

## 1. Présentation

En 2012, le ministère de la culture dote le DRASSM : Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines d'un nouveau navire de recherche : l'André Malraux. Du nom du ministre de la culture qui fonda le DRASSM en 1966. Le projet a débuté en 2006.

Ce navire, doté des dernières technologies et respectueux de l'environnement, est destiné à servir de support de plongée humaine et robotisée pour des campagnes de protection des biens culturels maritimes français et de recherches en archéologie sous-marine (prospections, expertises, fouilles). Le navire doit contribuer à la recherche scientifique.



Les équipements de navigation du navire sont gérés par différents automatismes. Ils peuvent être spécifiquement dédiés à un équipement, c'est le cas pour :

- Les moteurs de propulsion principaux MEP1 et MEP2
- Les moteurs diesel des groupes électrogènes GE1, GE2, GE3
- Les alternateurs des groupes électrogènes DA1, DA2, DA3
- Propulseur azimuthal STP
- Propulseur d'étrave BTP

Un automate principal assure la gestion des alarmes et des sécurités.

Des interfaces homme/machine assurent la communication avec l'équipage.

L'ensemble ces automatismes de navigation communique via un réseau principal Ethernet, ainsi que via des réseaux secondaires RS485 et autres liaisons série.

L'information de vitesse de rotation des moteurs des groupes électrogènes est affichée sur les écrans de supervisions (HMI) de la timonerie.

**L'objectif est de vérifier les informations transmises sur le réseau de bord pour permettre d'afficher la vitesse de rotation d'un des moteurs diesel sur les écrans de supervision de timonerie.**

## 2. Etude du support RS485

Les IHM de la timonerie interrogent périodiquement les groupes électrogènes via le réseau Ethernet puis le bus RS485. Le support RS 485 fait le lien entre les groupes électrogènes GE1, GE2, GE3 et le convertisseur ModBus Série/Ethernet.

Les caractéristiques principales de quelques liaisons séries sont données dans le tableau suivant :

EIA	RS 232	RS 423	RS422	RS 485
UIT-T	V24 / V28		V11 / X27	V11 / X27
Type d'interface	Mode commun	Mode commun	Différentiel	Différentiel
Distance max (m)	12	1200	1200	1200
Débit max. (bps)	19200(*)	100 K	10M sur 10 m 100 K sur 1200 m	10M sur 10 m 100 K sur 1200 m
Multipoint	non	oui	oui	oui
Nombre d'émetteurs	1	1	1	32
Nombre de récepteurs	1	10	10	32
Niveaux de tension	±3V à ±25 V	±4V à ±6 V	±3V à ±25 V	±0,2V à ±6V

\* Les fabricants peuvent implémenter des vitesses supérieures

La communication entre les automatismes de gestion des groupes électrogènes et les convertisseurs Modus Série/Ethernet est effectuée via une liaison série RS485.

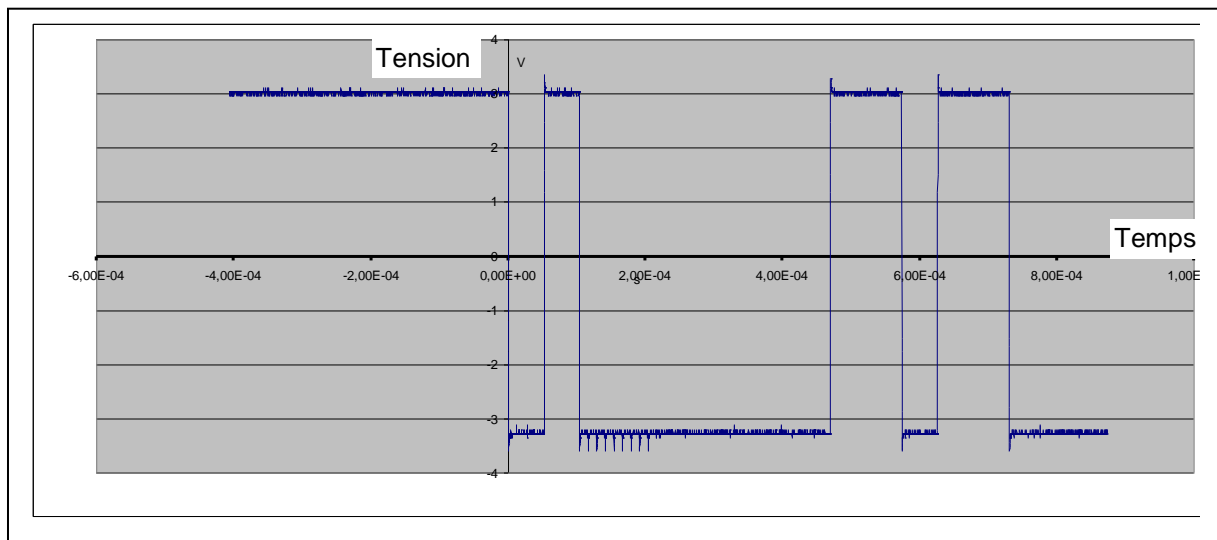
**Q 1. Justifier** le choix d'une liaison RS485 parmi les liaisons proposées dans le tableau.

