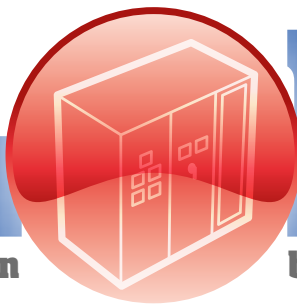


# TABL MAG'

L'actualité du tableau de distribution



basse tension - N° 11 - 09/2015

## Prendre en compte la compatibilité électromagnétique



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



# Prendre en compte la compatibilité électromagnétique

L'application de quelques règles simples lors de la conception et de l'installation permet d'éviter la contrainte de la vérification par l'essai.

➤ La compatibilité électromagnétique (CEM) est définie par le rapport technique IEC 61000-1-1 comme « l'aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement ».

Les exigences CEM propres à l'application envisagée pour un ENSEMBLE doivent être vérifiées. Or les ENSEMBLES sont, dans la plupart des cas, fabriqués ou assemblés à l'unité. En outre, ils incorporent une combinaison conséquente d'appareils et de composants. Faire passer à chaque unité les essais de compatibilité électromagnétique est donc une tâche ardue.

Selon la norme NF EN 61439-1, la vérification par les essais peut être évitée, à condition que les deux conditions suivantes soient respectées :

- les appareils et les composants incorporés dans les ENSEMBLES sont tous conformes aux exigences de CEM pour l'environnement spécifié comme exigé par leur norme produit ou la norme CEM générique applicable ;
- l'installation interne et le câblage sont effectués conformément aux instructions des constructeurs des composants et des appareils [disposition concernant les influences mutuelles, câbles, blindage, mise à la terre, etc.].

Comment satisfaire ces deux conditions ? Pour ce qui concerne la première d'entre elles, il est nécessaire de prendre en compte la CEM dès la phase de design des produits. En outre, certaines règles d'installation sont indispensables si l'on veut maîtriser la CEM de bout en bout.

## Introduction à la CEM dans les armoires

Un environnement électromagnétique se compose de sources émettrices de perturbations, de victimes de ces perturbations et des couplages associés (voir fig. 1). Lorsque les perturbations sont transmises par des éléments conducteurs métalliques (câbles, jeux de barres, canalisations électriques, chemins de câble, etc.), on parle de perturbations par conduction. L'air peut

Fig. 1 : Typologie des perturbations

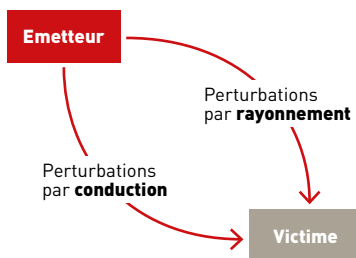


Fig. 2 : Le tableau, émetteur et victime

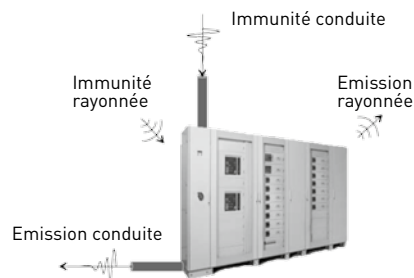
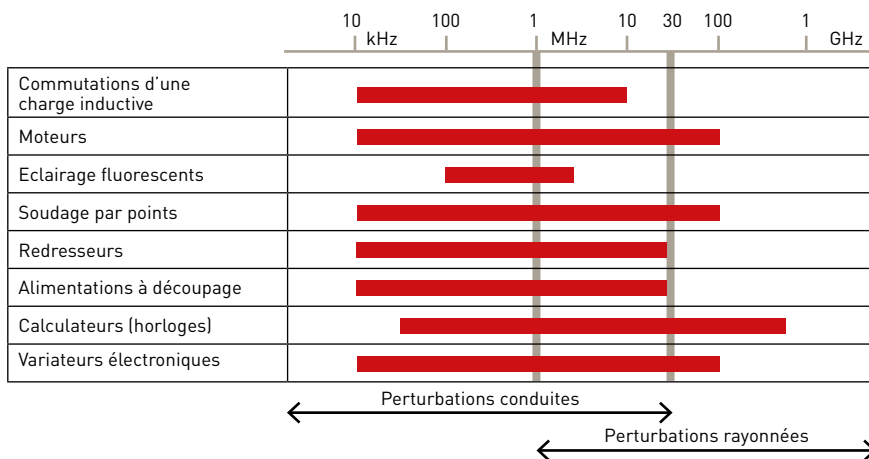


