

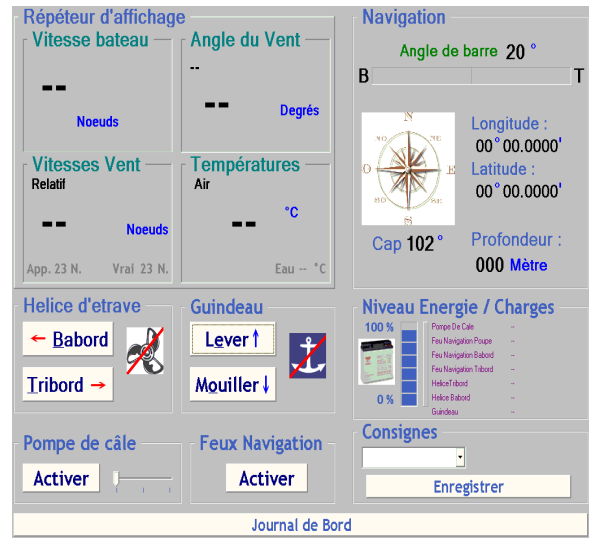
Étude de cas : Système d'aide à la navigation

Les systèmes utilisés dans la marine (plaisance, régates, professionnel, ...) se développent sans cesse, améliorant ainsi la sécurité et le confort de l'utilisateur. Ils sont de plus en plus constitués de capteurs intelligents, d'instruments de navigation, de calculateurs, ... et de bus de communications.

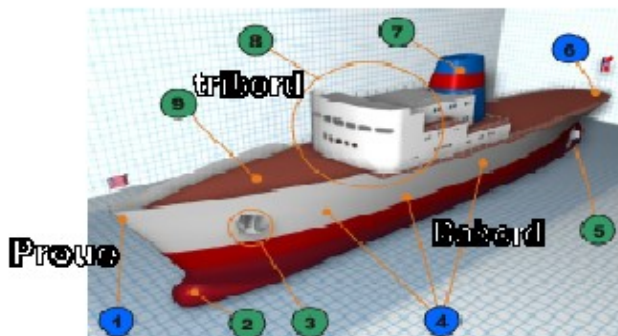
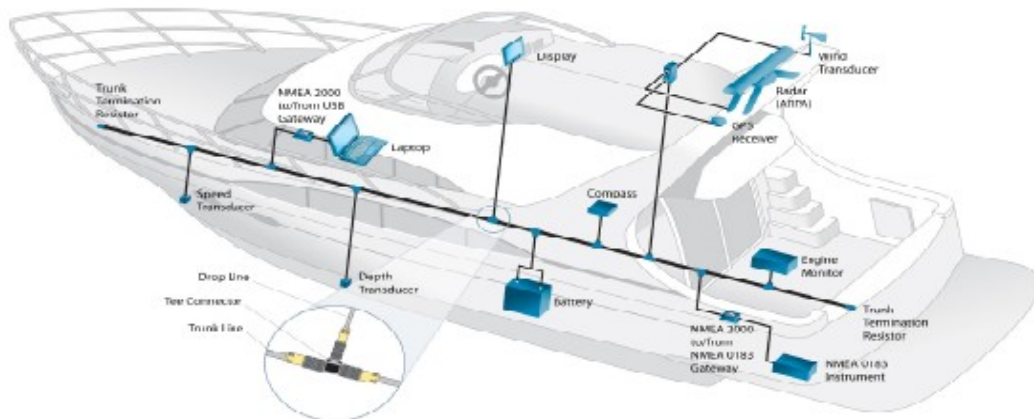
Une centrale de navigation permet d'avertir le skipper sur les conditions climatiques, son itinéraire, sans qu'il ne soit obligé de bouger de son cockpit.

Le système permet aussi de commander la plupart des actionneurs (feux de navigation, pompe de cale, distribution,...) et de centraliser les informations (température, vitesse, énergie, ...).

