

Le transcodage de la trame dans les réseaux embarqués en automobile.

Ceci est le premier article d'une série traitant des réseaux multiplexés en automobile. L'objectif est la description du signal, l'information véhiculée à son niveau le plus physique, et plus particulièrement la justification de la présence du bit « Manchester » (dans le cas du VAN) ou de la méthode de « bit stuffing » (dans le cas du CAN).

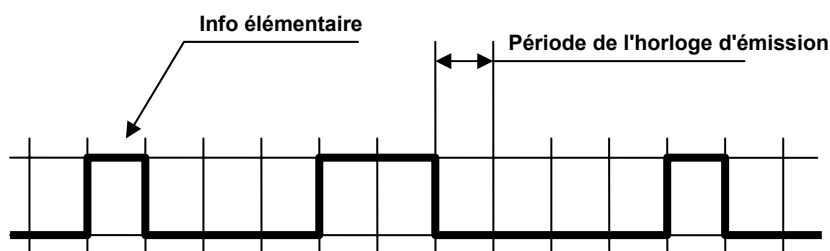
A ce stade, on ne se préoccupera pas du format de la trame ni de la signification des données transportées.

Problématique des transmissions série

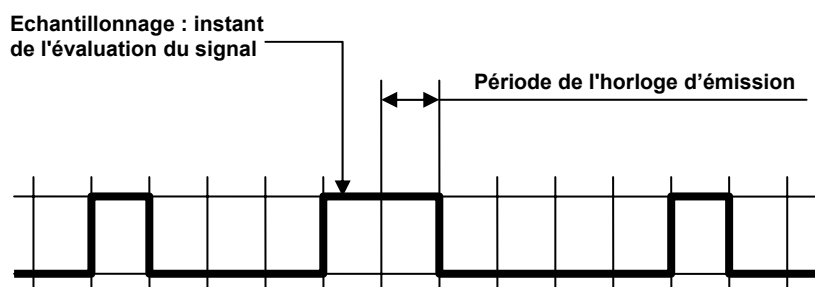
D'une manière générale, les réseaux effectuent les transmissions en « série » : les informations élémentaires (bits) se succèdent à intervalles de temps réguliers sur la même ligne.

Dans le cas d'une transmission en mode **asynchrone** les événements pourraient se dérouler de la manière suivante :

- L'émetteur génère chacune de ses informations élémentaires au rythme de son horloge de transmission.



- Le récepteur doit utiliser sa propre horloge à la même fréquence et choisir l'instant de la lecture du bit. Généralement il attend que le niveau de tension correspondant à l'information soit suffisamment stabilisé. C'est le point d'échantillonnage, et il se situe de 25% à 75% après le début du bit.



Dans les équipements utilisés en automobile les horloges fonctionnent rarement à la même vitesse :

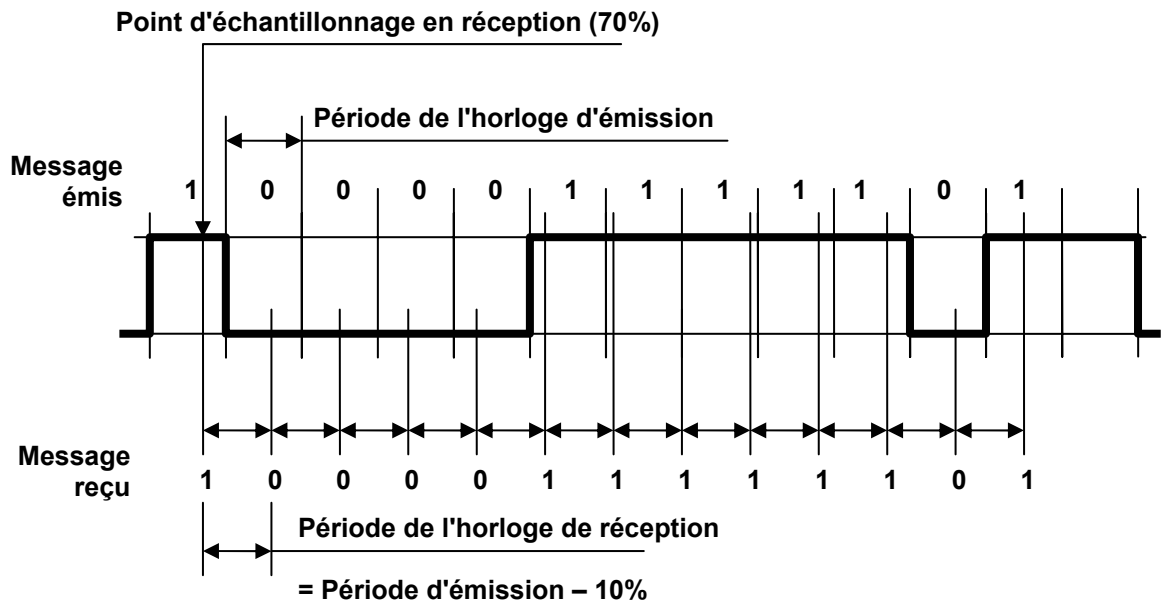
- Elles utilisent des circuits résonants de type « RC » très bon marché mais d'une précision médiocre, par opposition aux horloges basées sur des systèmes piézo-électriques (quartz).
- Elles subissent des variations de température qui peuvent entraîner des dérives importantes.