Tableau 1 : Sources de perturbation courantes



également transmettre des perturbations par rayonnement. La CEM est bidirectionnelle : un appareil ou système peut être à la fois source et victime. C'est pourquoi le constructeur doit faire en sorte que le tableau présente un niveau d'émissions électromagnétiques le plus bas possible et que son niveau d'immunité contre les perturbations environnantes soit le plus élevé possible (fig. 2).

Le concepteur choisit les appareils au regard de l'environnement dans lequel ils sont installés. En effet, les performances attendues des appareils incorporés sont différentes selon que le tableau est destiné à un environnement normatif de classe A (type industriel) ou B (type résidentiel).

Les sources de perturbations couramment rencontrées sur site (tableau 1) ont

un large spectre fréquentiel couvrant les domaines du conduit (9 kHz-30 MHz) et du rayonné (>1 MHz). Dans une armoire électrique, les signaux issus de ces sources peuvent affecter des appareillages plus sensibles. Le tableau 2 met en évidence quatre classes de signal, de « sensible » (1) à « perturbateur » (4). Pour réussir une bonne intégration système dans une armoire, le concepteur doit limiter les interactions entre signaux de classes différentes. Plus l'écart de classe est important, plus les mesures de protection doivent être significatives.

## Règles d'installation

### Installation des équipements

L'installateur doit respecter une séparation physique des appareils relative à leur type de signal propre. On évitera



Tableau 2 : Classes de signal

Classe de signal	Perturbateur	Sensible	Exemples de signaux véhiculés ou matériels connectés
1 Sensible		++	Circuit bas niveau à sortie analogique, capteurs, circuits de mesure
2 Peu sensible		+	Circuits de contrôle-commande sur charge résistive, circuits bas niveaux numériques, à sortie tout ou rien, alimentations continues bas niveau
3 Peu perturbateur	+		Circuits de contrôle-commande sur charge inductive avec protection adaptée, alimentation alternatives propres
4 Perturbateur	++		Machines à souder, circuits de puissance, variateurs de vitesse, convertisseurs statiques