Il existe deux standards définis et contrôlés par la National Marine Electronics Association (NMEA), association américaine de fabricants d'appareils électroniques maritimes :

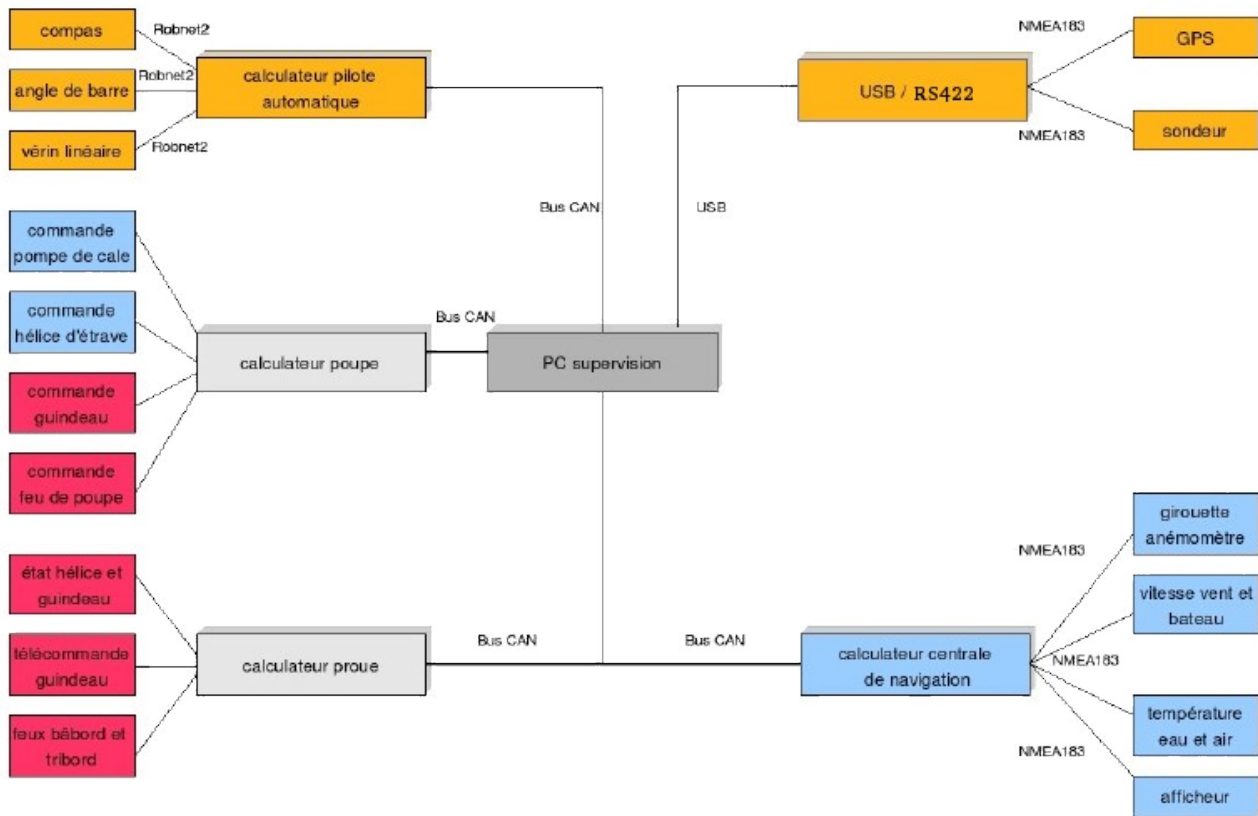


- La norme NMEA0183 : une interface de communication série pour transmettre une "phrase" à un ou plusieurs écoutants. Le protocole d'une trame NMEA183 utilise les caractères ASCII (le '\$' est le délimiteur de début).
- La norme NMEA 2000 : standard d'octobre 2001 pour les réseaux Serial-Data à 250 kbits/s (sur 200 m) utilisant un contrôleur CAN et comprenant 50 noeuds.



