur la conception et la construction d'installations électriques antisismiques par rapport aux bâtiments, aux fondations et leur ancrage au sol. Des références à des normes bâtiments sont donc évoquées.

Telcordia GR-63-CORE

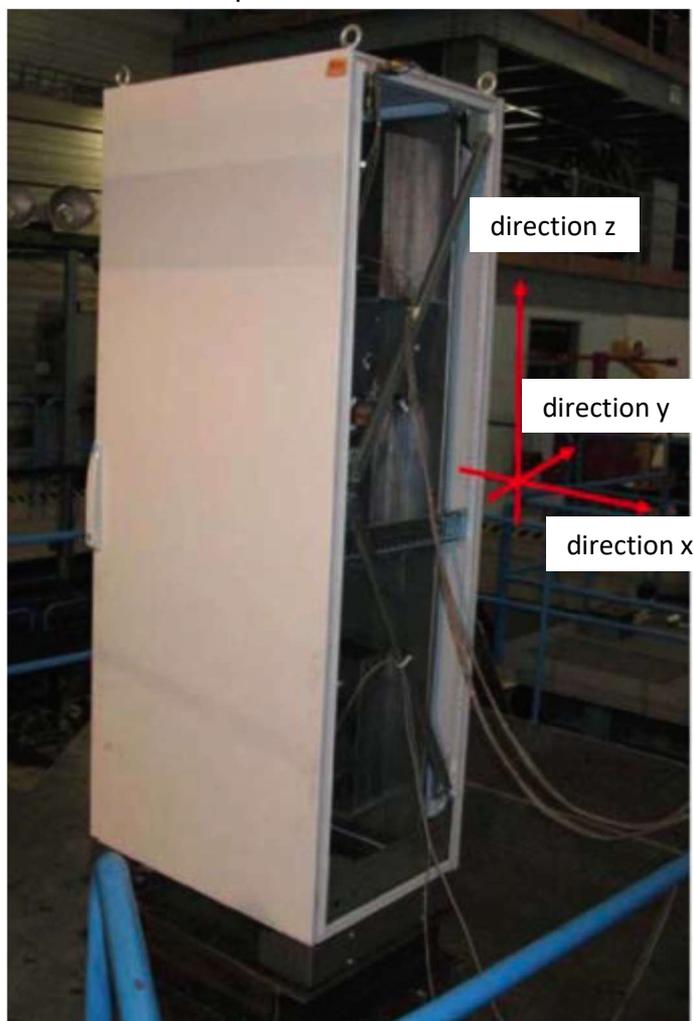
La norme Bellcore (qui s'appelle maintenant Telcordia) GR-63-CORE (Tel02), développée à l'origine pour les télécommunications, n'est pas une norme au sens propre du terme mais on la retrouve dans beaucoup de cahiers des charges en particulier aux Etats-Unis. L'idée de base est qu'une installation, comme par exemple un data center, puisse fournir en permanence un haut niveau de disponibilité. Ainsi, elle intègre différents critères de résistance à l'humidité, au feu, aux polluants et aux tremblements de terre. Le document se réfère aux zones sismiques américaines (zones 0 à 4) où la zone 0 représente un risque mineur et la zone 4 un risque majeur de tremblement de terre (voir tableau – page 7). Afin de pouvoir garantir un fonctionnement permanent de l'installation, les exigences en zone 4 sont bien entendu plus élevées que celles en zone 0. Ces exigences peuvent également se retrouver dans d'autres normes (ex : CEI 60068-3-3, EN 61587-5 (RRS pour accélération uniaxiale), ETSI EN 300019-1-3).

Méthodes de test classiques

Il existe en règle générale deux manières de concevoir des installations électriques pour les zones sismiques.

La première est d'envoyer l'installation électrique complète dans sa configuration souhaitée, c'est-à-dire avec tous les composants électriques et électroniques qu'elle intègre, dans un laboratoire agréé pour la tester. Cette méthode est très coûteuse et prend beaucoup de temps. Elle est, d'après notre expérience, très peu exigée par les utilisateurs finaux.

