

Guide réseau MODBUS

Merlin Gerin

Guide technique

2000

Merlin Gerin

Modicon

Square D

Telemecanique

Introduction

Généralités	3
Les réseaux locaux	4
Mise en garde	5

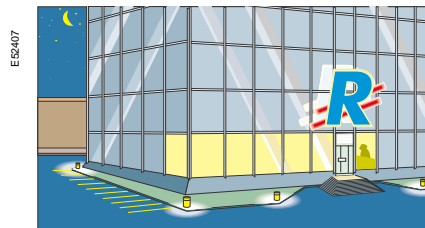
Il existe différents types de réseaux en fonction de leur étendue :



■ WAN : Wide Area Network.



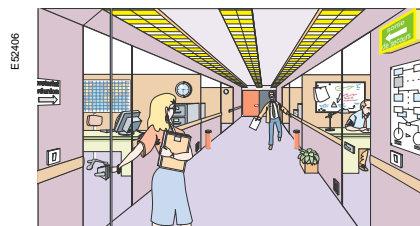
■ MAN : Metropolitan Area Network.



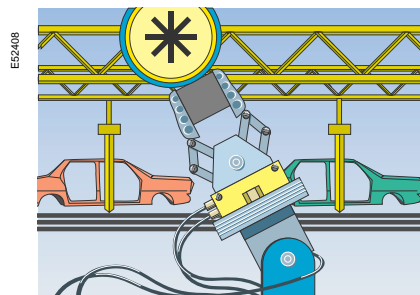
■ LAN : Local Area Network.

Les réseaux LAN se divisent en deux catégories :

□ RLE : Réseaux Locaux d'Entreprises



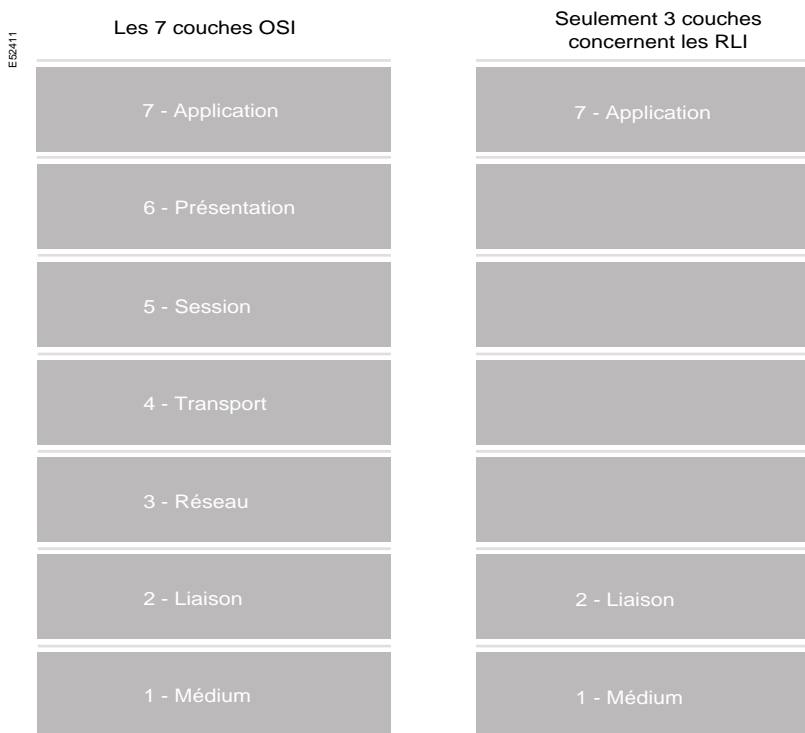
□ RLI : Réseaux Locaux Industriels



Les réseaux locaux sont normalisés suivant le modèle OSI.

Définition : OSI, Open Systems Interconnection.

Cette norme décrit sept niveaux :



Ce document décrit avec précision les caractéristiques du "Médium" utilisé dans la communication des produits "Power Logic System".

Il détaille :

- La mise en œuvre physique (couche 1).
- Le protocole ModBus supporté par ce médium qui peut être classé dans le niveau 2 du modèle OSI.

Quant à la couche application, elle est abordée en partie dans le 3^{ème} chapitre (Mise en œuvre dans les produits), mais elle est plutôt concernée par le logiciel d'application qui ne fait pas l'objet de ce guide.

Pour les autres :

- La couche 3 "Réseau" gère l'interconnexion de réseaux locaux (couches 1, 2, 7).
- La couche 4 "Transport" compense les risques de problèmes rencontrés sur la couche 3.
- Les couches 5 et 6 "Session et Présentation" concernent "l'Operating System". Elles gèrent la synchronisation des messages, les priorités, le langage, le secret, etc...

En cas d'incompatibilité entre les recommandations de ce manuel et les instructions particulières d'un équipement, ce sont ces dernières qui priment.
Les règles de sécurité prédominent sur les contraintes de CEM.

Avec l'évolution rapide de l'électronique en milieu industriel, il n'est plus possible d'ignorer les problèmes de Compatibilité Electro-Magnétique (C.E.M.). De ce fait, des précautions sont à prendre lorsqu'on connecte des équipements entre eux (équipements en réseaux, automatismes, entrées/sorties déportées, etc...) de manière à ce qu'ils remplissent les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus, dans un environnement électro-magnétique pouvant être perturbé.

Ce document est donc destiné :

- Aux bureaux d'études afin de prévoir les moyens nécessaires à la mise en œuvre des câbles destinés à la communication (bornes de raccordement, longueur de la filerie, définition de la topologie, etc...).
- Aux metteurs en œuvre afin de les aider à réaliser des liaisons de communications.
- Aux intégrateurs, chargé de la prise en compte de la communication dans des applications intégrant les produits SCHNEIDER.

Règles de câblage

Rappel	9
Définition et limitations	9
Les terres, les masses	10
Les régimes de neutre	17
Les phénomènes CEM	19
Choix du support physique de communication	20
Les différents types de Médium	20
Exemple de choix	23
Règles de mise en œuvre	24
Sensibilité des différentes familles de câbles	24
Mise en œuvre des câbles blindés	24
Le câblage entre deux armoires	30
En résumé	35
Règles essentielles	35

Ce document donne les règles "minimales" à respecter, mais il ne se substitue pas aux instructions ou aux normes spécifiques pour une installation particulière.



Le marquage CE est réglementaire en Europe. Il ne garantit pas, à lui seul, les performances réelles des systèmes vis à vis de la C.E.M..

Définition : La CEM (Compatibilité Electro-Magnétique) est l'aptitude d'un équipement ou d'un système, à fonctionner correctement dans son environnement électromagnétique, sans engendrer de perturbations électromagnétiques intolérables pour cet environnement ou pour tout équipement voisin.

Les principaux problèmes pouvant découler du non-respect de ces recommandations, sont liés essentiellement à une sensibilité accrue aux phénomènes de CEM.

Définition et limitations

Mise en garde

Choix des composants

Le premier des principes à respecter, concerne le choix des composants du système. Ceux-ci doivent être conformes aux normes CEM.

Mise en œuvre

Le respect d'un certain nombre de règles pour la mise en œuvre des câbles de communication est primordiale pour garantir un fonctionnement optimum dans un environnement donné.

Installation

Il est impératif de suivre les instructions d'installation préconisées par le constructeur, sans modification du produit.

Remarque : l'application à l'origine de solutions appropriées est toujours moins coûteuse que les modifications palliatives mises en œuvre à postériori.

Définition : Le rôle d'un réseau de terre est d'écouler dans le sol :

- Les courants de fuite et de défaut des équipements.
- Les courants de mode commun des câbles extérieurs (énergie et Telecom principalement).
- Le courant direct de foudre.
- Il permet de répondre aux exigences de protection des personnes (25 V CA ou 50 V CC).

Les terres, les masses

Notion de terre de protection

La connexion des différentes masses mécaniques des équipements par des conducteurs de terre (fils verts/jaunes ou PE) constitue un chemin de faible impédance en basse fréquence.

L'équipotentialité ainsi créée évite que deux parties métalliques simultanément accessibles ne présentent un potentiel dangereux pour l'homme (supérieur à 25 V CA ou 50 V CC).

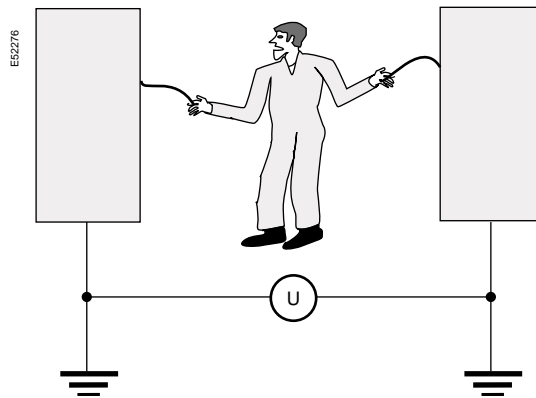
Cela répond aux exigences de protection des personnes.

Ce chemin de faible impédance est connecté en un point de terre unique par bâtiment (terre, puit de terre, ceinture de terre, grille de terre...) au travers duquel s'écoule les courants de Mode Commun.

La connexion des différentes masses par des conducteurs de terre n'assure pas l'équipotentialité HF favorable à une meilleure immunité aux parasites (les fils PE sont trop impédants ($1 \mu\text{H/m}$)).

Les différents régimes de neutre influent sur la sécurité des personnes, ils ont peu d'importance vis à vis de l'immunité aux parasites des équipements.

L'accès simultané à deux terres non inter-connectées présente un danger, il est nécessaire de les réunir.



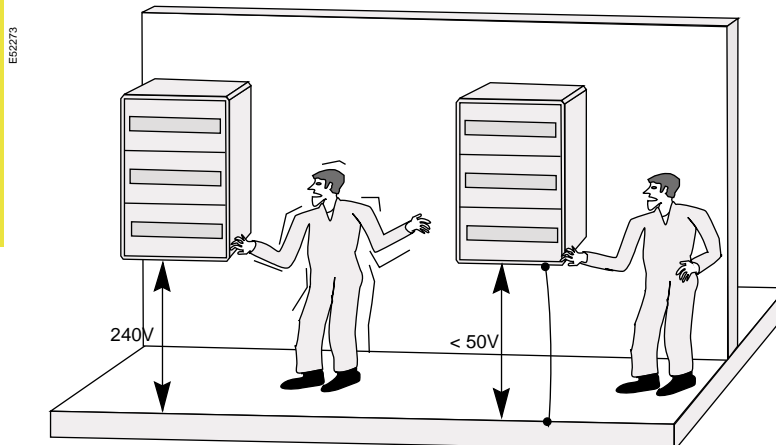
Pour assurer le bon fonctionnement des équipements et la sécurité des personnes, il est nécessaire d'interconnecter toutes les terres, seule l'équipotentialité importe.

Les liaisons à la terre permettent la protection :

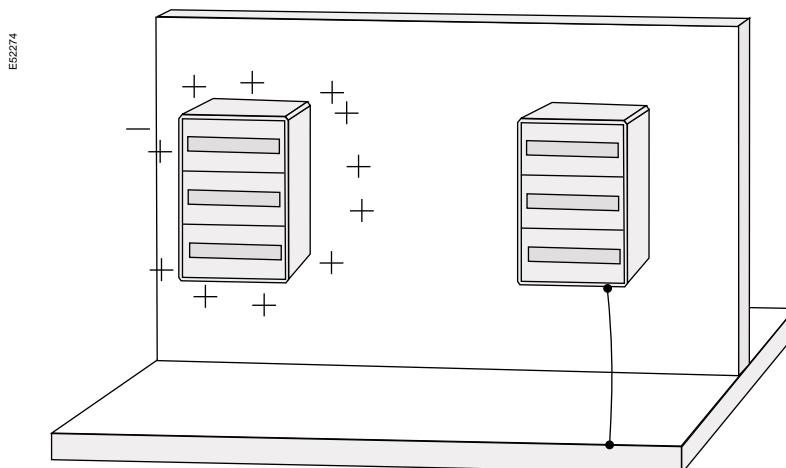
- Des personnes.
- Contre les décharges électro-statiques.
- Contre les courants de foudre.

Les Terres

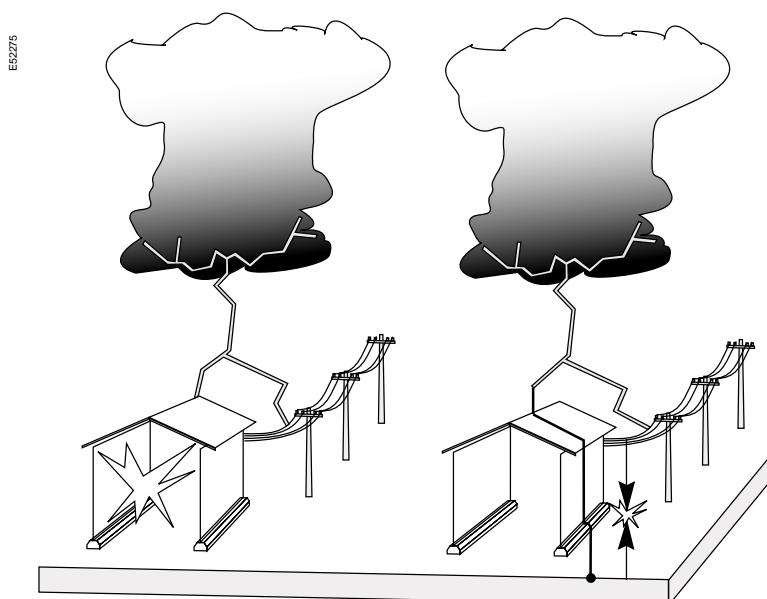
Protection des personnes



Protection contre les décharges Electro-Statiques



Protection contre les courants de foudre



Définition : Une masse est une partie métallique accessible, isolée des parties actives du matériel, mais pouvant être mise accidentellement sous tension.

Les masses permettent de garantir le bon fonctionnement des systèmes en assurant une immunité aux différentes perturbations. Dans le cas de fréquences élevées, le meilleur moyen de garantir un bon fonctionnement est de conserver une bonne équipotentialité entre équipements. Les équipements et systèmes électroniques doivent donc être interconnectés.

Les Masses

L'interconnexion de tous les éléments métalliques (structures de bâtiment, tuyauteries, chemins de câbles, équipements et enveloppes d'équipements...) entre eux constituent un chemin de faible impédance en HF.

L'équipotentialité de ce maillage des masses assure une bonne immunité aux parasites en affaiblissant toutes les tensions HF pouvant exister entre équipements communiquant et ce, sur une large bande de fréquence.

Cette notion répond à des exigences de fonctionnement.

L'interconnexion des éléments métalliques doit être effectuée par vis, écrous, tresses métalliques larges et courtes (25 mm² et de longueur inférieure à 30 cm) ou toute pièce métallique de ce type.

L'impédance trop élevée des conducteurs masse PE les rend inaptes à assurer ces liaisons.

Le réseau de masses doit être relié à la terre.

Cas des courants en mode commun

Comme une masse sert de référence de potentiel pour les équipements électroniques et de retour pour les courants de mode commun, il en résulte que tout courant qui pénètre par un câble dans un équipement isolé des masses, en ressort par les autres câbles.

Lorsque les masses sont mal maillées, un câble supportant un courant de mode commun perturbe tous les autres. Un bon maillage des masses réduit ce phénomène.



A la différence de la sécurité des personnes qui est une contrainte basse fréquence, l'équipotentialité entre équipements doit rester satisfaisante, surtout pour les équipements numériques et ce jusqu'à des fréquences très élevées.

Pour être efficace un réseau enterré doit être maillé :

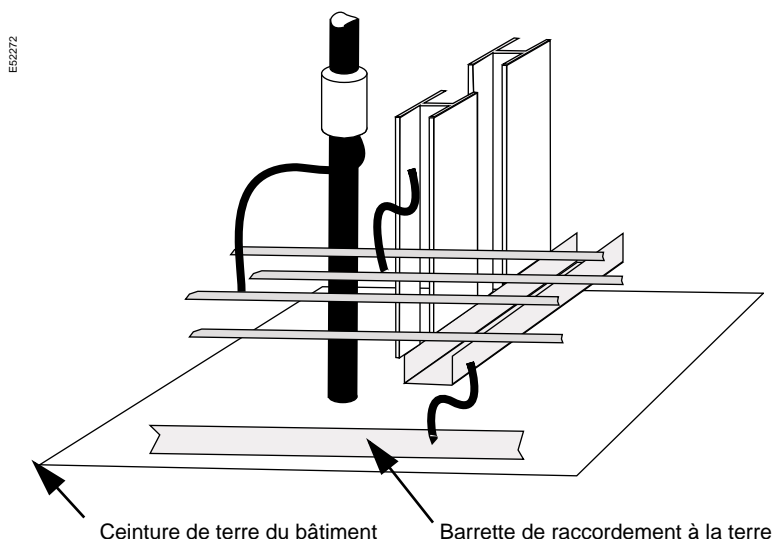
- Pour les bâtiments de faible surface (env. 10 m²), une simple ceinture enterrée suffit.
- Pour les bâtiments neufs de grande surface au sol, le maillage des conducteurs enterrés en grille d'environ 10 m de côté est recommandé.
- Pour les zones où des équipements sensibles aux perturbations électromagnétiques sont implantés, ce maillage doit être inférieur à 2 m de côté.

Définition : Le maillage des masses consiste en un raccordement systématique de toutes les structures métalliques de l'installation (charpente, rambarde, gaine, etc.).



Physiquement, il est plus important de privilégier l'équipotentialité locale du bâtiment à une faible résistance (par rapport à une terre lointaine).

En effet les lignes les plus sensibles sont celles qui interconnectent les équipements entre eux. Afin de limiter la circulation de courants de mode commun sur les câbles qui ne sortent pas du bâtiment, il est nécessaire de limiter les tensions entre équipements interconnectés au cœur du site.

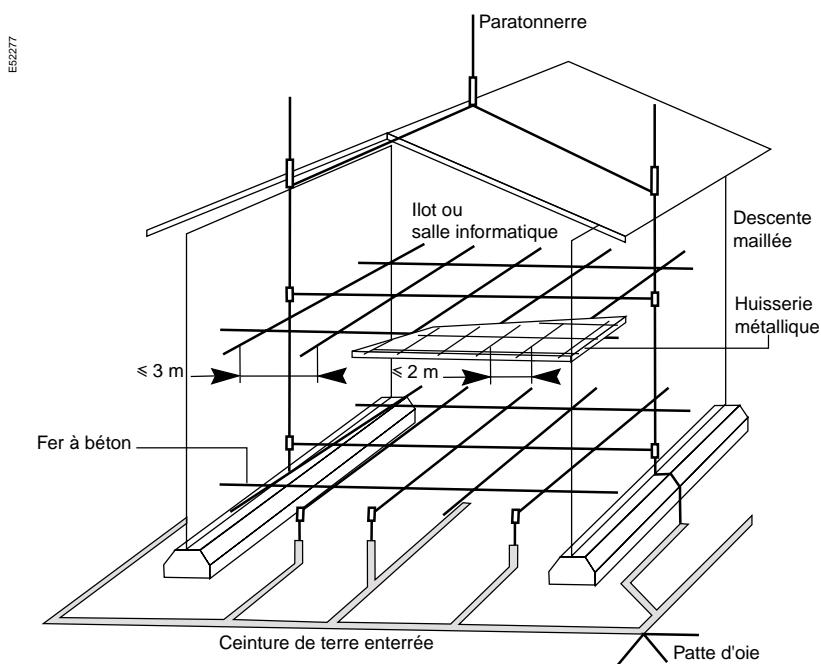


Exemple de maillage des masses sur un bâtiment

Le maillage des structures métalliques de 2 m x 2 m environ convient.

Les châssis des armoires et des baies doivent être interconnectés aux masses voisines (chemins de câbles, huisseries, machines, charpentes, ...).

Un test d'immunité normalisé (CEI 61000-4-4) utilisant des impulsions répétitives à front raide permet de valider rapidement le bon maillage des masses (chemin de câbles en particulier) au voisinage des points d'injection et les reprises d'écrans des câbles blindés.



Pour les liaisons de données inter-bâtiment, il est fortement recommandé d'utiliser de la fibre optique. Ce type de liaison permet de s'affranchir totalement des problèmes de boucle entre bâtiments.

Protection des pénétrations

Les courants de mode commun provenant de l'extérieur doivent être évacués par le réseau de terre à l'entrée du site pour limiter les différences de potentiels entre équipements.

Toute canalisation conductrice (câble conducteur, tuyauterie conductrice ou tuyauterie isolante qui véhicule un fluide conducteur) entrant dans un bâtiment doit être raccordée à la terre à l'entrée de celui-ci et au plus court.

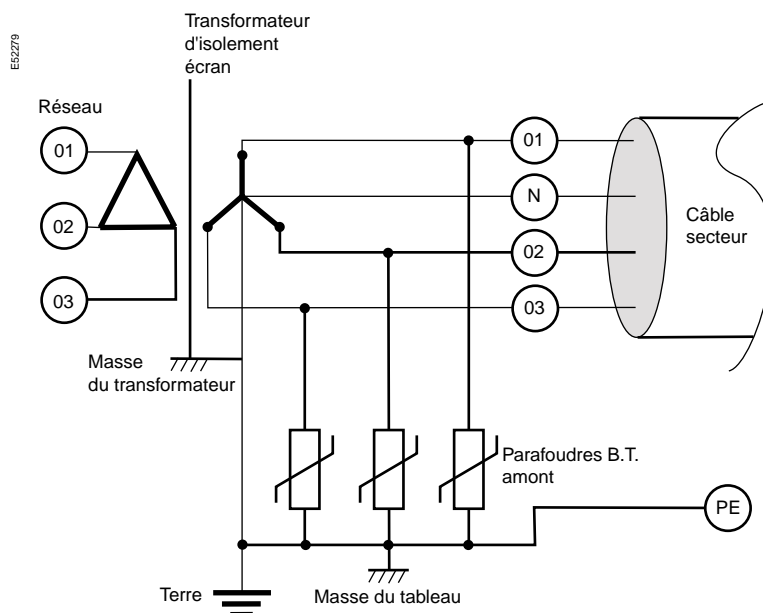


Placez des parasurtenseurs en entrée de bâtiments sur les arrivées :

- D'énergie.
- De télécommunications.
- De câbles de signaux (de données, alarmes, contrôles d'accès, surveillance vidéo, ...).

L'efficacité de tels dispositifs est en grande partie conditionnée par leur installation. Les parasurtenseurs (varistances, éclateurs, etc.) sont connectés directement à la masse du tableau électrique ou des équipements qu'ils protègent. Un raccordement du parasurtenseur uniquement à la terre, au lieu de la masse, est inefficace.

Dans la mesure du possible, les tableaux où sont installés les protections énergie Telecom et signaux, sont placés à proximité d'une barrette de terre.



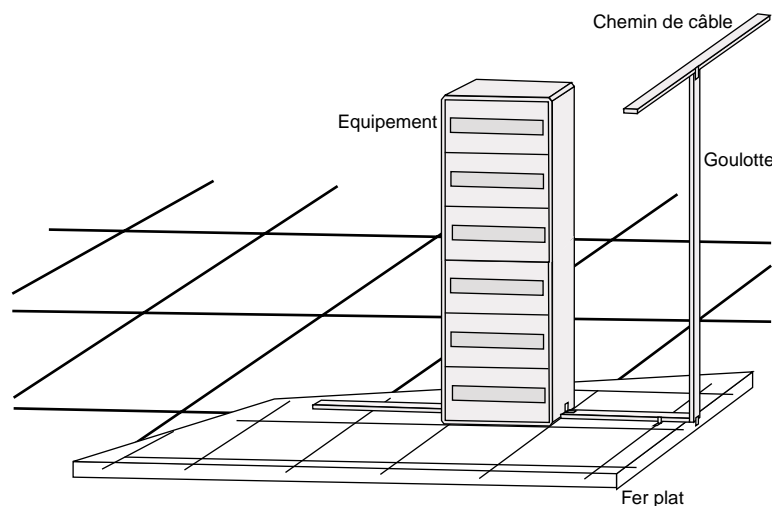
L'expérience montre qu'en milieu industriel, les équipements électroniques sont généralement regroupés dans des zones privilégiées.

