

# Navire de recherche archéologique André Malraux



## Ce dossier comprend :

La présentation du projet pages 2 à 3

## Partie A : Exigences du DRASSM concernant le navire, problématique générale d'un navire :

, Questionnement Q1 à Q22 pages 4 à 11,  
document réponse, DR01,  
documents techniques nécessaires. DT01 à DT03.

## Partie B : Impact environnemental du navire :

Questionnement Q23 à Q35 pages 12 à 17,  
documents techniques nécessaires. DT04 à DT08.

## Partie C : Etude de la motorisation principale et de la pollution harmonique du réseau de bord.

Questionnement Q36 à Q45 pages 18 à 22,  
documents techniques nécessaires, DT09 à DT10.

## Partie D : Vérification de l'intégrité des informations transmises entre la timonerie et les groupes électrogènes.

Questionnement Q46 à Q69 pages 23 à 30,  
documents techniques, DT10 à DT21.

Document réponse DR01, page 31.

Documents techniques DT01 à DT17, pages 32 à 50.

**Remarques importantes** : l'épreuve se compose de 4 parties A, B, C et D **qui sont indépendantes**. Dans chaque partie et pour chaque question, un emplacement est réservé pour les réponses. Elles seront traitées dans l'ordre souhaité par le candidat.



## Le projet

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.

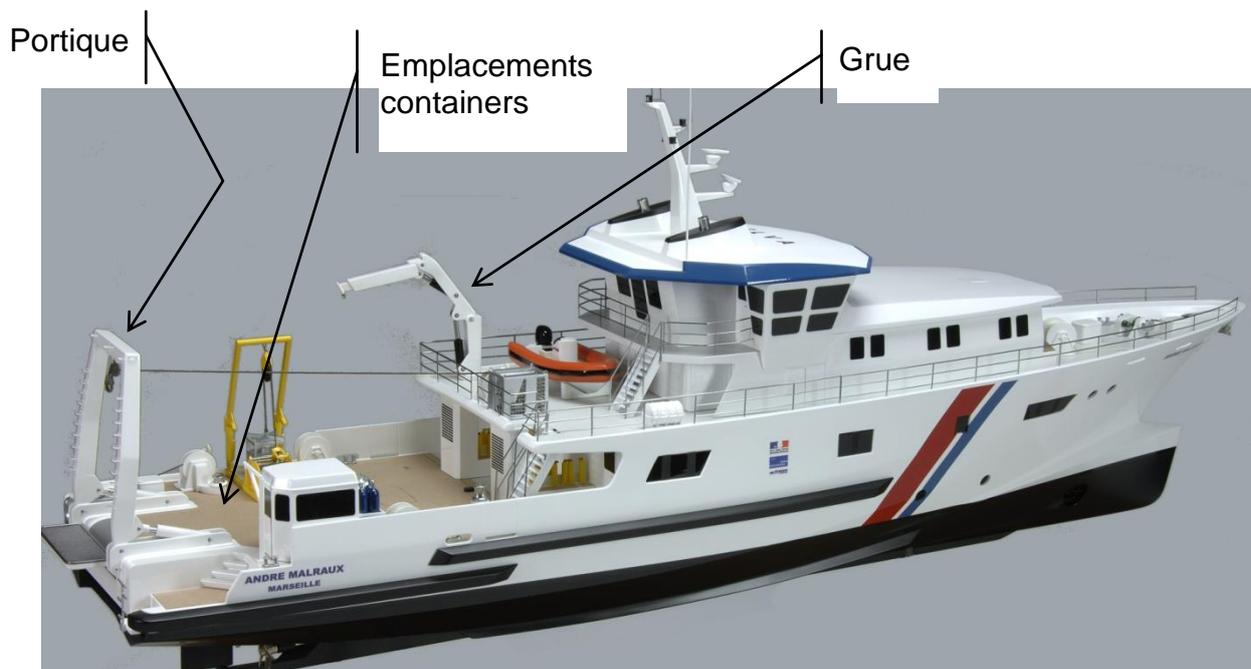
Ce navire, doté des dernières technologies et respectueux de l'environnement, est destiné à servir de support de plongée humaine et robotisée pour des campagnes

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.

## La conception

Conçu par le bureau d'étude Mauric à Marseille et long de 36 m, pour une largeur de 8,80m, ce navire présente une double propulsion électrique. A côté de la propulsion à hélice pour les transits, le positionnement dynamique sur le site de plongée met en œuvre un propulseur d'étrave avant et un propulseur JET arrière. Ces systèmes technologiques permettent une plus grande manœuvrabilité et une plus grande stabilité du navire durant les opérations de recherches sous-marines.

La génération électrique fait appel à deux groupes électrogènes Baudouin et à un système de convertisseurs Barillec. Sur le pont, on trouve un portique capable de lever des charges de 7 tonnes notamment pour la manutention d'un sous-marin. Des emplacements permettent de stocker un ou deux containers et une installation de plongée complète l'ensemble. On trouve aussi différents équipements (pompe archéologique, grue de manutention, etc.). Ce bateau regroupe donc de multiples systèmes et offre une bonne flexibilité d'utilisation.



## La réalisation

Réalisé en matériaux composites par le chantier naval « H2X » à La Ciotat, la structure du bateau gagne en légèreté, tout en conservant des performances mécaniques optimales. En résine polyester sur une matrice en fibre de verre, la coque du bateau est décomposée en deux demi-coques qui sont ensuite assemblées par collage



Réalisation des moules des 2 demi-coques (1)



Dépose de la fibre de verre (2)



Infusion de la résine polyester (3)



Équipement et renfort des demi-coques (4)



Collage des deux demi-coques (5) à (8)



## Caractéristiques principales

- navire classé en 2e catégorie de navigation (200 milles des côtes),
  - navire capable de travailler en stationnaire, à petite vitesse et sur profil,
  - construit en matériaux composites,
  - niveau de bruit acoustique faible,
  - grande stabilité,
  - longueur : 36,30 m,
  - largeur : 8,85 m,
  - surface pont de travail : 70 m<sup>2</sup>,
  - tonnage : moins de 300 t à lège, (sans cargaison)
  - tirant d'eau\* : 2,90 m à pleine charge,
  - capacité gasoil : 27 m<sup>3</sup>,
  - capacité eau douce : 5,5 m<sup>3</sup> avec un osmoseur 200 l/h,
  - autonomie : 1 700 milles à 12 nœuds,
  - vitesse maximale : 13 nœuds.
- \* tirant d'eau : Distance verticale entre la ligne de flottaison d'un navire et le bas de la quille.

Un navire de recherche archéologique sous-marine représente un environnement complexe. Il assure à la fois des fonctions de transport, de base de plongée et doit permettre à vingt personnes de vivre de manière autonome. La démarche des concepteurs a pris en compte toutes ces contraintes et le sujet qui vous est proposé abordera certains problèmes techniques auxquels ils ont été confrontés.

## Partie A

### Exigences du DRASSM concernant le navire ; problématique générale d'un navire

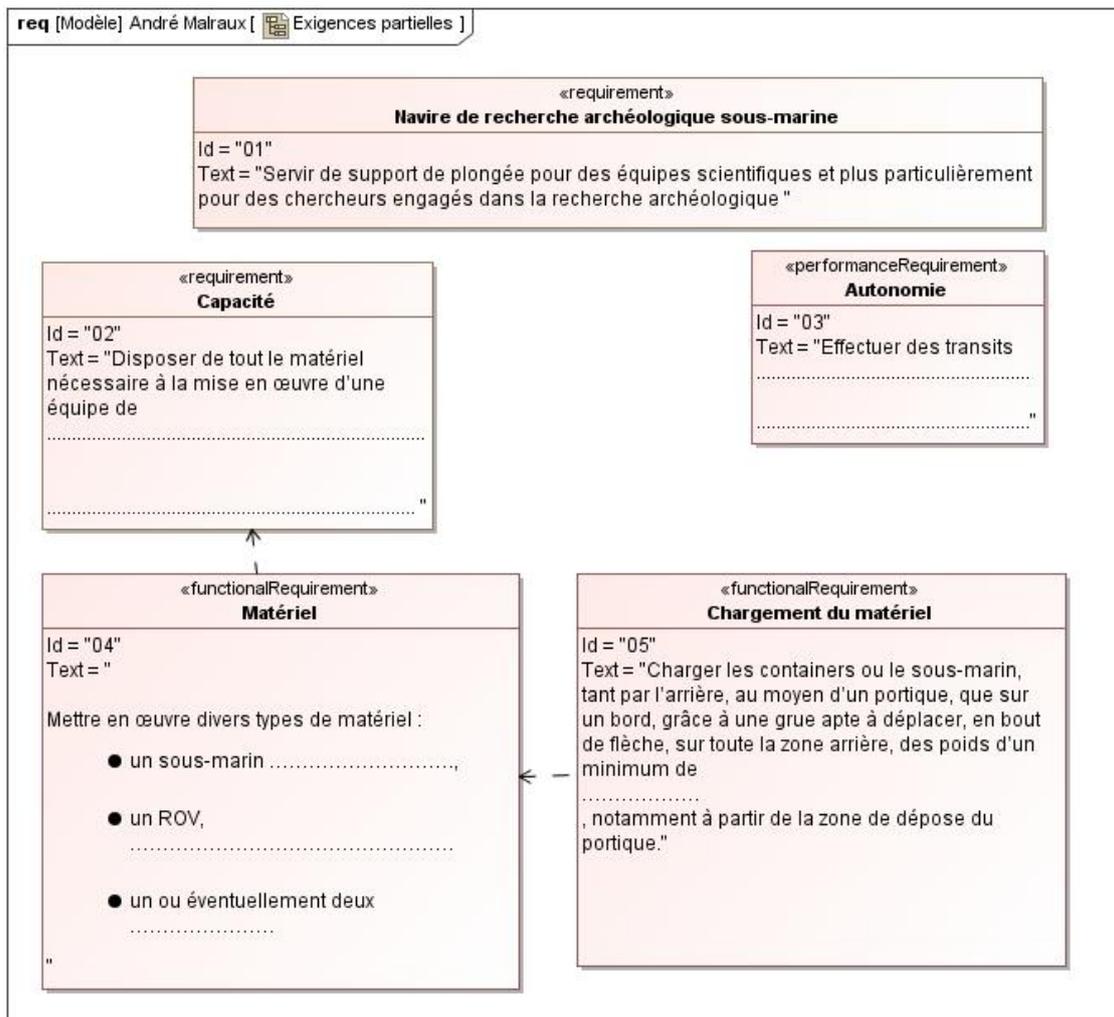
Temps maximum conseillé : 1 heure 30

Dans la partie A, vous vérifierez :

- les exigences globales de conception du navire,
- sa flottaison et sa stabilité, sa propulsion,
- les efforts repris par le portique situé sur le pont.

#### A.1 Exigences du DRASSM concernant le navire.

Q 1. A partir de la lecture de l'extrait du CCTP fourni sur le document technique DT01, compléter (sur les pointillés) le diagramme des exigences suivant :



Les exigences 2, 3 et 4 du diagramme précédent impliquent le déplacement d'une masse totale, limitée par le choix d'une coque en composite polyester-fibre de verre, pour le navire pouvant aller jusqu'à 300 tonnes. Le déplacement d'une telle masse va avoir un cout énergétique qu'il est bon de minimiser.

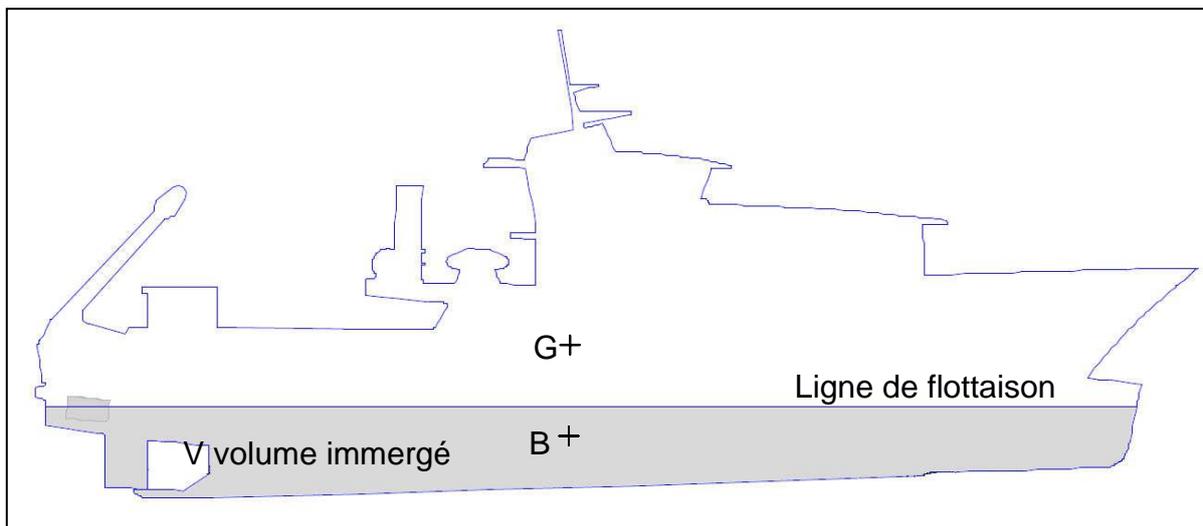
## A.2 Flottaison et stabilité du navire

### A.2.1 Détermination du volume à immerger pour assurer la flottaison du navire

La première partie de l'étude va consister à déterminer le volume immergé nécessaire à la flottaison d'une masse de 300 tonnes.

Lorsqu'il est immobile, le navire, considéré dans une situation de chargement déterminée, est soumis à deux forces :

- son poids total  $\vec{P}$ , appliqué en son centre de gravité G.
- la poussée d'Archimède  $\vec{\Delta}$ , appliquée en son centre de carène B, dirigée verticalement vers le haut. On désigne par V le volume immergé en  $[m^3]$  (carène) et  $\rho$  la masse volumique en  $[kg.m^{-3}]$  du fluide déplacé (eau),



Les calculs pour cette étude se font dans le cas d'un départ en plongée sans sous marin embarqué soit une masse totale déplacée de 274,81 [tonne]. La masse volumique de l'eau de mer est de 1 025  $[kg.m^{-3}]$ . On prendra  $g=9.81 [m.s^{-2}]$ .

Q 2. Déterminer  $\|\vec{P}\|$  en Newtons [N]

- Q 3. **Déterminer**  $\|\vec{P}\|$  en fonction de  $V$  et  $\rho$  à partir de la définition de la poussée d'Archimède :  
 « Tout corps partiellement ou totalement immergé dans un fluide reçoit une poussée verticale, dirigée du bas vers le haut, égale au poids du fluide déplacé, appliquée au centre du volume immergé. »

- Q 4. **Préciser** les conditions d'équilibre du navire

- Q 5. **Tracer** ces deux forces sur la figure (page5), on prendra 1cm pour 10 000 N

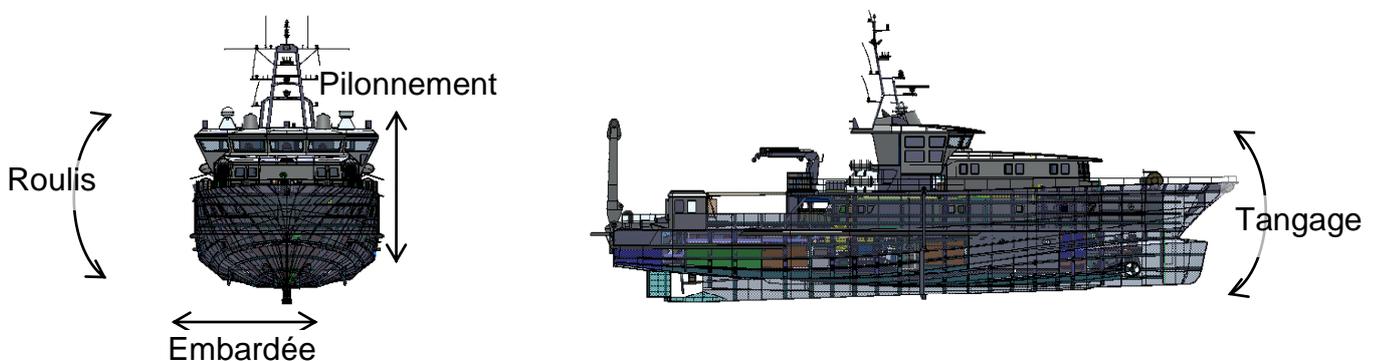
- Q 6. **Déterminer** le volume immergé du bateau pour ce cas de charge à partir des conditions précédentes.

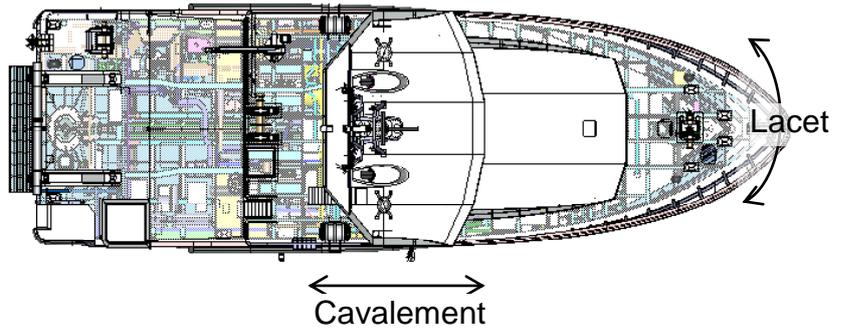
### A.2.2 Condition de stabilité

La seconde partie de l'étude consiste à déterminer la forme donnée au volume immergé ainsi que la répartition des masses sur le navire permettent d'obtenir une stabilité réglementaire.

