

**ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE
EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH**

Laboratoire Européen pour la Physique des Particules
European Laboratory for Particle Physics

**CERN
ST/EL**

**Group Electrical Engineering
Projet L.H.C**

NOM DU PROJET

LHC PROJECT

TITRE DU DOCUMENT

**LIAISONS EQUIPOTENTIELLES
ET PROTECTION
ELECTROMAGNETIQUE**

	Rédaction	Observations	
Date	<i>AVRIL 2002</i>		
Nom	<i>P GUENAT - ST/EL</i>		
Visa			
Bureau d'Etudes Support ST/EL	GUIDE DE MISE EN OEUVRE	Projet 001 N° Affaire Identifiant Version Réf fichier inf.	Page 1/23

Indice - Date

OBJET DES MODIFICATIONS

TABLE DES MATIÈRES

1	OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION.....	page 4
2	NORMES ET PRESCRIPTIONS (RAPPELS).....	page 4
3	CIRCUIT DE PROTECTION DES TRAVAILLEURS.....	page 4
4	PERTURBATIONS ELECTROMAGNETIQUES..... EMISSIONS ET IMMUNITES	page 11
5	LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE	page 21

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Ce guide, extrait de la norme CNOMO (Comité de normalisation des moyens de production) précise les règles :

- de raccordements des conducteurs de protection, des liaisons équipotentielle et des blindages
- de cheminement des conducteurs et câbles
- générales d'installation des chemins de câbles
- à mettre en œuvre pour assurer :

la protection des travailleurs contre les dangers du courant électrique.

l'immunité aux perturbations électromagnétiques des matériels électriques.

la limitation des perturbations électromagnétiques émises par ces appareils.

2. NORMES ET PRESCRIPTIONS (RAPPEL)

Les spécifications à respecter sont définies par :

- La directive CEE 89/336
- Les normes EN 50081-2, EN 55011 et 55022 (classa A, émission)
- Les normes EN 50082-2, EN 61000-4 (niveau 3, immunité)
- La norme EN 60204-1 et son complément CNOMO E03.15.600.N

NOTE : La compatibilité électromagnétique doit être traitée conformément à la directive CEE 89/336 appliquée au domaine industriel.

Les mises à la masse utilisées pour immuniser les équipements aux parasites peuvent nécessiter des liaisons complémentaires à celles imposées par la législation sur la protection des travailleurs (pour la France, le décret 88-1056 du 14/11/88).

3. CIRCUITS DE PROTECTION DES TRAVAILLEURS

3.1 Section des câbles formant réseau de terre dans un bâtiment

Document de référence ST-IE-IG/92-008/KB Septembre 1992

Rappel :

La norme CEI 364.5.54 impose :

$S_{ph} \leq 16$ $S_{pe} = S_{ph}$

$16 < S_{ph} \leq 35$ $S_{pe} = 16$

$S_{ph} > 35$ $S_{pe} = \frac{1}{2} S_{ph}$

Par rapport à la norme CEI, le CERN a admis les sections ci-après. L'expérience de plus de trente années a montré qu'elles sont suffisantes pour assurer une bonne mise à la terre.

Mise à la terre du neutre du transfo	400 Al
Ecran des câbles 3,3 et 18 kV (les deux extrémités)	35 Cu
Cuve d'un transfo	120 Cu
Diverses masses métalliques autour d'un transfo	35 Cu
Liaison barres de terre dans la fosse transfo vers les boucles du bâtiment	2 x 120 Cu
Boucle principale entre barettes de terre	120 Cu
Cellules 3,3 et 18 kV, tableau BT \geq 1000A	2 x 120 Cu
Tableaux avec courants nominaux 250 à 1000 A	120 Cu
Divers gros utilisateurs \geq 100 A	120 Cu
Petit tableaux BT, redresseurs, racks, etc.. <100 A	50 Cu
Charpente métallique	50 Cu
Echelles à câbles secondaires	50 Cu
Grosse tuyauterie	35 Cu
Rail telex	16 Cu
Gaines de ventilation	16 Cu

3.2 Terre dans les câbles d'alimentation 50Hz

Câbles BT à 3 et 5 conducteurs ($\leq 16 \text{ mm}^2$)

Le 3^{ème} ou 5^{ème} conducteur sert de conducteur de protection.

En tenant compte de la provenance de la source et de la distance entre équipements à alimenter et la source, on considère 3 cas :

- Distance entre équipement et source $\leq 80\text{m}$: le 3^{ème} ou 5^{ème} conducteur assure une mise à la terre correcte des structures métalliques de l'équipement.
- Distance entre équipement et source $\geq 80\text{m}$: par précaution, l'équipement qui est déjà relié à la masse par le 3^{ème} ou 5^{ème} conducteur, sera équipotentiaisé avec son environnement en le raccordant en plus sur la boucle principale 120 mm^2 via un câble 35 mm^2 nu.

- Équipement et source dans des bâtiments différents : par précaution, l'équipement qui est déjà relié à la masse par le 3^{ème} ou 5^{ème} conducteur, sera équipotentialisé avec son environnement en le raccordant en plus sur la boucle principale via un câble 35 mm² nu.

Câbles unipolaires, tripolaires et tetrapolaires > 16 mm²

Ces câbles n'ont pas de conducteur de protection incorporé par construction, donc la liaison de terre est à créer. Les équipements ainsi alimentés sont à mettre à la terre locale qui est la boucle principale de 120 mm² interconnectée à la terre de la source.

Les sections à mettre en œuvre sont indiquées au § 3.1 ci dessus.

3.3 Mise à la terre des échelles à câbles

Echelles à câbles individuelles :

Les échelles sont à mettre à la terre tous les 25 m environ.

Cas 1 :

Si un Câble 50 ou 120 mm² Cu nu existe, mettre à la terre suivant plan LEP673 EB 0049.3

Cas 2 :

Si l'échelle est plus courte que 25 m, un câble 16 mm² fait la liaison entre l'échelle et la boucle la plus proche en 120 mm². Le câble 16 mm² Cu se raccorde avec une cosse sertie et un boulon sur le bord de l'échelle (connexion visible).

Echelles à câbles superposées :

Toutes les échelles sont à mettre à la terre tous les 25 m environ.

Le raccordement des échelles aux câbles de terre est identique au paragraphe ci-dessus. L'interconnexion des couches d'échelles se fait avec des feuillards en acier galvanisé suivant plan LEP673 EB 0049.3

Connexions des câbles de terre :

Les interconnexions entre deux câbles cuivre nu ou entre un câble cuivre nu et le ferrailage seront serties (voir plan LEP 673 EB 0053.3).

Les extrémités des câbles de terre se raccordant sur une masse métallique ou un équipement se terminent avec une cosse sertie.

3.4 Interdiction

La mise en série des terres via plusieurs équipements est formellement interdite.

3.5 Raccordement des armoires d'appareillage au réseau de distribution

Identification du conducteur de protection :

Le conducteur de protection PE, s'il est isolé (gaine, isolant), doit être impérativement à double coloration VERT/JAUNE.