Ceci permet d'éviter de mailler la totalité d'un bâtiment :

- Il est nécessaire de définir des îlots regroupant les équipements électroniques.
- Les câbles des capteurs et des actionneurs hors îlots doivent être soigneusement blindés.

Exemple de maillage des masses sur un îlot

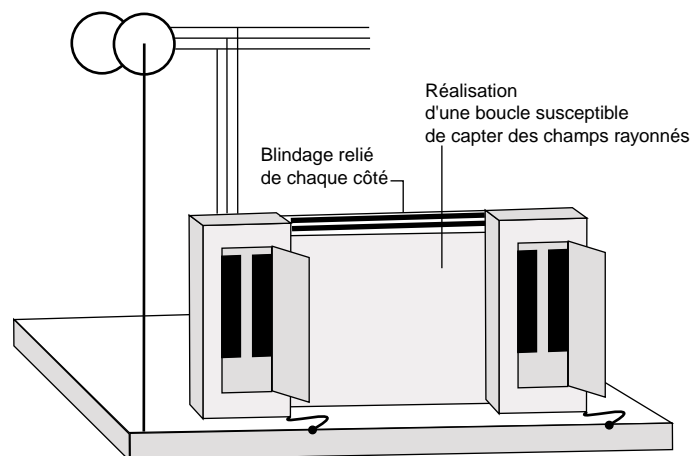
Lorsque les équipements électroniques sont regroupés dans une zone dont la dimension dépasse une dizaine de mètres au carré, réalisez un maillage de 2 m² à 3 m² par l'interconnexion des différentes structures de masses et des armoires.



Les différents schémas de liaison à la terre sont équivalents pour la sécurité des personnes et leur importance est limitée vis à vis de la CEM. Il faut toutefois prendre en compte certaines particularités de ces différents modes de raccordement à la terre.

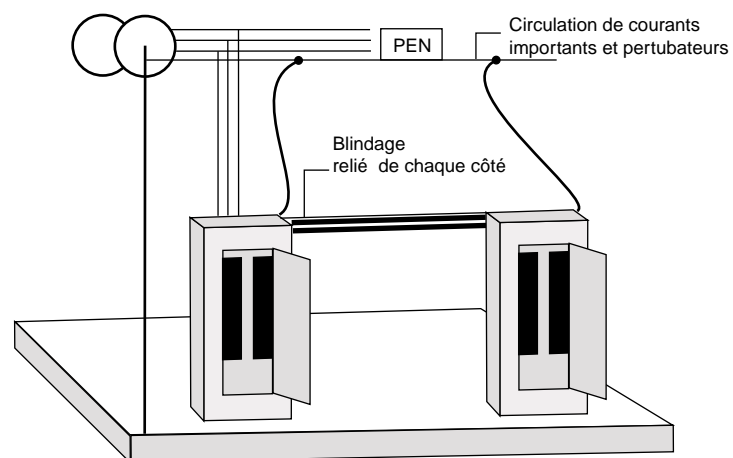
Les régimes de neutre

Schéma TT



Attention aux surtensions possibles dues à des prises de terre distinctes dont les potentiels évoluent séparément.

Schéma TN-C



Si la distribution est en TN-C, il est fortement conseillé d'adopter le schéma TN-S dès la pénétration dans le bâtiment.

C'est le meilleur schéma d'un point de vue CEM :

- Risque de boucle faible (CEM rayonnée).
- Le courant du neutre ne circule pas dans le conducteur de protection (CEM conduite).

Attention aux équipotentialités des masses.

Schéma TN-S

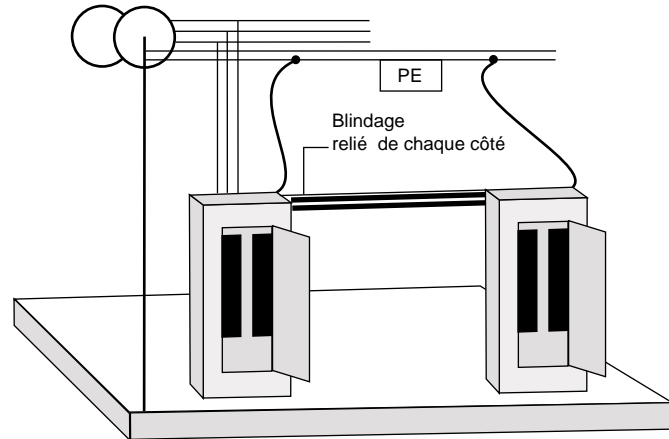
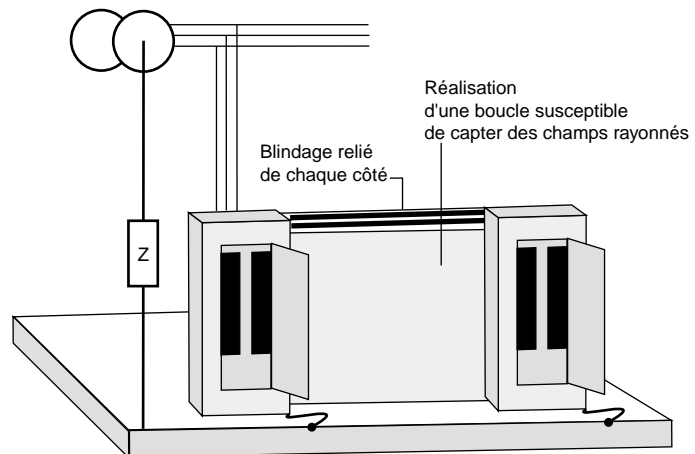


Schéma IT



Un premier défaut d'isolement peut faire apparaître la tension composée entre un conducteur de phase et la masse des matériels.

Cette contrainte n'est pas acceptable pour les matériels électroniques alimentés directement entre phase et neutre et dont la conception ne prévoit pas de supporter cette tension.

Exemple : tenue des filtres RFI des (gros) variateurs de vitesse.

Le principal problème CEM est celui des perturbations conduites en mode commun.

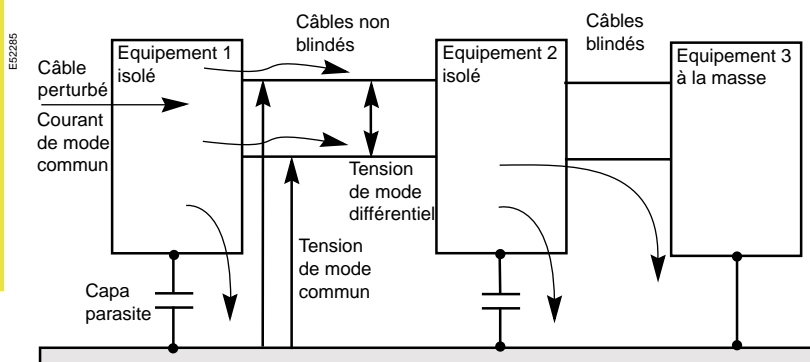
Les tensions de mode commun ont pour origine :

- Le couplage par effet d'antenne.
- Le couplage par impédance commune.
- Le couplage câble à câble : par diaphonie capacitive (si champs électriques) ou par diaphonie inductive (si champs magnétiques).
- Le couplage "champ à câble" ou par effet d'antenne : cas des boucles (fermées ou non).

Les phénomènes CEM

Les perturbations et leurs effets :

- Qu'elles soient conduites ou rayonnées, leur présence génère des courants de mode commun qui, en circulant dans les équipements, provoquent des dysfonctionnements.



Les solutions :

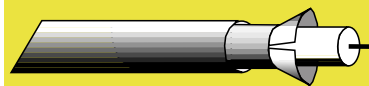
- Plaquez les conducteurs sur les plans de masse pour supprimer les risques de formation de boucle.
- Effectuez une bonne équipotentialité des masses pour limiter la circulation des courants perturbateurs.
- Séparez les conducteurs par "catégories" pour diminuer les effets du couplage diaphonique.
- Raccordez tous les conducteurs afin de supprimer les risques d'antennes.

Trois types de conducteurs peuvent être utilisés :

■ Les paires métalliques.



■ Les câbles coaxiaux.



■ Les fibres optiques.



L'utilisation de paires torsadées avec une tresse comme blindage est préconisée pour toutes les liaisons de communication en RS485 des produits Schneider Electric.

Définition : (selon CEI 439-1) Le blindage est une protection des conducteurs ou des matériels contre les perturbations provoquées en particulier par le rayonnement électromagnétique d'autres conducteurs ou matériels.

Les différents types de Médium

Deux types de blindages :

Type	Avantage	Inconvénient
Câbles à feuillard. 	Mise en œuvre facile.	Fragilité. L'effet protecteur en haute fréquence d'un feuillard est dégradé par les différentes manipulations du câble : traction, torsion.
Câble blindé simple tresse. 	Excellente protection contre les perturbations électromagnétiques, particulièrement en hautes fréquences. Mise en œuvre assez simple. Robustesse. Compatibilité avec les connectiques Sub-D ou mini-DIN.	L'efficacité d'un câble blindé dépend du choix de l'écran et surtout, de sa mise en œuvre.

Nota : L'effet protecteur d'un câble blindé peut atteindre un rapport 100 avec une simple tresse à partir de quelques MHz si les connexions de l'écran sont convenables.

Le choix d'un câble blindé est justifié dans deux cas :

- Pour limiter les perturbations extérieures pouvant affecter un câble "sensible".
- Pour éviter à un conducteur "polluant" de rayonner sur des câbles (ou équipements) voisins.



Seule la paire métallique est détaillée ci-après, celle-ci étant le conducteur le plus utilisé de nos jours en transmission de données.

Ses avantages :

- Un prix inférieur à tout autre support (environ 2 Fr/m).
- La facilité de mise en œuvre.
- La connectique simple et peu coûteuse.

Ses inconvénients majeurs :

- L'atténuation importante du signal : au-delà de 2000 m environ, il faut utiliser des circuits de régénération du signal.
- La distorsion du signal : inadmissible pour des vitesses de transmission importantes (supérieures à quelques Mbits/sec.).
- Faible bande passante.
- Le phénomène de diaphonie entre paires dans un même câble. L'utilisation de câble avec écran permet de limiter ce phénomène.

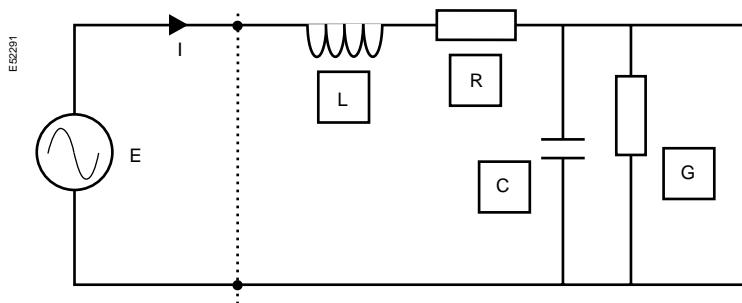
Tableau récapitulatif des différents supports :

Support	Débit	Distance	Remarques	Ordre de prix
Paire torsadée blindée	Typ. : 100 Kbits/s Max. : 500 Kbits/s	1 Km	Pose facile Raccord aisé Immunité faible	2 à 3 F/m
Coaxial Bande de base	Typ. : 1 Mbits/s Max. : 50 Mbits/s	2,5 Km	Raccord facile Bonne immunité Performances	4 à 8 F/m
Coaxial Large Bande	Typ. : 300 Mbits/s	10 à 50 Km	Idem	4 à 8 F/m
Fibres optiques	1 Gbits/s	> 10 Km	Immunité parfaite Atténuation faible Grande bande passante Prix encore élevé	30 à 40 F/m

Nota : Vous pouvez aussi utiliser les ondes électromagnétiques qui ne nécessitent pas de support physique.



Schéma équivalent :



L = inductance série

R = résistance série

C = capacité entre fils

G = conductance (plus facile pour le calcul que des résistances en parallèle), représente la perte dans les isolants.

Définition : l'impédance caractéristique (Z_0) en Ω est le modèle simplifié de la représentation du câble. Elle est définie pour une longueur théorique du câble infinie, ce qui permet de s'affranchir de la terminaison de ce câble. Elle dépend des caractéristiques physiques et électriques des conducteurs et varie en fonction de la fréquence.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{(R + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L)}{(G + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C)}}$$

f : fréquence.

j : symbole de la phase (+90°).

Pour les matériaux couramment utilisés comme isolants, G peut être négligé devant $2 \cdot \pi \cdot f \cdot C$.

De même, aux fréquences "peu élevées" (< 1MHz), R devient prépondérant devant $2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$.

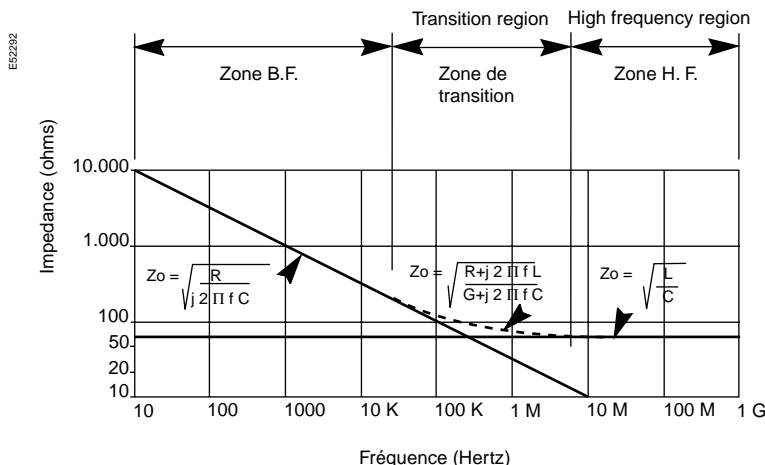
La formule devient donc :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R}{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}}$$

A des fréquences élevées (> 1MHz) la formule devient :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L}{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}} \text{ donc } Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

On peut ainsi tracer la courbe suivante :





Affaiblissement en dB/km :

- C'est la perte de qualité du signal en amplitude.
- Il dépend de la géométrie du câble.
- Il varie en fonction de la fréquence et de la longueur.

Résistance linéique en Ω/m :

- C'est la résistance au passage d'un courant continu (ou d'une fréquence basse).
- Elle dépend de la section du fil et de sa matière.
- Elle varie suivant la longueur et la température.

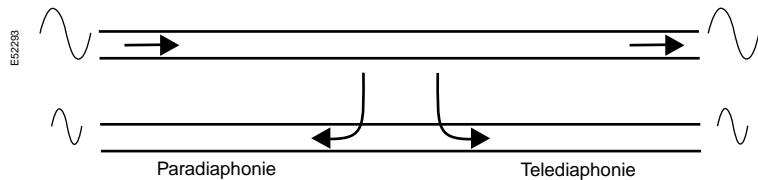
Capacité entre conducteurs en pF/m :

- C'est la capacité mesurée entre deux fils d'une même paire.
- Elle dépend du type et de l'épaisseur de l'isolant utilisé.

Vitesse de propagation en m/s :

- C'est le temps que met le signal pour aller d'un point à l'autre d'un fil.
- Pour des fréquences faibles (où les variations de tension sont beaucoup moins rapides que la propagation), on suppose une vitesse de propagation infinie, d'où une propagation instantanée.
- Pour des fréquences élevées, cette approximation n'est pas valable.

Diaphonie entre paires en dB :



Température d'utilisation en $^{\circ}\text{C}$

- Celle-ci doit tenir compte :
 - ☐ de la température ambiante,
 - ☐ du type de pose du câble,
 - ☐ de son échauffement propre,
 - ☐ de la proximité d'appareils de puissance...

Exemple de choix



- Impédance caractéristique : 120 Ω .
- Atténuation : une tension mini de 0,2 V sur le récepteur est nécessaire pour une tension mini de 1,5 V en sortie d'émetteur :
 - l'atténuation sera donc :
 - Att = 20 Log (Vs/Ve) ; Att maxi = 17 dB sur 1200 m.
 - calcul de la longueur maxi du réseau :
 - longueur (en m) = 1000 x [1-(1- α /c)]
 - α : 14 dB/km
 - α c : atténuation du câble utilisé (en dB/km)
- Résistance linéique : le guide d'application de la norme EIA485 (le TSB89), stipule que la résistance maxi ne doit en aucun cas dépasser 390 Ω (pour les conditions définies dans ce guide et à la température d'utilisation donnée).
 - donc, longueur (en m) = 1000 x [1-(1-R/RI)] :
 - R : 0,325 Ω /m
 - RI : résistance linéique du câble utilisé (en Ω /m).
- Capacité entre conducteurs :
 - temps de montée ou de descente du signal $T_r < 0,3 T_{ui}$ (où T_{ui} = Time unit interval = 1/Br & Br = Baud rate).
 - Les temps de transitions sont pris entre 10% et 90% de l'amplitude totale du signal Vss (env. 2 τ avec $\tau = RI \times CI$).
 - Donc $CI < 0,3 / (Br \times RI \times 2)$.
- Température d'utilisation : > 70°C (Température ambiante maxi dans le tableau).

Application avec une liaison RS485 à 19200 Bds sur une longueur de bus de 1000 m

- Impédance caractéristique : 120 Ω .
- Atténuation du câble = 20 dB/Km à 19200 Bds :
 - longueur = 1000 x [1-(1-14/20)],
 - longueur maxi = 700 m,
 - cette longueur étant incompatible avec les 1000 m de bus souhaités, il faut donc un câble avec une atténuation de 14 dB/km maxi.
- Résistance linéique : 0,213 Ω /m (à la température d'utilisation) :
 - longueur = 1000 x [1-(1-0,325/0,213)],
 - longueur maxi = 1525 m.
- Capacité entre conducteurs :
 - $CI < 0,3 / (19200 \times 213 \times 2)$,
 - $CI < 36,6$ nF soit < 36,6 pF/m.
- Température d'utilisation : > 70°C.
Exemple : BELDEN ref. 9842 pour les applications RS422 / RS485.

Sensibilité des différentes familles de câbles



Famille	Câbles	Type de signal	Comportement CEM
1	Analogiques	Circuits d'alimentation et de mesure des capteurs analogiques	Signaux sensibles
2	Numériques et télécom	Circuits numériques et bus de données	Ces signaux sont sensibles. Ils sont par ailleurs perturbateurs pour la famille 1
3	De relaying	Circuits des contacts secs avec risques de réamorçages	Ces signaux sont perturbateurs pour les familles 1 et 2
4	Alimentation	Circuits d'alimentation et de puissance	Ces signaux sont perturbateurs

Remarque : un câble blindé n'est plus perturbateur ni susceptible.

■ Lors de l'installation des appareils, il est nécessaire de toujours respecter les consignes édictées par le constructeur.
 ■ Il est nécessaire de toujours adapter la configuration du câblage à la topologie supportée par le système. Cette configuration diffère si le réseau est en étoile, en anneau, ou en bus.
 Dans tout les cas, les règles indiquées dans les paragraphes suivants se veulent génériques et donc, sont applicables quelle que soit la topologie ou même le type de signaux véhiculés.

■ Le raccordement unilatéral protège contre les courants basses fréquences.
 ■ Le raccordement bilatéral de l'écran protège contre les perturbations les plus sévères, le mode commun haute fréquence.
 Lors d'un raccordement unilatéral, les signaux différentiels sont donc protégés en basse fréquence, mais en haute fréquence ce type de raccordement est inefficace.

Mise en œuvre des câbles blindés

Où raccorder le blindage ?

- Raccordez aux deux extrémités les blindages externes de toutes les liaisons numériques ou de puissance à la masse en entrée d'équipements.
- Seules des liaisons analogiques bas niveau basses fréquences nécessitent parfois de ne connecter le blindage qu'à une seule extrémité.



Au contraire du raccordement unilatéral le raccordement bilatéral laisse les courants basses fréquences circuler sur l'écran (tension entre les deux extrémités ou couplage champ à boucle). Ce courant va générer sur la paire à l'intérieur une faible tension ou du bruit 50 Hz.

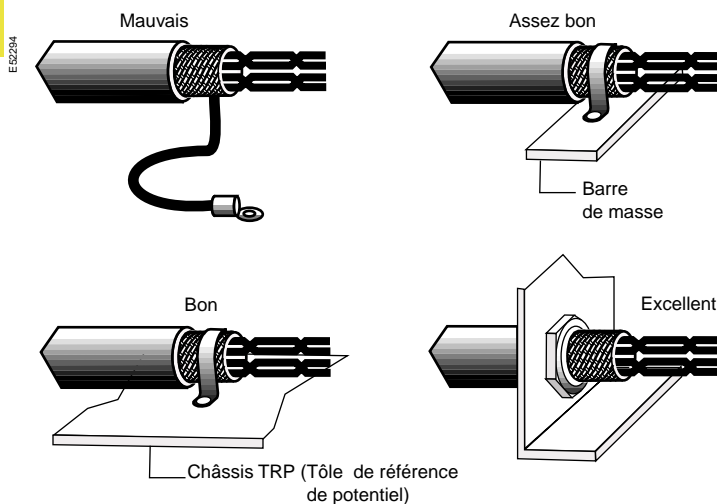
Le raccordement des câbles blindés détermine directement l'effet protecteur haute fréquence.

Si la connexion est effectuée par une "queue de cochon", c'est-à-dire un fil long, l'effet protecteur s'effondre en haute fréquence.

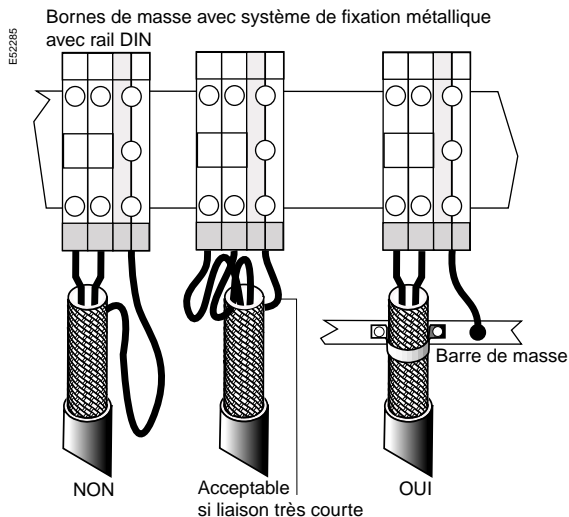
Comment raccorder le blindage ?

Un raccordement inamovible d'écran en traversée de paroi par presse étoupe métallique est supérieur à toute autre solution, à condition de gratter la peinture pour assurer un bon contact électrique.

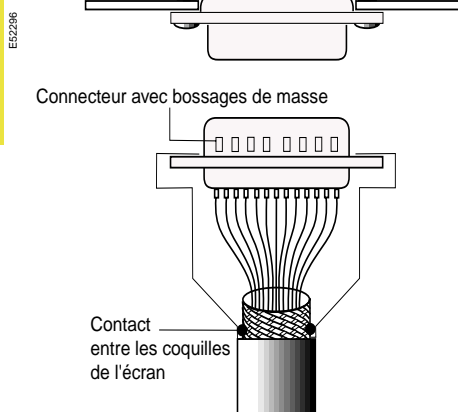
Il est possible d'utiliser simplement un cavalier qui permet de garantir un contact au moins sur 180°.



Lors du raccordement sur bornier à vis avec impossibilité d'utiliser un cavalier pour la reprise de l'écran, la longueur de la "queue de cochon" doit être minimale. Ce type de raccordement est à éviter.



Dans le cas de raccordement par connecteur, la mécanique du connecteur doit assurer une continuité électrique sur 360° entre le blindage du câble et la masse de l'équipement.