Fig. 3 : Séparation physique des appareils selon le type de signal

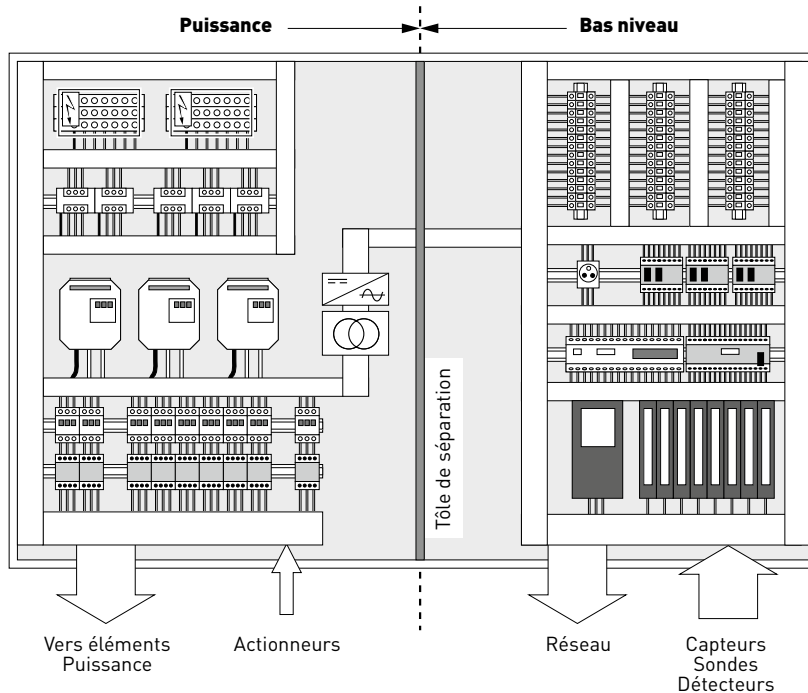


Fig. 4 : Privilégier les tresses de masse

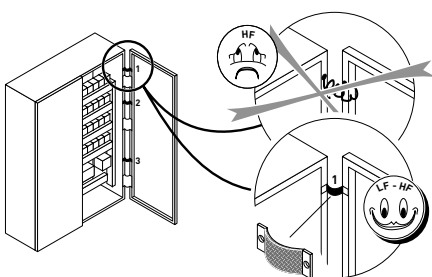
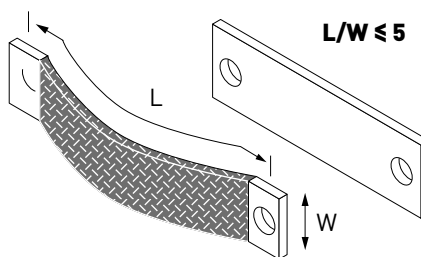


Fig. 5 : Ratio recommandé



par exemple d'installer des capteurs de classe 1 à proximité de contacteurs ou de convertisseurs générateurs de bruit de classe 3 ou 4. L'allocation d'espaces dédiés permet d'assurer une séparation efficace entre les signaux de puissance et ceux de bas niveau (fig. 3).

### Mise à la masse

L'interconnexion de toutes les parties métalliques accessibles de l'armoire forme un ensemble maillé à faible impédance vis-à-vis de la terre. Les perturbations hautes fréquences sont ainsi évacuées vers la terre avant d'atteindre les appareils sensibles. Pour réaliser l'interconnexion, il est préconisé d'utiliser des connexions courtes (< 50 cm) et de privilégier les tresses de masse (fig. 4). Le rapport technique IEC 61000-5 relatif aux installations électriques recommande un ratio largeur/épaisseur de la tresse inférieur à 5 (fig. 5). Il est fortement recommandé de multiplier les connexions à l'intérieur de l'armoire et au niveau de la porte ; ce dispositif permet non seulement de diminuer l'impédance équivalente mais aussi de renforcer la protection des personnes.

Dans le cas où l'armoire présente des surfaces peintes ou isolées, il est indispensable d'assurer une connexion de qualité au moyen d'accessoires tels que des rondelles crantées.

### Règles de câblage

Afin d'aboutir à une maîtrise des coupages au sein de l'armoire, une attention toute particulière doit être portée à la mise en œuvre du câblage. Pour ce faire, les principes généraux suivants doivent être respectés :

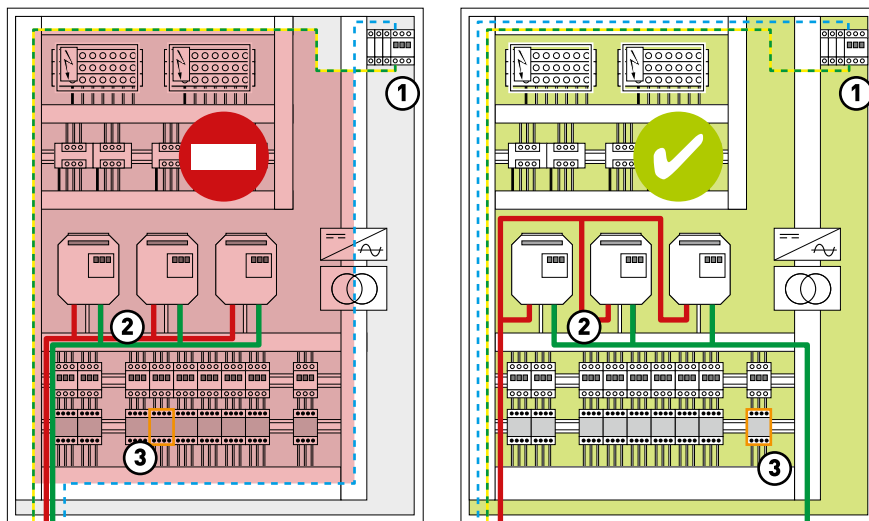
- limiter au maximum les longueurs de câble ;
- limiter les boucles de masse en routant les câbles d'aller et retour ensemble ;
- plaquer les câbles contre les parois métalliques de l'armoire, comme vu précédemment, celles-ci jouant le rôle de plans de masse à faible impédance.

