Banque PT, France

Session 2023, filière PT

Sciences industrielles C

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Partie 1 : vérification des performances du robot
- Partie 2 : transmission de puissance
- Partie 3 : industrialisation du demi-carter extérieur
- Partie 4 : conception de la boîte de transmission

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/2023/si-c

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

Epreuve 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 12 pages de texte, numérotées de 1 à 12.
- 1 cahier de 14 pages, numérotés de I à XIV intitulé "**DOCUMENTS RESSOURCES**".
- 1 cahier réponse de 15 pages **à rendre à la fin de l'épreuve.**
- **1 document A3, intitulé « Dessin réponse », à rendre à la fin de l'épreuve.**

Matériel autorisé : tous instruments usuels du dessinateur.

TOUTE AUTRE DOCUMENTATION EST INTERDITE

Gestion du temps : *En admettant une durée de 15 minutes pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer environ 10 % du temps à la partie I, environ 20 % du temps à la partie II, environ 30 % du temps à la partie III et 40% du temps à la partie IV.*

Avertissement :

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 de réaliser 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.

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

Robot de soutien technique polyvalent COLOSSUS

Présentation

Nous proposons d'étudier dans ce sujet le robot de soutien technique polyvalent COLOSSUS destiné à intervenir dans les zones à risque et produit par la société française Shark-Robotics (figure 1). Ce robot-pompier s'est distingué en 2019 en éteignant les flammes et en faisant baisser la température à l'intérieur de la nef lors de l'incendie de la cathédrale Notre-Dame de Paris.



Figure 1 : Robot COLOSSUS en action

Piloté à distance et capable d'évoluer sur tout type de terrain, COLOSSUS assiste l'homme pour éteindre des feux, transporter de l'équipement, évacuer des blessés, effectuer des relevés d'informations et de reconnaissance visuelle (caméra HD 360° avec zoom X30, caméra jour/nuit, caméra thermique, détecteurs de menaces d'ordre nucléaire, radiologique, biologique et chimique). Endurant, COLOSSUS peut tenir jusqu'à 12h en situation opérationnelle. Le robot est totalement étanche et résiste au rayonnement thermique. Il est modulable à souhait : les options (canon à eau, panière de transport de matériel, transport de blessés…) peuvent être interchangées en moins de 30 secondes sans outil. Les caractéristiques techniques de COLOSSUS sont regroupées dans **document ressource I.**

Dans cette étude, le robot est configuré en robot pompier et composé des quatre sous-systèmes suivants :

1. Un système de déplacement
2. Un système de stockage d'énergie
3. Un système de projection
4. Un système de vision

Le sujet porte principalement sur le système de déplacement et s'articule autour de 4 sous parties indépendantes :

1. La première partie vous propose d'appréhender le fonctionnement général du robot COLOSSUS et de faire le lien entre les solutions techniques adoptées et les performances attendues en termes de vitesse, d'autonomie et de puissance disponible (actionneurs, capteurs, stockage).

2. La deuxième partie porte sur la fonction « déplacement » et plus particulièrement sur le dimensionnement d'une des deux boites de transmission (cinématique, statique, résistance des matériaux).

3. La troisième partie porte sur l'industrialisation du demi-carter extérieur des boites de transmission (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 entre l'arbre moteur et le premier étage de la boite de transmission ainsi que la liaison avec le frein magnétique (concevoir une pièce en optimisant le triptyque produit-procédés-matériaux, concevoir et dimensionner une liaison mécanique).

I. Partie 1 : Vérification des performances du robot

Les détails de la transmission de puissance du robot COLOSSUS sont donnés sans le **document ressource II**. En particulier, le robot est équipé de deux moteurs brushless Heinzmann PMS 120 dont les caractéristiques sont données dans le **document ressource III**.

Question I.1 : Décrire le principe de fonctionnement d'un moteur brushless à aimants permanents.

Question I.2 : Quels sont les avantages et les inconvénients de ce type de moteur par rapport à un moteur à courant continu ?

Question I.3 : Justifier l'usage d'un capteur angulaire pour assurer le fonctionnement interne du moteur brushless.

Le système de mesure de la position angulaire θ de l'arbre mis en œuvre dans le moteur brushless repose sur l'usage d'un resolver RE-15 de la société LTN Servotechnik (**document ressource IV**).

Question I.4 : À partir de vos connaissances et de la documentation du constructeur, en particulier des signaux de sorties $E_{S1\text{-}S3}$ et $E_{S2\text{-}S4}$, justifier s'il s'agit d'un capteur absolu ou relatif, analogique ou numérique.

L'étagement des différents moteurs de la série PMS du constructeur Heinzmann est visible sur le **document ressource III**.

Question I.5 : Valider le choix du moteur PMS 120 au regard de la puissance « motrice » à l'horizontale (items {*vitesse}* et {*capacité de traction et de poussée}*) (**document ressource I**).

Le modèle de moteur retenu pour la suite est alimenté sous 48 V et possède une fréquence de rotation nominale de 4 500 tr/min (deuxième ligne du tableau du **document ressource III**).

Afin d'assurer l'autonomie du robot, celui-ci est alimenté par 6 packs de batterie lithium-ion, chaque pack étant manipulable comme une petite valise qui vient se loger dans un

compartiment protégé à l'arrière du robot. Chaque pack peut être changé à chaud, c'est-à-dire sans éteindre le robot.
Un pack est constitué d'un certain nombre de cellules type 18650 (**document ressource V**) dont la disposition est indiquée sous la notation « xSyP » (**document ressources VI**).
La tension aux bornes d'une batterie évoluant avec le niveau de décharge, on retiendra une tension nominale de 3,6 V aux bornes d'une cellule pour déterminer le nombre de batteries. De plus on limitera le courant de décharge au niveau 2C (**document ressource V**)

Question I.6 : Expliquer pourquoi les packs de batterie doivent être montés en parallèle.

Question I.7 : Déterminer les valeurs de x et y afin que les packs de batterie soient adaptés au choix du moteur et à la puissance motrice à l'horizontale demandée.

L'autonomie en opération est estimée pour une utilisation du robot pour laquelle celui-ci n'est pas en permanence à sa puissance maximale.

Question I.8 : Estimer son autonomie dans le cas où les batteries sont exploitées au courant de décharge de niveau 2C (6500 mA).

II. Partie 2 Transmission de puissance

Les principaux blocs de la transmission sont précisés sur le **document ressource II**. La partie réducteur est quant à elle visible sur le **document ressource VII**.

Question II.1 : Donner l'expression littérale du rapport des vitesses $\omega_{4/0}$ / $\omega_{1/0}$ (voir **document ressource VII**) en fonction des différents nombres de dents notés Z_i.

Question II.2 : Ce rapport est-il numériquement compatible (à 10 % près) avec l'exigence de vitesse du robot et le choix du moteur (voir **Partie I**) ? Justifier la réponse.

Dans le but de standardiser la gamme, le choix a été fait de donner un même module ainsi qu'une même largeur de denture à toutes les roues dentées. Les calculs de dimensionnement ont été faits sur la roue dentée de l'arbre de sortie pour fixer le module à m_0 = 3 mm et la largeur de denture à b = 30 mm.

Question II.3 : Expliquer pourquoi le dimensionnement a été fait sur la roue dentée de sortie et pas sur l'entrée.

On suppose indépendamment de tout autre calcul que le couple maximal transmis par la roue dentée de sortie vaut C_{s_max} = 650 Nm.

Question II.4 : Estimer numériquement la composante tangentielle T_{s_max} transmise entre les roues dentées 3_b et 4 lors de la transmission de ce couple.

Un des critères de dimensionnement d'un engrenage est l'estimation de la contrainte de flexion en pied de dent afin d'éviter la fissuration et l'arrachement d'une dent. Dans le cadre d'un avant-projet, cette estimation peut être menée en utilisant un modèle poutre comme indiqué sur le **document ressource VIII** qui, malgré de grosses simplifications et hors du cadre habituel de la théorie des poutres, conduit à un prédimensionnement correct.

Question II.5 : Montrer que la contrainte normale maximale peut s'exprimer selon la formule donnée sur le **document ressource VIII**.

Le calcul donne une contrainte normale maximale de σ_{max} = 450 MPa

Question II.6 : Cette contrainte semble-t-elle acceptable du point de vue de la limite élastique d'un acier ? Justifier la réponse.

En réalité, ce n'est pas la limite élastique qui est recherchée, mais la limite à la fatigue.

Question II.7 : Rappeler ce qu'est le phénomène de fatigue d'un matériau.

Cette roue dentée est rapportée sur l'arbre de sortie. La solution retenue pour la mise en position est un appui plan prépondérant et un centrage court. Le maintien se fait par n vis M8 et la transmission du couple par adhérence sur la surface plane. Le **document ressource IX** détaille la géométrie de cet assemblage. On notera *f* le coefficient d'adhérence entre la roue et l'arbre.

Question II.8 : Relier, en précisant la démarche de calcul, le couple transmissible par adhérence sur la couronne de contact avec l'effort presseur total *P* exercé par les vis et des dimensions jugées utiles. On supposera pour cela une pression de contact uniforme et on négligera la présence des trous de vis dans la couronne et des chanfreins.

Une application numérique avec l'application d'un coefficient de sécurité donne un effort presseur total de *P* = 140 000 N.

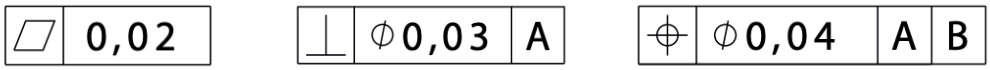
Question II.9 : Choisir la classe et le nombre *n* de vis M8 à utiliser (**document ressource X**) tout en se limitant à 10 vis maximum pour des raisons de montage.

Question II.10 : Rappeler la signification de la classe d'une vis, par exemple « 6.4 ».

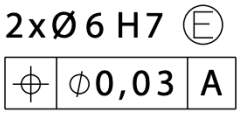
III. Partie 3 Industrialisation du demi-carter extérieur

Dans cette partie on étudie l'industrialisation du demi-carter extérieur de chacune des deux boites de transmission dont le dessin de définition partiel est proposé dans le **document ressource XI.** Le demi-carter extérieur est assemblé avec le demi-carter intérieur, lui-même fixé au bâti du robot. Les deux demi-carters sont positionnés au moyen de deux pions de centrage et assemblés par vingt-cinq vis. Le demi-carter extérieur doit également assurer la liaison avec le frein électromagnétique et les divers arbres qui constituent les axes de rotation des étages du train d'engrenage de la boite de transmission. Enfin, la quantité de robots produite est d'environ 60 robots par an.

