

PROTOCOLES NMEA183 ET NMEA2000

I - INTRODUCTION

Avec le temps, l'offre d'instruments électroniques d'aide à la navigation a considérablement augmenté. Cela nécessite des échanges d'informations entre des capteurs et des organes de gestion, souvent nommés actionneurs, chargés de traiter et d'afficher l'information. Pour éviter de multiplier les capteurs dédiés aux afficheurs il faut organiser l'interconnexion entre ces équipements. L'organisme **National Marine Electronics Association** (NMEA) propose deux protocoles à cette fin : le plus ancien NMEA183 et l'actuel NMEA2000 parfois nommé NMEA2K. Ce document présente quelques aspects de ces deux protocoles pour en appréhender le fonctionnement et les possibilités de faire évoluer une installation. Après une première partie de brefs rappels, un chapitre sera consacré au protocole NMEA183, un au protocole NMEA2000. Puis nous donnerons quelques informations sur les équipements proposés dans le commerce. La dernière partie sera consacrée aux moyens de faire évoluer une installation initiale compatible NMEA183 pour utiliser des éléments compatibles NMEA200 sans tout remplacer. Cette présentation n'aborde pas tous les aspects de ces protocoles en particulier pour le protocole NMEA2000.

II - QUELQUES RAPPELS

II.1 / MODELE EN COUCHES

Les équipements modernes reliés entre eux, sous forme de réseau, nécessitent une compatibilité du matériel et du logiciel : style des connecteurs, niveaux électriques, protocole de communication et de traitement de l'information. Pour harmoniser et simplifier les réalisations on utilise la notion de modèle en couches : une couche fournit des fonctionnalités en exploitant celles proposées la couche immédiatement sous-jacente.

NMEA183 (deux couches)

- Couche matérielle : la liaison série RS232
- Couche logicielle : les messages définis par le protocole NMEA183 lui-même.

NMEA2000 (trois couches)

- Couche matérielle : Le bus CAN (ISO11898). ISO : International Organization for Standardization)

- Couche logicielle : N°1: SAE1939. SAE : **S**ociety of **A**utomotive **E**ngineers

- Couche logicielle N°2 : le protocole NMEA2000

II.2 / CODAGE DE L'INFORMATION

Les équipements électroniques numériques, comme les ordinateurs en tout genre, utilisent un système électrique à deux états : le bit

Bit : 0/1

C'est similaire à un interrupteur électrique qui comporte deux états : ouvert ou fermé

Pour manipuler l'information on utilise plusieurs systèmes parmi lesquels on trouve les deux suivants.

- L'octet, byte en anglais, qui est un groupement de huit bits et permet de définir 256 états différents.

Octet : 0/1 0/1 0/1 0/1 0/1 0/1 0/1 0/1

- Le codage ASCII (**A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange) qui assure la correspondance entre les caractères alphanumériques, chiffres, lettres, ponctuations etc. avec un octet particulier.

Exemples pour des caractères utilisés par le protocole NMEA183 :

\$: 1 0 0 1 1 1 0 0

g : 1 1 0 1 0 0 0 0

p : 1 0 1 1 0 0 1 0

Il existe d'autres systèmes comme, par exemple, le traitement en mode binaire pour gérer des nombres entiers (protocole NMEA2000).

II.3 / CAPTEURS ET ACTIONNEURS.

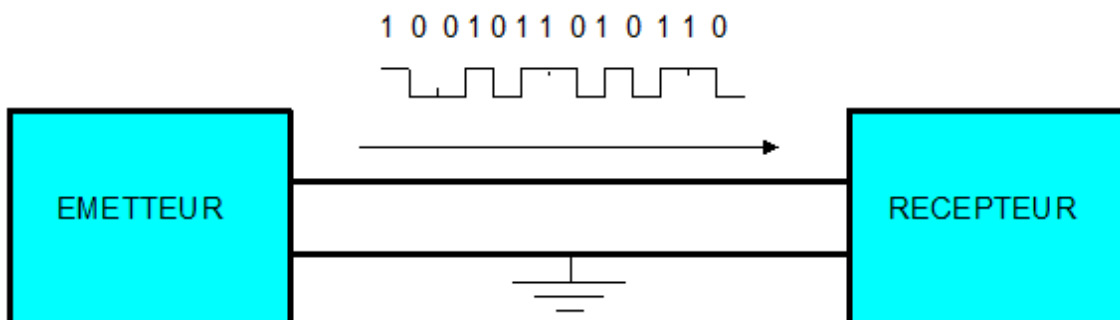
D'une manière générale le terme capteur désigne un système capable de fournir des données : GPS, anémomètre, sondeur, etc. Le terme actionneur est beaucoup plus général. Dans notre cas cela peut désigner un équipement qui exploite des données émises par des capteurs : les consoles (répétiteurs, multifonctions), les pilotes automatiques, VHF ASN, etc.

III - LE PROTOCOLE NMEA183

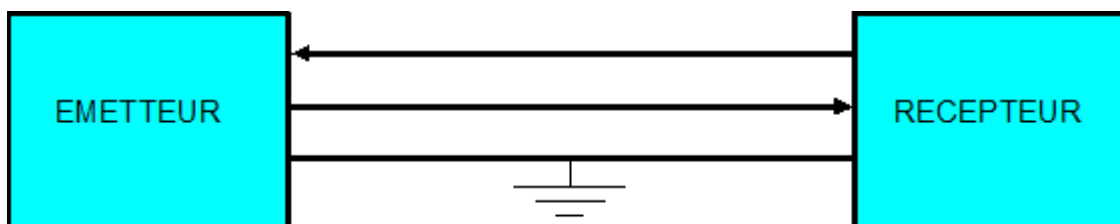
Le protocole NMEA183 est l'aboutissement, au début des années 1980, d'un processus initié dans les années 1970. En dépit de quelques insuffisances apparues au fil du temps, il reste un moyen simple et peu onéreux de faire communiquer des instruments.

