Banque PT, France

Session 2025, filière PT

Sciences industrielles C

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Partie 1 : énergie à bord et performances
- Partie 2 : validation du dimensionnement
- Partie 3 : industrialisation de pièces de l'hydrogénérateur
- Partie 4 : conception du système de calage des pales

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/banque-pt/pt/2025/si-c

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

BANQUE PT
PHYSIQUE & TECHNOLOGIE

Épreuve de Sciences Industrielles C

Durée 6 h

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, d'une part il le signale au chef de salle, d'autre part il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

L'usage de calculatrices est interdit

Composition du sujet :

- 1 cahier de 15 pages de texte, numérotées de 1 à 15.
- 1 cahier de 15 pages, numérotés de I à XV intitulé "**DOCUMENTS RESSOURCES**".
- 1 cahier réponse de 20 pages **à rendre à la fin de l'épreuve.**
- 1 document A3, intitulé « **DESSIN REPONSE** », **à rendre à la fin de l'épreuve.**

Matériel autorisé : tous instruments usuels du dessinateur à l'exception de tous les modèles de règles à calcul.

TOUTE AUTRE DOCUMENTATION EST INTERDITE

Gestion du temps : *En admettant une durée de 30 minutes pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer environ 10 % du temps à la partie I, environ 25 % du temps à la partie II, environ 30 % du temps à la partie III et 35% du temps à la partie IV.*

Avertissement :

L'ensemble des réponses sera rédigé exclusivement sur le cahier réponse dans les espaces libres proposés pour chaque question.

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction, la clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans **l'appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs.

Il est demandé aux candidats des dessins qui doivent traduire sans ambiguïté leurs intentions de conception. Pour cela, les candidats sont invités à faire preuve de rigueur dans leur tracé (en particulier, l'utilisation d'une règle ne pourra être que conseillée) et à donner toutes les précisions qu'ils jugeront nécessaires afin de permettre au jury d'évaluer la pertinence des solutions proposées.

Tournez la page S.V.P. A

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

Hydrogénérateur RACING ALU

Présentation

Nous proposons d'étudier l'hydrogénérateur Racing Aluminium, produit par la société française Watt & Sea (***Figure 1***), conçu pour améliorer l'autonomie énergétique des voiliers de course au large. Cet hydrogénérateur équipe plus de 90% des voiliers de la classe IMOCA 60 qui ont participé au Vendée Globe 2021. Le Vendée Globe est un tour du monde à la voile en solitaire, sans escale et sans assistance, qui a lieu tous les quatre ans. Il se dispute sur des IMOCA. Les skippers partent des Sables d'Olonne en Vendée, parcourent environ 45 000 kilomètres autour du globe en contournant les trois caps mythiques (Bonne Espérance, Leeuwin et enfin le cap Horn) pour revenir aux Sables d'Olonne. Les caractéristiques techniques de l'hydrogénérateur et le principe de son installation sont regroupés dans le **document ressource I**.



(a) (b)

Figure 1 : (a) Un hydrogénérateur Racing Aluminium, (b) Deux hydrogénérateurs installés sur le tableau arrière d'un IMOCA en position relevée

L'hydrogénérateur sert à produire de l'électricité suivant un principe très proche de celui d'une éolienne. Il est installé à l'arrière du voilier. Une fois **immergé** dans l'eau, **l'hélice est entraînée par le flux d'eau créé par le déplacement du bateau**. L'hélice est en prise directe avec une machine électrique utilisée en génératrice, elle-même connectée électriquement au régulateur/convertisseur afin de permettre la recharge du parc de batteries à bord.

L'hydrogénérateur étudié est le ***Racing Aluminium*** (***Figure 1a***), modèle adapté aux voiliers naviguant jusqu'à 30 nœuds (environ 15 m/s). Une vue éclatée de l'hydrogénérateur est donnée dans le **document ressource II**. Il est pourvu d'une **hélice à pas variable** pilotée électroniquement et actionnée par un circuit hydraulique permettant d'optimiser la production électrique en fonction de la vitesse du bateau. L'hydrogénérateur peut être **relevé aisément** (voir **document ressource I**) pour le maintenir hors de l'eau afin de le préserver et de ne pas ralentir le bateau quand la recharge est terminée.
Les IMOCA sont équipés de deux hydrogénérateurs (***Figure 1b)***. Sous l'effet du vent, le voilier gîte (roulis du bateau), seul l'hydrogénérateur du côté opposé au vent est immergé. Les deux hydrogénérateurs ne sont jamais en production simultanée.

1. La première partie vous propose d'étudier l'énergie à bord et de vérifier les performances de l'hydrogénérateur, d'étudier la chaîne de conversion et de faire le lien entre les solutions techniques adoptées et les performances attendues en termes de traînée et de puissance disponible ;

2. La deuxième partie porte sur la validation du dimensionnement de l'hydrogénérateur et plus particulièrement le système de modification de l'angle de calage des pales, ainsi que la liaison encastrement par emmanchement conique entre l'arbre d'hélice et le moyeu porte pales ;

3. La troisième partie porte sur l'industrialisation de pièces du système (justifier le besoin fonctionnel d'une spécification, choix de procédés de fabrication, gamme d'usinage, métrologie) ;

4. La quatrième et dernière partie porte sur la conception de la liaison pivot de l'arbre d'hélice, la transformation de mouvement pour le calage des pales ainsi que la liaison pivot du mâtereau pour retirer l'hydrogénérateur de l'eau (concevoir une pièce en optimisant le triptyque produit-procédés-matériaux, concevoir et dimensionner une liaison mécanique).

Tournez la page S.V.P.

Partie 1 : Énergie à bord et performances de l'hydrogénérateur

Équipés d'appareils toujours plus sophistiqués (centrale de navigation, radars, quille basculante, dessalinisateur d'eau de mer, wifi, systèmes de communication ou centrales météo…), les IMOCA sont devenus plus performants mais aussi plus énergivores. Ainsi, le marin et son embarcation sont contraints de produire l'énergie nécessaire de façon autonome. Les sources d'énergies renouvelables s'imposent comme les solutions les plus vertueuses quand il s'agit de combiner performance, gain de poids et respect de l'environnement. Même si un moteur diesel est obligatoire pour d'éventuels problèmes (assistance, avarie grave, casse des autres sources d'énergie), les skippers cherchent à réduire l'utilisation de gasoil pour recharger leurs batteries. Les caractéristiques d'un voilier IMOCA et des données sur la production de l'énergie à bord sont consignées dans le **document ressource III**.

Étant donné que :

- la consommation horaire moyenne à bord est de 240 Wh ;
- la tension nominale des circuits électriques est de 24 V (la tension pouvant varier entre 25,6 V à 100% de charge et 20 V à 0% de charge).

Question I.1 : Calculer la capacité minimale (en Ah) du parc de batteries permettant une autonomie de 48h sans recharge.

Le parc de batteries est constitué de cellules LiFePo4 (Lithium-Fer-Phosphate) dont la disposition est indiquée sous la forme ***xSyP*** (**document ressource IV**).

Question I.2 : Déterminer, en les justifiant, les valeurs de x et y afin que le parc de batteries soit adapté aux circuits électriques et à l'autonomie minimale souhaitée.

Question I.3 : Calculer la capacité du parc ainsi obtenu ainsi que l'énergie stockée.

Nous nous intéressons à la capacité des différents moyens de production d'énergie à bord permettant de compenser la consommation électrique journalière. Nous raisonnerons en première approche sur les valeurs moyennes de production disponibles (**document ressource III**).

Question I.4 : Calculer les durées de charge permettant de compenser la consommation électrique journalière pour chacune des sources d'énergie embarquées (diesel, photovoltaïque, hydrogénérateur). Nous noterons ces durées $\mathbf{T_{diesel}}$, $\mathbf{T_{pv}}$ et $\mathbf{T_{hydro}}$. Conclure sur la capacité de chacune des sources d'énergie à assurer seule l'autonomie électrique à bord.

Sachant qu'une voie d'amélioration des performances d'un voilier de course au large réside dans l'allègement du bateau et la réduction de sa trainée hydrodynamique.

Question I.5 : Après avoir calculé les masses embarquées en début de course pour chaque source de production (notées $\mathbf{m_{diesel}}$, $\mathbf{m_{pv}}$, $\mathbf{m_{hydro}}$), justifier le choix d'un mix de production à bord.

Pour la fin de cette première partie, l'étude se focalise sur la production d'électricité par l'hydrogénérateur, notamment les caractéristiques de sa chaîne de conversion d'énergie, la vérification du dimensionnement de l'hélice et la mise en évidence de l'intérêt d'intégrer un système de contrôle du calage des pales de cette dernière (modification automatique de la géométrie de l'hélice en fonction de la vitesse de l'embarcation).

Question I.6 : Compléter les cases prévues du **document réponse**, en indiquant la nature de l'énergie présente à la sortie de chaque élément de la chaîne de conversion et en précisant la caractéristique principale pour les énergies mécanique et électrique.

Nous proposons maintenant d'étudier la quantité d'énergie cinétique disponible apportée par l'eau.

Question I.7 : Après avoir exprimé l'énergie cinétique du courant d'eau traversant l'hélice, montrer que la puissance théoriquement disponible peut s'écrire sous la forme :

$$\boldsymbol{P_{th}} = \frac{1}{2}\rho S V^3$$

avec $\boldsymbol{S}$ la surface balayée par l'hélice de l'hydrogénérateur, $\boldsymbol{V}$ la vitesse de l'eau par rapport au bateau supposée constante et orientée face au rotor, et $\boldsymbol{\rho}$ la masse volumique de l'eau de mer.

Tournez la page S.V.P.

L'hydrogénérateur freine lui-même l'eau qui le traverse. Selon la loi de ***Betz***, la puissance maximale récupérable $\boldsymbol{P_{max}}$ n'est qu'une fraction de la puissance théorique calculée précédemment tel que :

$$\boldsymbol{P_{max}} = \frac{16}{27} P_{th}$$

Le calcul donne dans notre cas pour une hélice de 200 mm et une vitesse du voilier de 15 nœuds (7,5 m/s) une valeur $\boldsymbol{P_{max}}$ = 4 kW.

Question I.8 : En utilisant le résultat précédent et les caractéristiques annoncées par le constructeur dans le **document ressource I**, proposer au minimum deux facteurs influant sur la production réelle.

Nous proposons maintenant d'étudier l'influence de l'angle de calage des pales défini dans le **document ressource V**. Cet angle détermine l'interaction des pales avec le flux d'eau environnant et joue un rôle crucial dans la performance d'un hydrogénérateur. Le **document ressource VI** donne les courbes de production et de traînée pour deux valeurs de calage.

Question I.9 : Proposer un avantage et deux inconvénients à l'intégration d'un système de calage variable en fonction des conditions de navigation.

Question I.10 : Le constructeur a choisi de limiter la puissance produite à 600 W. Indiquer, selon vous, quelles sont les raisons principales pour lesquelles les fabricants limitent la puissance maximale de leurs hydrogénérateurs.

Partie 2 : Validation du dimensionnement de l'hydrogénérateur

Notre hydrogénérateur intègre un mécanisme de contrôle dynamique pour ajuster automatiquement l'angle de calage en temps réel en fonction des conditions changeantes de navigation, assurant ainsi une optimisation continue de la performance. La modification de l'angle de calage permet d'ajuster l'angle d'incidence des pales. La définition de ces angles et leur domaine de variation sont précisés sur le **document ressource V**.

La solution retenue par le constructeur pour modifier l'angle de calage des pales est relativement simple. Un schéma cinématique simplifié est donné dans le **document ressource VII**. Afin de rendre compte des mobilités effectives du mécanisme, un vérin hydraulique, modélisé en liaison glissière avec l'arbre d'hélice, ajuste l'angle de calage et permet ainsi de faire tourner les pales autour de leur axe longitudinal. Ce vérin comprend une chambre de travail cylindrique de diamètre D = 30 mm située à l'intérieur du moyeu porte pales. Cette chambre est alimentée en fluide par une conduite centrale dans l'arbre d'hélice (**document ressource VIII**). Le fluide sous une pression de p permet de générer le mouvement du piston du vérin. Un système de pilotage permet de faire varier la pression de manière continue entre 0 et 5 bars.

Note : pour les applications numériques, une aide au calcul est proposée en **document ressource XV**.

Question II.1 : Donner l'expression de la course c du vérin permettant de couvrir le domaine de calage des pales. Faire l'application numérique.

Question II.2 : Déterminer analytiquement l'effort maximal $F_{vérin}$ que le vérin est capable de générer. Faire l'application numérique.

Le système de calage permet d'orienter les pales de façon continue entre deux positions extrêmes (**document ressource V**) :

- Position β_{mini} = 39° : production à basse vitesse avec calage minimal ;
- Position β_{maxi} = 90° : hélice en drapeau minimisant la traînée pour faciliter la mise à l'eau à des vitesses élevées du bateau.

Pour des raisons de sécurisation de la production électrique en cas de défaillance du système hydraulique, le concepteur a choisi d'utiliser un vérin simple effet.

Tournez la page S.V.P.

Question II.3 : Justifier en quoi l'utilisation d'un vérin simple effet répond à la problématique proposée et préciser, selon vous, quelle doit être la position de celui-ci en l'absence de pression de commande. Proposer un préactionneur compatible avec le fonctionnement attendu en précisant ses caractéristiques et justifier son choix.

Nous nous intéressons, dans les questions suivantes, au dimensionnement du ressort de rappel du vérin assurant le maintien du calage minimal. Nous nous plaçons dans le cas le plus défavorable où les pales sont orientées perpendiculairement au flux d'eau pour une vitesse de voilier de 15 nœuds au moment de la mise à l'eau (hélice à l'arrêt). Dans une première approche, nous faisons l'hypothèse que chaque pale est rectangulaire de dimension 25x50 mm^2 (**document ressource IX**). Chaque pale est en liaison pivot dans le moyeu, et principalement soumise à une sollicitation de flexion due à la force de traînée qui peut être exprimée comme suit :

$$\boldsymbol{F_{hydro}} = \frac{1}{2}\rho A V^2 C_x$$

avec ***A*** la surface de la plaque perpendiculaire à la direction de l'écoulement, ***V*** la vitesse de l'écoulement de l'eau par rapport à la plaque et $\boldsymbol{C_x}$ le coefficient de traînée.

La figure du **document ressource IX** donne les valeurs du coefficient de traînée $\boldsymbol{C_x}$ mesurées expérimentalement pour une plaque plane dont l'allongement varie de 1 à l'infini. La force de traînée est appliquée au milieu de la pale comme représenté sur le **document ressource IX**.

Question II.4 : Faire le bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur une pale et représenter graphiquement ces actions mécaniques.

Question II.5 : En isolant une pale et en tenant compte du paramétrage de sa géométrie (**document ressource IX**), déterminer l'expression de l'effort minimal $\boldsymbol{F_{piston/pale}}$ exercé par le piston sur une pale permettant de maintenir l'équilibre de celle-ci. Faire l'application numérique.

Pour la suite des calculs, nous prendrons $\boldsymbol{F_{piston/pale}}$ = 30 N.

Question II.6 : En déduire la valeur de la précharge minimale du ressort permettant de maintenir les pales de l'hélice.

En faisant l'hypothèse que la contribution de l'effort $\boldsymbol{F_{hydro}}$ calculé précédemment sur l'orientation des pales est négligeable devant l'effort de rappel du ressort.

Question II.7 : Calculer la raideur ***k*** du ressort de compression permettant d'utiliser au mieux la plage de variation de la pression ***p*** [0-5 bars] pour parcourir la course déterminée précédemment.

Question II.8 : Sélectionner, en explicitant et en chiffrant vos critères de choix, un ressort en donnant sa référence dans la documentation constructeur du **document ressource IX**, sachant que la longueur minimale du ressort à la pression ***p*** = 0 bar est de 35 mm (pour une question d'implantation dans le système réel).

Nous nous intéressons maintenant à la liaison encastrement par emmanchement conique entre l'arbre d'hélice et le moyeu (**document ressource VIII**). Nous admettrons que la puissance maximale produite par l'hydrogénérateur est atteinte pendant la phase d'accélération à une vitesse de 600 tr/min et produit une traînée de 300 N exercée sur l'hélice.

Question II.9 : Donner l'expression du couple $C_{hélice}$ à transmettre dans cette liaison. Faire l'application numérique.

