Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro MN, veuillez visiter :
bacpromn.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
MAINTENANCE NAUTIQUE

Session : **2016**

E.1 – ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

UNITÉ CERTIFICATIVE U11

ANALYSE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE

Durée : 3h **Coef. : 2**

DOSSIER CORRIGÉ

Ce dossier comprend 12 pages numérotées de DC 1/12 à DC 12/12.

MISE EN SITUATION :

Un client vous sollicite pour entretenir son bateau et notamment le système du « Power Trim and Tilt » qui n'a jamais été vérifié ni entretenu. Lors de ces opérations, vous décelez une fuite (externe) au vérin de "TILT".
Afin de procéder à la remise en état, il est nécessaire de connaitre et d'analyser le système "Power Trim and Tilt".

Il est précisé, sur le livret d'entretien (voir Extrait du Manuel d'utilisation DR 8/13 : Annexe 1), qu'une vérification du "Power Trim and Tilt" doit être effectuée périodiquement, lors d'opération de maintenance préventive.
Dans ces conditions il est nécessaire de connaître et donc d'analyser le système, afin de proposer des causes de dysfonctionnement et d'optimiser cette maintenance.

Afin de réaliser cette intervention vous devez suivre le plan d'étude qui vous est proposé ci-dessous,

Etude n°1 Analyse des différentes fonctions auxquelles répond le mécanisme, afin de maîtriser la totalité des zones à vérifier. **/24 pts**

Etude n°2 Etude de l'assemblage du "Power Trim and Tilt" et des solutions technologiques utilisées, afin d'optimiser le démontage et le remontage. **/10 pts**

Etude n°3 Réaliser des calculs de vérification, afin de comprendre l'influence des paramètres sur le bon fonctionnement du mécanisme d'inclinaison du moteur. **/16 pts**

Nota : L'appellation "Power Trim and Tilt" anglaise ou "PTT", sera gardée tout au cours de ce document, car la traduction française entraîne une complication non négligeable, telle que : "***Système de réglage fin d'assiette et de relevage à commande hydraulique***". De plus, l'appellation "Trim" est relativement vulgarisée dans le domaine motonautique.

Dans le cadre de ce travail, vous vous placerez du point de vue des opérations de maintenance préventive préconisées par le fabricant. (voir Dossier Ressources DR 8/13)

ETUDE N°1 ANALYSE FONCTIONNELLE INTERNE /24 PTS

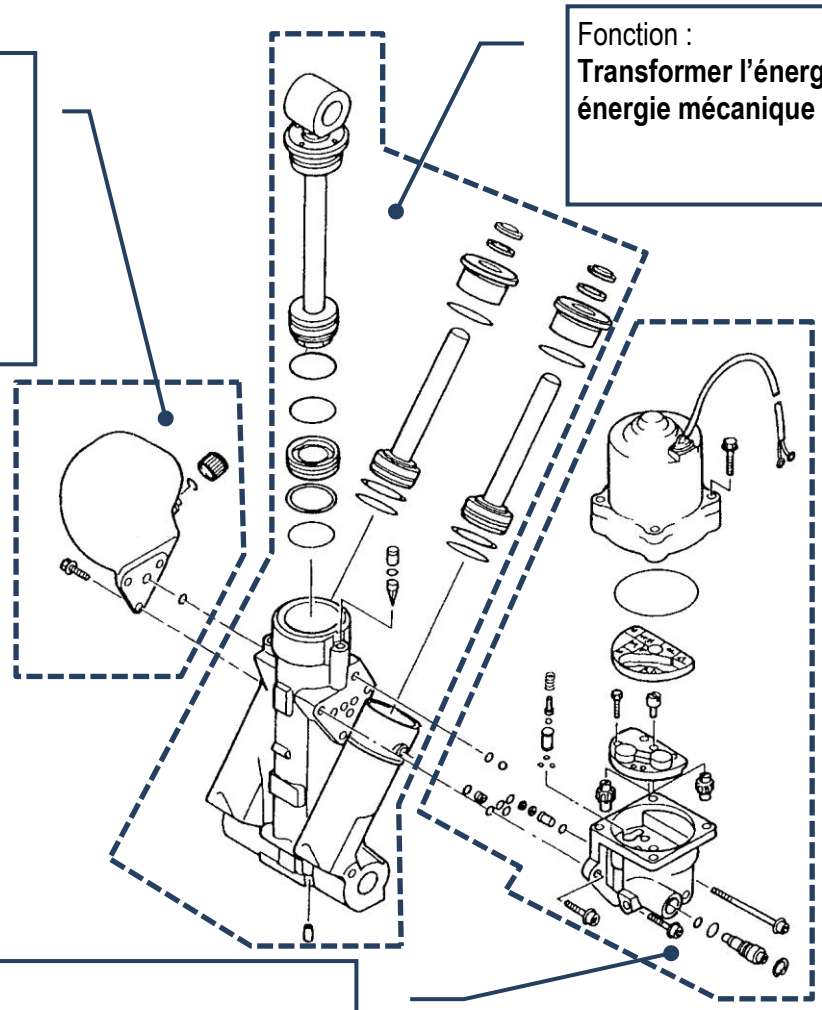
IDENTIFIER LES SOUS-ENSEMBLES FONCTIONNELS :

En utilisant le S.A.D.T. du Dossier Ressources DR 5/13.