La forme donnée à ce volume immergé va influencer l'énergie nécessaire au déplacement du bateau (hydrodynamisme).

Les conditions de navigation (vent, état de la mer,...) et de chargement du navire peuvent tendre à écarter le navire de cette position d'équilibre. Les différents mouvements possibles sont définis ci-dessous.

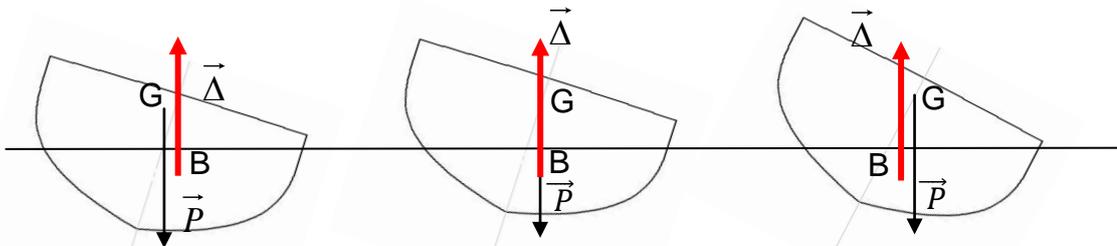




Le mouvement de roulis est celui qui peut le plus rapidement entrainer le chavirement du navire. Nous allons donc étudier sa stabilité par rapport à ce mouvement.

Lorsque l'embarcation prend du gîte (angle entre l'axe de symétrie du bateau et la verticale), le centre de gravité reste fixe par rapport au navire mais le centre de carène se déplace par rapport à la coque. Sur les figures suivantes, le bateau à été soumis à un moment de basculement (vent, houle, manœuvre...) qui l'a incliné.

Q 7. **Indiquer** par une flèche sur les figures ci-dessous, le sens du moment du système de forces  $\vec{P}$  et  $\vec{\Delta}$ .



Sous l'action du moment, l'angle de gîte tend à :

- augmenter
- diminuer
- ne pas évoluer.

Sous l'action du moment, l'angle de gîte tend à :

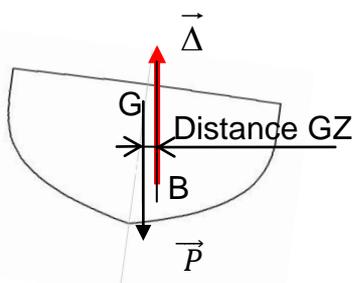
- augmenter
- diminuer
- ne pas évoluer.

Sous l'action du moment, l'angle de gîte tend à :

- augmenter
- diminuer
- ne pas évoluer.

Q 8. **Indiquer** dans les cases sous les schémas précédents, l'influence de ce moment sur l'angle de gîte du navire.

On analyse l'ensemble de la stabilité du navire, c'est-à-dire pour toutes les inclinaisons possibles, en établissant une courbe où sont portés en abscisses les angles de gîte  $\theta$  et en ordonnées les bras de levier notés  $GZ$ .



A l'inclinaison  $0^\circ$ , le bras de levier est nul :  $GZ=0$ .

Puis sa valeur augmente avec l'inclinaison jusqu'à atteindre un maximum appelé  $\theta_s$ , angle limite de stabilité statique. A partir de cette valeur le bras de levier diminue jusqu'à atteindre de nouveau la valeur 0 pour un angle  $\theta_s$  appelé angle de chavirement statique.

On définit par ailleurs un angle à partir duquel l'eau peut pénétrer librement dans la coque : l'angle de début d'envahissement  $\theta_f < \theta_s$ .

Q 9. **Vérifier** la stabilité du navire à partir de la courbe de stabilité et de l'extrait de la division 211 des affaires maritimes DT02,

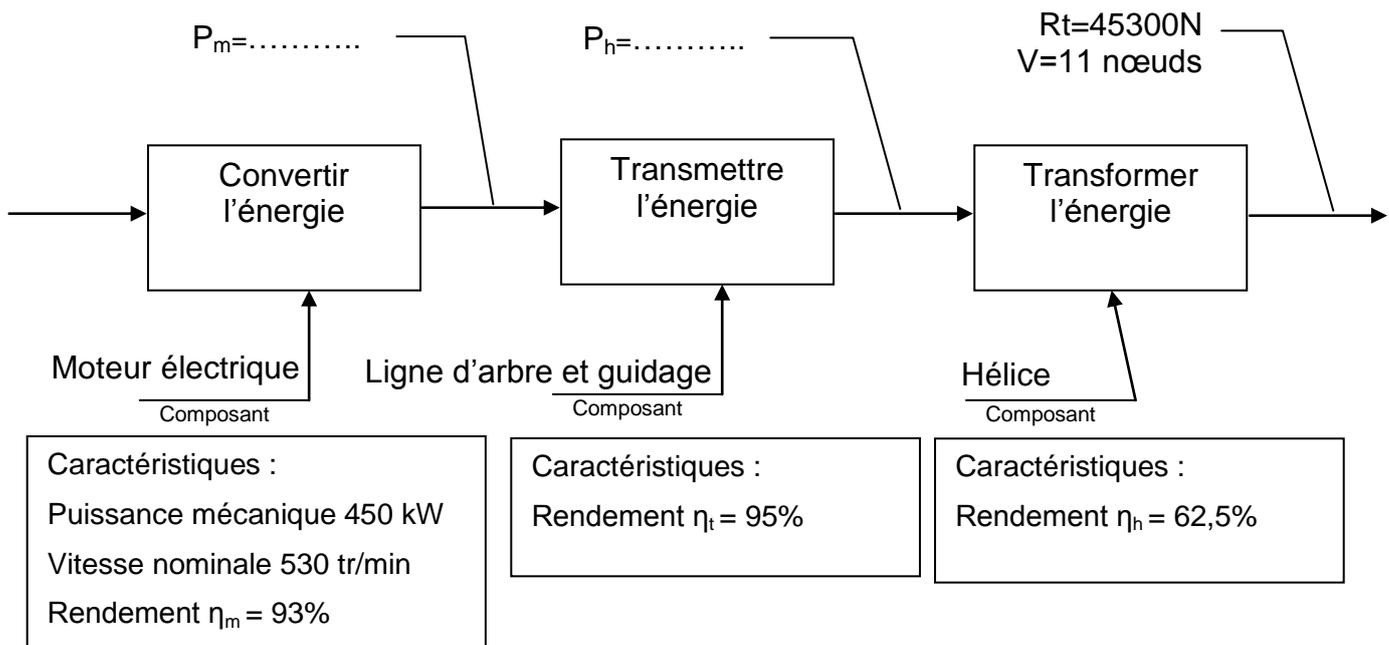
Condition sur .....	<input type="checkbox"/> Validée	<input type="checkbox"/> Non validée
Condition sur .....	<input type="checkbox"/> Validée	<input type="checkbox"/> Non validée
Condition sur .....	<input type="checkbox"/> Validée	<input type="checkbox"/> Non validée
Condition sur .....	<input type="checkbox"/> Validée	<input type="checkbox"/> Non validée
Condition sur .....	<input type="checkbox"/> Validée	<input type="checkbox"/> Non validée
Condition sur .....	<input type="checkbox"/> Validée	<input type="checkbox"/> Non validée
Conclusion quant à la stabilité du navire :		

### A.3 Propulsion du navire

#### A.3.1 Puissance nécessaire à l'avancement du navire

Maintenant que la flottabilité ainsi que la stabilité ont été vérifiées il faut évaluer la puissance nécessaire à l'avancement du bateau. Une étude numérique préalable a permis d'évaluer la résistance à l'avancement du bateau à 45 300 N pour une vitesse de 11 nœuds.

La chaîne de transmission de l'énergie à partir du moteur électrique à courant continu est représentée ci-dessous.



Rappel : 1 nœud = 1 mille nautique (1 852 m) parcouru en 1 heure.

Q 10. **Déterminer** la vitesse  $V$  du bateau en  $\text{m.s}^{-1}$

Q 11. **Calculer** le rendement global de la chaîne de transmission de puissance

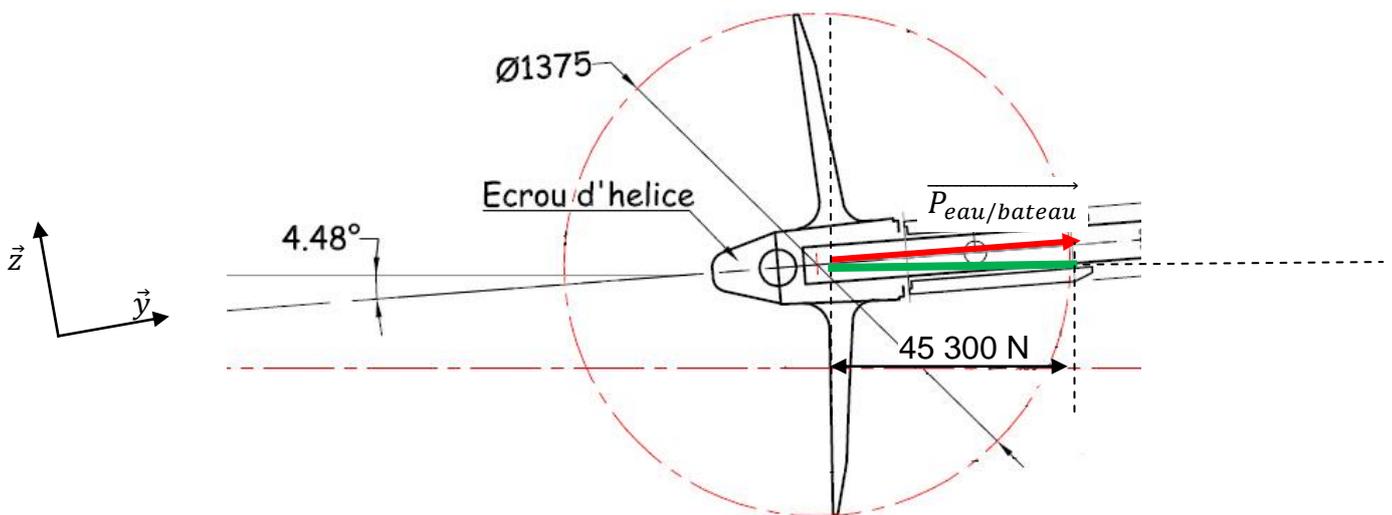
Q 12. **Déterminer** la puissance mécanique nécessaire en sortie de chaîne de transmission de puissance à partir des données sur le déplacement du navire

Q 13. **Déterminer** la puissance nécessaire sur l'arbre moteur

### A.3.2 Transmission de l'effort de poussée de l'hélice au navire

Le dessin de la ligne d'arbre est donné DT03

La force de poussée  $\vec{P}_{\text{eau/bateau}}$  est générée par l'hélice. Pour que le bateau navigue à vitesse constante la composante horizontale de cet effort doit avoir la même norme que la force de résistance  $\vec{R}_r$  définie précédemment.



Q 14. **Déterminer**  $\|\vec{P}_{\text{eau/bateau}}\|$  en Newton

La liaison pivot « Arbre d'hélice – Structure du bateau » résulte de l'association de quatre liaisons respectivement au voisinage des points L, M, N et O.

Q 15. **Caractériser** la géométrie des surfaces de contact et/ou des éléments de liaison entre l'arbre et le navire sur les détails du DT03 aux points L, M et N, en **déduire** la nature des liaisons correspondante et la **justifier**.

La liaison au point O complète les liaisons en L, M et N pour former la liaison pivot « Arbre d'hélice – Structure du bateau ».

Q 16. **Donner la forme que doit avoir le torseur des efforts transmissibles par la liaison en O** pour que, entre autres, l'effort de poussée de l'hélice soit transmis au navire ?

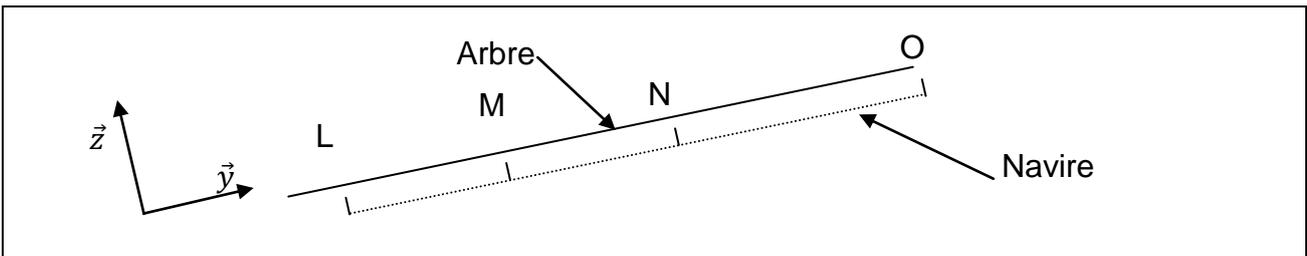
Forme du torseur des actions transmissibles par la liaison en O



$F_x$	$M_x$
$F_y$	$M_y$
$F_z$	$M_z$

Q 17. **En déduire** la nature probable de la liaison en O

Q 18. **Représenter** sous forme schématique les liaisons en L, M, N et O.

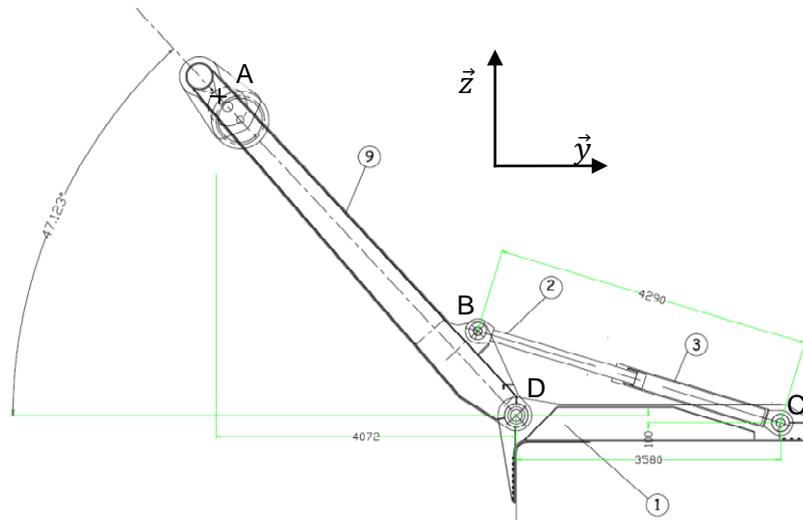


Q 19. **Quel phénomène veut-on éviter** en guidant l'arbre d'une telle manière ?

#### A.4 Problématique liée au choix du matériau de la coque

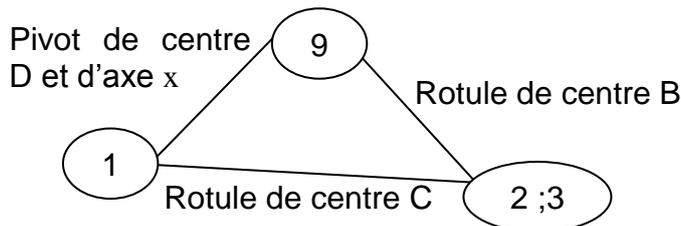
La coque a été réalisée en matériau composite. Cela implique des contraintes de conception liées à la moindre résistance mécanique de ce matériau en comparaison de l'acier par exemple. Une des parties du navire les plus sollicitée mécaniquement est la plage arrière où le portique de levage vient s'encastrent sur la structure. Le dimensionnement de cet encastrement nécessite d'évaluer les efforts dans la liaison.

L'effort maximum dans l'encastrement entre le portique et la structure est obtenu pour la position du dessin ci-après avec une charge maximale de 7 tonnes.



Le problème est considéré comme plan, les liaisons sont supposées parfaites.

Grphe de liaison du mécanisme



L'action de la charge et du poids propre du portique peuvent être modélisées par un glisseur exercé sur 9 en A dont la résultante est verticale, orientée vers le bas et de norme 100 000 N.

Q 20. **Isoler et résoudre** l'équilibre statique de 9.

**Sur le DR01**, compléter le bilan des actions mécaniques extérieures et résoudre l'équilibre statique de manière à déterminer complètement  $\overrightarrow{D_{1 \rightarrow 9}}$ .

Q 21. **Isoler** ensuite {2 ; 3} et en **déduire** complètement  $\overrightarrow{C_{1 \rightarrow 3}}$

Q 22. Enfin, sur la représentation de 1, **tracer**  $\overrightarrow{D_{9 \rightarrow 1}}$  et  $\overrightarrow{C_{3 \rightarrow 1}}$  et **indiquer**  $\|\overrightarrow{D_{9 \rightarrow 1}}\|$  et  $\|\overrightarrow{C_{3 \rightarrow 1}}\|$ .