Raccordement du conducteur de protection PE :

Sur la borne unique (repérée suivant EN 60204-1) qui peut être fixée sur la barre principale située à proximité immédiate du dispositif de sectionnement général.

3.6 Raccordement des conducteurs de protection PE dans l'armoire

Assurer une bonne continuité permanente des masses conductrices :

Un seul conducteur de protection par borne.



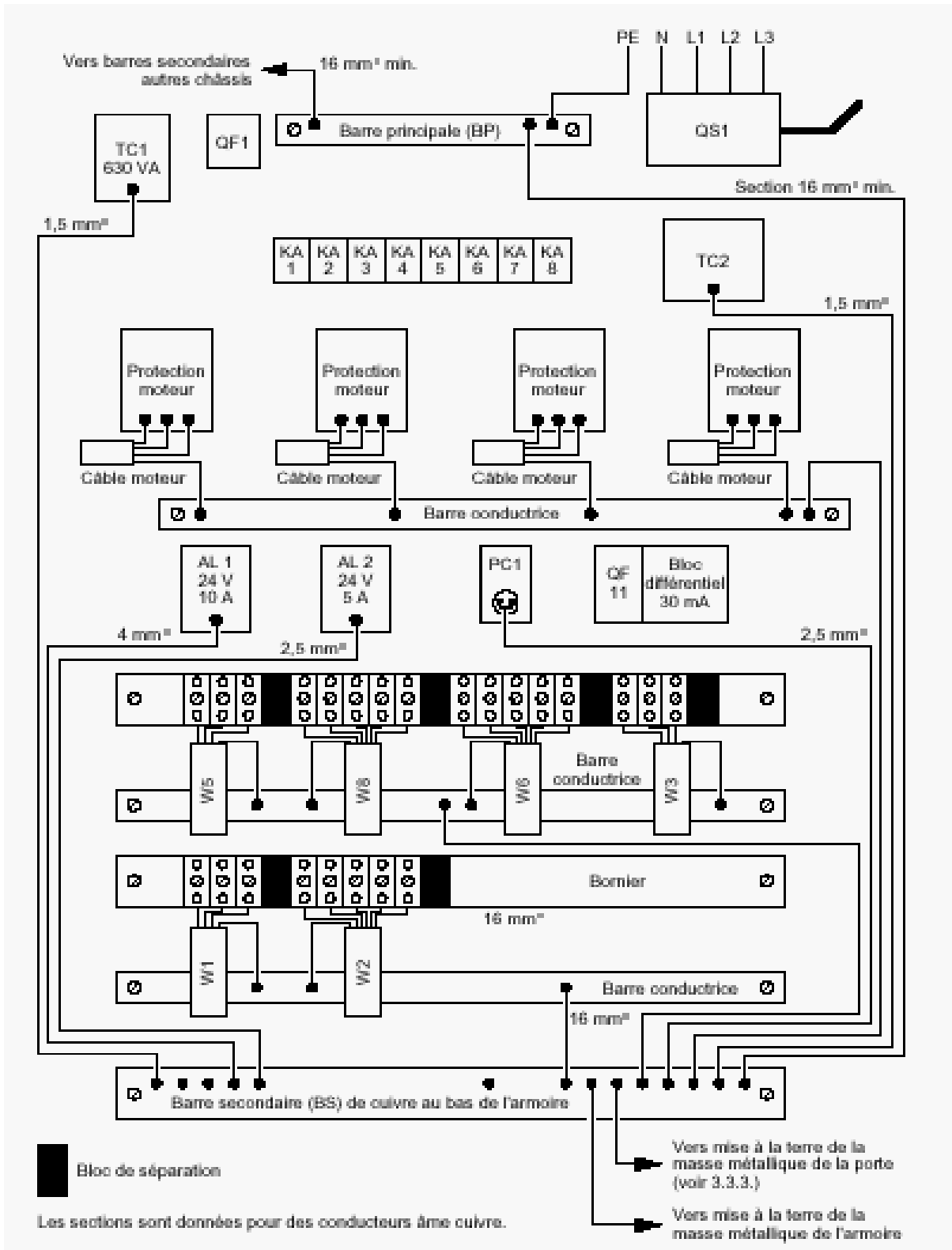
En aucun cas les masses métalliques du châssis et de l'armoire ne peuvent servir à elles seules de conducteur de protection PE.

Identifier rapidement le conducteur de protection PE d'un câble :

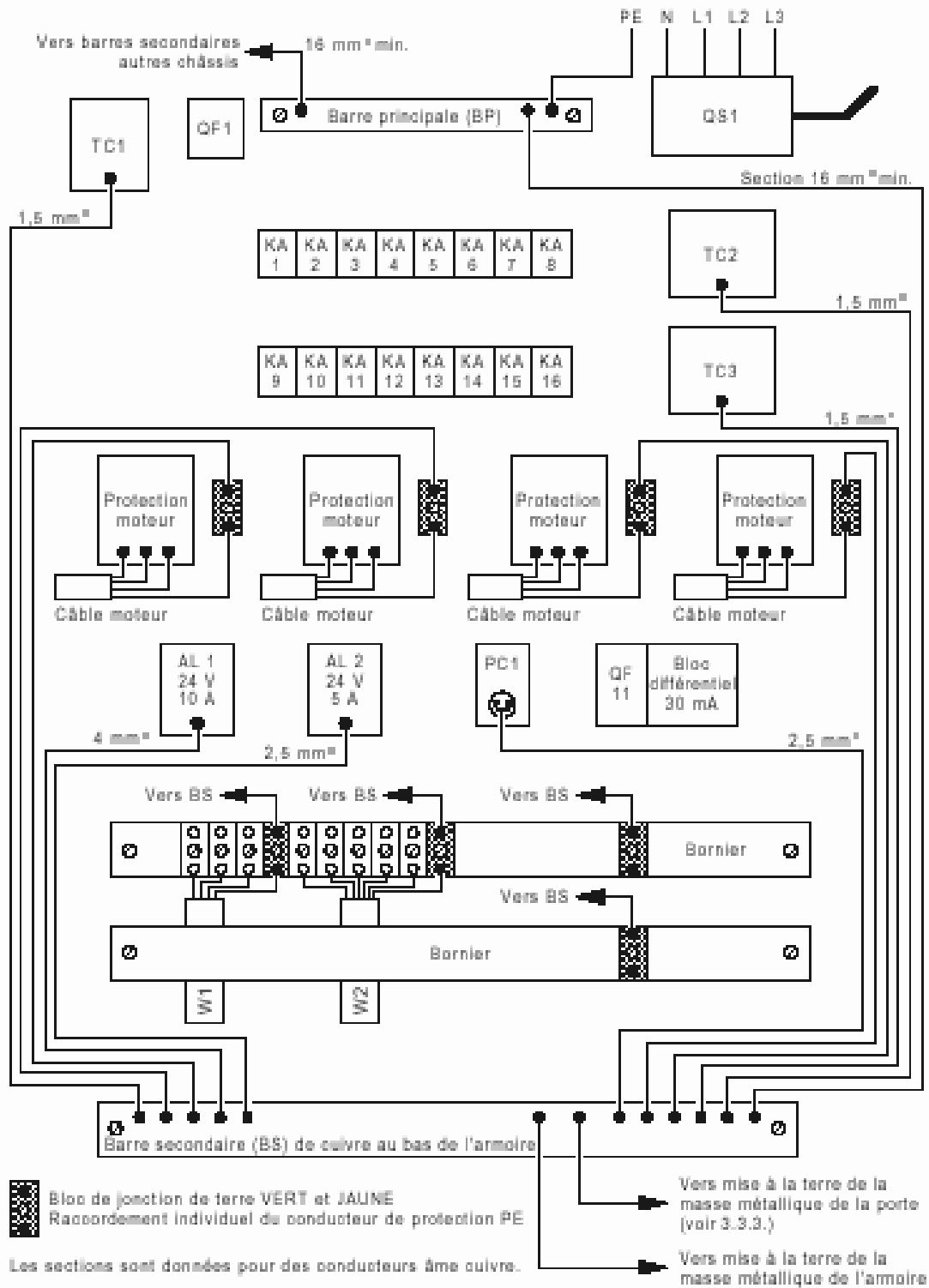
Privilégier le repérage visuel de l'appartenance du conducteur de protection PE au câble. En cas de doute le conducteur de protection porte le même repère que le câble.