Q1. Identifier sur l'éclaté ci-dessous les éléments remplissant les fonctions A1, A2 et A3.
Ecrire les fonctions dans les cadres.

Fonction :
Stocker le liquide hydraulique

Fonction :
Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique



Fonction :
Transformer l'énergie électrique en énergie hydraulique

Aucune erreur	3 points
1 erreur	2 points
2 erreurs	1 point
+ de 2 erreurs	0 point

ANALYSER LES ETANCHEITES RELATIVES AU PISTON (6) REPÉRÉ 6.

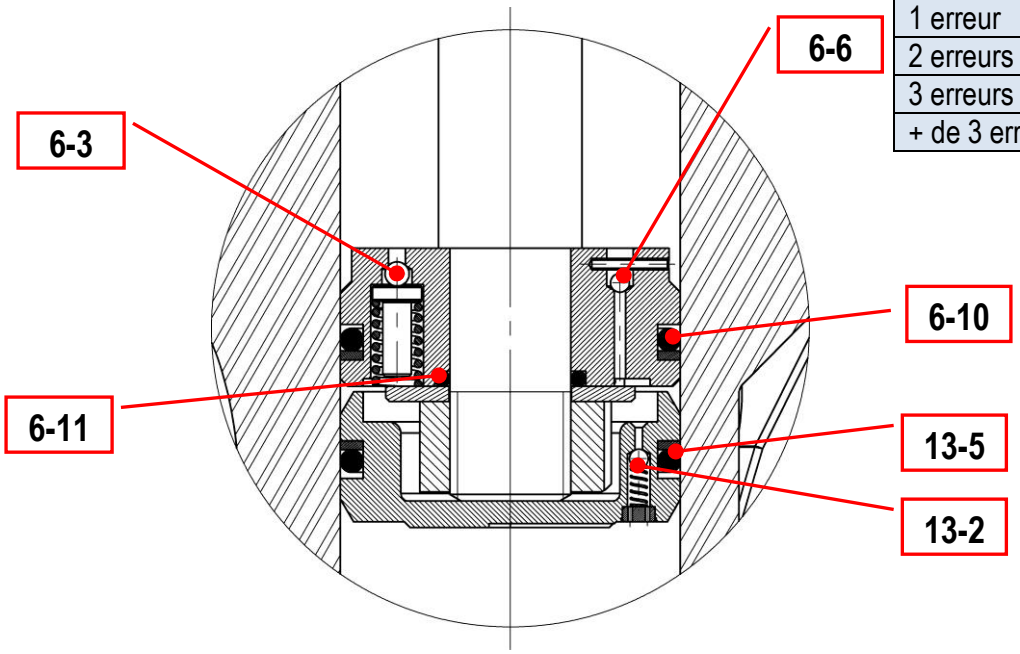
Dans le cadre d'un contrat de maintenance préventive (entretien périodique), il est prévu de changer tous les joints d'étanchéité du bloc "PTT"*. * : "Power Trim and Tilt"

Q2. En utilisant le plan d'ensemble (Dossier Ressources DR 13/13), l'éclaté et la nomenclature (Dossier Ressources DR 9/13), le document sur les joints (Dossier Ressources DR 11/13).

Localiser les éléments assurant les étanchéités sur la vue partielle représentée ci-dessous :

Les **identifier** par une flèche et leur N° de nomenclature.

Echelle 1 : 1



Aucune erreur	4 points
1 erreur	3 points
2 erreurs	2 points
3 erreurs	1 point
+ de 3 erreurs	0 point

Q3. En utilisant l'éclaté et la nomenclature (Dossier Ressources DR 9/13), le document sur les joints (Dossier Ressources DR 11/13) et la vue partielle ci-dessus.

Donner la désignation normalisée et le nombre des éléments assurant ces étanchéités :

Rep.	Nbre.	Désignation
13.5	1	Joint torique externe (39 – 3)
13-2	1	Bille (Ø 2,5)
6-11	1	Joint torique interne (16 – 2)
6-10	1	Joint torique externe (39 – 3)
6-6	1	Bille (Ø 2,5)
6-3	4	Bille (Ø 3,2)

Aucune erreur	2 points
1 erreur	1 point
+ de 1 erreur	0 point

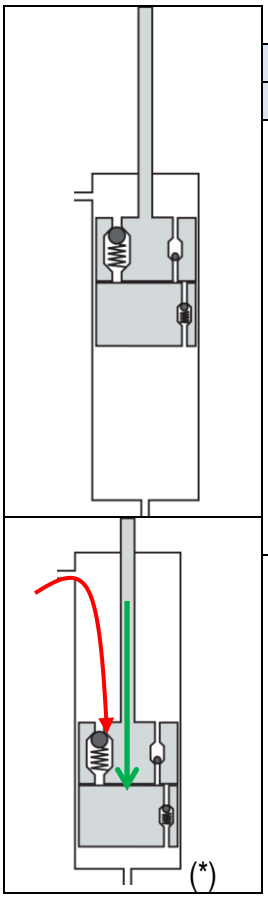
Q4. Identifier chaque type d'étanchéité :
Compléter les cases définissant ces étanchéités.