La couche de base est une liaison série RS232.

III.1 / PRESENTATION SUCCINTE DE LA NORME RS232



C'est une liaison point à point entre un émetteur, Gps par exemple, et un récepteur, instrument multifonction. Ils sont reliés par deux conducteurs électriques dont un est, le plus souvent, relié à la masse du système. L'information est injectée par l'émetteur sous forme de bits les uns derrière les autres dans la liaison électrique. D'où la qualification de liaison série. La vitesse d'injection des bits est un paramètre très important pour garantir la synchronisation entre l'émetteur et le récepteur afin de préserver l'intégrité de l'information transmise. Elle s'exprime en Bauds qui vaut approximativement un bit par seconde. Le protocole NMEA183 a adopté une valeur de 4800 Bauds. Si les deux participants ne sont pas réglés sur la même vitesse l'information devient incompréhensible. Un autre élément important concerne la longueur de la connexion électrique liée à la vitesse : environ 300m pour 4800 Bauds. Pour diverses raisons il existe d'autres vitesses plus rapides, 38400 Bauds, non définies dans le protocole NMEA183. Dans ce cas la longueur maximum recommandée est d'environ 7 mètres.



Comme indiqué précédemment, c'est une liaison unidirectionnelle. Il faut prévoir un troisième conducteur si l'on doit envoyer des commandes à partir du « récepteur » vers un capteur (GPS par exemple).

III.2 / PROTOCOLE NMEA183

Le protocole NMEA183 proprement dit définit des messages, en caractères alphanumériques, pour échanger des informations dans un format donné. Exemple d'un message émis par un GPS :

```
$GPGGA,140851,4321.359,N,00524.421,E,1,07,1.0,254.6,M,49.1,M,,*4B
```

Le caractère, \$, toujours en premier pour indiquer le début du message.

Deux caractères, GP, caractéristiques du périphérique (GP pour un Gps).

Trois caractères, GGA, pour définir le message et sa structure.

Les paramètres encadrés par des virgules.

Le caractère, *, pour indiquer la fin de la zone des paramètres.

Deux caractères, 4B, pour la somme de contrôle calculée à partir d'un algorithme qui permet de détecter une erreur de transmission.

Les paramètres :

,140851, : représente l'heure sous la forme 14 heures 08 minutes 51 secondes

,4321.359,N, : représente la latitude sous la forme 43 degrés 21 minutes 359 secondes en format décimale. La lettre N pour indiquer l'hémisphère nord.

III.3 / QUELQUES EXEMPLES DE MESSAGES

Message couramment transmis par les GPS (GP)

```
$GPRMC,140851,A,4321.359,N,00524.421,E,000.0,360.0,260500,000.5,W*63
```

Message d'un sondeur (SD)

```
$SDDBT,,,10.2,M,,*1A
```

Message d'un compas électronique (HC)

```
$HCHDM,262.1,M*29
```

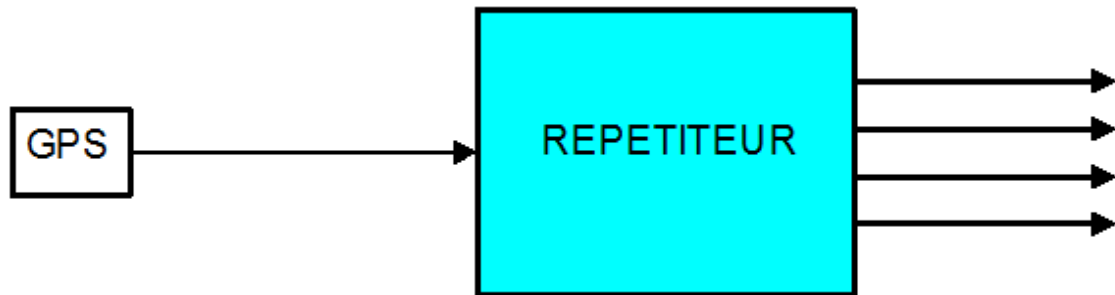
Message d'une girouette anémomètre (WI)

```
$WIMWD,292.4,T,,,15.6,N,,*2B
```

III.4 / ACCESSOIRES UTILES

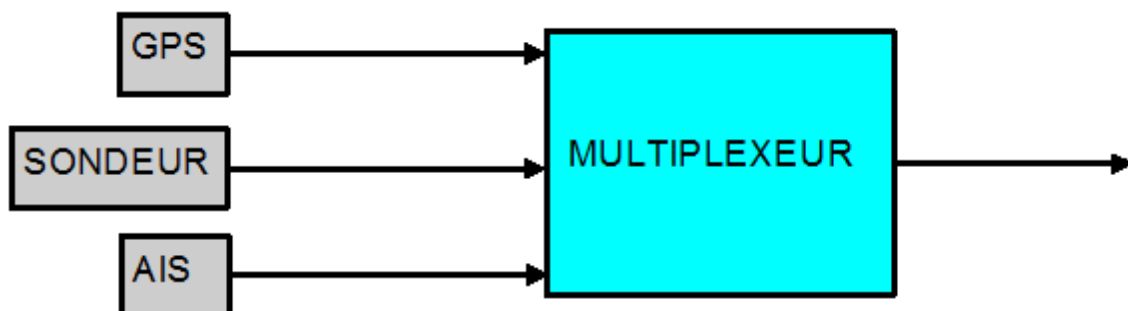
Répétiteur :

La liaison RS232 est une liaison point à point entre un émetteur et un récepteur. Même si cela peut fonctionner, il n'est pas recommandé de brancher plusieurs récepteurs en parallèle sur un émetteur. Il faut utiliser un répéteur.