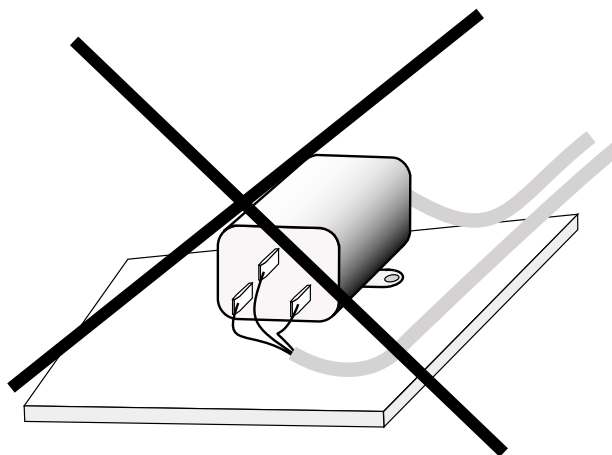
L'efficacité d'un filtre secteur en haute fréquence dépend de la qualité de son montage.

Mise en œuvre des filtres

Trois règles doivent être respectées lors du montage d'un filtre :

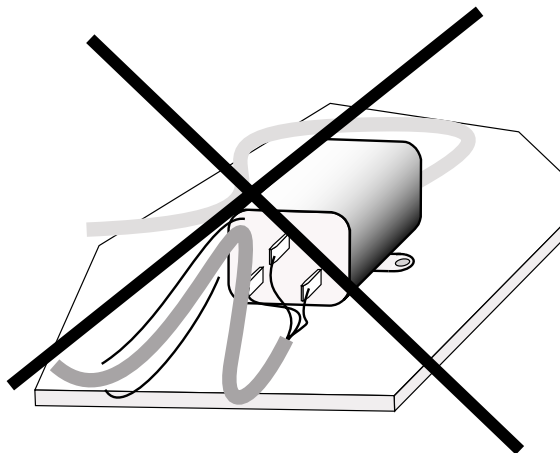
- Référencez le filtre tôle sur tôle.
- Raccordez les câbles amont et aval de chaque côté du filtre afin de limiter le couplage parasite entre l'entrée et la sortie.
- Plaquez les câbles amont et aval contre la tôle afin de limiter le rayonnement de l'entrée sur la sortie.

E52297



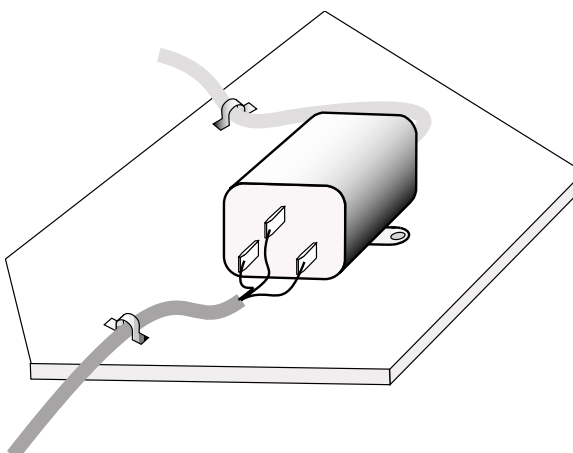
Non

E52298



Non

E52299



Oui

Les grandes règles de câblage

Règle n° 1 :

Le conducteur aller et le conducteur retour doivent toujours rester voisins.

Règle n° 2 :

Il est souhaitable de plaquer toute liaison contre des structures équipotentielle de masse afin de bénéficier d'un effet protecteur haute fréquence.

- Travaillez en paire pour les signaux numériques ou analogiques.



Faites attention aux câblages à l'intérieur d'armoires qui utilisent des conducteurs séparés. Repérez les fils par type de signaux et par paire.

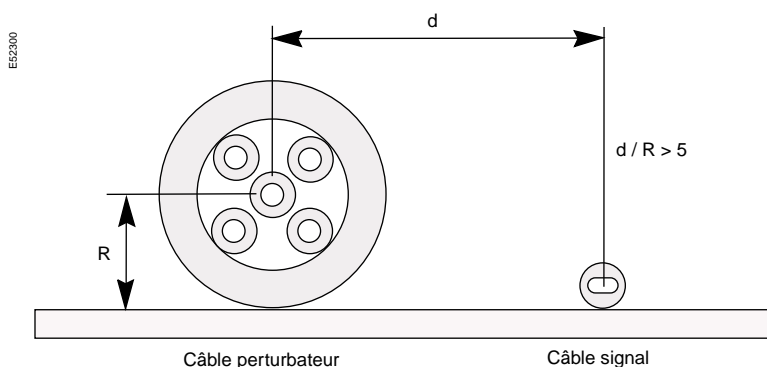
Cas particulier : Les chaînes d'arrêt d'urgence et d'alarmes ne doivent jamais être câblées en unifilaire point à point mais en paires.

- Utilisez des câbles blindés ou des torons sur-blindés.
- L'utilisation de chemins de câbles conducteurs amène un niveau de protection satisfaisant dans une grande majorité de cas. Veillez à accompagner les câbles de liaisons inter ou intra bâtiments au minimum par une liaison de masse (cablette de terre ou chemin de câbles).
- Plaquez systématiquement contre la tôle les câbles de liaisons internes aux armoires et aux machines.



Pour conserver un effet protecteur correct, il est conseillé de respecter un rapport :

$$\frac{\text{Distance entre câbles}}{\text{Rayon du plus gros câble}} > 5$$



Règle n°3 :

Seules des paires de signaux analogiques, numériques et télécommunication peuvent être serrées l'une contre l'autre dans un même faisceau ou tirées dans un même câble de groupement.

- Séparez les circuits de relaying, variateurs, alimentation et puissance, des paires de signaux analogiques, numériques et télécommunication.
- Réservez dans les armoires une goulotte aux liaisons puissance.



Séparez les liaisons puissance des liaisons de données lors de la mise en œuvre des variateurs de vitesse.

Règle n°4 :

Il est déconseillé d'utiliser un même connecteur pour des liaisons de familles différentes (sauf pour des circuits de relaying, alimentation et puissance).

Règle n°5 :

Tout conducteur libre dans un câble doit être systématiquement raccordé à la masse des châssis aux deux extrémités (sauf pour des câbles analogiques).

Règle n°6 :

Les câbles de puissance n'ont pas besoin d'être blindés s'ils sont filtrés.

Le cloisonnement interne du tableau favorise la CEM.

Remarque : toutes les fixations doivent être réalisées avec contact électrique
=> grattez la peinture.

■ Séparez les signaux analogiques et numériques par une rangée de broches au 0 V si un connecteur est commun à ces deux types de signaux.

■ Le respect de la règle n°5 procure un effet protecteur d'un facteur 5 environ en haute fréquence.

■ Blindez ou filtrez impérativement les sorties puissance des variateurs de vitesse.

Câblage interne des armoires

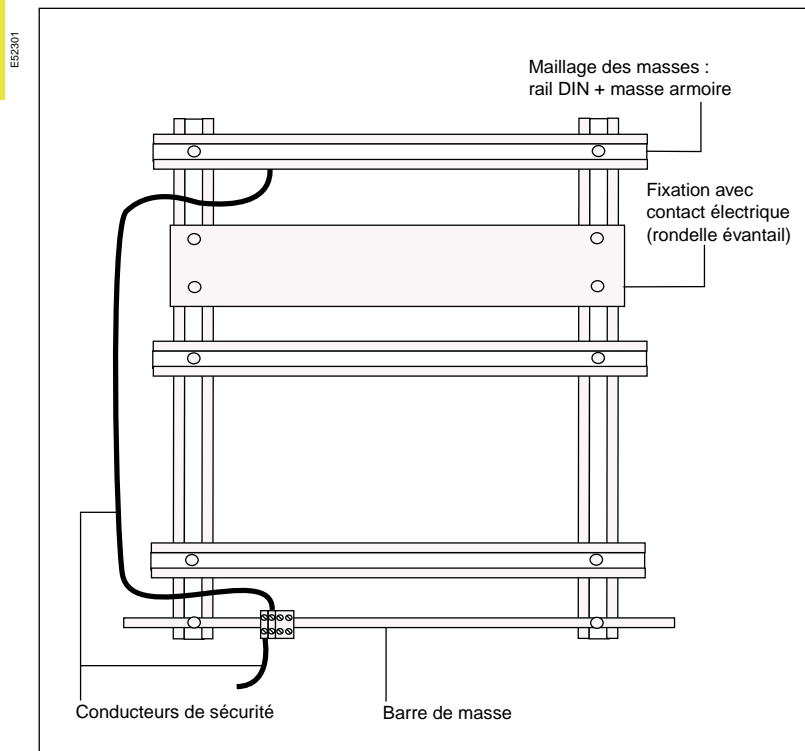
Les commandes numériques, les variateurs de vitesse et les automates programmables peuvent être situés dans une même armoire si :

- Les variateurs sont mis en œuvre avec des câbles blindés.
- Toutes les règles de câblage décrites ci-dessus sont respectées.

Conseils :

- Utilisez la cellule comme cage de Faraday.
- Limitez le nombre et la taille des ouvertures dans les panneaux de la cellule.
- Evitez le cloisonnement interne du tableau qui favorise la CEM.
- Fixez les appareils sur des plaques en matière non isolante afin qu'elles jouent le rôle de plan de masse.
- Utilisez une grille ou un maillage en fond d'armoire pour placer tous les équipements.

Définition : Une cage de Faraday est une enveloppe conductrice dont les parois sont parfaitement reliées entre elles.



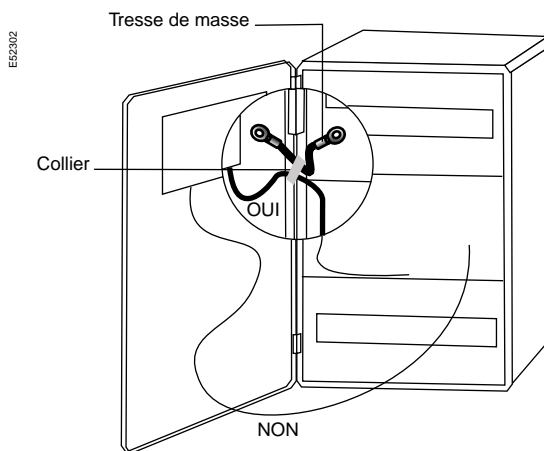
La présence de nombreuses structures de masses dans les machines et les armoires procure un effet protecteur maximum.

Effet protecteur à l'intérieur d'une armoire ou d'une petite machine

- Plaquez tous les câbles contre des structures de masses.
- Les goulottes de câblage plastique sont autorisées dans les armoires si elles sont installées sur :
 - ☐ la grille de fond,
 - ☐ ou sur des rails DIN raccordés aux masses de l'armoire.

Les armoires sont constituées de différents éléments assemblés par des vis, charnières ou soudures. Ces nombreuses fentes diminuent donc la continuité des masses.

Pour masquer ces fentes, placez le passage des câbles à proximité de ces points d'assemblage ou doublez le par une tresse de masse.



La majorité des problèmes rencontrés sur site sont des problèmes de conduction.



Il est impératif de protéger toutes les liaisons filaires externes à l'armoire ou à la machine.

Chaque armoire et machine doit être équipée d'une barre de masse ou d'une TRP sur laquelle sont connectés tous les câbles blindés et les protections filaires.

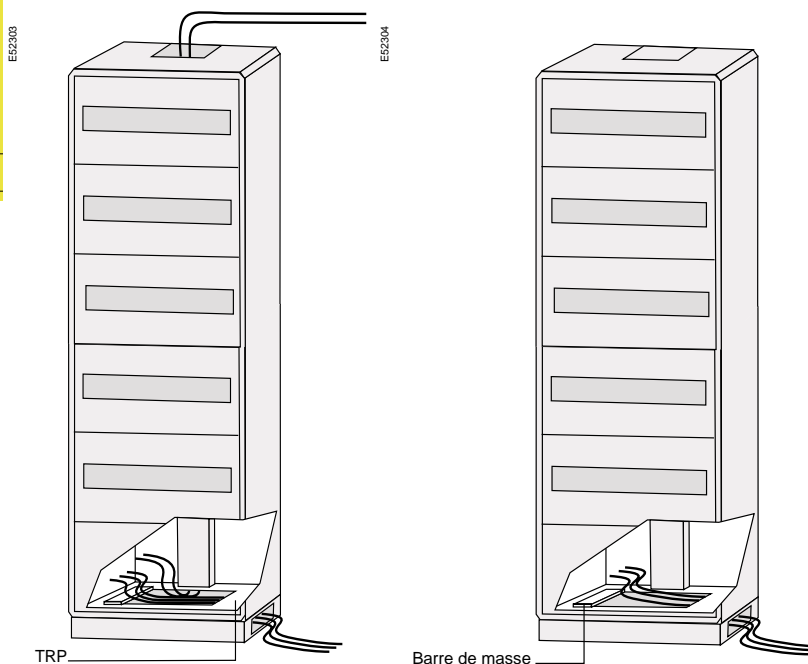
Définition : Tôle de référence de potentiel.

Le câblage entre deux armoires

Protections des liaisons externes aux équipements

La TRP peut être l'une des tôles de l'armoire ou sa grille DIN. La TRP est toujours connectée au maillage des masses de l'armoire ou de la machine ainsi qu'à celui de l'îlot.

En coffret plastique (défavorable) utilisez un rail DIN ou une borne de masse.

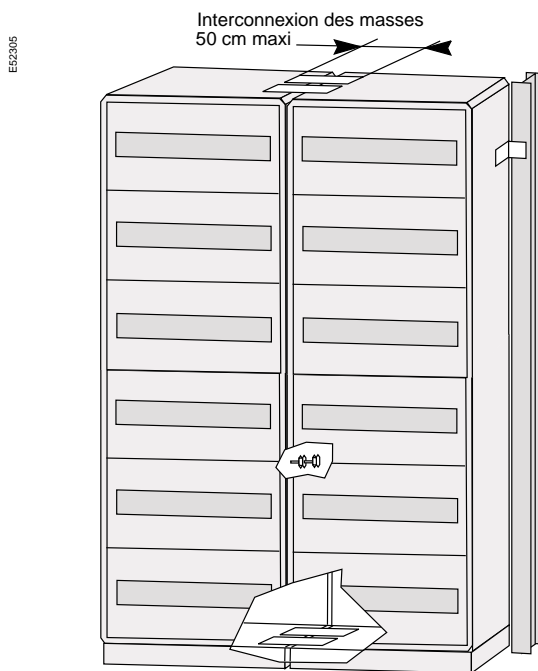


Il est nécessaire d'assurer la continuité des masses d'armoire situées côte à côte.

Association d'armoires

Lorsque les équipements sont regroupés dans plusieurs armoires côte à côte, il est nécessaire de respecter les règles suivantes :

- Fixez les armoires entre elles pour constituer des îlots.
- Interconnectez les masses des armoires entre elles par au moins deux contacts en haut et en bas.
- Réalisez ces liaisons de masse avec :
 - du rond de cuivre,
 - ou du clinquant large et court,
 - ou de la tresse étamée.
- Utilisez des faux planchers conducteurs pour assurer un maillage efficace.
- Grattez les peintures pour réaliser des contacts directs et utilisez des rondelles éventails.



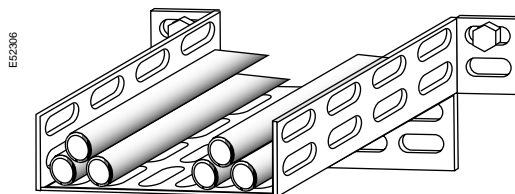
La section des liaisons de masses est indifférente, seule leur longueur importe. Elles doivent être inférieures à 50 cm.

Les goulottes doivent assurer la continuité des masses.

Utilisation des goulottes

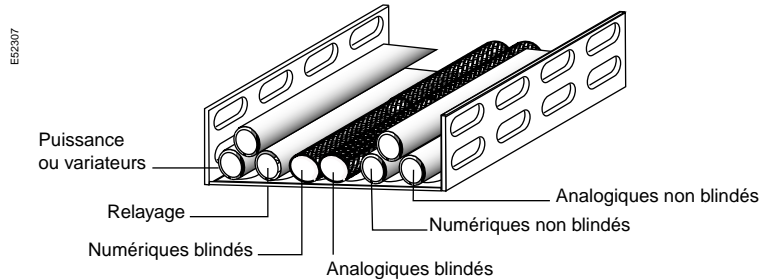
Les goulottes placées à l'extérieur des armoires doivent être métalliques au-delà d'une longueur de 3 m.

Pour assurer une bonne continuité, les goulottes doivent être raccordées à la masse des armoires ou des machines par des éclisses ou du clinquant.



Dans le cas où une seule goulotte est utilisée, celle-ci doit être inférieure à 30 m.

- Fixez les câbles non blindés dans les coins des goulottes.

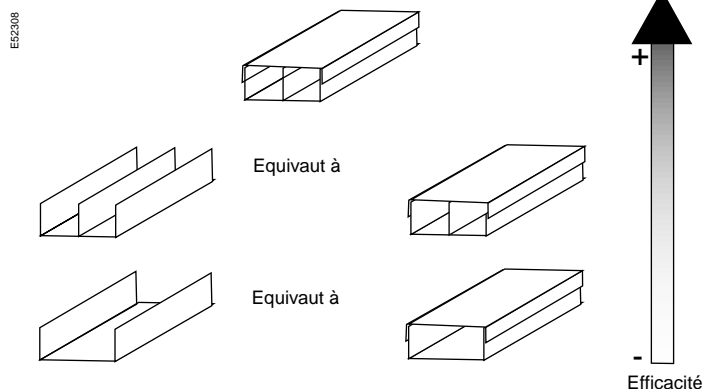


- Utilisez une séparation verticale dans la goulotte pour éviter le mélange des câbles incompatibles.
- Utilisez de préférence un capot métallique sur la demi goulotte signaux.

Nota : un capot métallique global sur la goulotte n'améliore pas la CEM.



Anticipez l'évolution de votre installation.



Définition : Pour chaque réseau de communication, il est nécessaire de respecter une première limite maximale de longueur de segment sans répéteur en fonction de la vitesse du réseau et de la jauge du câble utilisé.

Cette limite, indiquée dans la documentation des produits, ne peut être atteinte que si les conditions d'installation sont satisfaisantes vis à vis de la CEM (câbles posés dans des goulottes métalliques en continuité électrique de bout en bout, réunies au maillage des masses et à la terre).

Définition : Il faut définir une longueur théorique maximale de compatibilité électromagnétique (LTC). Cette seconde limite est théorique car généralement supérieure à la première, elle sert à optimiser les conditions d'installation et doit être respectée en même temps que la limite précédente.

Elle concerne également un segment sans répéteur-régénérateur.

La longueur théorique CEM est en moyenne de 1200 m, mais selon le type de réseau de communication cette valeur peut être différente :

- 2000 m pour FIP à 1 MBit/s et pour Unitelway.
- 1000 m pour ModbusPlus et pour Ethway à câble triaxial 50 Ω .
- 700 m pour Mapway.
- 400 m pour le système BusX des automates PREMIUM.

De même, dans le cas de goulotte unique pour câbles de puissance et de signal, le coefficient tient compte de l'absence de toute séparation métallique ou de couvercle métallique sur la demi goulotte signaux.



Chaque fois que l'une des trois conditions n'est pas entièrement remplie et afin de respecter la CEM, la longueur physique de goulotte doit être affectée d'un coefficient. Ces coefficients mesurent la diminution de l'effet protecteur. La longueur autorisée qui en résulte sera alors inférieure à la LTC.

L'effet protecteur d'un chemin de câbles est d'environ 50 entre 1 MHz et 100 MHz.

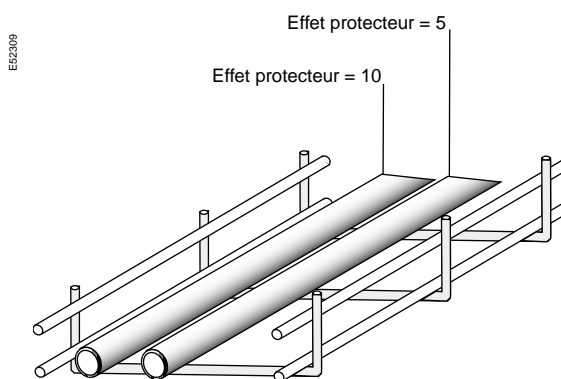
Exemples d'effets réducteurs



Dans le cas où l'utilisation de goulottes métalliques n'est pas possible, d'autres effets protecteurs peuvent être utilisés pour assurer la continuité des masses :

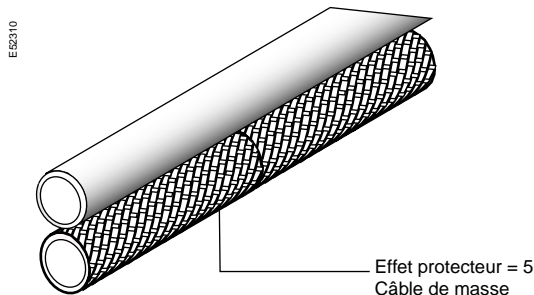
■ **Utilisation d'un "cablofil".**

Ces chemins de câbles en fils soudés sont moins efficaces et souvent plus coûteux que les goulottes en tôle.



■ **Utilisation d'un câble d'accompagnement.**

Le câble d'accompagnement est utilisé lorsqu'aucune autre solution n'est réalisable.



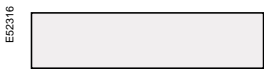
Taux d'erreurs d'une liaison lente :



Transmission de 41222 octets à 4800 Bds. Test CEI 1000-4-4. Câble blindé 15 paires.

E52311		Transmission impossible		
		Erreurs	Arrêt	Durée
E52312		13	110	1352 s
E52313		8	86	1225 s
E52314		0	0	160 s
E52315		0	0	160 s

Chemin de câble sans couvercle :



Chemin de câble avec couvercle :



Taux d'erreurs d'une liaison rapide :



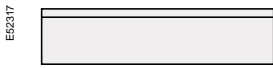
Transmission à 2 M bits/s. Durée du test CEI 1000-4-4 : 3 minutes.

E52318	11800 erreurs : 	E52319	12000 erreurs :
E52311	9600 erreurs : 	E52313	4600 erreurs :
E52312	4500 erreurs : 	E52320	4000 erreurs :
E52314	0 erreur : 	E52321	0 erreur :
E52315	0 erreur : 	E52322	0 erreur :

Chemin de câble sans couvercle :



Chemin de câble avec couvercle :



Règles essentielles

- Assurez l'équipotentialité des masses.
- Choisissez du matériel aux normes.
- Respectez les instructions des fabricants.
- Protégez vos installations des perturbations provenant de l'extérieur (reprises de blindages soignées).
- Supprimez les boucles de masse.
- Blindez les câbles sensibles, et les câbles perturbateurs.
- Utilisez les coffrets ou les cellules comme cage de FARADAY (contact entre tôles à nu et non oxydés, tresses de masse courtes et large, pas d'ouvertures inutiles...).
- Ne pas utiliser de "queues de cochon".
- Évitez le schéma TN-C, les perturbations de mode commun étant le principal problème en CEM.
- Plaquez les conducteurs sur les plans de masse.
- Séparez les conducteurs par catégories.
- Ne laissez pas de conducteur non raccordé.
- Le conducteur aller et le retour doivent toujours être voisins.
- Utilisez les "protections naturelles" (chemins de câbles, cornières, etc...).

Le non respect des règles entraîne :

- Des problèmes de CEM :
 - ☐ perturbations du fonctionnement.
 - une expertise de l'installation,
 - une reprise de câblage,
 - une mise en œuvre de solutions logicielles.
- ☐ risques de non continuité de service,
- ☐ systèmes ne remplissant pas sa tâche.
- Des pertes de production, expertise, reprises, coûts élevés.