Pour garantir la transmission du couple $C_{hélice}$ par adhérence, une pression de contact p_0, supposée uniforme, dans la liaison conique est nécessaire.
Une application numérique donne p_0 = 6 N/mm^2.

Question II.10 : Relier, en précisant la démarche de calcul, l'effort presseur F_p exercé par l'écrou et la pression de contact p_0 dans l'emmanchement conique et les dimensions jugées utiles.

Un calcul numérique avec l'application d'un coefficient de sécurité de 2 permettant de prendre en compte les effets de la traînée sur l'assemblage donne un effort de serrage de l'écrou F_p = 2000 N.

Question II.11 : Préciser le type de sollicitation dans le bout d'arbre d'hélice dans l'hypothèse où les frottements dans l'assemblage vissé sont négligés. Dans ces hypothèses, indiquer l'endroit de l'arbre d'hélice où la contrainte est maximale et donner son expression. Calculer numériquement la valeur de σ_{max} dans le bout d'arbre d'hélice.

Question II.12 : Afin de prendre en compte les phénomènes de concentration de contraintes, nous appliquons un coefficient de sécurité de 3. Conclure sur la tenue de l'assemblage en justifiant votre réponse.

Partie 3 : Industrialisation de pièces de l'hydrogénérateur

Dans cette partie, nous étudions la production de différentes pièces de l'hydrogénérateur et plus particulièrement le moyeu porte pales qui s'assemble avec le chapeau porte pales (**documents ressources X et XI)**. Ces deux pièces sont positionnées au moyen d'un centrage court et assemblés par six vis. Les pales sont guidées en rotation dans ces deux pièces. Le moyeu porte pales assure également la liaison avec le vérin qui pilote le calage des pales et l'arbre d'hélice grâce à l'emmanchement conique.

Nous nous intéressons ici à la production des pièces décrites dans les **documents ressources II et X**.

La **"chape de fixation"** est fabriquée à partir d'une tôle d'épaisseur 3 mm.

Question III.1 : Proposer et justifier un matériau et l'ensemble des procédés nécessaires à la transformation de celui-ci afin d'aboutir à la **"chape de fixation"**.

Question III.2 : Quel phénomène est à prendre en compte à la découpe pour obtenir une pièce conforme ?

Le **"mâtereau"** est obtenu à partir d'un profilé extrudé.

Question III.3 : Décrire succinctement le procédé d'extrusion. Préciser les formes de l'outillage permettant d'obtenir une forme creuse telle que proposée dans le **document réponse**.

L'usage de l'hydrogénérateur Racing se généralise à d'autres classes de voiliers de course au large, le fabricant étudie la possibilité de produire le **"chapeau porte pales"**, jusqu'alors usiné dans la masse, à partir d'un brut de fonderie en sable par gravité puis usiné. Le dessin de définition du brut de fonderie est disponible dans le **document ressource XI**.

Question III.4 : Donner les avantages et inconvénients de chacun des deux procédés cités précédemment d'un point de vue technico-économique et environnemental. Quel(s) critère(s) permettrait(ent) de justifier le changement de moyens de production ?

Question III.5 : Expliquer le principe général du procédé de fonderie en sable.

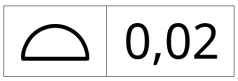
La section de la pièce brute est représentée dans le **document réponse**.

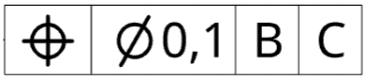
Question III.6 : Compléter le dessin sur le **document réponse** en précisant la géométrie des deux demi-moules, la position du plan de joint, le système de remplissage et autres appendices de coulée ainsi que le vecteur gravité $\vec{g}$.

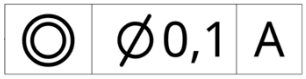
Question III.7 : Le dessin sur le **document réponse** présente une section de la pièce brute intégrant les contraintes du procédé de fonderie. Pour chacune des zones visibles sur le dessin, compléter le tableau en indiquant le nom de la modification ainsi que le défaut évité, sa description et son origine.

Nous nous intéressons maintenant à la production de la pièce **"moyeu porte pales"** dont le dessin de définition partiel est disponible dans le **document ressource XII.** Cette pièce est réalisée en usinage à partir d'un brut étiré de diamètre 70 mm.

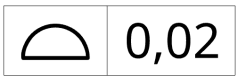
Question III.8 : Expliciter les spécifications géométriques suivantes à l'aide des **"fiches GPS"** du **document réponse** :

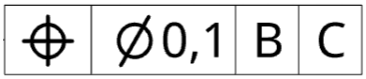


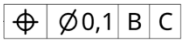




Question III.9 : Justifier le besoin fonctionnel des spécifications géométriques suivantes :





Question III.10 : Pour la spécification 

, expliquer pourquoi les surfaces de références B et C ont été choisies. Justifier l'ordre dans lequel le système de référence B|C a été choisi.

Nous nous intéressons à l'usinage des surfaces fonctionnelles. Les surfaces et groupes de surfaces à usiner sont indiqués dans le **document ressource XIII**. Nous proposons une gamme de fabrication en **deux phases** successives :

- Phase 10 : usinage des entités {Plan d'appui du chapeau porte pales ; Centrage court du chapeau porte pales ; Chambre de travail ; Guidages des pales ; Trous taraudés} ;

- Phase 20 : usinage des entités {Cône ; Plan face libre}.

L'atelier de production envisagé possède les moyens d'usinage suivant : tour 2 axes, tour 3 axes, fraiseuse 3 axes à broche verticale, fraiseuse 4 axes à broche horizontale, fraiseuse 5 axes.

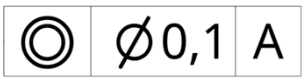
Question III.11 : Pour chacune des **deux phases**, proposer et justifier le choix d'une machine et de sa cinématique minimale pour réaliser les usinages. Vous compléterez les schémas proposés avec l'axe de la broche, les axes X, Y et Z de la machine et le ou les éventuels axes de rotation.

Question III.12 : Illustrer en complétant le **document réponse** les opérations d'usinage des surfaces élémentaires **"**Plan face libre**"**, **"**Cône**"**. Vous ferez apparaître la silhouette de chaque outil, correctement orienté par rapport à la surface usinée ainsi que la trajectoire de l'outil pour réaliser l'entité.

Question III.13 : Pour la phase 20, proposer la liste des différentes liaisons à réaliser entre la pièce et le porte pièce (appui plan, linéaire rectiligne, linéaire annulaire ou ponctuelle) ainsi que les surfaces de la pièce concernées pour réaliser une mise en position isostatique. Préciser pourquoi la mise en position doit être isostatique.

Question III.14 : En analysant le système de cotation partiel proposé du moyeu porte pales **(document ressource XII)**, critiquer la gamme de fabrication.

Nous nous intéressons pour finir aux opérations de métrologie réalisées sur une machine à mesurer tridimensionnelle présentée en **document ressource XIV** pour valider la conformité de la pièce et en particulier la spécification géométrique suivante :



Plusieurs surfaces ont été extraites dont la surface intégrale réelle tolérancée et les surfaces intégrales réelles de référence au moyen d'un palpeur sous forme de nuages de points (notés entre accolades { }). À ces nuages de points ont été respectivement associés un élément idéal intégral et un élément idéal dérivé (**document ressource XIV**) :

- {CO1} : pour la surface conique de référence à laquelle est associé le cône idéal CO1 défini par son axe, son sommet (éléments dérivés) et son angle au sommet (caractéristique intrinsèque) ;
- {CY1} : pour la surface cylindrique à laquelle est associé le cylindre idéal CY1 défini par son axe (élément dérivé) et son rayon (caractéristique intrinsèque) ;
- {PL1} : pour la surface plane à laquelle est associé le plan idéal PL1 ;
- {PL2} : pour la surface plane à laquelle est associé le plan idéal PL2.

Pour chacune des questions suivantes, vous produirez des schémas explicatifs à l'appui de vos réponses.

Question III.15 : Justifier la création de deux points extrêmes PT5 et PT6 délimitant l'axe du cylindre CYL1 en vue de contrôler la conformité de la spécification étudiée.

Question III.16 : Proposer une méthodologie de construction pour élaborer ces deux points extrêmes PT5 et PT6.

Question III.17 : Quelle condition de distance(s) permet de contrôler la conformité de la spécification ?

Partie 4 : Conception du système de calage des pales

Dans cette partie, nous nous intéressons à la réalisation de plusieurs fonctions au niveau de l'arbre d'hélice, de la transformation de mouvement pour le calage des pales ainsi que la liaison pivot du mâtereau pour retirer l'hydrogénérateur de l'eau.

Les éléments normalisés dessinés par le candidat (roulements à billes, joints, vis…) devront respecter au mieux les proportions. Si les conditions de montage et d'utilisation de ces éléments impliquent des types d'ajustements, ceux-ci devront être précisés.

De plus, l'ensemble des solutions proposées devra garantir le montage et le démontage de cette partie du système.

Question IV.1 : Représenter aux instruments **directement dans le document réponse** une solution constructive pour la réalisation de la fonction suivante :

Liaison pivot entre le **mâtereau** et le **sous ensemble flasques** (**document ressource II**) permettant d'assurer :

- le guidage par interposition de pièces de friction (formes à définir) ;
- l'assemblage démontable ;
- le non-écrasement du mâtereau lors du serrage ;
- la limitation des déformations des flasques.

Question IV.2 : Représenter aux instruments sur le **Dessin Réponse** (au format A3) une solution constructive pour la réalisation de l'ensemble des fonctions suivantes :

1. Liaison pivot entre l'**arbre du rotor** et le **bulbe** (**document ressource II**) permettant d'assurer :
   - le guidage du rotor au moyen d'éléments roulants ;
   - l'arrêt axial du rotor ;
   - le réglage du jeu fonctionnel axial.

2. Étanchéité entre le **bulbe** contenant l'huile sous pression et l'eau de mer permettant d'assurer :

   - l'étanchéité dynamique au moyen de joints à lèvre adaptés ;
   - l'étanchéité statique au moyen de joints adaptés.

3. Guidage du **piston** (représenté en position repos) dans la chambre de travail du **moyeu porte pales** permettant d'assurer :

   - une longueur de guidage suffisante ;
   - une surface d'interface du fluide suffisamment grande pour appliquer l'effort ;
   - l'absence d'interférence avec l'écrou de serrage de l'emmanchement conique ;
   - l'étanchéité dynamique de la chambre.

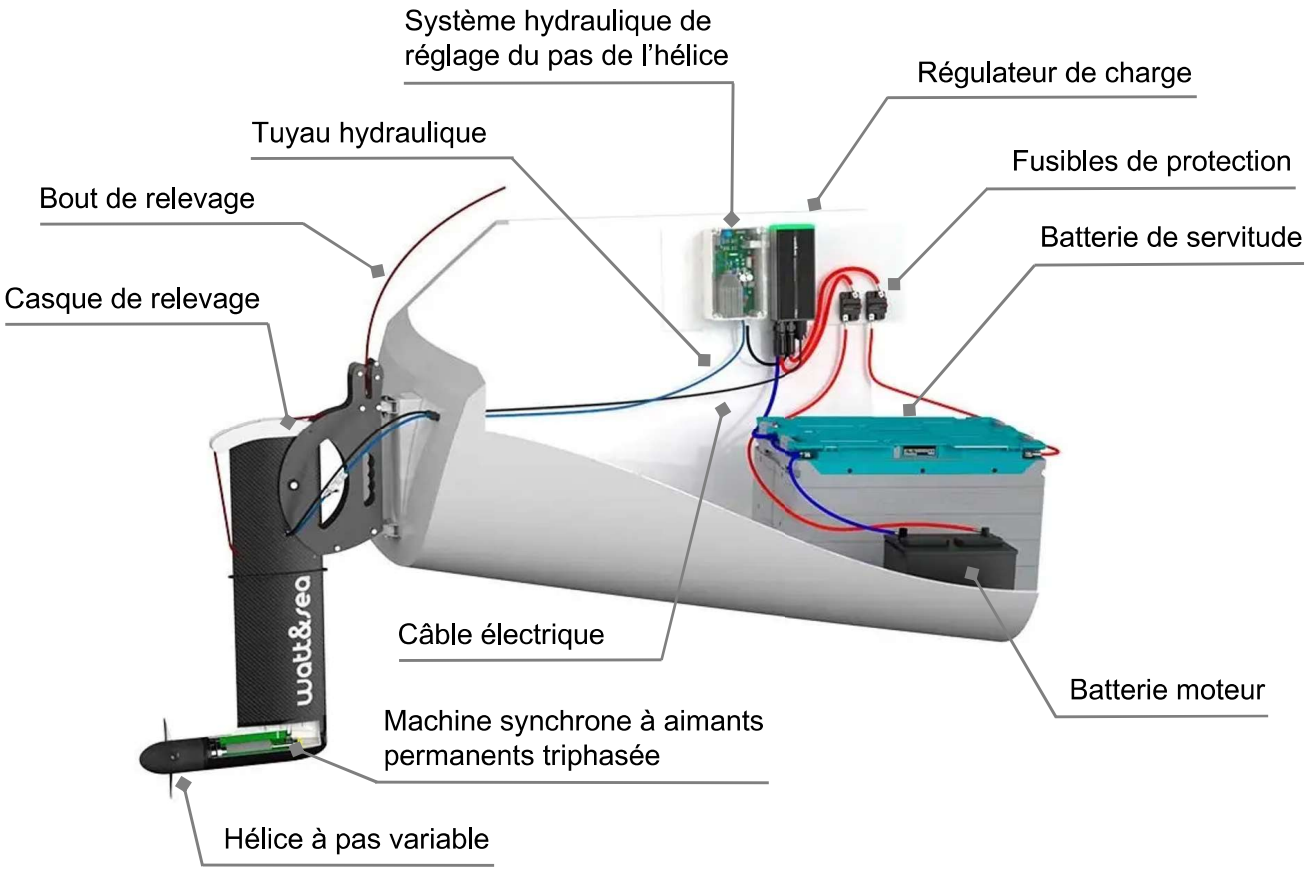
4. Liaison encastrement démontable de la butée de **piston** dans le **chapeau porte pales** (**document ressource V**) permettant d'assurer :

   - la course ***c*** = 8 mm du vérin ;
   - la mise en position de la butée ;
   - le maintien en position de celle-ci ;
   - la mise en place du ressort de rappel du vérin ;
   - une pièce d'appui au ressort de rappel (afin d'éviter le contact direct du ressort sur le chapeau porte pales en alliage d'aluminium) ;
   - le maintien en position de l'ogive par une vis M6.