- 1- proue ou étrave,
- 2- bulbe d'étrave,
- 3- ancre,
- 4- bordé de la coque,
- 5- hélice d'étrave,
- 6- poupe,
- 7- cheminée,
- 8- superstructure,
- 9- pont.

L'étude portera sur la communication par messages CAN/NMEA2000 sur l'architecture suivante :



Les différents calculateurs sont :

- Module calculateur proue DEI-2123 d'Exxotest
- Module calculateur poupe DEI-2124 d'Exxotest
- Module pilote automatique AC10 de Simrad

Les différents éléments étudiés seront :

- **les feux de navigation** : sur le module proue, on retrouve le feu bâbord et tribord. Sur le module poupe on a le feu de poupe. Ce sont des feux de signalisation pour éviter les collisions. Les normes veulent que le feu de bâbord soit rouge, tribord vert et le feu de poupe blanc.
- **le guindeau** : situé sur le module poupe, il permet de lever ou de mouiller l'ancre. Le **guindeau** est un treuil à axe horizontal utilisé sur les navires pour relever l'ancre. Il est également utilisé pour virer les aussières. Le guindeau se trouve généralement sur le gaillard d'avant, au-dessus du puits aux chaînes. Son fonctionnement est hydraulique, électrique, ou à vapeur.
- **le pilote automatique** : comprenant un pupitre SIMRAD AP16, un calculateur AC10, un compas fluxgate RFC35, un capteur d'angle RF300 et un groupe hydraulique V2H40

Les messages CAN des deux calculateurs proue et poupe ont été définis par la société Exxotest et utilisent des identifiants propriétaires non certifiés NMEA2000. Les détails de ces messages sont fournis dans la documentation technique. La messagerie et la composition des messages sont identiques selon la version du calculateur (proue ou poupe). Les ID des messages sont décomposés de la manière suivante :

- 0x23X pour le calculateur « proue »
- 0x24X pour le calculateur « poupe »
- 0x1xx pour la centrale de navigation

Les messages du calculateur pilote automatique sont eux certifiés NMEA2000.

Les informations indispensables pour l’envoi et/ou la réception des messages CAN sont :

- Identifiant du message codé sur 11 bits (standard) ou 29 bits (étendu)
- Longueur des données codé sur 1 octet.
- Les données sur 1 à 8 octets.

Les messages NMEA 2000 sont organisés en PG (Parameter Group) qui sont identifiés par un PGN (Parameter Group Number) qui apparaît dans le champ ID (Identifiant) d'un message CAN.

Structure des identifiants étendus (29 bits) des messages NMEA 2000 :

28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Priority			MSB ID (pgn)											LSB ID (pgn)								Source Address *							

Remarque sur le champ Source Address :

Chaque appareil du réseau doit posséder une adresse source sur 8 bits (*). Les adresses 0 à 251 (soit un total de 252 adresses disponibles) sont réservées à cet usage. L'adresse 255 est une adresse globale qui spécifie un envoi à tous les noeuds du réseau (*broadcast*). La valeur 254 est une adresse nulle réservée pour rapporter un problème lorsqu'une adresse n'a pu être trouvée. Les adresses 253 et 252 ont été réservées à un usage futur.

On ne s'intéressera qu'aux messages NMEA 2000 dont les PGN sont :

- 127 245 → Angle de barre - Rudder (équivalent NMEA183 RSA)
- 127 250 → Compas - Vessel Heading (équivalent NMEA183 HDG/HDT)

PGN 127 250 : Compas - Vessel Heading

Field 1	Field 2		Field 3		Field 4		Field 5
..
SID	Heading Résolution : 0,0001 rad		Deviation		Variation		Reference (2 bits) 0=True 1=Magnetic

Remarque : si un champ contient la valeur 0x7FFF cela signifie que les données ne sont pas disponibles (data not available).