### 3. Etude de la transmission du premier octet

Lors de la transmission de l'information entre l'IHM de la timonerie et les groupes diesel, la structure du message permet de savoir quel est l'objet de l'interrogation posée par la timonerie.

L'analyse du signal transmis permet de décoder la requête effectuée par l'IHM de la timonerie ainsi que la réponse du groupe interrogé

Le relevé du premier octet étant le suivant :



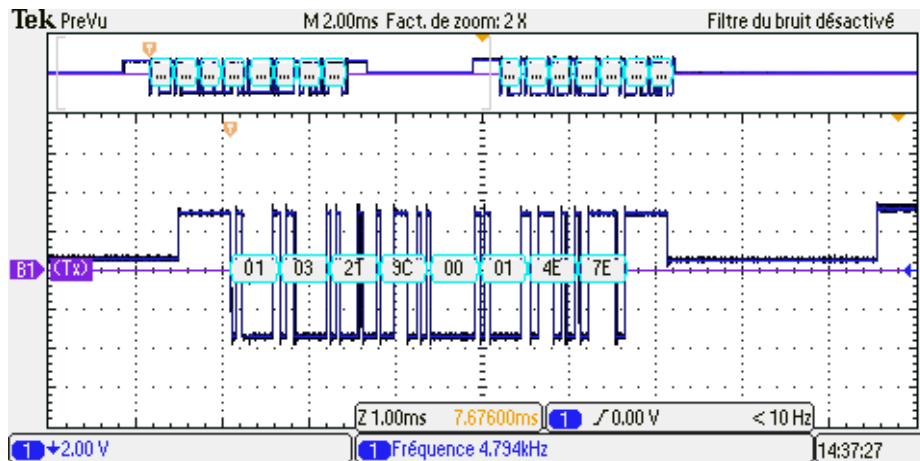
**Q 2.** A partir du relevé et de la documentation technique DT1, **donner** la vitesse de transmission du signal.

**Q 3.** Sachant que la transmission s'effectue avec une parité « impaire », à partir du relevé et du document technique DT1, **donner** la valeur des 8 bits de données (B0 à B7) et de la parité.

**Q 4.** Y a-t-il eu une erreur de transmission du premier caractère? **Justifier.**

## 4. Etude du message

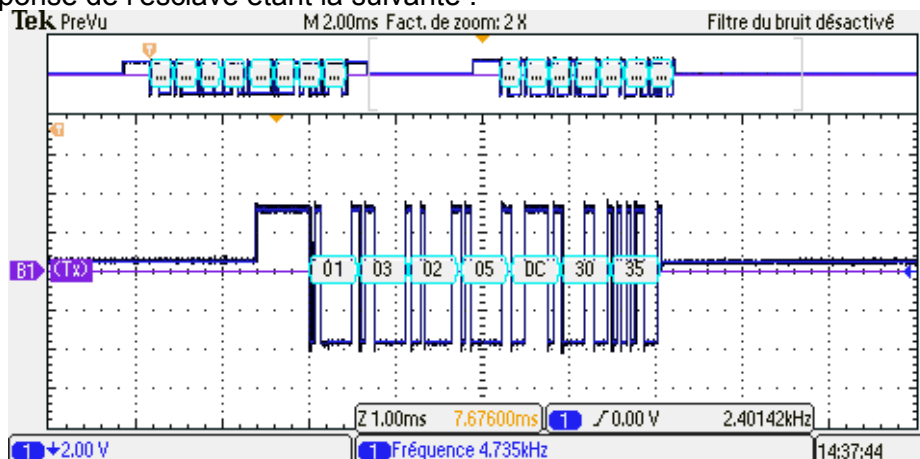
Le relevé du message étant le suivant :



**Q 5.** A l'aide du document technique DT2, **analyser** la trame et **indiquer** le numéro de l'esclave, la fonction, les données, le CRC.

**Q 6.** Sachant que le registre ModBus : 219C (en hexadécimal) des groupes électrogènes correspond à la vitesse de rotation en tr/min, indiquer à quoi correspond le message.

**Q 7.** La réponse de l'esclave étant la suivante :



**Q 8.** **Indiquer**, en décimal, la vitesse de rotation du moteur :

**Q 9.** A partir du document technique DT14, **indiquer** l'intérêt du CRC

## Document technique DT1 : Extrait Standard MODBUS RS485

MODBUS sur ligne série. Spécification et guide d'implémentation V1.02

Modbus-IDA.ORG

### 2.5.1 Mode de transmission RTU (Remote Terminal Unit)

Lorsque les appareils communiquent sur une liaison série en utilisant le mode MODBUS RTU (Remote Terminal Unit), chaque octet dans un message est transmis directement en binaire. Le principal avantage de ce mode est que sa plus grande densité de caractères permet de meilleur débit que le mode ASCII pour la même vitesse de transmission. Chaque message doit être transmis dans un flux continu de caractères.