La deuxième option qui s'offre au tableautier est d'utiliser des composants (armoires incluses) qui ont prouvé leur adaptation aux zones sismiques. Rittal a fait tester ses armoires électriques de type TS8 dans des laboratoires agréés. Les armoires sont testées par rapport à une méthode de tests définie afin de pouvoir être utilisées en zones sismiques. Nous allons à présent décrire la méthode de test classique pour qualifier des armoires électriques



antisismiques. Cette solution est choisie par la grande majorité des utilisateurs car elle est bien moins coûteuse.

Toutes les normes en vigueur préconisent l'utilisation d'une table vibrante pour démontrer la résistance aux séismes d'une armoire électrique. L'objectif est de simuler en laboratoire les vibrations et les chocs provoqués par un tremblement de terre. L'armoire électrique est montée sur une table vibrante qui intègre un programme de tests prédéfini. Elle ne doit présenter après le test aucun dommage structurel c'est-à-dire qu'aucun composant n'a été détérioré, plié, cassé, etc... De plus, aucune liaison vitale ne s'est rompue ou s'est détachée. Cela vaut aussi pour les portes, les charnières et les serrures. Des tests de fonctionnement sont aussi menés c'est-à-dire qu'on vérifie que l'armoire électrique conserve toutes ses fonctions initiales.

Différents spectres de fréquences dans les normes

Les procédures de tests varient en fonction des normes surtout au niveau du spectre de fréquence et des accélérations qui s'y rattachent. La procédure de test spécifiée dans la norme Telcordia GR-63-CORE est présentée ci-après en tant qu'exemple. L'armoire est montée dans un premier temps sur une table vibrante qui lui procure des accélérations et des déplacements en son centre et à son

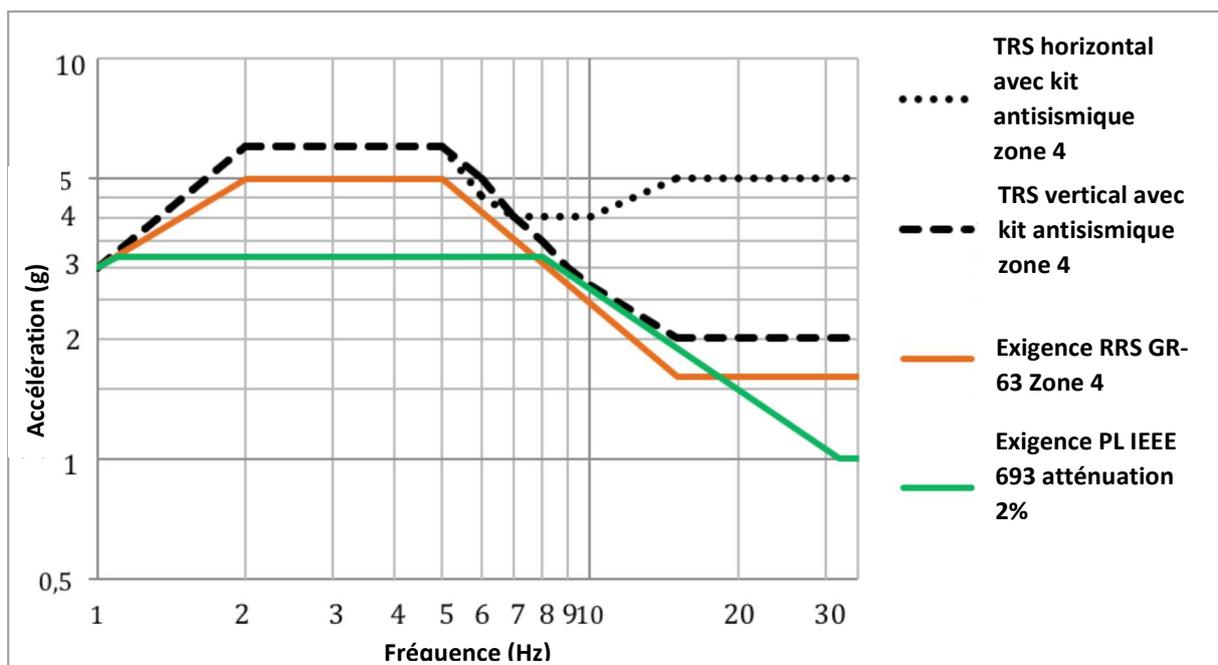
sommet. Durant le test, l'armoire électrique doit intégrer une charge qui simule un équipement réel car un test pratiqué sur une enveloppe vide n'est pas pertinent. Les tests sont menés en suivant un programme spécifique qui respecte les valeurs d'accélération définies à des fréquences comprises entre 1 Hz et 50 Hz qui correspondent au RRS (Required Response Spectrum) c'est-à-dire au spectre de réponses requises. Ce qui est déterminant est le spectre arrivant sur l'objet testé qui est aussi appelé le Transmitted Reponse Spectrum (TRS) ou spectre de réponse transmis qui dépend de la manière dont le test est mené mais aussi de la masse et de la forme de l'objet testé. Les déplacements de l'objet testé sont mesurés au milieu et au bout de la partie supérieure de l'objet testé. Durant le test, le déplacement ne doit pas dépasser 75mm (3 pouces).