1 point par ligne correctement remplie	/4 points

La pièce	assure une étanchéité				entre les pièces		
	statique	dynamique	directe	indirecte			
6-11	X			X	6-1	et	6-2
6-10		X		X	6-2	et	2
6-6	X		X				
6-3	X		X				

ÉTUDE DE FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT DE DESCENTE-RELEVAGE.

En utilisant les études de fonctionnement (Dossier Ressources DR 6/13 et DR 7/13).

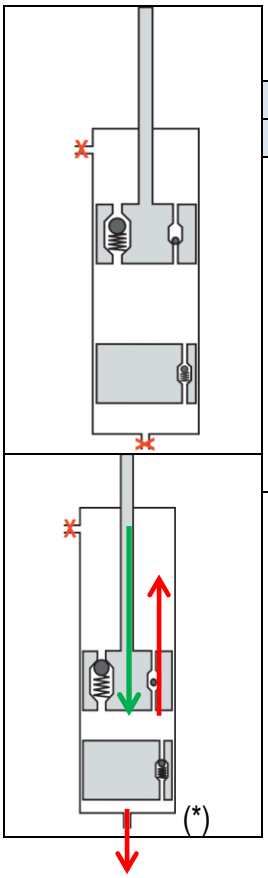


État initial : Le moteur est à l'arrêt.

SÉQUENCES		
ACTIONS	**SF**	**RÉSULTATS**
L'utilisateur actionne sur le tableau de bord le bouton "descente".	2	La chambre supérieure du cylindre du vérin de relevage est alimentée en huile sous pression. Le moteur est abaissé par la tige du Vérin.

Q5. Tracer sur l'image ci-contre (*) :
- une flèche verte sur la tige du piston pour indiquer son sens de déplacement.
- une flèche rouge pour indiquer le parcours de l'huile sous pression.

Aucune erreur	2 points
1 erreur	1 point
+ de 1 erreur	0 point



État initial : Le moteur est soulevé suite au choc sur un obstacle immergé, le bateau avance.

SÉQUENCES		
ACTIONS	**SF**	**RÉSULTATS**
Le poids du moteur et la poussée de l'hélice rabaissent le moteur une fois l'obstacle franchi.	4	La tige du vérin est repoussée vers le bas. - le clapet s'ouvre. - l'huile repasse dans la chambre supérieure.

Q6. Tracer sur l'image ci-contre (*) :
- une flèche verte sur la tige du piston pour indiquer son sens de déplacement.
- une flèche rouge pour indiquer le parcours de l'huile sous pression.

Aucune erreur	2 points
1 erreur	1 point
+ de 1 erreur	0 point

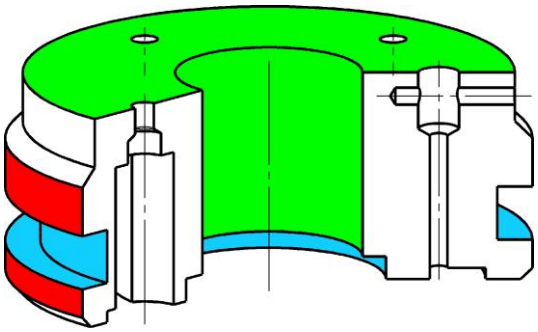
ANALYSER LES SURFACES FONCTIONNELLES ASSURANT LA MISE EN POSITION ET LE MAINTIEN EN POSITION DES JOINTS ET DE LA TIGE DE PISTON.

Afin de contrôler les caractéristiques des surfaces fonctionnelles pour la Mise et le Maintien en Position du Piston, des Joints et de la Tige du vérin :

Q7. Etudier les surfaces fonctionnelles du Piston :