Multiplexeur :

Il est complètement exclu de brancher plusieurs émetteurs sur un récepteur car il y aura des conflits électriques. Il faut utiliser un multiplexeur.

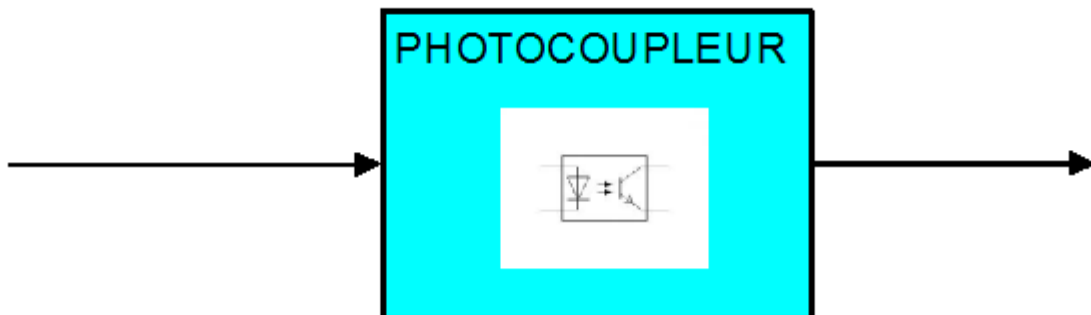




A 4800 Bauds la ligne de retransmission peut être saturée si plusieurs émetteurs transmettent fréquemment des messages. Pour éviter de perdre des informations il faut utiliser une vitesse plus élevée (38400 Bauds) sur la ligne qui retransmet les informations.

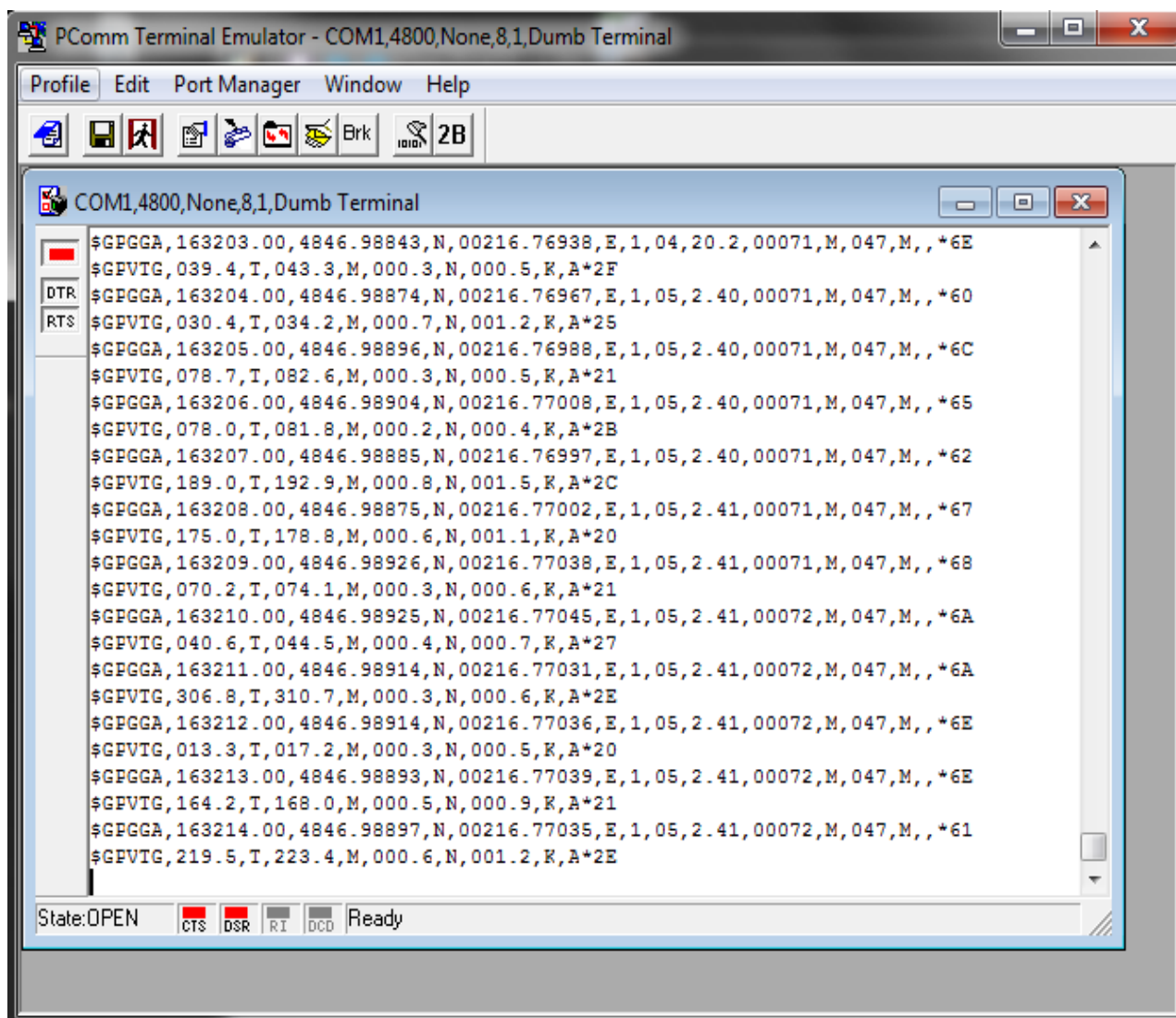
Photocoupleur :