La norme de ces efforts permettra de dimensionner la liaison de la pièce 1 avec la structure du navire, cette étude n'est pas réalisée dans cette épreuve.

**Fin de la partie A**

# Partie B

## Impact environnemental du navire.

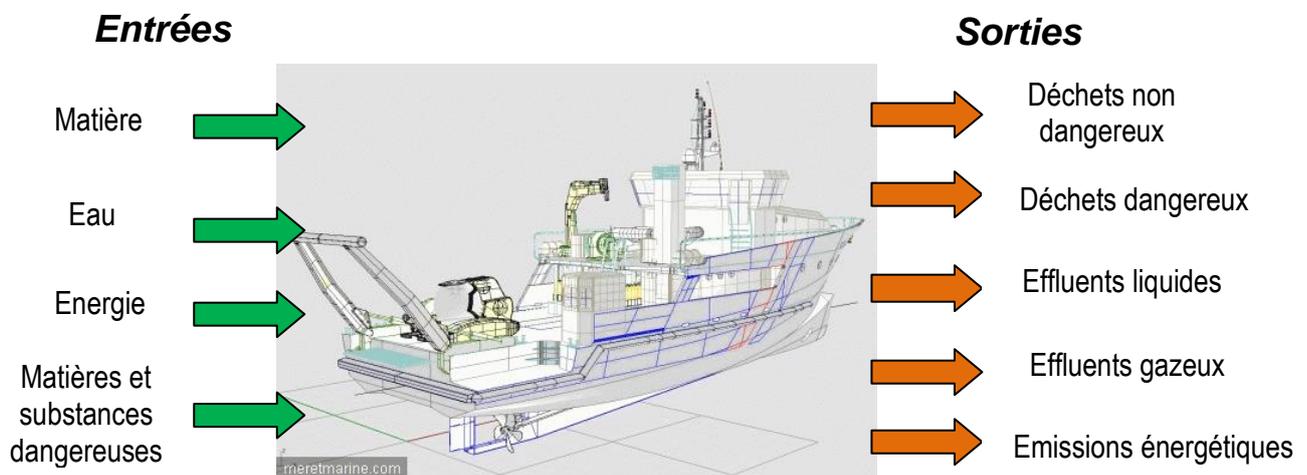
Temps maximum conseillé : 1 heure

Dans la partie B, vous vérifierez :

- la signature polluante du navire,
- l'amélioration des performances environnementales,
- le bilan énergétique préliminaire du groupe alternateur diesel.

### B.1 Signature polluante d'un navire.

Un navire, civil ou militaire peut être assimilé à une ville, où des individus développent une activité en autonomie. Tout au long de son cycle de vie, le bateau reçoit des flux de matière et d'énergie qu'il consomme ou rejette sous forme de déchets, effluents, émissions, nuisances.



Cette circulation de flux d'entrée et de sortie génère des impacts sur l'environnement atmosphérique, marin et terrestre :

- Emissions dans l'air d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), d'oxydes de soufre ( $\text{SO}_x$ ), de carbone ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ), de composés organiques volatiles (COV), de particules fines (d'un diamètre inférieur à  $10 \mu\text{m}$ ). Le  $\text{CO}_2$  est directement lié à la consommation de carburant, le  $\text{NO}_x$  est lié au fonctionnement de la motorisation et le  $\text{SO}_x$  à la consommation et au type de carburant utilisé.
- Rejets en mer en phase d'exploitation ou lors d'accidents.
- Pollution des eaux et des sols, particulièrement lors du traitement des déchets.

Q 23. **Identifier** en quelques mots les conséquences sur l'environnement et les hommes de ces rejets.

## B.2 Amélioration des performances environnementales

### B.2.1 Station de traitement des eaux grises et noires. Document technique DT04.

On appelle "eaux grises" les eaux usées issues des salles de bain et cuisine (ou eau ménagères).

On appelle "eaux noires" les eaux usées issues des toilettes (WC) (ou eaux vannes).

Les eaux noires sont riches en matières organiques liquides ou solides.

Le principe ECOMAR (Annexe DT04) est capable de traiter les eaux usées (grises et noires) produites sur le bateau et de les rejeter directement à la mer tout en respectant l'environnement en accord avec les standards internationaux. La convention MARPOL 73/78 (partie IV) fixe les normes de rejet de l'effluent à une DBO5<sup>(1)</sup> inférieure à 50 mg/l.

*(1) DBO5 ou Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours, traduit la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder l'ensemble de la pollution organique d'un échantillon d'eau. La DBO5 est une analyse de laboratoire. Plus la DBO5 est élevée, plus l'eau est polluée, moins la DBO5 est élevée, moins l'eau est polluée.*

Q 24. **Calculer** le flux journalier maximal de pollution exprimée en DBO5 (en g/jour) rejetée par l'installation si celle-ci respecte la convention MARPOL.

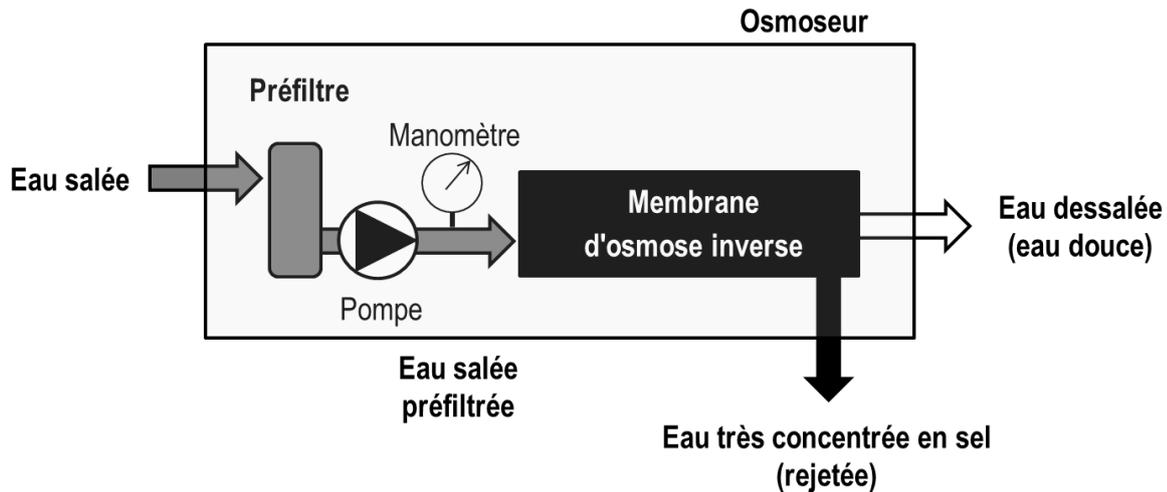
Q 25. **Préciser** pourquoi il est nécessaire de désinfecter les eaux grises et noires.

### B.2.2 Utilisation d'un dessalinisateur. Documents techniques DT05 et DT06.

Le principe du dessalinisateur (ou osmoseur) est de transformer, par le procédé d'osmose inverse, une eau salée (eau de mer) en eau potable dessalée (eau douce).

L'eau de mer, pré-filtrée, passe sous pression à travers une membrane d'osmose inverse. Il ressort du dessalinisateur 2 eaux :

- une eau dessalée (eau douce), permettant de répondre aux différents besoins sur le bateau.
- une eau très concentrée en sel, rejetée.



La pression d'osmose inverse (POI) est appliquée grâce à une pompe et affichée par un manomètre.

On considère que la salinité de l'eau de la mer méditerranée exprimée en chlorure de sodium (NaCl) est de  $500 \text{ mol.m}^{-3}$  (ce qui correspond à environ 30 g de NaCl par litre d'eau de mer) et que la température de l'eau est de  $18^\circ\text{C}$ .

Q 26. A partir de la formule suivante, **calculer** le potentiel osmotique PO (en bar) de l'eau de la mer méditerranée :

$$PO \text{ (bar)} = n \times R \times T \times C \times 10^{-5}$$

Avec : n : nombre d'ions composant le sel considéré, ici NaCl ( $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ) = 2

R : constante des gaz parfaits  $8,32 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

T = température en K (Température en  $^\circ\text{C} + 273$ )

C = concentration NaCl en  $\text{mol.m}^{-3}$

Q 27. **En déduire** la pression d'osmose inverse POI (en bar) à appliquer en entrée de membrane d'osmose inverse pour permettre le dessalement de l'eau.

### B.3 Bilan énergétique préliminaire groupe électrogène (diesel + alternateur) Document technique DT08.

Le document technique DT08 donne un schéma unifilaire de l'installation électrique du navire.

Un bilan de puissance est établi par le chantier pour les conditions de « transit rapide » avec les deux propulsions principales (MEP1 et MEP 2) et une consommation des auxiliaires de bord estimées égale à 80 kW. Le taux de charge est de 81%, valeur préconisée dans le CCTP. Le chantier prend en compte les conditions de mouillage ou de manœuvre par mauvais temps, par températures froide / chaude, avec mise en service du chauffage ou climatisation, du guindeau, du cabestan. Le bilan est soumis à l'approbation de l'Armateur avant de commander les alternateurs, transformateurs et tout autre matériel électrique important.

Q 28. **Evaluer** la puissance totale absorbée pour un taux de charge de 81%.

Q 29. **Vérifier** à l'aide du document technique DT08 que les deux groupes électrogènes (diesel + alternateur) GE1 et GE2 sont capables de fournir cette puissance.

### B.4 Consommation spécifique du moteur diesel. Document technique DT07.

La consommation spécifique est la consommation horaire du moteur en carburant  $m_c$  rapportée à la puissance effective  $P_{eff}$  (puissance disponible sur l'arbre moteur). Cette consommation dépend du pouvoir calorifique du carburant PCI et du rendement global du moteur  $\eta_G$ .

$$CSE = \frac{m_c}{P_{eff}} = \frac{3600000}{\eta_G \cdot PCI}$$

Avec :

$m_c$  = Consommation horaire en carburant (g/h)

$P_{eff}$  = Puissance effective (kW)

$CSE$  = Consommation spécifique (g/kWh)

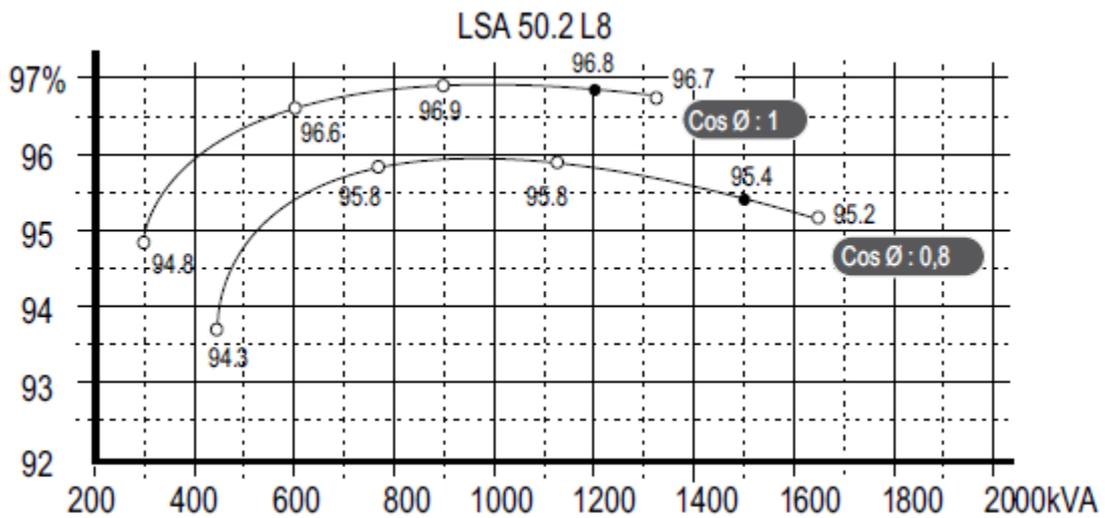
$PCI$  = Pouvoir calorifique inférieur du carburant (kJ/kg)

Q 30. **Calculer** le rendement global du moteur diesel.

L'alternateur accouplé au moteur diesel est du type LEROY SOMER LSA 50.2L8.

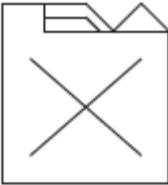
Les caractéristiques principales sont données ci-dessous :

50 Hz – 1 500 t/m - 4 pôles – 230/400 V – 1 500 kVA déclassé à 760 kVA –  $\cos \varphi = 0,8$ -



Q 31. **Donner** le rendement de l'alternateur pour les conditions de fonctionnement définies ci-dessus.

Le schéma ci-dessous représente un groupe électrogène GE (diesel + alternateur). On dispose d'un accouplement mono-palier (pas d'accouplement élastique) entre les deux machines et on néglige le rendement de la transmission.

		
<b>Energie chimique</b>	<b>Energie mécanique</b>	<b>Energie électrique</b>
Puissance chimique absorbée $P_{abs} = m_c \cdot PCI / 3600$ en kW	Puissance mécanique effective $P_{eff}$ en kW	Puissance électrique $S = 760 \text{ kVA} - \cos \varphi = 0,8$
Rendement global $\eta_G$		Rendement alternateur $\eta_{ALT}$

Q 32. **Calculer** le rendement d'un groupe électrogène (diesel + alternateur).

Q 33. **Calculer** la puissance  $P_{eff}$  que doit fournir le moteur à l'alternateur lorsque celui-ci délivre 608 kW à l'installation électrique du réseau de bord. En déduire la puissance absorbée par le moteur.

Q 34. **Calculer** la masse de carburant  $m_C$  consommée par le moteur en 1h de fonctionnement et **en déduire** la consommation volumique horaire CVH en l/h de carburant du moteur dans cette situation, sachant que la masse volumique du carburant est de 0,840 kg/l

Q 35. **Calculer** les émissions de gaz à effet de serre (GES) pour une heure de fonctionnement en tenant compte du facteur d'émission total du diesel (amont + combustion) soit 0,804 kg équivalent carbone par litre. Les émissions amont des combustibles liquides concernent l'extraction du pétrole brut, le transport de ce dernier, et le raffinage. Pour conclure, **préciser** quel est l'intérêt d'intégrer les émissions amont dans ce calcul.

**Fin de la partie B**

# Partie C

## Etude de la motorisation principale et de la pollution harmonique du réseau de bord.

Durée maximum conseillée : 0h30

Dans la partie C,

- vous étudierez un moteur de propulsion principal MEP1 du point de vue de la pollution harmonique du réseau de bord,
- vous envisagerez une solution de filtrage des harmoniques.

### C.1 Influence des harmoniques sur le réseau du navire :

Sur un réseau électrique de navire, il y a une multitude de charges non linéaires (*on dit qu'une charge est non linéaire quand, soumise à une tension sinusoïdale de 50 Hz, elle n'absorbe pas un courant sinusoïdal à 50 Hz*). Ces charges non linéaires en absorbant des courants harmoniques, vont engendrer des tensions harmoniques via les impédances de réseau. Ces charges polluantes sont réparties en des charges identifiables (la propulsion) et des charges non identifiables réparties sur tout le réseau de bord, comme l'éclairage par exemple. Il s'agit de mettre en évidence les effets de cette pollution et les moyens pour y remédier.

### C.2 Etude des moteurs de propulsion

La structure générale du réseau est donnée en annexe DT08. La production d'énergie est assurée par deux diesel – alternateurs de 608 kW qui alimentent deux tableaux principaux sous 400 V – 50 Hz. Les charges de fortes puissances sont raccordées directement sur ces tableaux, notamment la propulsion électrique composée de deux moteurs à courant continu de 450 kW.

La plaque signalétique d'un moteur de propulsion précise :

**Moteur à courant continu ANSALDO, type GH400LK**  
450 kW – 1 184 A – 420 V - 4 370 kg – 530 tr/min - Classe F – Ambiance 45°C – IP23  
Excitation: 220 V – 17 A

Les pertes totales dans un moteur de propulsion sont estimées à  $p_{\text{totales}} = 50 \text{ kW}$ .