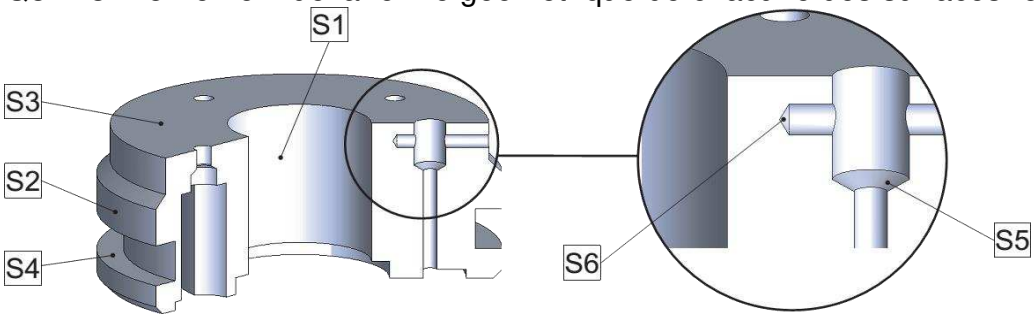
Colorier les surfaces en respectant les consignes suivantes :

- Guidage du Piston dans le Bloc carter (2) : en rouge.
- Mise en position des Joints toriques dans le Piston : en bleu.
- Mise en position de la tige du Piston (6-1) dans le Piston : en vert.



Aucune erreur	2 points
1 erreur	1,5 point
2 erreurs	1 point
3 erreurs	0,5 point
+ de 3 erreurs	0 point

Q8. Donner le nom de la forme géométrique de chacune des surfaces repérées :



S1 : Cylindrique ..... **S2** : Cylindrique .....
S3 : Plane ..... **S4** : Plane .....
S5 : Tronconique ..... **S6** : Conique .....

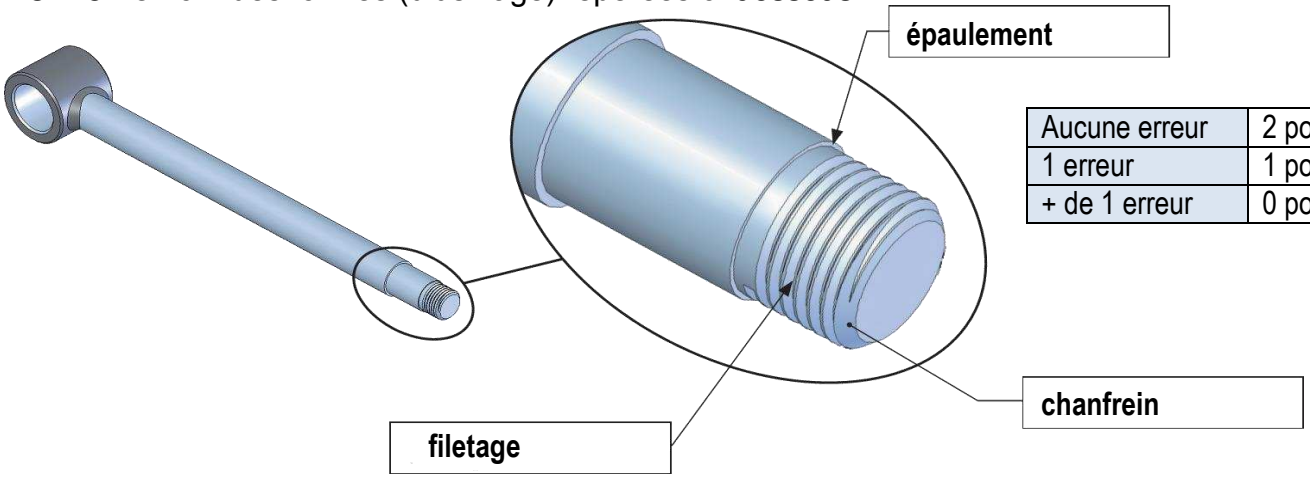
Aucune erreur	2 points
1 erreur	1 point
+ de 1 erreur	0 point

Q9. Nommer la relation géométrique existant entre les surfaces :

S1 et **S3** : PERPENDICULAIRES .....
S1 et **S2** : COAXIALES .....

Aucune erreur admise	1 point

Q10. Identifier les formes fonctionnelles de la Tige de Piston 6-1 :
Donner le nom des formes (d'usinage) repérées ci-dessous :



Aucune erreur	2 points
1 erreur	1 point
+ de 1 erreur	0 point

ETUDE N°2 VALIDATION DU "PTT" DE REMPLACEMENT D'UN POINT DE VUE STATIQUE /10 PTS

Pendant ces opérations de maintenance, on propose au client, à titre commercial, un "PTT" de remplacement développant une pression de 25 bars (2,5 N/mm²)

On se propose, dans cette partie, de valider la puissance hydraulique (pression) du "TRIM" de remplacement en vérifiant qu'il est capable de soulever le moteur du bateau.
Le système étudié est donc la partie relevage qui comprend les deux étriers de fixation, le pivot de direction, le "TRIM" (vérin de relevage) ainsi que le moteur.
La position étudiée sera la plus défavorable (lorsque les deux vérins de "TRIM" seront sortis en position maximale) le vérin de relevage assurera donc seul la fin de la remontée.

Hypothèses :

On connait la position et le poids du moteur (5), appliqué au centre de gravité G : $\| \overrightarrow{p_5} \| = 2000$ N.
Les articulations en A, B, C, sont assimilées à des liaisons pivots (liaisons considérées parfaites (pas de frottement)).

