Banque PT, France

Session 2026, filière PT

Sciences industrielles C

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Partie 1 : vérification des performances du robot
- Partie 2 : industrialisation de la couronne
- Partie 3 : conception de la « vertèbre »

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/2026/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 11 pages de texte, numérotées de 1 à 11.
- 1 cahier de 14 pages, numérotées de I à XIV intitulé « **DOCUMENTS RESSOURCES** ».
- 1 cahier réponse de 16 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 15 minutes pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer environ 30 % du temps à la partie I, environ 30 % du temps à la partie II, environ 40 % du temps à la partie III.*

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.

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

Robot d'inspection du réseau d'eau potable PATHFINDER

Présentation

Nous proposons d'étudier dans ce sujet le robot d'inspection du réseau d'eau potable PATHFINDER produit par la société française ACWA Robotics (figure 1). On estime actuellement que 20 à 40% de l'eau acheminée dans le monde par les réseaux de distribution est perdue lors de ce transport, soit 32 milliards de mètres cubes par an. L'obsolescence de ces réseaux et le manque d'entretien et de renouvellement en sont les principales raisons. La connaissance de ces réseaux, leur localisation et leur état sont au cœur du problème.

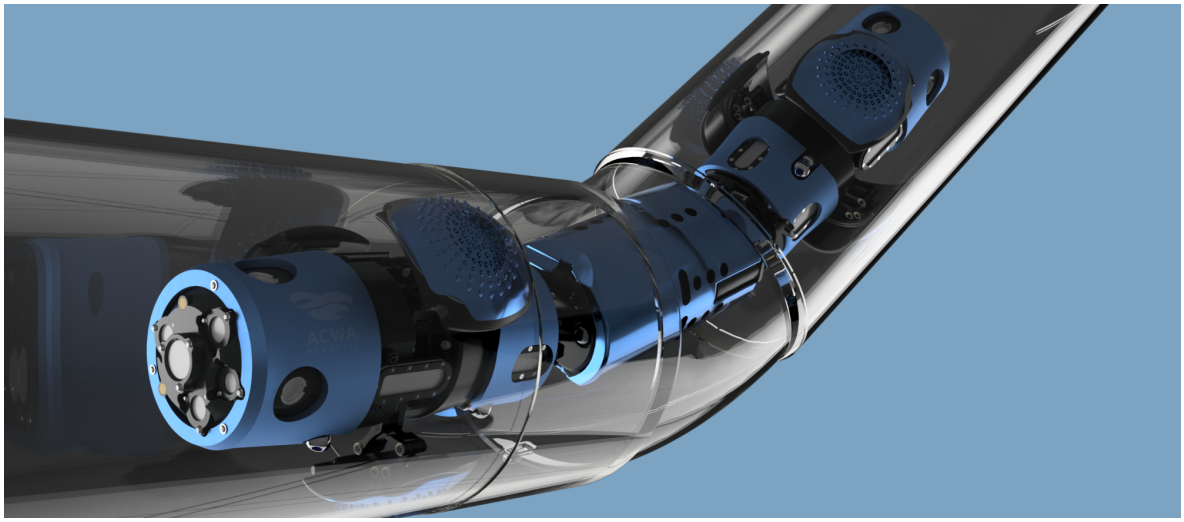


Figure 1 : Robot PATHFINDER dans une conduite coudée

Le robot PATHFINDER a donc été conçu pour se déplacer de façon autonome dans les canalisations, sans perturber la distribution aux usagers, afin de cartographier et diagnostiquer l'état de ces réseaux. Il peut passer les coudes et franchir les embranchements, dans le courant ou à contre-courant. PATHFINDER pourra fournir les informations suivantes :

- La localisation des canalisations ;
- L'évaluation exhaustive de l'état des canalisations (épaisseur, corrosion, microfissures, ovalisation...) ;
- Les données nécessaires concernant les grandeurs hydrauliques (pression, qualité, turbidité…).

Les caractéristiques techniques de PATHFINDER sont regroupées dans le **document ressource I.**

Dans cette étude, le robot est composé des deux sous-systèmes suivants :

1. Un système de déplacement ;
2. Un système d'acquisition de données.

Le sujet porte principalement sur le système de déplacement et s'articule autour de 3 sous parties indépendantes :

1. La première partie vous propose d'appréhender le fonctionnement général du robot PATHFINDER et de faire le lien entre les solutions techniques adoptées et les performances attendues en termes de progression (adhérence aux parois, vitesse, dimensions des canalisations).

2. La deuxième partie porte sur l'industrialisation de la « couronne » (analyse des spécifications dimensionnelles et géométriques, choix de procédés de fabrication, gamme d'usinage).

