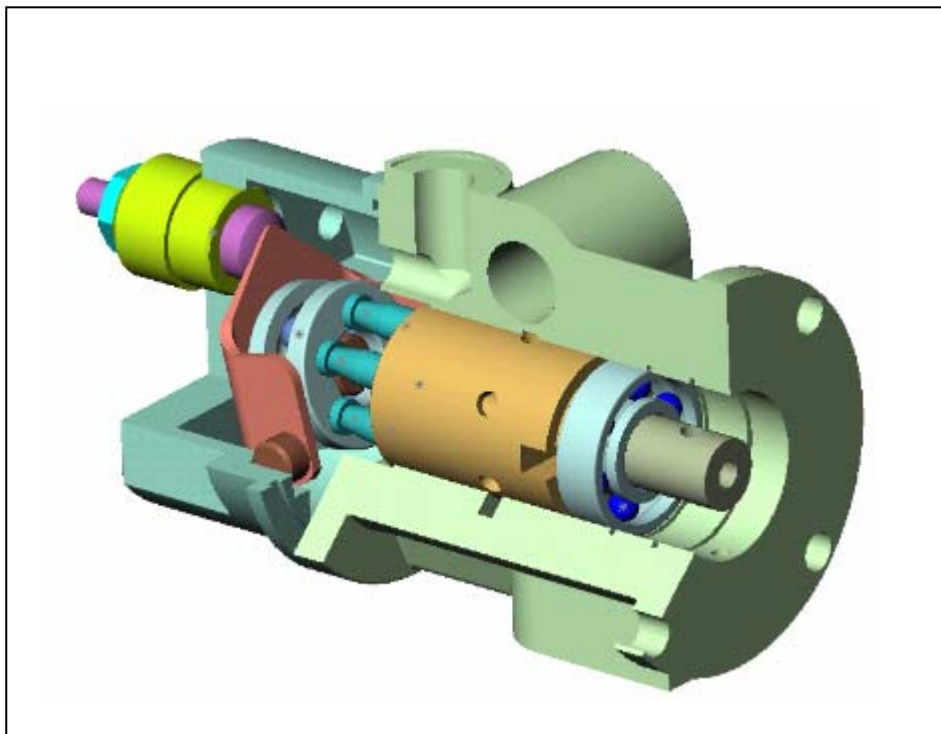


TP DE MECANIQUE APPLIQUÉE

Durée 3* 2 heures



1- Eléments du référentiel abordés

Connaissances visées	Objectifs associés
S621 MODELISATION Etude des liaisons Associations de pièces et de liaisons	Déterminer à l'aide d'un logiciel le degré de mobilité Valider la modélisation d'une solution technologique par expérimentation ou par simulation informatique
S622 STATIQUE Méthode de résolutions appliquées à des mécanismes	Etre capable d'utiliser un logiciel adapté, d'exploiter les possibilités de modification, de paramétrage, d'interpréter les résultats fournis.
S624 DYNAMIQUE Energétique <ul style="list-style-type: none"> • Rendement d'un mécanisme 	Vérifier les performances d'un mécanisme : <ul style="list-style-type: none"> • Analyser les flux et faire un bilan énergétique, • Déterminer le rendement d'une transmission de puissance
S626 MECANIQUE DES FLUIDES	Analyser de manière expérimentale les caractéristiques d'un composant. Vérifier les performances d'une installation.

2- Problématique technique

Le pilote hydraulique est alimenté en énergie par les moyens du bord (batterie + cellules photo-voltaïques). Une utilisation prolongée dans le temps passe par une consommation énergétique réduite, d'où un fonctionnement dans des conditions de rendement maximal.

Des mesures permettent de situer ce maximum pour diverses configurations de la pompe.

D'autre part, une recherche d'un couple plus régulier tend à minimiser les maximums des efforts et à augmenter la longévité des mécanismes.

3- Travail proposé

Séquence 1 : Reconception de la pompe

Mettre en évidence l'irrégularité du couple dans la pompe existante.
 Redéfinir cette pompe de manière à obtenir un couple plus régulier.

Séquence 2 : Approche énergétique de la partie opérative

Evaluation du rendement du moteur et de la pompe. Le chargement de la pompe étant simulé par la circulation au travers du restricteur de débit

Séquence 3 : Réglage de la pompe aux conditions optimales

Configurer la pompe (inclinaison du plateau) pour un fonctionnement à rendement optimal sous charge donnée

SEQUENCE 2

APPROCHE ENERGETIQUE DE LA PARTIE OPERATIVE

A- EVALUATION DES RENDEMENTS DU MOTEUR ET DE LA POMPE DUREE 2 h

Evaluation du rendement du moteur et de la pompe. Le chargement de la pompe étant simulé par la circulation au travers du restricteur de débit.