ÉTUDE DE L'EQUILIBRE DU MOTEUR :

Q11. Dresser l'inventaire des actions mécaniques extérieures exercées sur le Moteur. (figure page DS 5/11)
Compléter *le tableau donné ci-dessous :*

1 point par ligne correctement remplie	/2 points

Force	Point d'application	Direction	Sens	Norme
$\overrightarrow{P_5}$	G	Verticale	Vers le bas	2000 N
$\overrightarrow{F_{B6/5}}$	B	(AB)	↗	?
$\overrightarrow{F_{C0/5}}$	C	?	?	?

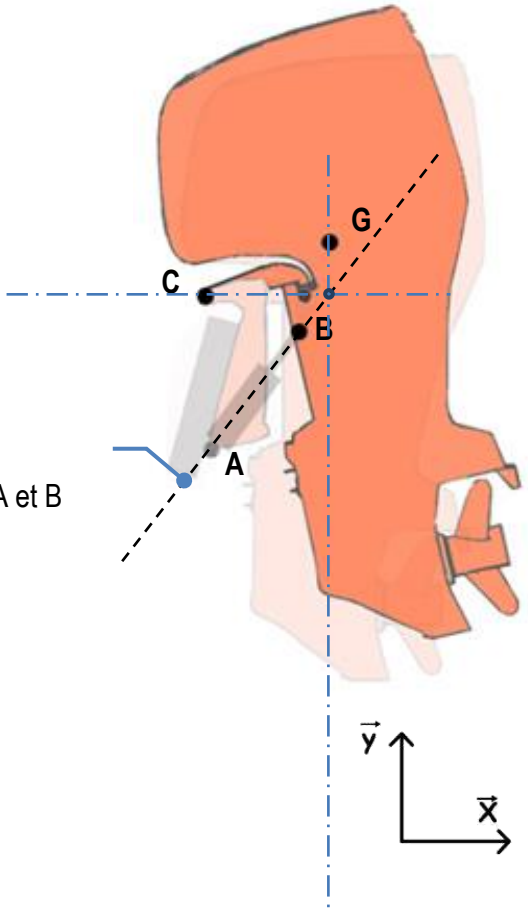
Q12 On suppose le moteur à l'équilibre. En appliquant le P.F.S que peut-on dire des directions des actions mécaniques exercées sur le moteur (5) ?

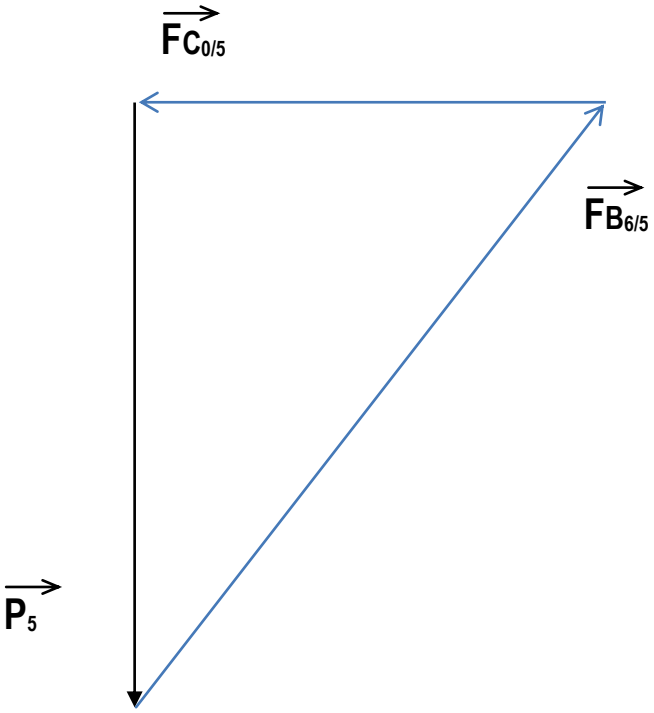
Système soumis à l'action de 3 vecteurs forces coplanaires et non parallèles : les droites d'actions des 3 vecteurs forces ont concourantes en un même point (I)

Justification satisfaisante	/1 point

Q13. Déterminer graphiquement la valeur des actions mécaniques exercées en B et G :
Tracer, ci-après (page DS 7/11), le dynamique des forces appliquées sur le Moteur (5) et en **déduire** la valeur des actions mécaniques exercées en B et C. Échelle des forces : 1mm ≅ 25N

Directions correctement identifiées (tracées)	/1 point
Dynamique correctement tracé	/2 points
Résultats corrects (à ± 25 N)	/1 point





Résultats :

$||\overrightarrow{FB_{6/5}}|| =$ **2532 N**

$||\overrightarrow{FC_{0/5}}|| =$ **1552.5 N**

31. VÉRIFICATION DE LA PRESSION NECESSAIRE DANS LE VÉRIN :

Vérifier si la pression nécessaire dans le vérin permet le relevage du moteur.