Guide d'intégration

Rappels	40
Les réseaux	40
Les systèmes	40
Les Bauds et les bits par seconde	40
Architectures	41
La boucle de courant 20 mA	42
La liaison RS232	43
La liaison RS485	47
Les normes EIA 485A (revision of March 98) et TSB89 (application guidelines for TIA/EIA-485-A)	48
Les interfaces	50
RS232/RS485	50
Les Modems	51
Le protocole Modbus	56
Différence des trames ASCII ou RTU	56
Différences des protocoles MODBUS ou MODBUS+	56
Modbus / Jbus	56
Caractérisation des échanges	58
Les principes utilisés	60
L'adressage	61
Les fonctions	61
Contrôle des messages reçus par l'esclave	62
Algorithme de calcul du CRC16	75
Les spécifications Schneider	79
Généralités	79
Connectique	83
Composants disponibles	84
En résumé	85
Particularités des produits	86

Ce chapitre détaille la couche n°2 du modèle OSI. Cette couche est constituée de deux parties distinctes de la transmission de données :

- Une partie "matérielle" (interfaces, adressage, paramétrages...).
- Une partie "logicielle" (contrôle d'accès au support, gestion des erreurs, contrôle des niveaux logiques...).

Définition : Un réseau de communication a pour but de relier au moins deux équipements pour échanger un certain nombre d'informations (ex. : réseau Ethernet).

Définition : Un système regroupe une population d'entités différentes, fonctionnant indépendamment et connectées entre elles (en réseau), afin de participer à une fonction globale.

Définition : Un baud correspond à un nombre d'états électriques par seconde.

Définition : Le débit ou le nombre d'infos transmises chaque seconde sur le réseau s'exprime en bits par seconde.

Définition : La valence est le rapport entre le débit en Bits/s et la vitesse en Bauds.

Les réseaux

Un réseau se définit par :

- Sa topologie (en bus, anneau, étoile, arborescent, maillé...).
 - Ses limites physiques (longueur, débit, nombre "d'abonnés"...).
 - Le type de support physique utilisé (câble, fibre optique, ondes hertziennes...).
 - Le type d'accès au réseau (aléatoire, maître-esclave, anneau jeton, avec ou non gestion d'erreur...).
 - Les modes de transmissions (synchrone/asynchrone, par paquets, série/parallèle, codage NRZ/Manchester...).
- Le protocole (TCP/IP, FIP, MODBUS...).

Les systèmes

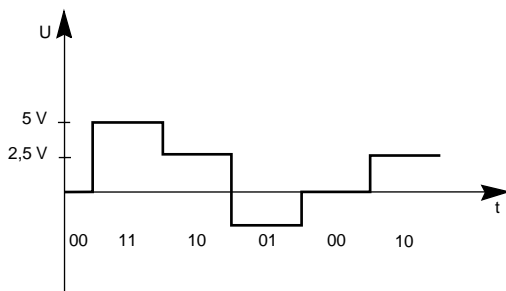
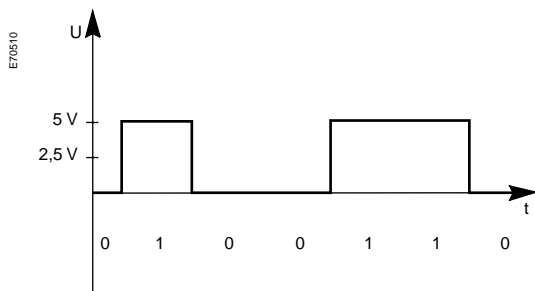
Les Bauds et les bits par seconde

Un des paramètres importants dans le choix du câble est la bande passante. Celle-ci est liée à la vitesse de modulation exprimée en Bauds.

Une erreur courante consiste à exprimer les Bauds en bits par seconde.

Ce paramètre intéresse surtout l'utilisateur. Cette confusion vient du fait que la valence est 1.

Une valence de 2 indique que le débit est doublé pour une même vitesse de communication.



Définition : Une boucle de courant 20 mA est une liaison multipoints (le nombre de points dépend des types d'émetteurs/récepteurs), via un câble de 4 fils.

Définition : Une liaison RS232 est une liaison point à point, via un câble de trois fils minimum.

Définition : Une liaison RS422 est une liaison point à point, via un câble de quatre fils minimum pour fonctionnement en full duplex.

Définition : Une liaison RS485 est une liaison multipoints (32 maxi.), via un câble de 2 fils minimum pour fonctionnement en half duplex.

Architectures

(raccordement sur SubD9 conseillé, longueur maxi. 3000 m à 1200 Bds, & 300 m à 9600 Bds, topologie en bus).

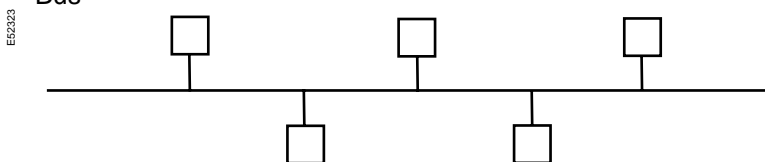
(raccordement sur un SubD9 ou 25 pts, longueur maxi. 15 m à 19200 Bds).

(raccordement sur SubD9 conseillé, longueur maxi. 1200 m à 19200 Bds).

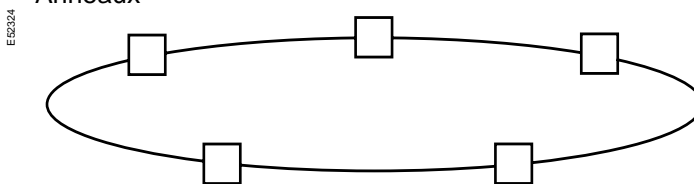
(raccordement sur SubD9 conseillé, longueur maxi. 1200 m à 19200 Bds, topologie en bus).

Les topologies :

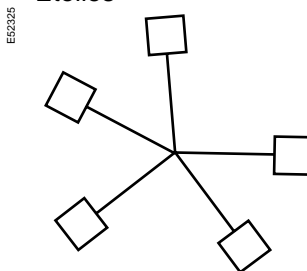
Bus



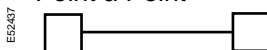
Anneaux



Etoiles



Point à Point



Ce mode de transmission utilisé sur certains équipements permet de meilleures performances que le mode RS232C. Bien que ce mode de transmission présente une bonne immunité aux parasites, il n'est pas toujours la solution idéale. En effet, la boucle de courant n'est pas normalisée.

Caractéristiques générales :

- Nombre maxi de charges sur le bus : dépend des types d'émetteurs/récepteurs.
- Topologie standard : "Multipoints" de type bus 4 fils.
- Vitesse de transmission : 300/600/1200 Bds.
- Niveaux électriques : 0 mA/ 20 mA.
- Lignes de contrôles : Non.
- Longueur du bus : 3000 m de 300 à 1200 Bds. Dépend directement du type de câble et de la tension d'alimentation du bus (12 ou 24 V).

Remarques :

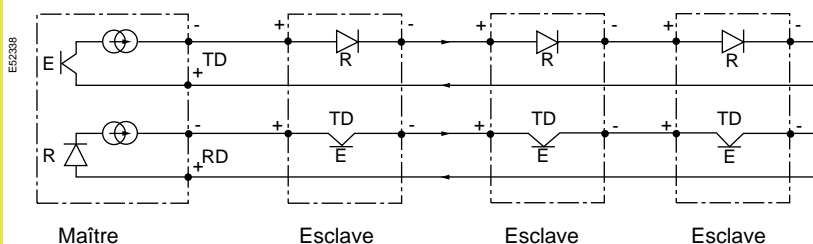
- Convention de signe : "+" pour courant entrant, "-" pour courant sortant.
- Légende : E : émetteur, R : récepteur.

La boucle de courant 20 mA

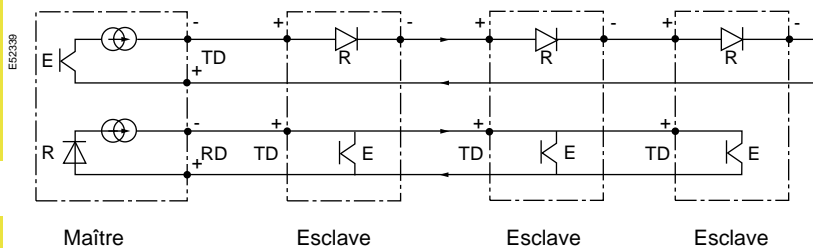
La boucle est parcourue par un courant de 20 mA obtenu à partir de la tension d'alimentation (12 ou 24 V).

Dans le cas d'une ligne normale (20 mA : état de repos de la ligne), la perte par poste connecté est d'environ 1,5 V.

- Les émetteurs des postes esclaves sont le plus souvent en série avec les récepteurs du poste maître (ligne normale, 20 mA au repos) :



- Les émetteurs des postes esclaves peuvent être en parallèle avec les récepteurs du poste maître. L'état de repos de la ligne est alors 0 mA :

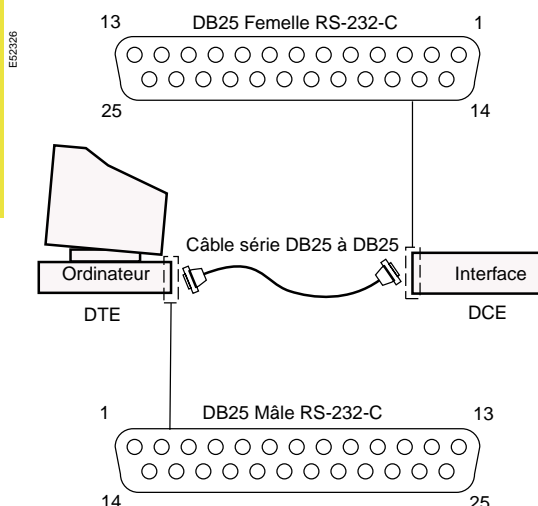


Caractéristiques générales :

- Niveaux électriques ± 15 V.
- Lignes de contrôles : possibles (RTS, CTS, DCD, etc...) mais pas systématique selon le logiciel et/ou l'interface.
- Charge et polarisation de la ligne : non.
- Raccordement mini. (en DB9) :
 - broche 2 (Transmitted Data),
 - broche 3 (Received Data),
 - broche 7 (Signal Ground).

La liaison RS232

La connexion physique DB25-DB25



Définition : DTE (Data Terminal Equipment) représente le terminal ou l'ordinateur .

Définition : DCE (Data Communication Equipment) représente le modem (ou l'imprimante).

- Reliez deux équipements de types opposés (DTE-DCE) à l'aide d'un câble direct PIN-to-PIN.
- Reliez deux équipements de types semblables à l'aide d'un câble spécial :
 - DTE-DTE, utilisez un câble nul-modem,
 - DCE-DCE, utilisez un câble nul-terminal.



Sur un ordinateur, le port série est généralement de type DB9 ou DB25 mâle. Le port parallèle est de type DB25 femelle.

Nota : Les termes "DCE" et "DTE" n'ont aucun rapport avec le genre ou le sexe du connecteur.

La norme "RS-232-C" ne définit pas de façon précise le "sexe" du connecteur. Elle vise plutôt à normaliser la fonction et l'utilité des broches des connecteurs ainsi que la tension appliquée.

Définition : La communication parallèle est la : transmission de huit (8) éléments binaires simultanément (octet). Les huit s(8) bits de l'octet ou byte sont tous envoyés simultanément sur le médium de communication.

Le raccordement d'une imprimante à un ordinateur est souvent réalisé par un câble parallèle à connecteurs "DB25".

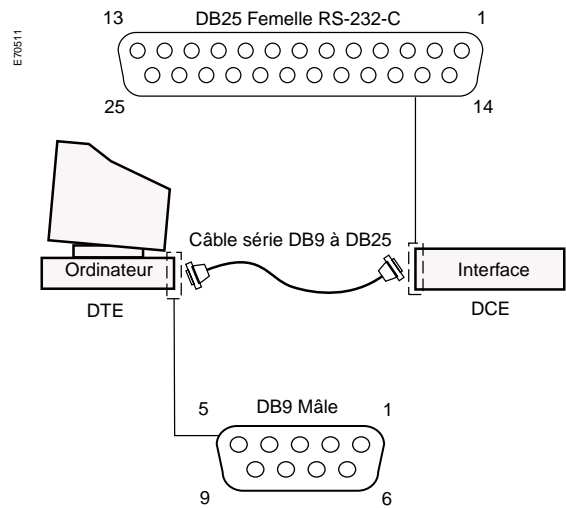
La longueur maximale d'un câble parallèle est de 30 mètres. Un câble parallèle trop long pourrait fausser les données de transmission en raison du bruit électrique et de la déformation des ondes carrées (bits à 1 et à 0).

Définition : La communication série est la transmission de bits l'un à la suite de l'autre.

Cette méthode est utilisée lorsque la distance est trop grande pour relier deux équipements à l'aide d'une connexion parallèle. Il est important de mentionner que le raccordement entre un ordinateur et un modem est réalisé par une connexion série. Les fabricants respectent généralement le standard de raccordement "RS-232-C".

La longueur maximale recommandée d'un câble série est de 30 mètres, mais il est possible d'utiliser des longueurs supérieures en respectant certaines caractéristiques électriques dictées par la norme "RS-232-C".

La connexion physique DB9-DB25

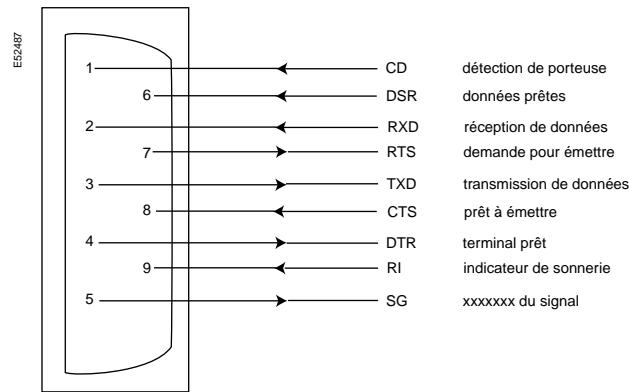


Certains terminaux et ordinateurs peuvent posséder un connecteur série "RS-232-C" de type DB9. Sur la figure ci-dessus, la connexion série "RS-232-C" est réalisée à l'aide d'un câble série DB9 à DB25.

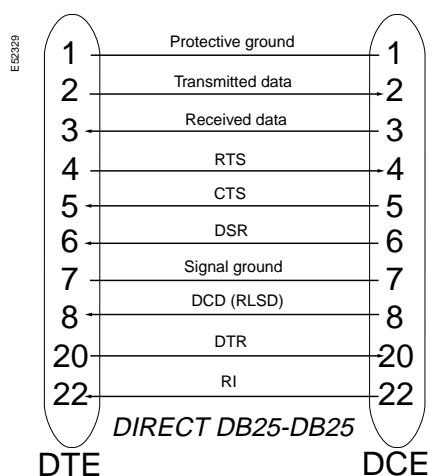
Correspondance entre un connecteur DB25 et DB9.

DB25 (PIN)	DB9 (PIN)
1	n/a
2	3
3	2
4	7
5	8
6	6
7	5
8	1
12	N/a
20	4
22	9

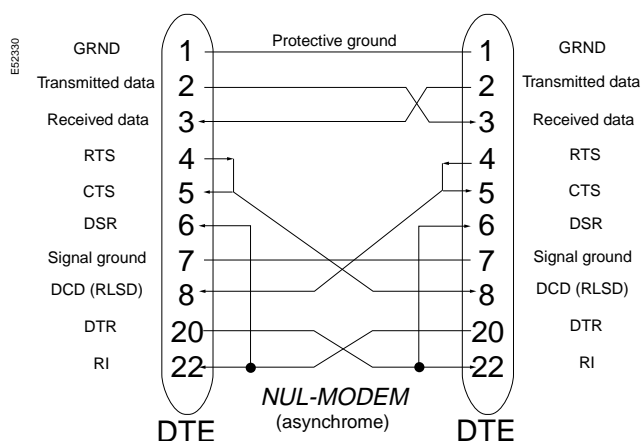
Brochage du DB9



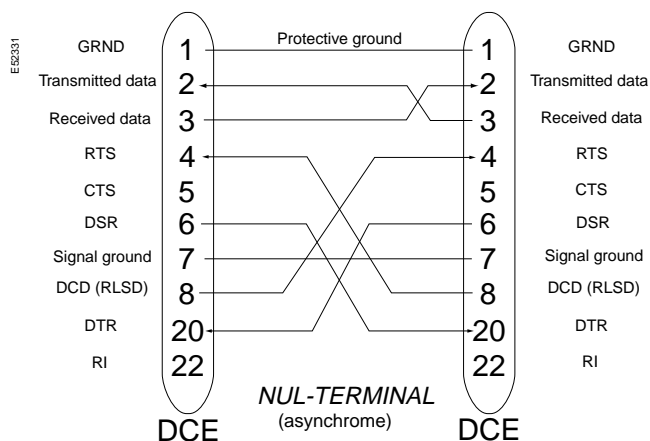
Le câblage standard



Le câble nul-modem



Le câble nul-terminal



Définition : Le contrôle de flux permet au récepteur d'ordonner au terminal l'arrêt de la transmission lorsque sa mémoire tampon a atteint 90% de sa capacité. Il existe deux types de contrôle, hardware et software.

L'existence du contrôle de flux, quelle que soit la méthode utilisée, permet d'augmenter le débit de transmission du terminal (DTE) à une vitesse supérieure à celui du débit du modem sur la ligne.

Le contrôle de flux RTS/CTS ou XON/XOFF



La méthode hardware est recommandée. Elle utilise la signalisation des broches RTS/CTS de l'interface série RS-232 pour informer le DTE d'arrêter de transmettre. Cette méthode est la plus sécuritaire et la plus utilisée. La méthode software nécessite que le modem envoie deux codes ASCII bien distincts au terminal pour l'informer d'arrêter (Xoff) ou de continuer (Xon) à transmettre :

□ XON Ctrl-Q ASCII 11 Hex.

□ XOFF Ctrl-S ASCII 13 Hex.

Tous les PC IBM et compatibles permettent le contrôle de flux par RTS/CTS.

Le problème survient avec les ordinateurs Apple qui ne le supportent pas nécessairement.



Le modem peut signaler en tout temps au DTE d'attendre un certain temps si ses buffers sont pleins (et vice-versa).

Une liaison RS485 possède les caractéristiques générales suivantes :

- Nombre maxi de charges sur le bus : 32 (pour $Z_c = 120 \Omega$ et $U_{mc} = -7 V$ à $12 V$).
- Topologie standard : chaînage des différents points de connexions.
- Topologies possibles :
 - point à point,
 - "Multipoints" de type bus (2 fils ou 4 fils),
 - "Multidrop" (1 émetteur et plusieurs récepteurs),
 - 1 récepteur et plusieurs émetteurs.
- Topologie déconseillée : en étoile.
- Distance mini. entre 2 points : 27 cm.
- Longueur maxi. d'une dérivation : 1m (suivant ISO/IEC 8482).
- Vitesse de transmission : 4800/9600/19200 Bds.
- Type de protocole : Modbus/Jbus dans notre cas.
- Sécurité nécessaire : étude plus approfondie du réseau pour ajuster les différents paramètres.
- Débit nécessaire à l'utilisation : optimisation des liaisons en fonction du besoin, 10 Mbits/s max.
- Lignes de contrôles : non.

La liaison RS485

Style de connecteur :

- Un connecteur "SubD 9 points" est préconisé sur les produits Schneider. Dans ce cas, le raccordement sera le suivant :
 - broche 9 (Transmitted Data +) = A,
 - broche 5 (Transmitted Data -) = B,
 - broche 8 (Received Data +) = A',
 - broche 4 (Received Data -) = B',
 - broche 1 (Signal Ground) = C/C'.

Environnement :

- Température ambiante et de stockage : respectez les caractéristiques des produits et des câbles.
- Compatibilité CEM :
 - respectez les règles de mise en œuvre,
 - les produits doivent être conformes aux directives "CE".



Caractéristiques Electriques :

- Niveaux électriques : $\pm 5V$ (en différentiel).
- Emetteur : tension min de sortie $1,5 V / 54 \Omega$,
- Récepteur : sensibilité mini. $\pm 0,2 V$.
- Type de médium : Paire torsadée blindée.
- Impédance caractéristique du médium : $Z_c = 120 \Omega$.
- Tension maxi en mode commun : $-7 V$ à $12 V$ (pour $Z_c = 120 \Omega$).
- Courant maxi de sortie d'un émetteur : 250 mA.
- Charge et polarisation de la ligne : oui.
- Résistances de charge = 120Ω ,
- Résistances de polarisation = 470Ω .

Remarque : un compromis sur la variation maximale de la tension de mode commun permet de pouvoir :

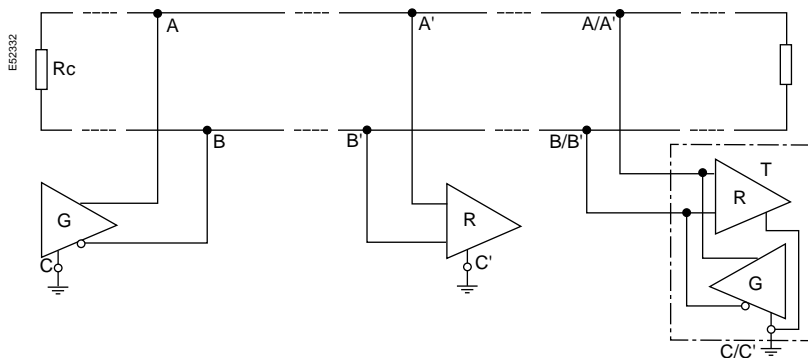
- Utiliser un câble d'impédance caractéristique de plus faible valeur.
- Connecter plus de charges sur le bus (ex. : pour 50 points de connexions, $U_{mc} = -1$ à $5 V$).

Le bulletin TSB89 spécifie que si le temps de transition du plus rapide émetteur de la ligne est supérieur à deux fois le temps de propagation sur cette même ligne (dans un sens), la connexion n'est pas de la transmission (SIC). Les résistances de charge ne sont pas nécessaires.

Les normes EIA 485A (revision of March 98) et TSB89 (application guidelines for TIA/EIA-485-A)



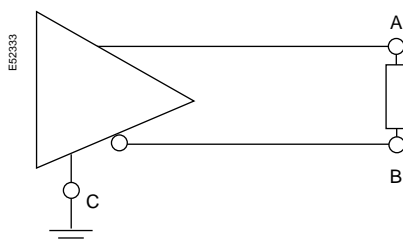
Raccordements et repérages :



Légende :

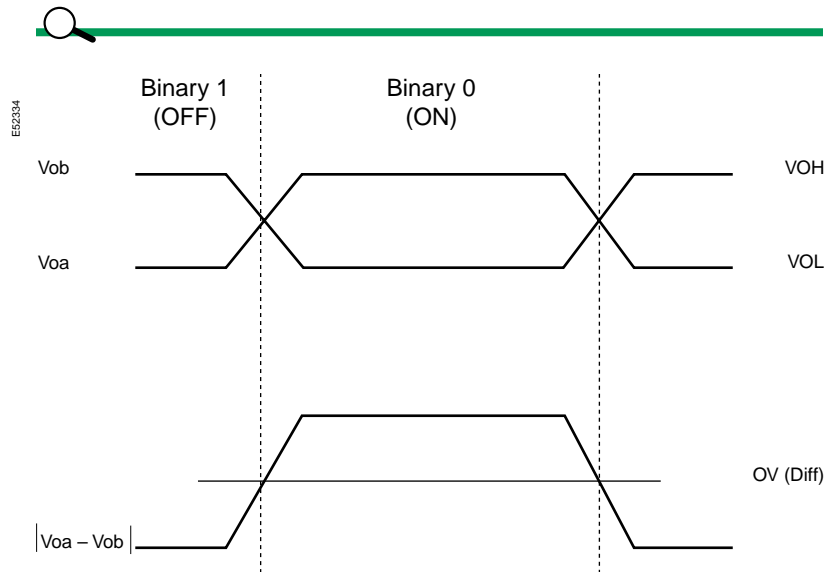
- G = Générateur.
- A & B = Points de connexions du Générateur.
- C = Point commun du Générateur.
- R = Récepteur.
- A' & B' = Points de connexions du Récepteur.
- C' = Point commun du Récepteur.
- T = Transmetteur.
- A/A' & B/B' = Points de connexions du Transmetteur.
- C/C' = Point commun du Transmetteur.
- Rc = Résistance de charge.