B- ETUDE DETAILLEE DES RENDEMENTS DE LA POMPE DUREE 2 h

Evaluation des rendements volumétrique et hydromécanique de la pompe

Moyens nécessaires :

Banc didactique : Moteur, pompe, vérin, alimentation électrique
Moyens de mesure : Pince ampèremétrique (ou multimètre), tachymètre

Démarche à mettre en œuvre :

Mesurer les caractéristiques d'entrée et de sortie des différents éléments de la chaîne pour divers chargements.
En déduire les rendements de chaque composant

Moyens mis à disposition :

Questionnaire

A- EVALUATION DES RENDEMENTS DU MOTEUR ET DE LA POMPE

Questionnaire

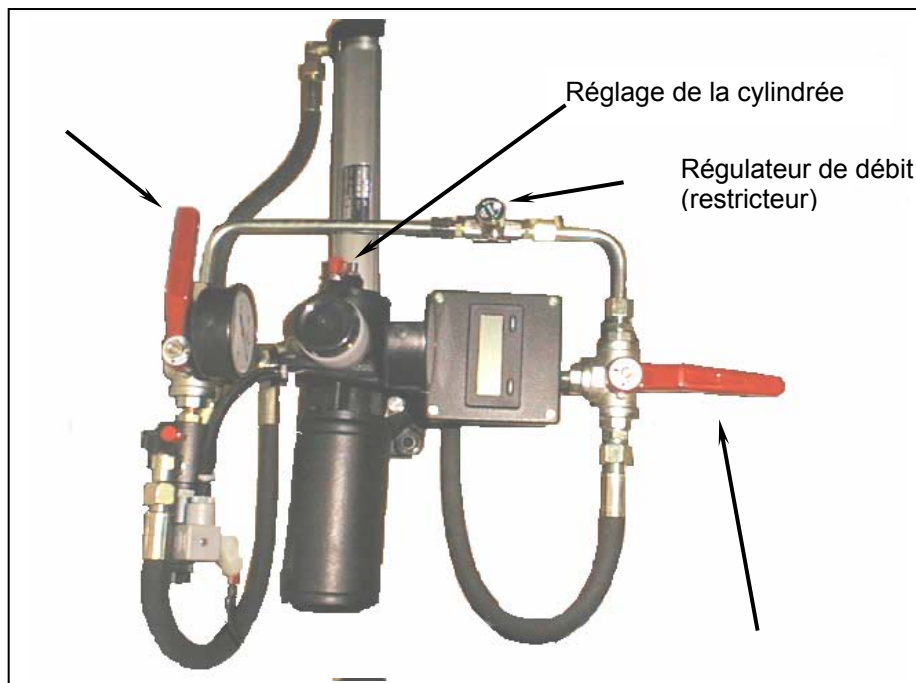
On se propose d'établir les rendements

- du moteur
 - de la pompe
 - global (ensemble moteur + pompe)
- pour des configurations de cylindrée de la pompe différentes.

Les mesures nécessaires seront effectuées à partir d'un banc de laboratoire.

Les robinets seront positionnés de telle sorte que la pompe débite dans la canalisation d'essais en charge.

Le sens de rotation du moteur sera choisi de telle sorte que le fluide passe par le restricteur de débit et non par le clapet anti-retour



QUESTION 1: Représenter sur un diagramme fonctionnel, le moteur et la pompe ainsi que les grandeurs physiques significatives en entrée et sortie de chaque composant.

QUESTION 2: Définir littéralement les différents rendements:

- du moteur
- de la pompe
- global (ensemble moteur + pompe)

QUESTION 3: Mesures

La cylindrée de la pompe sera réglée avec le restricteur de débit OUVERT.
La valeur correspondante du débit sera lue sur le débitmètre.
La charge (pression) sera réglée ensuite en fermant plus ou moins ce restricteur

Effectuer les mesures:

- Régler la cylindrée donnant un débit à vide de 2 l/mn (resticteur ouvert)
- Mesurer les grandeurs physiques pour les pressions de 0, 4, 8, 12 et 16 bars.
- Recommencer les mesures pour les cylindrées correspondant aux débits à vide de 1,8 l/mn et 1,6 l/mn. (ne pas oublier d'ouvrir le restricteur pour faire ces réglages)