Sachant que :

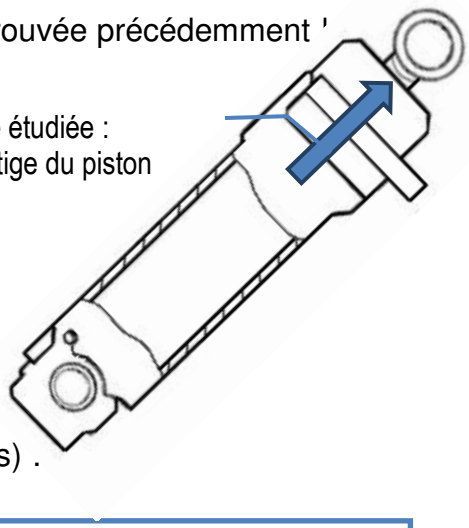
Prendre pour valeur : $\| \overrightarrow{FB_{6/5}} \|$ = 2770 N, quelle que soit la valeur trouvée précédemment '

Diamètre du piston = 42 mm

Rappels :

$$P = \frac{F}{S}$$

Avec :
P:Pression:N/mm²
F:Force:N
S : Section : mm²



Q14. Calculer la pression dans le vérin (vous détaillerez vos calculs) .

P = F / S => P = 2770 / (pi * r²) => P = 2770 / (pi * 21²) = 1.99 N/mm²
P = 2 N/mm², soit 20 bars

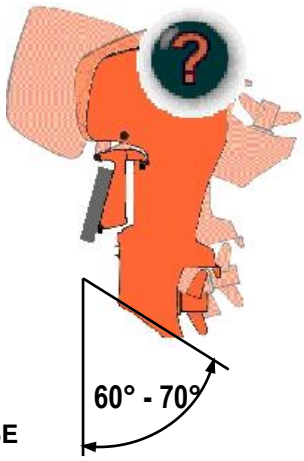
Application numérique et résultat correct	/2 points

Q15. Le "PTT" de remplacement permet-il de soulever le moteur ? (**justifier** votre réponse)

Le "PTT" de remplacement convient puisqu'il développe une pression de 25 bars (2,5 N/mm²), donc une pression légèrement supérieure à celle calculée ci-dessus.

Justification satisfaisante	/1 point

ETUDE N°3 VALIDATION DU "PTT" DE REMPLACEMENT D'UN POINT DE VUE CINÉMATIQUE : /8 PTS



On se propose, dans cette partie, de vérifier que le "TRIM" de remplacement permet de relever le moteur suivant un angle minimal défini par le constructeur (compris entre 60° et 70°). Cet angle garantissant la protection du moteur au port et lors du transport.

Sachant que :

L'articulation en C est assimilée à une liaison pivot. Le point B_0 est le point origine du mouvement. La course maximale du "TRIM" de remplacement étant de 160 mm, la distance AB est alors de 465 mm.

ANALYSE DU MOUVEMENT DU MOTEUR PAR RAPPORT AU BATEAU PENDANT LA PHASE DE RELEVAGE :

Q16. Donner la nature du mouvement du moteur (rep 5) par rapport au bateau (rep 0) :

Rotation de centre C (donnée : l'articulation en C est assimilée à une liaison pivot).

Nature du mouvement correcte	/2 points

Q17. Donner la nature de la trajectoire du point B dans son mouvement de 5/0 (TBЄ5/0) :