3. La troisième et dernière partie porte sur la conception du composant appelé « vertèbre » qui permet la translation et les rotations du robot (concevoir une pièce en optimisant le triptyque produit-procédés-matériaux, concevoir et dimensionner une liaison mécanique).

Partie 1 : Vérification des performances du robot

Les détails de la transmission de puissance du robot PATHFINDER sont donnés dans les **documents ressources II**, **III et IV**. Cette transmission utilise :

- Des moto-réducteurs de la marque FAULHABER constitués d'un :
  - Moteur 3216W009BXTH ;
  - Réducteur 22GPT 30:1 KS4 (réduction de rapport 30) ;
  - Codeur IEF3-64 ;
- Des mécanismes vis/écrous de la marque IGUS.

On admettra que la vitesse de rotation des moteurs en fonctionnement normal est de 1000 tr/min.

Question 1.1 : En le justifiant, préciser si les codeurs sont absolus ou relatifs ? Quelle est l'utilité du canal I nommé Index ?

Question 1.2 : Expliquer comment les signaux des canaux A et B sont utilisés pour déterminer le sens de rotation.

Ces signaux sont obtenus par passage d'aimants devant des capteurs à effet Hall.

Question 1.3 : Expliquer le fonctionnement de l'effet Hall et comment les passages d'un aimant peuvent alors être détectés.

Question 1.4 : Quelle résolution sur le déplacement des vérins ces codeurs permettent-ils d'atteindre sachant que les canaux A et B sont en quadrature de phase ?

On s'intéresse à un déplacement dans une canalisation rectiligne. Le cycle correspondant est détaillé dans le **document ressource V**.
On supposera que la course des vérins est fixée à 100 mm.

Question 1.5 : Quelle est la durée du déplacement pour assurer une telle course ?

Question 1.6 : En déduire la distance que parcourt le robot dans ces conditions en 1 heure.

Le passage d'une zone courbe est rendu possible en pilotant différemment les deux vérins associés à un même module. Cette différence modifie alors l'orientation du module. Le **document ressource VI** illustre l'implantation des vérins au travers d'un schéma cinématique et d'une vue isométrique partielle. On observera qu'un des vérins est en liaison pivot avec une pièce nommée « coulisseau ». Ce coulisseau est en liaison glissière avec la platine du bloc de rotation par l'utilisation de patins et de rails IGUS.

Question 1.7 : Expliquer pourquoi les deux vérins ne peuvent pas être reliés directement par une liaison pivot à la platine du bloc de rotation. Vous appuierez votre réponse sur un schéma.

La mobilité cinématique retenue dans la modélisation du schéma cinématique proposé est égale à 3.

Question 1.8 : Identifier ces mobilités.

Question 1.9 : En déduire le degré d'hyperstatisme de cette modélisation.

Question 1.10 : Quel(s) degré(s) de liberté supplémentaire(s) faudrait-il ajouter à celle de la liaison glissière entre le coulisseau et le vérin 2 pour rendre la modélisation isostatique ? Quelle est la liaison correspondante ? Préciser ses caractéristiques.

Les deux rails IGUS sont fixés sur la platine par deux vis CHC à tête courte tout comme les deux patins IGUS, qui eux sont fixés sur le coulisseau. Le **document ressource VII** présente l'ensemble de ces pièces ainsi que la définition de deux coupes A-A et B-B.

Le **cahier réponse** contient les deux vues en coupe associées qui doivent être complétées par :

- La géométrie du coulisseau dans la zone de contact avec les patins ;
- La géométrie de la platine dans la zone de contact avec les rails.

Les surfaces de mise en position des patins sur le coulisseau et des rails sur la platine doivent être restreintes afin de prendre en considération l'hyperstatisme mentionné plus haut.

Question 1.11 : Compléter les deux vues en coupe et surligner en rouge les surfaces fonctionnelles de mise en position.

Les modules MASTER et SLAVE comportent chacun une « cassette de bras ». Chaque cassette de bras permet de déployer trois patins disposés à 120° prenant appui sur la paroi cylindrique de la canalisation. Les patins sont revêtus de picots moulés en silicone afin de favoriser leur adhérence aux parois.

Trois patins sont disposés à 120° et liés à un ensemble de biellettes organisées en pantographe (**document ressource VIII**). Pour chaque patin, le pantographe est lié aux deux couronnes. Ainsi, la mise en rotation des couronnes dans des sens opposés permet le mouvement de translation du patin. Par la suite, on désigne par « pantographe » un ensemble de biellettes organisées en pantographe et par « bras » un pantographe et le patin situé à l'extrémité.