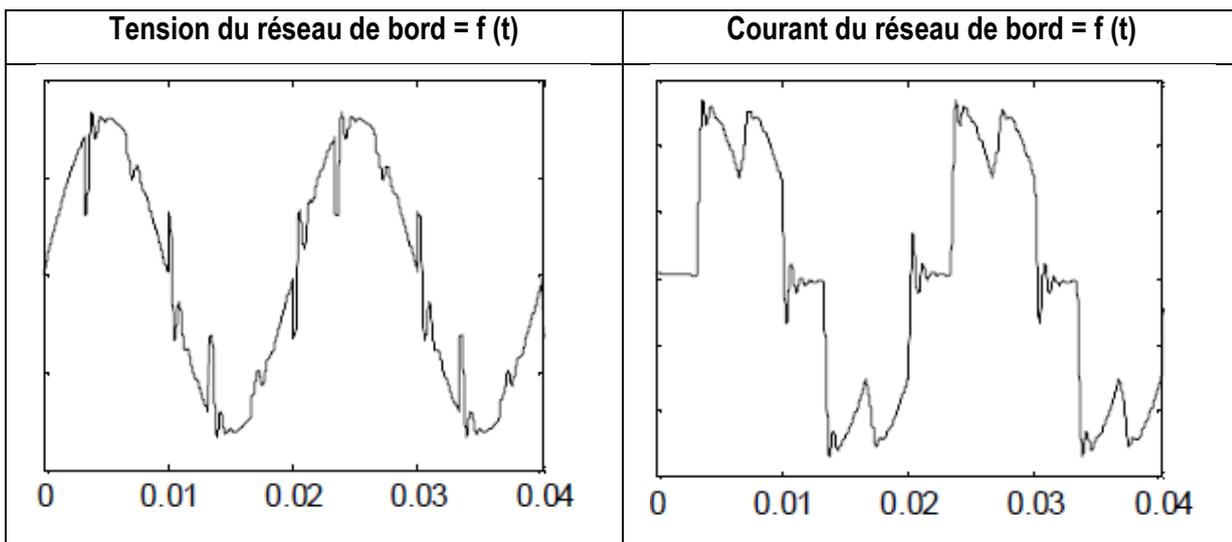
Q 36. **Calculer** le rendement d'un moteur de propulsion.

Q 37. **Préciser** pourquoi cette solution de motorisation n'est plus très souvent utilisée de nos jours, notamment d'un point de vue maintenance.

### C.3 Etude de la pollution harmonique engendrée par l'utilisation des convertisseurs.

Les convertisseurs de puissance alimentant les moteurs de propulsion génèrent des courants harmoniques de fréquence multiple de la fréquence fondamentale du réseau (50 Hz) et existent ici en grand nombre. Tous ces courants harmoniques se superposent à la sinusoïde fondamentale (harmonique de rang 1) et la déforment ainsi qu'il apparaît sur la figure ci-dessous résultant des premiers essais en mer.

**Le principal effet à court terme des harmoniques sur un réseau est la perturbation du bon fonctionnement des appareils électroniques et des réseaux de communication du navire.**



Le taux global de distorsion en courant ou THDI mesure l'importance des harmoniques par rapport au fondamental. Le THDI caractérise la déformation de l'onde de courant. Le taux de distorsion harmonique est habituellement exprimé en pourcentage.

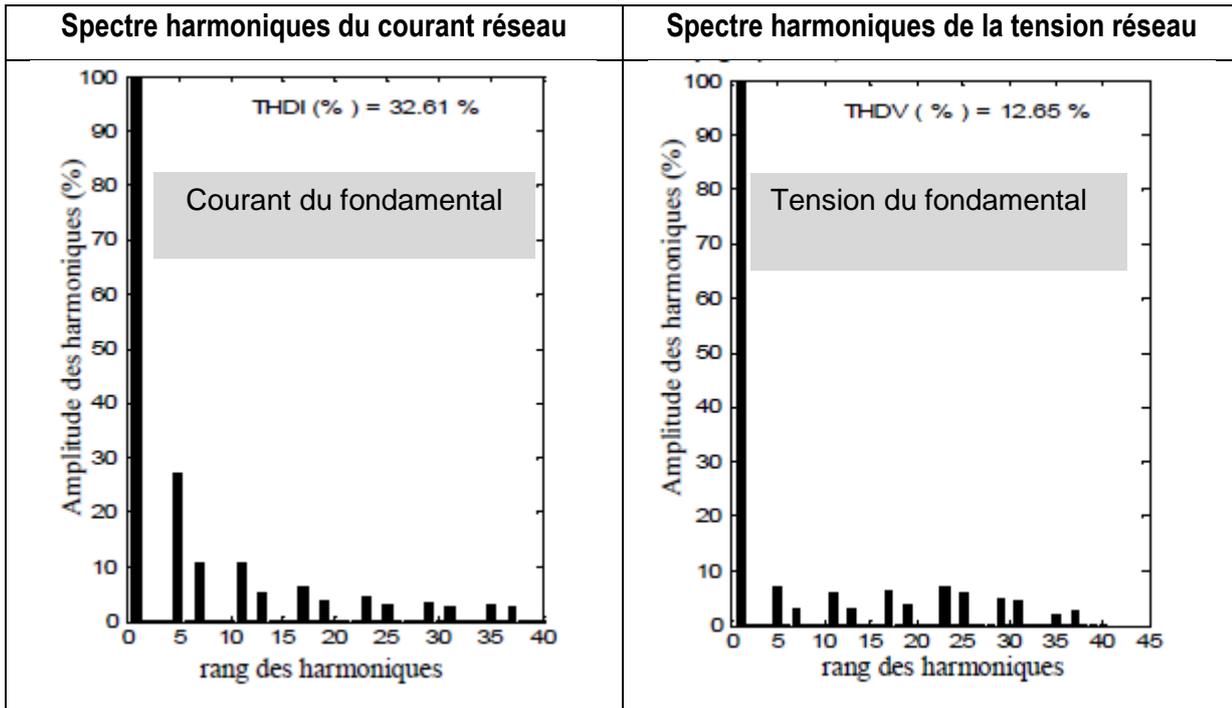
$$THDI = 100 \cdot \frac{\sqrt{I_5^2 + I_7^2 + I_{11}^2 + I_{13}^2 + \dots}}{I_1}$$

$I_1$  est la valeur efficace du courant de la fréquence fondamentale (50 Hz).

$I_5, I_7, I_{11}, I_{13}$  sont respectivement les harmoniques à une fréquence de 250, 350, 550 et 650 Hz

Lorsqu'il s'agit d'harmoniques en tension, l'expression devient THDV.

La figure ci-dessous illustre le spectre harmonique des courants et tension du réseau.



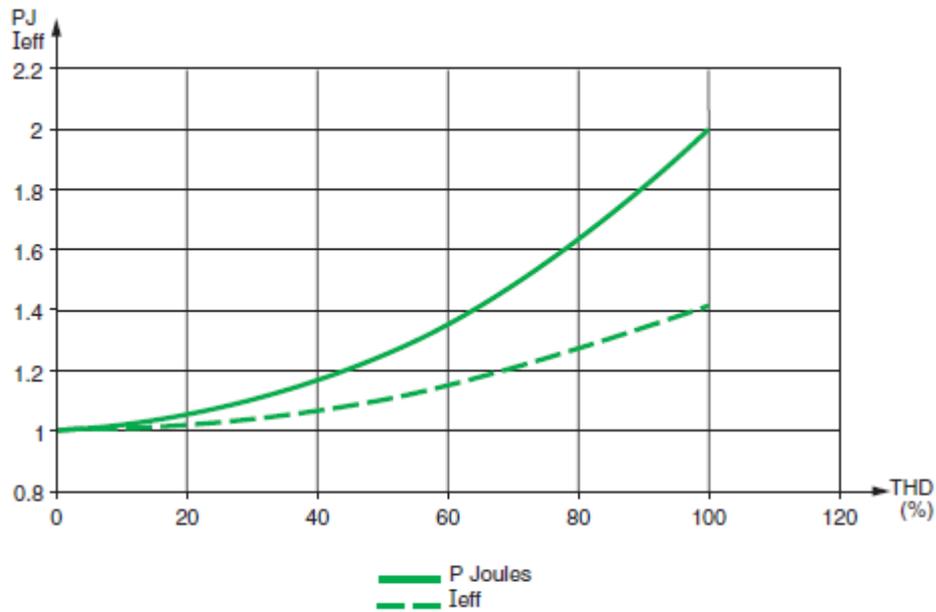
Le spectre est une décomposition en fréquence du signal, il donne une autre représentation des signaux électriques et permet d'évaluer leur déformation. Le THDI correspondant est de 32,61 %.

On constate aussi que la tension du réseau est affectée par les courants harmoniques ce qui induit un taux de distorsion THDV = 12,65%.

Q 38. Hormis le fondamental 50 Hz, **Préciser** quel est l'harmonique qui a une importance accrue dans le spectre des courants et donner un ordre de grandeur de cet harmonique.

Q 39. **Préciser** quels sont les phénomènes que vont provoquer ces déformations sur le matériel et dans l'installation électrique du navire.

On donne sur la figure ci-après, l'évolution de la valeur efficace et des pertes Joules en fonction du **THDI (%)**



Q 40. **Préciser** notamment comment vont alors évoluer les pertes Joules dans un moteur de propulsion.

Q 41. A l'aide du tableau ci-dessus, **quantifier** cette évolution en %.

Une centrale de mesure numérique dédiée à la mesure de la qualité de l'énergie a permis de quantifier les différents harmoniques de courant.

On retrouve pour le point de fonctionnement représenté par les courbes ci-dessus, la génération des courants harmoniques suivants.

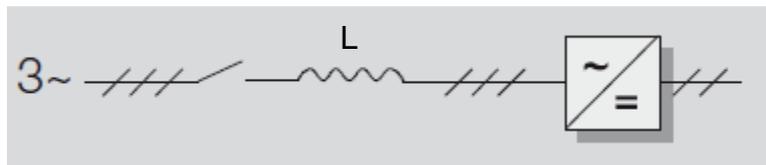
Harmonique	1	5	7	11	13
Intensité (A)	1180	267	166	118	95

Q 42. **Calculer** le taux global de distorsion en courant ou THDI (jusqu'au 13ème rang).

Q 43. **Justifier** la différence de valeur trouvée par le calcul précédent et la valeur notée sur le spectre harmonique correspondant.

Remarques importantes pour les questions suivantes.

- Les moteurs de propulsion sont alimentés par des convertisseurs de puissance alternatif/continu. Ces convertisseurs sont équipés d'inductances de ligne côté alternatif (repère L sur le schéma), on lisse ainsi le courant. L'augmentation de l'impédance du circuit d'alimentation limite les courants harmoniques.
- Les charges polluantes ont été regroupées.



Niveaux d'harmoniques tolérés par la réglementation.

Les sociétés de classification (bureau Veritas, etc.) n'imposent pas de contraintes sur les niveaux individuels d'harmoniques que ce soit en courant ou en tension mais ils exigent une limite de 5 % sur le taux global des harmoniques en tension (THDV) en configuration normale et 8% en configuration dégradée.

Q 44. **Préciser** ce qu'il va falloir faire sur le navire A.MALRAUX pour satisfaire la condition sur la distorsion harmonique de tension.

Q 45. En tenant compte des artifices initialement utilisés sur le bateau afin de réduire les harmoniques, **proposer**, à l'aide du document technique DT09 et DT10, une solution supplémentaire, pour réduire davantage les émissions et ainsi protéger les appareils électroniques et le réseau de communication.

**Fin de la partie C**

# Partie D

## Vérification de l'intégrité des informations transmises entre la timonerie et les groupes électrogènes.

Durée maximum conseillée : 1h

Dans la partie D, vous vérifierez 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.

### D.1 Cheminement de l'information entre IHM (interface homme/machine) et groupes diesel :

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 azimutal STP
- Propulseur d'étrave BTP

D'autres sont gérés par des entrées/sorties déportées SNC210 SNC211 SNC212.

Un automate principal assure la gestion des alarmes et des sécurités : SNC21C.

Des interfaces homme/machine SNC61 SNC 63 SNC 64 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.

*Voir document technique DT11 : Synoptique général de l'installation.*

L'information de vitesse de rotation des moteurs des groupes électrogènes est affichée sur les écrans de supervisions (HMI) de la timonerie. L'étude suivante portera sur les échanges d'information entre les groupes électrogènes et la timonerie.

### D.2 Couche Physique : Étude du support RS485

Les IHM de la timonerie interrogent périodiquement les groupes électrogènes via le réseau Ethernet puis le bus RS485. Vous vous intéressez tout d'abord au support RS 485 qui fait le lien entre les groupes électrogènes GE1, GE2, GE3 et le convertisseur ModBus Série/Ethernet pour vous assurer que les transmissions se font sans erreurs.

## D.2.1 Caractéristiques générales

Deux organismes internationaux définissent les règles auxquelles doivent répondre les équipements communicants : L' EIA (Electronics Industries Association) qui définit les normes RS... (... correspond au numéro de la norme), L' UIT (Union Internationale des télécommunications -ITU en anglais- Organisme des Nations unies) qui émet les avis V.. ou X..

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	1 200	1 200	1 200
Débit max. (bps)	19 200(*)	100 K	10M sur 10 m	10M sur 10 m
			100 K sur 1 200 m	100 K sur 1 200 m
Multipoint	non	oui	oui	oui
Nombre d'émetteurs	1	1	1	32
Nombre de récepteurs	1	10	10	32
Niveaux de tension	$\pm 3V$ à $\pm 25 V$	$\pm 4V$ à $\pm 6 V$	$\pm 3V$ à $\pm 25 V$	$\pm 0,2V$ à $\pm 6V$

\* Les fabricants peuvent implémenter des vitesses supérieures

La communication entre les automatismes de gestion des groupes électrogènes et les convertisseurs Modbus Série/Ethernet est effectuée via une liaison série RS485 en half-duplex.

Q 46. **Indiquer** quel est l'intérêt d'utiliser une liaison différentielle plutôt qu'une liaison en mode commun ?

Q 47. **Justifier** le choix d'une liaison RS485 parmi les liaisons proposées dans le tableau.

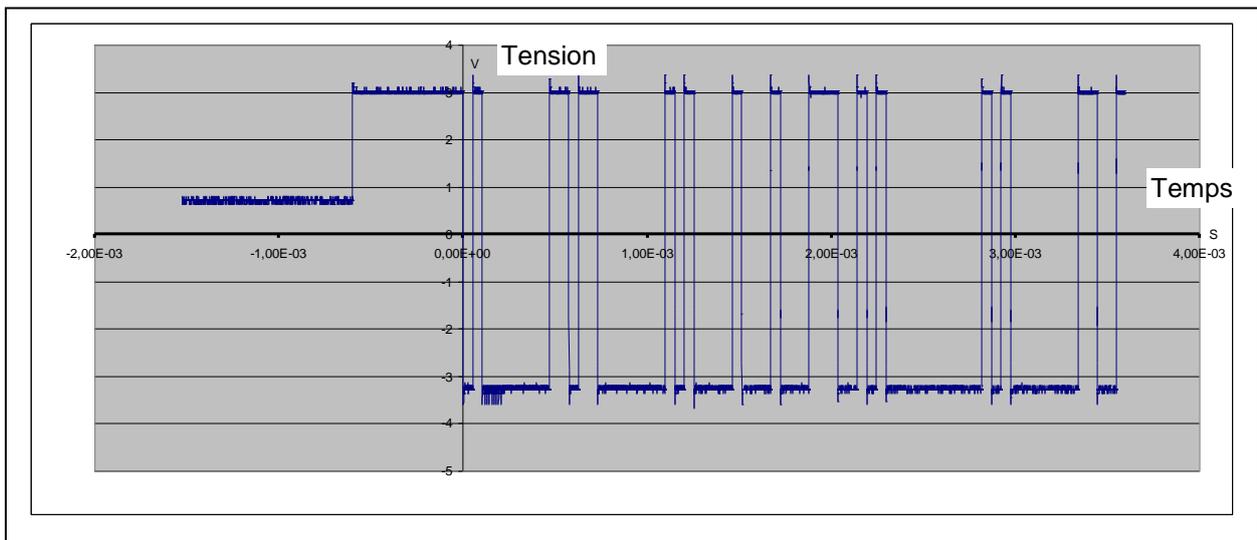
Q 48. Au niveau de la transmission RS485, **quelle technique** utilise-t-on pour vérifier s'il y a eu une erreur de transmission ?

Q 49. **Combien** d'erreur(s) ce système permet-il de contrôler (justifier) ? Cela vous paraît-il satisfaisant dans ce cas ?

Afin de s'assurer de la qualité des échanges en situation réelle, on désire effectuer un relevé sur la ligne RS485 lors d'un échange.

Q 50. Dans la gamme des oscilloscopes Agilent 3 000 (Voir Documentation technique DT12), **choisir** l'oscilloscope ainsi que les options complémentaires afin de réaliser cet essai. Vous veillerez à faciliter le travail de décodage de la transmission. **Justifier** vos choix.

Le relevé d'une communication a donné le résultat suivant :



Q 51. A partir de la documentation du circuit intégré gérant la transmission (DT13), **justifier** l'utilité de la présence d'une tension non nulle lorsqu'aucun participant n'a pris la ligne.