Question III.1 : Expliciter les spécifications géométriques suivantes à l'aide des « fiches GPS » du **document réponse** :



Question III.2 : Justifier le besoin fonctionnel de chacune des deux spécifications dimensionnelle et géométrique suivantes.



Question III.3 : Expliquer pourquoi les surfaces de références A et B ont été choisies pour positionner les logements des éléments de guidage des arbres de transmission.

Question III.4 : Justifier l'ordre dans lequel le système de référence A|B a été défini pour positionner les logements des éléments de guidage des arbres de transmission.

On s'intéresse au processus de fabrication du demi-carter et plus particulièrement au choix du couple matériau – procédé au regard de critères de coût, de performance et de durabilité.

Question III.5 : Indiquer et justifier au moins 3 propriétés physiques que doit présenter le matériau pour assurer les fonctions requises. En déduire la classe de matériaux adaptée (plastique, métallique, composite, céramique) et un matériau en particulier.

On retient les matériaux métalliques et on considère les deux processus de fabrication suivants :

- Élaboration d'un brut par fonderie puis usinage
- Usinage dans la masse à partir d'un brut étiré

Question III.6 : 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 discriminer les deux solutions ?

Il est envisagé de produire les demi-carters en fonderie en coquille par gravité, c'est-à-dire à moule permanent.

Question III.7 : Expliquer le principe général du procédé de fonderie.

Question III.8 : Quel phénomène physique lors de la solidification impacte la géométrie de la pièce produite et la santé matière ? Citer deux défauts associés.

Question III.9 : Quels sont les avantages et inconvénients de la fonderie en moule permanent par rapport au moulage au sable, c'est-à-dire à moule non permanent ?

Question III.10 : La section de la géométrie du demi-carter brut est proposée sur le document réponse. Compléter le dessin en précisant la géométrie des deux demi-moules, la position du plan de joint, le système de remplissage et le vecteur gravité $\vec{g}$.
On s'intéresse à la finition des surfaces fonctionnelles par usinage. Les surfaces et groupes de surfaces à usiner sont indiqués dans le **document ressource XII.** On propose un découpage de la gamme d'usinage en **deux phases** successives :

- Phase 10 : usinage des entités {Plan d'appui ; Trou lisse supérieur ; Trou lisse inférieur ; Guidages des arbres}
- Phase 20 : usinage des entités {Bossages plans percés ; Trous débouchants}

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 parmi les machines proposées : tour 2 axes, tour 3 axes, fraiseuses 3 axes à broche verticale, fraiseuse 4 axes à broche horizontale, fraiseuse 5 axes. Vous complèterez 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 : 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.13 : Illustrer au moyen de trois schémas les trois opérations d'usinage des surfaces élémentaires « Plan », « Perçage débouchant D15 » et « Chanfrein 0,5 x 45° » de l'entité « Bossage plan percé ». Vous ferez apparaitre la silhouette de chaque outil, correctement orienté par rapport à la surface usinée ainsi que la trajectoire de l'outil pour réaliser l'entité.

On s'intéresse maintenant aux opérations de métrologie réalisées sur une machine à mesurer tridimensionnelle pour valider la conformité de la pièce et en particulier la tolérance géométrique suivante :

⊥	⌀0,03	A

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 { }). A ces nuages de points ont été respectivement associés un élément idéal intégral et un élément idéal dérivé (**document ressource XIII**) :

- {CY1} : pour la surface cylindrique à laquelle est associé le cylindre idéal CY1 défini par son axe (élément dérivé) et son rayon (caractéristique intrinsèque)
- {PL2} : pour la surface plane de référence à laquelle est associé le plan idéal PL2
- {PL3} : pour la surface plane à laquelle est associé le plan idéal PL3
- {PL4} : pour la surface plane à laquelle est associé le plan idéal PL4

Question III.14 : Proposer une démarche basée sur le calcul d'un angle et les caractéristiques géométriques nominales de la surface cylindrique pour évaluer l'écart de perpendicularité de la pièce en précisant la condition de conformité.

Pour chacune des questions suivantes, vous appuierez vos réponses sur une représentation graphique.

On considère que l'axe de la surface cylindrique tolérancée est déterminé par ses deux points extrêmes.

Question III.15 : Décrire les opérations de construction pour élaborer les deux points extrêmes PT5 et PT6 délimitant l'axe du cylindre CYL1.

Question III.16 : Proposer une opération de construction pour matérialiser la droite DR7 normale à la référence spécifiée et coplanaire à l'axe du cylindre CYL1.

Question III.17 : Quelle condition de distance(s) entre DR7 et les points PT5 et/ou PT6 permet de vérifier la conformité de la tolérance ?

IV. Partie 4 Conception de la boite de transmission

Dans cette partie on s'intéresse à la réalisation de plusieurs fonctions au niveau de l'arbre d'entrée de la boite de transmission et des deux demi-carters.

Parmi les contraintes que devront respecter les solutions constructives proposées, les règles de tracé associées aux procédés de fabrication précisés devront s'appliquer. On précise que l'arbre d'entrée est réalisé dans un brut cylindrique étiré et on rappelle que les deux demi-carters sont réalisés par fonderie.

Les éléments normalisés dessinés par le candidat (roulements à billes, joints, vis, etc.) 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 sur le **Dessin Réponse** (échelle 2 : 1) une solution constructive pour la réalisation de l'ensemble des fonctions suivantes :

1. Liaison **pivot** de l'arbre d'entrée avec les deux demi-carters permettant d'assurer :
   - le guidage de l'arbre d'entrée au moyen de deux roulements rigides à billes,
   - l'arrêt axial de l'arbre d'entrée,
   - le réglage du jeu fonctionnel axial,
   - la fabrication des surfaces externes de l'arbre d'entrée par tournage,
   - la fabrication des surfaces fonctionnelles des deux demi-carters par usinage.

2. **Accouplement** de l'arbre d'entrée avec le moyeu du frein électromagnétique (voir **document ressource XIV**) permettant d'assurer :
   - la mise en position du moyeu sur l'arbre d'entrée,
   - le maintien en position démontable,
   - la transmission de puissance par obstacle,
   - la fabrication des surfaces externes de l'arbre d'entrée par usinage.

3. **Accouplement** de l'arbre d'entrée avec l'arbre de sortie du moteur PMS120 permettant d'assurer :
   - la mise en position relative des deux arbres,
   - la transmission de puissance par obstacle,
   - la fabrication des surfaces internes de l'arbre d'entrée par tournage et par mortaisage de la rainure de clavette.

   Le réglage de la coaxialité des arbres n'est pas demandé.

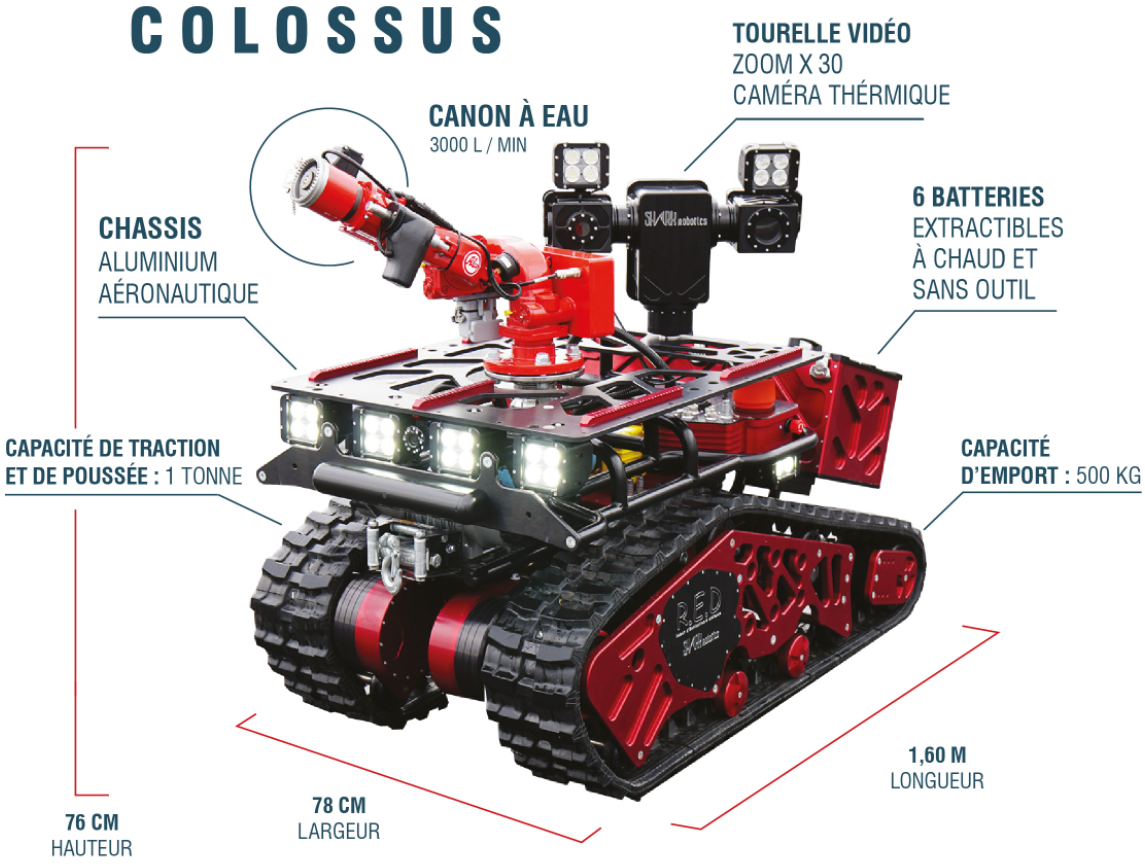
4. Liaison **encastrement** démontable de l'arbre d'entrée avec le pignon d'entrée permettant d'assurer :
   - la mise en position du pignon sur l'arbre d'entrée,
   - le maintien en position démontable du pignon,
   - la transmission de puissance par utilisation de cannelures,
   - la fabrication du pignon par usinage dans un brut cylindrique étiré, brochage du moyeu et taillage des dentures,
   - la fabrication des cannelures sur l'arbre.