FIN DE L'ÉNONCÉ

IMPRIMERIE NATIONALE – 25 1013 – D'après documents fournis

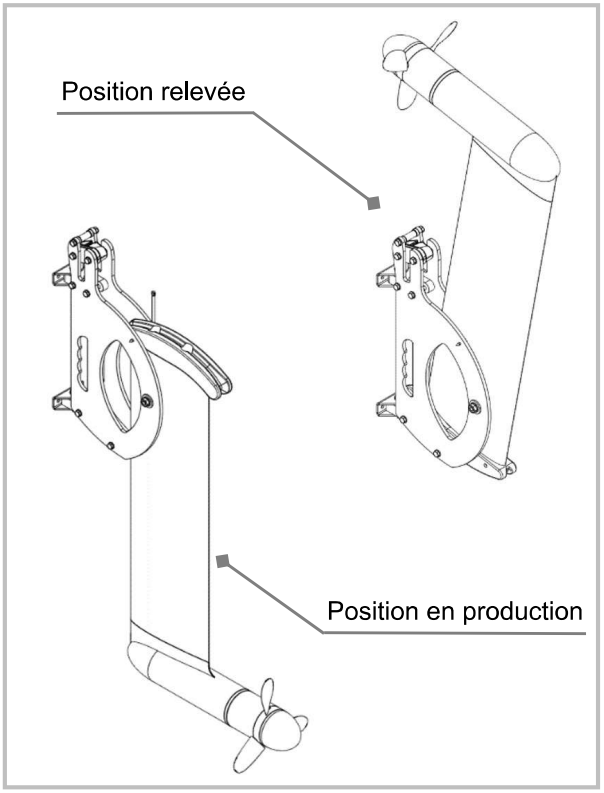
Installation typique d'un hydrogénérateur Racing



Caractéristiques principales

Hydrogénérateur	Puissance nominale 600 W
Convertisseur	Puissance max 600 W 12 V / 24 V auto-détecté Entrée solaire 7,5-50 V / 14 A
Coffret hydraulique	Alimentation 10-60 V Visualisation de la pression Pompe à engrenages brushless
Casque de relevage	Flasques aluminium anodisé avec taquet coinceur Goupille de verrouillage
Mâtereau	Aluminium thermo-laqué Longueur 610 mm
Plage de fonctionnement	5 à 30 nœuds (2,5 à 15 m/s)
Hélice	Pas variable Pales composite Diamètre 200 mm

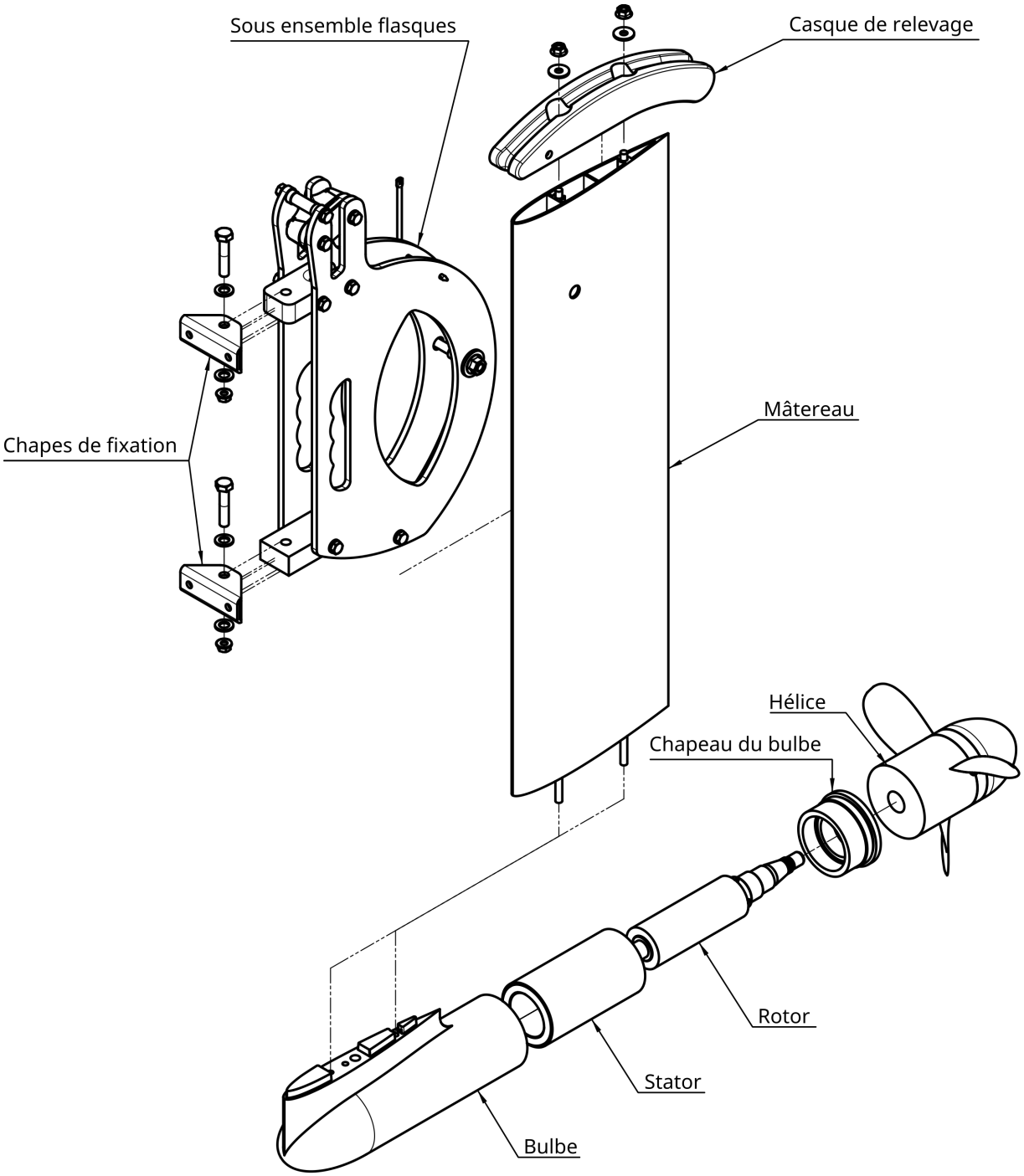
Positions d'utilisation



DOCUMENT RESSOURCE I

Tournez la page S.V.P.

Éclaté de l’hydrogénérateur Racing



DOCUMENT RESSOURCE II

Voilier de Classe IMOCA 60 en quelques chiffres



Caractéristique	Valeur
Tirant d'eau max (profondeur sous la ligne de flottaison)	4,50 m
Longueur coque max	18,28 m
Longueur hors-tout	20,12 m
Largeur max	5,85 m
Tirant d'air max (hauteur au dessus de la ligne de flottaison)	29 m

---

Le Vendée Globe en quelques chiffres

Distance théorique à parcourir :	21 638 milles soit 40 075 km
Record de l'épreuve : (édition 2024/2025)	Charlie Dalin 64 j 19 h 22 min 49 s 23 905 miles à la vitesse moyenne de 15,31 nœuds

<u>Valeurs numériques retenues dans le contexte de l'étude</u> :
Vitesse moyenne : 15 nœuds (7,5 m/s)
Durée de l'épreuve : 80 jours

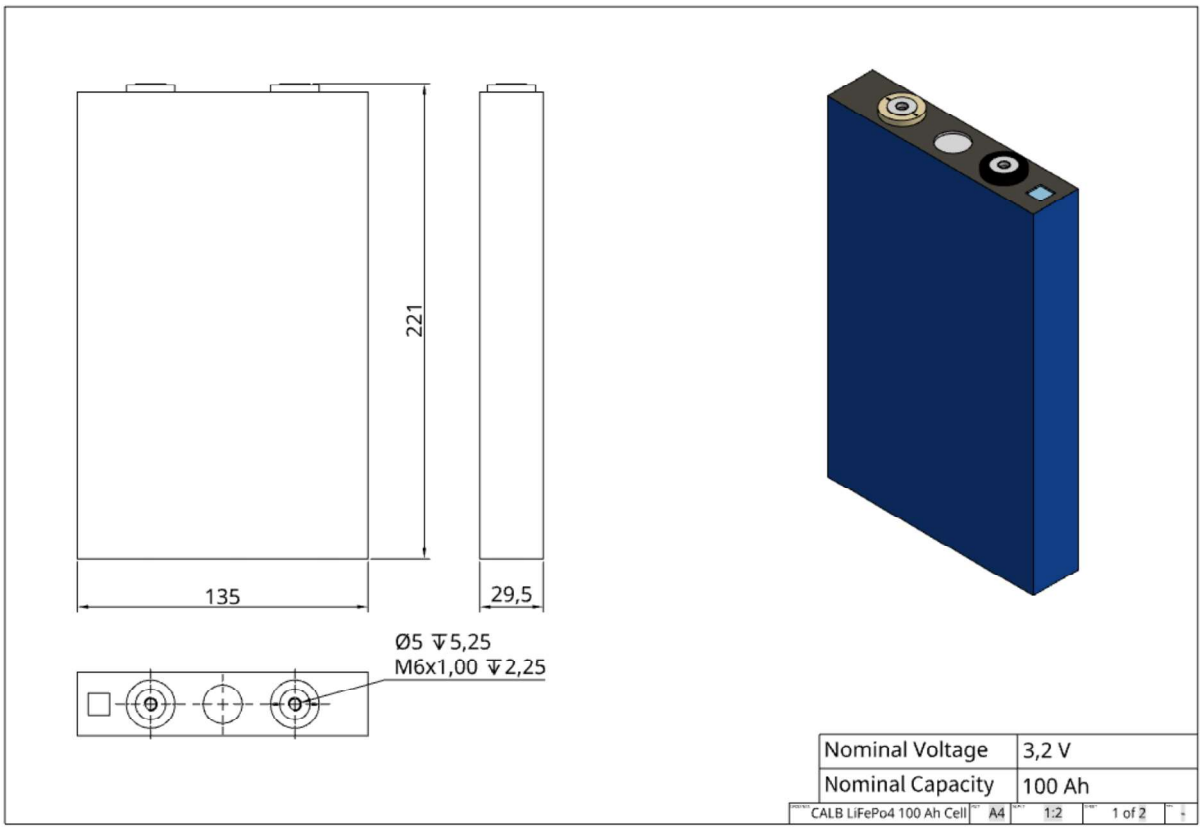
Production d'énergie à bord

Moteur diesel + Alternateur + Régulateur de charge	**Puissance moteur : 50 CV (37 kW)** **Puissance électrique produite à 1500 tr/min : 3600 W** **Consommation à 1500 tr/min : 0,75 l/h** **Masse du système : 160 kg** **Masse volumique du diesel : 830 kg/m^3**
Installation photovoltaïque	Surface installée : 10 m^2 Puissance crête installée : 1300 Wc Production journalière moyenne : 3 kWh Masse totale : 25 kg Note : la production est estimée sous les latitudes du cap Horn (50° latitude Sud) en ne prenant en compte que la moitié de la surface de panneaux installée (ombre portée des voiles pendant la navigation)
Hydrogénérateur	Nombre : 2 fonctionnant en alternance (bâbord / tribord) Puissance fournie à 15 nœuds : 600 W Masse unitaire (avec électronique) : 10 kg

DOCUMENT RESSOURCE III

Tournez la page S.V.P.

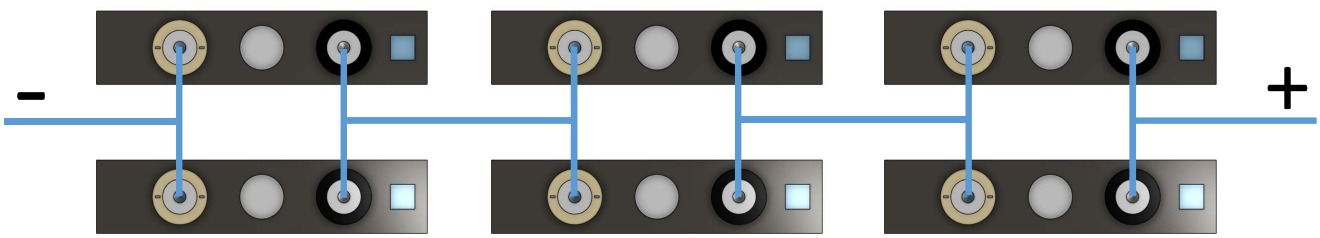
Cellule LiFePo4 (Lithium-Fer-Phosphate)



Caractéristique	Paramètres
Énergie spécifique	160 Wh/kg (580 J/g)
Capacité nominale	100 Ah
Tension nominale de la cellule	3,2 V
Tension de décharge minimale	2,5 V
Température de fonctionnement	-20°C à 60°C
Taux d'auto-décharge	1-3% par mois
Profondeur de décharge	80%-100%

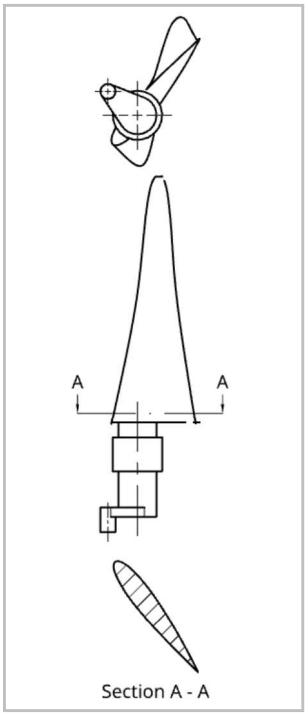
Disposition des cellules

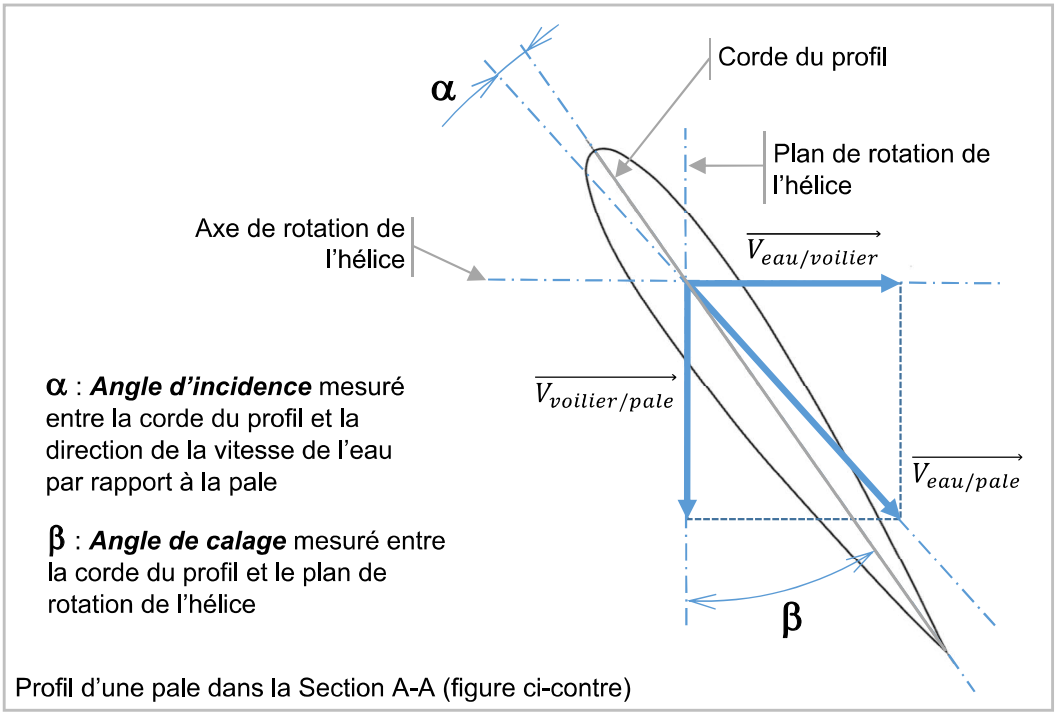
Une batterie est couramment constituée d'un nombre de ***x*** packs de ***y*** cellules en parallèle (noté ***x*S*y*P**). La figure ci-dessous présente une disposition ***3S2P***.