Standardiser les méthodes de raccordement des conducteurs de protection PE :

Solution 1 : raccordement sur barre collectrice



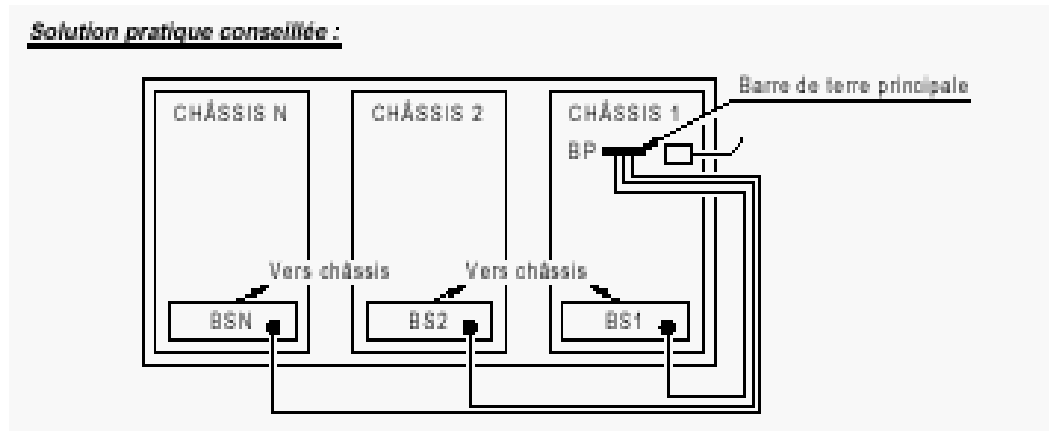
Solution 2 : raccordement sur bornes individuelles



NOTE : Le panachage des deux solutions est autorisé

3.7 Raccordement des conducteurs de protection PE d'une armoire à plusieurs chassis

Assurer une bonne continuité permanente des barres conductrices :



Relier la barre des conducteurs de protection PE des 2^{ème} au Nème chassis à la barre de terre principale par un conducteur « vert/jaune » de section minimale 16 mm².

3.8 Raccordement des conducteurs de protection PE dans une boîte de raccordement

Assurer une bonne continuité permanente des masses conductrices :

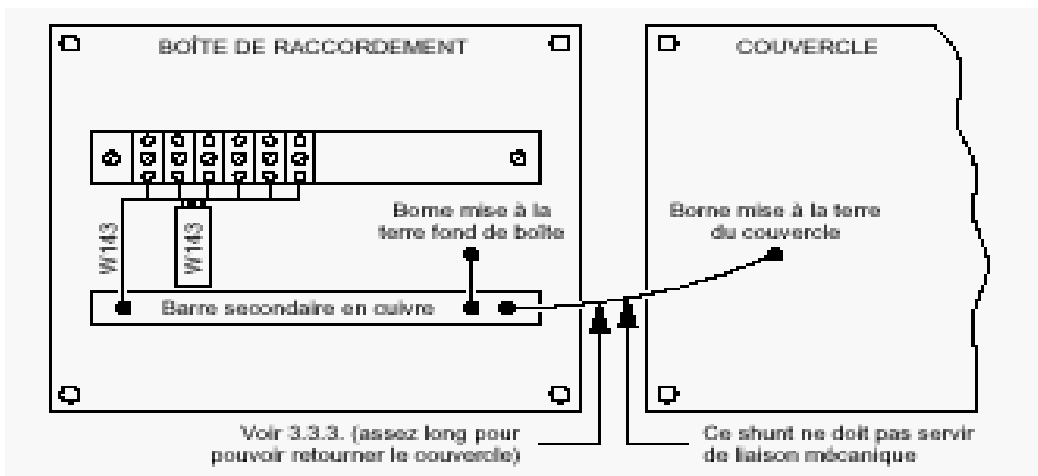
Un seul conducteur de protection PE par borne (point de raccordement)

La boîte de raccordement comporte une barre principale de raccordement des conducteurs de protection PE.

Tous les conducteurs de protection PE se raccordent sur la barre.

Le fond de la boîte et le couvercle se raccordent également sur cette barre.

Exemple de raccordement des conducteurs de protection PE dans une boîte métallique



4. PERTURBATIONS ELECTROMAGNETIQUES, EMISSION ET IMMUNITE

Règles de réalisation des équipements

4.1 But

Limiter les perturbations émises par les équipements. Se prémunir contre des dysfonctionnements éventuels dûs aux perturbations électromagnétiques grâce, en particulier, à la bonne réalisation des mises à la masse des blindages, enveloppes et chemins de câbles.

IMPORTANT : Ces mises à la masse n'ont pas le même but que celles citées à l'article précédent qui concerne essentiellement la protection des travailleurs.

4.2 Conformité aux normes de compatibilité électromagnétique

Emission :

les équipements doivent satisfaire à la classe A des normes citées ci-dessous :

- EN 50081-2 : norme générique pour environnement industriel.
- EN 55011 : perturbations radio-électriques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radio-électrique.
- EN 55022 : perturbations radio-électriques produites par les appareils de traitement de l'information.

Normes de produits des différents matériels concernés à leur parution.