Etats électriques :

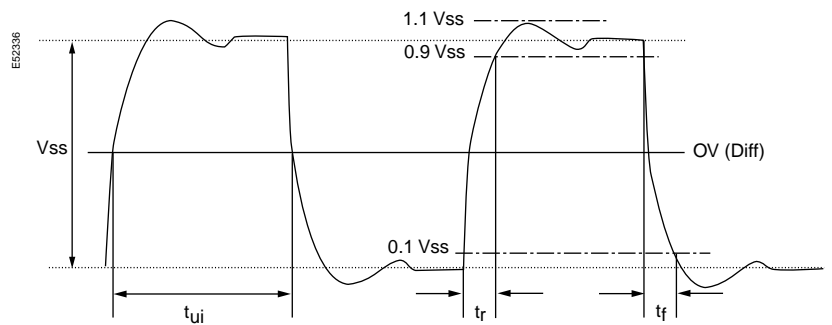
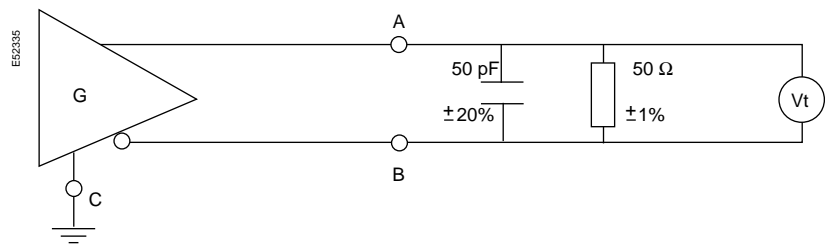


La ligne "A" de l'émetteur sera négative par rapport à la ligne "B" pour un "1" binaire (OFF).

La ligne "A" de l'émetteur sera positive par rapport à la ligne "B" pour un "0" binaire (ON).



Temps de transition du signal :



$$Vss = |Vt - Vt^*|$$

Contraintes sur la forme du signal :

- t_r & $t_f < 0.3 \times t_{ui}$.
- Entre deux transitions (après t_r et avant t_f), la valeur de Vt ou Vt^* ne doit pas être en dehors de $Vss + 10\%$.
- A aucun moment, Vt ou Vt^* ne doit excéder 5 V.

Les PC de bureau sont tous équipés d'au moins un port série (COM1) qui est régi par la norme RS232C. Il est nécessaire d'avoir un boîtier d'adaptation (interface RS232/RS485) des niveaux électriques. Dans certains cas, comme pour les PC dits "industriels", lorsqu'une carte supportant le standard RS485 peut être installée, le boîtier d'adaptation n'est pas nécessaire.

RS232/RS485

Définition d'une interface RS232/RS485 :

■ RS232 :

- conformité à la norme EIA,
- câble de raccordement au PC < 20 m,
- vitesse de transmission compatible avec le port du PC,
- gestion des signaux de contrôle de flux / de présence :
 - RTS (Request To Send) ; DTE → DCE,
 - CTS (Clear To Send) ; DCE → DTE,
 - DCD (Data Carrier Detect),
DSR (Data Set Ready),
DTR (Data Terminal Ready), DCE → DTE,
- si la sélection du type d'interface (DTE/DCE) est possible, choisir DCE.

■ RS485 :

- conformité à la norme EIA,
- câble de raccordement < 1200 m,
- vitesse de transmission compatible avec le matériel,
- possibilité de polarisation de la ligne (Rp),
- possibilité de charge de la ligne (Rp),
- gestion 2 fils ou 4 fils,
- conformité du format des données (start, stop, parité...),
- possibilité de supporter 32 modules (au moins) sur sa ligne.

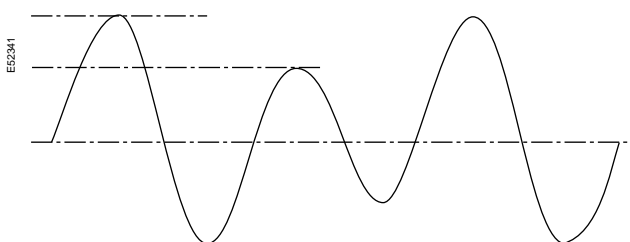
Pour des communications sur de longues distances, utiliser le réseau téléphonique existant est une solution simple. Ceci nécessite l'utilisation de MODEMS.

Les Modems

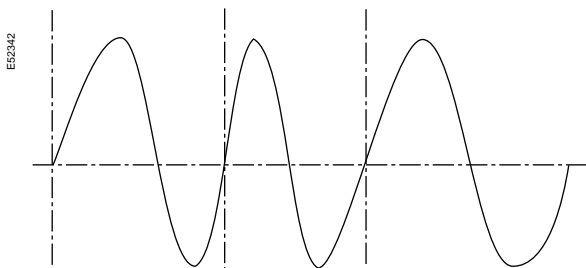
Néanmoins, il n'est pas possible de transmettre directement des bits sur une ligne téléphonique (sauf RNIS). Une conversation téléphonique entre deux personnes est dite analogique car elle varie en amplitude et en phase dans le temps. La transmission de bits 1 et 0 correspond à des variations de tension continue et ne peut donc être véhiculée directement. Il faut donc utiliser un modem qui permet de "MODuler et DEModuler" ces mêmes bits de façon analogique. Il existe quatre types de modulations :

Définition : Un modem ou MODulateur DEModulateur est un appareil permettant de transformer des signaux numériques en signaux analogiques et inversement.

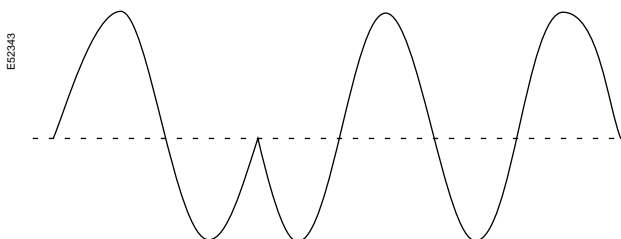
■ Modulation d'amplitude.



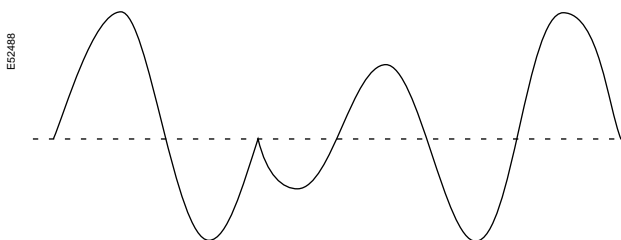
■ Modulation de fréquence.



■ Modulation de phase (synchronisation).



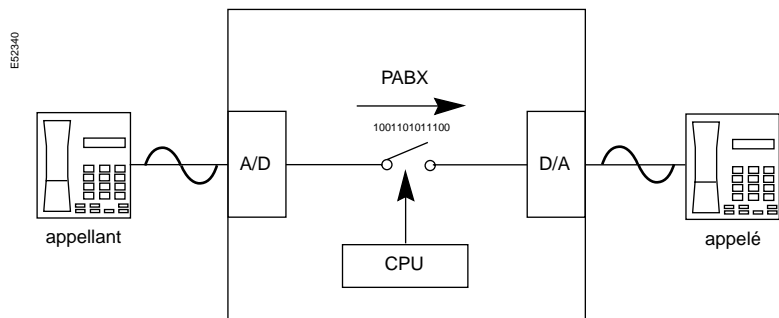
■ Modulation combinée (ex.: d'amplitude et de phase).



Les compagnies de téléphones acheminent chez leurs clients des paires de câbles représentant chacune un numéro de téléphone bien distinct. Chacune de ces lignes téléphoniques est reliée à la centrale téléphonique sur un ordinateur spécialisé appelé "échange ou PABX". Cet ordinateur est donc conçu pour établir la communication entre l'appelant et l'appelé.

Les ordinateurs traitent les informations uniquement sous forme binaire soit 1 et 0. Pour les échanges téléphoniques ils doivent :

- Décoder les chiffres composés.
- Etablir la communication entre deux abonnés.
- Convertir les conversations analogiques sous forme numérique (1 et 0).
- Traiter les données numérisées.
- Puis re-moduler en signaux analogiques.



Définition :

- PABX : Public Automatic Branch eXchange.
- A/D : Convertisseur Analogique à Digital.
- D/A : Convertisseur Digital à Analogique.
- CPU : Central Processing Unit.
- Appelant : L'utilisateur composant le numéro de téléphone.
- Appelé : L'utilisateur recevant l'appel téléphonique.



Le lien dédié et le modem.

Une connexion établie sur une ligne téléphonique par intermédiaire d'un échange électronique (PABX) est dite temporaire car elle représente un simple appel téléphonique que chacun peut effectuer tous les jours. Une fois la communication terminée, la ligne est relâchée et redevient libre. Un logiciel spécifique est alors nécessaire afin de pouvoir paramétrer le module, prendre la ligne, gérer la ligne, etc...

Le lien dédié est une connexion établie point à point. Cette connexion n'est pas réalisée par l'entremise d'un échange téléphonique. Elle est permanente et nécessite des composants autres que le téléphone pour fonctionner. Une telle connexion est en service 24 heures par jour, 365 jours par an. Sur une largeur de bande de 3 kHz, 19,2 kbps pourront transiter (28,8 kbps V.FC et V.34 sur 3,600 Hz).

Liaisons locales par modem.

Ce type de liaison est utilisé à l'intérieur d'un bâtiment, dans un lieu privé, lorsque l'on effectue des transmissions sur des grandes distances, ou dans certains cas d'environnement perturbé.

Les connexions RNIS (ou ISDN = Integrated Services Digital Network)/.

Définition : Le RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services) est un réseau téléphonique fonctionnant de manière numérique jusqu'au niveau de l'utilisateur. Ses caractéristiques le qualifient pour le transport de volumes modérés de données numériques, à des distances moyennes, entre les entreprises.

Dans cette application, le RNIS remplacera progressivement le téléphone analogique. Les futurs concurrents du RNIS sont les technologies DSL et le câble. Ce type de connexion numérique n'utilise pas de modems, il nécessite un Terminal Adapter ou une autre carte spécialisée. Ces équipements, bien qu'ils puissent se configurer très souvent de manière similaire aux modems, possèdent des caractéristiques supplémentaires et différentes selon les modèles.

Caractéristiques générales :

- Modem industriel ou bureautique (selon utilisation).
- Analogique/Numérique (selon connexion réseau téléphonique).
- Vitesse de transmission adaptable (sur réseau téléphonique).
- Commandes AT supportées pour l'utilisation et le paramétrage.
- Présence d'une entrée RS232 (vitesse compatible avec MODBUS).
- Présence d'une entrée contact sec pour déclenchement d'un appel.
- Conformité aux directives CEM.

Les problèmes de connexion série les plus courants sont la vitesse mal adaptée et le câble qui n'est pas complet pour supporter le flow-control hardware.

Les problèmes de connexion téléphonique les plus courants sont :

- Un câble téléphonique inadapté (à la norme Suisse par exemple).
- La prise téléphonique murale n'est pas câblée correctement.
- La prise téléphonique est raccordée :
 - sur une double prise avec 2 téléphones,
 - à la prise "verte" Fax / Téléphone,
 - sur un central d'abonné.

Définition : il ne faut pas confondre la vitesse de modulation du Modem et la vitesse du port COM de l'ordinateur. La vitesse du Modem représente le taux de transfert du DCE, et la vitesse du port COM représente le taux de transfert du DTE.

La vitesse de communication du Modem peut être modifiée en cours d'échange en fonction de la charge du réseau téléphonique. Pour les vitesses élevées, il est conseillé d'utiliser le contrôle de flux "hardware" RTS/CTS.

Conseils d'installation

Hardware :

- En principe, un modem est livré avec un câble de raccordement téléphonique et un câble de raccordement série au PC/Mac/terminal.
- Pour un modem PCMCIA, se référer aux instructions du fournisseur pour l'installation.
- Branchez le câble téléphone sur la prise LINE (et non pas PHONE) du modem (d'autres termes sont parfois utilisés).
- Branchez le câble série entre la prise RS-232 du modem et le Pc/Mac/terminal.
- Branchez l'alimentation externe d'abord sur le 220 V, puis sur le modem (Assurez-vous que le modem est sur OFF auparavant).

Software :

- Généralement, le logiciel livré avec le modem ne permet pas de faire de tests. Il est donc conseillé de se procurer un émulateur de terminal pour faire les premiers tests de fonctionnement.
- Pour un modem PCMCIA, un driver est livré avec une notice d'installation. Se référer également aux installations des drivers sur le système d'exploitation du PC.

Connexion série avec le modem :

- Après avoir mis le modem sous tension :
 - contrôlez que le modem a passé ses tests et se trouve en mode READY (prêt à fonctionner selon les LEDs allumées),
 - configurez l'émulateur de terminal (ou le terminal) avec le baud rate maximum supporté par le modem ou le Pc/Mac/terminal,
 - choisissez 9'600, 19'200, 38'400, 57'600 ou 115'200,
 - choisissez 8 data bits, 1 stop bit et parity none (8, 1, N ou 8N1).
 - tapez la commande AT [ENTER] et contrôlez si le modem répond OK. Si tel est le cas, la liaison Pc/Mac/terminal et modem fonctionne déjà (sans véritable test du flow-control cependant).

Connexion avec la ligne téléphonique :

- Comme votre émulateur communique maintenant avec le modem :
 - tapez ensuite la commande ATDP161 [ENTER],
 - le modem compose le numéro puis vous devez entendre l'horloge parlante dans le haut-parleur du modem,
 - la liaison modem <-> ligne téléphonique est en ordre,
 - vous pouvez ensuite procéder de même avec un numéro de CARPE (ou autre prestataire de services) pour faire le test avec des données,
 - à ce stade, si tout fonctionne, vous avez déjà accompli une partie de votre installation.



Si les impulsions de taxation ne sont pas filtrées (dans le modem, par un filtre externe ou en le demandant à sa Direction des Télécommunications), le modem est perturbé, surtout s'il n'y a pas de correction d'erreur.

Selon l'application, il est utile de connaître les paramètres du modem et comment les affecter.

Les commandes commençant toutes par AT (Hayes compatible) diffèrent suivant le modem.

Les modems qui utilisent le jeu de puces de Rockwell ont des commandes identiques. Il est préférable de décrire les fonctions plutôt que les commandes spécifiques.

Les paramètres du Modem sont :

- La correction d'erreur.
- La compression des données.
- Le contrôle de flux.

Paramètres du modem :

- La correction d'erreur permet d'éviter des erreurs de transmission sur le réseau téléphonique parfois perturbé. La norme V.42 (de l'ITU) est plus rapide et meilleure que le MNP-4 (de Microcom).
- La compression des données permet d'accélérer le transfert des données qui ne sont pas déjà comprimées. La norme V.42bis (de l'ITU) permet un taux de compression pouvant aller jusqu'à 4:1 et reconnaît les données déjà comprimées, alors que le MNP-5 (de Microcom) offre un taux de 2:1.
- Le contrôle de flux : si les modems lents se contentent du flow-control software, connu sous XON/XOFF dans les manuels, les modems rapides doivent travailler avec le flow-control hardware, avec les lignes de contrôle RTS/CTS. Si certains modems permettent le panachage des deux modes, cela n'est pas recommandé.



Quelques commandes AT communes :

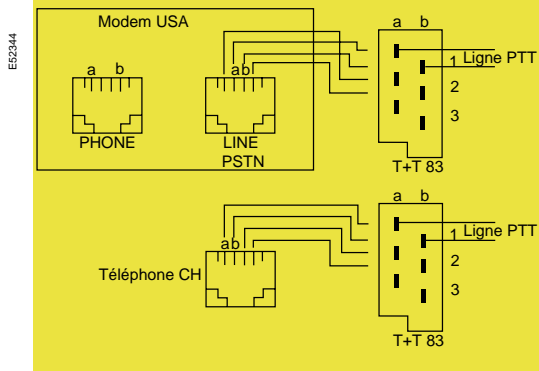
ATD	Pour composer le numéro, suivi d'un T pour la sélection par fréquences (DTMF) ou, plus rarement, D pour les impulsions (sur les anciens centraux téléphoniques). Exemple : ATDT 6939332 [ENTER] +++ permet, à condition d'observer une pause, avant et après la commande, d'une seconde, de revenir en mode commande et, par exemple, de raccrocher avec ATH.
AT&W	Permet d'enregistrer le profil actuel en mémoire. C'est ce profil qui sera activé lors de la mise sous tension du modem ou avec la commande ATZ. Il faut noter que sur certains modèles, il est possible d'enregistrer plusieurs profils.
AT&V	Permet de visualiser les paramètres actifs du modem.
AT&F	Permet de remettre tous les paramètres du modem selon la configuration d'usine.
ATLn	Permet de régler le volume du haut-parleur, alors que ATMn sélectionne son mode de fonctionnement.
ATSr=n	Permet de mettre la valeur n dans le registre r. Il est possible de connaître le contenu du registre avec la commande ATSr?.
ATSO=n	Permet de déterminer le nombre de sonneries avant que le modem réponde. Si la valeur est 0, le modem ne répondra pas. En Suisse, au minimum deux sonneries avant de décrocher (selon l'OFCOM).
ATS7=n	Permet de définir le temps pendant lequel le modem attend une porteuse avant de raccrocher et de signaler NO CARRIER. Cette valeur est généralement comprise entre 45 et 60 (en secondes).

Nota : Seul le manuel de référence du modem fait foi, les exemples donnés pouvant parfois être différents .

Les messages :

OK	Signifie que la commande est comprise.
ERROR	Signifie que tout ou partie de la commande est erronée.
CONNECT	Signifie que la liaison est établie. Ce message est souvent complété par des informations sur la vitesse et le protocole (correction d'erreur et/ou compression).
NO DIALTONE	Signifie que le modem ne peut pas composer le numéro, la tonalité n'étant pas présente.
NO CARRIER	Signifie que la porteuse a été perdue, soit que le modem distant a raccroché, soit que notre modem n'a pas reçu de porteuse à l'appel (par exemple lorsqu'une personne décroche et dit "Allô !").
NO ANSWER	Signifie que personne ne décroche à l'autre bout, soit que le numéro est faux, soit que l'équipement distant est en panne (cela peut arriver !).
BUSY	Signifie que toutes les lignes sont occupées et qu'il faut refaire une tentative un peu plus tard ou avec un autre numéro.

Le câble reliant le modem à la prise du téléphone respecte généralement la norme internationale de raccordement. Cette norme est différente de celle utilisée en Suisse.



Le bon câble

Le câble de la liaison série entre le modem et le PC/Mac/terminal (DTE) doit comporter tous les signaux nécessaires.

■ DB-25 et DB-25 :

Nota : Exemple général utilisé dans la majorité des applications.

DTE (DB-25)		MODEM (DB-25)
1	Protective Ground	1
2	Transmitted Data (TD)	2
3	Received Data (RD)	3
4	Request to Send (RTS)	4
5	Clear to Send (CTS)	5
6	Data Set Ready (DSR)	6
7	Signal Ground	7
8	Data Carrier Detect (DCD)	8
9	Data Terminal Ready (DTR)	20
22	Ring Indicator (RI)	22

■ DB-9 et DB-25 :

Nota : Le connecteur DB-9 est fréquemment utilisé sur les PC.

DTE (DB-9)		MODEM (DB-25)
1	Data Carrier Detect (DCD)	8
2	Received Data (RD)	3
3	Transmitted Data (TD)	2
4	Data Terminal Ready (DTR)	20
5	Signal Ground	7
6	Data Set Ready (DSR)	6
7	Request to Send (RTS)	4
8	Clear to Send (CTS)	5
9	Ring Indicator (RI)	22

■ Mini-DIN 8 et DB-25 :

Nota : Le connecteur Mini-DIN 8 est utilisé sur les Macintosh. DTE

DTE (Mini-DIN8)		MODEM (DB-25)
1 DTR	(RTS & DTR)	4 & 20
2 DSR	(CTS)	5
3 TD	Transmitted Data (TD)	2
4 & 8	(Ground)	7
5 RD	Received Data	3
7 DCD	(DCD)	8
SHIELD		1

Définition : ASCII, American Standard Code for Information Interchange.

Définition : RTU, Remote Terminal Unit.

Ces deux formats de trames peuvent être utilisés dans le protocole MODBUS, mais sont incompatibles entre eux. Environ 95% des modules communicants sur MODBUS utilisent des trames "RTU".

Différence des trames ASCII ou RTU

Certains équipements permettent le choix entre ces deux formats :

- Le format RTU permet pour une même vitesse de transmission un plus fort débit de données.
- Le format ASCII offre une "souplesse" plus importante sur les timing inter-octet (jusqu'à 1 seconde) et constitue une véritable transmission asynchrone.

Différences des protocoles MODBUS ou MODBUS+

- Pour le protocole MODBUS, les récepteurs lisent l'adresse et reconnaissent ainsi quel est le module concerné par le message. Ils connaissent aussi la longueur du message ce qui permet de détecter les messages "tronqués".
- En MODBUS+ l'adresse MODBUS est convertie par l'émetteur en une adresse de nœud et de chemin d'accès sur le réseau.

Définition : Le protocole MODBUS utilise des trames dont le début et la fin sont standards. L'adresse est placée en début de trame.

Définition : Le protocole MODBUS+ utilise des trames avec des délimiteurs de début et de fin spécifiques au réseau. L'adresse destinataire est intégrée au protocole.

Le protocole JBUS utilise une partie du protocole MODBUS.

Nota : Les produits (modules) peuvent ne contenir qu'une partie des fonctions (voir notice produits).

Remarque : les @ Modbus commencent à "1", les @ JBus commencent à "0".

Modbus / Jbus



Structure de la trame	Jbus	Modbus
N° d'esclave	1 à 255	1 à 247
Code fonction	1 à 16 (sauf 9 & 10)	1 à 24
Longueur trame	255 Octets max.	261 Octets max.
CRC	CRC16	CRC16
Détection des trames *	silence > 3 caractères	silence > 1,5 ou > 3,5 caractères
* Cette différence ne pose pas de problème à des débits supérieurs à 1200 bits/s car ces temps sont inférieurs au temps de traitement de l'équipement (temps de retournement).		
Fonctions standard		
F1	Lecture de n bits à @ 0 to FFFF (1 < n < 2000)	Lecture de n bits à @ 1 to 9999
F2	Lecture de n bits à @ 0 to FFFF (1 < n < 2000)	Lecture de n bits à @ 10001 to 19999
F3	Lecture de n mots à @ 0 to FFFF (1 < n < 125)	Lecture de n mots à @ 40001 to 49999
F4	Lecture de n mots à @ 0 to FFFF (1 < n < 125)	Lecture de n mots à @ 30001 to 39999
F5	Ecriture de 1 bit à @ 0 to FFFF	Ecriture de 1 bit à @ 1 to 9999
F6	Ecriture de 1 mot à @ 0 to FFFF	Ecriture de 1 mot à @ 40001 to 49999
F7	Lecture rapide de 8 bits utilisateur	Lecture du status d'exception (8 bits) Signale des défauts sur l'équipement
F15	F15 Ecriture de n bits à @ 0 to FFFF	Ecriture de n bits à @ 1 to 9999
F16	Ecriture de n mots à @ 0 to FFFF	Ecriture de n mots à @ 40001 to 49999

Le protocole MODBUS permet de lire ou d'écrire un ou plusieurs bits, un ou plusieurs mots, le contenu du compteur d'évènements ou celui des compteurs de diagnostic.