5. **Étanchéité** du système, sachant que la lubrification se fait par barbotage, permettant d'assurer :
   - l'étanchéité dynamique au moyen de joints adaptés,
   - la mise en position des joints dans les deux demi-carters.

FIN DE L'ÉNONCÉ

IMPRIMERIE NATIONALE – 23 1025 – D'après documents fournis

Caractéristiques techniques du robot COLOSSUS



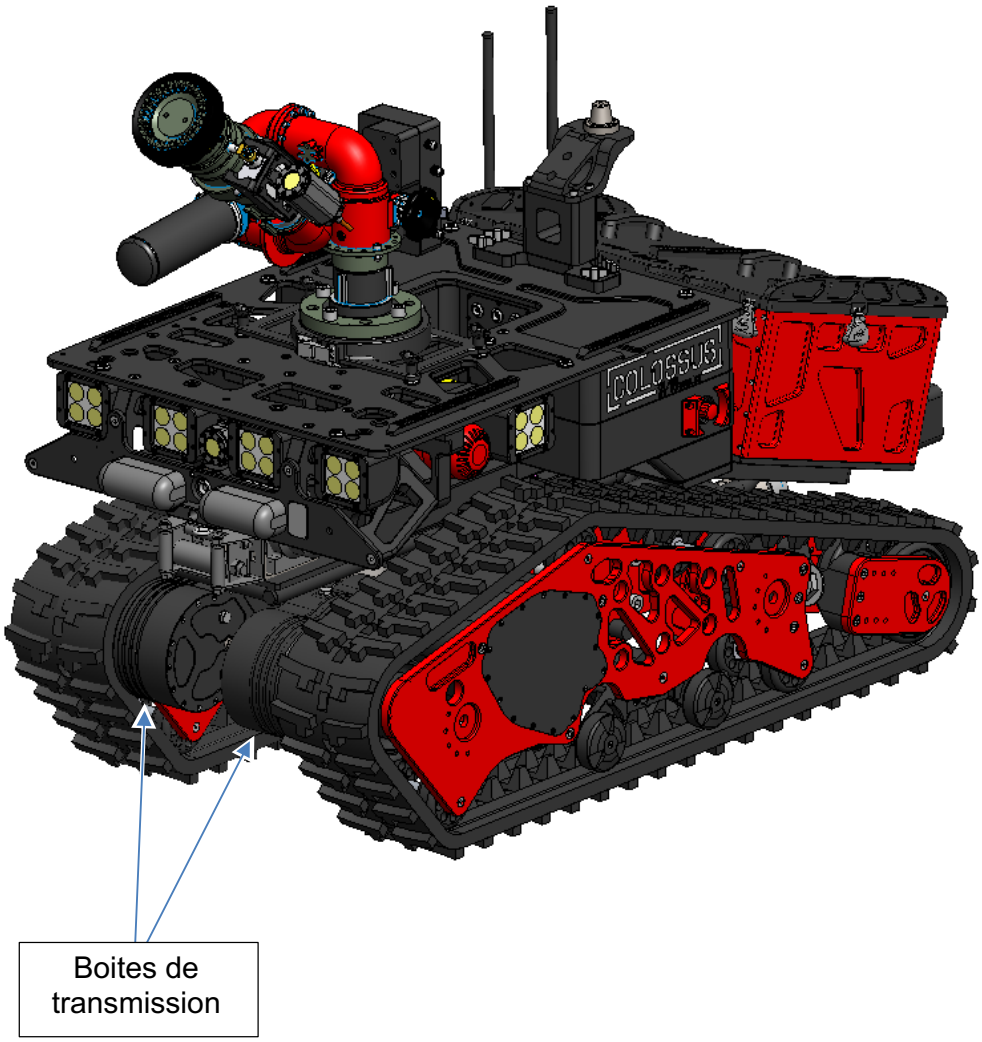
- **POIDS À VIDE :** 525 KG
- **FRANCHISSEMENT :** JUSQU'À 30 CM
- **CHASSIS :** ALUMINIUM AERONAUTIQUE 7075 T6
- **PENTE :** JUSQU'À 40° | **DÉVERS :** JUSQU'À 35°
- **AUTONOMIE :** 8 À 12 HEURES EN OPÉRATIONS
- **VITESSE :** 6 KM/H
- **ÉTANCHÉITÉ :** IP67
- **LITHIUM-ION :** 6 BATTERIES
  ...S...P - 48V – ...AH
- **MOTORISATION :** MOTEURS ÉLÉCTRIQUES
  2 X ..... W

DOCUMENT RESSOURCE I

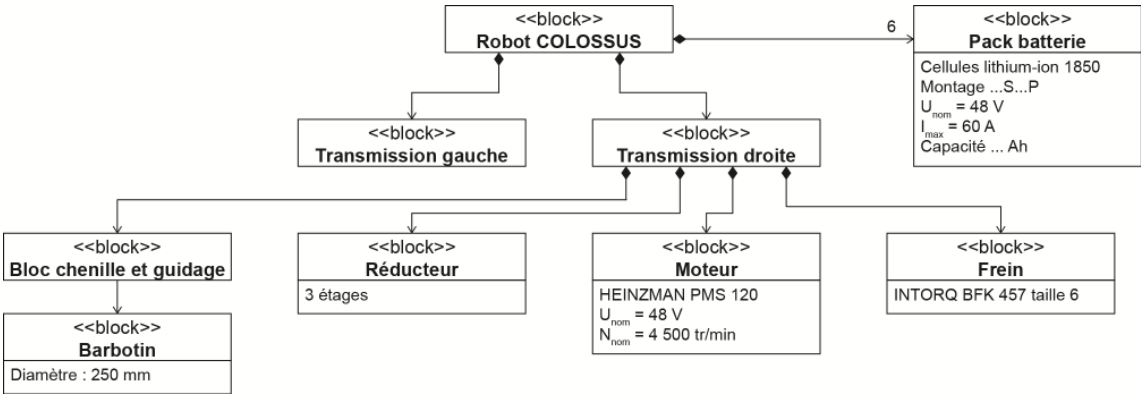
B

Tournez la page S.V.P.

Transmission du COLOSSUS

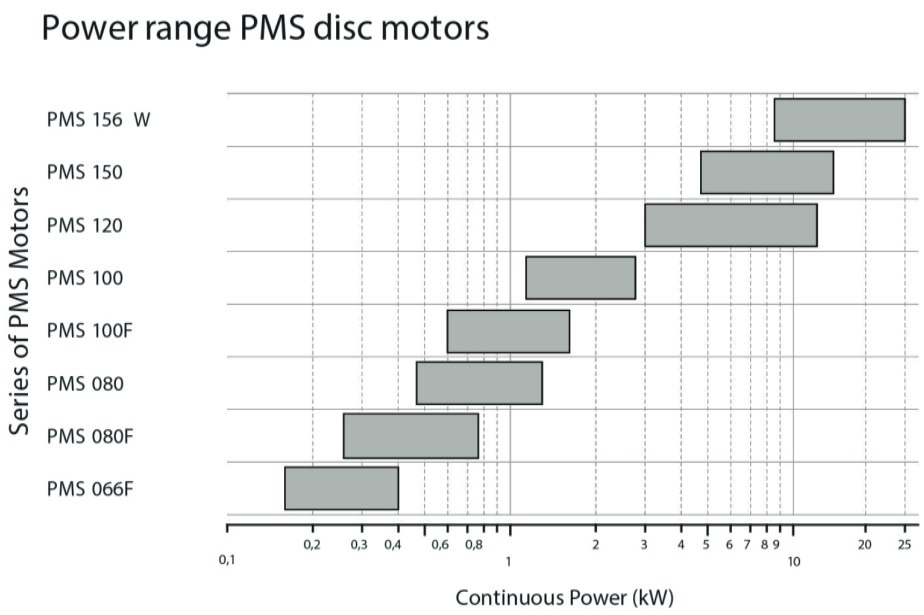


Définition des blocs (partielle)



DOCUMENT RESSOURCE II

Moteurs de la série PMS (Heinzmann)



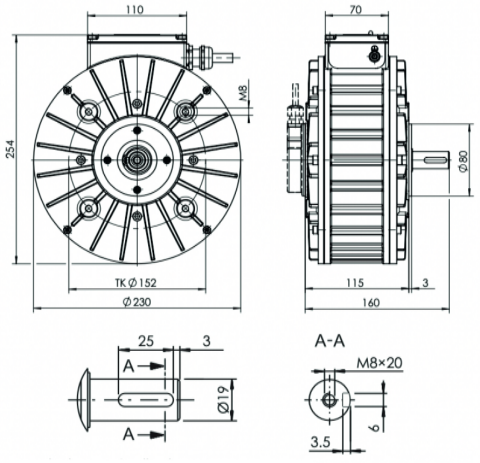
Caractéristiques techniques du moteur PMS 120

PMS 120

The PMS 120 is a particularly powerful motor from the series with two stators.



Dimensions



Technical Data

	Rated speed	Rated power	Rated current	Rated load torque	Torque constant	Voltage constant	Max. power	Max. current	Max. load torque
Voltage	n	P_N	I_N	M_N	Kt	Ke	P_{max}	I_{max}	M_{max}
	rpm	kW	A (AC)	Nm	Nm/A	V/1000 rpm	kW	A	Nm
	3000	5.5	127	17.5	0.138	8.84	11.1	330	45
48 VDC	4500	6.0	134	12.7	0.095	6.03	16.9	480	45
	6000	6.0	137	9.5	0.070	4.44	18.5	650	45

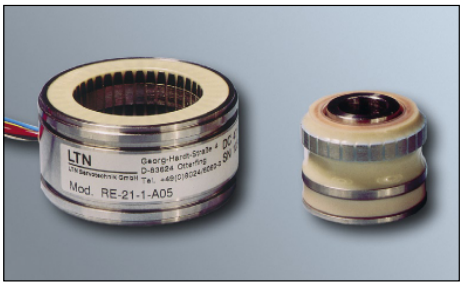
DOCUMENT RESSOURCE III

Tournez la page S.V.P.

Caractéristiques techniques du resolver RE-15

LTN

LTN Servotechnik GmbH



RE-21

- Hollow shaft Ø: 17 mm max.
- Outer Ø: 52.4 mm
- Length: 26 mm

Operating Principle

A resolver is a rotary transformer that provides information on the rotor position angle θ.