Immunité :

les équipements doivent satisfaire au niveau 3 des normes citées ci-dessous :

- EN 50082-2 : norme générique pour environnement industriel.
- EN 61000-4-2 : décharges électrostatiques.
- EN 61000-4-3 : champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radio-électriques.
- EN 61000-4-4 : transitoires électriques rapides en salves.
- EN 61000-4-5 : ondes de choc.
- EN 61000-4-6 : perturbations conduites, induites par les champs magnétiques.
- EN 61000-4-7 : harmoniques et interharmoniques.
- EN 61000-4-8 : champ magnétique à fréquence du réseau.
- EN 61000-4-9 : champ magnétique impulsionnel.
- EN 61000-4-10 : champ magnétique oscillatoire amorti.
- EN 61000-4-11 : creux de tension, coupures brèves et variations de tension.
- EN 61000-4-12 : ondes oscillatoires.

Normes de produits des différents matériels concernés à leur parution.

4.3 Règles générales

4.3.1 Familles de signaux :

Les conducteurs et câbles peuvent être classés en 4 familles en fonction des signaux transmis :

- 1) Liaisons analogiques : mesure et alimentation capteurs.
- 2) Liaisons numériques :
- 3) Liaisons tout ou rien (TOR) sauf liaisons commutées à contacts secs
- 4) Liaisons puissances (secteur, entrée et sortie variateur, liaisons commutées à contacts secs)

4.3.2 Résistance de contact de mise à la masse

La résistance de contact de mise à la masse doit être minimale. Dans ce but et en cas de contact direct (tôle sur tôle par exemple) l'assemblage doit être réalisé à l'aide de vis et écrou métalliques. On obtient **une résistance de contact inférieur à 3 mΩ**.

Utiliser systématiquement des rondelles à dents.

Gratter les surfaces de contact et les protéger de la corrosion.

Mettre un point de référence unique, pour toutes les mesures de contrôle.

4.3.3 Liaisons de masse

Ces liaisons larges et courtes, sont réalisées suivant les cas avec du ruban cuivre, du feuillard métallique, de la tresse en cuivre étamé, etc..., à l'exclusion de fil conducteur pouvant former antenne.

Ces liaisons doivent avoir une longueur inférieur à 10 fois leur largeur.

4.3.4 Tenue de l'appareillage aux perturbations électromagnétique (API, CN, robot, etc..)

L'appareillage mis en œuvre dans les équipements doit satisfaire au niveau 3 des normes EN 61000-4.

L'expérience industrielle montre qu'il n'y a pratiquement pas de problème si l'on utilise de tels matériels.

4.3.5 Limitation de la propagation des courants perturbateurs à radio-fréquences de modes communs

Respecter la classe A des normes EN 55011 et EN 55022.

Cela ne pose en général pas de problème pour les appareils de faible puissance. Dans le cas des appareillages générateurs de forts courants à radiofréquences de mode commun (variateur de vitesse surtout) chercher également à respecter la classe A des normes EN 55011 et EN 55022, de façon à limiter les niveaux de perturbations produites et à circonscrire leur zone d'influence.

4.3.6 Mesure de l'équipotentialité des masses dans les armoires

Mettre un point de référence fixe et unique pour mesurer l'équipotentialité des masses dans chaque armoire. L'équipotentialité des masses est contrôlée à partir de ce point. La valeur maximale de la résistance de masse entre ce point et tout autre point de masse contrôlé doit être inférieur à **3 mΩ**.

4.4 Armoires d'appareillage

4.4.1 Interconnexion des masses

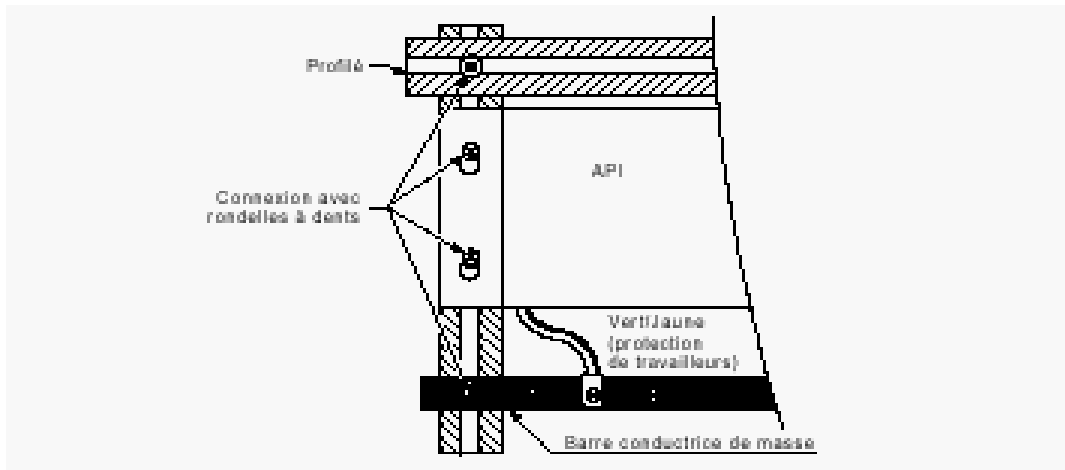
Assurer l'interconnexion des masses des armoires lorsqu'elles sont contiguës.
Les assembler à l'aide de vis et écrous métalliques.

4.4.2 Equipotentialité des masses

Réaliser le maillage interne de tous les profilés, platines, etc., fixés sur le châssis. Maillage réalisé par vis et écrous métalliques.

Ces profilés et platines doivent être en métal conducteur.

Les châssis doivent être connectés à l'enveloppe par au moins 4 contacts directs.



4.4.3 Perturbations électromagnétiques

Laisser les perturbations électromagnétiques à l'extérieur de l'armoire.

Tous les câbles (familles 1 à 4), à l'exclusion de barres de cuivre conductrices, pénètrent dans l'armoire au niveau d'une même Tôle de Référence de Potentiel (TRP), soudée ou boulonnée sur l'armoire.

Si les câbles arrivent au niveau de l'armoire par d'autres faces, ils sont acheminés au niveau de la TRP par une gouttière qui les maintient à l'extérieur de l'armoire jusqu'à la TRP.

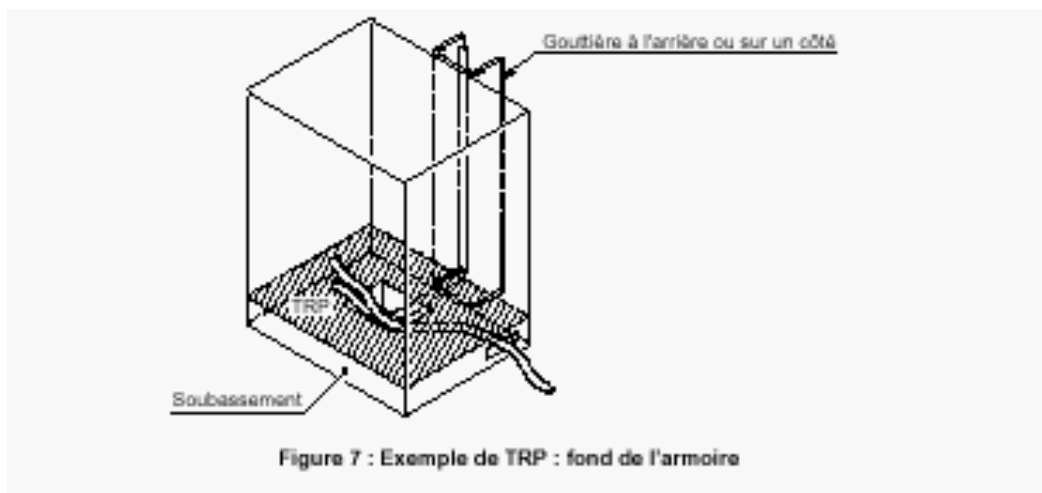


Figure 7 : Exemple de TRP : fond de l'armoire

4.4.4 Propagation des courants perturbateurs

Limiter la propagation des courants perturbateurs radio-électriques de mode commun :

Se conformer aux indications des constructeurs pour respecter la classe A des normes EN 55011 et EN 55022 et des normes produits concernés.