DOCUMENT RESSOURCE IV

Paramétrage des angles d'une hélice



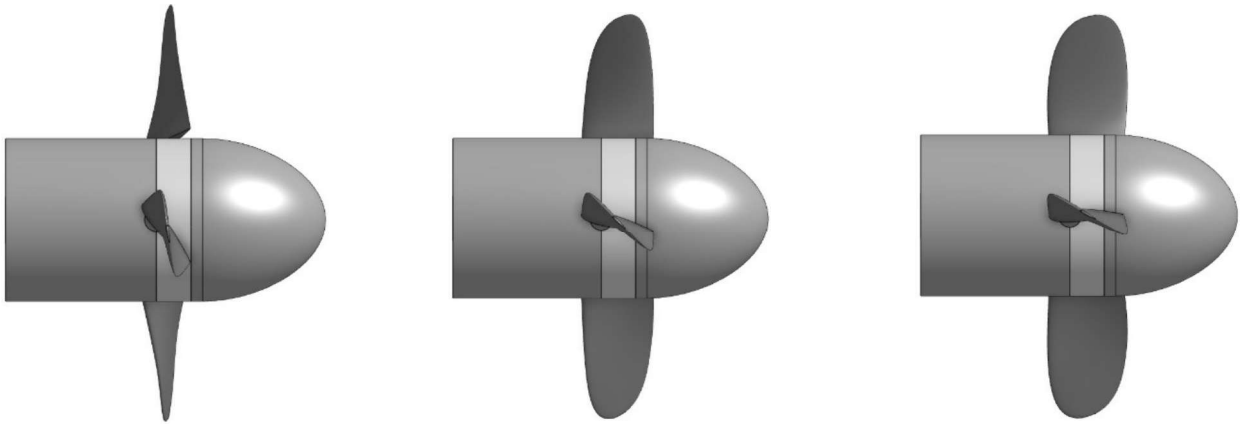


α : ***Angle d'incidence*** mesuré entre la corde du profil et la direction de la vitesse de l'eau par rapport à la pale

β : ***Angle de calage*** mesuré entre la corde du profil et le plan de rotation de l'hélice

Profil d'une pale dans la Section A-A (figure ci-contre)

Différentes configurations de l'hélice

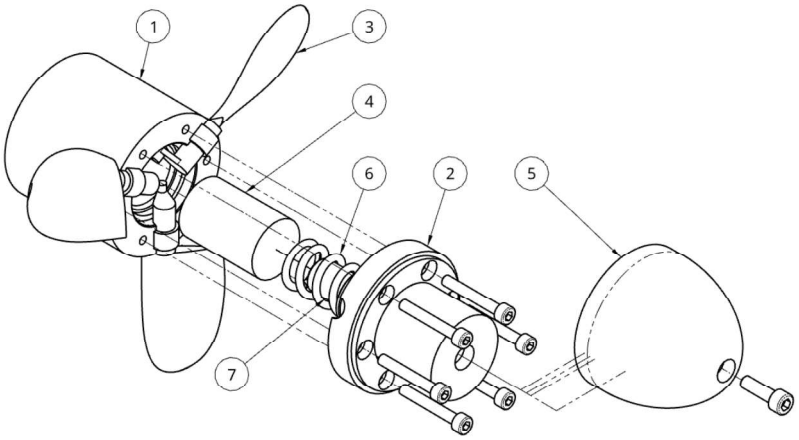


$\beta_{mini} = 39°$

$39° < \beta_{courant} < 90°$ (position courante)

$\beta_{maxi} = 90°$ (hélice en drapeau)

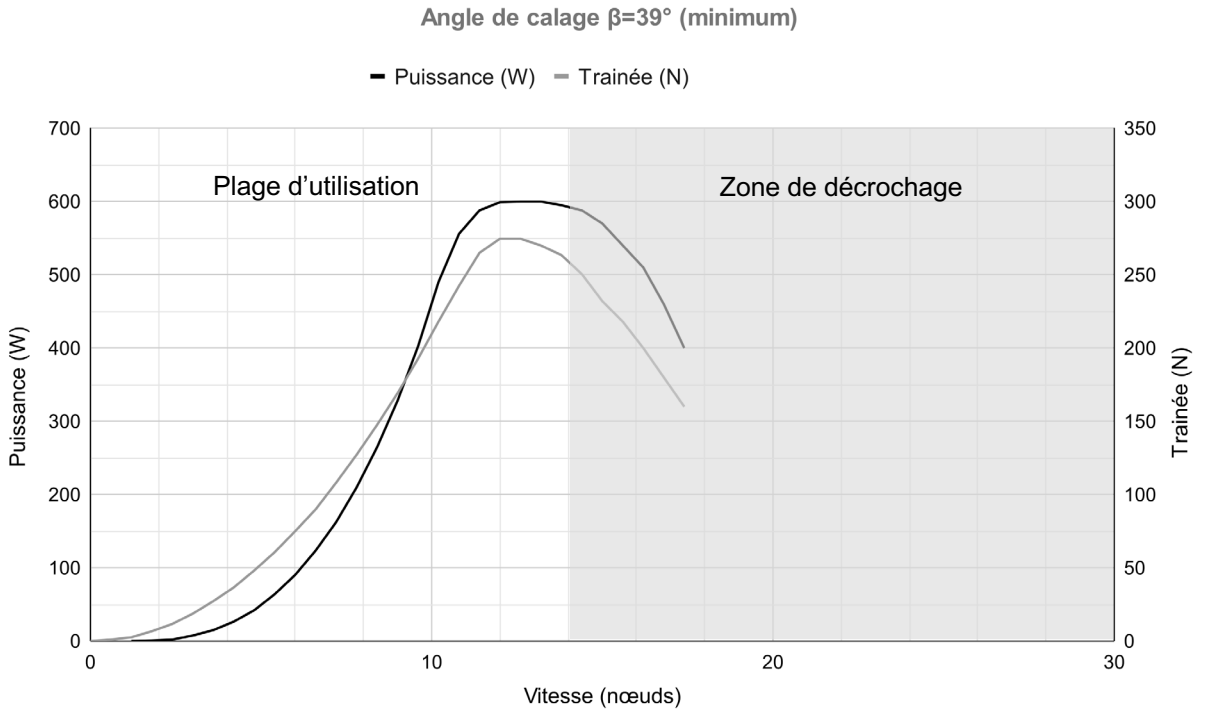
Éclaté de l'hélice à pas variable

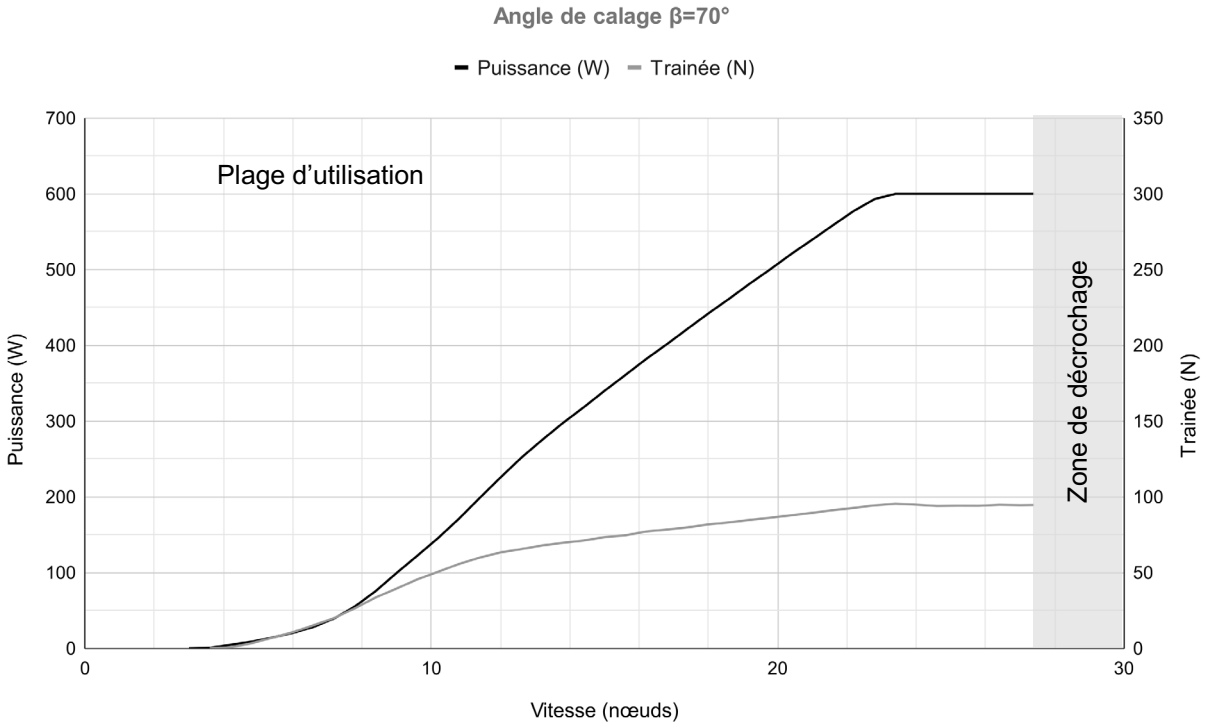


Rep	Quantité	Désignation
1	1	Moyeu porte pales
2	1	Chapeau porte pales
3	3	Pale
4	1	Piston factice
5	1	Ogive
6	1	Ressort de rappel
7	1	Butée de piston

Le piston factice (Repère **4**) est le volume enveloppe du piston qui sera étudié dans la **partie 4** du sujet.

Données de production et de trainée pour 2 angles de calage





DOCUMENT RESSOURCE VI

Silhouette des positions extrêmes des pales

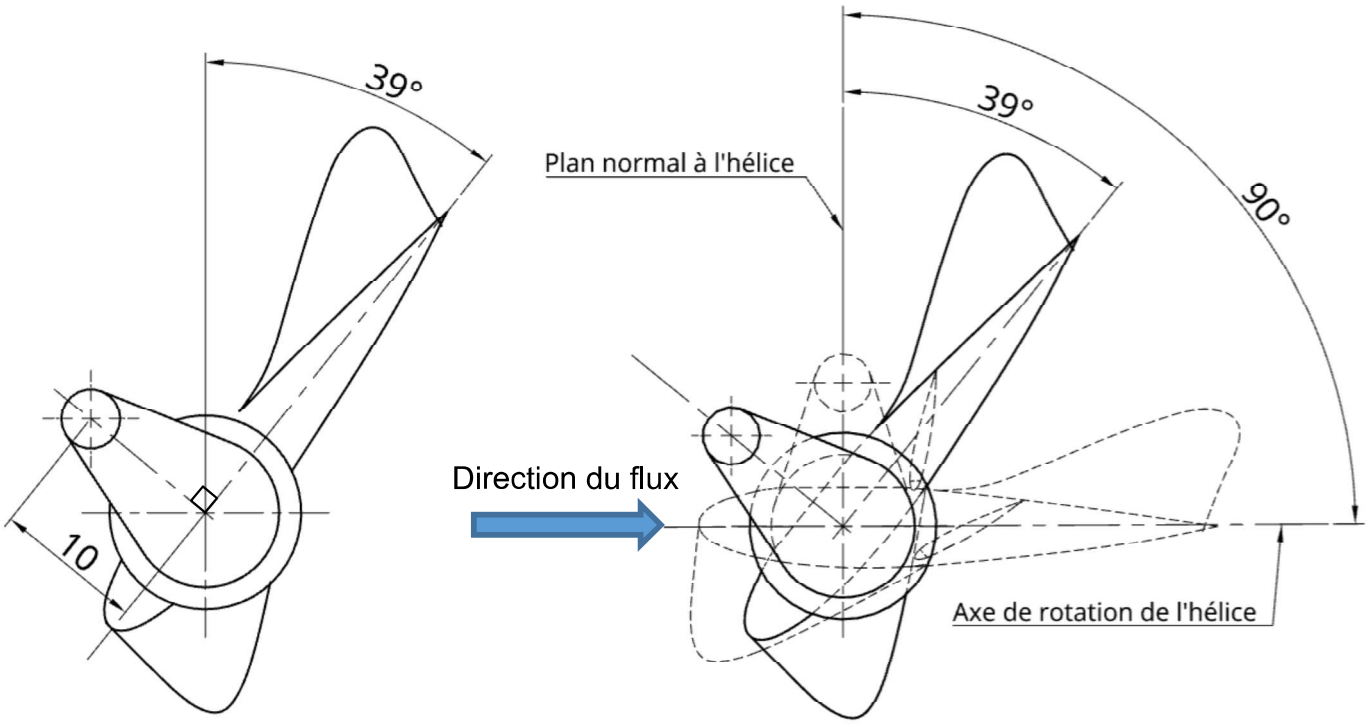
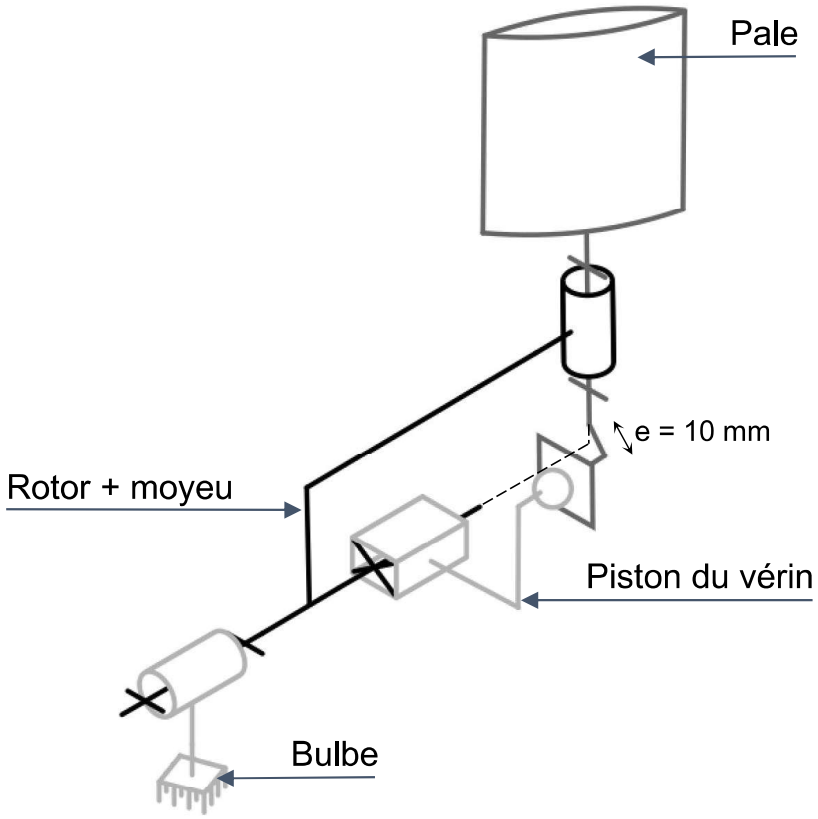
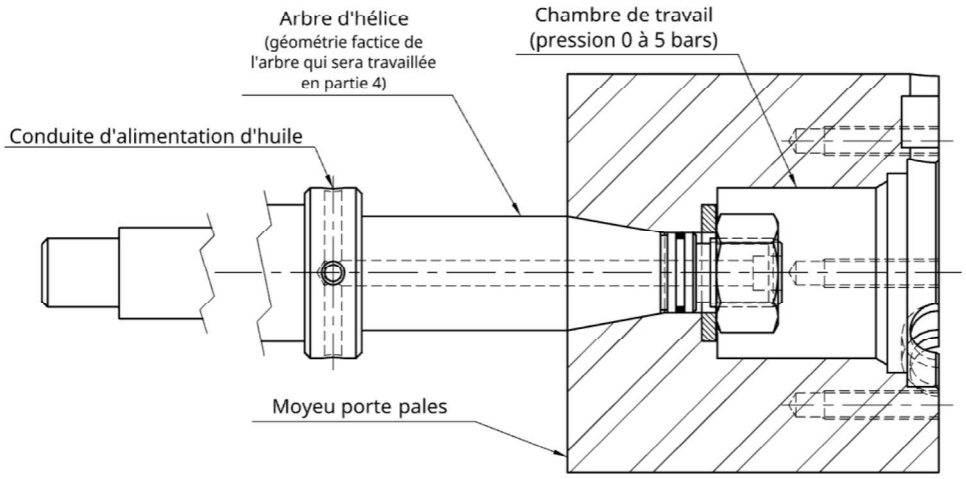


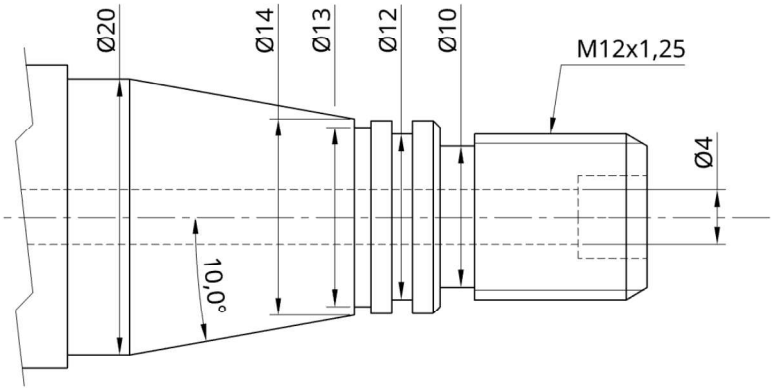
Schéma cinématique



Liaison encastrement par emmanchement conique



Cotes nominales principales du bout d'arbre d'hélice



Matériaux et propriétés mécaniques des pièces de l'assemblage

Description	Matériaux
Arbre d'hélice	Acier inoxydable 316
Joint torique	Nitrile
Moyeu porte pales	Aluminium – 6061 T6
Écrou M12 x 1,25	Acier inoxydable 316
Rondelle M12 série normale	Acier inoxydable 316

Matériaux	Désignation symbolique	Rm (MPa)	Rp 0,2 (MPa)	Module d'Young (GPa)	A %
316	X2CrNiMo 17 12 2	517	207	193	45
6061 T6	AlMg1SiCu	290	240	67	13