En général, une des lignes est reliée à la masse électrique des systèmes. Cela peut provoquer des retours de masse et perturber voire empêcher le fonctionnement. Le photocoupleur permet une isolation électrique complète entre les deux composants par un couplage lumineux.



III.5 / EXEMPLE DE MESSAGES NMEA183

Vue des messages émis par un GPS et reçus sur un ordinateur PC.



IV - LE PROTOCOLE NMEA2000

Le protocole NMEA183 a commencé à montrer ses limites avec la multiplication des instruments et l'augmentation de la fréquence d'émission des messages. Les GPS modernes, même peu onéreux, peuvent envoyer leurs informations dix fois par seconde. L'accroissement des capteurs et actionneurs conduit à la multiplication des connections électriques, des répéteurs et des multiplexeurs et éventuellement des photocoupleurs. Le câblage peut devenir complexe.

Le consortium NMEA a proposé à la fin des années 1990 un nouveau protocole NMEA2000 pour apporter une solution aux problèmes d'interconnexion en

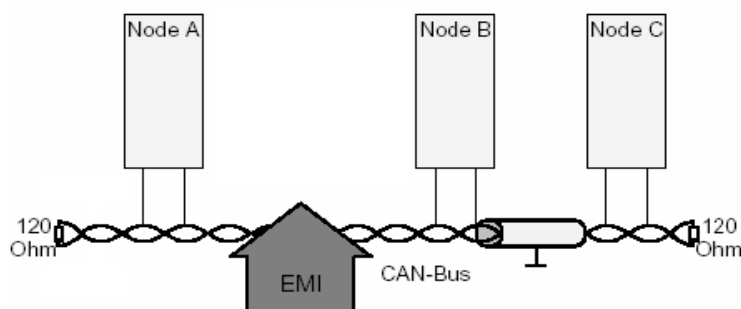
instrumentation marine. Ce nouveau protocole commence à se répandre depuis seulement quatre à cinq ans en raison d'un coup financier plus abordable.

Les concepteurs du protocole ont choisi le bus CAN pour couche de base.

IV.1 / LE BUS CAN : Controller Area Network

Ce système est lié à l'évolution des automobiles : pilotage des moteurs à partir de nombreux capteurs, systèmes ABS, etc. C'est la solution proposée par la société BOSCH et l'université de Karlsruhe qui a été normalisée par l'ISO sous la référence ISO11898 au début des années 1990.

Compte tenu des grandes qualités de ce bus il a été adopté dans de nombreux domaines : instrumentation marine, camion, tracteur agricole, machine outil à commande numérique, instrumentation médicale, équipement de bureautique comme les photocopieuses. Ce bus est qualifié de bus de terrain : système de connexion entre capteurs et actionneurs, simple, très fiable, déterministe et temps réel.



C'est un bus série multiplexé (pour mémoire l'interface RS232 du protocole NMEA183 est une liaison série point à point).

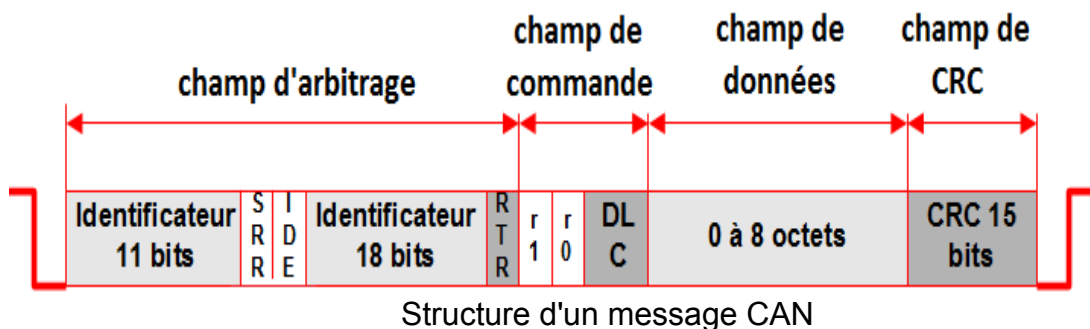
Tous les nœuds ou nodes (capteurs et actionneurs) sont reliés au bus avec les mêmes droits d'accès qualifié de priorité égale. On utilise le terme multi-maîtres. La norme ISO11898 ne définit pas de support physique en particulier. Les plus courants sont des fils électriques, des fibres optiques, une liaison infrarouge ou hertzienne. Le protocole NMEA2000 a retenu une paire de fils électriques torsadée blindée. Une résistance de 120 Ohms doit être connectée à chacune des extrémités du bus afin de bloquer les réflexions électriques qui dégraderaient le niveau des signaux transmis. Les informations, bits, sont codées sous forme d'une différence de potentiel électrique entre les deux conducteurs. En cas de perturbations électromagnétiques, EMI, les deux conducteurs sont affectés mais la différence reste constante.