Le test sur table vibrante décrit ci-dessus se déroule dans les 3 dimensions. Le RSS décrit dans la norme dure 31 secondes dans chaque dimension. Les charges exercées sur l'armoire durant ce test correspondent approximativement à celles qui se produisent durant un tremblement de terre de puissance 8,3 sur l'échelle de magnitude instantanée.

Spectres de tests très similaires

Afin de pouvoir comparer les tests de table vibrante des trois principales normes, nous avons intégré les RRS requis dans un diagramme montrant l'accélération en fonction de la fréquence (voir diagramme ci-dessous). On peut constater que les spectres des différentes normes sont très ressemblants mais les valeurs d'accélération sont différentes dans les zones importantes. Le diagramme montre aussi que la certification en zone 4 de la norme GR-63-CORE intègre presque complètement les exigences des deux autres normes.

Diagramme d'accélération en fonction de la fréquence



Armoire antisismique

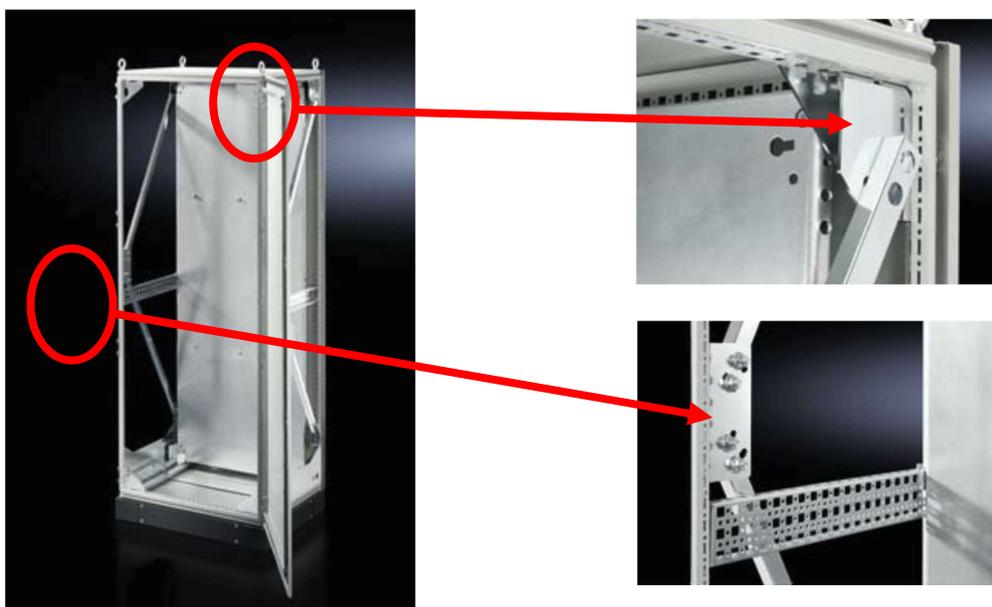
Pour construire des installations mécaniques solides capables de résister aux vibrations, une méthode a fait ses preuves depuis l'Antiquité : la construction en colombages qui se compose de barres qui sont reliées entre-elles aux extrémités en formant des triangles. Ainsi, les forces de pression ou de traction s'exercent sur ces barres ce qui rend la structure complète très résistante tout en réduisant SON poids. Ce principe de construction est utilisé avec succès pour construire des maisons, des ponts ou d'autres structures. Actuellement, on recherche pour les bâtiments une rigidité encore plus élevée en utilisant des structures en béton massif. Une autre possibilité, qui est surtout utilisée pour les bâtiments d'une grande hauteur, est le pendule utilisé en tant qu'élément actif. Lors d'un tremblement de terre, les vibrations produites font balancer le pendule qui absorbe pratiquement toute l'énergie de manière à ce qu'aucun dommage ne se produise à la structure du bâtiment. La troisième possibilité est d'isoler l'objet à protéger du tremblement de terre. Ainsi, un bâtiment ou un équipement peut être posé sur des amortisseurs géants qui le protègent de la plupart des accélérations lors d'un tremblement de terre. Pour cela, le poids à amortir doit être connu et il doit y avoir suffisamment d'angle d'amortissement et d'oscillation.