DOCUMENT RESSOURCE VIII

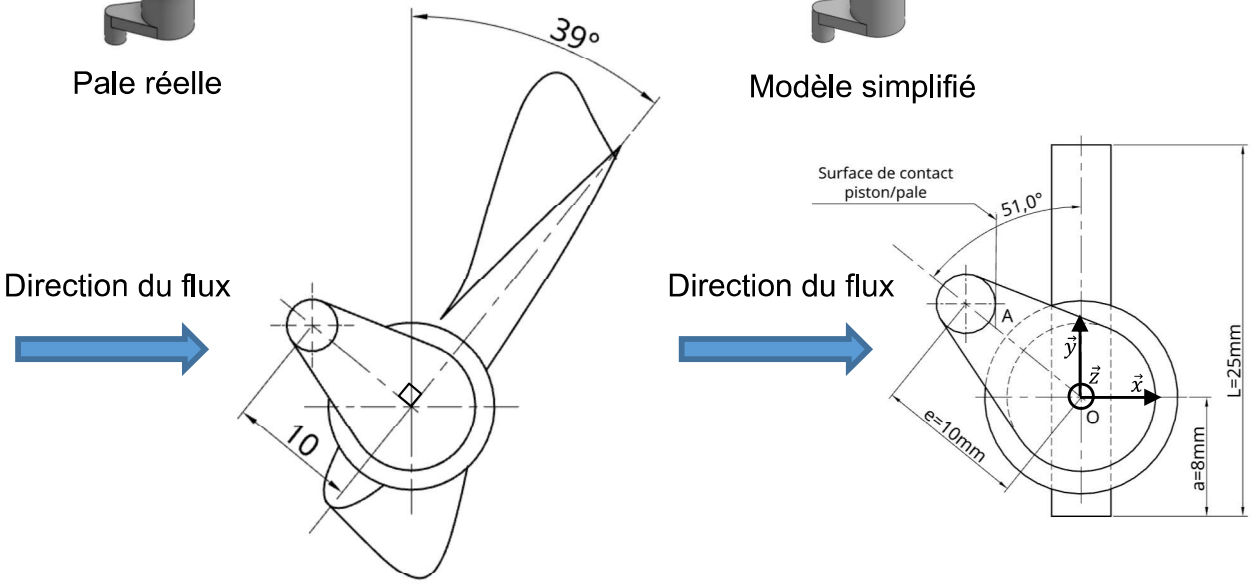
Pale réelle et modèle simplifié



Pale réelle

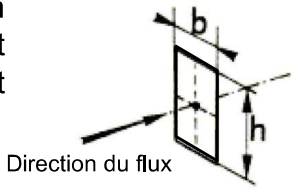


Modèle simplifié



Coefficient de traînée pour une plaque plane

La figure ci-contre donne les valeurs du coefficient de traînée de pression Cx mesurées expérimentalement pour une plaque plane dont l'allongement varie de 1 à l'infini.



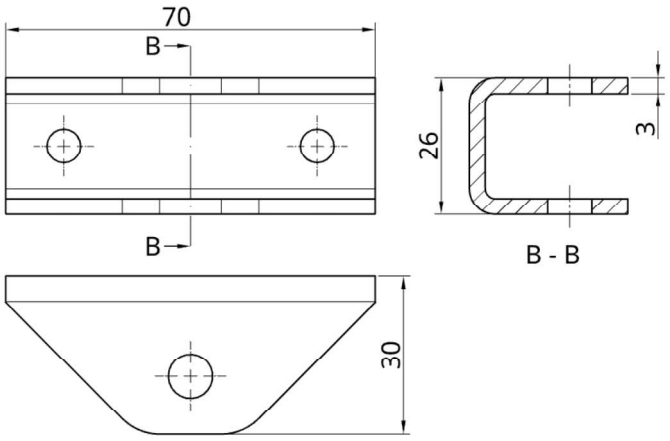
Géométries $\frac{h}{b}$	Cx
1	1,10
2	1,15
4	1,19
10	1,29
18	1,40
∞	2,01

Extrait de catalogue – ressorts de compression acier inoxydable

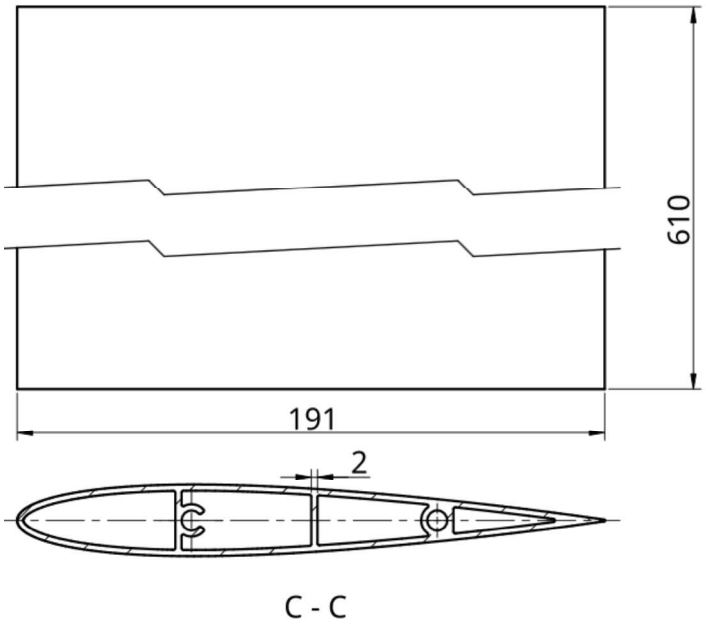
d	De	Di	L0	Ln	Sn	Fn	k	Série	Référence
Diamètre du fil (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Longueur libre (mm)	Longueur sous charge max. (mm)	Course maximale (mm)	Charge maximale sous Ln (N)	Raideur du ressort (N/mm)		
2,5	18	13	45,9	34,9	11	319,55	29,05	A	23210
2,5	19,2	14,2	40	24,9	15,1	414,65	27,46	A	23290
3,76	24,77	17,25	38,1	30,3	7,8	274,17	35,15	B	C09751481500S
4	24	16	49	31	18	816,12	45,34	A	23540
4	29	21	39	22,9	16,1	558,67	34,7	A	23580
4,11	31,12	22,9	38,1	28,96	9,14	317,71	34,76	B	C12251621500S
4,88	42,85	33,09	38,1	27,66	10,44	376,78	36,09	B	C16871921500S

Tournez la page S.V.P.

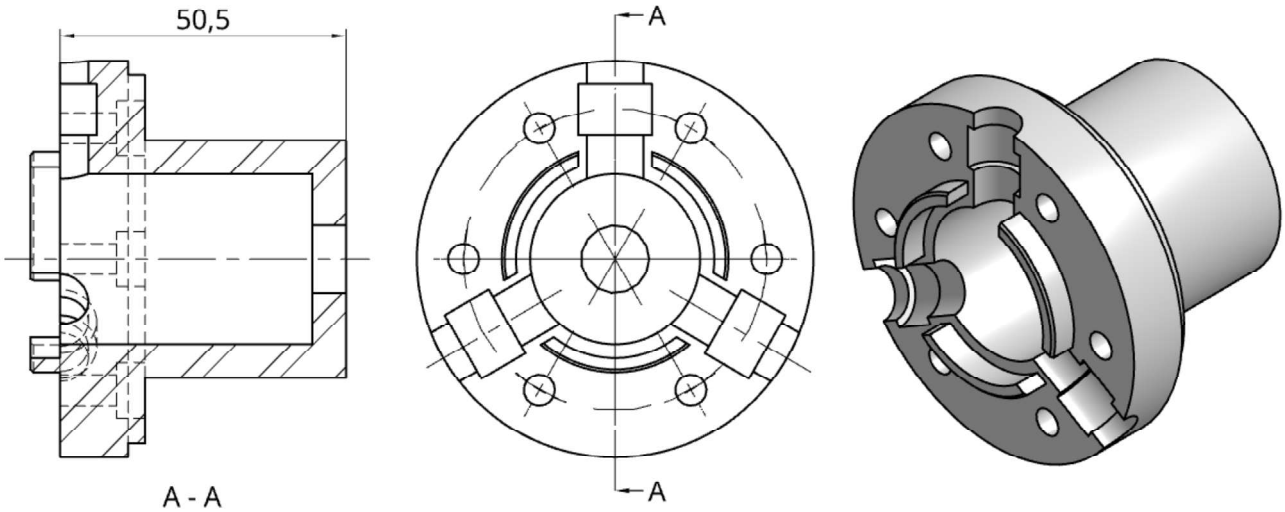
Chape de fixation



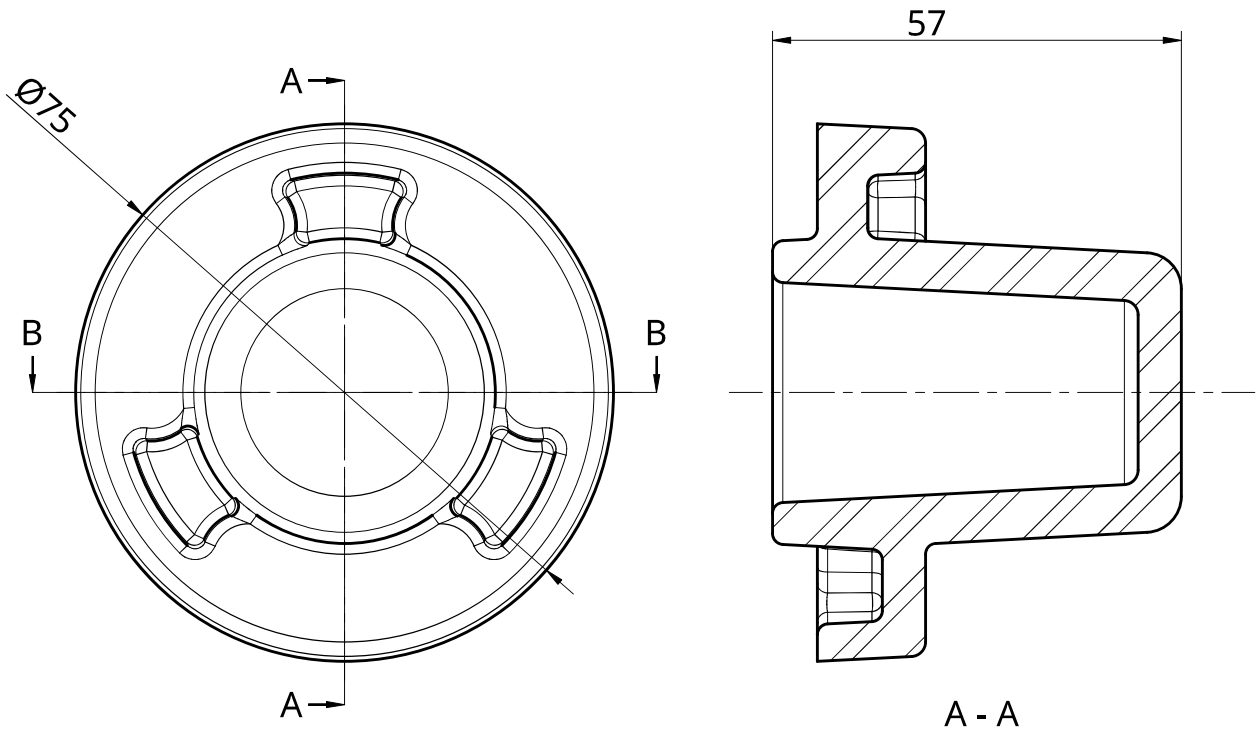
Mâtereau

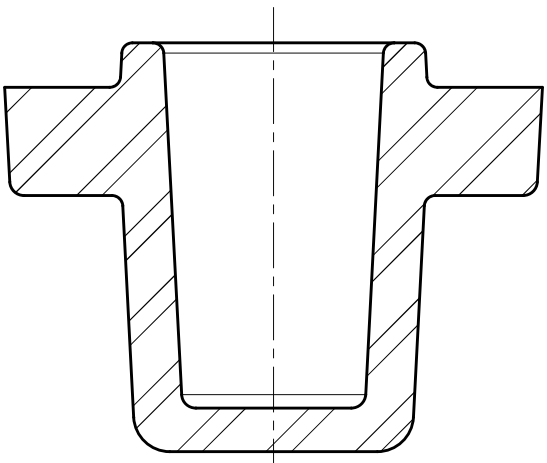


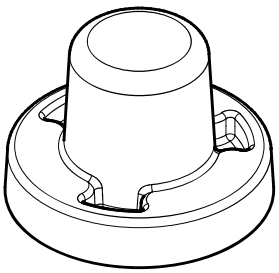
Chapeau porte pales



DOCUMENT RESSOURCE X





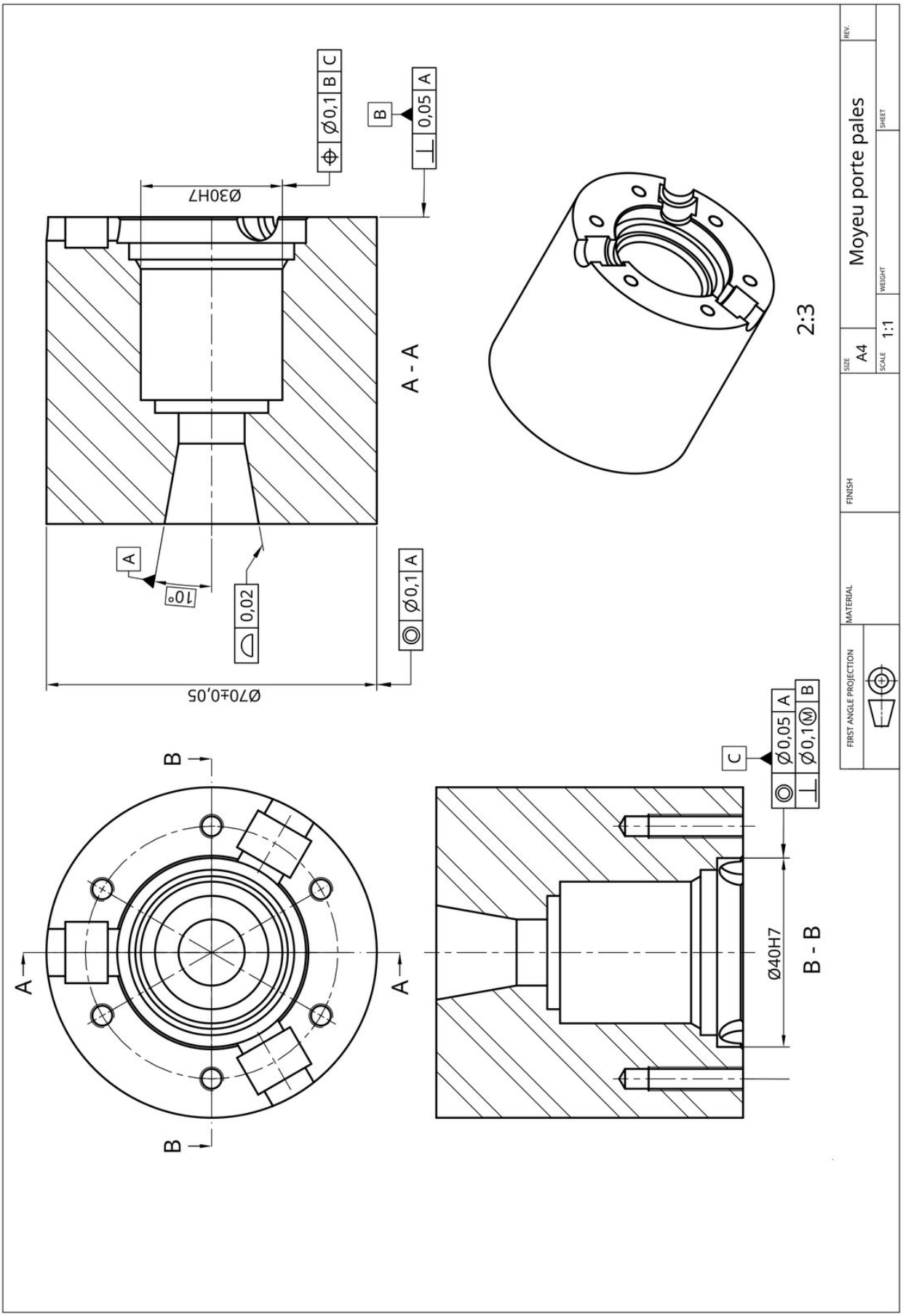


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGULAR = ± ° SURFACE FINISH		NAME	SIGNATURE	DATE
	DRAWN			
	CHECKED			
	APPROVED			
DO NOT SCALE DRAWING				
BREAK ALL SHARP EDGES AND REMOVE BURRS				
FIRST ANGLE PROJECTION	MATERIAL		FINISH	

