

S3\_TP7

DC5 Analyser et caractériser le mouvement dans les mécanismes

DC10 Analyser et résoudre les problèmes énergétiques dans les mécanismes

## Pilote automatique hydraulique de Bateau

Le pilote automatique est utilisé sur les voiliers pour :

- ne pas être occupé à manœuvrer la barre pendant toute la durée de la navigation
- soulager le barreur fatigué par la concentration que demande le maintien d'un cap précis
- avoir les mains libres lors des manœuvres à équipage réduit



Problématique

Comment établir la relation entre les paramètres d'entrée et de sortie du pilote automatique de bateau, d'un point de vue cinématique et énergétique?

Objectifs

- **Déterminer** les relations de fermeture géométrique et cinématique d'une chaîne cinématique, et résoudre le système associé.
- **Paramétrer** les mouvements d'un solide.
- **Utiliser un outil informatique** pour **résoudre** tout ou partie d'un problème technique donné.
- **Mettre en œuvre** un appareil de mesure adapté à la grandeur à mesurer.
- **Effectuer** des manipulations sur un système afin d'identifier son comportement

Activité 0 (30')

(commune)

Paramétrage du modèle associé au système

Activité 1

Modélisation vectorielle du mécanisme afin d'établir la loi entrée-sortie

Activité 2

Modélisation numérique du mécanisme afin d'établir la loi entrée-sortie

Activité 3

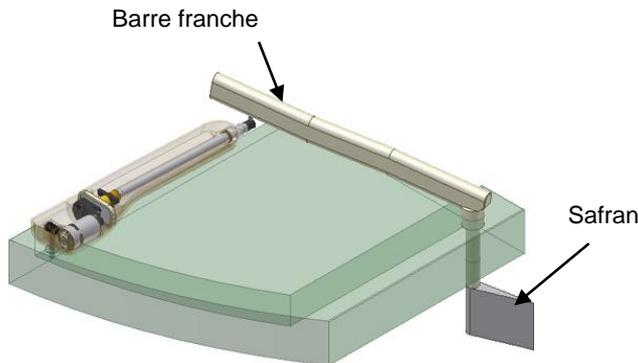
Mesures expérimentales - Loi entré-sortie

- Fiche de mise en service
- Pilote automatique hydraulique

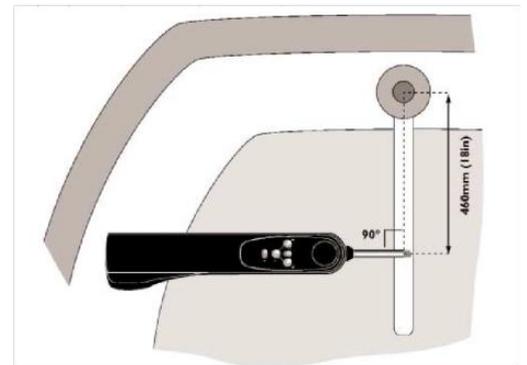
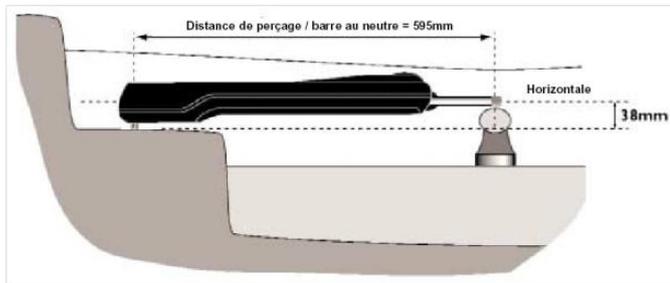
- DR1\_A0

**Déroulement D1. Mettre en service** le système et effectuer différents mouvements afin d'appréhender le fonctionnement.

On s'intéresse au pilote automatique monté sur le bateau et lié à la barre de manoeuvre.



*Installation:*



Distance de perçage / barre au neutre = 595mm Horizontale  
Le respect de ces dimensions d'installation est essentiel pour un bon fonctionnement.  
**La cote de longueur garantit une course du vérin identique sur les deux bords et un point neutre correspondant à la barre au centre.**  
La distance à la mèche assure un angle et une rapidité de barre suffisants.