Cela peut conduire à :

- blinder le câble perturbateur
- raccorder les blindages aux deux extrémités
- mettre des filtres RFI de mode commun sur les alimentations
- utiliser des transformateurs de commande avec écran électrostatique

4.4.5 Perturbations à la source

Limiter les perturbations à la source en utilisant des filtres écrêteurs sur les bobines.

Tous les câbles (familles 1 à 4), à l'exclusion de barres de cuivre conductrices, pénètrent dans l'armoire au niveau d'une même Tôle de Référence de Potentiel (TRP), soudée ou boulonnée sur l'armoire.

Si les câbles arrivent au niveau de l'armoire par d'autres faces, ils sont acheminés au niveau de la TRP par une goulotte qui les maintient à l'extérieur de l'armoire jusqu'à la TRP.

4.5 Chemins de câbles métalliques

4.5.1 Mise en oeuvre

Favoriser l'effet réducteur (ensemble des dispositions prises pour atténuer le niveau de perturbation).

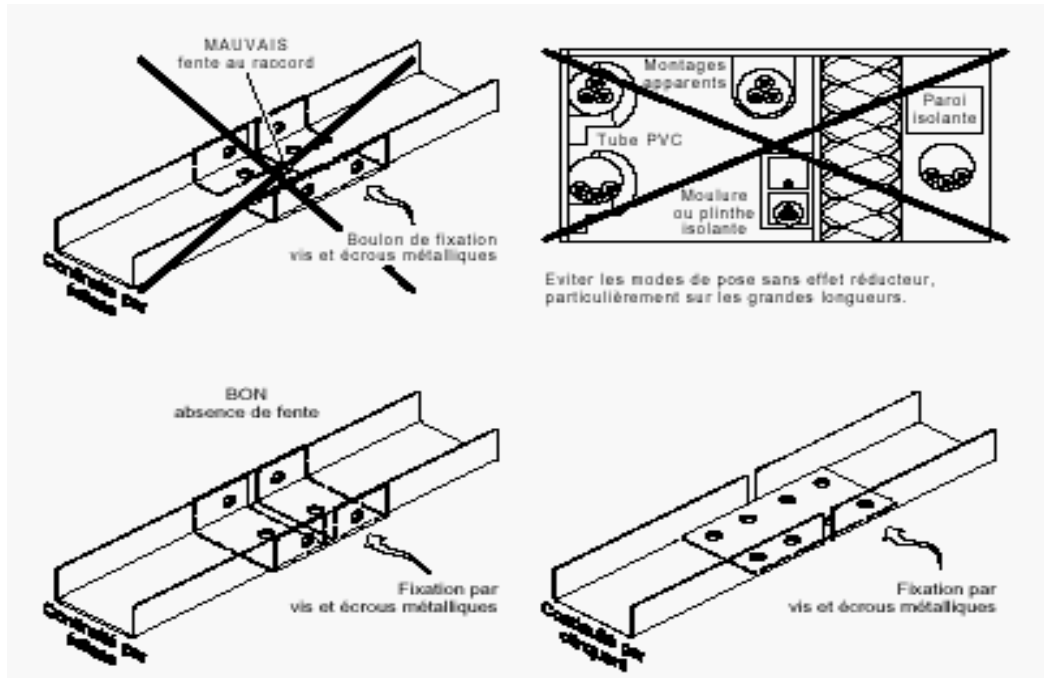
Pour bénéficier de l'effet réducteur, le chemin de câble doit accompagner les câbles de bout en bout.

Les chemins de câbles doivent être connectés sur tous les boîtiers utilisés pour les liaisons (armoires, coffrets, boîtes de raccordement, etc...).

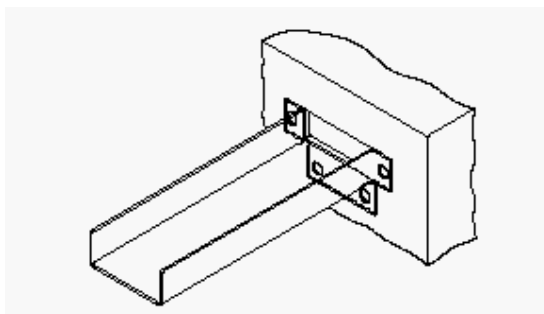
Aucune liaison filaire ne doit être utilisée pour assurer la continuité du support.

Lors de raccordement de différents tronçons, la continuité doit être assurée sans laisser de trous.

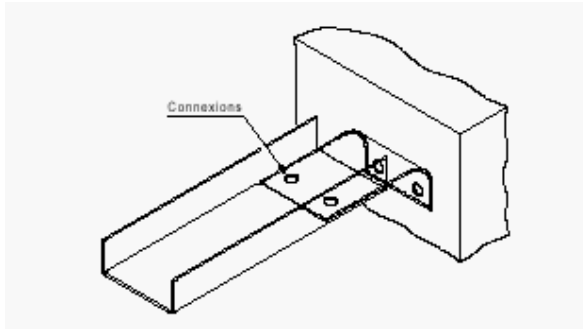
On utilise au choix, un feuillard métallique plaqué dans le fond de la goulotte sur 50 cm, de part et d'autre du raccord, ou une éclisse venant recouvrir le raccord par dessous.



Le raccordement de la goulotte est réalisé directement sur l'armoire.