Cercle de centre C, de rayon CB

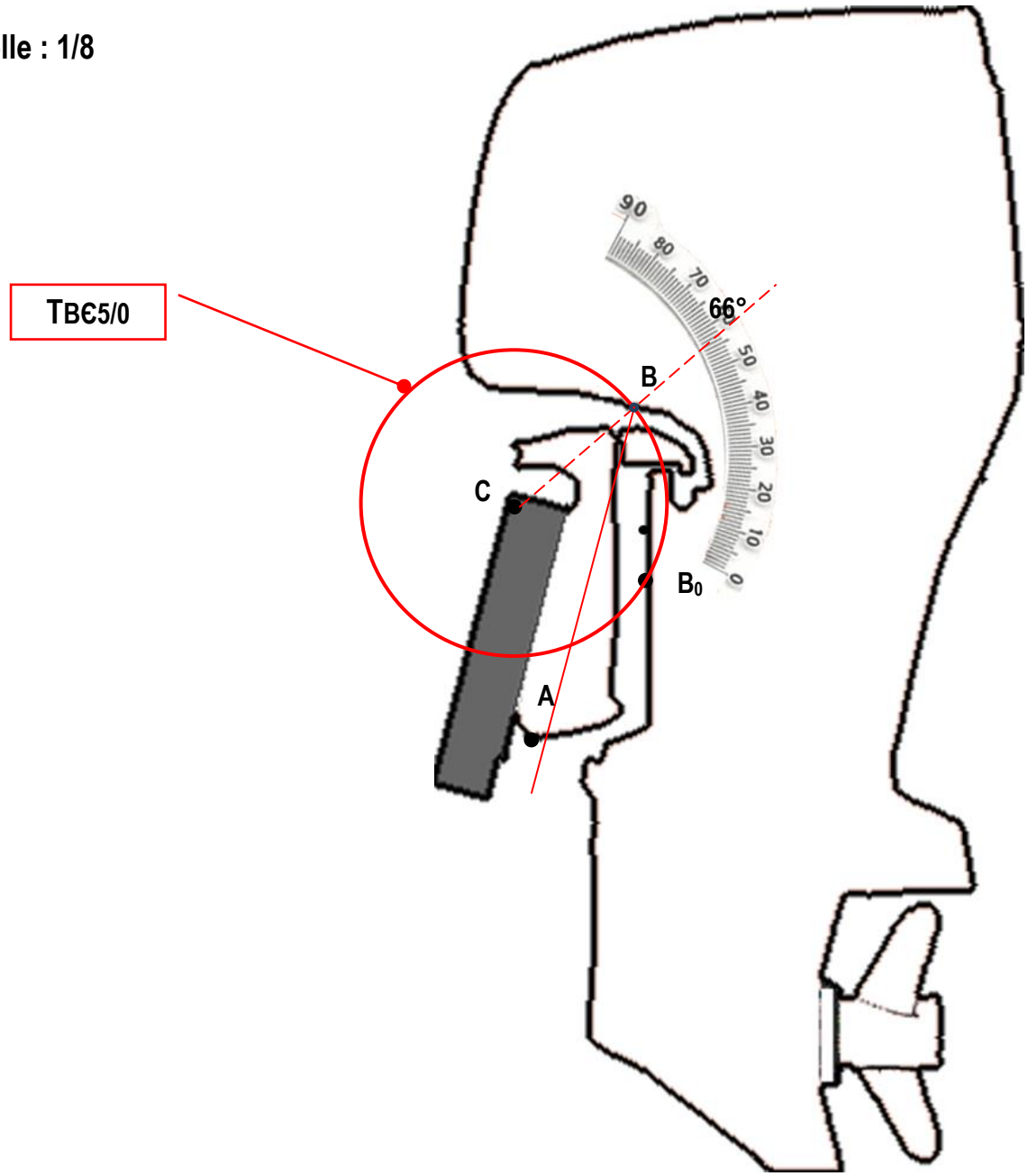
Nature de la trajectoire correcte	/2 points

Q18. Tracer en <u>rouge</u> la trajectoire du point B à partir du point B_0 dans son mouvement de 5/0 : TBЄ5/0.

Tracé de la trajectoire correct	/1 point

Q19. Tracer la position du point B (lorsque la tige du vérin est sortie au maximum) sur la trajectoire précédente.

Echelle : 1/8



Tracé de la position du point B correct	/1 point

ANALYSE DU MOUVEMENT DU MOTEUR PAR RAPPORT AU BATEAU PENDANT LA PHASE DE RELEVAGE :

Q20. Relever la valeur de l'angle et **conclure** quant à la fonction relevage du "TRIM" :

Angle du moteur = **66°**

Valeur de l'angle correct (à ± 3°)	/1 point

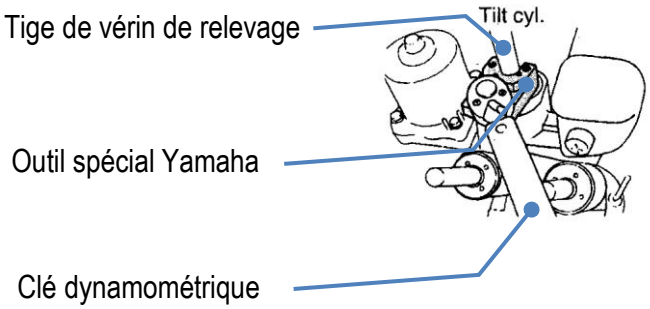
Q21. Les conditions sont-elles remplies pour remplacer le "TRIM" ? (**Justifier** votre réponse).

Le "TRIM" de remplacement permet donc de relever le moteur suivant un angle minimal défini par le constructeur (compris entre 60° et 70°) puisque la valeur trouvée est de 66°.

Justification satisfaisante	/1 point

Etude n°3 (suite) Validation du "PTT" de remplacement d'un point de vue RDM /8pts

Dans le cadre du contrat de maintenance préventive (entretien périodique), il est nécessaire de démonter les parties mobiles des vérins (tige de vérin de "TRIM" + tige vérin de relevage), ces manipulations nécessitent des outils spéciaux Yamaha qui utilisent 3 vis comme ergots. Une clé dynamométrique montée sur l'outil permet le démontage et le contrôle du couple de serrage lors du remontage.