Q 52. A partir du relevé, **calculer** la valeur de R (=R1=R2) sachant que  $R_T = 120 \Omega$  et  $V_{cc} = 5 V$

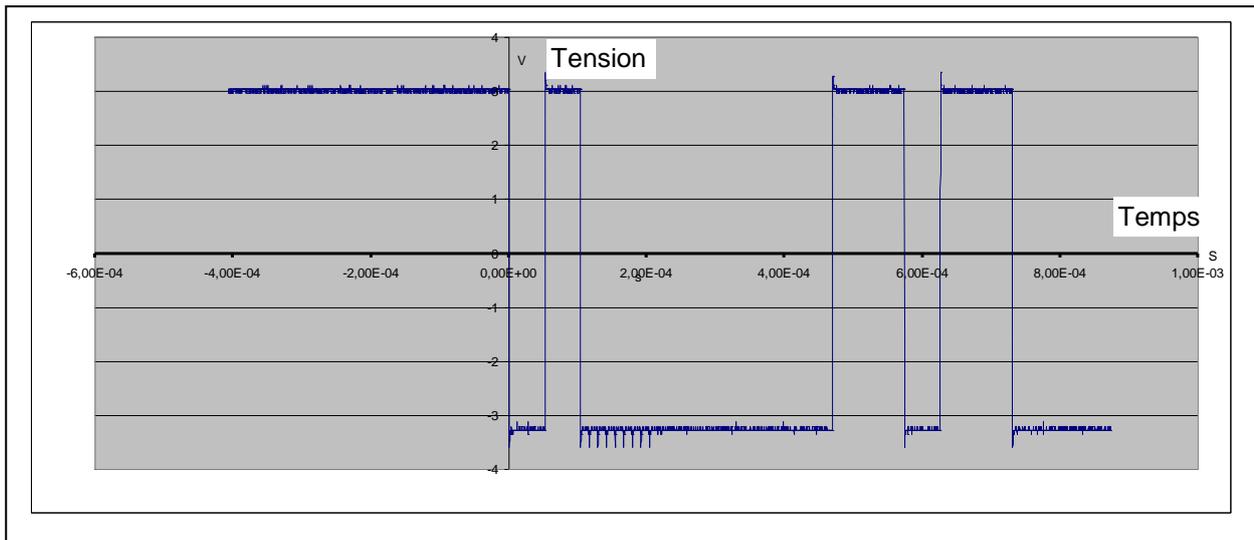
### **D.3 Couche liaison : message**

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 posé 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. Cette analyse fait l'objet de la suite de cette étude.

### D.3.1 Etude de la transmission du premier octet :

Le relevé du premier octet étant le suivant :



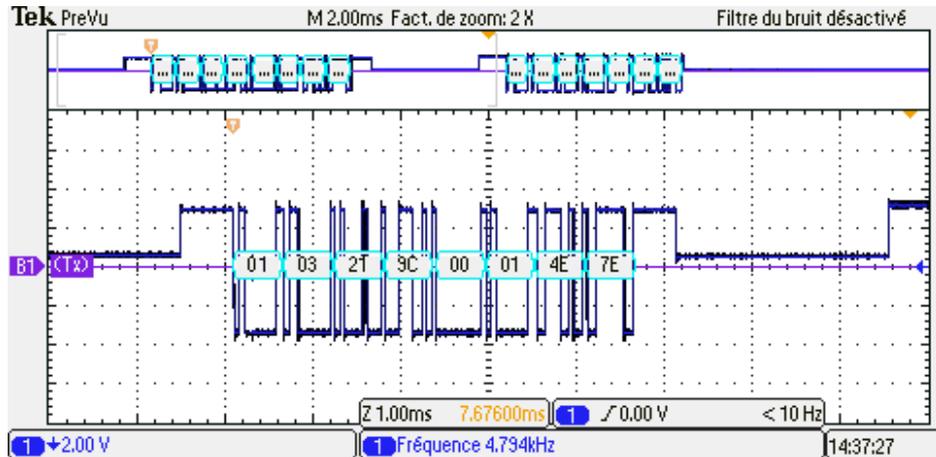
Q 53. A partir du relevé, **donner** la vitesse de transmission du signal.

Q 54. Sachant que la transmission s'effectue avec une parité « impaire », à partir du relevé et du document technique DT14, **donner** la valeur des 8 bits de données (B0 à B7) et de la parité.

Q 55. **Y a-t-il** eu une erreur de transmission du premier caractère? **Justifier**.

### D.3.2 Etude du message :

Le relevé du message étant le suivant :

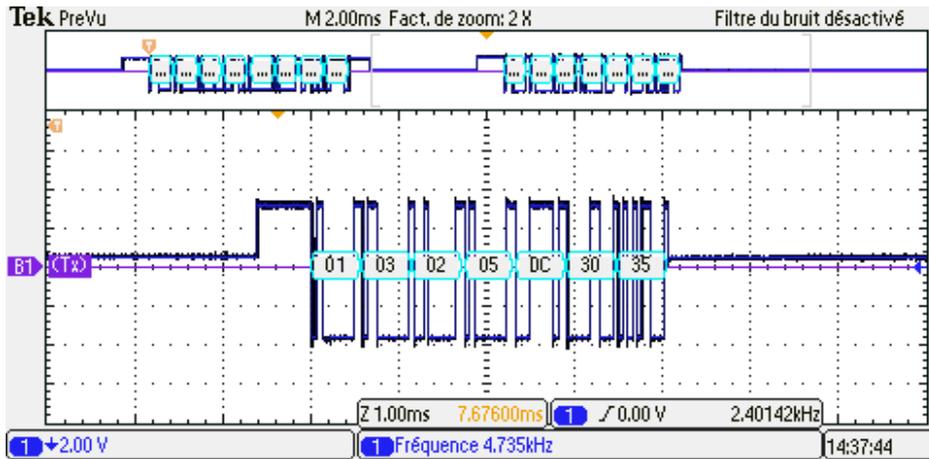


Q 56. A partir du document technique DT14, **indiquer** l'intérêt du CRC

Q 57. A l'aide du document technique DT15, **analyser** la trame et **indiquer** le numéro de l'esclave, la fonction, les données, le CRC.

Q 58. 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 59. La réponse de l'esclave étant la suivante :



Q 60. **Indiquer**, en décimal, la vitesse de rotation du moteur :

### D.4 Etude de la communication TCP/IP du convertisseur ModBus Série/Ethernet.

La liaison entre l'IHM de la timonerie et le convertisseur Modbus Ethernet se fait en TCP/IP, ce qui nous conduit à étudier la trame IP lors de l'interrogation de la timonerie vers les groupes.

#### D.4.1 Adressage IP

Q 61. A partir du synoptique général et de la documentation technique DT16, **indiquer** quelle est la classe du réseau utilisée, le nombre maximal de machines et le masque de sous-réseau

#### D.4.2 Analyse d'une trame Ethernet : voir DT17 constitution d'une trame IP

A partir de la trame Ethernet suivante capturée sur le réseau LAN:

```

0000 00 80 f4 03 4f 89 74 2f 68 40 07 35 08 00 45 00  ....O.t/ h@.5..E.
0010 00 34 4c 04 40 00 80 06 e3 86 c0 a8 01 40 c0 a8  .4L.@... ..
0020 01 1f c5 b9 01 f6 24 ee 56 15 a9 8c d2 60 50 18  .....$. V....`P.
0030 00 fc fc 44 00 00 00 00 00 00 06 01 03 21 9c  ...D.... ..!
0040 00 01
  
```

### Emetteur

Q 62. **Indiquer** l'adresse MAC (en hexadécimal) de l'appareil qui a envoyé le message.

Q 63. **Indiquer** l'adresse IP (en décimal) de l'appareil qui a envoyé le message.

Q 64. **Indiquer** le port à partir duquel le message a été envoyé.

### Récepteur

Q 65. **Indiquer** l'adresse MAC (en hexadécimal) de l'appareil à qui est destiné le message.

Q 66. **Indiquer** l'adresse IP (en décimal) de l'appareil à qui est destiné le message.

Q 67. **Indiquer** le port vers lequel le message a été envoyé.

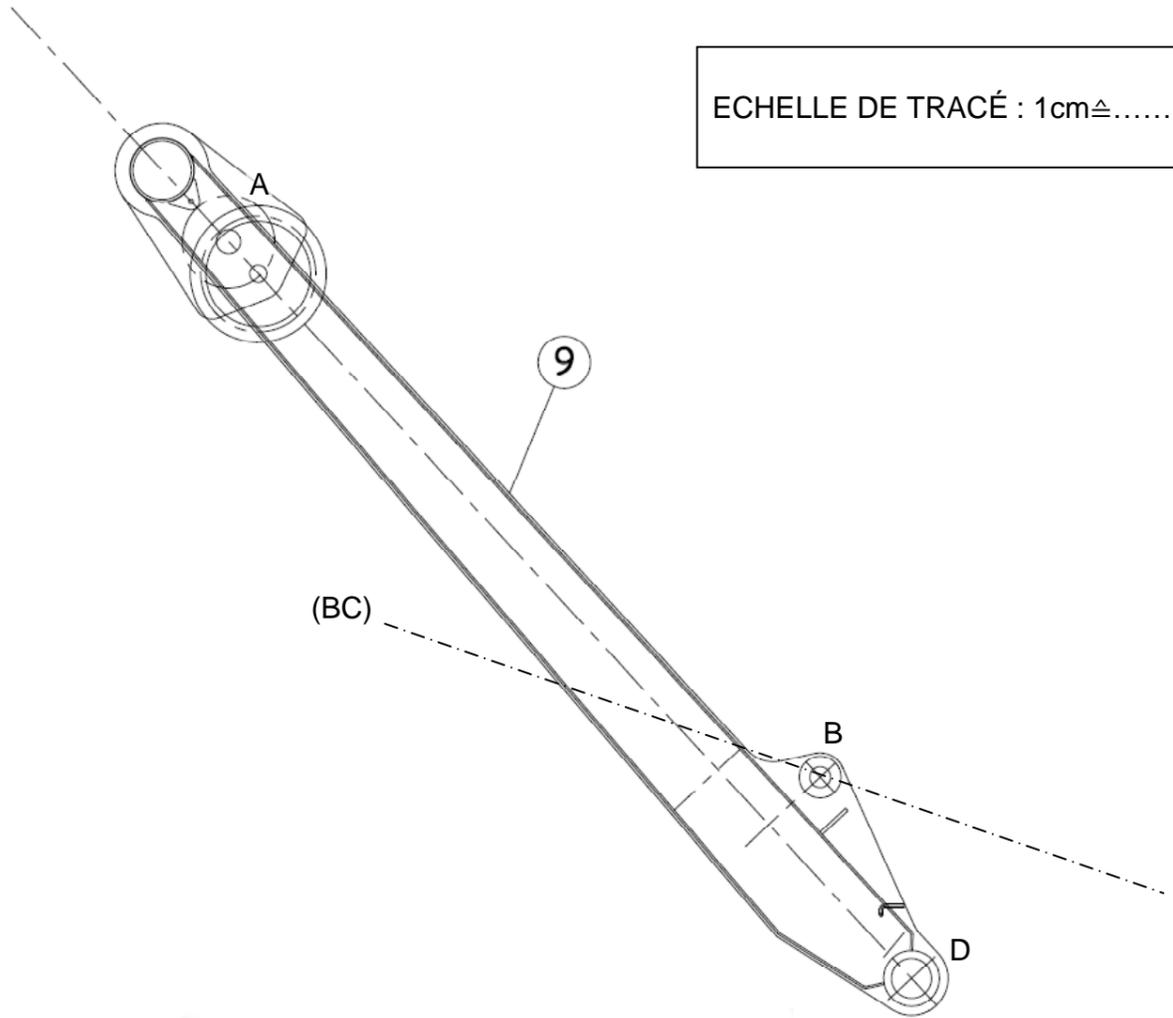
### Message

Q 68. Sachant qu'un entête ModBus TCP, commence par 2 octets d'identifiant de la transaction (généralement 2 fois la valeur 0) puis 2 octets de version du protocole (2 fois la valeur 0) puis deux octets de la longueur (en octets) du message, puis le message, **indiquer** le message ModBus véhiculé.

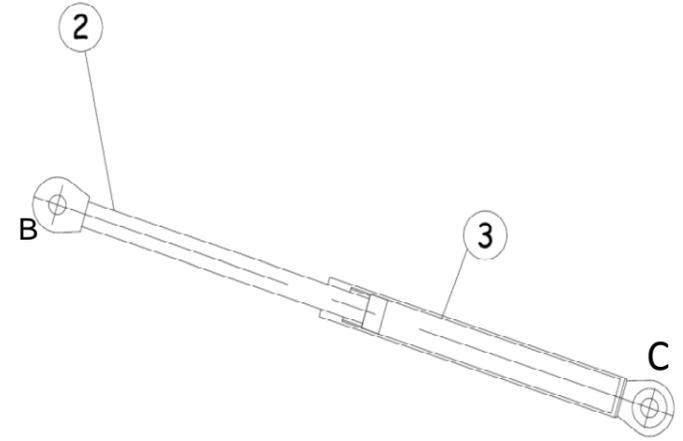
Q 69. **Quelle** est la différence entre l'interrogation faite par l'IHM de la timonerie vue du coté RS485 et celle vue du coté Ethernet ? **Quelle** est la raison de cette différence ?

**Fin de la partie D**

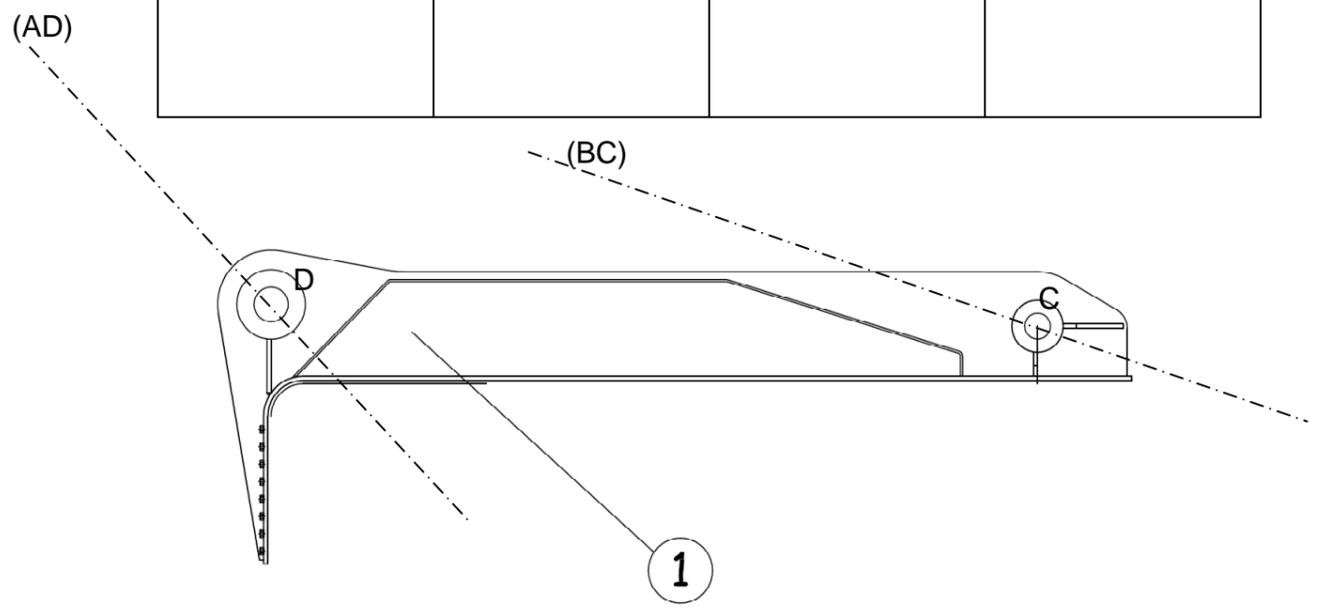
ECHELLE DE TRACÉ : 1cm ≙ .....N



Isolement de 9			
Action	Direction	Sens	Norme



Isolement de {2,3}			
Action	Direction	Sens	Norme



Actions sur 1 aux liaisons avec le vérin et la flèche			
Action	Direction	Sens	Norme

### Extrait du CCTP

#### 1 Objet

##### 1.1 Présentation générale

###### 1.1.1 Présentation du DRASSM :

Le projet vise à construire un navire scientifique pour le Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (DRASSM), service à compétence nationale du ministère de la Culture et de la Communication. Ce nouveau bâtiment viendra remplacer *L'Archéonaute*, navire aujourd'hui frappé d'obsolescence car construit il y a plus de 40 ans, en 1966, à l'initiative d'André Malraux, alors ministre des Affaires Culturelles.

Le DRASSM, un organisme exemplaire :  
Le contrôle d'un espace maritime aux dimensions planétaires.

Basé 147 plage de l'Estaque, à Marseille (13016), le DRASSM est chargé, en métropole comme en outre-mer, de gérer, mettre en valeur, protéger et étudier l'ensemble des biens culturels du domaine public maritime français. Il œuvre ainsi de plein droit sur 550 000 km<sup>2</sup> d'espaces maritimes et devrait voir très prochainement son rôle étendu à l'ensemble de la ZEE française, la deuxième du monde par sa superficie, soit 11 millions de km<sup>2</sup>... On estime entre quinze et vingt mille le nombre des épaves localisées sur le seul littoral métropolitain. Le DRASSM est en outre appelé à intervenir de l'Atlantique au Pacifique ou de l'océan l'Indien à la Méditerranée, soit de sa pleine autorité, soit dans le cadre d'accords internationaux.

[...]

###### 1.2 Conditions d'utilisation du navire

Le navire à construire servira de support-plongée pour des équipes scientifiques et plus particulièrement pour des chercheurs engagés dans la recherche archéologique sous-marine. Le navire devra amener les équipes sur site et y stationner en dynamique pendant toute la durée des opérations. Il devra à cet effet disposer de

tout le matériel nécessaire à la mise en œuvre d'une équipe de 20 plongeurs, sera en mesure d'effectuer des transits à une vitesse de 12 nœuds et jouira d'une autonomie de 20 jours de fouilles ou 1 700 milles.