The stator bobbin winding is energized with an AC voltage E_{R1-R2}. This AC voltage is transferred to the rotor winding with transformation ratio **Tr**.

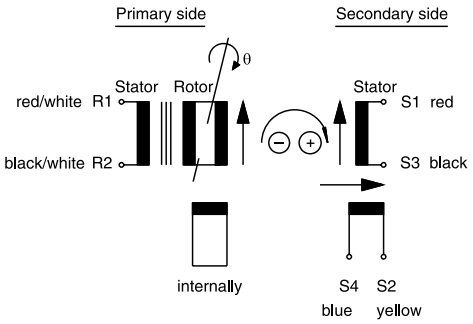
The AC voltage then induces the voltages E_{S1-S3} and E_{S2-S4} into the two output windings of the stator.

The magnitude of the output voltages vary with the sine and the cosine of the rotor position angle θ, because the two secondary windings are shifted by 90°.

Input: E_{R1-R2}

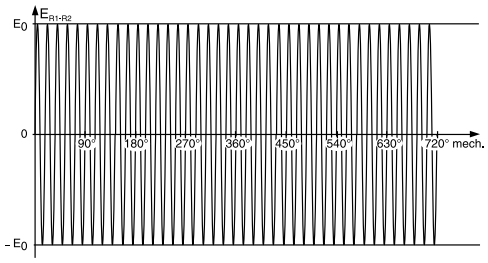
Output: E_{S1-S3}

E_{S2-S4}



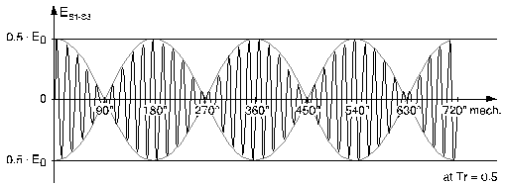
Input Signal:

$$E_{R1-R2} = E_0 \sin(\omega t)$$



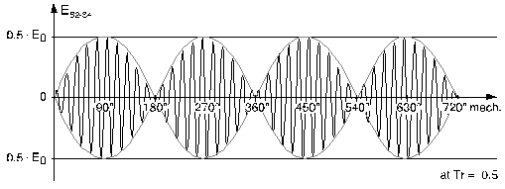
Output Signal:

$$E_{S1-S3} = Tr \cdot E_{R1-R2} \cdot \cos\theta$$



Output Signal:

$$E_{S2-S4} = Tr \cdot E_{R1-R2} \cdot \sin\theta$$



Cellule lithium-ion 18650

NCR-18650B

LITHIUM-ION / NNP + HRL TECHNOLOGY

Features & Benefits

- High energy density
- Long stable power and long run time
- Ideal for notebook PCs, boosters, portable devices, etc.

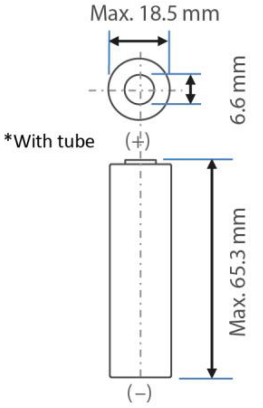
* At temperatures below 10°C, charge at a 0.25C rate.

Specifications

Rated capacity(1)	Min. 3200mAh
Capacity(2)	Min. 3250mAh Typ. 3350mAh
Nominal voltage	3.6V
Charging	CC-CV, Std. 1625mA, 4.20V, 4.0 hrs
Weight (max.)	48.5 g
Temperature	Charge*: 0 to +45°C Discharge: -20 to +60°C Storage: -20 to +50°C
Energy density(3)	Volumetric: 676 Wh/l Gravimetric: 243 Wh/kg

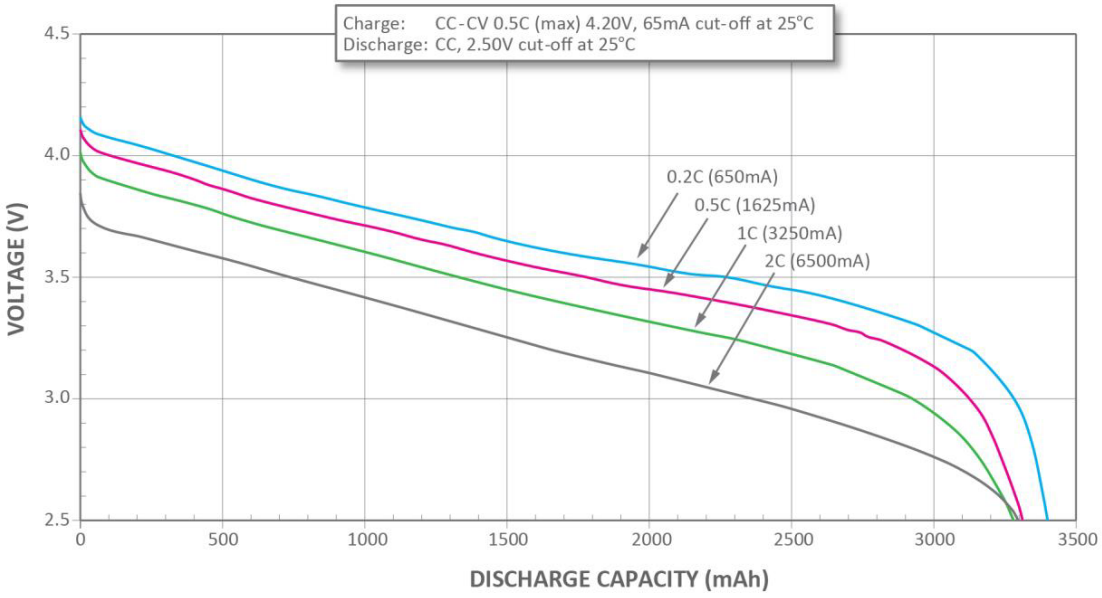
(1) At 20°C (2) At 25°C (3) Energy density based on bare cell dimensions

Dimensions



For Reference Only

Discharge Characteristics (by rate of discharge)



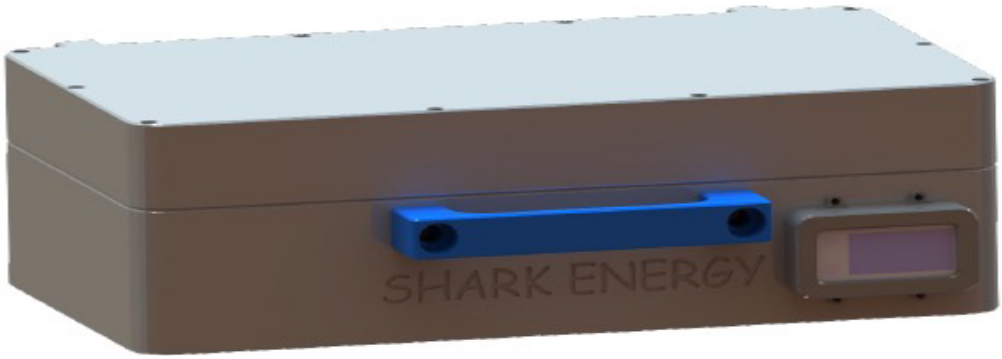
Remarque : une fois atteinte la tension de 2,5 V la batterie est supposée entièrement déchargée.

DOCUMENT RESSOURCE V

Tournez la page S.V.P.

Pack batterie

Le robot COLOSSUS est alimenté par 6 batteries. Une batterie se présente sous la forme d'un bloc rectangulaire intégrant une poignée, des pieds de protection afin que le connecteur ne touche pas le sol, un connecteur ODU à 6 contacts avec détrompeurs et un indicateur de voltage.
Ce bloc est usiné en POM et protège une quantité importante de cellules lithium-ion 18650.



Caractéristiques :

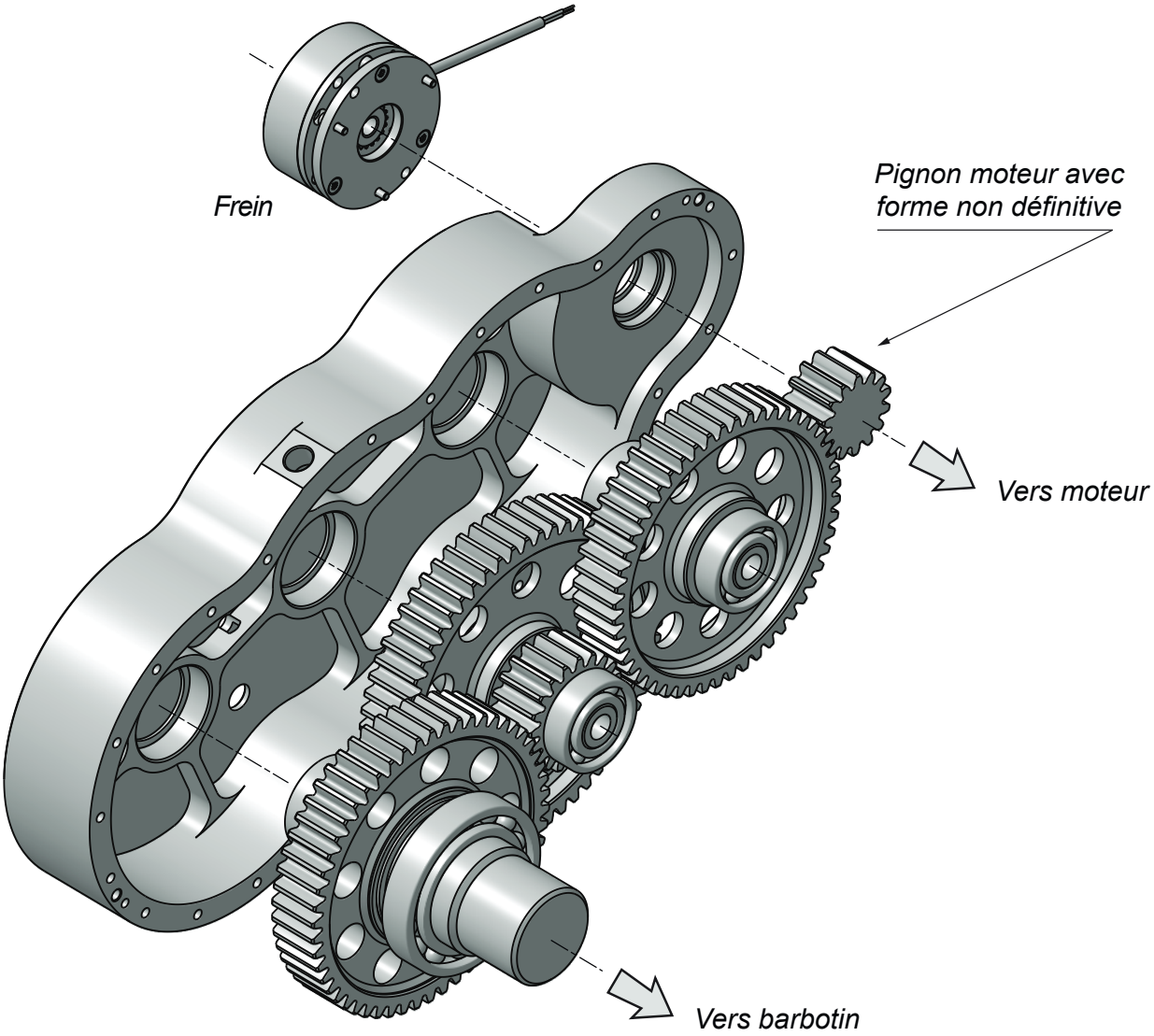
- …S…P
- Capacité de décharge limitée à 60 A en continu
- Dimensions : 330 x 112 x 256 mm
- Température de fonctionnement : -20 à 60 °C
- Indice de protection : IP 65