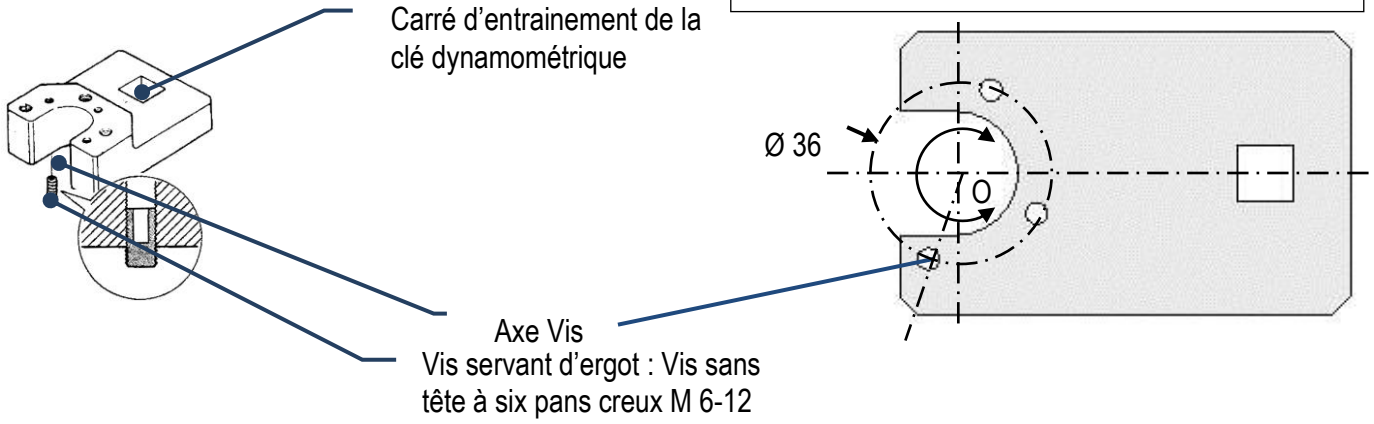
Si l'outil résiste au montage et au démontage classique (couple de serrage constructeur), on désire de plus vérifier que l'outil ne casse pas s'il y a de l'oxydation due au sel (**la valeur du couple de démontage est alors doublée**).

On va donc vérifier le bon dimensionnement des vis sachant qu'elles sont soumises à une sollicitation de cisaillement répartie également sur chacune d'elles.

DÉTERMINATION DE LA VALEUR DE L'EFFORT APPLIQUÉ AU NIVEAU DES ERGOTS :

Sachant que :

Norme du couple de serrage au point O = 130 Nm



Q22. Calculer la norme de l'effort $\|\overrightarrow{IIF_{3\ ergots}}\|$ à fournir au niveau de l'ensemble des trois ergots. (démontage avec oxydation)

$\|\overrightarrow{IIF_{3\ ergots}}\|$ = **Couple / Distance = 130 / 18.10^{-3} = 7222.2 N**

Application numérique et résultat corrects	/2 points

Q23. Calculer l'effort à fournir au niveau d'un seul ergot.

$\|\overrightarrow{IIF_{ergot}}\|$ = **$\|\overrightarrow{IIF_{3\ ergots}}\|$ / 3 = 2407.407 N**

Application numérique et résultat corrects	/2 points

Nota :
25 Cr Mo 4 => Re = 785 Mpa
Type acier dur :
Reg = 0.8 * Re = 628 Mpa
Avec s = 3
Rpg = Reg / s = 210 Mpa

VERIFICATION DES CONDITIONS DE RESISTANCE :

Sachant que :
Quel que soit le résultat de la question précédente, vous prendrez :
$\|\overrightarrow{IIF_{ergot}}\|$ = 5000 N
Les sections cisaillées du noyau des vis de diamètre nominal 6mm (Ressources DR 12/13).
La résistance pratique au glissement du matériau des vis (25 Cr Mo 4) : Rpg = 210 Mpa = 210 N/mm2

Rappel : $\tau = F/S$ $\tau \leq Rpg$

Q24. Calculer la contrainte tangentielle de cisaillement sur une vis :

τ = **5000 / 17,9 = 279.3 N/mm²**

Application numérique et résultat corrects	/2 points

Q25. Vérifier les conditions de résistance :

Justifier : **279,3 > 210 Mpa τ > Rpg ; les conditions de résistance ne sont pas respectées.**

Justification satisfaisante	/1 point

Condition respectée : Oui : ☐ Non : ✖
(Cocher la bonne réponse)

Q26. Conclure quant à une solution possible ?

Conclusion correcte	/1 point

✖ Changement de matériau ☐ Changement de section ☐ Changement de longueur de vis

BARÈME	
N° du candidat	
Etude n°1	
Analyse fonctionnelle interne	/24
Etude n°2	
Validation statique	/10
Etude n°3	
Validation cinématique	/8
Validation en RDM	/8
Total	**/50**
Note	**/20**

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.