PGN 127 245 : Angle de barre - Rudder

Field 1	Field 2/3	Field 4		Field 5		Field 6	
..
Instance	Direction Order (2 bits)	Angle Order		Position Résolution : 0,0001 rad		Reserved	

Remarque : si un champ contient la valeur 0x7FFF cela signifie que les données ne sont pas disponibles (data not available).

I. Capture des messages NMEA2000 du pilote automatique

Message	Length	Data	Period	Count
08FF2801h	8	41 9F FF FF FF FF 01 FF		1
08FF3C01h	8	41 9F 10 F9 FE F8 00 80	1000	20
09F10501h	8	83 33 FF FF FF FF FF FF	1	20
09F10D01h	8	FF FF FF 7F 19 02 FF FF	200	96
09F11201h	8	FF 50 33 FF 7F FF 7F FD	200	96
0DFF1801h	8	42 96 50 C0 FF FF FF FF	0	9
18EEFF01h	8	B8 3F 34 E8 00 96 50 C0		1
1CFF1601h	8	41 9F 0A 09 00 00 28 FF	135	2
1CFF2B01h	8	41 9F FF 08 01 FF 00 FF	500	8

Exercice n°1 : Déterminer les identifiants des messages capturés qui correspondent aux PGN 127 245 et 127 250.

Réponses :

PGN 127 245 →

PGN 127 250 →

Exercice n°2 : Déterminer le cap du navire en radian puis en degré.

Réponses :

Field 1	Field 2		Field 3		Field 4		Field 5
SID	Heading Résolution : 0,0001 rad		Deviation		Variation		Reference (2 bits) 0=True 1=Magnetic

Cap du navire en radian :

Cap du navire en degré :

Exercice n°3 : Déterminer l'angle de barre en radian puis en degré.

Réponses :

Field 1	Field 2/3	Field 4		Field 5		Field 6	
Instance	Direction Order (2 bits)	Angle Order		Position Résolution : 0,0001 rad		Reserved	

Angle de barre en radian :

Angle de barre en degré :

Certaines trames (0x08FF2801, 0x08FF3C01, 0x1CFF1601 et 0x1CFF2B01) contiennent le « Manufacturer Code » fourni pour Simrad par l'association NMEA. Ce code est 1857 en décimal.

Dans les messages (0x08FF28xx, 0x08FF3Cxx, 0x1CFF16xx et 0x1CFF2Bxx) , le décodage des 2 premiers octets en little endian se fait de la manière suivante :

Manufacturer Code – Bits: 11

Match: 1857 pour Simrad

Industry Code – Bits: 5

19='Marine'

Exercice n°4 : Justifier après décodage la valeur des deux premiers octets des messages 0x08FF2801, 0x08FF3C01, 0x1CFF1601 et 0x1CFF2B01.

Réponses :