Les trois points, paires torsadées, blindage, signaux électriques différentiels contribuent à la résistance du bus aux perturbations électromagnétiques.

La longueur maximale du bus est déterminée par la vitesse utilisée :

Vitesse (kbits/s)	Longueur (mètres)
1000	30
800	50
500	100
250	250
125	500
62,5	1000
20	2500
10	5000

Le protocole NMEA2000 utilise une vitesse de 250kbits/s et une longueur de 250 mètres. Dans la suite nous verrons que certaines implémentations limitent cette longueur à 100 mètres.



Le bus CAN est optimisé pour transmettre rapidement, et d'une manière très fiable, des messages courts indiquant l'état de capteurs. Ces messages assurent également l'arbitrage entre les divers nœuds. C'est un bus temps réel et déterministe car il garantit, en toutes circonstances, un délai maximum pour la transmission d'un message. Le schéma ci-dessus présente la structure des messages CAN. La partie arbitrage permet de réguler la priorité des messages afin de les transmettre en fonction de l'urgence ou priorité. La zone des données est limitée à un maximum de huit octets. Enfin le champ CRC permet de détecter des erreurs lors de la transmission des messages. Il faut noter que les concepteurs du bus ont apporté un grand soin à la gestion des erreurs puisque le bus est prévu pour des environnements hostiles. Le protocole NMEA2000 utilise un champ d'arbitrage sur 29 bits, sachant qu'il existe aussi une norme où le codage est sur 11 bits.

Le bus est autoconfigurable, c'est-à-dire que les nœuds sont capables de s'identifier et de reconnaître les autres nœuds automatiquement.

Les nœuds peuvent être connectés à chaud. Il n'est pas nécessaire d'interrompre le fonctionnement du bus en arrêtant l'alimentation électrique pour ajouter un nœud.

Par contre ce bus n'est pas adapté à la transmission de volumes de données importants. Pour des équipements comme les radars les constructeurs ont souvent recours au bus ETHERNET.

IV.2 / PROCOLES SAE1939 ET NMEA2000

Ces deux protocoles sont traités en même temps car la couche SAE1939 est pratiquement invisible.

Les « Paramters Group Number »

Parmi les nombreux points de ces protocoles nous n'aborderons que les **Parameters Group Number (PGNs)** équivalents, par certains cotés, des messages NMEA183. Le principe des PGNs est défini dans le standard SAE1939 mais la façon de les exploiter relève du standard NMEA2000. Ces PGNs sont identifiés par un numéro.

L'identificateur est codé dans le champ arbitrage du message CAN pour assurer une hiérarchie, donc une priorité, pour l'acheminement des PGNs. Il permet également de caractériser la nature des données contenues dans le champ données du message CAN. Par contre, les données sont en format binaire. La transmission est beaucoup efficace, mais elles ne peuvent être lues simplement. Par exemple pour la position latitude et longitude :

PGN 129025 : 8 octets

\$GPRMC : 23 octets

La liste des PGNs, définie par la NMEA, est accessible par le lien suivant :

http://www.nmea.org/Assets/july%202010%20nmea2000_v1-301_app_b_pgn_field_list.pdf

Extrait de ce document décrivant le PGN 129025 :

129025 Position, Rapid Update

Field # Field Description

This PGN provides latitude and longitude referenced to WGS84. Being defined as single frame message, as opposed to other PGNs that include latitude and longitude and are defined as fast or multi-packet, this PGN lends itself to being transmitted more frequently without using up excessive bandwidth on the bus for the benefit of receiving equipment that may require rapid position updates.

1 Latitude

2 Longitude

Par contre, l'information sur la structure du champ données est payante.

Voici un exemple pour le message PGN 129025 :

latitude : 4 octets (entier sur 32bits)

gamme : +/- 90 deg ; Résolution 10E-7deg

longitude : 4 octets (entier sur 32bits)

gamme : +/- 180 deg ; Résolution 10E-7deg

Le protocole NMEA2000 précise également le mode d'alimentation électrique des nœuds : 12 Volts avec une charge maximum de huit Ampères, trois Ampères dans certains cas. Le protocole défini une **Load Equivalency Number (LEN)** égal à 50mA. Ainsi la notice d'un équipement peut faire état d'une charge de trois LEN soit une consommation de 150 mA au maximum.

Exemple de PGNs NMEA2000

Visualisation à l'aide d'un PC connecté au bus CAN :

The screenshot shows the Nmea2000 software interface. At the top, there is a title bar with the text "Nmea2000". Below the title bar, there is a section for the CAN bus adapter, labeled "Adaptateur Canbus :". This section contains a text box with the value "LWSHWLOY", a "start" button, and a "Quitter" button.