Le tracé de la loi entrée-sortie analytique d'un bras est présenté dans le **document ressource VIII**. Elle représente la relation entre la distance ρ (entre le support du patin et le centre des couronnes) et l'angle de rotation α des couronnes. L'épaisseur δ des patins attachés est de 27 mm.

Question 1.12 : À partir des données du problème, calculer les diamètres minimal D_{min} (bras repliés) et maximal D_{max} (bras déployés) d'une cassette de bras. Cette version du robot peut-elle évoluer dans des canalisations de diamètre égal à 150, 200 ou 250 mm ?

La cassette de bras est constituée d'un motoréducteur électrique permettant d'apporter la puissance d'entrée, constitué d'un moteur et d'un réducteur de rapport de réduction r = 196. Le motoréducteur entraîne un train épicycloïdal à deux étages permettant la mise en rotation des deux couronnes en vis-à-vis (**document ressource IX**).

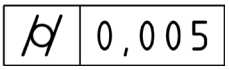
Question 1.13 : Calculer les rapports de réduction du mouvement de chacune des deux couronnes par rapport à l'arbre d'entrée. Les résultats permettent-ils d'assurer le déploiement des bras ? Justifier votre réponse.

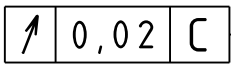
Question 1.14 : Sachant qu'en sortie de motoréducteur la vitesse de rotation est de 2 tr/min, en déduire le temps de déploiement des bras pour une canalisation de 250 mm.

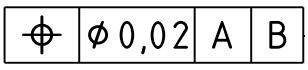
Partie 2 : Industrialisation de la couronne

Dans cette partie on étudie l'industrialisation de la couronne dont le dessin de définition est donné dans le **document ressource X**. On rappelle que la quantité de robots produite est de quelques unités par an et que les matériaux constitutifs doivent se conformer aux normes et référentiels pour le contact alimentaire, le robot évoluant dans les réseaux d'eau potable.

Question 2.1 : Expliciter les spécifications géométriques suivantes à l'aide des « fiches GPS » du **cahier réponse** :



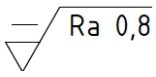




Question 2.2 : Expliciter la spécification dimensionnelle suivante en considérant l'opérateur de taille par défaut :

$$\phi\, 63.5\ ^{+0.012}_{-0.007}$$

Question 2.3 : Expliciter la spécification suivante en détaillant la formule du paramètre Ra :



Question 2.4 : Proposer en justifiant au moins 4 critères de choix du matériau.

Il s'agit maintenant de rechercher le matériau, de masse volumique ρ, qui permettra de **minimiser la masse m** de la couronne et de résister aux contraintes mécaniques. Dans une première approche, on fait l'hypothèse que chaque oreille peut être modélisée par une poutre de longueur L (de direction x) et de section circulaire de rayon r (**document ressource XI**). Chaque oreille est supposée encastrée à une extrémité dans la couronne, et principalement soumise à une sollicitation de flexion. L'effort F (de direction y) qui peut mener à la rupture de l'oreille s'exprime en fonction de la contrainte maximale σ_{max} et du moment quadratique I_{Gz} de la manière suivante :

$$F = \frac{\sigma_{max} \cdot I_{Gz}}{L \cdot r}$$

Question 2.5 : Déterminer les expressions de la masse m et du moment quadratique I_{Gz} en fonction des données du problème.

Question 2.6 : Déterminer les fonctions f_1, f_2 et f_3 telles que : $m = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$ avec :

- f_1 : fonction des données matériau (σ_{max}, ρ)
- f_2 : fonction de la géométrie (L)

Tournez la page S.V.P.

- f_3 : fonction du chargement (F)

Le diagramme (log-log) Contrainte maximale σ_{max} / Masse volumique ρ (**document ressource XI**) permet de choisir un matériau en fonction de l'indice de performance I_p, tel que :

$$I_p = \frac{(\sigma_{max})^n}{\rho}$$

Question 2.7 : Parmi les matériaux retenus dans le diagramme (**document ressource XI**), sélectionner deux matériaux, appartenant à deux familles de matériaux différentes, les plus appropriés et compatibles avec les exigences fonctionnelles en justifiant la méthodologie.

Question 2.8 : Compte tenu de la taille de la série et des matériaux les plus adaptés, justifier les types de procédés de fabrication qui ne sont économiquement pas viables pour l'obtention de la couronne.

On envisage deux processus différents pour fabriquer la couronne :

1. Usinage complet de la pièce à partir d'un brut débité dans une barre cylindrique ;
2. Fabrication additive puis usinage des surfaces fonctionnelles, dont les dentures.