Dans l'exemple suivant, qui reste très caricatural, on fait l'hypothèse que l'horloge du récepteur est plus rapide (+10%) ce qui se traduit par un intervalle réduit d'autant entre chaque échantillonnage.

Message émis : 1000 0111 1101

Message reçu : 1000 0111 1110 1

Les messages sont différents, 13 bits ont été lus pour 12 qui ont été émis.



Les transmissions en mode asynchrone ne sont pas adaptées aux réseaux, car les équipements ne sont pas synchronisés. Cette technologie reste cependant valable pour des messages très courts, comme nous le verrons plus loin.

Les transmissions en mode synchrone

Les deux équipements sont synchronisés, soit :

- Par une liaison supplémentaire commune qui permet de transporter le signal d'horloge.
- Par l'inclusion d'éléments de synchronisation dans le message à transmettre.

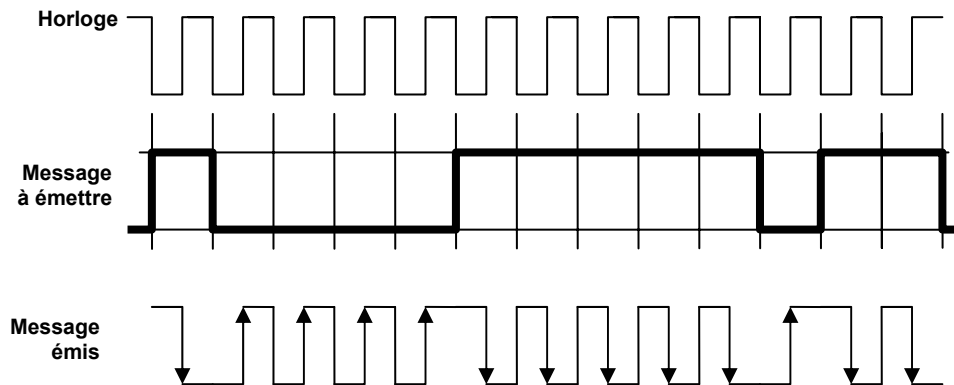
C'est généralement cette dernière solution qui est retenue. Elle permet de s'affranchir du problème précédent et de transporter une grande quantité d'information (plusieurs milliers de bits). L'ensemble des informations transmises porte le nom de **trame**.

Après l'inclusion des éléments de synchronisation la trame est dite **codée** ou **transcodée**.

Le principe général s'appuie sur le fait que le récepteur doit pouvoir utiliser les changements d'états du signal (front montant ou descendant) pour se 'recaler' au cours de la lecture. Comme il n'y a pas d'assurance que le signal comporte suffisamment d'alternances naturelles, il faut en introduire à l'émission, et les prendre en compte pour l'interprétation du message après réception.

Le codage Manchester

Il est souvent utilisé dans le cadre des réseaux locaux. L'émetteur « mélange » son signal d'horloge au message à transmettre de la manière suivante :

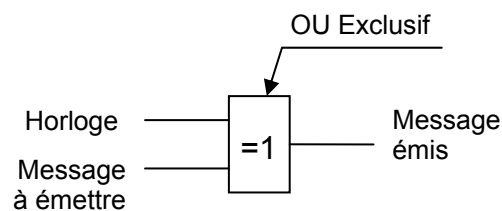


On substitue au niveau de tension (0/5Volts par ex.) représentatif de l'information (0/1) un changement d'état :

- 1 sera représenté par un front descendant 
- 0 sera représenté par un front montant 

L'information véhiculée sur le fil ne comporte plus de composante continue même en cas de suite de valeurs identiques importante.

La réalisation peut s'effectuer de manière câblée :



Le codage Manchester étendu

C'est le codage adopté sur l'un des réseaux embarqués en automobile : le VAN (Vehicle Area Network).

On constate dans le cas du codage Manchester de base que les données sont transmises à une fréquence qui est la moitié de celle de l'horloge .