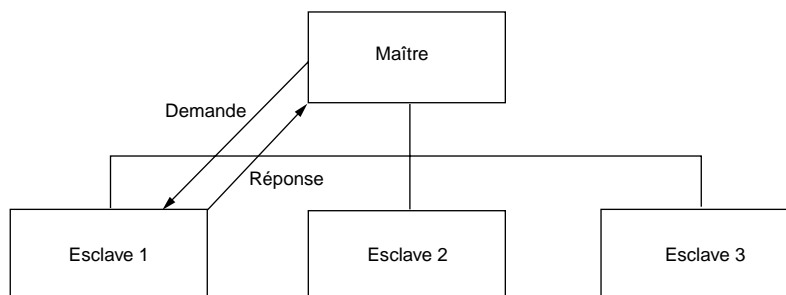
Structure de la trame	Jbus	Modbus
Fonctions de diagnostic (sous-fonctions)		
F8	Lecture des compteurs de diagnostics	Lecture des compteurs de diagnostics
(01)	Donnée = 0000=>pas de réponse émise donnée = FF00 reset des compteurs	Réponse pas de RAZ compteurs
(02-03-04-0A)	Identiques	Identiques
(0B)	Comptabilise les trames sans erreur de CRC	Comptabilise toutes les trames
(0C-0D)	Identiques	Identiques
(0E)	Non incrémenté sur une diffusion	Incrémenté sur une diffusion
(0F)	Comptabilise le nombre de diffusions reçues	Comptabilise le nombre de non réponses de l'esclave
(10-11)	Identiques	Identiques
(12)	Comptabilise les erreurs de caractères (format, parité etc...)	Comptabilise les overrun
F11	Compteur d'évènement. Incrémenté sur une diffusion. Dans la réponse, le 1er mot est toujours à 0	Compteur d'évènement. Non incrémenté sur une diffusion. Dans la réponse, le 1er mot est à 0 ou FFFF (status)
F12	Historique des 64 derniers échanges. Dans la réponse, le 1er mot est toujours à 0.	Historique de 64 derniers échanges. Dans la réponse, le 1er mot est à 0 ou FFFF (status).
Codes d'exception		
(01-02-03-05-07-08)	Identiques	Identiques
(04)	Equipement non prêt	Erreur pendant le traitement de la requête
(09)	Chevauchement de zone mémoire	Non implémenté
Fonctions étendues (sous-fonctions)		
F13	Commandes programme	Commandes programme
(01 - 02)	Identiques	Identiques
(03 - 04)	Adresse sur 24 bits	Adresse sur 16 bits + 8 bits pour le numéro de page
Extension d'adresse		
(25)	identique	identique
(26)	Octet de donnée = 00 or 80h	Octet de donnée = 06h
F14	identique	Identique

Remarque : la fonction 13 possède 43 sous-fonctions, Jbus en utilise seulement 6.

Les échanges sont réalisés à l'initiative du maître et comportent une demande du maître et une réponse de l'esclave.

E52348

Caractérisation des échanges



Les commandes de diffusion sont obligatoirement des commandes d'écriture. Il n'y a pas de réponse émise par les esclaves.

Toutes les trames échangées ont la même structure.

E52249

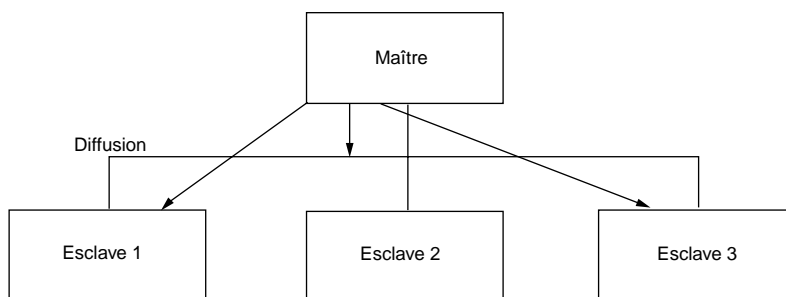
N° esclave	Code fonction	Zone de données	Zone de contrôle
------------	---------------	-----------------	------------------

E52350

CRC 16

Les demandes du maître sont adressées soit :

- A un esclave donné (identifié par son numéro dans le premier octet de la trame de demande).
- A tous les esclaves (diffusion).



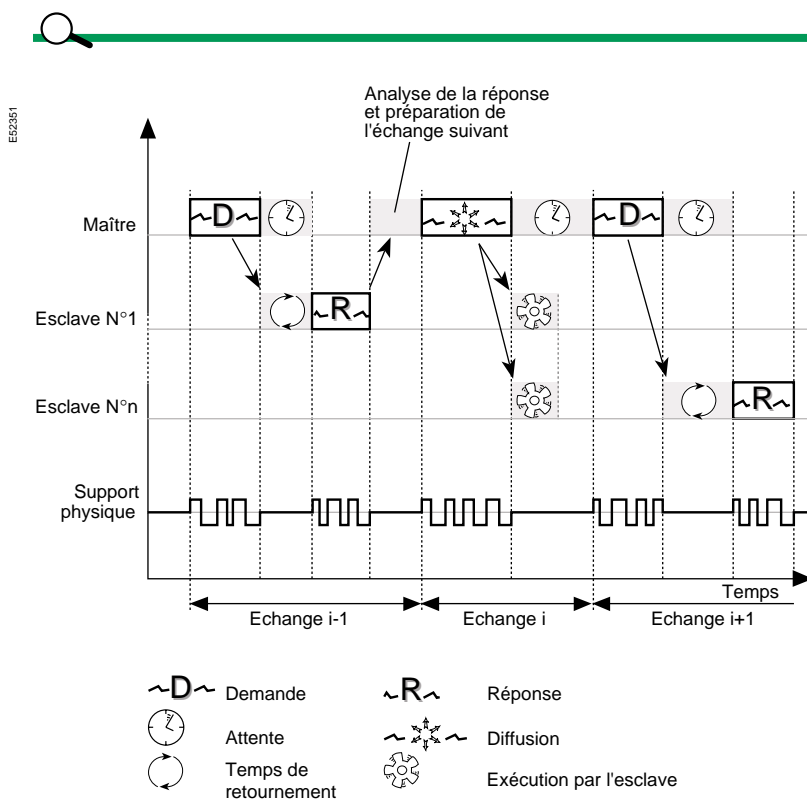
Tout échange comporte deux trames, une demande du maître et une réponse de l'esclave.

Sauf pour la diffusion (écriture seulement) ou l'échange est constitué d'une trame du maître.

Chaque trame contient quatre types d'informations :

- Le numéro de l'esclave (1 octet) :
 - le numéro de l'esclave spécifie l'esclave destinataire (1 à 255). Si ce numéro est zéro, la demande concerne tous les esclaves, il n'y a pas de message de réponse.
- Le code fonction (1 octet) :
 - il permet de sélectionner une commande (lecture, écriture, bit, mot) et de vérifier si la réponse est correcte.
- Le champ information (n octets) :
 - il contient les paramètres liés à la fonction : adresse bit, adresse mot, valeur de bit, valeur de mot, nombre de bits, nombre de mots.
- Le mot de contrôle (2 octets) :
 - il est utilisé pour détecter les erreurs de transmission.

Diagramme d'occupation du support de transmission

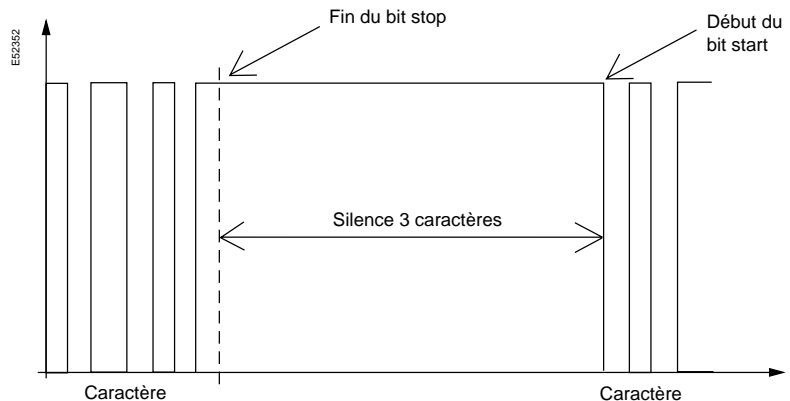


Remarque : les durées de DEMANDE, REPONSE, DIFFUSION, ATTENTE, TRAITEMENT sont liées à la fonction réalisée.

Les principes utilisés

Synchronisation des échanges

Tout caractère reçu après un silence supérieur à 3 caractères est considéré comme un début de trame.



Nota : Respectez un silence sur la ligne entre deux trames d'au moins trois caractères.

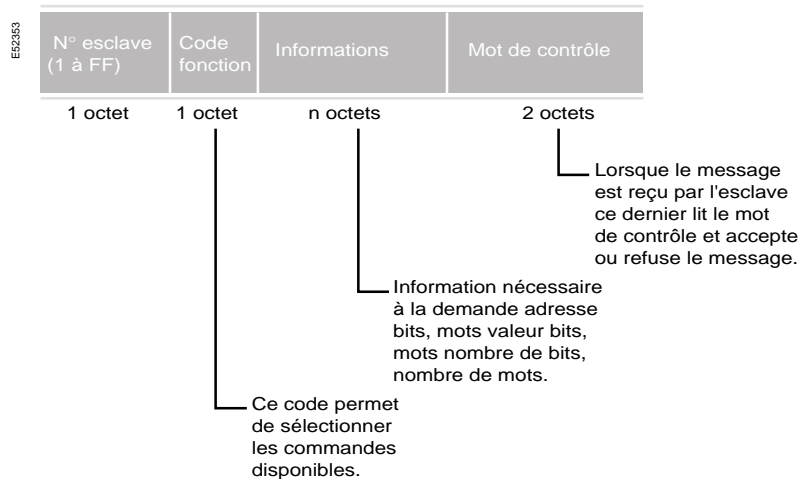


Le contenu des trames qui suivent est donné en hexadécimal.

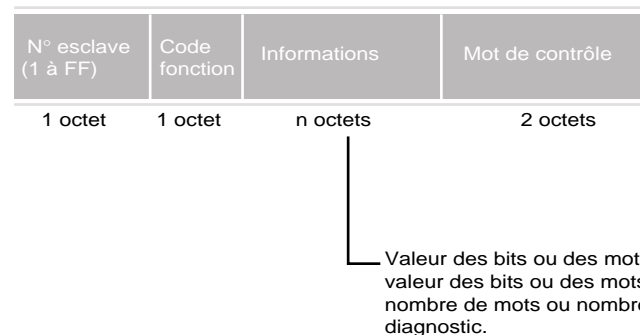
Présentation des trames

Présentation des trames de demande et de réponse

■ Demande



■ Réponse



Chaque module possède une adresse unique sur le réseau, comprise entre 1 et 255 (1 et FF en hexadécimal).

La valeur de cette adresse est codée sur un octet, la valeur 0 est interdite car réservée à la diffusion.

Le protocole JBUS possède 14 fonctions :
Les trames de demande et de réponse ont une taille maximale de 255 octets.

L'adressage

Le mode d'adressage diffère suivant les modules :

- Par roue codeuse :
 - la roue n°1 donne le poids fort des adresses,
 - la roue n°2 donne les poids faibles.
- Par clavier ; le principe reste le même, mais la méthode peut différer :
 - paramétrage en une seule fois,
 - ou paramétrage en deux opérations (poids fort/poids faible).

Dans tous les cas, se reporter à la notice de mise en œuvre des modules.

Les fonctions

Fonctions JBUS :

- Fonction 1 ; Lecture de n bits de sorties ou internes.
- Fonction 2 ; Lecture de n bits d'entrées.
- Fonction 3 ; Lecture de n mots de sorties ou internes.
- Fonction 4 ; Lecture de n mots d'entrées.
- Fonction 5 ; Ecriture de 1 bit.
- Fonction 6 ; Ecriture de 1 mot.
- Fonction 7 ; Lecture rapide de 8 bits.
- Fonction 8 ; Diagnostic des échanges.
- Fonction 11 ; Lecture du compteur d'événement.
- Fonction 12 ; Lecture du buffer trace.
- Fonction 13 ; Lecture/écriture adresse > FFFFh ou commande programme (téléchargement, ...).
- Fonction 14 ; Diagnostic associé aux commandes programmes.
- Fonction 15 ; Ecriture de n bits.
- Fonction 16 ; Ecriture de n mots.

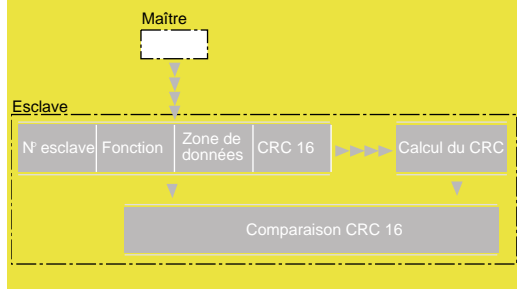
Le maître émet une demande en indiquant :

- Le numéro d'esclave.
- Le code fonction.
- Les paramètres de la fonction.

Il calcule et émet le contenu du mot de contrôle (CRC 16).

Lorsque l'esclave reçoit le message de demande, il le range en mémoire, calcule le CRC et le compare au CRC 16 reçu :

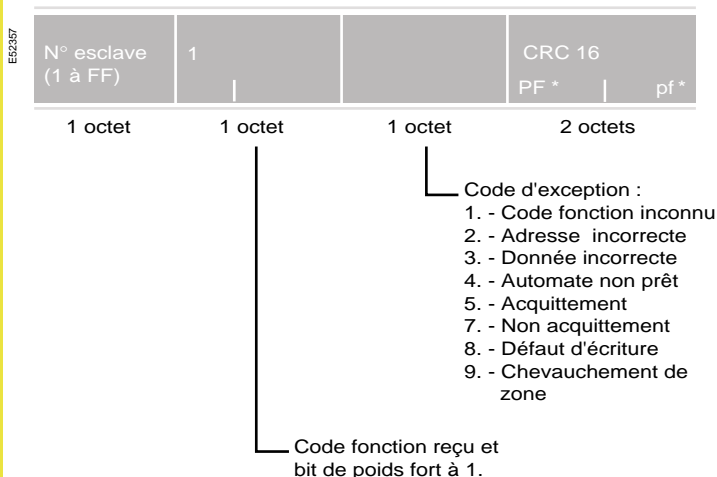
- Si le message reçu est incorrect (inégalité des CRC 16), l'esclave ne répond pas.
- Si le message reçu est correct mais que l'esclave ne peut le traiter (adresse erronée, donnée incorrecte...), il renvoie une réponse d'exception.



Important : dans le CRC 16, l'octet de poids faible (pf) est transmis en premier.

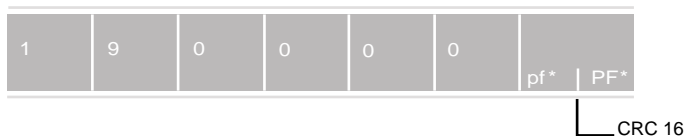
Contrôle des messages reçus par l'esclave

Contenu d'une réponse exception.

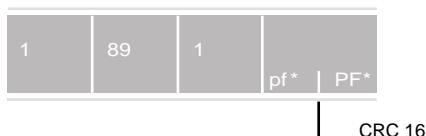


Exemple :

■ **Demande.**



■ **Réponse.**



Remarque : Les réponses d'exception 5 et 7 sont relatives aux fonctions JBUS 13 et 14.

Définition : Un bit est une unité élémentaire d'information ne pouvant prendre que deux valeurs distinctes : 1 ou 0 . Les "bits" représentent le langage qu'utilisent les ordinateurs pour fonctionner. Elles correspondent aux niveaux électriques suivant dans l'ordinateur :

- "bit 0" = 0 volt.
- "bit 1" = 5 volts.

Important :

Lorsque les "bits" sont transmis sur un port série , ils correspondent aux niveaux électriques suivants :

- "bit 0" = +3 à +15 V.
- "bit 1" = -3 à -15 V.

Définition : Un octet ou un byte est un groupe comprenant huit (8) éléments binaires. Un "octet" ou "byte" est donc un ensemble de huit (8) "bits" représentant un tout appelé " mot binaire".

Remarque : PF = Poids Forts et pf = poids faibles.

Lecture de n bits : fonction 1 ou 2

- Demande.

E52360

N° esclave	1 ou 2	Adresse du 1er bit à lire : PF * pf *	Nombre de bits à lire : $1 \leq n \leq 2000$	CRC 16 pf * PF *
1 octet	1 octet	2 octets	2 octets	2 octets

- Réponse.

E52361

N° esclave	1 ou 2	Nombre d'octets lus	1 ^{er} octet lu	Dernier octet lu	CRC 16 pf * PF *
1 octet	1 octet	1 octet	n octets		2 octets

Détail d'un octet :

E52365

Dernier bit transmis							1 ^{er} bit transmis
----------------------	--	--	--	--	--	--	------------------------------

Nota : Les bits non utilisés dans l'octet sont mis à zéro.



Exemple :

Lecture des bits 204 à 211 de l'esclave n° 1.

- Demande.

E52362

01	01	02 04	010E	
----	----	-------	------	--

└─ CRC 16

- En hexadécimal, le nombre de bits à lire de 204 à 211 se détaille comme suit :
 - 0204, 0205, 0206, 0207, 0208, 0209, 020A, 020B, 020C, 020D, 020E, 020F, 0210, 0211,
 - soit 14 valeurs ou 0E en hexadécimal.

- Réponse.

E52363

01	01	02	10101001	00101110	
----	----	----	----------	----------	--

20B ← 204 211 ← 20C

└─ CRC 16

- Fonction 3 : lecture de mots de sortie ou bits internes.
- Fonction 4 : lecture de mots d'entrée.
- Le nombre de mots à lire doit être ≤ 125 .

Remarque : le "mot" représente ici 2 octets soit 16 bits.

Lecture de n mots : fonction 3 ou 4

- Demande.

E52364	N° esclave	3 ou 4	Adresse du 1 ^{er} mot à lire : PF * pf *		Nombre de mots à lire n \leq 125 : PF * pf *		CRC 16 pf * PF *
	1 octet	1 octet	2 octets		2 octets		2 octets

- Réponse.

E52365	N° esclave	3 ou 4	Nombre d'octets lus	Valeur 1 ^{er} mot PF * pf *	Valeur du dernier mot PF * pf *	CRC 16 pf * PF *
	1 octet	1 octet	1 octet	2 octets	2 octets	2 octets



Exemple :

Lecture des mots 805 à 80A de l'esclave n° 2.

- Demande.

E52366	02	03	0805	0006	
	CRC 16				

- Réponse.

E52367	02	03	0C	XXXX	YYYY	
			Valeur du mot 805		Valeur du mot 80A	CRC 16

La trame de réponse est identique à la trame de demande.

Ecriture d'un bit : fonction 5

■ Demande.

E52368	N° esclave	5	Adresse du bit PF * pf *	Valeur du bit 0	CRC 16 pf * PF *
	1 octet	1 octet	2 octets	1 octet	2 octets
				bit forcé à 0_ bit forcé à 1_	écrire 0 écrire FF

■ Réponse.

E52368	N° esclave	5	Adresse du bit PF * pf *	Valeur du bit 0	CRC 16 pf * PF *
--------	------------	---	-------------------------------	--------------------	-----------------------

Nota : Si le numéro d'esclave est 00, tous les esclaves exécutent le forçage sans émettre de réponse.



Exemple :
Forçage à 1 du bit 210 de l'esclave n° 2.

E52369	02	05	02 10	FF	00	
						CRC 16

La trame réponse est identique à la trame demande.

Ecriture d'un mot : fonction 6

■ Demande.

E52370	N° esclave	6	Adresse du mot PF * pf *	Valeur du mot PF * pf *	CRC 16 pf * PF *
	1 octet	1 octet	2 octets	2 octets	2 octets

■ Réponse.

E52370	N° esclave	6	Adresse du mot PF * pf *	Valeur du mot PF * pf *	CRC 16 pf * PF *
--------	------------	---	-------------------------------	------------------------------	-----------------------

Nota : Si le numéro d'esclave est 00, tous les esclaves exécutent le forçage sans émettre de réponse.



Exemple :
Ecriture de la valeur 1000 dans le mot d'adresse 810 de l'esclave n°1.

E52371	01	06	810	1000	
					CRC 16

Les adresses des 8 bits concernés sont
fixées par l'esclave.

Lecture rapide de 8 bits : fonction 7

■ Demande.



■ Réponse.



A chaque esclave sont affectés des compteurs d'évènements (ou compteurs de diagnostic) :

- Il y a au total 9 compteurs par esclave.
- Ces compteurs sont des mots de 16 bits.

ES2489

Lecture des compteurs de diagnostic : fonction 8

- Demande/réponse.

N° esclave	8	Code SS Fonction	Données	CRC 16
1 octet	1 octet	1 octet	2 octets	2 octets



Fonction	Code sous fonction	Données	Remarques :
L'esclave doit envoyer l'écho de la demande (contrôle de la transmission)	00	XYZT	X, Y, Z, T, fixés par l'utilisateur
Remise à zéro des compteurs de diagnostic, annulation du mode déconnecté et reconfiguration du coupleur. Pas de réponse émise.	01	0000	
Remise à zéro des compteurs de diagnostic et du buffer trace.	01	FF00	
Lecture du registre de diagnostic de l'esclave.	02	XXXX	Lors de la demande XXXX vaut 0000. Lors de la réponse XXXX est le contenu du registre de diagnostic (fixé par l'utilisateur).
Modifie le caractère délimiteur de fin de trame (en mode ASCII). Par défaut, ce caractère est LF (0A).	03	XY00	XY fixé par l'utilisateur : code ASCII du caractère de fin de trame
Mode déconnecté l'esclave est forcé à ne plus répondre (utiliser la sous-fonction 1 pour activer l'esclave)	04	0000	
Remise à zéro des compteurs de diagnostic	0A	0000	
Lecture du nombre total des :			
□ trames reçues sans erreur CRC (CPT 1)	0B	XXXX ₍₁₎	
□ trames reçues avec erreur CRC (CPT 2)	0C	XXXX ₍₁₎	
□ nombre de réponses d'exception (CPT 3)	0D	XXXX ₍₁₎	
□ trames adressées à la station (CPT 4) - (hors diffusion)	0E	XXXX ₍₁₎	
□ demandes de diffusion reçues (CPT 5)	0F	XXXX ₍₁₎	
□ réponses NAQ (CPT 6)	10	XXXX ₍₁₎	
□ réponses de l'esclave non prêt (CPT 7)	11	XXXX ₍₁₎	
□ caractères non traités (CPT 8)	12	XXXX ₍₁₎	

(1) Lors de la demande XXXX vaut 00 00.

Lors de la réponse, xxxx est le contenu du compteur concerné.

Ce compteur permet, depuis le maître, de savoir :

- Si l'esclave a correctement interprété la commande (compteur d'évènements incrémenté).
- Si l'esclave n'a pas interprété la commande (compteur non incrémenté).

Lecture des compteurs d'évènement : fonction 11

Chaque esclave possède un compteur d'évènements. Le maître lui aussi possède un compteur d'évènements. Ce compteur est incrémenté à chaque trame correctement reçue et interprétée par l'esclave (sauf la commande spécifique de lecture de ce compteur : fonction 11). Une commande de diffusion correcte incrémente le compteur. Si l'esclave émet une réponse d'exception, le compteur n'est pas incrémenté.

La lecture de ces différents éléments va permettre d'effectuer un diagnostic des échanges ayant été réalisés entre le maître et l'esclave.

Si le compteur du maître est égal au compteur de l'esclave, la commande envoyée par le maître a bien été exécutée. Si le compteur du maître est égal au compteur de l'esclave + 1, la commande envoyée par le maître n'a pas été exécutée.

■ Demande.



■ Réponse.



L'utilisateur a, à sa disposition, une mémoire de 64 octets contenant l'historique des 64 dernières transactions.