**D2.** Définir sur le document réponse DR1\_A0, à l'aide des figures ci-dessous les données géométriques associées au schéma cinématique.

**D3. Mettre en place** sur le document réponse DR1\_A0 les différents paramètres d'orientation et paramètres linéaires.

**D4. Définir** le paramètre d'entrée et le paramètre de sortie du mécanisme associés au schéma cinématique.

**D5. Réaliser** sur le document réponse DR1\_A0, les différentes figures de calcul associées aux paramètres.

Documents / Matériel

- Fiche de mise en service

Documents Réponses

Déroulement

Vous allez dans cette partie déterminer la loi-entrée sortie sous forme littérale à partir d'une fermeture de chaîne géométrique.

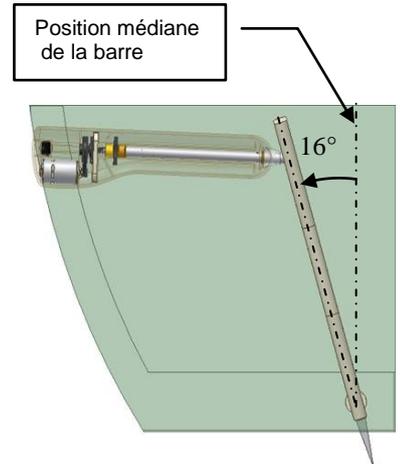
**D1. Ecrire** l'équation vectorielle traduisant la fermeture géométrique de chaîne du mécanisme.

**D2. Ecrire** les deux équations scalaires obtenues en projetant l'équation précédente sur les axes  $\vec{x}_0$  et  $\vec{y}_0$

**D3. Exprimer**  $\lambda(t)=f(\theta_{30})$  et des données géométriques a,b,c en éliminant le paramètre  $\theta_{20}$  à l'aide de la relation  $\cos^2+\sin^2=1$

On définit:

- $\lambda_0=443\text{mm}$  comme étant la valeur de AC pour la tige complètement rentrée voir figure ci-contre
- La possibilité de mouvement de la barre définit par le constructeur est de  $\pm 16^\circ$  par rapport à sa position médiane.



**D4. Ouvrir** le fichier Excel "S3\_TP7\_Pilote\_hyd.xls".

**D5. Compléter** les cellules oranges dans le tableau de données, la courbe théorique apparaît alors sur le graphique.

Vous disposez d'un programme informatique Partiel sous Scilab *loi\_E\_S\_Pilote\_hydr\_eleve.sce* que vous trouvez sur le site *flats2i/Travaux Pratiques/Serie\_3/Repertoire système*.

**D6. Compléter** ce programme (**boucle while**) en utilisant la méthode de dichotomie afin de tracer la courbe.

Documents / Matériel

- Système Pilote hydraulique
- Logiciel Inventor 2015
- Modélisation 3D partielle du mécanisme

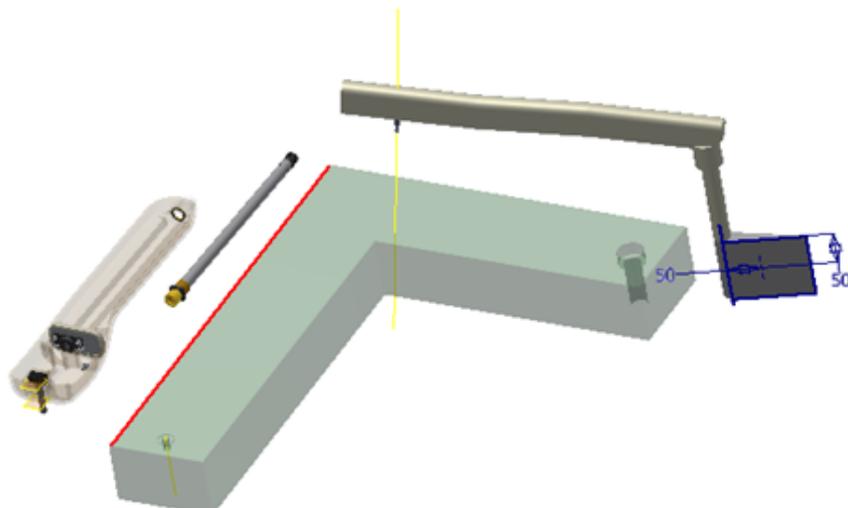
Documents Réponses

Déroulement

Vous disposez de la maquette numérique "S3\_TP7\_pilote\_hyd.iam", ouvrez cette maquette à partir du logiciel Inventor 2015.