Dans les systèmes embarqués les fréquences d'horloge sont très petites (de 62.5KHz à 1MHz) devant celles des réseaux locaux (de 10MHz à 1GHz).

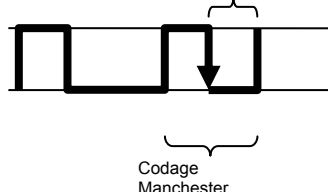
Le Manchester étendu n'effectue le codage que d'un élément d'information sur quatre et ne majore donc la durée brute que de 20%.

L'information élémentaire sera désignée sous le nom de TS (Time Slot = Tranche de temps) et le bit reste l'information utile.

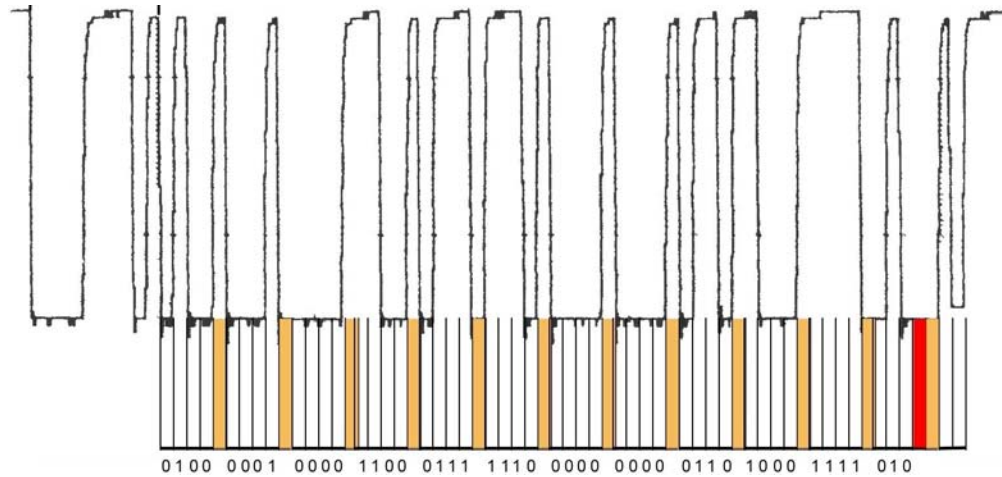
Soit l'information à transmettre :
4 bits



Signal transmis :
5 TS



D'une manière plus simple, l'introduction du codage Manchester se traduit par l'ajout d'un TS de valeur opposé au précédent tous les 4 TS. C'est le bit Manchester. L'interprétation d'une trame lue à l'oscilloscope, nécessite d'effectuer l'opération inverse : la suppression des bits Manchester. Après cette opération il ne reste que les bits de données.



Au cours de cette opération on peut contrôler l'intégrité du codage, à savoir que chaque bit Manchester est bien précédé de son inverse. On remarque que la trame VAN est entièrement codée à l'exception de l'en-tête et d'une anomalie qui apparaît en fin de trame et qui fera l'objet d'un développement ultérieur.

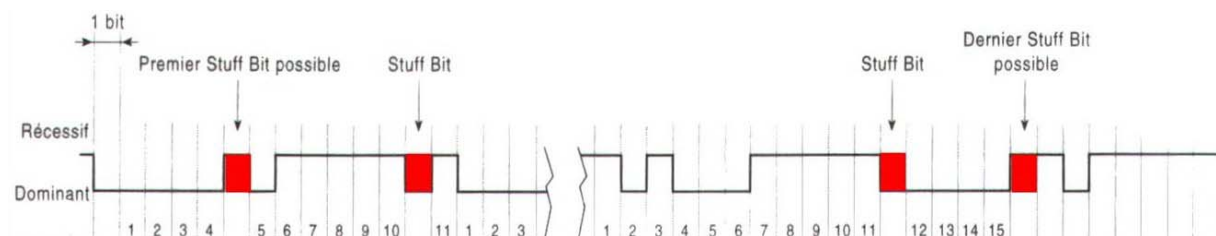
Le Bit Stuffing

C'est la méthode employée dans le protocole CAN.

Le principe est toujours d'introduire un bit de valeur opposée au précédent dans le message mais, cette fois ci, uniquement lorsque cela s'avère nécessaire. On utilise donc les alternances naturelles du message lorsqu'elles existent.