TITLE: Chapeau porte pales
Brut de fonderie

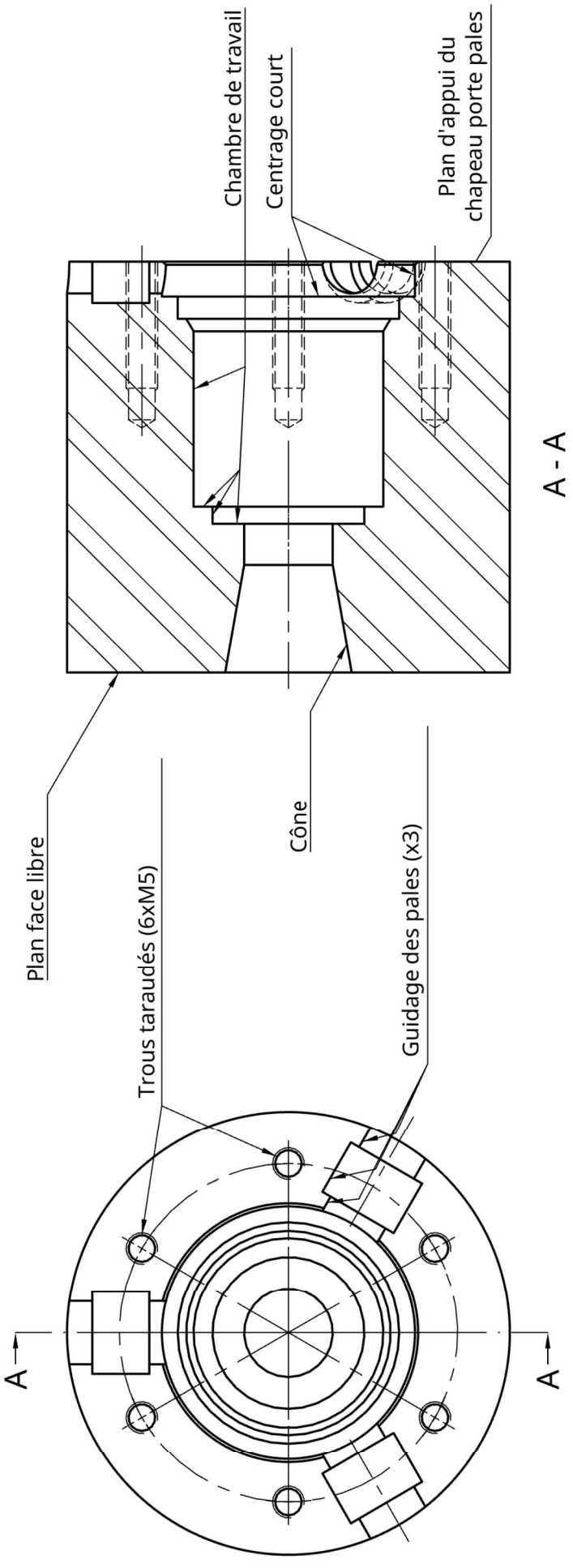
SIZE	DWG NO.	REV.
A4		

SCALE	WEIGHT	SHEET
1:1		



DOCUMENT RESSOURCE XII

Surfaces ou groupements de surfaces usinées



DOCUMENT RESSOURCE XIII **Tournez la page S.V.P.**

Métrologie par Machine à Mesurer Tridimensionnelle (MMT)

Nous rappelons qu'une MMT est essentiellement une machine permettant de palper des surfaces élémentaires réelles afin d'en extraire un nuage de points.



Associée à un logiciel de métrologie, les éléments géométriques idéaux seront créés selon les deux procédures suivantes :

- Des opérations d'**association** de points, droites, cercles, sphères, cylindres, cônes et de surfaces complexes (**éléments idéaux associés**) à des nuages de points (**éléments intégraux extraits**) qui seront placés en **base de données** ;

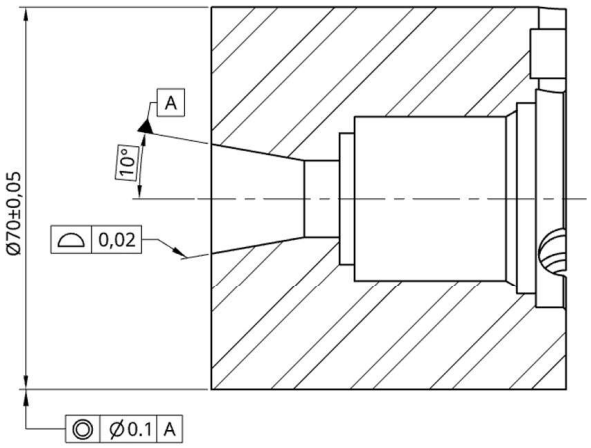
- Des opérations de **construction** entre les éléments géométriques (point, droite plan) de la **base de données**.

Le logiciel associé à la machine permet d'effectuer les calculs et constructions suivants :

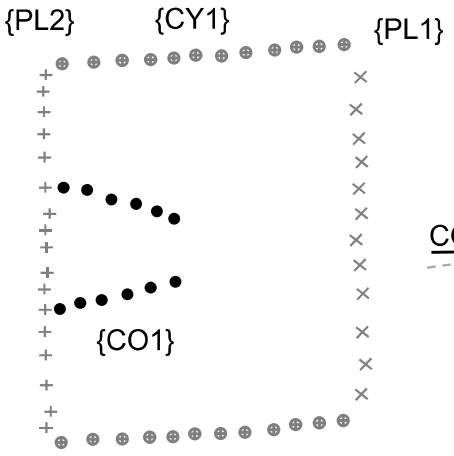
- Calcul de distances : point-point, point-droite, point-plan et droite-droite ;
- Calcul d'angles : droite-droite, droite-plan et plan-plan ;
- Constructions par intersection : plan-plan, droite-plan ;
- Construction de plan parallèle à un plan passant par un point, droite perpendiculaire à un plan passant par un point.

.

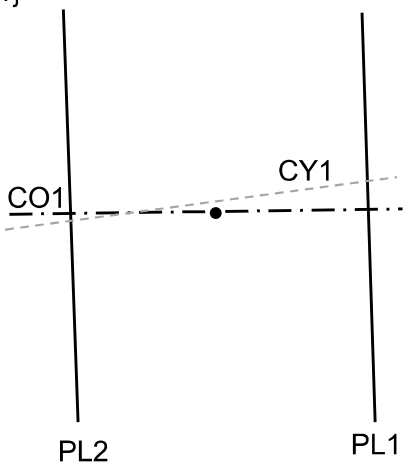
Cotation GPS
(issue du dessin de définition)



Éléments intégraux extraits
(Points palpés sur la MMT)



Éléments idéaux associés
(constituants de la base de données)



DOCUMENT RESSOURCE XIV

Formules trigonométriques usuelles

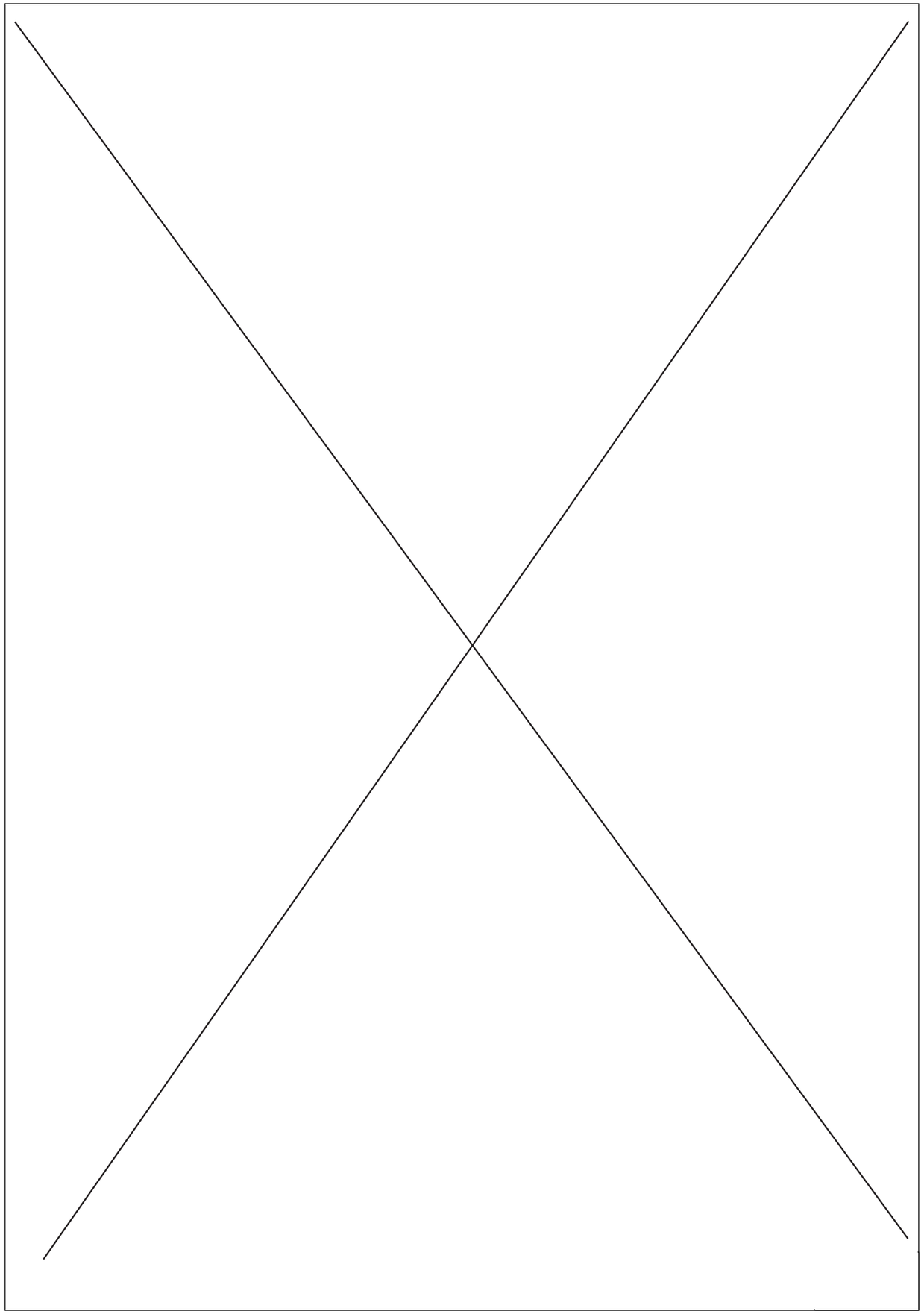
$\cos(a+b) = \cos(a)\cos(b) - \sin(a)\sin(b)$	$\cos(a-b) = \cos(a)\cos(b) + \sin(a)\sin(b)$
$\sin(a+b) = \sin(a)\cos(b) + \sin(b)\cos(a)$	$\sin(a-b) = \sin(a)\cos(b) - \sin(b)\cos(a)$
$\cos(2a) = 2\ \cos(a)^2 - 1 = 1 - 2\ \sin(a)^2 = \cos(a)^2 - \sin(a)^2$; $\sin(2a) = 2\ \sin(a)\cos(a)$	
$\cos(a)\cos(b) = \frac{1}{2}(\cos(a+b) + \cos(a-b))$	$\sin(a)\sin(b) = \frac{1}{2}(\cos(a-b) - \cos(a+b))$
$\sin(a)\cos(b) = \frac{1}{2}(\sin(a+b) + \sin(a-b))$	
$\cos(\arcsin(x)) = \sqrt{1-x^2}$	$\sin(\arccos(x)) = \sqrt{1-x^2}$

Aide au calcul

Expression	Valeur
$\cos(39°)$	0,78
$\sin(39°)$	0,63
$\tan(39°)$	0.81
$\cos(51°)$	0,63
$\sin(51°)$	0,78
$\tan(51°)$	1,23

Conversions utiles et constantes

masse volumique de l'eau de mer : ρ = 1027 kg/m^3 ≈ 1000 kg/m^3
mile nautique : 1 mn = 1 852 m
1 nœud ≈ 0,5 m/s
1 kWh = 1 MJ



Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... **Section/Spécialité/Série :** .....

Epreuve : ..... **Matière :** ..... **Session :** .....

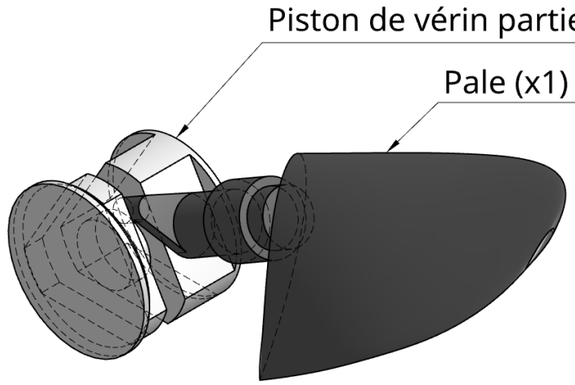
CONSIGNES

- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

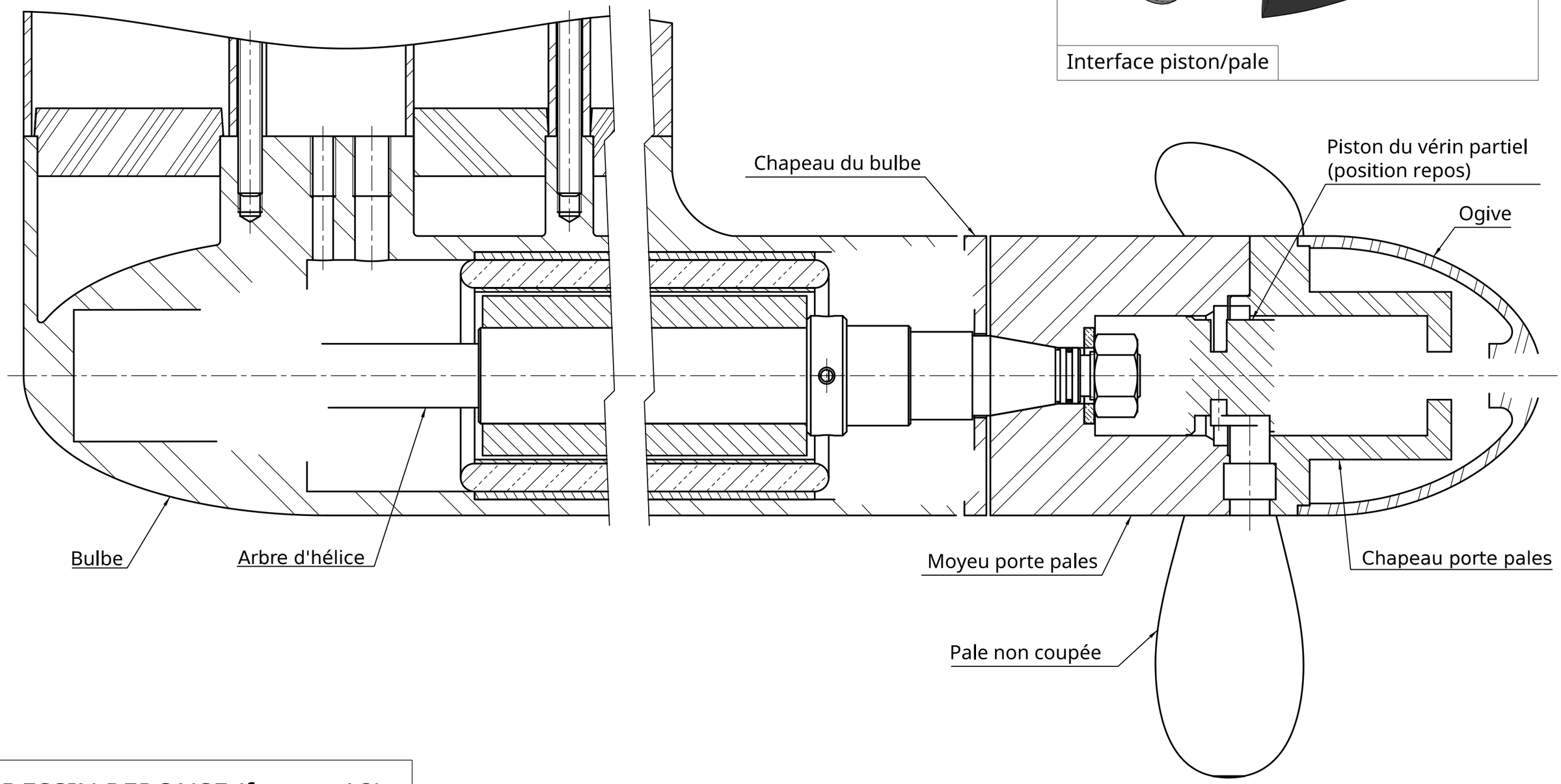
DOCUMENT À RENDRE EN FIN D'ÉPREUVE

Renseigner le cartouche d'identification : une feuille dont l'entête n'a pas été intégralement renseigné, ne sera pas prise en compte.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE



Interface piston/pale



DESSIN REPONSE (format A3)

Cahier réponse
Épreuve de Sciences Industrielles C

AVERTISSEMENT

Toutes les calculatrices sont interdites, quel qu'en soit le type, ainsi que les agendas électroniques, les règles à calculs, les téléphones portables…

INSTRUCTIONS

- Remplir sur chaque copie A3 en MAJUSCULES toutes vos informations d'identification : nom, prénom, numéro inscription, date de naissance, le libellé du concours, le libellé de l'épreuve et la session.
- **Une feuille, dont l'entête n'a pas été intégralement renseigné, ne sera pas prise en compte.**
- **Vérifiez que votre cahier réponse comporte le nombre de pages indiqué et qu'il est correctement imprimé.**
- Composer lisiblement sur les copies avec un stylo à encre foncé : bleue ou noire. Le crayon-mine et autres couleurs peuvent être utilisés uniquement dans les schémas.
- L'usage de stylo à friction, stylo plume, stylo feutre, liquide de correction et dérouleur de ruban correcteur est strictement interdit. Les surveillants et surveillantes se réservent le droit de les confisquer.
- **À la fin de l'épreuve, rendre toutes les pages dans l'ordre mêmes celles non renseignées. Toute réclamation ultérieure ne pourra pas être prise en compte.**
- Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance. La présence d'une information d'identification en dehors du cartouche donnera lieu à un point de pénalité et la page concernée pourra être soustraite de la correction.