La maquette se présente comme suit:

- les contraintes d'assemblage entre l'axe de fixation et le corps du pilote ont été réalisées.

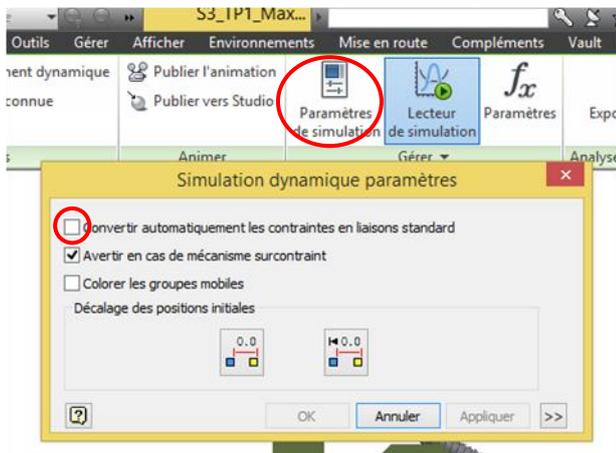


**D1. Mettre en place** les différentes contraintes d'assemblage entre les différentes classes d'équivalence afin d'obtenir le schéma cinématique défini sur le document A0\_DR1.

## D2. Ouvrez le module *simulation dynamique* intégré à Inventor.



## D3. Dans l'onglet *paramètres de simulation*, décochez "convertir automatiquement les contraintes en liaisons standards"

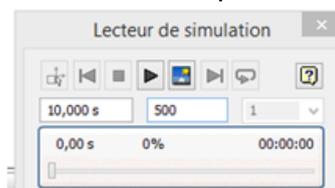
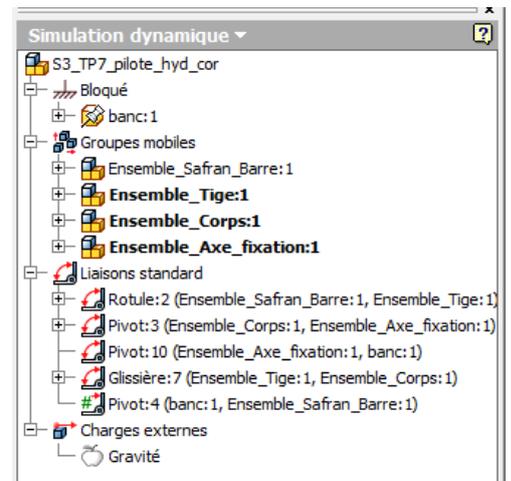


## D4. A l'aide de la fonction *convertir les contraintes*, réaliser la modélisation du mécanisme associée au schéma cinématique de l'activité 0. Vous devez obtenir l'arbre de construction ci-contre.

Demander au professeur le fichier corrigé.

## D5. Définir les paramètres de la simulation:

- Paramétrer le mouvement de la barre de -16° à +16°.
  - ☞ cliquer droit sur la liaison à piloter sélectionner propriété
  - ☞ dans l'onglet degré de liberté sélectionner modifier le mouvement imposer
  - ☞ Définir les paramètres du mouvement
- Lancer le calcul pendant 10s et prendre un pas de calcul de 500.



## D6. Visualiser graphiquement les deux courbes $\theta_{30}$ et $\lambda$ .

## D7. Exporter les valeurs numériques de ces courbes sous Excel et insérer les dans le fichier "S3\_TP7\_pilote\_hyd.xls". La courbe issue du modèle numérique apparaît alors sur le même graphique que la courbe théorique.