Il sera à même d'effectuer des recherches, notamment électroniques, d'épaves, ainsi que des levées de fond.

Ce navire devra pouvoir mettre en œuvre divers types de matériel :

- un sous-marin de 7 tonnes,
- un ROV, conditionné avec sa cage et son touret, dans un container 10 pieds,
- un ou éventuellement 2 containers de 20 pieds.

Il devra pouvoir charger container ou sous-marin, tant par l'arrière, au moyen d'un portique, que sur un bord, grâce à une grue apte à déplacer, en bout de flèche, sur toute la zone arrière, des poids d'un minimum de 900 kg, notamment à partir de la zone de dépose du portique.

Le navire devrait être armé par un équipage de 3 personnes dans le cadre d'une navigation en III<sup>ème</sup> catégorie. Il recevra l'appui d'un marin supplémentaire pendant les transits en navigation II<sup>ème</sup> catégorie. Il devra être capable d'héberger en navigation un équipage de 4 personnes et une équipe scientifique de 9 membres qui pourront être des plongeurs.

[...]

###### 1.4 Caractéristiques générales

Longueur hors tout : 36,30 m

Longueur coque : 35,90 m

Longueur de flottaison : 34,10 m

Largeur hors tout (avec défenses) : env. 9,00 m

Largeur hors bordé : 8,85 m

Creux milieu au livet du pont principal : 3,50 m

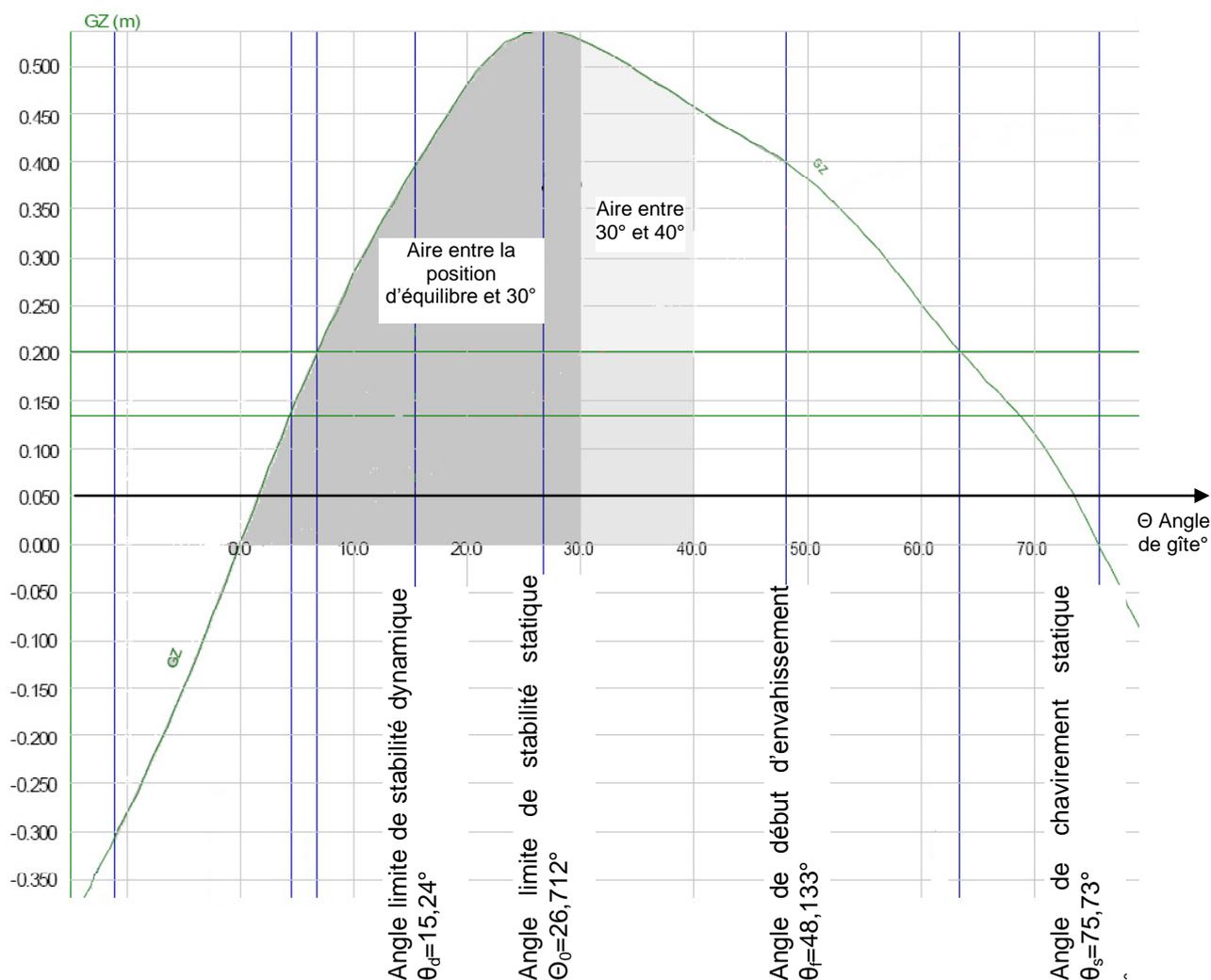
Creux milieu au pont supérieur : env. 5,80 m

Tirant d'eau maximum en charge complète : env. 3,20 m/DWL

Déplacement maximum en charge complète : env. 300 t

## Document technique DT02

### Courbe de stabilité du navire et extrait de la division 211 des affaires maritimes



Cette courbe de stabilité obtenue par simulation numérique permet d'obtenir les résultats suivants : Aire [équilibre ; 30°]=0,185 m.rad ; Aire [équilibre ; 40°]=0,271 m.rad

Extrait de la division 211 des affaires maritimes : stabilité à l'état intact et après avarie. (Article 211-1.02 § 8)

#### 8. Critères de stabilité.

Les critères ci-après doivent être respectés. Si toutefois l'application de certains d'entre eux n'est pas justifiée, notamment pour des navires tels que pontons, multicoques, porteurs de déblais, etc. L'autorité compétente décide des prescriptions équivalentes à suivre. Les courbes des bras de levier de redressement sont tracées en tenant compte, notamment, des prescriptions indiquées en annexe 211-1.A.1.

##### 8.1. Navires à passagers d'une jauge brute égale ou supérieure à 500 et navires de charge.

8.1.1. L'angle de début d'envahissement  $\theta_f$  doit être supérieur ou égal à 30° et l'aire limitée par la courbe des bras de levier de redressement GZ ne sera pas inférieure à 0,055 mètre-radian dans l'intervalle (0,30°), ni à 0,090 mètre-radian dans l'intervalle (0,40°) ou (0,  $\theta_f$ ), si cet angle de début d'envahissement  $\theta_f$  est inférieur à 40°. De plus, l'aire limitée par la courbe ne sera pas non plus inférieure à 0,030 mètre-radian dans l'intervalle (30°, 40°) ou (30°,  $\theta_f$ ).

8.1.2. Le bras de levier de redressement sera au moins de 0,20 m à un angle de gîte supérieur ou égal à 30°.

8.1.3. Le bras de levier de redressement maximal sera atteint à un angle de gîte supérieur ou égal à 25°.



## Document technique DT04 Centrale de traitement des eaux grises et noires.

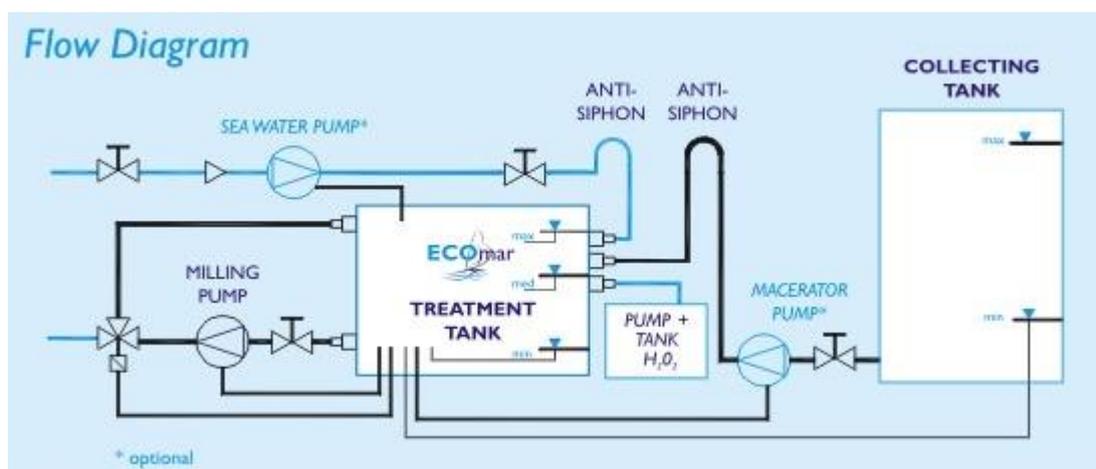


ECOMAR 24 - Standard IMO/MARPOL MPEC 159(55)

La centrale fonctionne automatiquement, aucune tierce personne n'est requise hormis pour la programmer en mode auto-run (automatique).

Le cycle commence par un pompage d'une quantité d'eau usée prédéfinie depuis le réservoir d'eaux grises et noires. Une fois la centrale remplie, ces eaux sont macérées et broyées pendant une période de temps fixe, ensuite une dose de désinfectant liquide (l'eau oxygénée  $H_2O_2$ , solution oxydante) est injectée au mélange ainsi qu'une certaine quantité d'eau de mer. Cette combinaison de liquides macèrera encore un moment et grâce à la réaction physico-chimique occasionnée, l'eau sera désinfectée et les sédiments largement réduits. Ainsi l'eau pourra être rejetée à la mer, jusqu'à une distance de 3 milles de la côte, sans nuire à l'environnement, conformément aux standards internationaux.

L'eau oxygénée utilisée comme désinfectant ne dégage pas de substances nocives pour l'environnement.



**Capacité de traitement : 10 000 litres/jour**  
**Capacité totale : 248 litres**

Document technique DT05  
OSMOSEURYC3 (ou dessalinisateur)



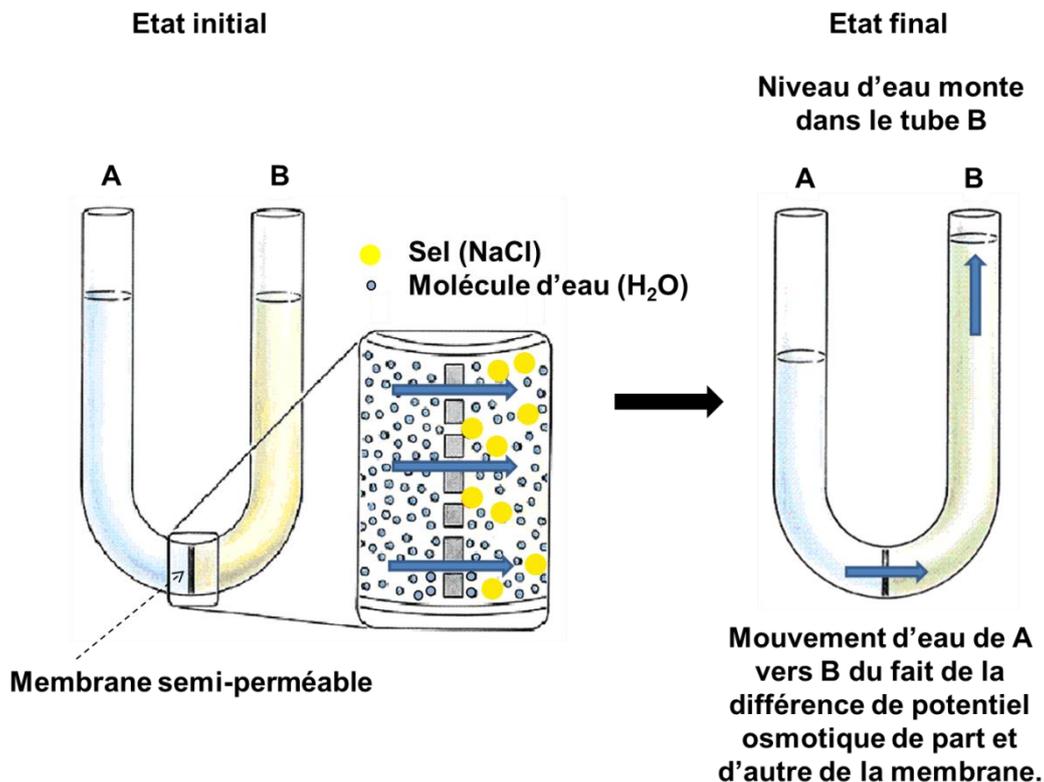
• Le principe de l'osmose :

L'osmose correspond à un mouvement d'eau qui se fait naturellement à travers une membrane semi-perméable, c'est-à-dire laissant passer les molécules d'eau, mais pas les molécules de sel.

Chaque compartiment (A ou B) est caractérisé par un potentiel osmotique (PO) d'autant plus élevé que la concentration en sel y est importante.

Le potentiel osmotique correspond à l'attraction exercée sur l'eau par le sel.

Le mouvement d'eau se fait donc dans le sens du gradient de potentiel osmotique.



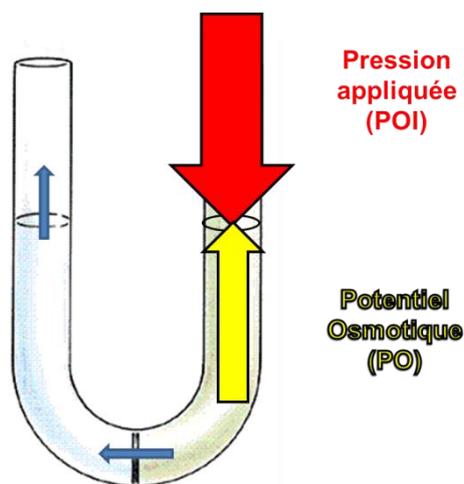
## Document technique DT06

- Le principe de l'osmose inverse :

Par ce procédé artificiel, en appliquant une pression supérieure à la valeur du potentiel osmotique du compartiment B, on force le passage de l'eau dans le sens inverse de celui de l'osmose et on génère ainsi de l'eau osmosée, dépourvue de sel.

Cette pression appliquée est appelée pression d'osmose inverse (POI).

Pour assurer le dessalement de l'eau, il faut appliquer une POI 2 fois supérieure au PO.



Capacité	Type	Tension			Consommation	Poids
		Batterie	Monophasée	Triphasée		
60 l/h	YC1	-	230 ou 115 V	400 ou 220 V	1,5 kW	61 kg
	YK1	-				52 kg
120 l/h	YC2	-	230 ou 115 V	400 ou 220 V	1,5 kW	69 kg
	YK2	-				60 kg
180 l/h	YC3	-	230 ou 115 V	400 ou 220 V	2 kW	77 kg
	YK3	-				68 kg
240 l/h	YC4	-	230 ou 115 V	400 ou 220 V	2 kW	85 kg
	YK4	-				76 kg
300 l/h	YC5	-	230 V	400 ou 220 V	3 kW	95 kg
	YK5	-				86 kg