Tournez la page S.V.P

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

CONSIGNES

- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

Question I.1 : *Calculer la capacité minimale (en Ah) du parc de batteries permettant une autonomie de 48h sans recharge.*

Question I.2 : *Déterminer, en les justifiant, les valeurs de x et y afin que le parc de batteries soit adapté aux circuits électriques et à l'autonomie minimale souhaitée.*

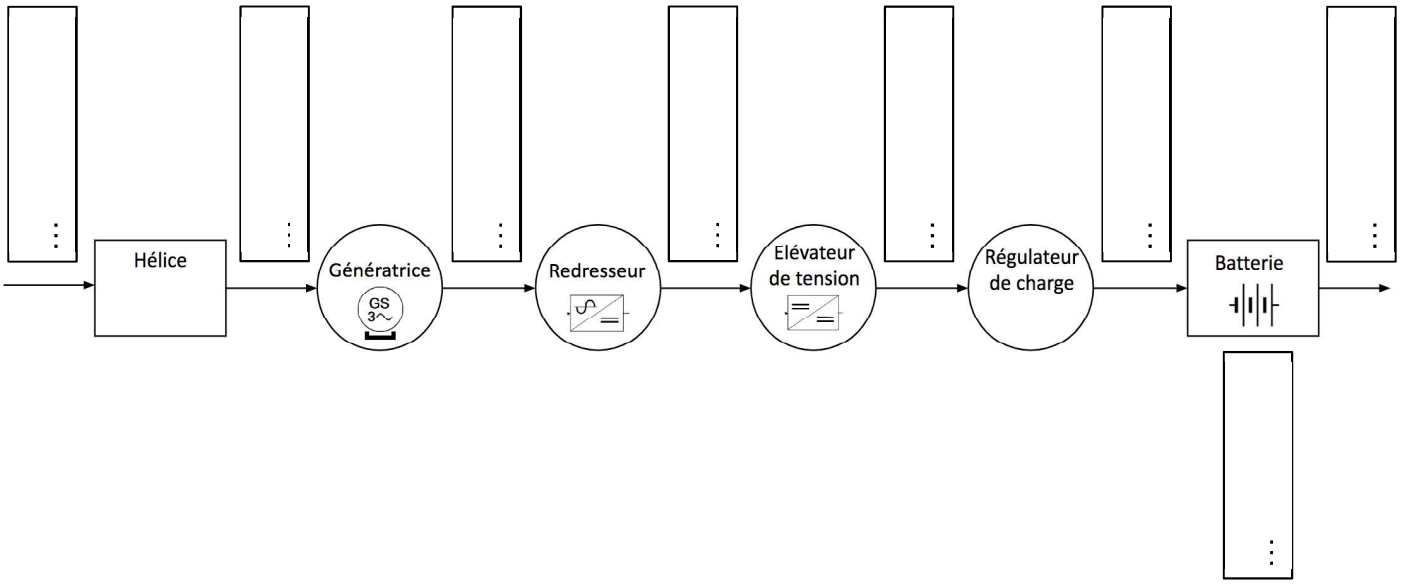
Question I.3 : *Calculer la capacité du parc ainsi obtenu ainsi que l'énergie stockée.*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question I.4 : *Calculer les durées de charge permettant de compenser la consommation électrique journalière pour chacune des sources d'énergie embarquées (diesel, photovoltaïque, hydrogénérateur). Nous noterons ces durées* T_{diesel}, T_{pv} *et* T_{hydro}. *Conclure sur la capacité de chacune des sources d'énergie à assurer seule l'autonomie électrique à bord.*

Question I.5 : *Après avoir calculé les masses embarquées en début de course pour chaque source de production (notées* m_{diesel}, m_{pv}, m_{hydro}*), justifier le choix d'un mix de production à bord.*

Question I.6 : *Compléter les cases prévues du **document réponse**, en indiquant la nature de l'énergie présente à la sortie de chaque élément de la chaîne de conversion et en précisant la caractéristique principale pour les énergies mécanique ou électrique.*



Question I.7 : *Après avoir exprimé l'énergie cinétique du courant d'eau traversant l'hélice, montrer que la puissance théoriquement disponible peut s'écrire sous la forme :*

$$P_{th} = \frac{1}{2}\rho S V^3$$

*avec **S** la surface balayée par l'hélice de l'hydrogénérateur, **V** la vitesse de l'eau par rapport au bateau supposée constante et orientée face au rotor, et **ρ** la masse volumique de l'eau de mer.*

Question I.8 : *En utilisant le résultat précédent (P_{max} = 4 kW) et les caractéristiques annoncées par le constructeur dans le **document ressource I**, proposer au minimum deux facteurs influant sur la production réelle.*

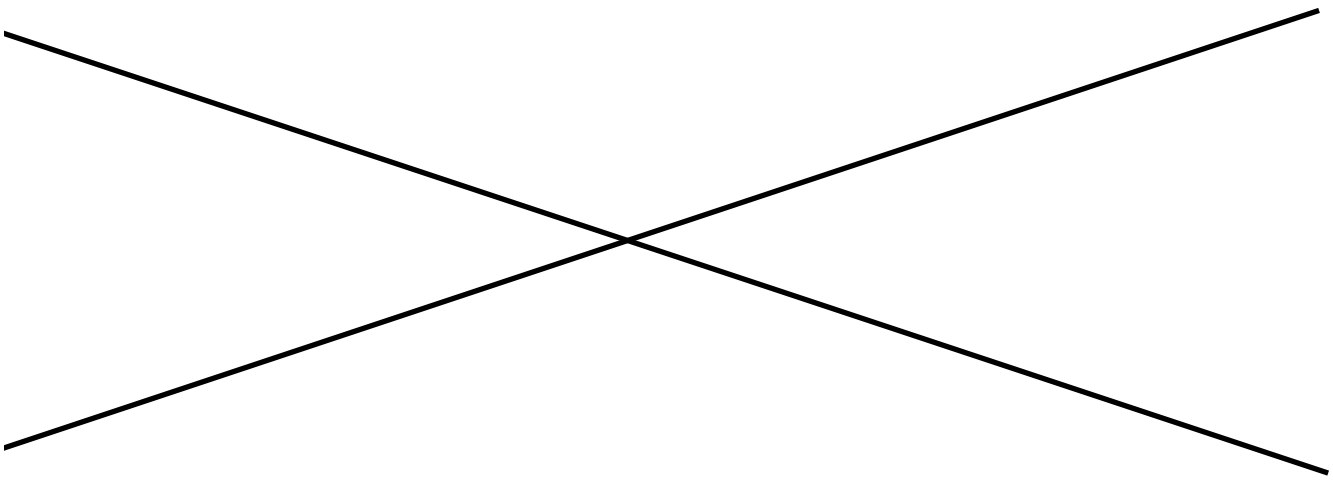
Tournez la page S.V.P

Question I.9 : *Proposer un avantage et deux inconvénients à l'intégration d'un système de calage variable en fonction des conditions de navigation.*

- *1 avantage :*

- *2 inconvénients :*

Question I.10 : *Le constructeur a choisi de limiter la puissance produite à 600 W. Indiquer selon vous quelles sont les raisons principales pour lesquelles les fabricants limitent la puissance maximale de leurs hydrogénérateurs.*



Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

CONSIGNES

- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

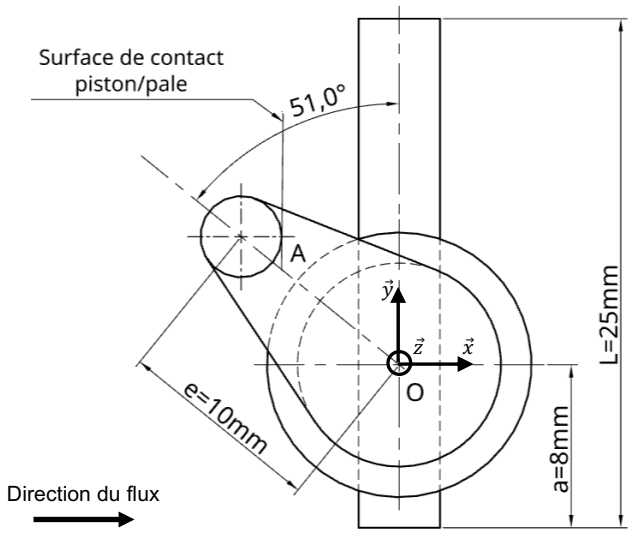
Question II.1 : *Donner l'expression de la course **c** du vérin permettant de couvrir le domaine de calage des pales. Faire l'application numérique.*

Question II.2 : *Déterminer analytiquement l'effort maximal $F_{vérin}$ que le vérin est capable de générer. Faire l'application numérique.*

Question II.3 : *Justifier en quoi l'utilisation d'un vérin simple effet répond à la problématique proposée et préciser selon vous quelle doit être la position de celui-ci en l'absence de pression de commande. Proposer un préactionneur compatible avec le fonctionnement attendu en précisant ses caractéristiques et justifier son choix.*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question II.4 : *Faire le bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur la pale et représenter graphiquement ces actions mécaniques sur le schéma ci-dessous.*



Question II.5 : *En isolant une pale et en tenant compte du paramétrage de sa géométrie (**document ressource IX**), déterminer l'expression de l'effort minimal $\boldsymbol{F_{piston/pale}}$ exercé par le piston sur une pale permettant de maintenir l'équilibre de celle-ci. Faire l'application numérique.*

Question II.6 : *En déduire la valeur de la précharge minimale du ressort permettant de maintenir les pales de l'hélice.*

Question II.7 : *Calculer la raideur **k** du ressort de compression permettant d'utiliser au mieux la plage de variation de la pression **p** [0 - 5 bars] pour parcourir la course déterminée précédemment.*

Question II.8 : *Sélectionner, en explicitant et en chiffrant vos critères de choix, un ressort en donnant sa référence dans la documentation constructeur du **document ressource IX**, sachant que la longueur minimale du ressort à la pression **p** = 0 bar est de 35 mm (pour une question d'implantation dans le système réel).*

Référence du ressort :

Question II.9 : *Donner l'expression du couple $C_{hélice}$ à transmettre dans cette liaison. Faire l'application numérique.*

Tournez la page S.V.P

Question II.10 : *Relier, en précisant la démarche de calcul, l'effort de serrage F_p exercé par l'écrou et la pression de contact p_0 dans l'emmanchement conique et des dimensions jugées utiles.*

Question II.11 : *Préciser le type de sollicitation dans le bout d'arbre d'hélice dans l'hypothèse où les frottements dans l'assemblage vissé sont négligés. Dans ces hypothèses, indiquer l'endroit de l'arbre d'hélice où la contrainte est maximale et donner son expression. Calculer numériquement la valeur de σ_{max} dans le bout d'arbre d'hélice.*

Question II.12 : *Afin de prendre en compte les phénomènes de concentration de contraintes, nous appliquons un coefficient de sécurité égal à 3. Conclure sur la tenue de l'assemblage en justifiant votre réponse.*

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

CONSIGNES

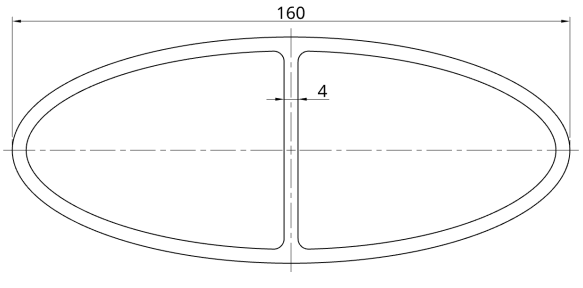
- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

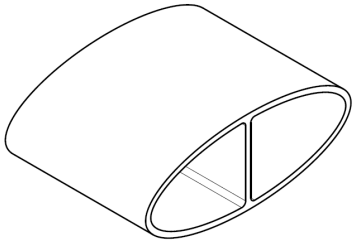
Question III.1 : *Proposer et justifier un matériau et l'ensemble des procédés nécessaires à la transformation de celui-ci afin d'aboutir à la "**chape de fixation**".*

Question III.2 : *Quel phénomène est à prendre en compte à la découpe pour obtenir une pièce conforme ?*

Question III.3 : *Décrire succinctement le procédé d'extrusion. Préciser les formes de l'outillage permettant d'obtenir une forme creuse telle que proposée ci-dessous.*

- *Procédé d'extrusion :*





Vue isométrique d'un tronçon de profilé

- *Schéma de l'outillage :*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question III.4 : *Donner les avantages et inconvénients de chacun des deux procédés d'un point de vue technico-économique et environnemental. Quel(s) critère(s) permettrait(ent) de justifier le changement de moyens de production ?*

- *Usinage dans la masse à partir d'un brut étiré :*

Avantages	*Inconvénients*

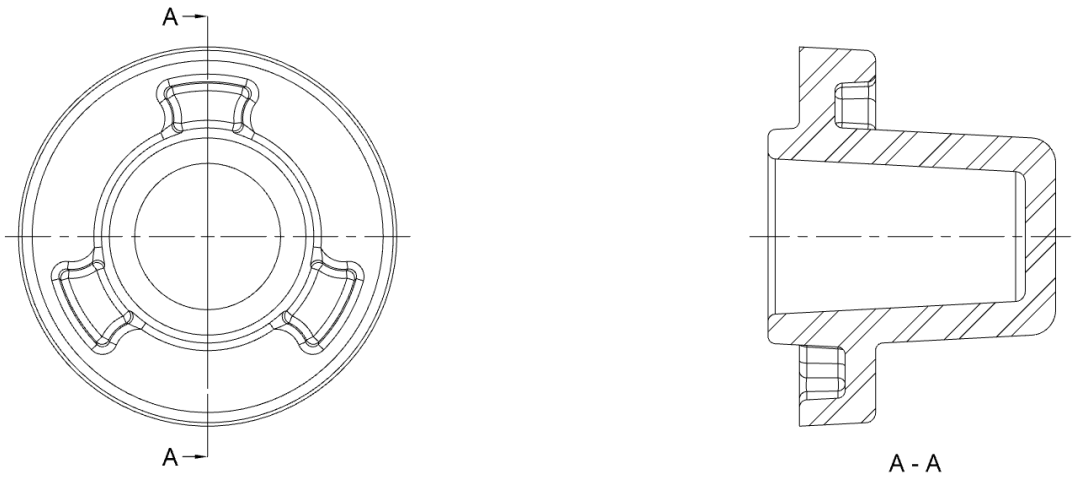
- *Élaboration d'un brut par fonderie puis usinage :*