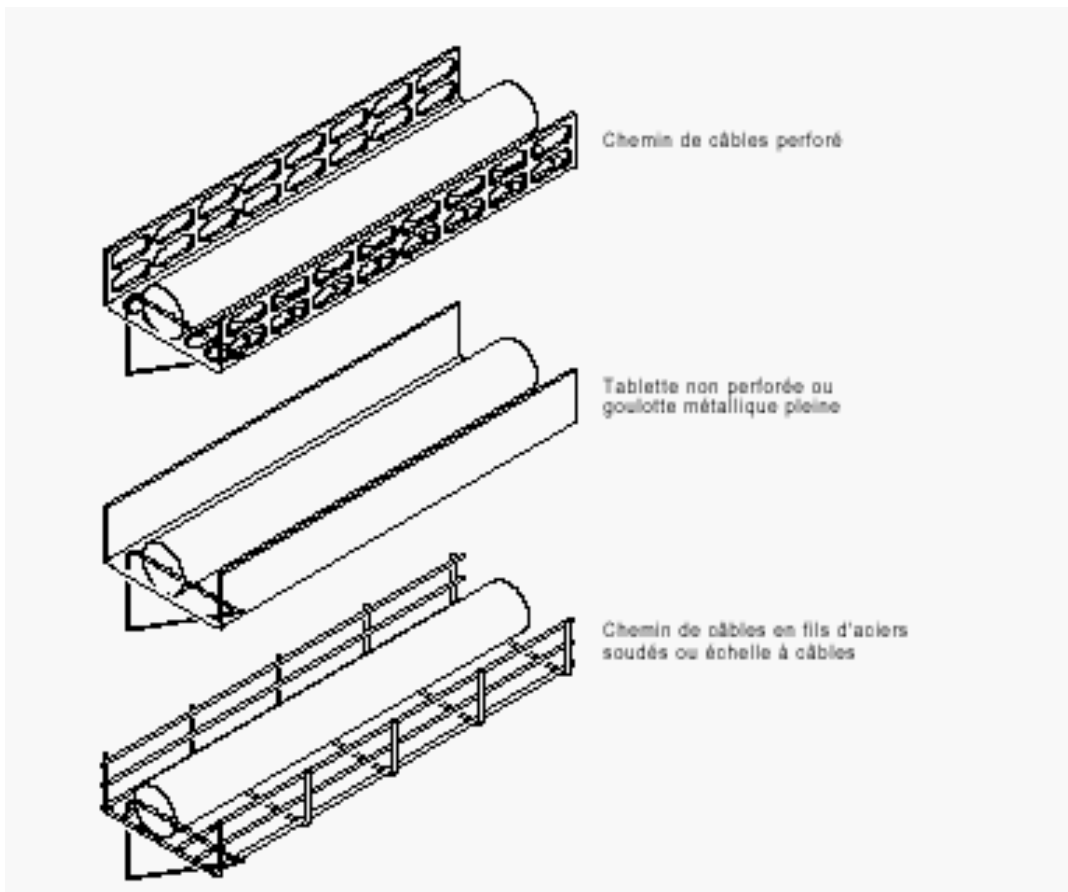


Si un raccordement direct est impossible, on place un feuillard métallique dans le fond de la goulotte.



Privilégier les modes de pose avec effet réducteur.

Si la goulotte métallique est assemblable par emboîtement, s'assurer de la continuité des masses par des vis et écrous métalliques.



4.6 Règles de câblage

Effets réducteurs

Favoriser l'effet réducteur entre les différents conducteurs d'une même famille et entre les différentes familles de câbles :

Le conducteur retour doit toujours être voisin du conducteur aller.

Chaque signal analogique est transmis par paire torsadée blindée.

Les signaux numériques sont transmis par paire torsadée blindée ou par câbles coaxiaux.

Pour les liaisons TOR, il faut un commun par câble.

Il est souhaitable d'avoir trois types de goulottes différentes :

Goulotte câbles de mesures :

- réservée aux signaux de famille 1
- liaison bas niveau, les signaux sont transmis par conducteur en paire blindée
- les câbles doivent être surblindés

Goulotte câbles de contrôles/commandes :

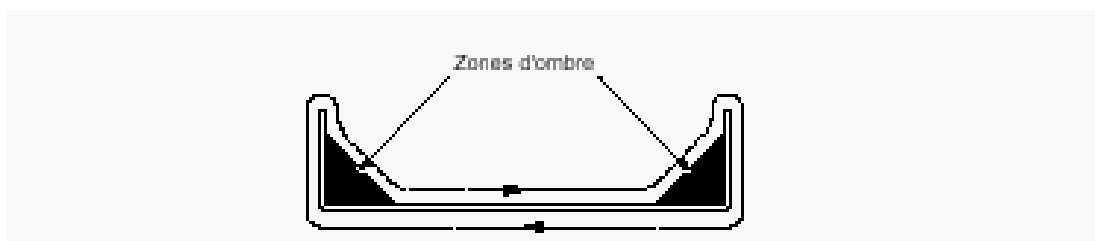
- réservée aux signaux des familles 2 et 3
- réseaux locaux, liaisons numériques, vidéo. On place dans cette goulotte toutes les liaisons de contrôle/commande qui ne comporte pas de contacts secs
- les câbles non blindés sont placés dans les zones d'ombre et les câbles blindés au centre de la goulotte.

Goulotte câbles de puissance :

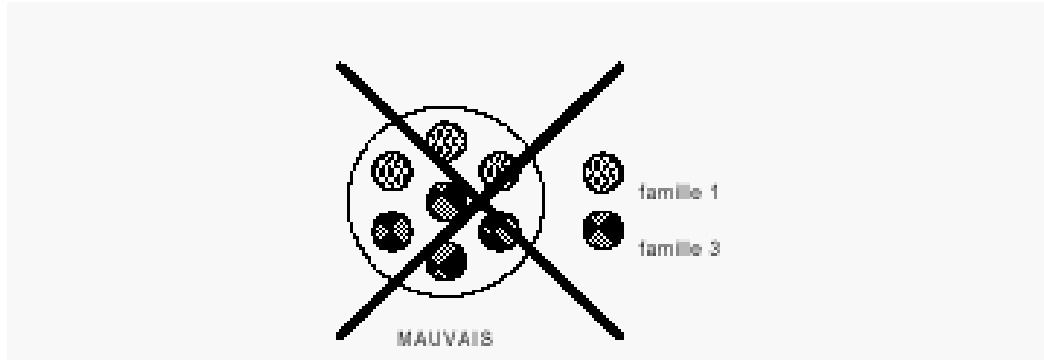
- réservée aux signaux de la famille 4
- alimentation, entrées et sorties variateur de vitesse
- liaisons commutées (contacts secs)
- les câbles des sorties variateurs (moteur, consignes, asservissement) sont blindés et connectés à la masse aux deux extrémités

Il faut tenir compte des règles suivantes :

- Il est souhaitable de plaquer les câbles contre les structures équipotentielles de masse.
- Eloigner si possible les câbles perturbateurs (familles 3 et 4) des câbles sensibles (familles 1 et 2). En pratique, 30 cm suffisent.
- Si un câble est surblindé, il est possible de le rapprocher sans limite de proximité, de câbles de familles différentes.
- Utiliser l'effet réducteur des chemins de câbles métalliques. Placer les câbles sensibles dans une zone d'ombre et les câbles perturbateurs dans la zone d'ombre opposée.