Below the adapter section, there is a section labeled "PGN :". This section contains a list of PGNs and their corresponding data values. The list is as follows:

9F11202	127250
9F11302	127251
9F11202	127250
9F11302	127251
1DF11A03	127258
9F11202	127250
9FD0204	130306
1DFF0005	130816
1DFF0005	130816
1DFF0005	130816
9F802F5	129026
9F802F5	129026
9F802F5	129026
9F11302	127251
9F11202	127250
9F11302	127251
9F11202	127250
9FD0204	130306
9F11302	127251
9F11202	127250
9F11302	127251
9F11202	127250
9FD0204	130306
9F801F5	129025
9F802F5	129026
9F11302	127251
9F11202	127250
9F11302	127251
9F11202	127250
11F80E00	129038
11F80E00	129038
11F80E00	129038
9FD0204	130306
9FD0204	130306
9F11302	127251
9F11202	127250
9F11302	127251
9F11202	127250
9FD0204	130306
9F801F5	129025
9F802F5	129026
19FA03F5	129539
19FA03F5	129539
DF805F5	129029
DF805F5	129029
DF805F5	129029
DF805F5	129029
DF805F5	129029
9F11302	127251
DF805F5	129029
DF805F5	129029
DF805F5	129029
19FA04F5	129540
19FA04F5	129540
19FA04F5	129540
19FA04F5	129540

To the right of the list, there are four input fields for data values:

- Cap : 359.5
- Latitude : 46.149860
- Longitude : -1.162271
- Divers : (empty)

La colonne de gauche correspond au champ arbitrage du message CAN exprimé en hexadécimal. La colonne de droite est l'identificateur du PGN.

Interprétation des PGNs à partir du site :

http://www.nmea.org/content/nmea_standards/messages_pgns.asp

127250 - Vessel Heading

127251 - Rate of Turn

127258 - Magnetic Variation

129025 - Position, Rapid Update

129026 - COG & SOG, Rapid Update

129029 - GNSS Position Data

129038 - AIS Class A Position Report

129539 – GNSS DOPs

129540 - GNSS Sats in View

130306 - Wind Data

130816 : Message propriétaire

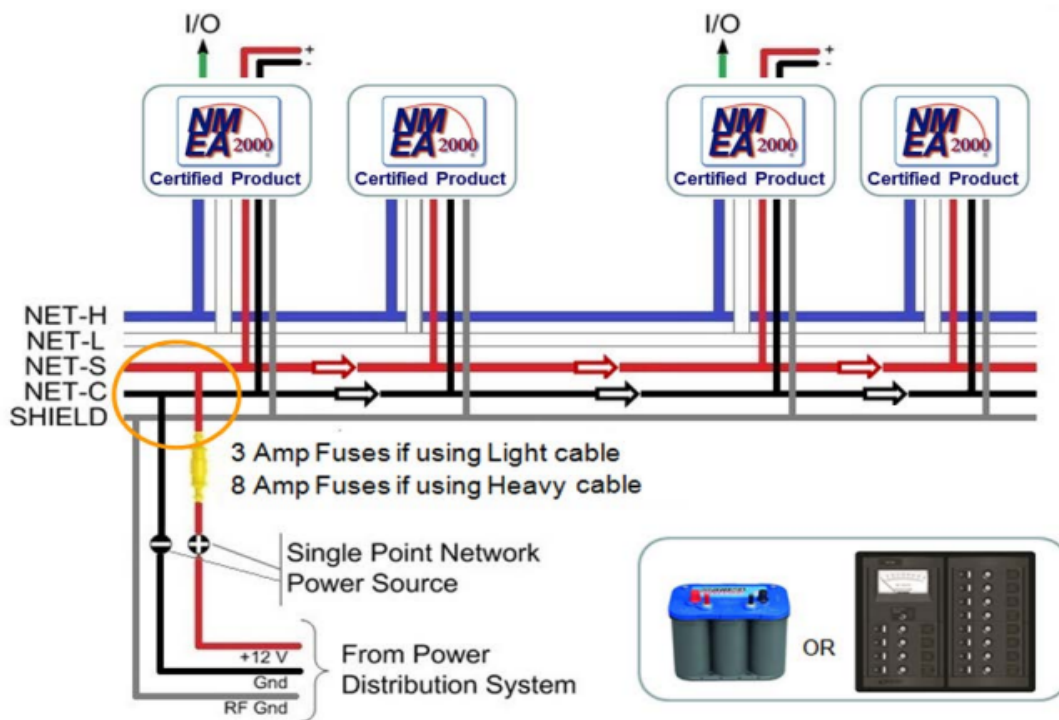
IV.3 / RESUMER DES POINTS IMPORTANTS

C'est un bus en ligne avec des connecteurs en T pour relier les nœuds par des câbles de descente.