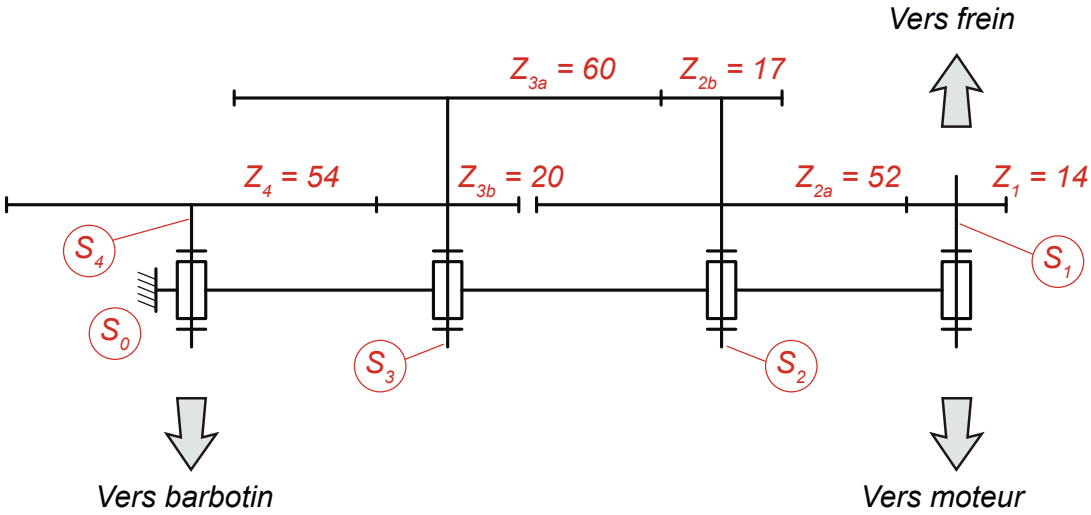
Disposition des cellules

Une batterie est généralement constituée par la mise en série de x modules de y cellules en parallèle. La figure ci-dessous illustre une disposition 3S2P.



Réducteur de transmission

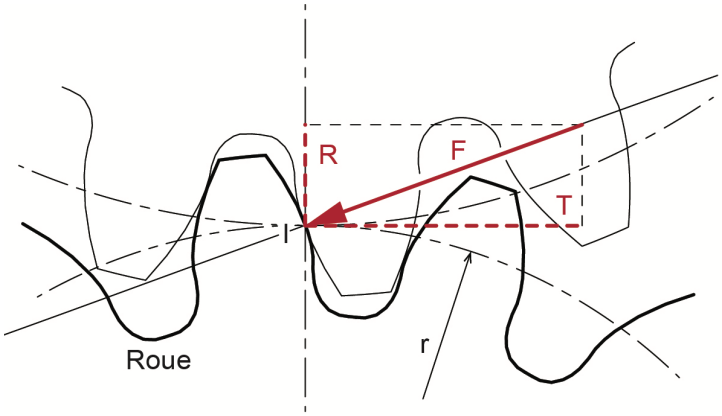




DOCUMENT RESSOURCE VII

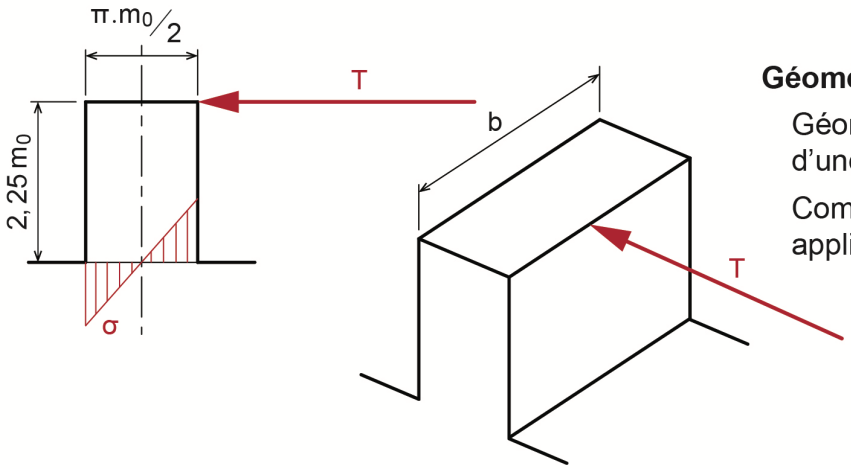
Tournez la page S.V.P.

Estimation de la contrainte en pied de dent



Géométrie réaliste et chargement ramené à une seule dent.

Estimation de la composante tangentielle T

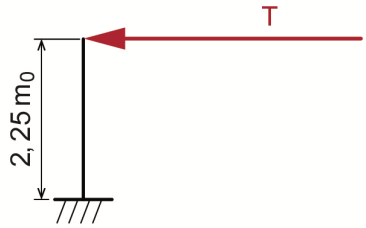


Géométrie et chargement simplifiés

Géométrie parallélépipédique d'une dent

Composante tangentielle seule appliquée au sommet de dent

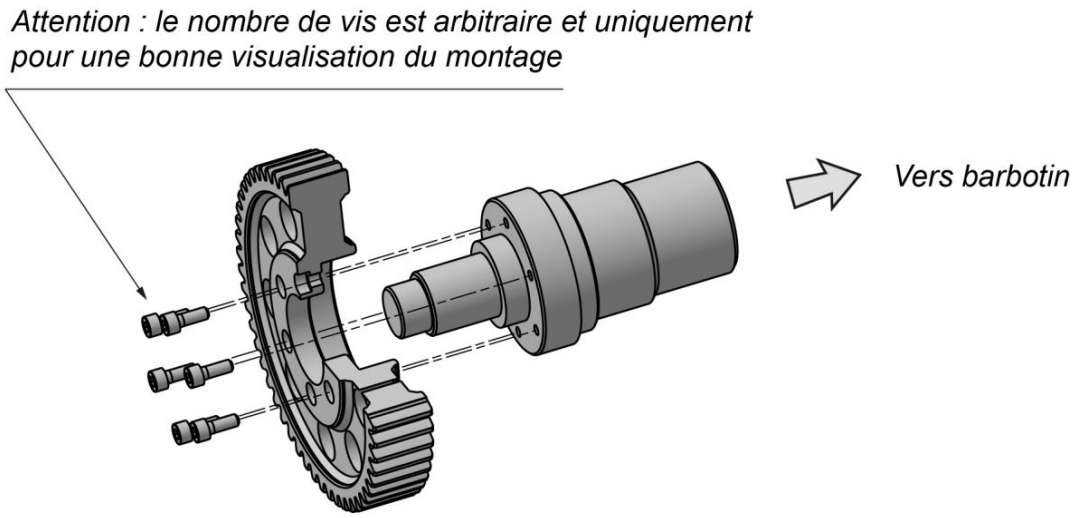
Modèle poutre



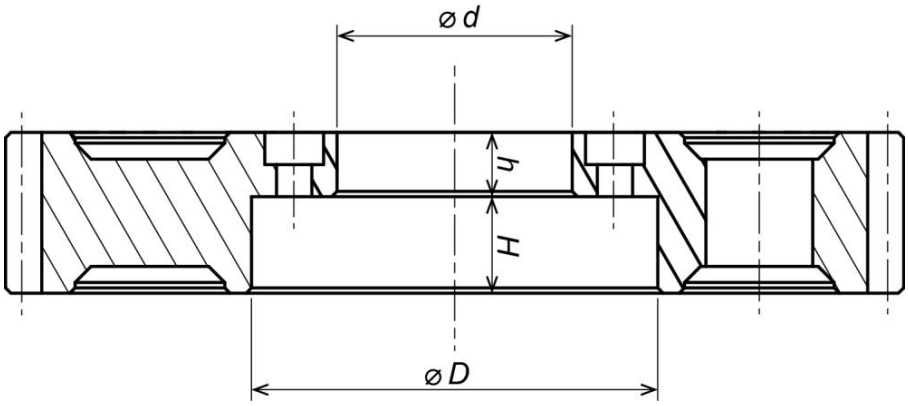
Estimation de la contrainte normale maximale en flexion