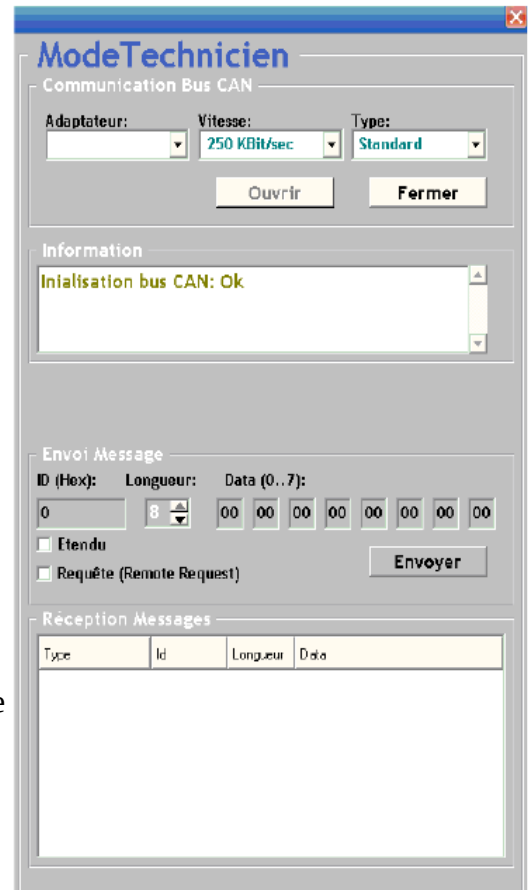
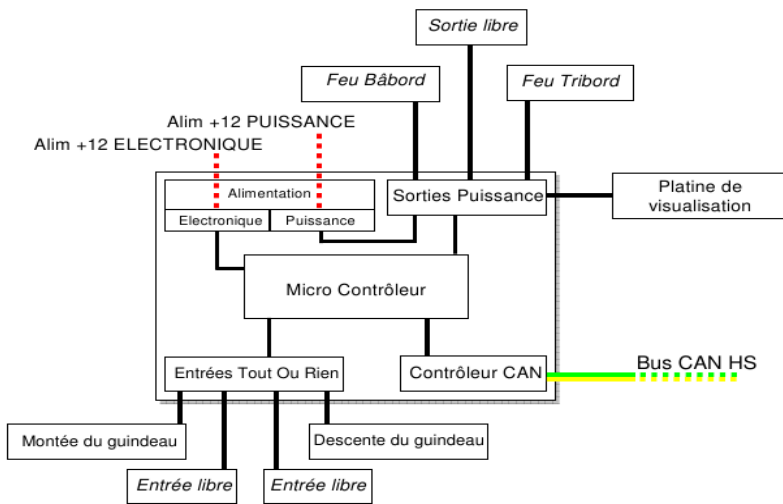
41	9F	...					
Industry Code – Bits: 5 19='Marine'		Manufacturer Code – Bits: 11 Match: 1857 pour Simrad					

II . Capture des messages CAN des calculateurs PROUE et POUPE

	Heure	Ident	Lg	Données	Période	Svc	Emett...
RX	00:14:44.0231	000	8	13 24 00 02 00 00 00 00	0.1	DA	
RX	00:14:44.0984	232	5	00 00 00 02 00	38.8	DA	
RX	00:14:44.1160	245	1	00	30.7	DA	
RX	00:14:43.9553	09F11201	8	FF 62 EA FF 7F FF 7F FD	199.9	DA	
RX	00:14:43.9561	09F10D01	8	FF FF FF 7F 3D F8 FF FF	200.0	DA	
RX	00:14:44.1076	233	6	03 76 03 5F 00 00	38.5	DA	
RX	00:14:44.0980	240	8	00 3A 01 01 00 59 4C 45	45.1	DA	
RX	00:14:44.1060	242	5	00 50 00 05 00	45.1	DA	
RX	00:14:44.0901	230	8	00 3A 01 01 00 59 4C 45	38.5	DA	
RX	00:14:44.1155	243	6	03 6E 03 6D 00 00	45.1	DA	
RX	00:14:43.7796	08FF3C01	8	41 9F 10 F9 FE F8 00 80	946.0	DA	
RX	00:14:42.8328	09F10501	8	43 EA FF FF FF FF FF FF	0.8	DA	
RX	00:14:39.0173	18EEFF01	8	B8 3F 34 E8 00 96 50 C0	30450.9	DA	
RX	00:14:43.2049	08FF2801	8	41 9F 04 FC FD FF 01 FF	999.9	DA	

Exercice n°5 : À partir de la documentation technique fournie, décoder les messages 0x232, 0x242, 0x245, 0x233 et 0x243.

Réponses :



Le technicien a la possibilité d'envoyer des messages CAN sur le bus.

Exercice n°6 : Déterminer les éléments du message CAN à émettre afin de commander prioritairement la descente de l'ancre.

Réponses :

<i>Id message</i>	<i>Longueur</i>	<i>Donnée(s)</i>

Exercice n°7 : Déterminer les éléments du message CAN à émettre afin d'allumer uniquement le feu tribord de la proue.

Réponses :

<i>Id message</i>	<i>Longueur</i>	<i>Donnée(s)</i>