Lecture du "buffer trace" : fonction 12

Remarque : les fonctions 12 / 13 / 14 ne sont pas implémentées dans tous les contrôleurs Modicon et ne sont là qu'à titre d'informations parce que présentes dans la liste des fonctions JBUS.

Le maître peut demander une lecture de cette mémoire. L'esclave répond en renvoyant également le contenu du compteur d'événements et le contenu du compteur de messages.

■ Demande.

E52376	N° esclave	0C	CRC 16
	1 octet	1 octet	2 octets

■ Réponse.

E52377	N° esclave	0C	46	00 00	Etat de compteur d'évènement	Etat de compteur de message	64 octets	CRC
	1 octet	1 octet	1 octet	2 octets	2 octets	2 octets		

Compte rendu évènement plus récent	Compte rendu évènement plus précédent	Compte rendu évènement N	Compte rendu évènement -64
------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------------

■ En réception.

E52378	1	= 1 si diffusion	= 1 si mode déconnecté	1 si caractère erroné	0	0	= 1 si erreur CRC	0
--------	---	------------------	------------------------	-----------------------	---	---	-------------------	---

■ En émission, numéro d'erreur éventuel.

E52379	1	1	= 1 si mode déconnecté	0				
--------	---	---	------------------------	---	--	--	--	--

■ En mode déconnecté (1).

E52380	0	0	1	0	0	0	0	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---

■ Remise à zéro des compteurs de diagnostic (commande 8, ss commande 01).

E52381	0	0	0	0	0	0	0	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---

(1) le mode déconnecté est utilisé pour l'analyse de certaines anomalies. Dans ce mode, le coupleur surveille la ligne en incrémentant les compteurs et en mettant à jour la table trace. Par contre, aucun transfert vers la mémoire de l'esclave n'est effectué et aucune réponse n'est envoyée sur la ligne. Ce mode est piloté par la commande 8 (sous fonction 01 et 04).

Commandes programme : Fonction 13

Les commandes programme permettent de réaliser les fonctions suivantes :
Connexion à la mémoire de l'esclave.

- Déconnexion de la mémoire de l'esclave.
- Arrêt de l'esclave (STOP).
- Marche de l'esclave (RUN).
- Déchargement du programme de l'esclave (lecture du contenu de la mémoire).
- Chargement de programme dans l'esclave (écriture de la mémoire).



Les fonctions de chargement et de déchargement de la mémoire permettent également de lire et d'écrire la mémoire de données au-delà de la limite d'adressage sur 16 bits.

Les commandes de chargement et déchargement de la mémoire de données sont accessibles à tout instant. Les commandes programme doivent être organisées à l'intérieur d'une session organisée comme suit :

- Connexion.
- Commandes.
- Déconnexion.

Attention : *Le panachage des commandes de lecture et d'écriture à l'intérieur d'une même session est interdit.*

Dans le cas où la réponse serait un non acquittement (réponse d'exception 7), le diagnostic associé à ces fonctions est obtenu en utilisant la fonction 14 (cf. § suivant).

A un instant donné, un seul coupleur peut accéder à la mémoire de l'esclave et/ou donner des ordres à l'unité centrale de l'esclave.

Cette exclusion mutuelle est respectée en organisant les commandes programme en sessions :

- Commandes programme proprement dites (arrêt, marche, déchargement, chargement,...).
- Déconnexion de la mémoire.

Remarques :

- La mémoire de données est accessible quel que soit l'état du coupleur (connecté ou non). Cela permet de respecter le principe d'exclusion mutuelle.
- Une procédure de déconnexion automatique (time out, ...) sur l'esclave doit être prévue dans le cas où la commande de déconnexion n'arrive pas (coupure ligne, erreur caractère, ...).

Diagnostic des commandes programme : fonction 14

Cette commande permet de préciser le diagnostic associé aux réponses d'exception 7 (non acquittement) reçues lors de l'exécution d'une commande programme (fonction 13). Elle fournit le diagnostic de la dernière commande programme exécutée.

Commande interdite en diffusion.

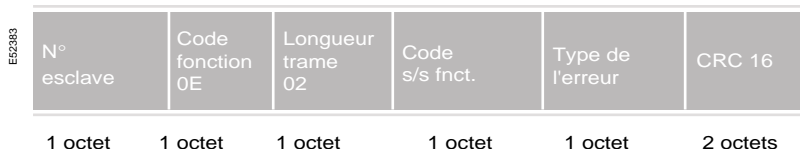


Syntaxe :

■ Demande.



■ Réponse.



Le code sous fonction renvoyée est le code sous fonction de la dernière commande programme exécutée, avec le bit de poids fort forcé à 1 si une erreur a été détectée lors de l'exécution.

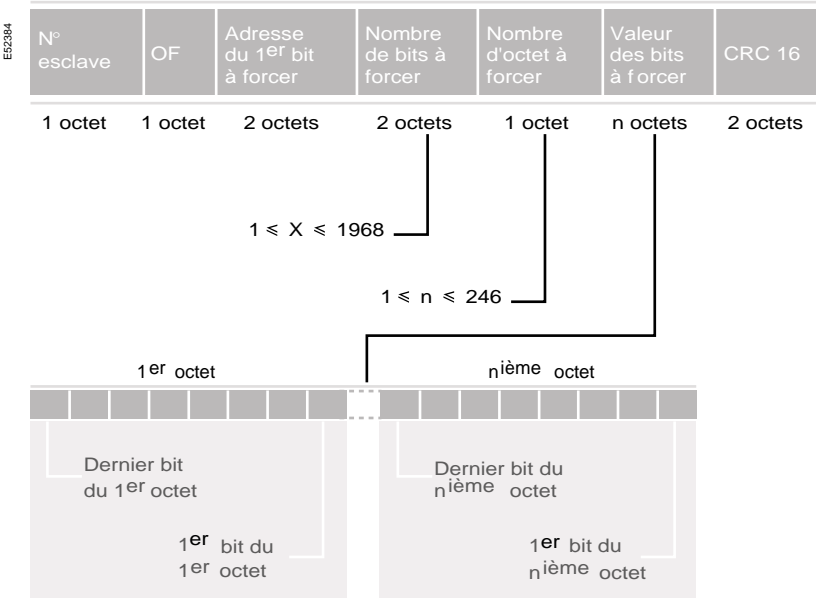
Exemple : 82 pour une demande de marche (sous fonction 2). Le type de l'erreur est codé comme suit :

N°	Libellé	Type de la commande pouvant entraîner cette erreur
00	Pas d'erreur	
01	Commande inconnue, non autorisée ou mal exécutée (erreur de dialogue U.C. par exemple).	Toute commande.
02	Adresse virtuelle invalide (hors du champ d'adressage maximum autorisé).	Lecture ou écriture mémoire.
03	Mémoire protégée. L'utilisateur essaie de lire ou d'écrire une mémoire qui est déjà occupée par un autre coupleur (principe de l'exclusion mutuelle).	Lecture ou écriture mémoire.
04	Lecture ou écriture à des adresses physiques inexistantes (hors du champ d'adressage de l'esclave considéré).	Lecture ou écriture mémoire.
08	Nombre de mots invalides.	Lecture ou écriture mémoire.
09	Commande non autorisée, l'esclave est en marche.	Ecriture mémoire.
10	Commande non autorisée, l'esclave n'étant pas connecté.	Marche, arrêt, lecture ou écriture.

Si le numéro d'esclave est 0, tous les esclaves exécutent l'écriture sans émettre de réponse en retour.

Ecriture de n bits consécutifs : fonction 15

■ Demande.

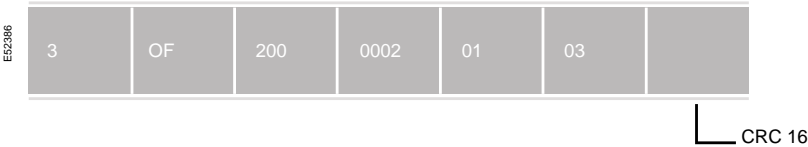


■ Réponse.

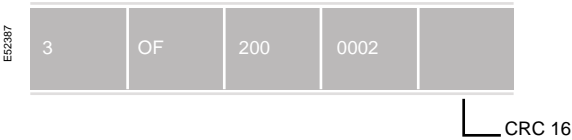


Exemple :
Forcer à 1 les bits 200 et 201 de l'esclave 3.

■ Demande.



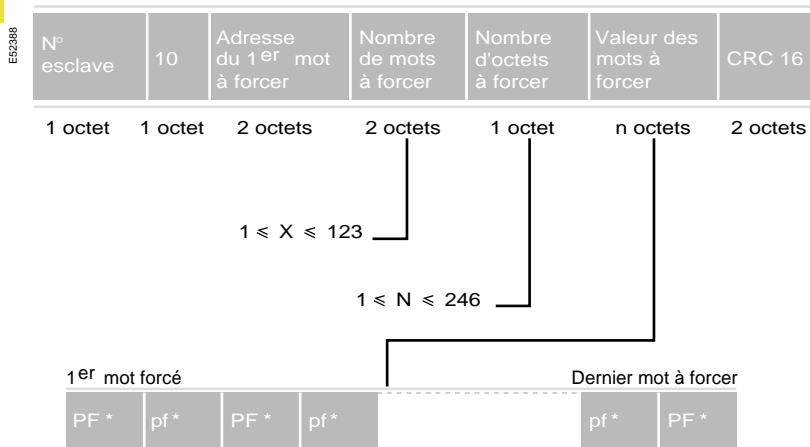
■ Réponse.



Si le numéro d'esclave est égal à 0, tous les esclaves exécutent l'écriture sans émettre de réponse en retour.

Ecriture de n mots consécutifs : fonction 16

■ Demande.



■ Réponse.



Exemple :

Forçage des mots 0800 à 0803 de l'esclave n° 1.

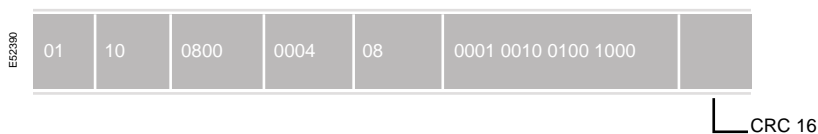
(0800) = 0001

(0801) = 0010

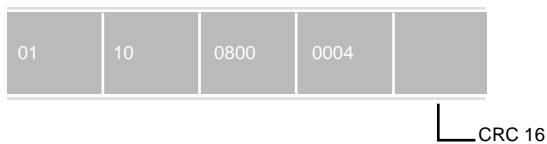
(0802) = 0100

(0803) = 1000

■ Demande.



■ Réponse.



Retourne la description du type de contrôleur à cette adresse, l'état courant du "run indicator", et certaines informations spécifiques à chaque types d'esclaves. La diffusion n'est pas supportée.

Identification d'un esclave : fonction 17 (spécifique PM 6xx/CM2xxx)

■ Demande.

EE2392

N° esclave	11	CRC 16
1 octet	1 octet	2 octets

■ Réponse.

EE2393

N° esclave	11	Nombre d'octets	ID esclave	Indicateur de fonctionnement	PF des données	pf des données	CRC
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	2 octets

Nota : Le nombre d'octets, l'ID esclave, les données disponibles, dépendent du type d'esclave. Indicateur de fonctionnement : FF = ON & 00 = OFF.



Exemple : Lecture des données d'un PM600 N°17:

■ Demande.

EE2394

01	11	CRC 16
1 octet	1 octet	2 octets

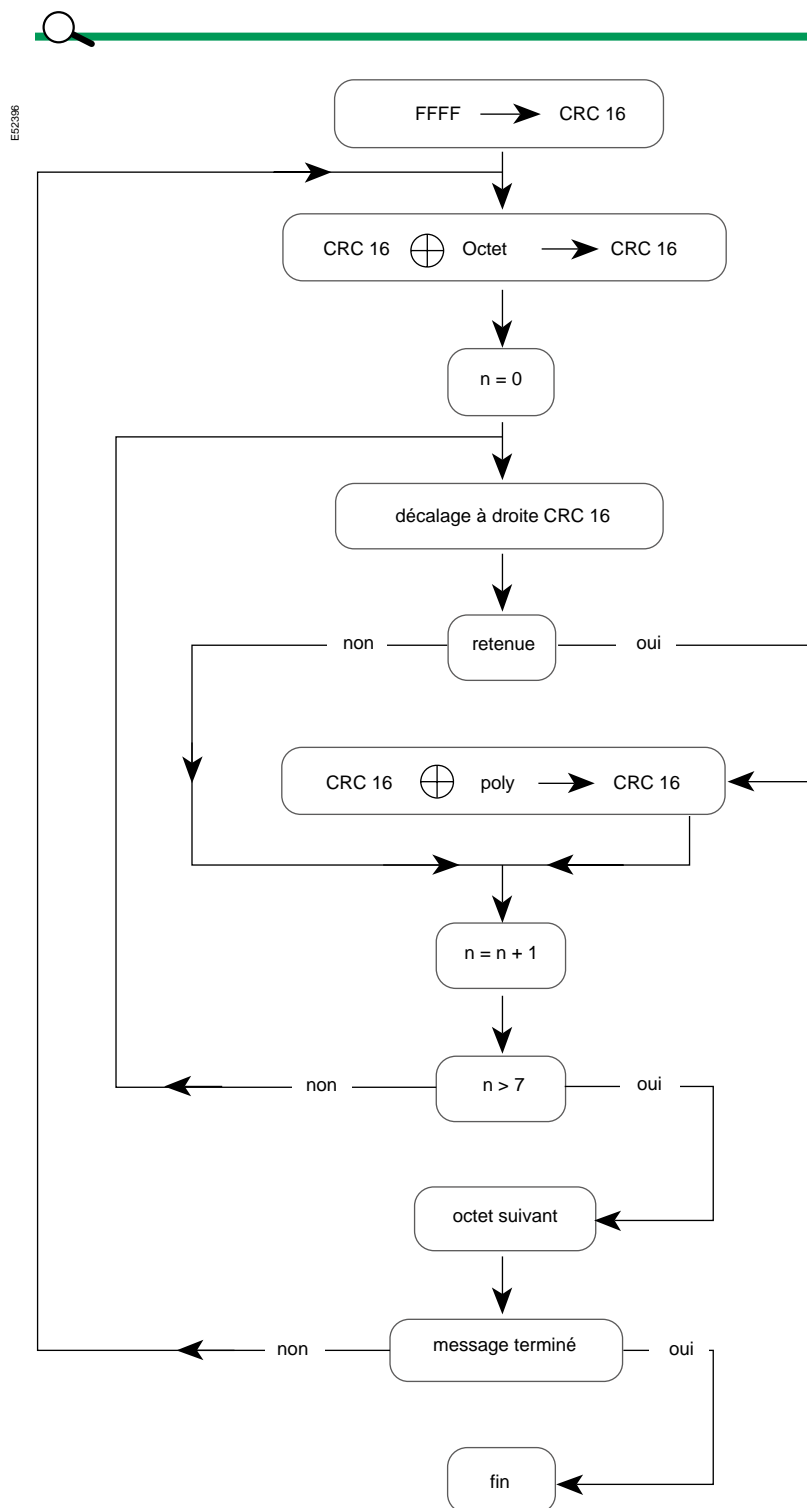
■ Réponse.

EE2395

01	11	04	64	FF	01	E1	CRC 16
----	----	----	----	----	----	----	--------

64 = spécifique aux modules Powerlogic.
01 E1 = adresses Powerlogic.

Algorithme de calcul du CRC16



+ ou exclusif

n = nombre de bits d'information

POLY = polynôme de calcul du CRC 16 = 1010 0000 0000 0001

(polynôme générateur = $1 + x_2 + x_{15} + x_{16}$)

Dans le CRC 16, le 1er octet émis est celui des poids faibles.



Exemple de calcul du CRC : trame 020B = lecture du compteur d'évènements
(Fonction 11) de l'esclave à l'adresse 02h

Initialisation du CRC		CRC =	1111	1111	1111	1111
+1 ^{er} octet (02)		CRC =	0000	0000	0000	0010
n = 0		CRC = Décalage N°1	1111 0111 1010	1111 1111 0000	1111 1111 0000	1101 1110_1 0001
n = 1	+ polynôme	CRC = Décalage N°2	1101 0110 1010	1111 1111 0000	1111 1111 0000	111 1111_1 0001
n = 2		CRC = Décalage N°3	1100 0110 0011	1111 0111 0011	1111 1111 1111	1110 1110_0 1111_1
n = 3	+ polynôme	CRC = Décalage N°4	1010 0100 0010	0000 1001 0100	0000 1111 1111	0001 1111_0 1111_1
n = 4		CRC = Décalage N°5	1001 0100 0010	0011 1001 0100	1111 1111 1111	1110 1111_0 1111_1
n = 5	+ polynôme	CRC = Décalage N°6	1010 0100 0010	0000 1001 0100	0000 1111 1111	0001 1111_0 1111_1
n = 6		CRC = Décalage N°7	1000 0100 0010	0100 0010 0001	1111 0111 0011	1110 1111_0 1111_1
n = 7	+ polynôme	CRC = Décalage N°8	0010 0100 1010	0001 0000 0000	0011 0000 0000	0001 1111_1 0001
n > 7 ⇒ CRC = + 2 ^{ème} octet (0B)		CRC =	1000 0000	0001 0000	0011 0000	1110 1011
n = 0		CRC = Décalage N°1	1000 0100 1010	0001 0000 0000	0011 1001 0000	0101 1010_1 0001
n = 1	+ polynôme	CRC = Décalage N°2	1110 0111 1010	0000 0000 0000	1001 0100 0000	1011 1101_1 0001
n = 2		CRC = Décalage N°3	1101 0110 0011	0000 1000 0100	0100 0010 0001	1100 0110_0 0011_0
n = 3	+ polynôme	CRC = Décalage N°4	0001 0001 1010	1010 0000 0000	0000 0000 0000	1001_1 0001 0001
n = 4		CRC = Décalage N°5	1011 0101 0010	1010 1101 1110	0000 0000 1000	1000 0100_0 0010_0
n = 5	+ polynôme	CRC = Décalage N°6	0001 0101 0010	0111 1101 1110	0100 0000 1000	0001_0 0001 0001
n = 6		CRC = Décalage N°7	0001 0101 0010	0111 1101 1110	0100 0000 1000	0001_0 0001 0001
n = 7	+ polynôme	CRC = Décalage N°8	0001 0101 0010	0111 1101 1110	0100 0000 1000	0001_0 0001 0001
n = 8		CRC Final	1 MSB	7 7	4 LSB	1 1

Donc le CRC pour cette trame sera : **4117** hex.

MSB = Most Significant Bytes (PF).

LSB = Least Significant Bytes (pf).



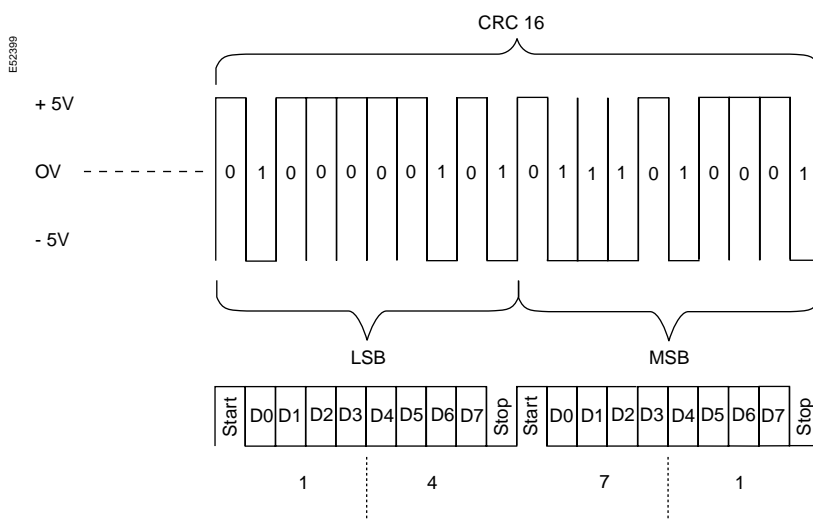
Interprétation électrique du CRC sur le réseau RS485:

□ Dans notre exemple, la demande du maître est :

E52397	02	0B	41 17
--------	----	----	-------

□ Dans ce cas, la réponse sera :

E52398	02	0B	00 00	Contenu du compteur (ici 00 00)	A4 38
--------	----	----	-------	---------------------------------------	-------



Donc l'interprétation du signal est : \$ 41 17
(conforme à ce que l'on attendait).



Exemple "physique" d'une trame :

- Les trames "Maître" sont émises par un logiciel spécifique.
- Les trames "Esclave" sont émises par un module de la gamme Digipact.
- Le câblage de la ligne RS485 est fait en "2 fils" avec charge et polarisation.
- Les mesures sont effectuées à l'oscilloscope entre les bornes 8/9 (point chaud de la sonde) et 4/5 (point froid) du subD 9pts du module.

La fonction Modbus utilisée est la fonction 11 "lecture du compteur d'évènements".
Tous les modules possèdent cette fonction (voir description des fonctions).

■ **Demande.**

E52397	02	0B	41 17
--------	----	----	-------

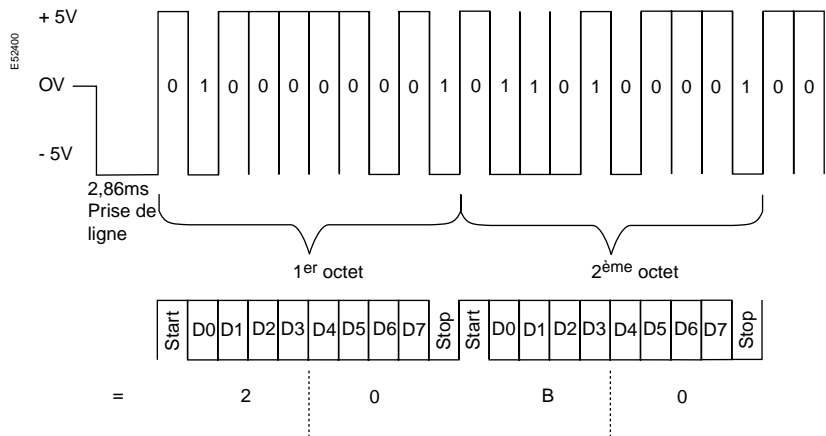
■ **Réponse.**

E52398	02	0B	00 00	Contenu du compteur (ici 00 00)	A4 38
--------	----	----	-------	---------------------------------------	-------

■ **Remarque :** la vitesse de transmission étant de 19200 bauds :

- 1 bit = 52 µs,
- 1 octet (1start + 8bits + 1stop) = 520 µs,
- donc durée théorique de la réponse = 4,16 ms (4,14 ms mesurée).

■ **Forme du signal mesuré (début de la trame):**



On a ainsi l'adresse de l'esclave : 02 hex , de même que le code fonction : 0B hex.

Généralités

La configuration minimale est :

- Les fonctions sur bits (lecture/écriture) : 1 et 2 ; 5 et 15 ou/et les fonctions sur mots (lecture/écriture) : 3 et 4 ; 6 et 16.
- Les fonctions de diagnostic : 8 (sous codes 10 à 18), 11.

De même, tout équipement doit accepter les trames de diffusion pour les fonctions d'écriture.

Le format de transmission, doit comprendre les données suivantes :

- 1 bit start.
- 8 bits données.
- 1 bit stop.
- Sans parité.

La vitesse de transmission, doit intégrer 9600 bds.

Les interfaces physiques (RS232C, RS422A, RS485, BC 20 mA) sont choisies en fonction de l'environnement et des performances souhaitées.

En interface physique, sélectionnez la jonction RS485 (seul standard défini pour des utilisations en multipoints) avec utilisation de la topologie 2 fils. L'équipement doit également gérer l'utilisation en topologie 4 fils.