$$\sigma_{max} = \frac{54.T}{b.\pi^2.m_0}$$

Liaison complète roue – arbre de sortie



Roue de sortie



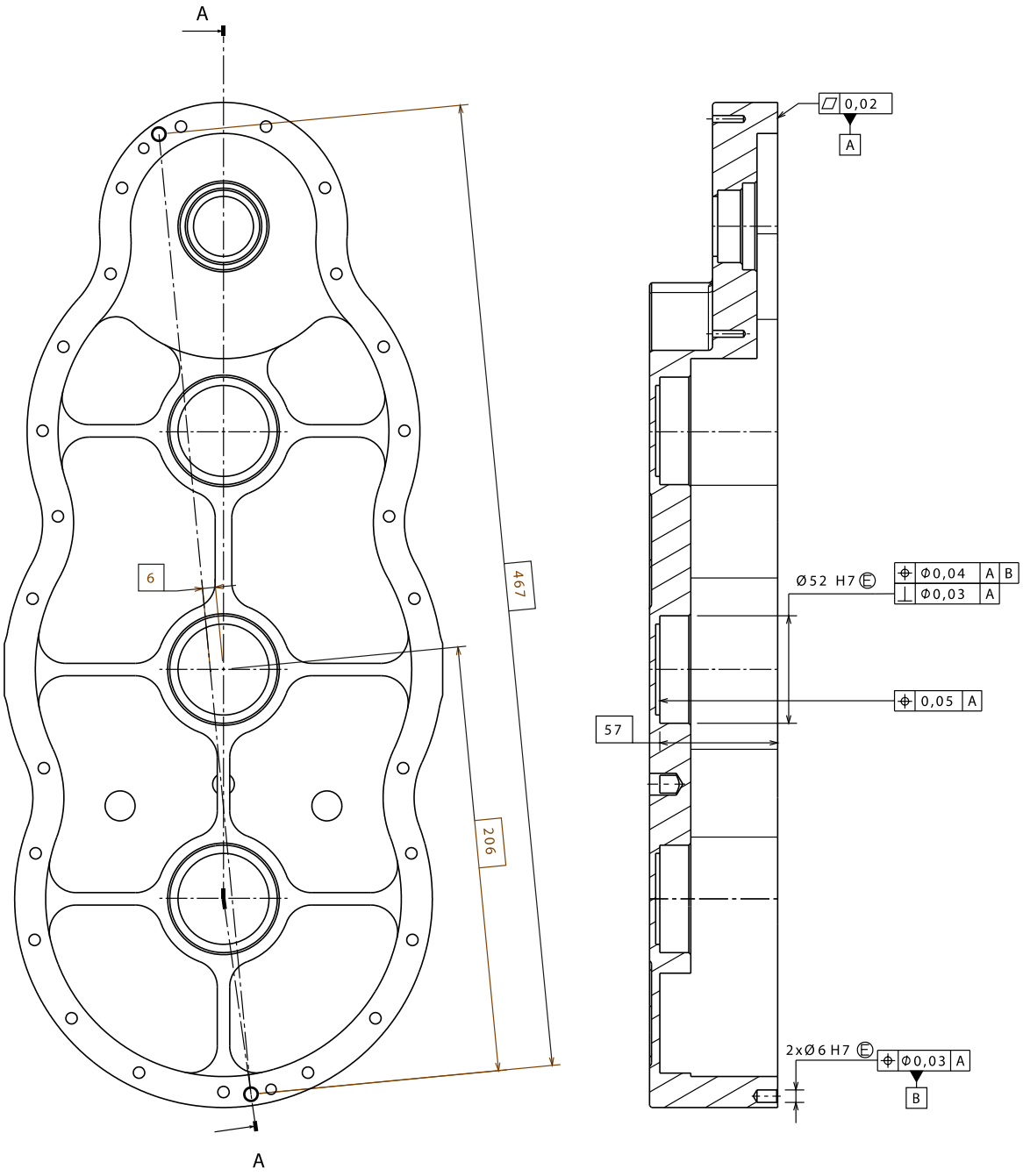
DOCUMENT RESSOURCE IX

Tournez la page S.V.P.

Charges d'épreuve – filetages métriques ISO à pas gros

Filetage d	Section résistante nominale $A_{s, nom}$ [mm^2]	Charge d'épreuve F_p ($A_{s, nom}$ x $S_{p, nom}$) [N]								
		Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/ 12.9
M3	5,03	1 130	1 560	1 410	1 910	2 210	2 920	3 270	4 180	4 880
M3,5	6,78	1 530	2 100	1 900	2 580	2 980	3 940	4 410	5 630	6 580
M4	8,78	1 980	2 720	2 460	3 340	3 860	5 100	5 710	7 290	8 520
M5	14,2	3 200	4 400	3 980	5 400	6 250	8 230	9 230	11 800	13 800
M6	20,1	4 520	6 230	5 630	7 640	8 840	11 600	13 100	16 700	19 500
M7	28,9	6 500	8 960	8 090	11 000	12 700	16 800	18 800	24 000	28 000
M8	36,6	8 240	11 400	10 200 [2)]	13 900	16 100	21 200	23 800	30 400	35 500
M10	58,0	13 000	18 000	16 200 [2)]	22 000	25 500	33 700	37 700	48 100	56 300
M12	84,3	19 000	26 100	23 600	32 000	37 100	48 900	54 800	70 000	81 800
M14	115	25 900	35 600	32 200	43 700	50 600	66 700	74 800	95 500	112 000
M16	157	35 300	48 700	44 000	59 700	69 100	91 000	102 000	130 000	152 000
M18	192	43 200	59 500	53 800	73 000	84 500	115 000	–	159 000	186 000
M20	245	55 100	76 000	68 600	93 100	108 000	147 000	–	203 000	238 000
M22	303	68 200	93 900	84 800	115 000	133 000	182 000	–	252 000	294 000
M24	353	79 400	109 000	98 800	134 000	155 000	212 000	–	293 000	342 000
M27	459	103 000	142 000	128 000	174 000	202 000	275 000	–	381 000	445 000
M30	561	126 000	174 000	157 000	213 000	247 000	337 000	–	466 000	544 000
M33	694	156 000	215 000	194 000	264 000	305 000	416 000	–	576 000	673 000
M36	817	184 000	253 000	229 000	310 000	359 000	490 000	–	678 000	792 000
M39	976	220 000	303 000	273 000	371 000	429 000	586 000	–	810 000	947 000

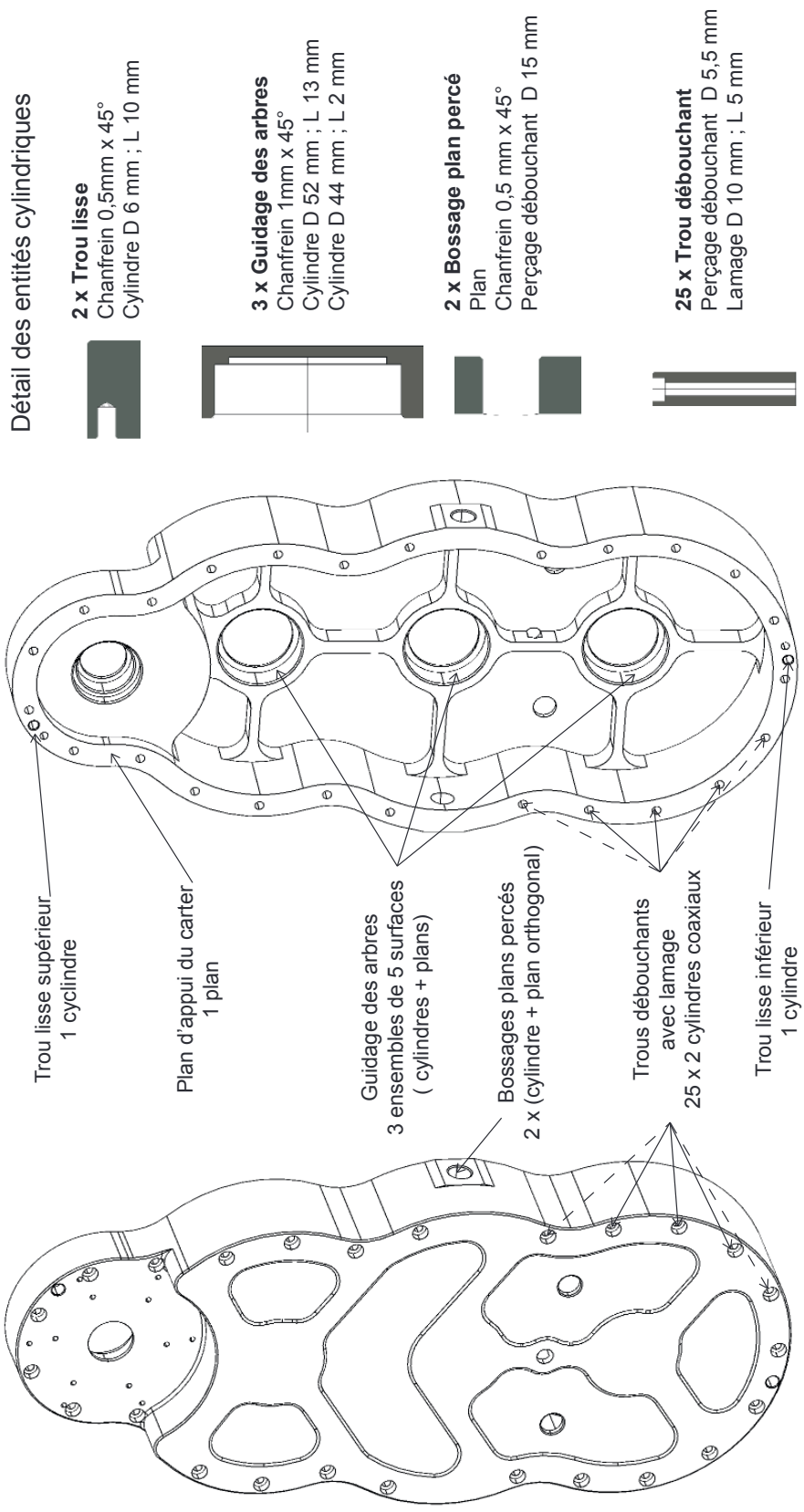
Dessin de définition partiel du demi-carter extérieur



DOCUMENT RESSOURCE XI

Tournez la page S.V.P.

Ensemble des surfaces usinées



DOCUMENT RESSOURCE XII

Métrologie par machine à mesurer tridimensionnelle



On rappelle qu'une machine à mesurer tridimensionnelle est essentiellement une machine à mesurer des dimensions (linéaires et angulaires) entre des éléments géométriques de type point, droite et plan.

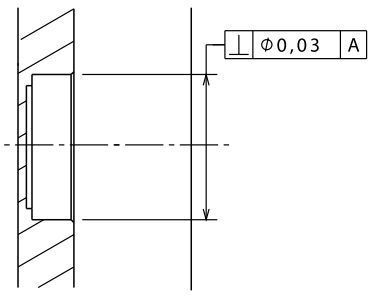
Les éléments géométriques de type point, droite et plan sont obtenus par :

- Des opérations d'**association** de points, droites, cercles, sphères, cylindres, cônes et de surfaces complexes à des nuages de points (**éléments intégraux extraits**).
- Des opérations de construction entre les éléments géométriques (point, droite plan) de la **base de données**.