**Document technique DT07  
Moteur Diesel BEAUDOUIN 12M26SR**



**Moteur Diesel 4 temps, injection directe**

Alésage et course : 150 x 150 mm

Nombre de cylindres : 12 en V<sup>é</sup>

Cylindrée totale : 31,8 litres

Taux de compression : 15/1

Sens de rotation (selon Norme ISO 1204) **SIH \***

Régime de ralenti : 700 tr/min

Poids à sec (sans eau, ni huile) : 3 400 kg

Carter volant : **SAE 0**

Volant : **SAE 18"**

**Combustible**

Densité relative : 0,840 ± 0,005

Pouvoir calorifique inférieur : 42 700 kJ/kg

Tolérance sur consommation : 0 ± 5 %

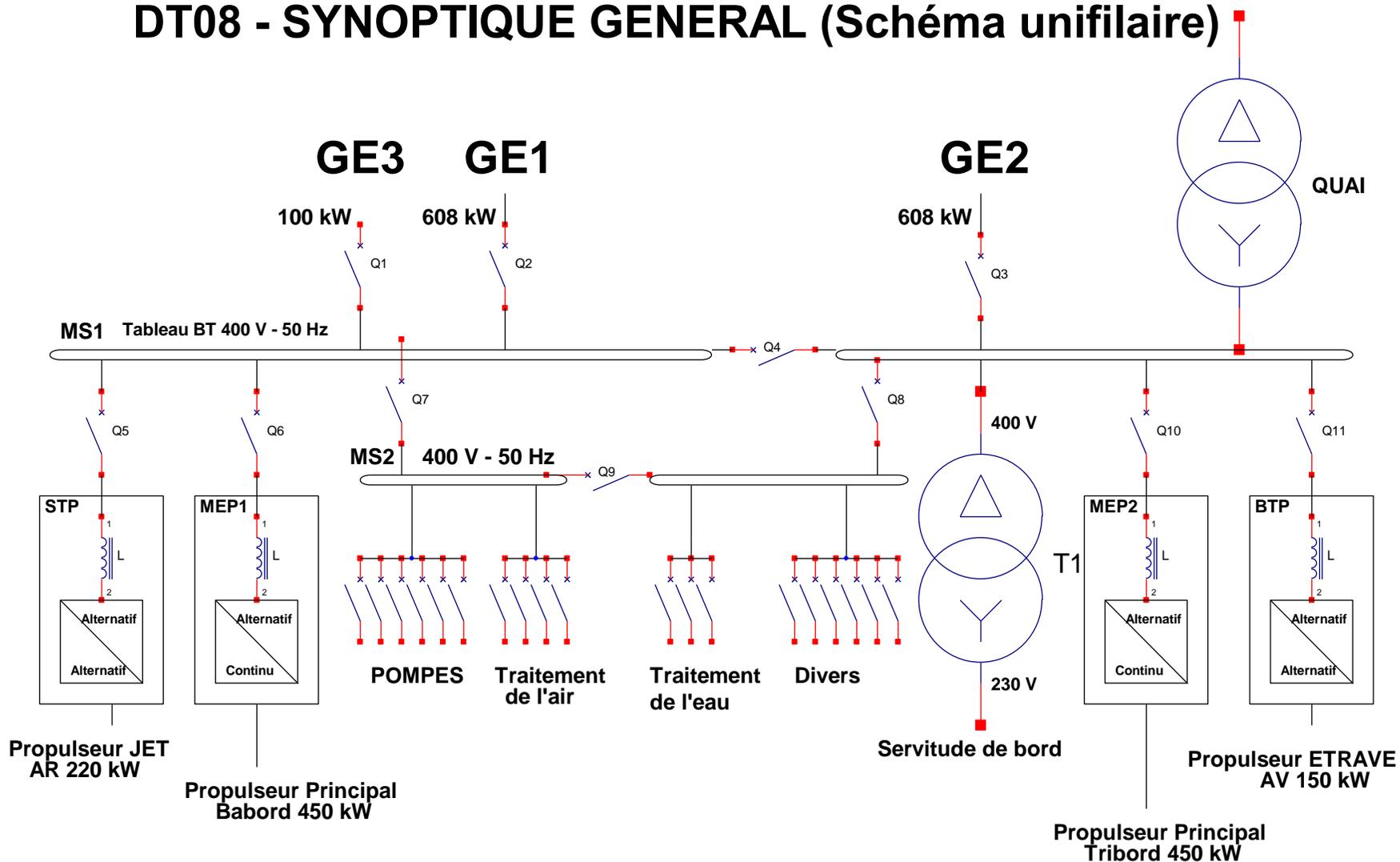
Limite de température à l'aspiration : 35 °C

Service	tr/min	kW	CH	Couple maxl / régime (N.m / tr/min)	Consommation combustible (g / kW.h)
P1	1800	661	900	3738 / 1400	208

**Service P1**

Application	continue sans restriction
Variation de charge du moteur	très peu ou pas
Charge moyenne du moteur	80 à 100 %
Durée d'utilisation annuelle	+ de 5000 h
Utilisation à pleine charge	illimitée

# DT08 - SYNOPTIQUE GENERAL (Schéma unifilaire)



# Les solutions pour atténuer les harmoniques

## 6.1 Solutions de base

Pour limiter la propagation des harmoniques dans le réseau, des dispositions peuvent être prises, et sont à observer en particulier dans le cas d'une nouvelle installation.

### 6.1.1 Positionner les charges polluantes en amont du réseau

La perturbation harmonique globale croît lorsque la puissance de court-circuit diminue.

En dehors de toute considération économique, il est donc préférable de connecter les charges polluantes le plus en amont possible (voir figure 12a).

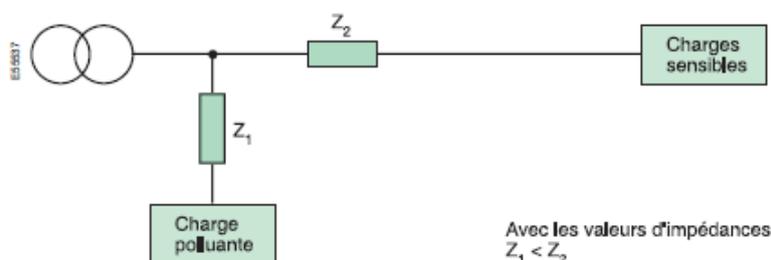


Figure 12a - Alimentation le plus en amont possible des charges non-linéaires (schéma conseillé).

### 6.1.2 Regrouper les charges polluantes

Lorsque l'on établit le schéma unifilaire, on cherchera à séparer les équipements perturbateurs des autres (voir figure 12b) : en pratique, on alimentera charges polluantes et non polluantes par des jeux de barres différents.

Ainsi, en regroupant les charges polluantes, on augmentera la possibilité de foisonnement angulaire. En effet, la somme vectorielle des courants harmoniques est plus faible que leur somme algébrique.

On évitera également que les courants harmoniques ne parcourent les câbles, ce qui limitera les chutes de tension et les échauffements dans les câbles.

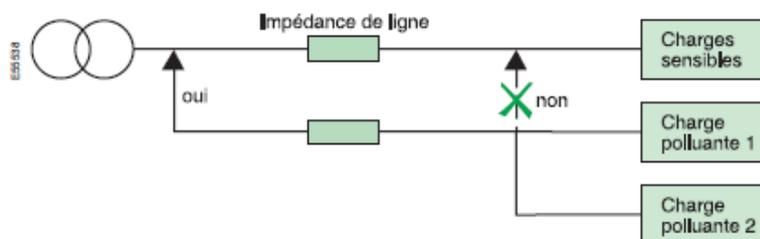


Figure 12b - Regroupement des charges non-linéaires et alimentation le plus en amont possible (schéma conseillé).

### 6.1.3 Séparer les sources

Dans la lutte contre les harmoniques, une amélioration supplémentaire est obtenue en réalisant une alimentation par transformateur séparé, selon le schéma de principe suivant (figure 13).

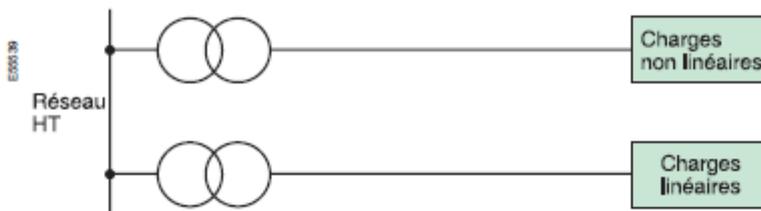


Figure 13 - Alimentation des charges perturbatrices par transformateur séparé.

L'inconvénient de cette solution est l'augmentation du coût de l'installation.

### 6.1.4 Utiliser des transformateurs à couplages particuliers

L'effet de couplage de transformateurs permet la suppression de certains rangs d'harmoniques.

Voyons quels rangs d'harmoniques sont arrêtés, en fonction des types de couplages :

- un couplage Dyd arrête les harmoniques de rangs 5 et 7 (voir figure 14)
- un couplage Dy arrête les harmoniques de rang 3 (les harmoniques circulent dans chacune des phases, et se rebouclent par le neutre du transformateur)
- un couplage DZ<sub>5</sub> arrête les harmoniques de rang 5 (par rebouclage dans le circuit magnétique).

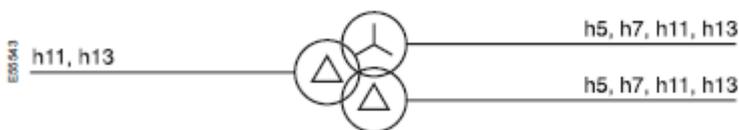


Figure 14 - L'utilisation d'un transformateur Dyd stoppe la propagation des harmoniques de rangs 5 et 7 vers l'amont du réseau.

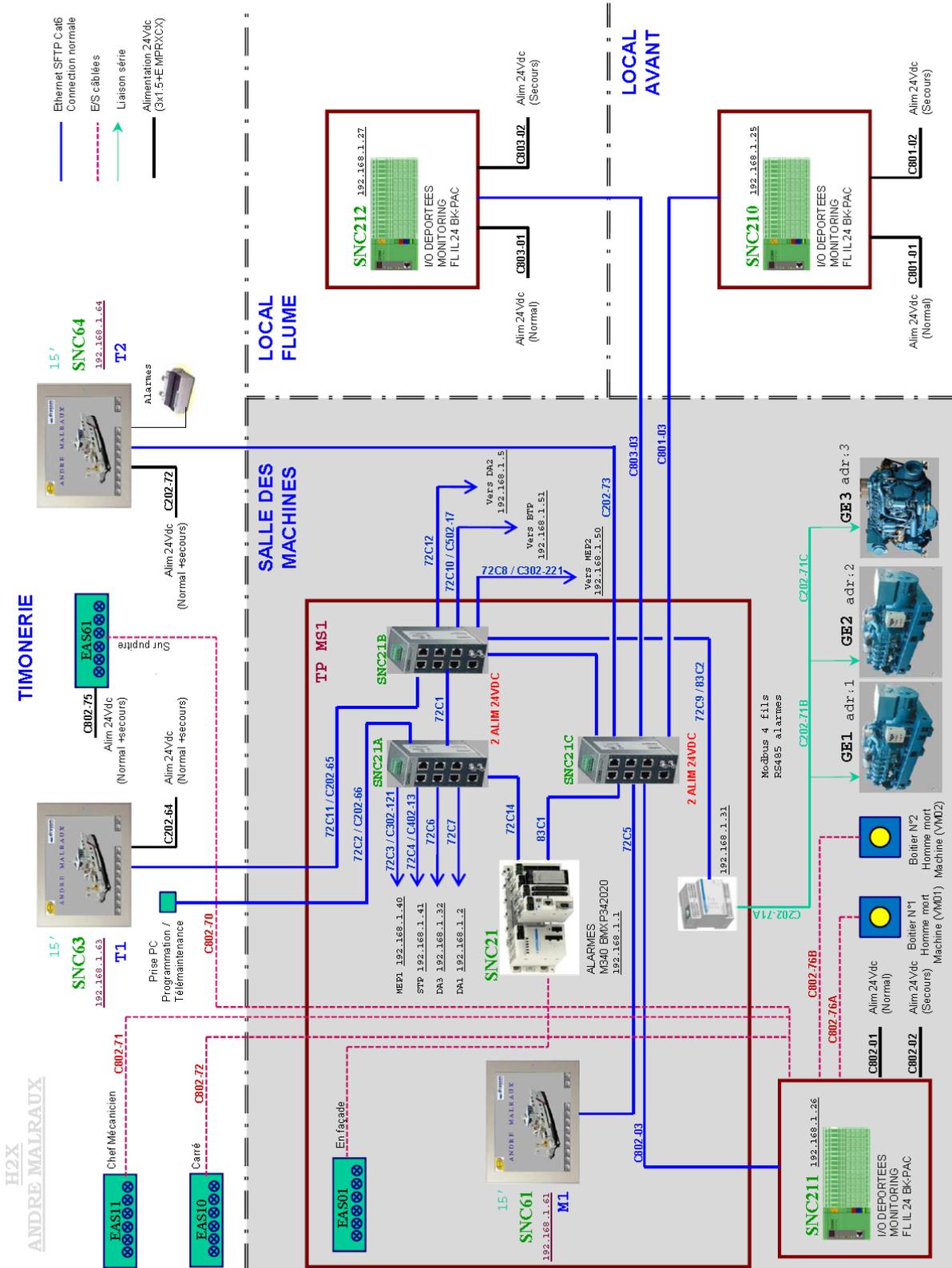
### 6.1.5 Placer des inductances dans l'installation

Dans le cas d'alimentation de variateurs de vitesse, on peut lisser le courant en mettant en place des **inductances de ligne**. En augmentant l'impédance du circuit d'alimentation, on limite le courant harmonique.

La mise en place de **selfs anti-harmoniques** sur les batteries de condensateurs permet d'augmenter l'impédance de l'ensemble self et condensateur, pour les harmoniques de fréquences élevées.

Source : Schneider Electric « Détection et atténuation des harmoniques »

# Document technique DT11 : Synoptique général de l'installation



# Document technique DT12 : Oscilloscope Agilent

L'oscilloscope réinventé : une technologie révolutionnaire qui vous apporte plus de fonctionnalités pour le même budget

## Configuration de votre oscilloscope InfiniiVision série X

### Étape 1.

Choisissez la bande passante, le nombre de voies et la profondeur de mémoire.

Oscilloscopes InfiniiVision série 3000 X							
	DSOX3012A	DSOX3014A	DSOX3024A	DSOX3032A	DSOX3034A	DSOX3052A	DSOX3054A
	MSOX3012A	MSOX3014A	MSOX3024A	MSOX3032A	MSOX3034A	MSOX3052A	MSOX3054A
Bande passante (échelonnable)	100 MHz	100 MHz	200 MHz	350 MHz	350 MHz	500 MHz	500 MHz
Voies analogiques	2	4	4	2	4	2	4
Voies numériques (MSO)	16 voies numériques intégrées (en option)						
Mémoire	Demi-voie 2 Mpts en standard, ou demi-voie 4 Mpts (DSOX3MEMUP)						

### Étape 2.

Personnalisez votre oscilloscope grâce aux applications de mesure, pour économiser du temps et votre budget.

Application	Série 3000 X
WaveGen (générateur de fonctions intégré)	DSOX3WAVEGEN
Kit pour l'enseignement	DSOXEDK
Test de gabarit	DSOX3MASK
Mémoire segmentée	DSOX3SGM
Déclenchement et analyse série intégrés (I <sup>2</sup> C, SPI)	DSOX3EMBD
Déclenchement et analyse série pour ordinateur (RS232/422/485/UART)	DSOX3COMP
Déclenchement et analyse série pour automobile (CAN, LIN)	DSOX3AUTO
Déclenchement et analyse série audio (I <sup>2</sup> S)	DSOX3AUDIO
Mesure et analyse de puissance	U1881A
Visualisation en différé sur PC	B4610A

### Étape 3.

Choisissez vos sondes.

Sondes	Série 3000 X
Sonde passive N2862B 150 MHz, atténuation 10:1	1 par voie en standard pour les modèles 100 MHz
Sonde passive N2863B 300 MHz, atténuation 10:1	1 par voie en standard pour les modèles 200 MHz
Sonde passive N2890A 500 MHz, atténuation 10:1	1 par voie incluse sur les modèles 350/500 MHz
Câble MSO 16 voies numériques N6450-60001	1 par oscilloscope, sur tous les modèles MSO et les mises à niveau DSOX3MSO
Sonde passive N2889A 350 MHz, atténuation commutable 10:1/1:1	En option
Sonde passive 10076B 250 MHz, atténuation 100:1	En option
Sonde passive N2771B 50 MHz atténuation 1000:1	En option
Sonde active unipolaire N2795A 1 GHz ± 8 V avec interface AutoProbe	En option
Sonde active différentielle N2790A 100 MHz ± 1,4 kV avec interface AutoProbe	En option
Sonde active différentielle N2792A 200 MHz ± 20 V	En option
Sonde active différentielle N2793A 800 MHz ± 15 V	En option
Sonde de courant AC/DC 1146A 100 kHz, 100 A	En option
Sonde de courant AC/DC 1147A 50 MHz 15 A avec interface AutoProbe	En option
Sonde de courant AC/DC N2893A 100 MHz 15 A avec interface AutoProbe	En option

### Étape 4.

Ajoutez les dernières touches.

Accessoires recommandés	Série 3000 X
Module de connexion LAN/VGA	DSOXLAN
Module de connexion GPIB	DSOXGPIB
Kit de montage en baie	N6456A
Housse de transport et capot de protection du panneau avant	N6457A
Manuel imprimé	N6458A

Extrait du Guide d'implémentation RS-485-RS422

Introduction

Les applications industrielles et d'instrumentation (I&I) requièrent des transmissions de données entre de multiples systèmes et sur de très longue distance. Le bus RS-485 est un des plus largement utilisés comme support physique dans ces applications. Les caractéristiques de la RS-485 la rendent idéale pour les applications de communications I&I.

- Longue distance 1000 m
- Communications bidirectionnelles possible avec une simple paire de câbles torsadés.
- La transmission différentielle accroît l'immunité au bruit.
- De multiples émetteurs et récepteurs peuvent être connectés sur le même bus.

Polarisation anti-erreur.

La figure 8 montre une configuration de type maître / esclave RS-485 réseau sans polarisation anti-erreur. Une transmission de données asynchrone est généralement utilisée dans ces applications. Un bit de début (Start) indiquant le début d'une séquence de bits est détecté quand une transition se produit du haut vers le bas. Huit bits de données et un bit de parité suivent le bit de départ. Un bit d'arrêt qui peut être un ou deux bits suit cette longue séquence de bits. Un autre bit de départ commence la séquence de bits suivant. Lorsque le dernier caractère est envoyé, la ligne devrait rester au niveau haut jusqu'à ce que le prochain bit de départ. Cela provoque des problèmes dans les applications multipoints lorsque les émetteurs-récepteurs connectés sur le bus sont en mode de réception simultanément. Ceci est connu comme un état de repos de bus et dans ce cas, la tension différentielle sur le bus (VOA - VOB) est de 0 V. Dans ces conditions, la sortie du récepteur (RO) n'est pas définie par la norme RS-485 et, par conséquent, la sortie du récepteur peut produire des données aléatoires. Ces données sont reliées à l'UART et peut provoquer un fonctionnement erroné du système.