Kit antisismique – un équipement supplémentaire de l'armoire électrique

Rittal utilise le principe de la construction à colombage pour rendre les armoires électriques TS 8 antisismiques (voir photos ci-dessous). Cette armoire standardisée, qui a été lancée en 1999 et a été produite à plus de 10 millions d'exemplaires, a été commercialisée partout dans le monde dans tous les secteurs d'activité.

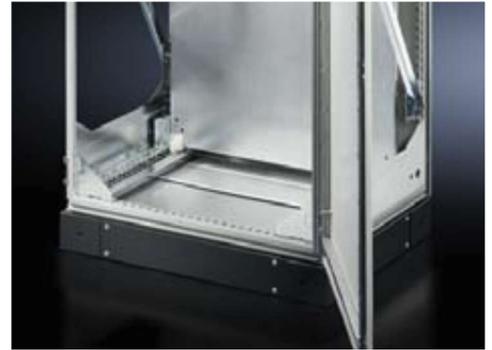
L'armoire TS 8 est robuste, exceptionnellement modulaire et reconnue pour sa qualité. Le kit antisismique renforce l'ossature de l'armoire TS 8 afin de pouvoir atteindre les exigences de la zone sismique 4 de la norme GR-63-CORE. Le kit antisismique se compose d'étais qui sont vissés sur les côtés de l'ossature de l'armoire afin de renforcer sensiblement sa rigidité. Les plaques d'éclissage dans les angles de l'ossature donnent une robustesse supplémentaire. La plaque de montage est elle-aussi rigidifiée car elle est vissée aux étais.

Kit antisismique TS8



Un socle antisismique est également disponible pour fixer les armoires électriques au sol et mieux les protéger contre les tremblements de terre.

Trois dimensions standard d'armoires électriques TS 8 équipées des accessoires antisismiques nécessaires (kit antisismique, socle antisismique et poignée confort) et d'une plaque de montage chargée de composants pesant au total 500 kg, ont été testées par l'organisme indépendant EQE International Ltd de l'université de Bristol et IABG à Ottobrunn et ont passé avec succès le test de conformité aux exigences de la zone 4 de la norme GR-63-CORE. Lors de ces tests, il a aussi été constaté que les armoires TS 8 sans accessoires supplémentaires remplissaient les exigences de la zone 3 de la norme GR-63-CORE. Pour ce test, la plaque de montage était chargée de 152 kg.



Les dimensions testées sont les suivantes :

- L600mm x H 2000mm x 400mm
- L600mm x H 2000mm x 600mm
- L800mm x H 2000mm x 600mm

Les homologations obtenues pour les armoires électriques TS 8 valent pour ces trois dimensions avec les charges testées.

Toutefois, suite aux tests sur ces différentes dimensions et aux tests réalisés avec succès par nos clients sur d'autres dimensions de construction similaire, il est possible d'extrapoler les capacités antisismiques testées sur ces dimensions aux autres dimensions standard d'armoires TS 8 à partir du moment où les conditions suivantes sont respectées :



- Le spectre de fréquence de la norme doit être comparable
- La répartition des masses doit être harmonieuse et symétrique
- La masse des composants doit être équivalente ou inférieure à celle des versions testées
- La surface de la base est équivalente ou plus grande que celle des versions testées (des surfaces de base plus grande améliore l'assise)
- La hauteur de l'armoire sans socle ne doit pas être supérieure à 2000mm (c'est-à-dire un centre de gravité inférieur ou égal à 1000mm)