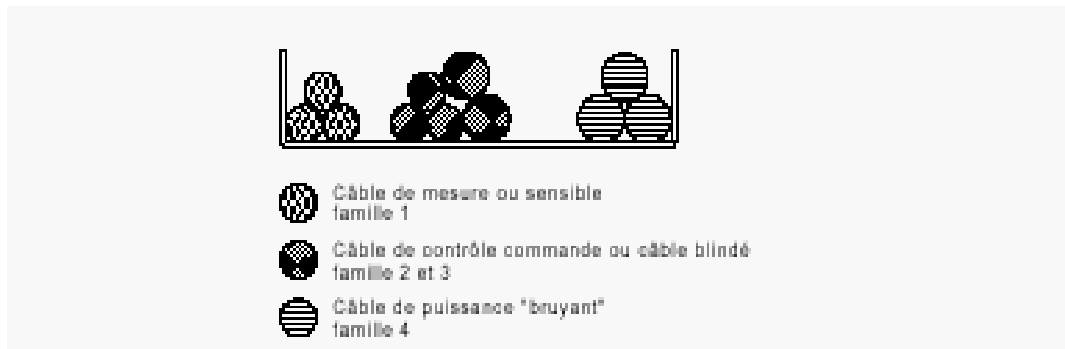
On ne place jamais dans un même câble des signaux de famille différentes (sauf s'il est prévu à cet effet).



En fonction de ces éléments et pour des raisons économiques les trois solutions pratiques suivantes peuvent être retenues :

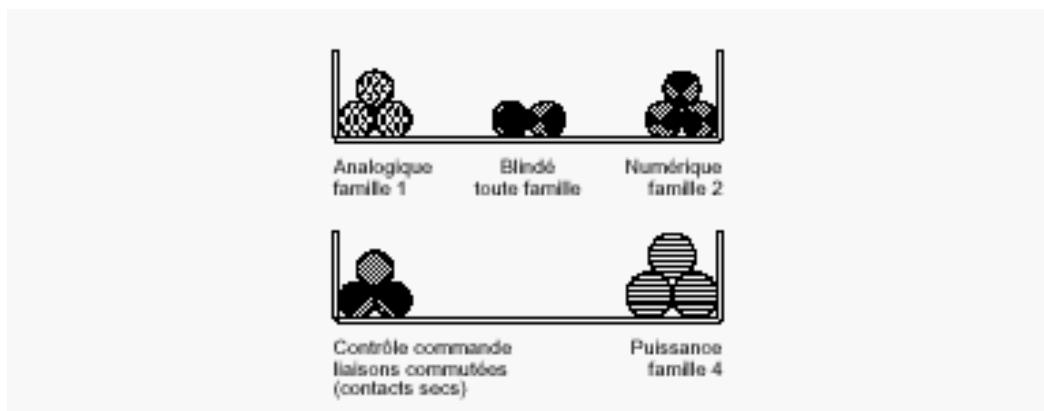
Solution 1

Machine de faible étendue mais forte concentration de signaux de familles différentes. Les câbles sont placés dans une même goulotte.



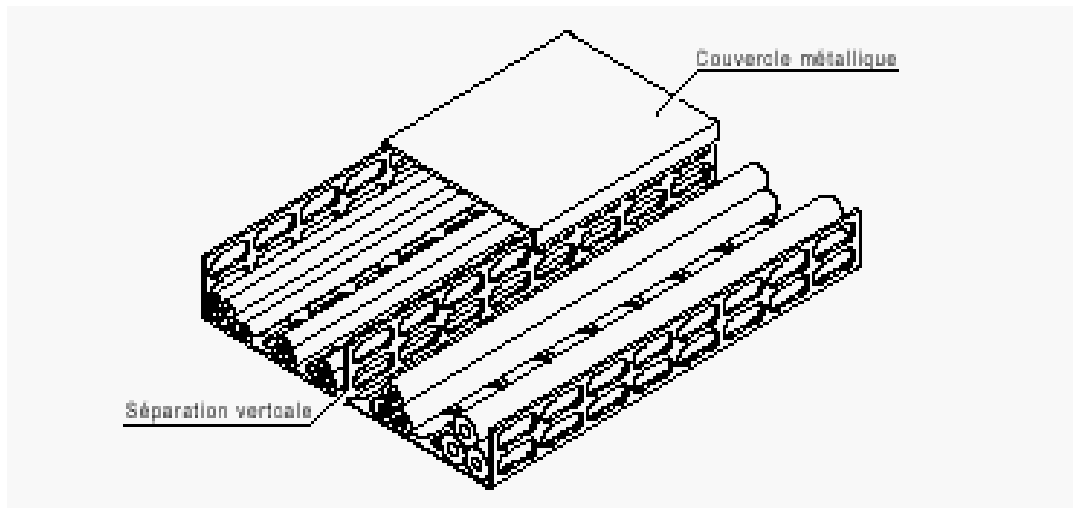
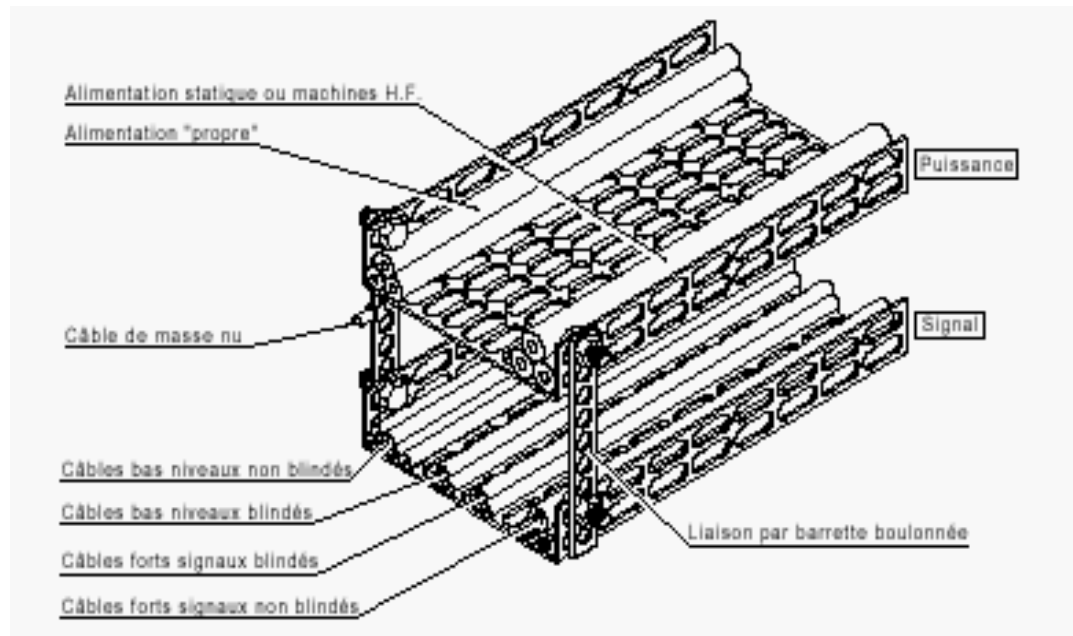
Solution 2

Machine de grande étendue. Les câbles sont placés dans deux goulottes.



Solution 3

Les différentes goulottes sont, soit accolées, soit superposées. Une goulotte à séparation centrale est également utilisable.