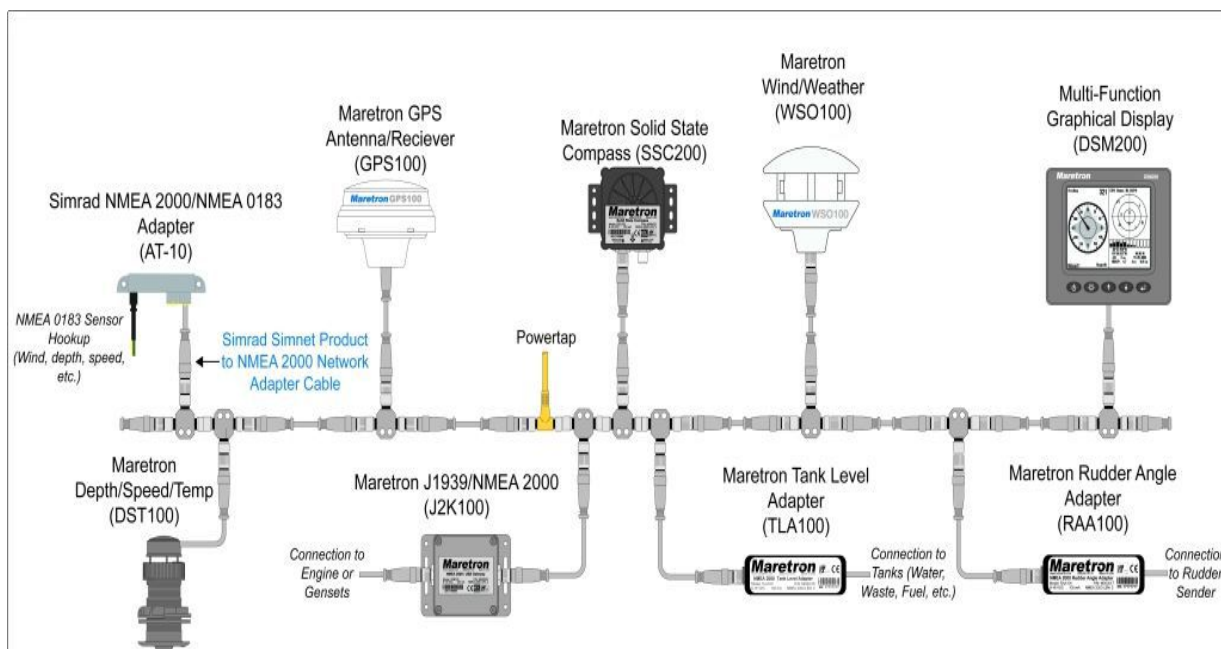
Il faut veiller à ne pas créer de boucles, ou d'embranchement, pour respecter la topographie du bus en ligne. Théoriquement la longueur maximum du bus est de 250 mètres, mais dans nos installations, en raison de la taille des câbles, il ne faut pas dépasser 100 mètres. La longueur du câble de descente est limitée à 6 mètres et la somme de toutes les descentes inférieure à 78 mètres.

Il faut impérativement installer une résistance de terminaison de 120 Ohms à chaque extrémité du bus.

La charge électrique est au maximum de trois Ampères. Ainsi la consommation électrique de chaque équipement doit être connue éventuellement par sa LEN (50mA). Il faut évidemment un fusible de protection adapté surtout si le bus est alimenté par une batterie. Les nœuds à forte consommation électrique, comme les pilotes automatiques, doivent avoir une alimentation électrique propre.



Voici un exemple présenté par la société Garmin :



Remarque

Pour un voilier, la hauteur d'un mat est le plus souvent supérieure à six mètres. Si un capteur girouette anémomètre est relié au bus CAN il faut prévoir de terminer le bus au niveau ce capteur. Souvent ces équipements sont prévus en incorporant la résistance terminale de 120 Ohms.

V - INSTRUMENTS COMPATIBLES NMEA2000

V.1 / DENOMINATIONS COMMERCIALES

Les instruments portant le sigle



ont subi des tests pour les qualifier vis-à-vis du protocole.

Les implémentations du bus NMEA2000 par quelques constructeurs font souvent l'objet d'une dénomination commerciale :

Simrad : simnet

Raymarine : seataalk NG

Garmin est revenu au nom standard : nmea2000

Dans tous les cas ces bus sont conformes au standard avec parfois quelques ajouts spécifiques du constructeur sans altération de la compatibilité. Cela concerne quelques PGNs propriétaires ou la connectique.

Le point important concerne la liste des PGNs traités par l'équipement. Ceci figure d'une manière plus ou moins claire dans les documentations. Pour les produits les mieux documentés il est indiqué les PGNs reçus et émis avec leurs identificateurs numériques.

V.2 / CONNECTIQUES COMMERCIALES

Le connecteur en T standard est le micro-C :



Mais il existe beaucoup de formes différentes, spécifiques des constructeurs, souvent incompatibles entre elles :



V.3 / INSTRUMENTS COMMERCIALISES

Après des débuts difficiles, les équipements sont maintenant très nombreux des plus simples aux plus sophistiqués : capteur de température ou écran multifonction à plusieurs milliers d'Euros.

Classiques : Gps, sonde, vent, compas, Vhf Ais, répéteur, multifonction.

Autres : guindeau, interface moteur par exemple.

Si les équipements proviennent d'un même fabricant il ne doit pas y avoir de difficultés particulières : on connecte et ça marche (plug and play).

En cas de panachage, il faut veiller aux points suivants :

Compatibilité de la connectique.

PGNs reçus et émis à consulter dans les notices des instruments.

Il faut également s'assurer de la certification NMEA2000. Elle peut être vérifiée sur le site : http://www.nmea.org/content/nmea_standards/certified_produ.asp

VI - LES ECHANGES NMEA2000 NMEA183

Les échanges entre les deux protocoles imposent d'utiliser des passerelles pour assurer la conversion des protocoles : compatibilité du matériel, des niveaux électriques et du logiciel. Il faut une lecture attentive de la documentation pour déterminer si la passerelle va correspondre aux besoins car elles n'ont pas

toutes les mêmes performances. Le coût n'est pas le même non plus. Une fois encore la certification NMEA2000 est un point important à prendre en considération.