Versions testées des armoires électriques TS 8

Référence	Dimensions LxHxP (en mm)	Accessoires supplémentaires	Masse des composants montés	Homologation
8806.500	800 x 2000 x 600	-	152 kg	Telcordia GR-63-CORE zone 3
8806.500	800 x 2000 x 600	Poignée confort – kit antisismique – socle antisismique	500 kg	Telcordia GR-63-CORE zone 4
8604.500	600 x 2000 x 400	Poignée confort – kit antisismique – socle antisismique	500 kg	Telcordia GR-63-CORE zone 4
8606.500	600 x 2000 x 600	Poignée confort – kit antisismique – socle antisismique	500 kg	Telcordia GR-63-CORE zone 4

Dans le cadre de son domaine de compétence, Rittal se tient à vos côtés pour vous conseiller et pour essayer en coopération avec le client de trouver une solution qualifiée.

Approche spécifique

Bien que disposant des informations sur les séismes, les dégâts potentiels et les normes en vigueur, la question de savoir comment répondre à une demande spécifique sur un TGBT antisismique reste en suspens. Tout d'abord, la situation géographique doit être éclaircie. Dans quel pays et dans quelle zone sismique, le TGBT doit-il être implanté. Ensuite, les normes en vigueur doivent être identifiées pour répondre à ses exigences. Les exigences concernant les bâtiments et la fixation au sol du TGBT dans le bâtiment doivent être prises en charge par les parties responsables de la construction des bâtiments.

Intégrité physique ou continuité de fonctionnement

A côté des exemples de normes applicatives mentionnés précédemment, il faut faire un choix entre l'intégrité physique et le fonctionnement du système. Si seule l'intégrité physique de la structure est exigée, l'utilisation d'une armoire électrique certifiée comme par exemple l'armoire TS 8 équipée de ses accessoires antisismiques (voir chapitre précédent) suffira. Le fonctionnement continu d'une installation électrique comme cela est parfois demandé ne peut pas être garanti par une armoire électrique seule. Des tests supplémentaires seront nécessaires. Des calculs de structure peuvent être menés par FEM (Finite-element-method). Il est important que le TGBT soit testé avec ses composants car leur répartition et leur poids aura une influence sur son comportement face aux vibrations. Le type de câblage utilisé (sur plaque de montage, sur rails oméga (DIN) ou sur jeu de barres) aura aussi son importance. Si on souhaite une continuité de fonctionnement, nous conseillons de tester la résistance des armoires électriques aux séismes au cas par cas c'est-à-dire avec ses propres composants montés.

Résumé

Les tremblements de terre peuvent représenter un très sérieux danger pour les êtres humains mais aussi pour les infrastructures. Les installations électriques et les data centers ne représentent pas seulement une valeur financière. Ils jouent un rôle primordial dans les infrastructures techniques. Leur continuité de service doit pouvoir être assurée. Les enveloppes (armoires électriques ou baies serveurs), qui contiennent les composants actifs permettant d'assurer cette continuité de service, doivent pouvoir résister aux tremblements de terre dans les zones géographiques concernées.

Pour cela, il est important de pouvoir s'équiper d'armoires antisismiques. Plusieurs normes définissent les exigences que doivent remplir ces armoires pour être considérées comme antisismiques. En fonction de l'application et de la zone d'implantation, différentes normes s'appliqueront. Même si leurs approches diffèrent quelque peu, elles ont un principe important en commun : le test vibratoire sur une table vibrante qui simule les vibrations d'un tremblement de terre même si le spectre de fréquence et d'accélération varie parfois.

Les armoires TS 8 fabriquées par Rittal équipées de leurs accessoires antisismiques appropriés ont été testées et ont obtenu la certification la plus haute pour les zones sismiques 4 définies dans la norme Telcordia GR-63-CORE.

Sources

[Mun14] Munich Re, NatCatSERVICE, 2014

[BEU93] CE 60068-3-3:1993-09 Essais d'environnement - Troisième partie : guide - méthodes d'essais sismiques applicables aux matériels

[IEE05] IEEE Standard 693 – IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations, 2005

[TEL02] Telcordia GR-63-CORE Issue 2, 2002

Whitepaper : Erdbebensicherheit von Schaltanlagen von Hartmut Paul

www.planseisme.fr