Documents / Matériel

- Système Pilote automatique de bateau hydraulique
- Appareils de mesure

Documents Réponses

Déroulement

**D1.** On souhaite évaluer le rendement du pilote automatique de bateau. Dessiner la chaîne d'énergie de ce système en précisant les grandeurs (de flux et potentielles) au niveau de chaque bloc.

**D2.** Donner le protocole de mesure permettant de déterminer le rendement de l'ensemble du système ou des différents blocs cités ci-dessus. Pour le moteur à courant continu, on donne :  $C = k \cdot I$  avec  $k = 0,04 \text{ Nm/A}$ .

**D3.** Expliquer l'effet sur le rendement d'une montée ou d'une descente de la masse, et expliquer à quoi cela correspond en réel sur le bateau.

**Remarque générale sur les vannes rouges :**

- ne jamais les manipuler pendant le fonctionnement.
- ne jamais les fermer simultanément

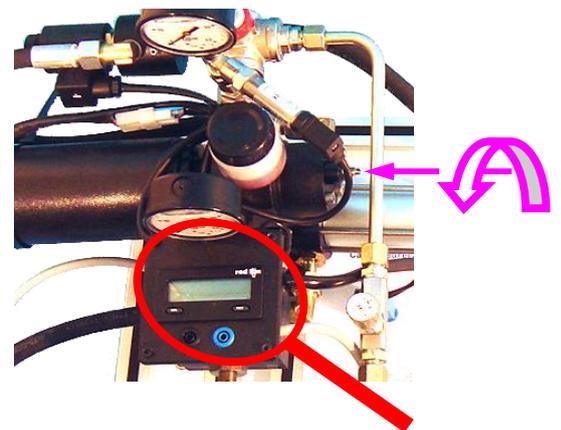
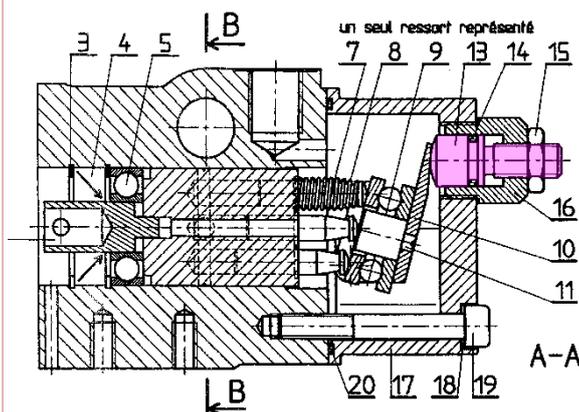
*On suppose dans les questions suivantes que la mer est moyennement agitée (vent de force 4 Beaufort). Dans ces conditions, l'effort exercé par l'eau sur le safran du pilote peut être simulé par une charge variable de 5 à 30 kg.*

*Configurer les vannes 3 voies de manière à ce que la pompe débite dans le vérin et régler à vide le débit de la pompe à la valeur maxi.*



*Rappel: Le débit dépend de l'inclinaison du plateau réglable (10).*

*Pour ajuster le débit, agir sur la vis de réglage (13) tout en surveillant l'indicateur de débit (en l/min).*



**D4.** Mesurer l'ensemble des données vous permettant de déterminer le rendement global ainsi que les rendements intermédiaires du pilote automatique pendant la phase de montée de celle-ci. Vous utiliserez des masses de manière croissante. Le pilote devra être alimenté sous 12V (sa tension d'alimentation à une influence sur son rendement). Noter les résultats de mesure dans un tableau. L'utilisation d'un tableur n'est pas interdite.

**D5.** Tracer la courbe du rendement global mesuré précédemment en fonction de la force fournie par le pilote. Déterminer le point de fonctionnement de l'ensemble étudié pour lequel le rendement est maximal.

**D6.** Pour mesurer le rendement de la pompe, on peut éventuellement aussi faire débiter la pompe sur elle-même sans alimenter le vérin (voir photo ci-dessous). Vérifier la valeur de rendement obtenue.



**D7.** Quel est l'effet d'un réglage de débit différent sur le rendement pour une charge donnée ? Effectuer les essais nécessaires.

**D8.** D'après le schéma hydraulique disponible sur le site internet, à quoi peut servir le by-pass ? Faire l'essai.