QUESTION 4: Exploitation des mesures:

- Regrouper les valeurs dans un tableau.(Il est recommandé d'utiliser un tableau)

Remarque importante:

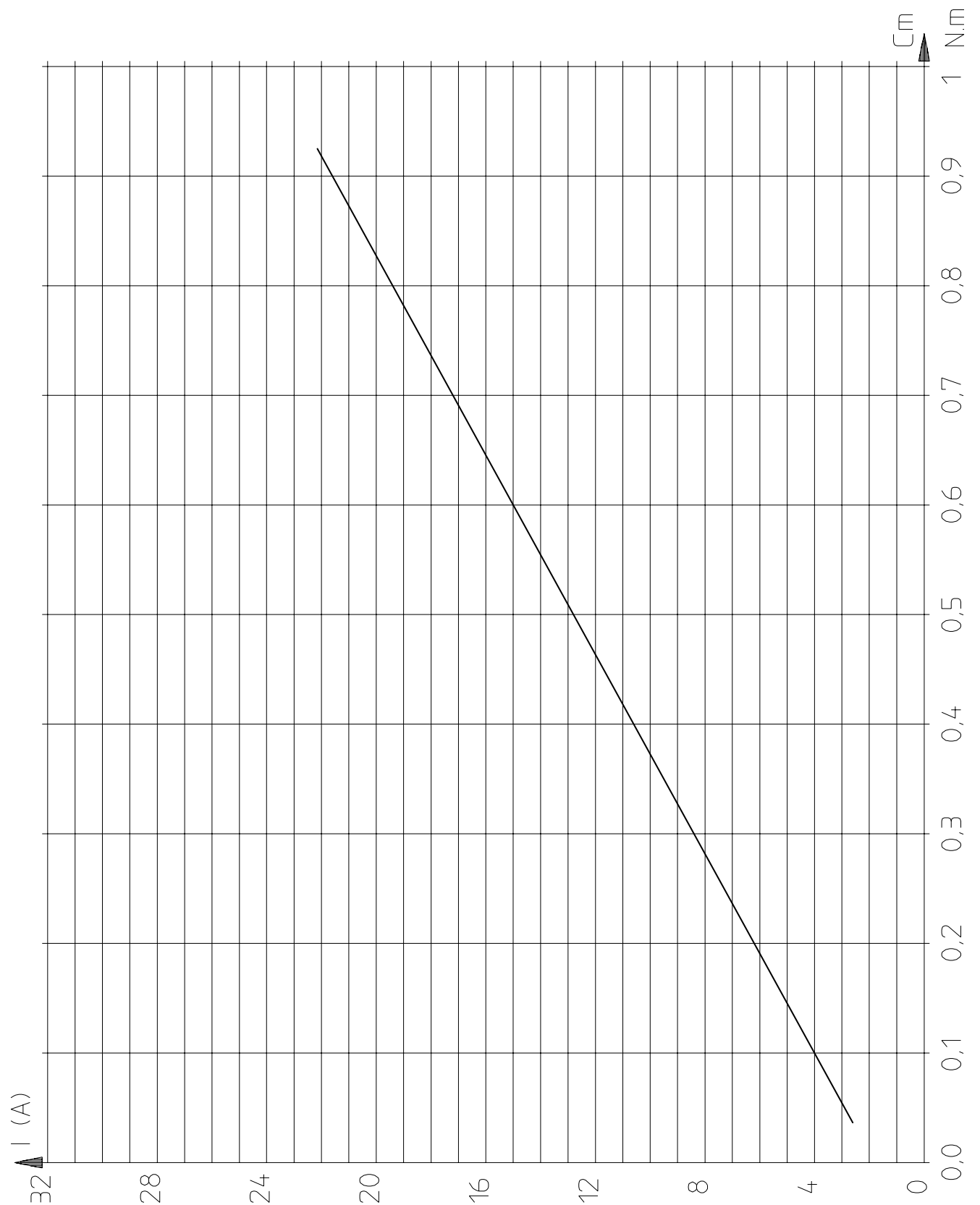
Aucun capteur ne permet de déterminer le couple délivré par le moteur; pour contourner ce problème, on utilisera les propriétés du moteur à courant continu dont l'intensité évolue linéairement avec le couple délivré.

La courbe du document annexe "COURBE COUPLE / INTENSITE DU MOTEUR" permet d'obtenir le couple pour les différentes intensités mesurées.

- Calculer les rendements désirés
- Tracer les courbes donnant ces rendements selon la cylindrée de la pompe.