L'exemple de la figure 6 (page suivante) montre à gauche une armoire présentant une surface de boucle importante entre les câbles de puissance et de terre



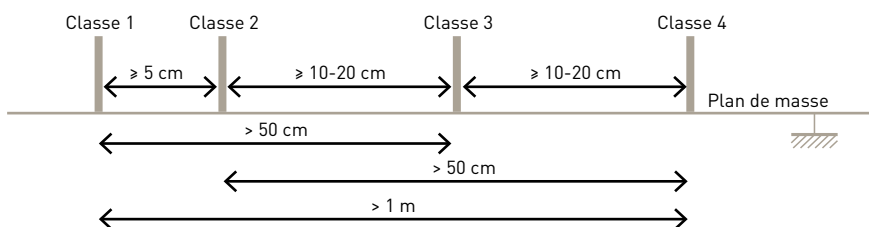
connectés à une protection contre les chocs de foudre (1). Dans cette configuration, malgré le dispositif de protection, les différents constituants de l'armoire sont susceptibles d'être frappés par une surtension importante en cas de choc de foudre. L'implantation montrée sur l'illustration de droite évite tous les problèmes : les câbles de puissance et de terre sont routés ensemble et plaqués contre la paroi. En outre, une séparation des signaux d'entrée et de sortie de variateurs, des filtres et des transformateurs permet d'éviter les transferts de perturbations (2). Enfin, les organes sensibles (une horloge dans notre exemple) sont isolés des organes perturbateurs tels que les contacteurs (3).

Fig. 6 : Conseils de mise en œuvre du câblage



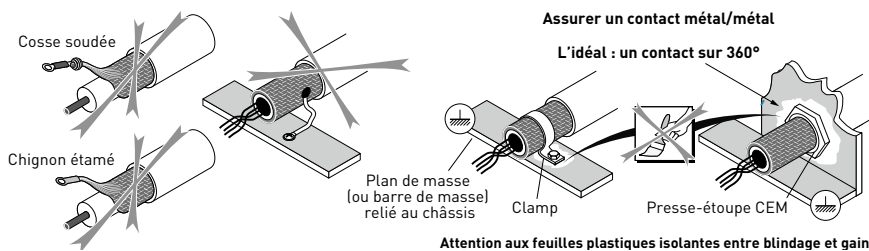
Une autre règle importante consiste à assurer une séparation physique des câbles appartenant à des classes de signaux différentes. Le CONSTRUCTEUR D'ENSEMBLE s'affranchit ainsi des couplages interclasses. La figure 7 précise les distances de séparation à appliquer en supposant que les câbles soient d'une longueur inférieure à 30 m et qu'ils soient plaqués contre des plans de masse.

Fig. 7 : Distances de séparation entre des câbles de classes différentes



Lorsqu'il n'est pas possible de garantir une telle séparation en armoire, les signaux de classe 1 et 2 doivent croiser à 90° ceux de classe 3 et 4, comme le montre la photo en haut de page. Enfin il n'est pas recommandé de faire cohabiter des signaux de classes sensibles 1 et 2 avec des signaux perturbateurs 3 et 4 dans des torons ou dans un même câble.

Fig. 8 : Connexion du blindage à la terre



Les câbles blindés peuvent être routés sans contrainte de distance de séparation, à condition que la connexion du blindage à la terre soit particulièrement soignée (fig. 8). Deux solutions, montrées à droite de l'illustration, assurent un contact métal sur métal à 360° et garantissent ainsi une équipotentialité du blindage dans les hautes fréquences. La reprise du blindage peut être réalisée

soit à l'aide de presse-étoupes CEM, soit à l'aide de clamps dédiés en acier galvanisé ou inox (éviter l'aluminium). Si l'installateur choisit la deuxième solution, il devra vérifier que le câble présente une

bonne tenue mécanique... et proscrire les « queues de cochon » !

R. ALAZARD, C. BARBIER, M. DELANNOY, P. DUFOUR, L. ERCKELBOUDT, P. LEPRETRE, F. MOURONVAL et B. SERRAS-RIMBAUD