Tension de seuil différentiel d'entrée d'un récepteur

La tension de seuil d'entrée différentiel (VTH) d'un récepteur est la tension sur l'entrée du récepteur à laquelle une transition (niveau bas vers niveau haut ou le contraire) de la sortie du récepteur est garantie. La valeur typique d'une RS-485 est une tension de seuil d'entrée différentielle de ± 200 mV. Lorsque l'entrée différentielle est supérieure ou égale à 200 mV (VIA - VIB ≥ 200 mV), la sortie du récepteur est garanti d'être à l'état haut (RO = 1). Lorsque l'entrée différentielle est inférieure ou égale à -200 mV (VIA - VIB < -200 mV), la sortie du récepteur est garanti d'être à l'état 0 (RO = 0). Voir le tableau 3 pour une table de vérité pour le récepteur :

RE	A - B (Inputs)	RO
0	≥ +200 mV	1
0	≤ -200 mV	0
0	-200 mV ≤ (A - B) ≤ +200 mV	X
1	X	High-Z

Tableau 3

Mode anti-erreur

Au cours de l'état d'inactivité de bus, il n'y a pas de dispositif qui fixe le niveau. La sortie du récepteur est indéfinie. Cela peut causer des données aléatoires pour être reçus sur l'UART, qui à son tour peut provoquer des bits de départ faux, fausses interruptions et des erreurs de trame.

Ce problème peut être résolu en plaçant une combinaison de résistances pull-up et pull-down à une position sur le bus. La figure 9 montre le circuit de résistance de polarisation. Un exemple de calcul R1 et R2 est indiqué ci-dessous (en supposant RT = 120 Ω):

- Mode commun permettant de grande variation de différence de potentiel entre les différentes masses.
- TIA/EIA-485A permet des débits jusqu'à 10 Mbps.

TIA/EIA-485-A est la norme la plus largement utilisée dans le secteur des télécommunications. Elle décrit la couche physique de l'interface RS-485 et est normalement utilisée avec un protocole de niveau supérieur, tels que Profibus, Interbus, Modbus ou BACnet. Cela permet la transmission de données robustes sur des distances relativement longues.

$$R_1 = R_2 = R$$

$$V_{IA} - V_{IB} \geq 200 \text{ mV}$$

$$V_{IA} - V_{IB} = R_T \frac{V_{CC}}{2R + R_T} = 200 \text{ mV}$$

if  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ , then  $R = 1440 \Omega$   
 if  $V_{CC} = 3 \text{ V}$ , then  $R = 960 \Omega$

Si des valeurs plus faible de R sont utilisés (VIA - VIB > 200 mV), une plus grande marge de bruit peut être atteint dans le système. Voir la figure 10 pour une représentation graphique des états du bus et de la tension d'entrée différentielle.

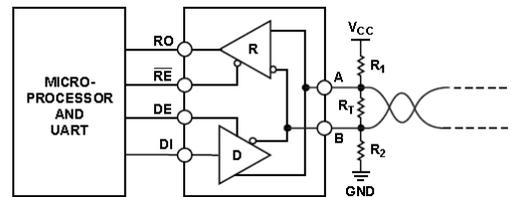


Figure 9. Polarisation sans erreur

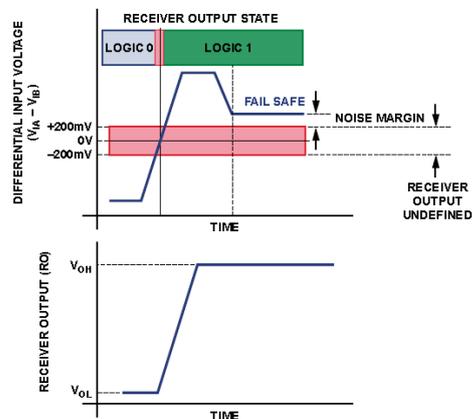


Figure 10. Tension différentielle et niveau logique

# Document technique DT14 : Extrait Standard MODBUS RS485

## 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 utilisée.

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 de l'intégrité d'une trame :** CRC Contrôle à redondance cyclique

### 2.5.1.2 Vérification CRC.

Le mode RTU comporte un champ de contrôle d'erreur qui est basé sur une vérification de redondance cyclique (CRC) effectué sur le contenu du message.

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.

# Document technique DT15 : Modbus

## Guide d'intégration Modbus / Jbus

**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".

**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".

## Le protocole Modbus

### 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.

### Modbus / Jbus

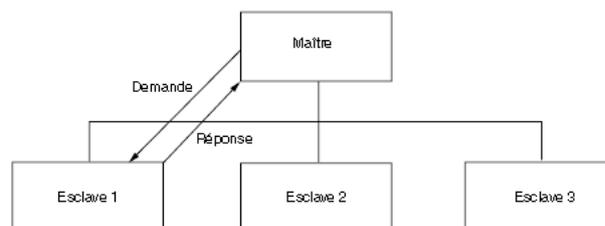
Structure de la trame	Jbus	Modbus
N° d'esclave	1 à 255	1 à 247
Code fonction	1 à 16 (sauf 9 & 10)	1 à 24
Longueur trame	255 Octets max.	261 Octets max.
CRC	CRC16	CRC16
Détection des trames *	silence > 3 caractères	silence > 1,5 ou > 3,5 caractères

\* 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).

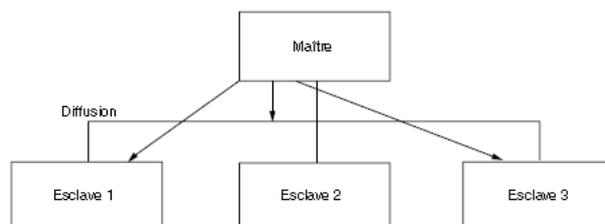
Fonctions standard	Jbus	Modbus
F1	Lecture de n bits à @ 0 to FFFF (1 < n < 2000)	Lecture de n bits à @ 1 to 9999
F2	Lecture de n bits à @ 0 to FFFF (1 < n < 2000)	Lecture de n bits à @ 10001 to 19999
F3	Lecture de n mots à @ 0 to FFFF (1 < n < 125)	Lecture de n mots à @ 40001 to 49999
F4	Lecture de n 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

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.



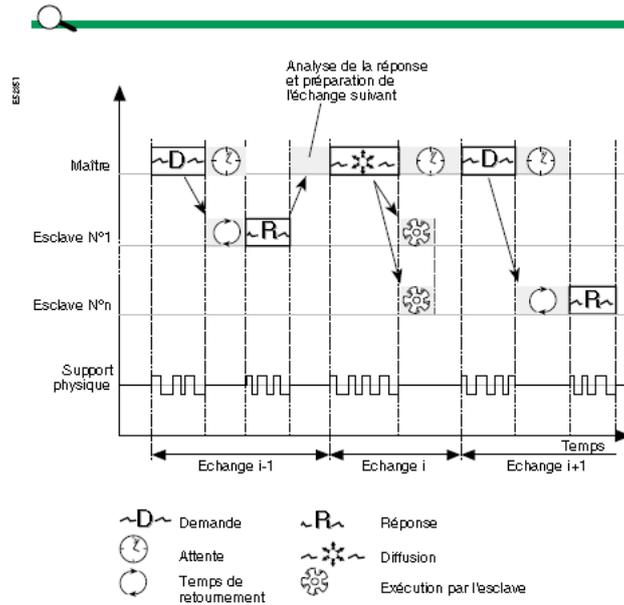
Les demandes du maître sont adressées soit :

- 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.

### Diagramme d'occupation du support de transmission

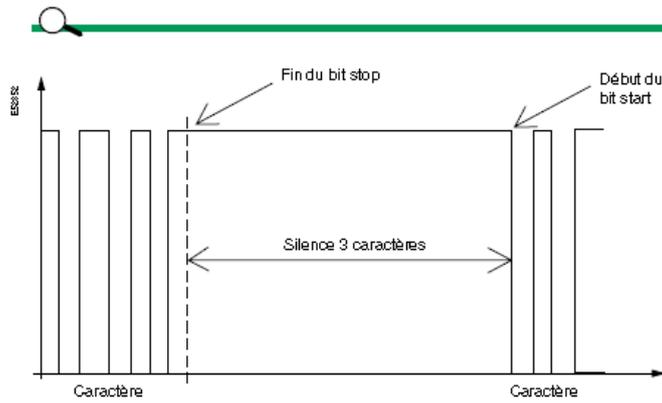


**Remarque :** les durées de DEMANDE, REPONSE, DIFFUSION, ATTENTE, TRAITEMENT sont liées à la fonction réalisée.

## 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.

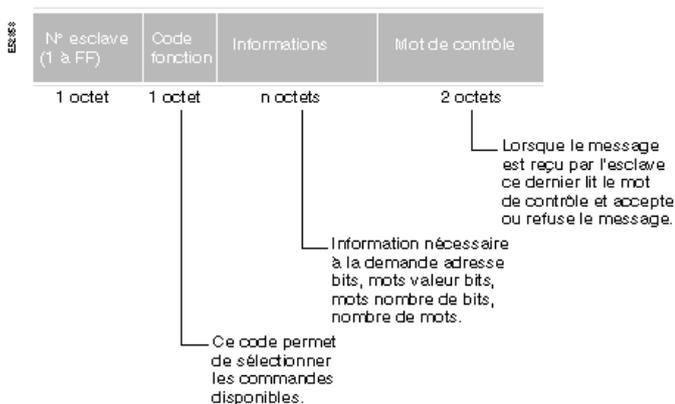


Le contenu des trames qui suivent est donné en hexadécimal.

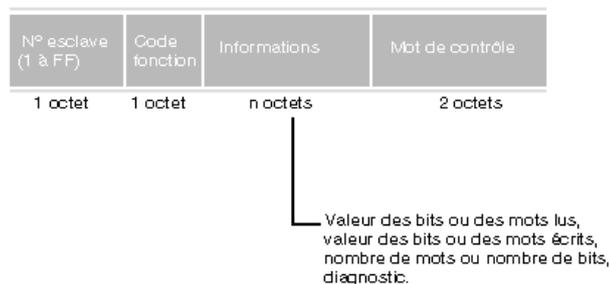
## Présentation des trames

### Présentation des trames de demande et de réponse

#### ■ Demande



#### ■ Réponse



- 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.



# Document technique DT16 : Adressage IP



## 8 Le protocole TCP/IP

### 8.1 L'adresse IP

Sur Internet, de nombreux protocoles sont utilisés, ils font partie d'une suite de protocole qui s'appelle TCP/IP.

TCP/IP est basé sur le repérage de chaque ordinateur par une adresse appelée adresse IP et qui permet d'acheminer les données à la bonne adresse. Ces adresses sont ensuite associées à des noms de domaine de façon à s'en souvenir plus facilement.

TCP/IP utilise des numéros de 32 bits, écrit sous la forme de 4 séries de 8 bits chacune (de 0 à 255) séparées par un point (.).

L'adresse IP est notée sous la forme xxx.xxx.xxx.xxx ou chaque xxx représente un entier de 0 à 255. Cette adresse étant utilisée par les ordinateurs composants le réseau pour se reconnaître, il ne doit donc pas exister sur le réseau des adresses identiques.

La carte réseau est l'élément de l'ordinateur qui permet de se connecter à un réseau par des lignes spécialement prévues à cet effet.

Le modem permet, lui, de se connecter à un réseau par l'intermédiaire des lignes téléphoniques ... qui ne sont pas prévues à cet effet à l'origine (mais qui reste le moyen de communication le plus répandu).

Une carte réseau possède une adresse IP qui la caractérise ( c'est ainsi que sont identifier les différents ordinateur sur Internet... difficile sinon de mettre en place une communication).

La connexion par l'intermédiaire d'un modem est totalement différente. En effet, un modem permet d'établir une communication entre deux ordinateurs par l'intermédiaire d'une ligne téléphonique.

Cette connexion est établie entre votre ordinateur et celui appartenant généralement à votre fournisseur d'accès internet (FAI). Lorsqu'il vous connecte par son intermédiaire, il vous prête une adresse IP que vous garderez le temps de la connexion. A chaque connexion de votre part il vous attribuera arbitrairement une des adresses IP libres qu'il possède, celle-ci n'est donc pas une adresse IP « fixe ».

Le but de la division des adresses IP en trois classes A, B et C est de faciliter la recherche d'un ordinateur sur le réseau. En effet avec cette notation il est possible de rechercher dans un premier temps le réseau à atteindre puis de chercher un ordinateur sur celui-ci. Ainsi l'attribution des adresses IP se fait selon la taille du réseau.

- Classe A : 126 réseaux, 16777214 ordinateurs maximum sur chacun
- Classe B : 16384 réseaux, 65534 ordinateurs maximum sur chacun
- Classe C : 2097153 réseaux, 254 ordinateurs maximum sur chacun

Ce qui donne en terme d'adresses :

- Classe A : de 1.0.0.0 à 126.255.255.254
- Classe B : de 128.0.0.0 à 191.255.255.254
- Classe C : de 192.0.0.0 à 223.255.255.254

### 8.2 Le masque de sous réseau

La mise en place de sous réseaux permet de diviser un réseau global de grande taille en plusieurs réseaux physiques connectés par des routeurs.

Pour ce faire, chaque sous réseau doit disposer d'un ID de réseau spécifique et unique.

En résumé, le masque contient des 1 aux emplacements des bits à conserver, et des 0 pour ceux à rendre égaux à zéro. Une fois ce masque créé, il suffit de faire un ET entre la valeur à masquer et le masque afin de garder intacte la partie souhaitée et annuler le reste.

Ainsi, un masque réseau (en anglais *netmask*) se présente sous la forme de 4 octets séparés par des points (comme une adresse IP), il comprend (dans sa notation binaire) des zéros aux niveau des bits de l'adresse IP à annuler (et des 1 au niveau de ceux à conserver).

# Document technique DT17 : Trame Ethernet

## NIVEAU ETHERNET

N° octet	Trame en hexadecimal	ASCII
0000	00 19 db c5 76 24 c8 cd 72 4a da 5d 08 00 45 00	...v\$.rJ.]..E.
0010	00 28 55 c5 40 00 32 06 65 99 26 71 a5 53 c0 a8	.(U.@.2. e.&q.S..
0020	01 05 01 bb c6 2a 27 ea 78 ef c6 3d 76 56 50 10	....*'. x..=vVP.
0030	04 41 78 ce 00 00 00 00 00 00 00 00	.Ax..... ..

Adresse MAC Destinataire (points to 00 19 db c5 76 24)  
 Adresse MAC Source (points to c8 cd 72 4a da 5d)  
 Type (points to 08 00)

## NIVEAU IP

N° octet	Trame en hexadecimal	ASCII
0000	00 19 db c5 76 24 c8 cd 72 4a da 5d 08 00 45 00	...v\$.rJ.]..E.
0010	00 28 55 c5 40 00 32 06 65 99 26 71 a5 53 c0 a8	.(U.@.2. e.&q.S..
0020	01 05 01 bb c6 2a 27 ea 78 ef c6 3d 76 56 50 10	....*'. x..=vVP.
0030	04 41 78 ce 00 00 00 00 00 00 00 00	.Ax..... ..

Version (points to 08 00)  
 Adresse IP Destinataire (points to 04 41 78 ce)  
 Adresse IP source (points to 00 28 55 c5)  
 Cheksum entête (points to 01 05)  
 Protocole (06 ->TCP) (points to 00 32)  
 Durée de vie (points to 27 ea)  
 Flag (points to 01 bb)  
 Identifiant (points to 01 05)  
 Longueur (points to 00 28)

## NIVEAU Transmission

N° octet	Trame en hexadecimal	ASCII
0000	00 19 db c5 76 24 c8 cd 72 4a da 5d 08 00 45 00	...v\$.rJ.]..E.
0010	00 28 55 c5 40 00 32 06 65 99 26 71 a5 53 c0 a8	.(U.@.2. e.&q.S..
0020	01 05 01 bb c6 2a 27 ea 78 ef c6 3d 76 56 50 10	....*'. x..=vVP.
0030	04 41 78 ce 00 00 00 00 00 00 00 00	.Ax..... ..

Cheksum (points to 01 05)  
 Port Destination (points to c6 2a)  
 Port Source (points to 27 ea)  
 Sequence (points to 78 ef)

## NIVEAU Message

N° octet	Trame en hexadecimal	ASCII
0000	00 19 db c5 76 24 c8 cd 72 4a da 5d 08 00 45 00	...v\$.rJ.]..E.
0010	00 28 55 c5 40 00 32 06 65 99 26 71 a5 53 c0 a8	.(U.@.2. e.&q.S..
0020	01 05 01 bb c6 2a 27 ea 78 ef c6 3d 76 56 50 10	....*'. x..=vVP.
0030	04 41 78 ce 00 00 00 00 00 00 00 00	.Ax..... ..

Le message commence ICI (points to 00 00 00 00 00 00)