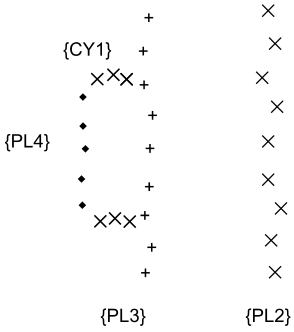
Le logiciel associé à la machine permet d'effectuer les calculs suivants :

- Quatre cas de calcul de distances : **point-point**, **point-droite**, **point-plan** et **droite-droite**
- Trois cas de calcul d'angles : **droite-droite**, **droite-plan** et **plan-plan**

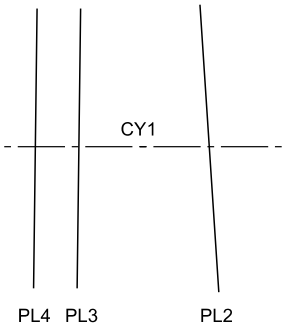
Cotation GPS



Eléments intégraux extraits
(représentation shématique indépendante du nombre de points palpés)



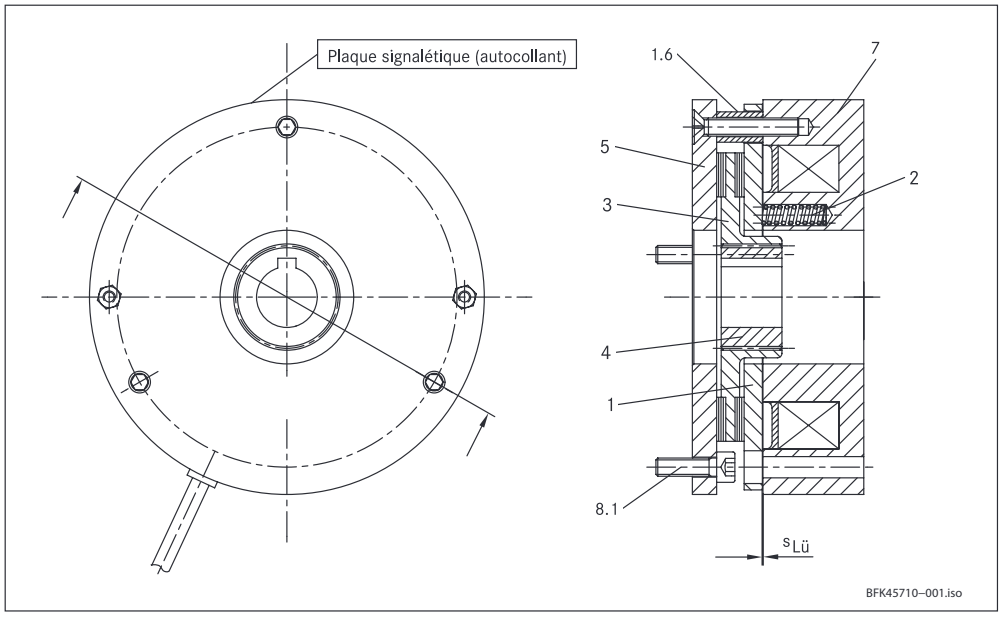
Eléments idéaux associés
(constituants de la base de données)



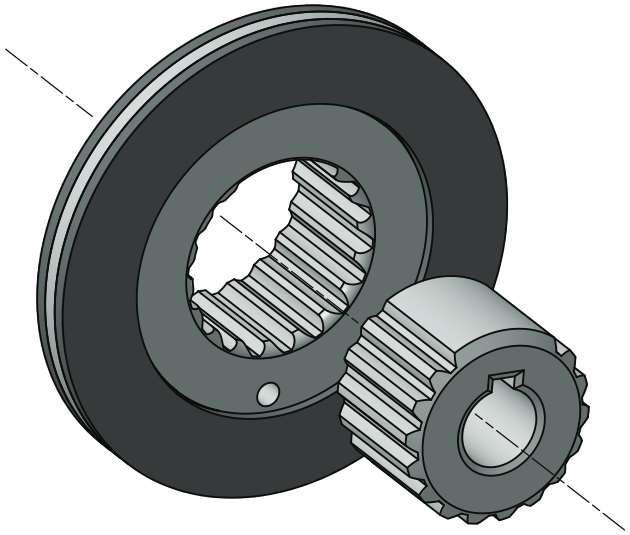
DOCUMENT RESSOURCE XIII

Tournez la page S.V.P.

Frein INTORQ BFK457



1	Armature mobile	4	Moyeu
1.6	Entretoise	5	Bride
2	Ressorts de pression	5	Corps inducteur
3	Rotor avec garniture de pression	8.1	Vis à têtes cylindrique DIN 912



Vue isométrique du rotor et du moyeu

DOCUMENT RESSOURCE XIV

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 utilisées uniquement dans les schémas.
- L'usage de stylo à friction, stylo plume, stylo feutre, liquide de correction et dérouleur de ruban correcteur est interdit.
- **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.

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 : *Décrire le principe de fonctionnement d'un moteur brushless à aimants permanents.*

Question I.2 : *Quels sont les avantages et les inconvénients de ce type de moteur par rapport à un moteur à courant continu ?*

Question I.3 : *Justifier l'usage d'un capteur angulaire pour assurer le fonctionnement interne du moteur brushless.*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question I.4 : *Justifier s'il s'agit d'un capteur absolu ou relatif, analogique ou numérique.*

Question I.5 : *Valider le choix du moteur PMS 120 au regard de la puissance « motrice » à l'horizontale* (items {*vitesse}* et {*capacité de traction et de poussée}*).

Question I.6 : *Expliquer pourquoi les packs de batterie doivent être montés en parallèle.*

Question I.7 : *Déterminer les valeurs de x et y afin que les packs de batterie soient adaptés au choix du moteur et à la puissance motrice à l'horizontale demandée.*

Question I.8 : *Estimer son autonomie dans le cas où les batteries sont exploitées au courant de décharge de niveau 2C (6500 mA).*

Question II.1 : *Donner l'expression littérale du rapport des vitesses* $\omega_{4/0}$ / $\omega_{1/0}$ *en fonction des différents nombres de dents notés Zi.*

Question II.2 : *Ce rapport est-il numériquement compatible (à 10 % près) avec l'exigence de vitesse du robot et le choix du moteur ? Justifier la réponse.*

Question II.3 : *Expliquer pourquoi le dimensionnement a été fait sur la roue dentée de sortie et pas sur l'entrée.*

Question II.4 : *Estimer numériquement la composante tangentielle T_{s_max} transmise entre les roues dentées 3b et 4 lors de la transmission de ce couple.*

Question II.5 : *Montrer que la contrainte normale maximale peut s'exprimer selon la formule donnée sur le* ***document ressource VIII****.*

Question II.6 : *Cette contrainte semble-t-elle acceptable du point de vue de la limite élastique d'un acier ? Justifier la 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.*

025

Question II.7 : *Rappeler ce qu'est le phénomène de fatigue d'un matériau.*

Question II.8 : *Relier, en précisant la démarche de calcul, le couple transmissible par adhérence sur la couronne de contact avec l'effort presseur total P exercé par les vis et des dimensions jugées utiles.*

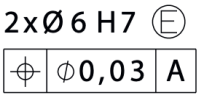
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

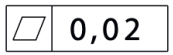
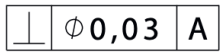
Question II.9 : *Choisir la classe des vis et le nombre n de vis M8 à utiliser (**document ressource X**) tout en se limitant à 10 vis maximum pour des raisons de montage.*

Question II.10 : *Rappeler la signification de la classe d'une vis, par exemple « 6.4 ».*

Question III.1 : *Expliciter les spécifications géométriques à l'aide des « fiches GPS » pages suivantes.*

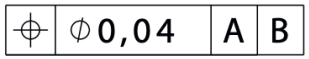
Question III.2 : *Justifier le besoin fonctionnel de chacune des deux spécifications dimensionnelle et géométrique suivantes.*



TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
	Eléments non Idéaux extraits du « Skin Modèle »		**Eléments Idéaux**		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	**Eléments Tolérancé(s) ***	**Eléments de référence ***	**Référence(s) spécifiée(s) ***	**Zone de tolérance ***	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition 					
					

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

Tournez la page S.V.P.

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
	Eléments non Idéaux extraits du « Skin Modèle »		**Eléments Idéaux**		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	**Eléments Tolérancé(s) ***	**Eléments de référence ***	**Référence(s) spécifiée(s) ***	**Zone de tolérance ***	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition 					

* 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 :

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.3 : *Expliquer pourquoi les surfaces de références A et B ont été choisies pour positionner les logements des éléments de guidage des arbres de transmission.*

Question III.4 : *Justifier l'ordre dans lequel le système de référence A|B a été défini pour positionner les logements des éléments de guidage des arbres de transmission.*

Question III.5 : *Indiquer et justifier au moins 3 propriétés physiques que doit présenter le matériau pour assurer les fonctions requises. En déduire la classe de matériaux adaptée (plastique, métallique, composite, céramique) et un matériau en particulier.*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question III.6 : *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 discriminer les deux solutions ?*

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

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

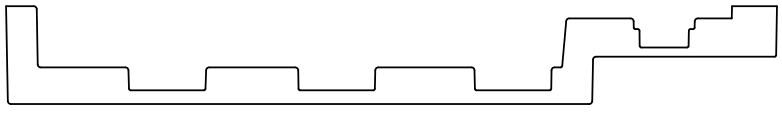
- *Critère(s) de choix :*

Question III.7 : *Expliquer le principe général du procédé de fonderie.*

Question III.8 : *Quel phénomène physique lors de la solidification impacte la géométrie de la pièce produite et la santé matière ? Citer deux défauts associés.*