Principes à suivre :

- Respectez le format des trames.
- Respectez les numéros de fonction.
- Respectez les limites données par le protocole :
 - Lecture de 2000 bits ou 125 mots maximum,
 - Ecriture de 1968 bits ou 123 mots maximum.
- Avoir un numéro d'esclave paramétrable.
- Détectez les fins de trame sur silence de 3 caractères.
- Incrémentez les compteurs de diagnostic en parfaite conformité avec la spécification.
- Avoir les bonnes réactions en cas d'évènements inattendus :
 - Renvoi d'un message d'exception sur une trame maître invalide dont le crc 16 (code de redondance cyclique) et le numéro d'esclave sont corrects.
 - Pas de réponse sur une trame avec erreur crc 16.
- Rejetez les trames incomplètes ou trop longues.

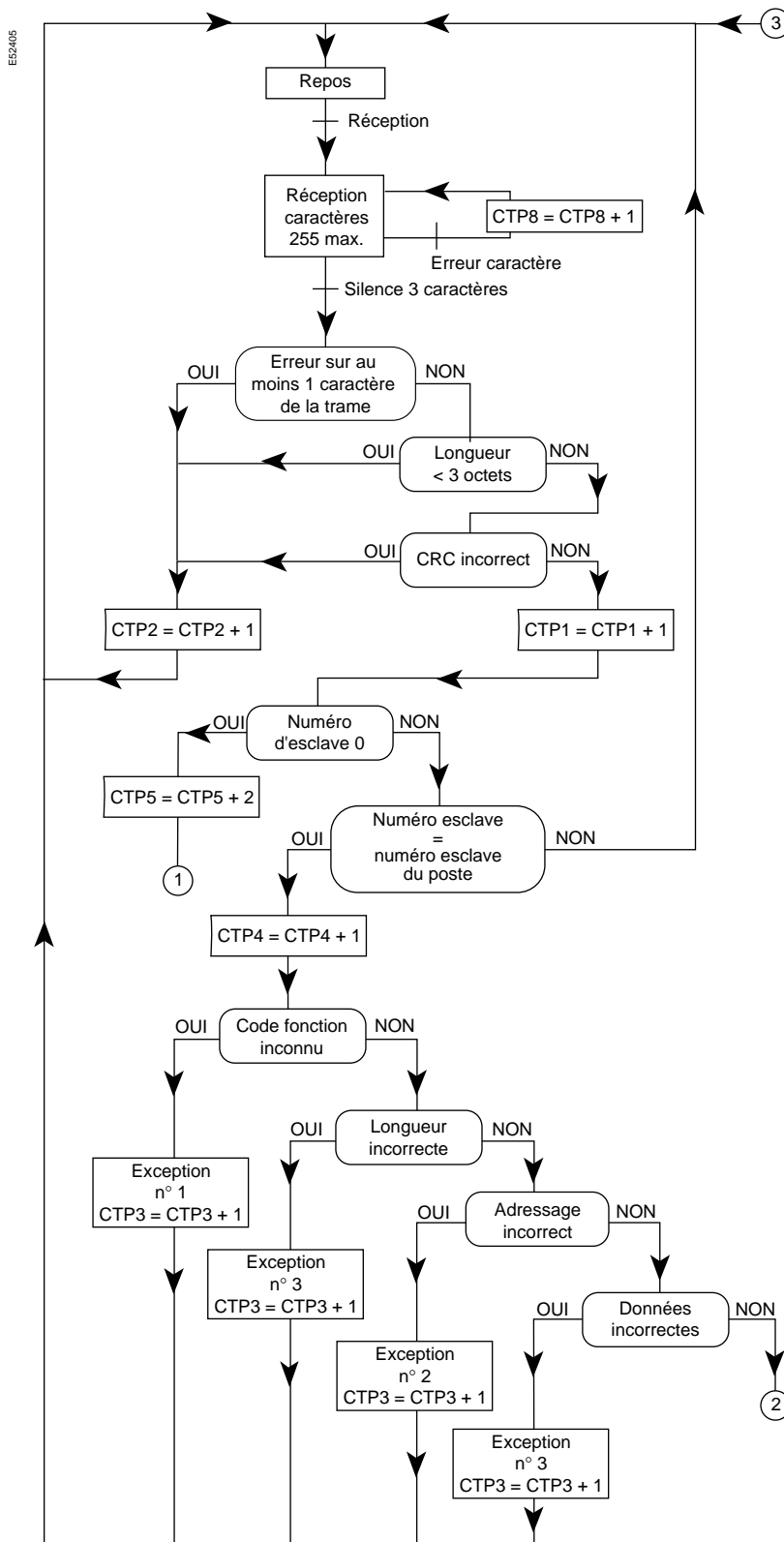


- Le temps qui sépare deux caractères d'une trame doit toujours être inférieur à trois caractères (1 caractère = bit start, bits de données, parité et bit(s) stop(s)).
- Le temps qui sépare deux trames (maître ou esclave) doit toujours être supérieur ou égal à trois caractères.
- Si l'équipement est programmé avec une parité, vérifiez la parité sur tous les octets d'une trame reçue.
- Si l'équipement est programmé sans parité, refusez une trame dont les octets comportent une parité.
- Les contrôles à effectuer sur une trame maître ou esclave sont :
 - CRC16 correct,
 - numéro d'esclave correct,
 - code fonction et sous-code (éventuel) corrects,
 - champ longueur correct (limites autorisées par le protocole),
 - longueur effective correcte (cohérence entre le champ longueur et le nombre d'octets reçus).
 - un équipement maître doit :
 - signaler les erreurs (mot d'erreur, écran, led, etc...) provenant des réponses esclaves,
 - pouvoir toujours communiquer après une réponse erronée de l'esclave,
 - refuser une réponse esclave qui arrive pendant l'émission d'une trame maître (full duplex interdit en JBUS),
 - vérifier que la structure d'une trame envoyée est correcte par rapport au protocole (nombre de variables, nombre d'octets ⇔ 255, etc...).

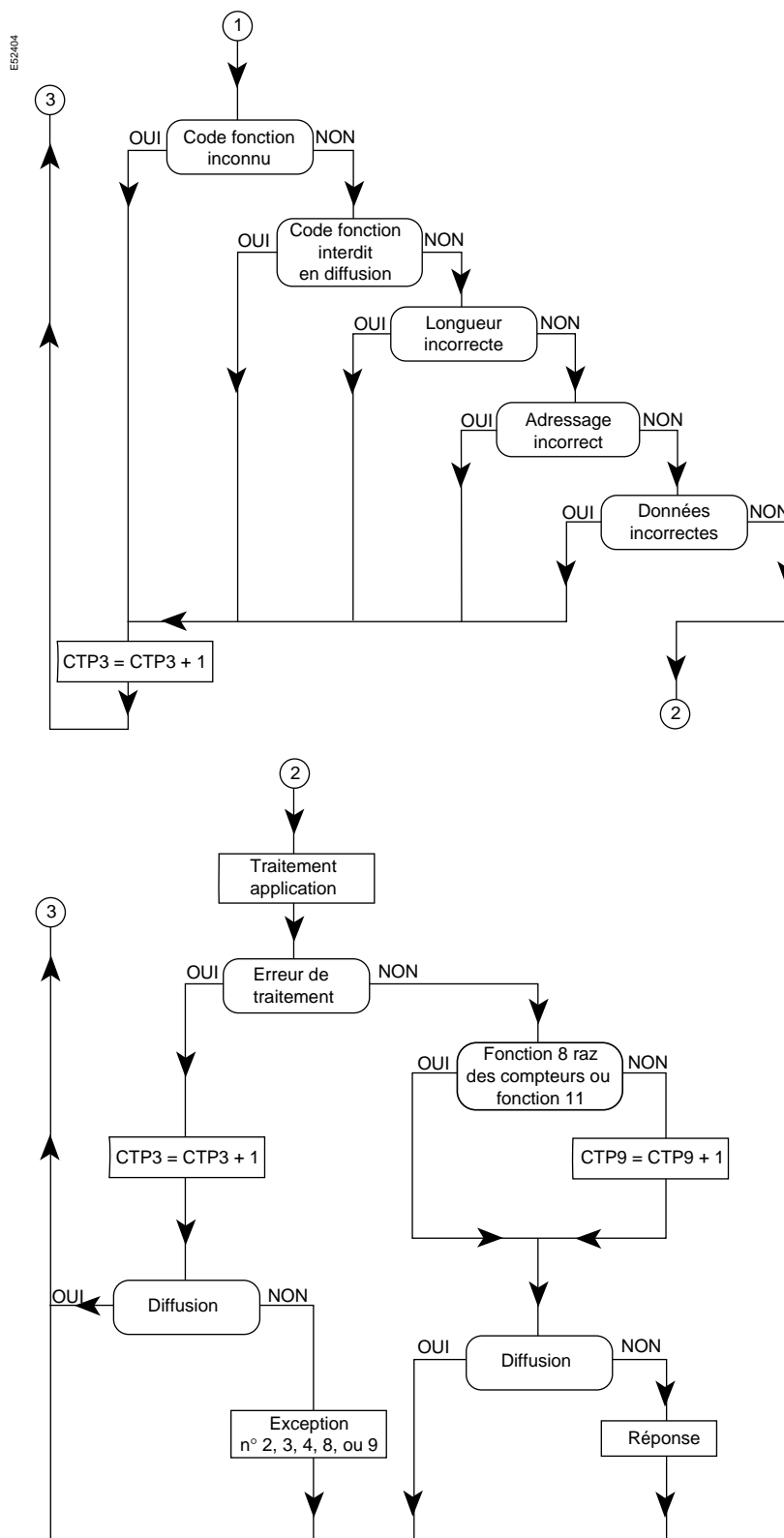
Remarques :

- L'erreur caractère signifie erreur de format (framing), de parité ou overrun.
- La longueur incorrecte d'une trame est détectée en vérifiant le champ "nombres de données" (si présent), le champ "nombre d'octets" (si présent) et la longueur effective de la trame.
- Pour une trame supérieure à 255 octets, l'esclave doit attendre la fin de la trame (détection du silence 3 caractères). Cette trame n'est pas traitée et le compteur 2 (trame avec erreur CRC) est incrémenté une seule fois.
- Il existe aujourd'hui un nouveau compteur de diagnostic 6 pour la fonction 13 (téléchargement de programme). L'ancien compteur 6 "automate non prêt" devient le compteur numéro 7. Ce nouveau compteur 6 est incrémenté à chaque réponse d'exception (diffusion incluse) "non-acquittement". En mode téléchargement tous les codes d'exception (1, 2, 3, 4, 8 et 9) sont remplacés par le code "non-acquittement" (7). Ceci est vrai à partir du moment où le code fonction 13 a été reconnu (voir algorithme : <code fonction inconnu>-- non). La fonction 14 permet d'obtenir des renseignements plus précis sur les erreurs.

Algorithme de gestion des compteurs



Algorithme de gestion des compteurs (suite)

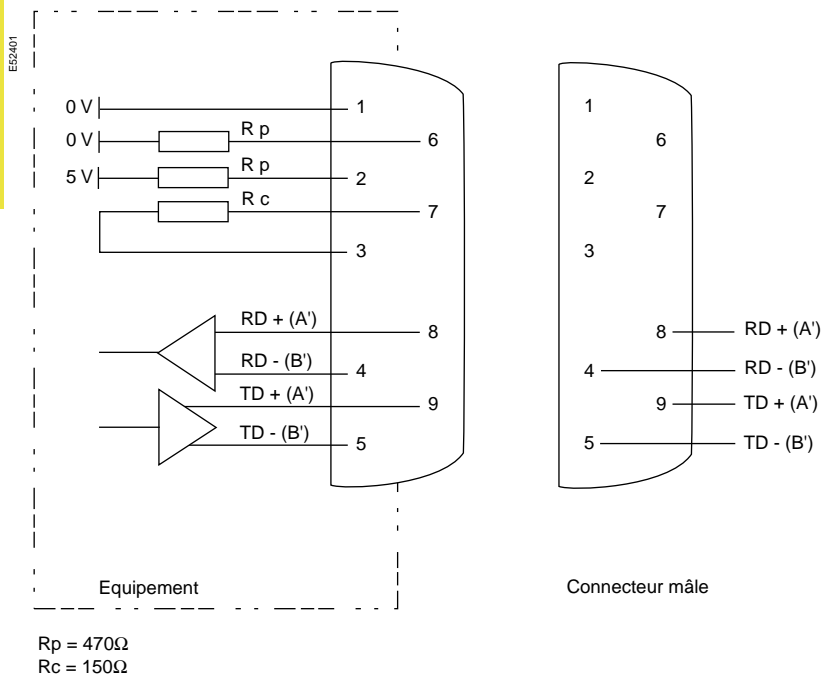


Nota : Compte tenu des nouvelles recommandations CEM SCHNEIDER (maillage des masses), la mise à la terre des blindages doit être effectuée à toutes les extrémités. Le mode de raccordement à la terre doit limiter les selfs de fuite.

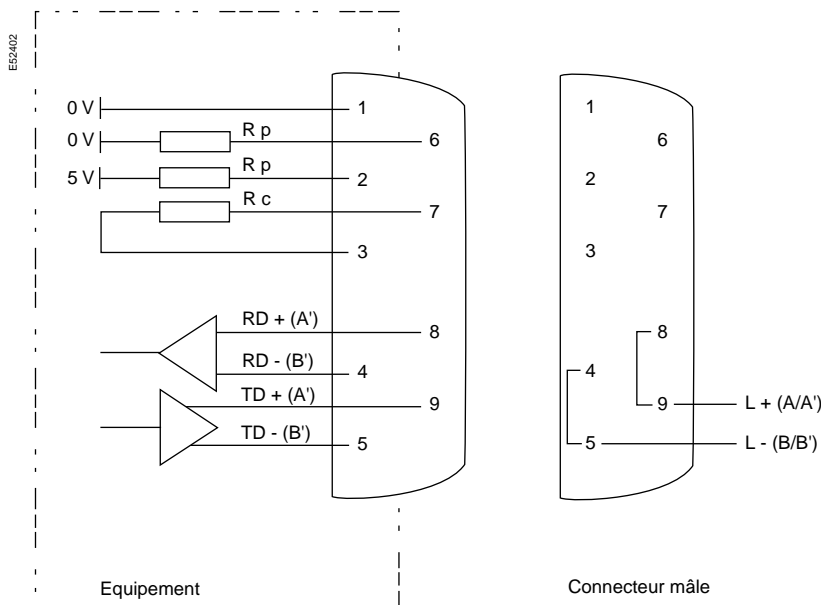
Réalisez la connectique au moyen d'un connecteur SUB.D femelle de 9 broches.

Connectique

Esclave sans polarisation sans adaptation en 4 fils.



Esclave sans polarisation sans adaptation configuré pour une topologie 2 fils.



Voir document de mise en œuvre de PCR.

Composants disponibles

Voir document référence :

- En Français : PCRED 399074FR, art 28992.
- En Anglais : PCRED 3990774EN, art 28993.

Lien intranet : <http://139.160.28.99/sitemt/sep1000.nsf>.

Liaison RS232C :

- Respectez la longueur maximum de 15m.
- Prenez en compte, pour le raccordement de la ligne, les besoins spécifiques à chaque interface et chaque logiciel en ce qui concerne la gestion des lignes de contrôles (RTS/CTS).

Interface RS232/RS485 :

- Utilisez, de préférence, les convertisseurs préconisés par SCHNEIDER ELECTRIC, car ceux-ci sont testés et validés pour fonctionner correctement quelle que soit la configuration de l'installation.

Liaison RS485 :

- Préférez le raccordement type "2 fils" à la liaison "4 fils".
- Utilisez des paires torsadées blindées dont l'impédance caractéristique est de 120 Ω .
- Prenez soin des liaisons de masses.
- Assurez-vous de la présence des résistances de charge (120 Ω) de chaque côté de la ligne de communication, ainsi que des résistances de polarisation, de préférence côté "Maître".
- Limitez le nombre "d'esclaves" à 32.

Les modules :

- Chaque module a une adresse différente. Attention à l'uniformité des vitesses de communication ainsi que des formats utilisés (données, parités, stop).

Protocole MODBUS :

- Ne mixez pas des produits en MODBUS ASCII & en MODBUS RTU.
- Vérifiez la concordance entre les fonctions implémentées dans les modules connectés, et les fonctions utilisées par le superviseur.
- Respectez les différents 'timing' du protocole.

Particularités des produits

Produit	Fonctions supportées	Horodatation	Format des trames / vitesse	Raccorde-ment	Interface électrique
DC 150	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 15, 16.	Oui	8 bits de données, sans parité, 1 bit stop. 9600 & 19200 bauds	SubD femelle 9 pts	RS485 - 2 ou 4 fils, avec charge et polarisation possibles
PM 300	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 15, 16.	Non	8 bits de données, sans parité, 1 bit stop. 9600 & 19200 bauds	Phoenix mâle / femelle 5 pts à vis	RS485 - 2 ou 4 fils + Alim 115/500Vca avec charge possible
ET 44	1, 2, 3, 4, 5, 8, 11.	Non	8 bits de données, sans parité, 1 bit stop. 9600 bauds	SubD femelle 9 pts	RS485 - 2 ou 4 fils, sans charge ni polarisation
XLI/XTU 300	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 15, 16.	Oui	8 bits de données, sans parité, 1 bit stop. 300 à 19200 bauds	SubD femelle 9 pts	RS485 - 2 ou 4 fils, avec charge et polarisation possibles
Digibloc D200	1, 2, 3, 4, 5, 8, 11.	Oui	7/8 bits de données, avec/ sans parité, 1/2 bit stop. 1200 à 9600 bds	SubD femelle 9 pts	RS485 - 2 ou 4 fils, avec charge possible + RS422 et RS232
Micrologic	3, 4, 6, 8, 11, 16, 17.	Oui	8 bits de données, sans parité ou parité paire ou impaire, 1 bit stop. 4800 à 19200 bauds	Bornier 6 pts ou ensemble {câble + subD femelle 9 pts}	RS485 - 2 ou 4 fils + Alim 24Vcc sans charge ni polarisation
SEPAM 1000+	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 15, 16.	Oui	8 bits de données, sans parité ou parité paire ou impaire, 1 bit stop. 4800 à 38400 bauds	Bornier 4 pts à vis (avec interface spécifique)	RS485 - 2 fils + Alim 12Vcc, avec charge et polarisation possibles (avec interface spécifique)
SEPAM 2000	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 15, 16.	Oui	8 bits de données, sans parité ou parité paire ou impaire, 1 bit stop. 300 à 38400 bauds	SubD femelle 9 pts	RS485 - 2 ou 4 fils, avec charge et polarisation possibles
CM 2XXX	3, 4, 6, 8, 11, 16, 17.	Oui	8 bits de données, sans parité, 1 bit stop. 1200 à 19200 bauds	Bornier 5 pts à vis	RS485 4 fils uniquement, sans charge ni polarisation
CM 4000	3, 4, 6, 8, 11, 16, 17.	Oui	8 bits de données, sans parité ou parité paire, 1 bit stop. 1200 à 38400 bauds	Phoenix 5 pts à vis	RS485-2 ou 4 fils, sans charge ni polarisation RS232
PM 600/ 650	3, 4, 6, 8, 11, 16, 17.	Oui	8 bits de données, sans parité, 1 bit stop. 1200 à 19200 bauds	Bornier 5 pts à vis	RS485 - 2 ou 4 fils, sans charge ni polarisation

Outils d'aide au diagnostic	89
Liste de diagnostic	89

Liste de diagnostic

Supervision :

- Les trames reçues/envoyées sont-elles compatibles avec les fonctions supportées par la supervision/les produits ?
- Le format des trames est-il le même pour tous les produits connectés ?
- Le nombre maxi d'esclaves est-il respecté ?
- Conformité (et unicité) des adresses par rapport aux produits ?
- ...

Liaison série (RS232) :

- Le logiciel gère-t-il les signaux de contrôle (RTS/CTS) ?
- La liaison est-elle "croisée" (2 et 3 sur RS232) ?
- La vitesse de communication est-elle compatible ?
- Y a-t-il un paramétrage au niveau de l'interface (vitesse, format des trames, DTE/DCE....) ?
- Y a-t-il un clignotement des LED Rx et/ou Tx sur l'interface ?
-

Liaison asynchrone (RS485) :

- La configuration 2 fils / 4 fils est-elle prise en compte correctement ?
- Les connexions L+ et L- ne sont-elles pas inversées ?
- La ligne est-elle polarisée au niveau de l'interface (ou ailleurs, mais pas à 2 endroits) ?
- La ligne possède-t-elle des résistances de polarisation à ses deux extrémités ?
- La longueur du réseau est-elle respectée (en tenant compte des aspects CEM) ?
-

Les produits raccordés :

- Les trames reçues/envoyées sont-elles compatibles avec les fonctions supportées par les produits/la supervision ?
- Le format utilisé est-il correct (nombre de bits de données, de stop, parité...).
- Le paramétrage est-il effectué correctement (Vitesse, adresse, 2 fils / 4 fils...) ?
-

Conseils :

- Connectez les modules un par un pour identifier un possible "perturbateur".
- Utilisez les DEL de communication comme premier indicateur.
- etc...

- UTE - C 15-900 : "Mise en œuvre et cohabitation des réseaux de puissance et des réseaux de communication dans les installations des locaux d'habitation, du tertiaire et analogues".
- CEI - 439.1 : "Ensembles d'appareillage à basse tension".
- CT n°149 : "La CEM : la compatibilité électromagnétique".
- CT n°187 : "Coexistence courants forts - courants faibles".
- Documentaion de mise oeuvre de PCR.

Index

A

A/D **50**
Adresse **58**
Affaiblissement **21**
Appelant **50**
Appelé **50**
ASCII **54**

B

Baud **40**
Bits par seconde **40**
Blindage **19**
Boucle de courant 20 mA **41**

C

Cage de Faraday **27**
Capacité **21**
CEM (Compatibilité Electro-Magnétique) **9**
Communication parallèle **42**
Communication série **42**
Compression des données **52**
Conduction **29**
Continuité des masses **30**
Continuité électrique **24**
Contrôle de flux **45, 52**
Correction d'erreur **52**
Courants en mode commun **12**
CPU **50**

D

D/A **50**
Data Communication Equipement **42**
Data Terminal Equipement **42**
Demande du maître **56**
Diaphonie **21**
Diffusion **56**

E

Effet protecteur **24, 28**
Effets réducteurs **32**
Equipotentialité **12**
Esclave **55**

I

Ilot **15**
Impédance caractéristique **20**

L

Le maillage des masses **10**
Les réseaux locaux **4**
Liaison RS232 **41**
Liaison RS422 **41**
Liaison RS485 **41**
Longueur de segment **31**
Longueur théorique maximale de compatibilité électromagnétique **31**

M

Maillage **15**
Maître **55**
Masse **12**
Modem **49**
modem **49**
Modes de transmissions **40**
Mot de contrôle **59**

P

PABX **50**
Protection **11**
Protocole **40**
Protocole JBUS **54**
Protocole MODBUS **54**
Protocole MODBUS+ **54**

R

Raccordement bilatéral **23**
Raccordement unilatéral **23**
Réponse de l'esclave **56**
Réseau de communication **40**
Réseau de terre **10**
Résistance linéique **21**
RNIS **50**
RTU **54**

S

Système **40**

T

Taux d'erreurs **33**
Température d'utilisation **21**
Tensions de mode commun **18**
Topologie **40**
Trames **55**
TRP **29**

V

Valence **40**
Vitesse de propagation **21**
Vitesse du Modem **51**
Vitesse du port COM **51**

Schneider Electric SA Merlin Gerin
F-38050 Grenoble cedex 9
tel. +33 (0)4 76 57 60 60
telex : merge 320 842 F

En raison de l'évolution des normes et du matériel, les caractéristiques indiquées par le texte et les images de ce document ne nous engagent qu'après confirmation par nos services.

Ce produit doit être installé, raccordé et utilisé en respectant les normes et/ou les règlements d'installation en vigueur.

Publication : Communication BTT-S2E

Création, réalisation : SONOVISION-ITEP Eybens



*Ce document a été imprimé sur
du papier écologique*