#### Le format (11 bits) pour chaque octet dans le mode RTU est :

Ordre chronologique des bits par caractères :

1 bit de départ (Start bit)

8 bits de donnée (Le bit le moins significatif en premier)

1 bit de parité

1 bit de stop

Une parité paire est celle par défaut, mais les autres modes (impair, ou sans parité) peuvent être aussi utilisés.

Remarque : si la parité n'est pas utilisée, il est recommandé d'utiliser 2 bits de stop.

Transmission de chaque caractère :

Avec parité

Start	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Parité	Stop
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	------

Sans parité

Start	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Stop	Stop
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------

### Vérification CRC.

La méthode de détection d'erreur CRC (Cyclic Redundancy Check) repose sur la notion de polynôme et de division polynomiale.

Le champ CRC vérifie le contenu de la totalité du message. Il est appliqué indépendamment de toute méthode de vérification de parité utilisé pour les caractères individuels du message.

Le champ CRC contient une valeur 16-bits mis en œuvre sous forme de deux octets de 8 bits.

Le champ CRC est ajouté comme dernier champ dans le message. Lorsque cela est fait, l'octet de poids faible du champ est envoyé premier, suivi de l'octet de poids fort. L'octet de poids fort du CRC est le dernier octet à être envoyé dans le message.

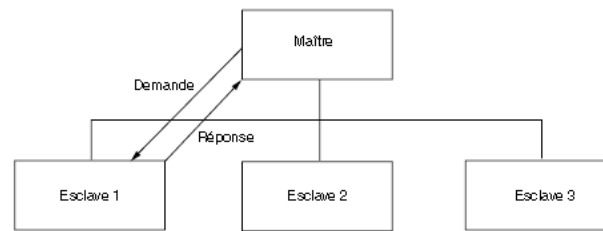
La valeur CRC est calculée par le dispositif d'émission, qui ajoute le CRC dans le message. Le dispositif récepteur recalcule un CRC lors de la réception du message, et compare la valeur calculée à la valeur réelle reçue dans le champ CRC. Si les deux valeurs ne sont pas égales, une erreur est déclarée.

Le CRC a cet avantage sur les autres codes de garder en quelque sorte une trace de la position de chaque bit dans la séquence.

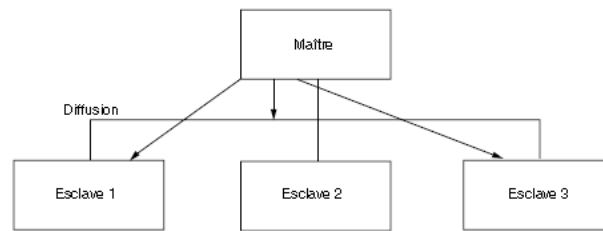
## Document technique DT2 : Modbus

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

### 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.



Les demandes du maître sont adressées soit :

- À un esclave donné (identifié par son numéro dans le premier octet de la trame de demande).
- À 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.

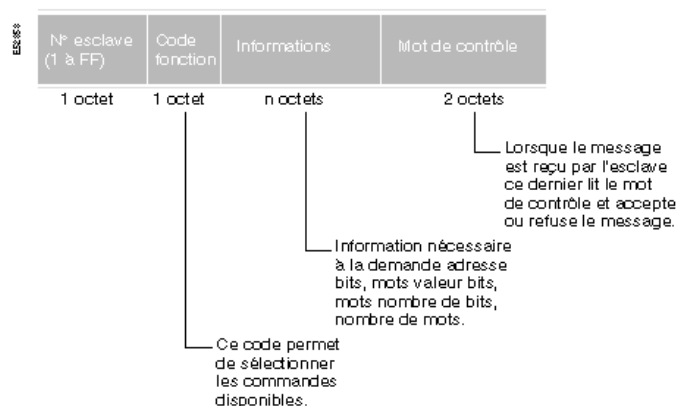


Le contenu des trames qui suivent est donné en hexadécimal.

### Présentation des trames

#### Présentation des trames de demande et de réponse

##### ■ Demande



##### ■ Réponse



Valeur des bits ou des mots lus, valeur des bits ou des mots écrits, nombre de mots ou nombre de bits, diagnostic.

- 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  $\leq 125$ .

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

#### Lecture de n mots : fonction 3 ou 4

- Demande.



- Réponse.



*Exemple :*

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

\* PF : Poids Fort

\* pf : poids faible

- Demande.



- Réponse.