Quelques passerelles :

Simrad AT10

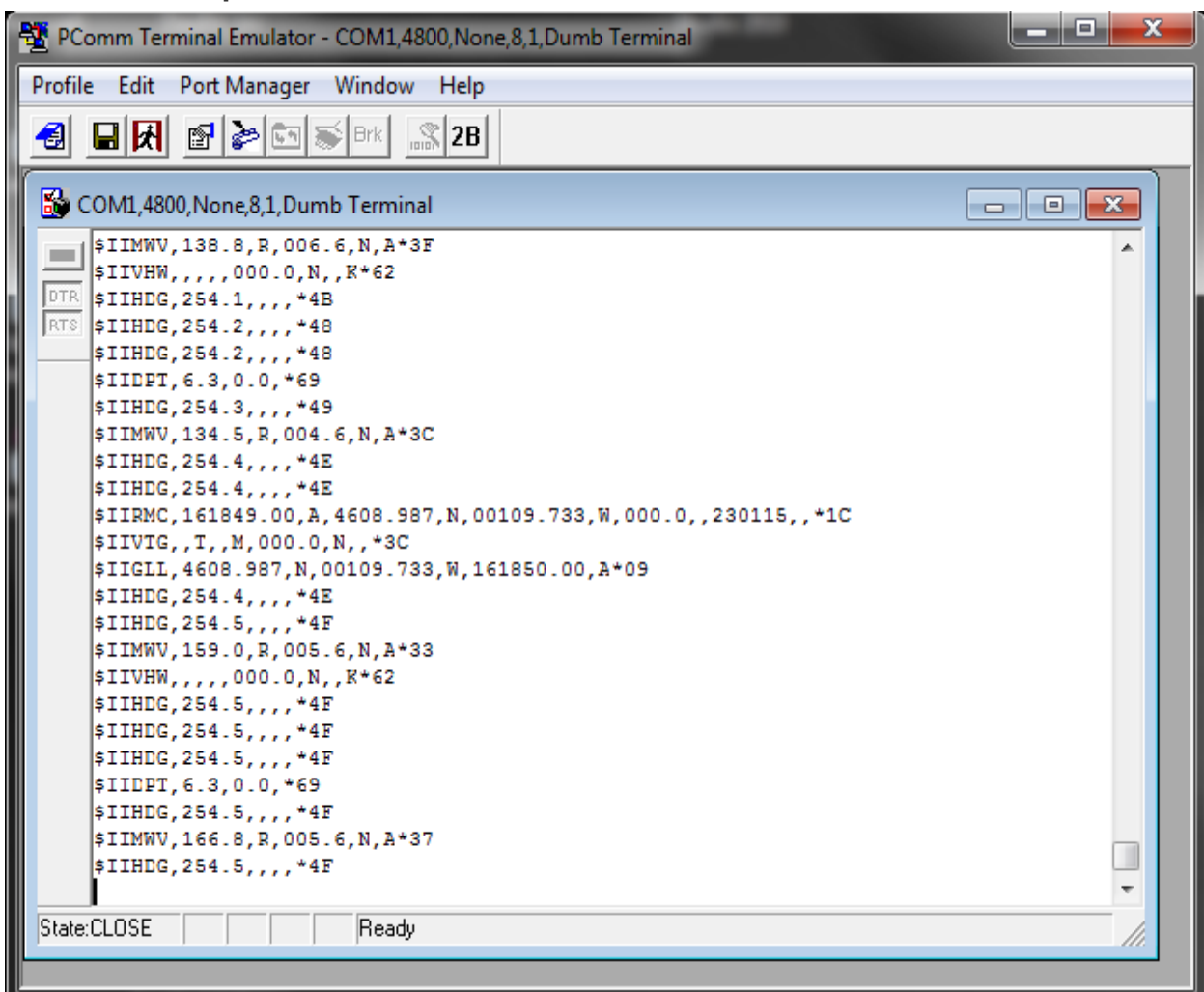
Actisense QPD-1

Raymarine ITC-5

Maretron J2K100

Furuno RD33

Exemple de conversion NMEA2000 vers NMEA183 :



The screenshot shows a window titled "PComm Terminal Emulator - COM1,4800,None,8,1,Dumb Terminal". The window contains a terminal window titled "COM1,4800,None,8,1,Dumb Terminal" displaying a stream of NMEA183 messages. The messages are as follows:

```
$IIMWV,138.8,R,006.6,N,A*3F
$IIVHW,,,,000.0,N,,K*62
$IIHDG,254.1,,,,*4B
$IIHDG,254.2,,,,*48
$IIHDG,254.2,,,,*48
$IIDPT,6.3,0.0,*69
$IIHDG,254.3,,,,*49
$IIMWV,134.5,R,004.6,N,A*3C
$IIHDG,254.4,,,,*4E
$IIHDG,254.4,,,,*4E
$IIRMC,161849.00,A,4608.987,N,00109.733,W,000.0,,230115,,*1C
$IIVTG,,T,,M,000.0,N,,*3C
$IIGLL,4608.987,N,00109.733,W,161850.00,A*09
$IIHDG,254.4,,,,*4E
$IIHDG,254.5,,,,*4F
$IIMWV,159.0,R,005.6,N,A*33
$IIVHW,,,,000.0,N,,K*62
$IIHDG,254.5,,,,*4F
$IIHDG,254.5,,,,*4F
$IIHDG,254.5,,,,*4F
$IIDPT,6.3,0.0,*69
$IIHDG,254.5,,,,*4F
$IIMWV,166.8,R,005.6,N,A*37
$IIHDG,254.5,,,,*4F
```

At the bottom of the terminal window, the status bar shows "State:CLOSE" and "Ready".

Enregistrement des messages, convertis en NMEA183, obtenus sur un PC à partir d'une passerelle AT10

Il faut noter les deux caractères indicatifs de l'émetteur : II. Pour mémoire, un GPS NMEA183 est identifié par GP.

VII - CONCLUSION

Ce document est limité à quelques aspects des protocoles NMEA183 et NMEA2000. De nombreuses informations complémentaires, ou plus approfondies, sont disponibles sur Internet : le site www.nmea.org, les sites des constructeurs ou des contributions diverses.