Conclusions: Quelles remarques peut-on faire quant à la configuration et à la façon d'utiliser le système en vue de réduire la consommation d'énergie sur le bateau?

COURBE COUPLE / INTENSITE DU MOTEUR



B- ETUDE DETAILLEE DES RENDEMENTS DE LA POMPE

Rappels :

Rendement volumétrique de la pompe

On définit le rendement volumétrique de la pompe : $\eta_{vol} = Q(\text{réel}) / Q(\text{théo})$, par le rapport entre débit réel et débit théorique.

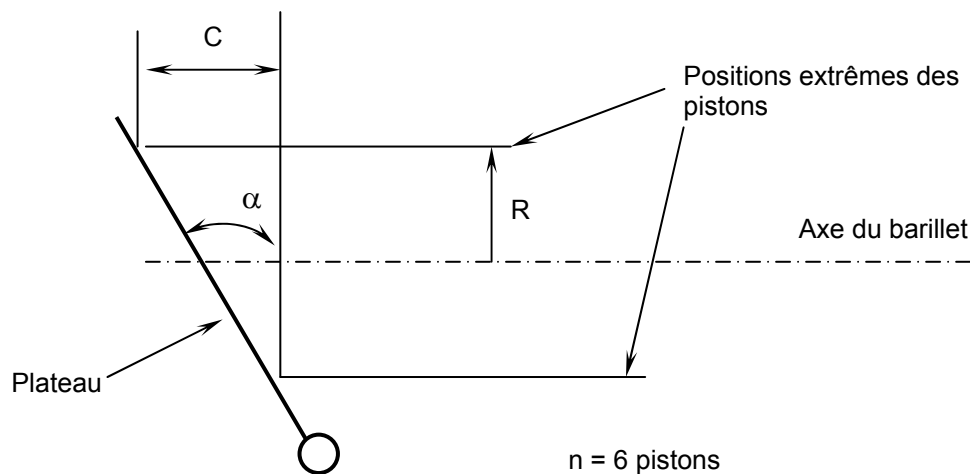
En fait, les pertes volumétriques sont dues principalement aux fuites à l'intérieur de la pompe car on peut négliger les pertes dues à la compressibilité du fluide et aux déformations des pièces.

Rendement hydromécanique de la pompe

On définit le rendement hydromécanique de la pompe : $\eta_{hm} = P(\text{réelle}) / P(\text{théo})$, par le rapport entre pression réelle et pression théorique ;

Les pertes hydromécaniques sont dues pour une grande part aux frottements entre les pièces à l'intérieur de la pompe (le reste des pertes étant dû à la viscosité du fluide).

Calcul préliminaire



QUESTION 5 : Montrer que pour une pompe à 6 pistons, le débit théorique peut s'écrire :

$$Q_{(\text{théo})} \approx 1,9 \cdot S \cdot \text{tg}(\alpha) \cdot R \cdot \omega$$

S : section d'un piston (de diamètre $d = 6 \text{ mm}$) ;

α : angle d'inclinaison du plateau (α maxi = 18,2 degrés au débit maxi) ;

R : rayon du cylindre sur lequel sont placés les pistons dans le barillet ($R = 9,5 \text{ mm}$) ;

ω : vitesse de rotation du barillet (en radians par seconde).

QUESTION 6 : Montrer que la pression (p) théorique (pertes non prises en compte) développée par la pompe s'exprime en fonction du couple moteur C par :

$$P_{\text{(théo)}} \approx \frac{C}{1,9 \cdot S \cdot \text{tg}(\alpha) \cdot R}$$

(On utilisera la définition de la puissance en entrée de pompe)

QUESTION 7 : Répertorier à partir de l'observation de la maquette numérique de la pompe, les zones susceptibles de provoquer ces pertes mécaniques par frottement.

Application numérique et conclusion

QUESTION 8 : Montrer que le rendement global de la pompe est le produit des deux rendements η_{vol} et η_{hm} .

QUESTION 9 : En utilisant le tableau des résultats de mesure (cylindrée de la pompe réglée au maximum : 2 l/mn à vide) pour les trois valeurs de pression : 8 bars, 12 bars, 16 bars :

- Relever le rendement global de la pompe ;
- Déterminer pour chacune des valeurs de pression précédentes, le rendement volumétrique pour la vitesse relevée. En déduire le rendement hydromécanique, pour le couple correspondant.
- Conclure en justifiant la diminution du rendement volumétrique lors de l'augmentation de pression.