Réduire les couplages HF par l'intermédiaire des conducteurs libres :

Les conducteurs libres des familles 2, 3 et 4 doivent être systématiquement reliés à la masse des chassis aux deux extrémités (complément au paragraphe 15.4.7 de la norme EN 60204-1)

Limiter les perturbations à la source :

Utiliser des filtres RC sur les moteurs asynchrones non pilotés par variateurs.

4.7 Blindages

Effets réducteurs

Choisir et bien raccorder les blindages et le surblindage des câbles de façon à favoriser l'effet réducteur :

Les câbles blindés sont au minimum de type simple tresse. Les câbles blindés à feuillard sont à éviter du fait de leur fragilité de mise en œuvre.

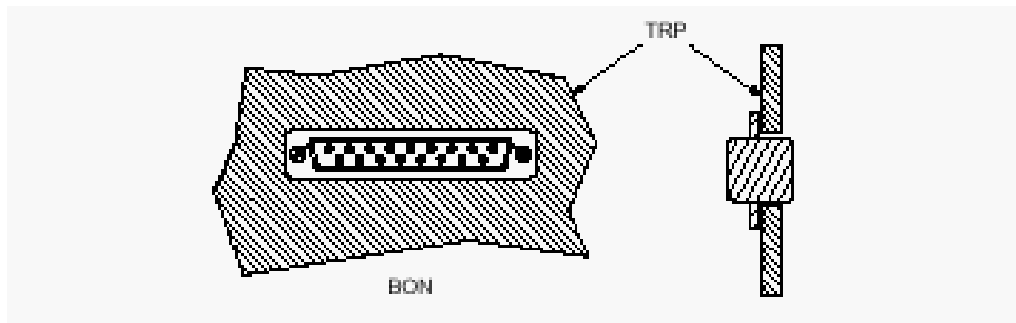
Le raccordement du blindage se fait aux deux extrémités à l'exception de la famille 1 des blindages des capteurs analogiques très bas niveau (pont de jauge, sonde de température, etc...). Dans ce cas le blindage est uniquement raccordé coté équipement électronique.

Le surblindage doit toujours être relié à la masse aux deux extrémités.

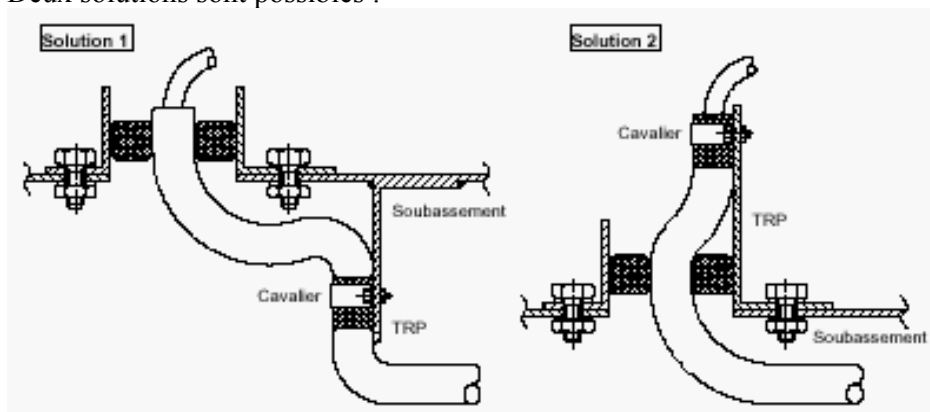
Le blindage doit être connecté au niveau de la TRP par un système assurant un contact sur au moins 180°.

Le connecteur blindé doit assurer une continuité de blindage sur 360° (prises et prolongateurs).

Le corps et l'embase du connecteur doivent être métalliques et reliés à la masse.



Un raccordement par cavalier, directement sur la TRP est satisfaisant dans la plus part des cas. La TRP est soudée au chassis ou connectée par des vis et écrous métalliques (tous les 10 cm). Le revêtement de la TRP doit permettre un contact blindage/TRP maximum. Deux solutions sont possibles :



Raccordement des blindages des câbles du côté capteur/actionneur :

Utiliser des presses étoupes spéciales pour assurer la mise à la masse sur 360°.

Raccordement des blindages entre deux baies à l'intérieur de l'armoire :

Assurer la mise à la masse des blindages par des colliers conducteurs.

Ces raccordements à la masse se font, si possible sur la carcasse des baies, sur les parties prévues à cet effet ou sur la platine support de la baie

Boîte de raccordement :

La continuité du blindage doit être assurée sur toute la longueur de la liaison.

Lors du passage dans les boîtes (qui doivent être métalliques), les reprises du blindage doivent être réalisées au niveau de la TRP de la boîte, comme indiqué ci-dessus ou par des presse étoupes spéciaux prévus à cet effet.

5. LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE

Documents cités

Pour les documents non datés, la dernière version en vigueur s'applique.

Directive européenne :

La directive 89/336/CEE dite directive CEM.

Normes européennes :

EN 50081-2 : Compatibilité électromagnétique – Norme générique émission .
Partie 2 : Environnement industriel.

EN 50082-2 : Compatibilité électromagnétique – Norme générique immunité .
Partie 2 : Environnement industriel.

EN 55011 : Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations radioélectriques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radio-électrique.

EN 55022 : Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations radioélectriques produites par les appareils de traitement de l'information.

EN 61000-4-1: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 1 : Vue d'ensemble sur les essais d'immunité – Publication fondamentale en CEM.

EN 61000-4-2: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 2 : Immunité aux décharges électrostatiques – Publication fondamentale en CEM.

EN 61000-4-3: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 3 : Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques.

- EN 61000-4-4: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 4 : Immunité aux transitoires en salves – Publication fondamentale en CEM.
- EN 61000-4-5: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 5 : Immunité aux ondes de choc – Publication fondamentale en CEM.
- EN 61000-4-6: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 6 : Immunité aux perturbations conduites et induites par les champs radioélectriques.
- EN 61000-4-7: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 7 : Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés.
- EN 61000-4-8: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 8 : Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau – Publication fondamentale en CEM.
- EN 61000-4-9: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 9 : Essai d'immunité au champ magnétique impulsionnel – Publication fondamentale en CEM.
- EN 61000-4-10: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 10 : Essai d'immunité au champ magnétique oscillatoire amorti – Publication fondamentale en CEM.
- EN 61000-4-11: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 11 : Essai d'immunité relatif au creux de tension, coupures brèves et variations de tension.
- EN 61000-4-12: Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4 : techniques d'essai et de mesure- section 12 : Essai d'immunité relatifs aux ondes oscillatoires – Publication fondamentale en CEM.
- EN 60204-1: Equipement électriques des machines industrielles.
Partie 1 : Règles générales.
- EN 61800-3: Equipement électriques de puissance à vitesse variable.
Partie 3 : Norme de produits relative à la CEM incluant les méthodes d'essais spécifiques.

Norme française :

NF C 15-100 :Installations électriques basse tension – Règles.

Norme CNOMO :

E03.15.600.N : Equipement électrique des machines et installations industrielles – Règles générales – complément de EN 60204-1.