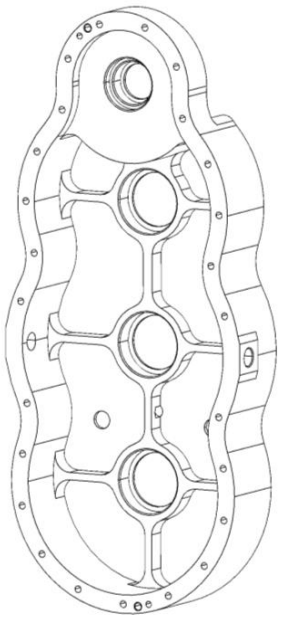
Question III.9 : *Quels sont les avantages et inconvénients de la fonderie en moule permanent par rapport au moulage au sable, c'est-à-dire à moule non permanent ?*

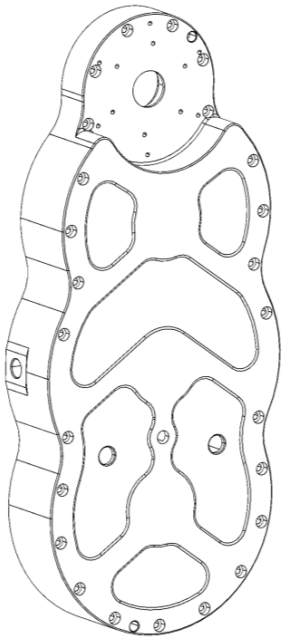
Question III.10 : *Compléter le dessin en précisant la géométrie des deux demi-moules, la position du plan de joint, le système de remplissage et le vecteur gravité $\vec{g}$.*



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 complèterez 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*
- *Phase 20*





Question III.12 : *Pour la phase 20, proposer la liste des différentes liaisons à réaliser entre la pièce et le porte-pièce 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.13 : *Illustrer au moyen de trois schémas les trois opérations d'usinage des surfaces élémentaires « Plan », « Perçage débouchant D15 » et « Chanfrein 0,5 x 45° » de l'entité « Bossage plan percé ».*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question III.14 : *Proposer une démarche basée sur le calcul d'un angle et les caractéristiques géométriques nominales de la surface cylindrique pour évaluer l'écart de perpendicularité de la pièce en précisant la condition de conformité.*

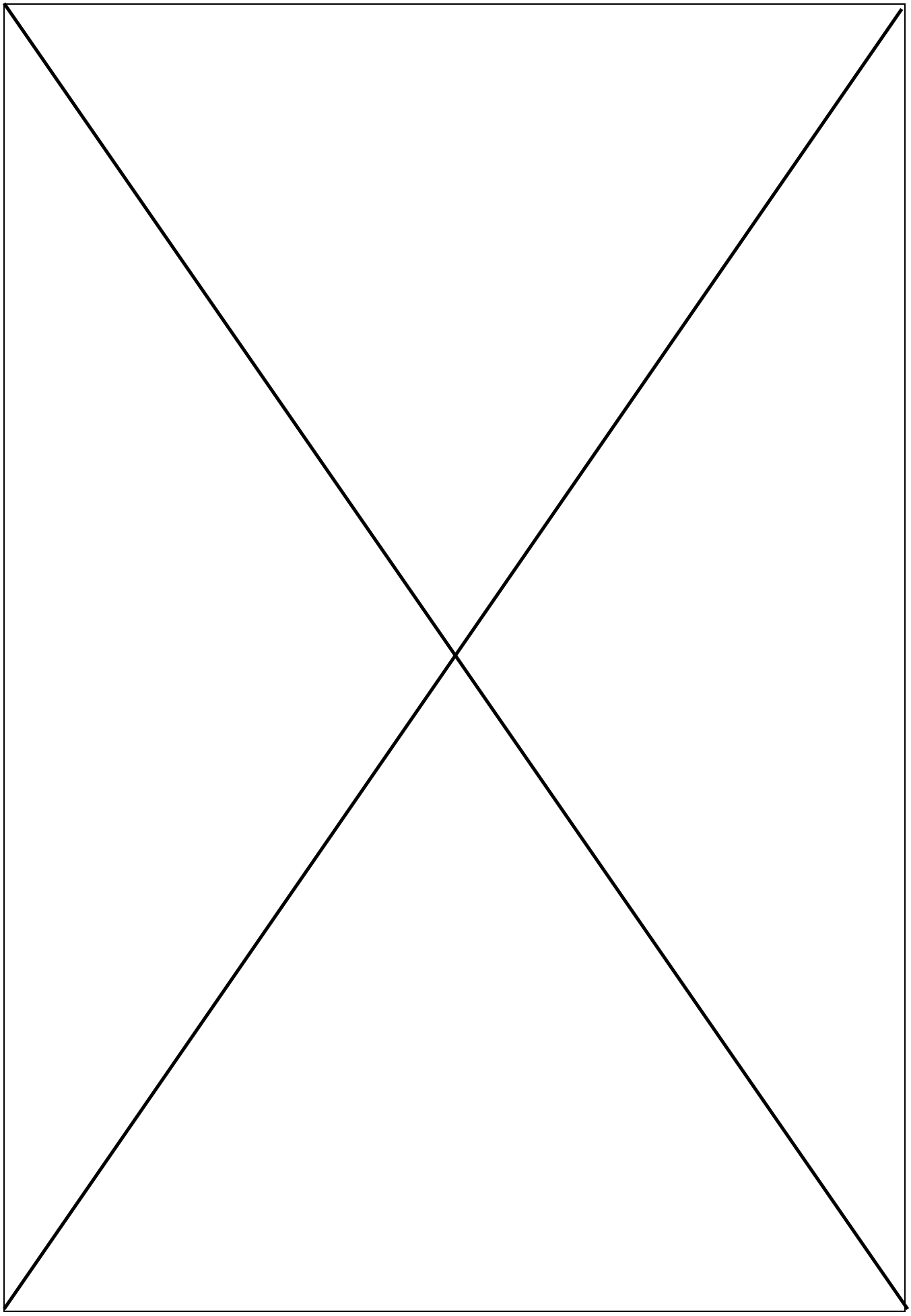
Question III.15 : *Décrire les opérations de construction pour élaborer les deux points extrêmes PT5 et PT6 délimitant l'axe du cylindre CYL1.*

Question III.16 : *Proposer une opération de construction pour matérialiser la droite DR7 normale à la référence spécifiée et coplanaire à l'axe du cylindre CYL1.*

Question III.17 : *Quelle condition de distances(s) entre DR7 et les points PT5 et/ou PT6 permet de vérifier la conformité de la tolérance ?*

Case libre

Case libre



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 :** .....

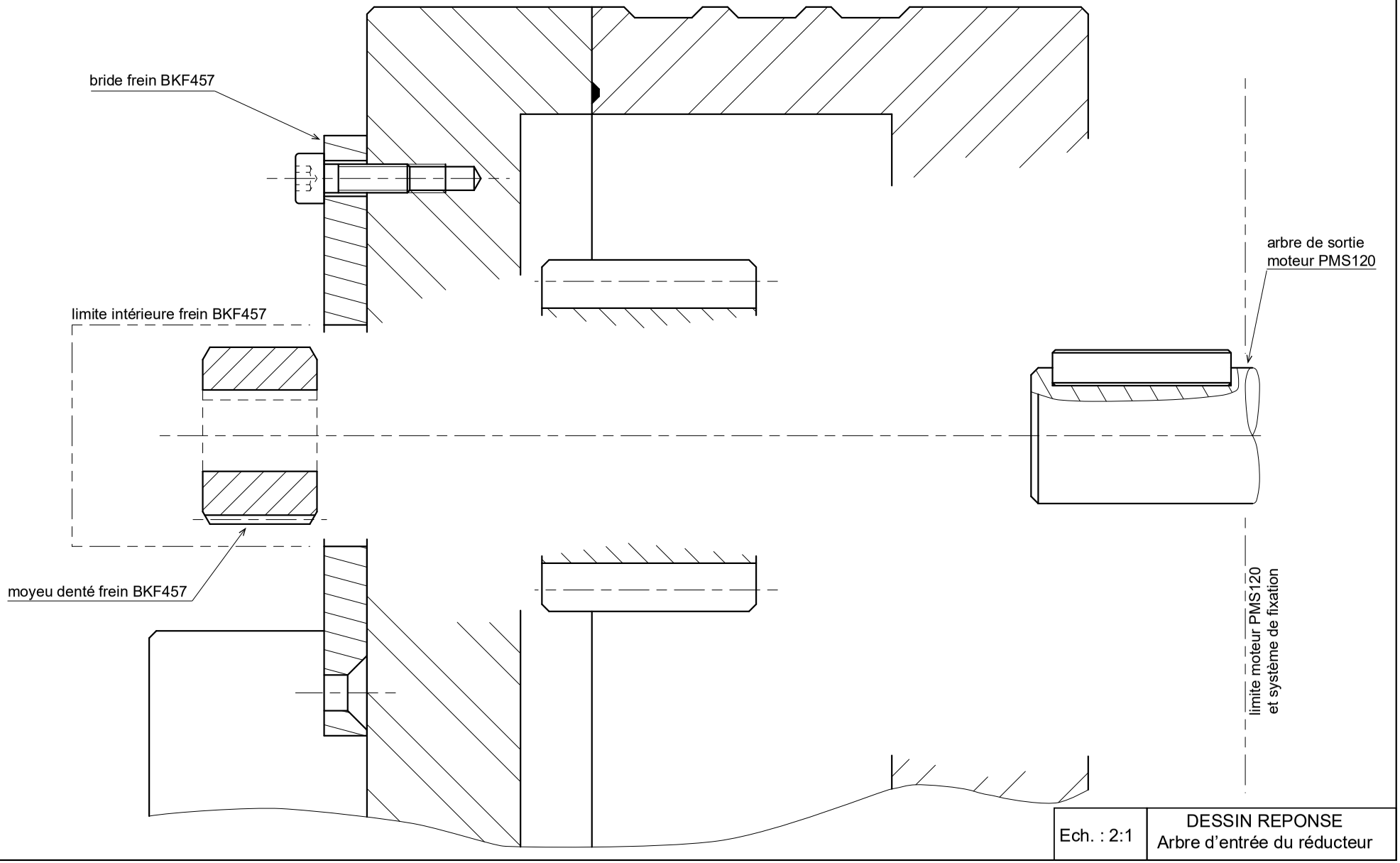
CONSIGNES

- *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.*

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



Ech. : 2:1

DESSIN REPONSE
Arbre d'entrée du réducteur

Prepa Help

prepahelp.com · classes préparatoires, Maroc et France

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
- Transmetteurs de puissance et trains d'engrenages

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