Avantages	*Inconvénients*

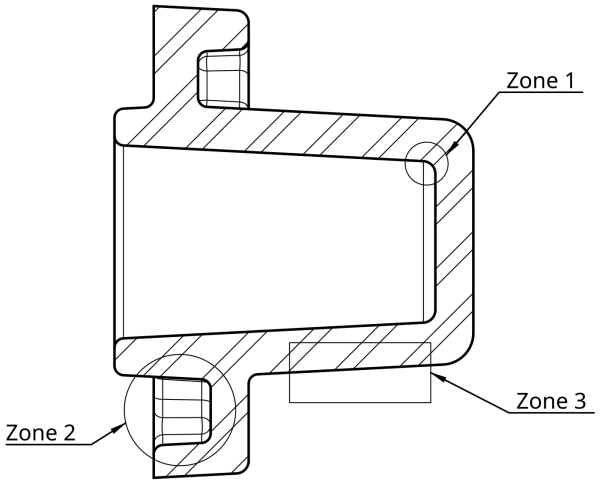
- *Critère(s) de choix :*

Question III.5 : *Expliquer le principe général du procédé de fonderie en sable.*

Question III.6 : *Compléter le dessin ci-dessous en précisant la géométrie des deux demi-moules, la position du plan de joint, le système de remplissage et autres appendices de coulée ainsi que le vecteur gravité $\vec{g}$.*



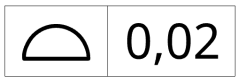
Question III.7 : *Le dessin ci-dessous présente une section de la pièce brute intégrant les contraintes du procédé de fonderie. Pour chacune des zones visibles sur le dessin, compléter le tableau en indiquant le nom de la modification ainsi que le défaut évité, sa description et son origine.*



	Nom de la forme fonctionnelle	Nom du défaut évité	Description du défaut et de son origine
Zone 1			
Zone 2			
Zone 3			

Tournez la page S.V.P

Question III.8 : *Expliciter les spécifications géométriques suivantes à l'aide des* ***"fiches GPS"*** *:*

<table>
<tr><td>TOLERANCEMENT NORMALISE</td><td colspan="3">Analyse d'une spécification par zone de tolérance</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Type de Spécification
Forme Orientation
Position Battement
.....</td><td colspan="3">Elément(s) non idéal(aux) extrait(s) du "Skin Modèle"</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elément(s) Tolérancé(s) *</td><td>Elément(s) de référence *</td></tr>
<tr><td>Condition de conformité :
l'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.</td><td colspan="2">unique
groupe</td><td>unique
multiples</td></tr>
<tr><td>Schéma
extrait du dessin de définition
</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Eléments idéaux</td></tr>
<tr><td colspan="2">Référence(s) spécifiée(s) *</td><td colspan="2">Zone de tolérance *</td></tr>
<tr><td colspan="2">simple commune
système</td><td>simple
composée</td><td>Contraintes
orientation position
par rapport à la référence spécifiée</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
</table>

* Rayer la(les) mention(s) inutile(s)

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Né(e) le : / /

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... **Section/Spécialité/Série :** .....

Epreuve : ..... **Matière :** ..... **Session :** .....

CONSIGNES

- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

013

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance	
Type de Spécification Forme Orientation Position Battement	**Elément(s) non idéal(aux)** extrait(s) du "Skin Modèle"	
	Elément(s) Tolérancé(s) *	**Elément(s) de référence ***
Condition de conformité : l'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples
Schéma extrait du dessin de définition ⌖ Ø0,1 B C		

Eléments idéaux		
Référence(s) spécifiée(s) *	**Zone de tolérance ***	
simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation position par rapport à la référence spécifiée

* Rayer la(les) mention(s) inutile(s)

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance	
Type de Spécification Forme Orientation Position Battement	**Elément(s) non idéal(aux)** extrait(s) du "Skin Modèle"	
	Elément(s) Tolérancé(s) *	**Elément(s) de référence ***
Condition de conformité : l'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples
Schéma extrait du dessin de définition ⌾ Ø0,1 A		

Eléments idéaux		
Référence(s) spécifiée(s) *	**Zone de tolérance ***	
simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation position par rapport à la référence spécifiée

* Rayer la(les) mention(s) inutile(s)

Question III.9 : *Justifier le besoin fonctionnel des spécifications géométriques suivantes :*

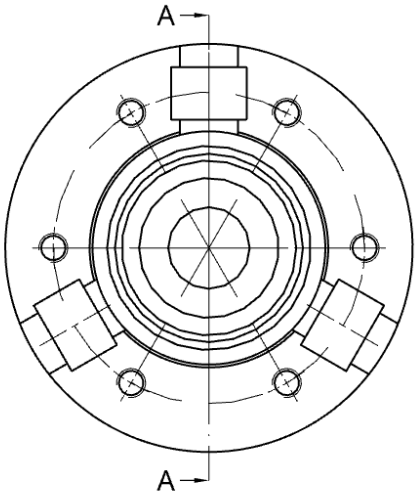
⌓	0,02

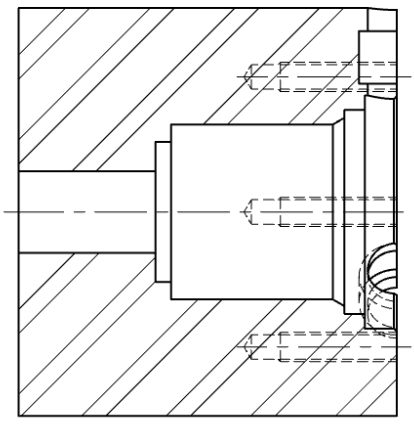
⌖	Ø0,1	B	C

Question III.10 : *Pour la spécification* ⌖ | Ø0,1 | B | C, *expliquer pourquoi les surfaces de références B et C ont été choisies. Justifier l'ordre dans lequel le système de référence B|C a été choisi.*

Question III.11 : *Pour chacune des deux phases, proposer et justifier le choix d'une machine et de sa cinématique minimale pour réaliser les usinages. Vous compléterez les schémas proposés avec l'axe de la broche, les axes X, Y et Z de la machine et le ou les éventuels axes de rotation.*

- ***Phase 10***
  Machine :

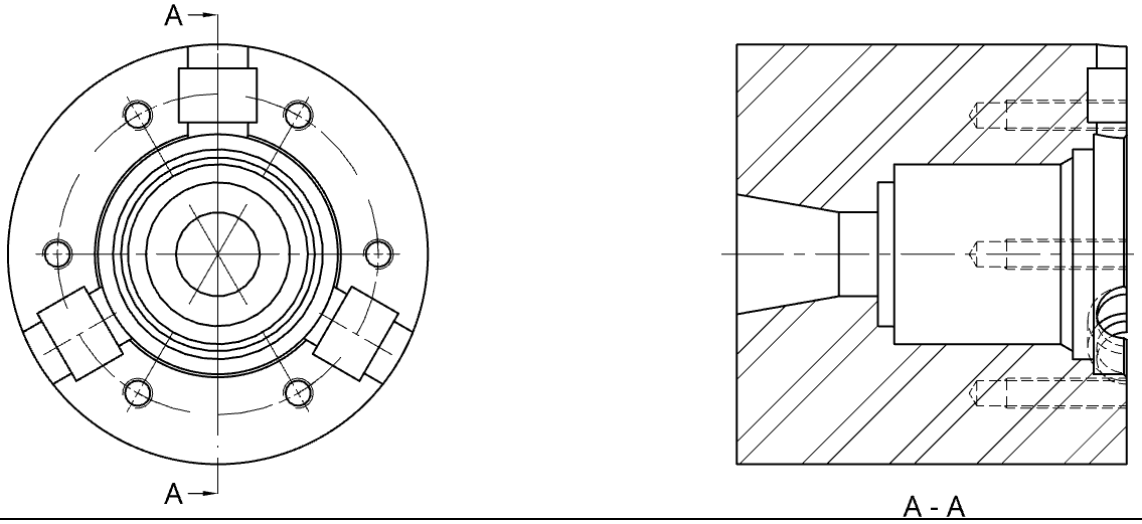




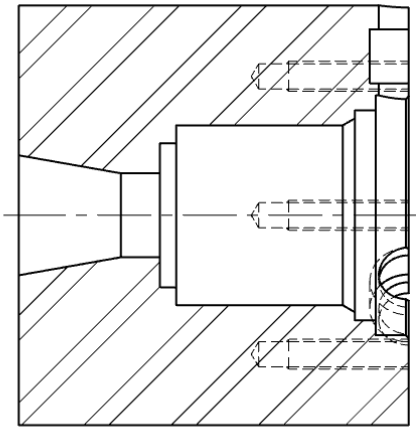
A - A

Tournez la page S.V.P

- ***Phase 20***
  Machine :



Question III.12 : *Illustrer sur le schéma les opérations d'usinage des surfaces élémentaires "Plan face libre", "Cône". Vous ferez apparaître la silhouette de chaque outil, correctement orienté par rapport à la surface usinée ainsi que la trajectoire de l'outil pour réaliser l'entité.*



Question III.13 : *Pour la phase 20, proposer la liste des différentes liaisons à réaliser entre la pièce et le porte pièce (appui plan, linéaire rectiligne, linéaire annulaire ou ponctuelle) ainsi que les surfaces de la pièce concernées pour réaliser une mise en position isostatique. Préciser pourquoi la mise en position doit être isostatique.*

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

CONSIGNES

- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

Question III.14 : *En analysant le système de cotation partiel proposé du moyeu porte pales (**document ressource XII**), critiquer la gamme de fabrication.*

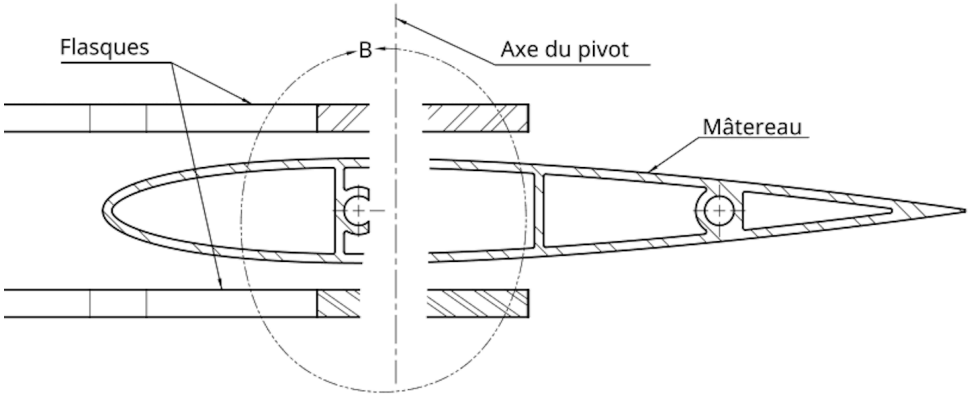
Question III.15 : *Justifier la création de deux points extrêmes PT5 et PT6 délimitant l'axe du cylindre CYL1 en vue de contrôler la conformité de la spécification étudiée.*

Question III.16 : *Proposer une méthodologie de construction pour élaborer ces deux points extrêmes PT5 et PT6.*

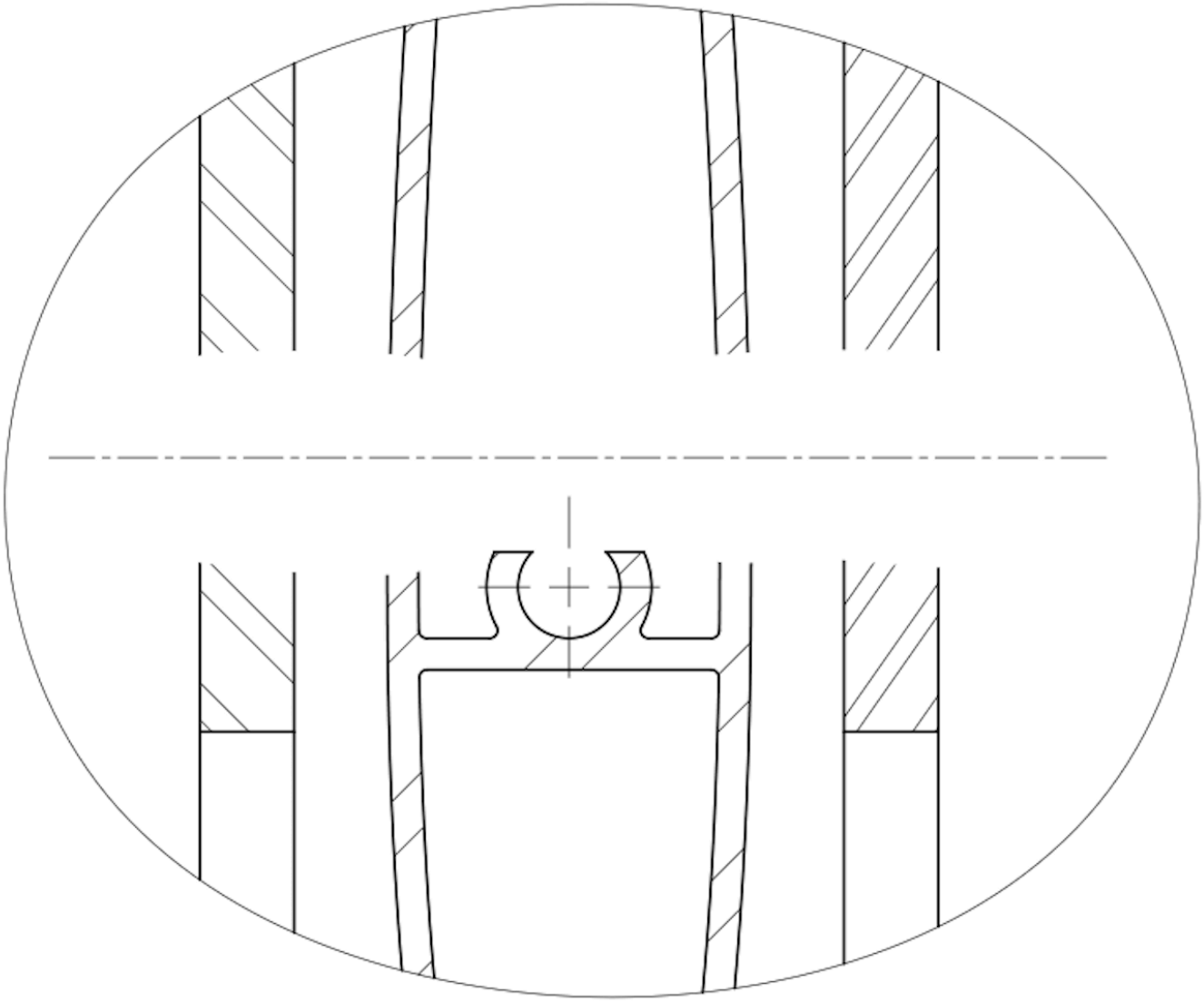
Question III.17 : *Quelle condition de distance(s) permet de contrôler la conformité de la spécification ?*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question IV.1 : *Compléter le dessin proposé ci-dessous avec une solution constructive qui permet de réaliser la liaison pivot entre le* ***mâtereau*** *et le* ***sous ensemble flasques*** *(****document ressource II****). La solution doit respecter les contraintes spécifiées dans le sujet.*



Vue en coupe de la liaison pivot entre le mâtereau et le sous ensemble flasques



Vue de détail B : ***zone à compléter***

Question IV.2 : *Représenter aux instruments sur le **Dessin Réponse** (au format A3) une solution constructive pour la réalisation de l'ensembles des fonctions spécifiées dans le sujet.*

*À faire sur le **Dessin Réponse***

Page offerte pour refaire une question. À n'utiliser qu'en cas d'extrême nécessité.

Tournez la page S.V.P

Page offerte pour refaire une question. À n'utiliser qu'en cas d'extrême nécessité.

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PT chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière :
écrire sur WhatsApp

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/banque-pt/pt