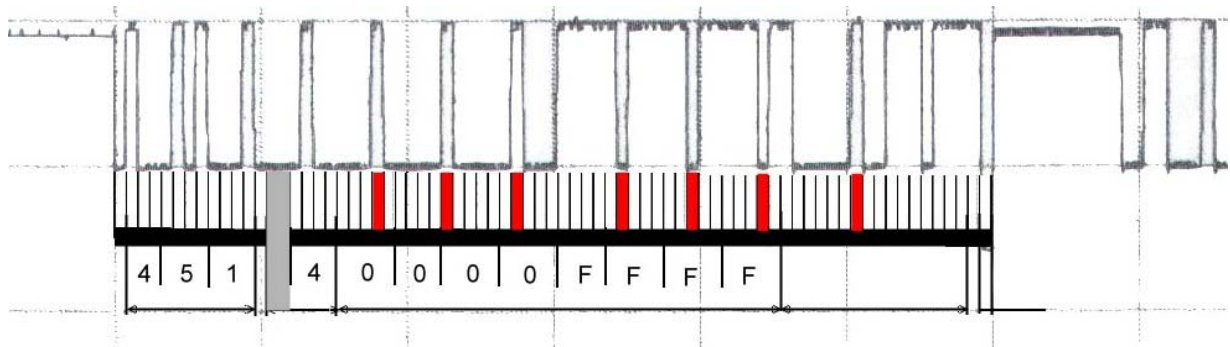
La notion de TS n'est pas employée en CAN.

Lorsque se présente une succession de 5 valeurs identiques (assimilable à une composante continue) on introduit un bit de valeur opposée. On effectue un **bourrage** (stuffing) de la trame avec ce bit.



Les variations de durée de transmission dues au codage de la trame dépendent ici essentiellement du contenu du message contrairement au VAN où la durée est toujours pénalisée de la même valeur.

Par contre la lecture 'à la main' des données utiles de la trame (suppression des bits de 'Stuff' ou 'destuffage') est un peu plus délicate :



Débits et rendement de transmission

La transmission de données sous forme de trame fait apparaître 2 types de débit.

Le **débit brut** est défini comme étant le nombre de bits transmis par seconde. Il ne dépend que de la durée du time slot : $\text{débit brut} = 1 / \text{durée du time slot}$.

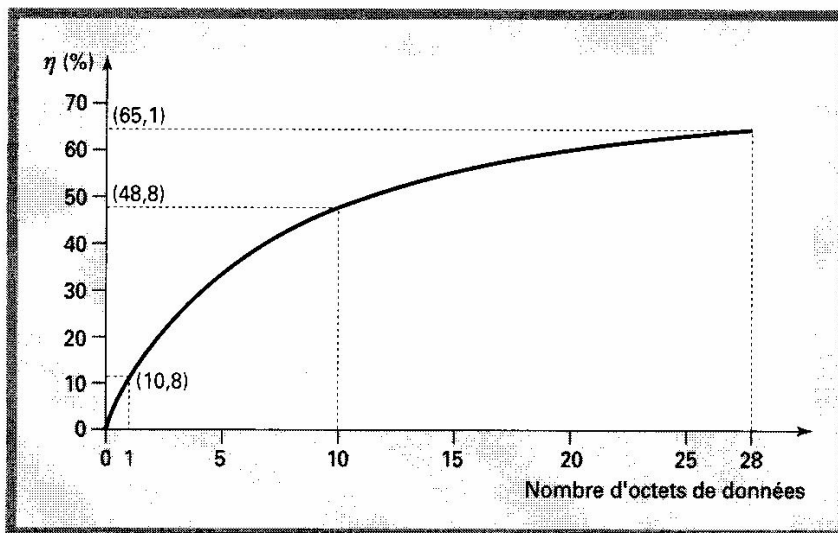
Le **débit net**, quand a lui, prend en compte le nombre de bits utiles, c'est à dire le nombre de bits correspondant aux données à transmettre. Il dépend donc du rapport qu'il existe entre le nombre de bits utiles et le nombre de times slots de la trame :

$\text{Débit net} = \text{débit brut} \times (\text{nombre de bits utiles} / \text{nombre de times slots total})$.

Le **rendement** de transmission est défini comme étant le rapport entre le débit net et le débit brut : $\eta = \text{débit net} / \text{débit brut}$.

Dans le cas du protocole VAN, le transcodage utilise le manchester étendu. La taille de la trame dépend du nombre d'octets de données à transmettre, sachant que les autres champs ont une taille fixe et connue. Le débit net, et donc le rendement, peuvent alors être calculés

Allure du rendement de transmission, protocole VAN



Dans le cas du protocole CAN, la taille de la trame dépend du nombre d'octet de données, mais également de la nature même du contenu de la trame, car le transcodage utilise la méthode du bit stuffing.

Le débit net, ainsi que le rendement, ne pourront être calculés qu'après lecture de la trame. Une estimation pourra être faite en négligeant le nombre de stuff-bits.