Question 2.9 : Quels sont les avantages et inconvénients de chacun des deux processus de fabrication appliqués à la couronne d'un point de vue technico-économique et environnemental ?

Question 2.10 : Rappeler le principe du procédé de fusion laser sur lit de poudre métallique et du procédé de dépôt de fil polymère fondu. Vous pourrez illustrer vos explications par un schéma.

Question 2.11 : Expliquer pourquoi il est parfois nécessaire d'utiliser des supports pour fabriquer certaines surfaces des pièces pour ces deux procédés.

Une des étapes de mise au point du procédé de fabrication additive est l'optimisation de l'orientation des pièces sur le plateau de fabrication. Pour cela plusieurs critères sont retenus :

1. La hauteur de la pièce sur le plateau de fabrication ;
2. L'aire des surfaces de la pièce à supporter ;
3. L'emprise de la pièce sur le plateau de fabrication ;
4. Le volume de support.

Question 2.12 : Expliquer la pertinence de chacun de ces quatre critères d'un point de vue technico-économique pour les deux procédés de fabrication additive considérés.

Question 2.13 : En déduire le critère parmi les quatre qui est le plus spécifique au procédé de fusion laser sur lit de poudre métallique.

On se place dans le cas du procédé de fusion laser sur lit de poudre métallique pour fabriquer les couronnes. On fait l'hypothèse que les surfaces fonctionnelles seront reprises en usinage de finition. De plus, il y a deux types de couronnes par module (mais de géométries très similaires), et deux modules par robot (module SLAVE et module MASTER).

Question 2.14 : À partir des données comparatives du **document ressource XII,** proposer et justifier une orientation pour fabriquer les quatre couronnes sur un même plateau de 200 mm x 200 mm x 200 mm en une seule production.

Dans le cas d'un processus de fabrication par usinage, deux phases distinctes de fabrication sur un tour à 3 axes sont nécessaires afin de réaliser toutes les surfaces fonctionnelles des entités identifiées sur le **document ressource XIII** :

- Phase 10 : usinage des surfaces de guidage des biellettes, usinage des trous radiaux et axiaux des oreilles, usinage des surfaces internes ;
- Phase 20 : usinage des interfaces roulement.

Question 2.15 : Rappeler les caractéristiques cinématiques et technologiques d'un tour 3 axes à commande numérique et justifier sa mise en œuvre pour la réalisation des entités qui composent la couronne.

Question 2.16 : Compléter les schémas proposés pour les phases 10 et 20 sur le **cahier réponse** avec l'axe du mandrin, les axes X et Z de la machine et les axes de rotation des outils tournants.

Question 2.17 : Pour chacune des opérations suivantes, et à l'image de l'exemple proposé dans le **cahier réponse,** représenter la silhouette de l'outil requis en orientation d'usinage, nommer l'outil et dessiner sa trajectoire, définir les mouvements de la pièce et de l'outil :

- Phase 10 : usinage des surfaces internes, usinage des trous radiaux et axiaux des oreilles ;
- Phase 20 : usinage des interfaces roulement.

Vous pouvez utiliser de la couleur pour plus de lisibilité. **Les schémas non soignés, ambigus ou illisibles ne seront pas évalués.**

Partie 3 : Conception de la « VERTEBRE »

Dans cette partie on s'intéresse à la réalisation de la fonction de déplacement du robot dans la conduite et plus particulièrement à la VERTEBRE. Celle-ci assure le déploiement de deux couples de vérins électriques, chacun piloté par un moteur électrique, afin de translater et orienter successivement les modules MASTER et SLAVE au cours du cycle de progression du robot dans la conduite (**document ressource V)**. Le schéma cinématique du système isolé est représenté sur le **document ressource XIV.**

L'étanchéité du système est exclue de l'étude proposée.

L'ensemble des surfaces fonctionnelles des pièces à concevoir seront obtenues par usinage (tournage, fraisage, perçage, rectification, mortaisage). Une attention particulière devra être apportée au respect de la relation produit / procédé (respect des règles de tracé).

Question 3.1 : Représenter aux instruments sur le **Dessin Réponse** (échelle 2:1) une solution constructive pour la réalisation de l'ensemble des fonctions suivantes :

1. **Accouplement** du manchon avec l'arbre de sortie du réducteur permettant d'assurer :
   - Le centrage du manchon sur l'arbre réducteur ;
   - La transmission de puissance par obstacle.

2. **Liaison rotule** entre le manchon et le bâti (via la pièce de jonction) permettant d'assurer :
   - Le guidage au moyen d'<u>un</u> roulement à choisir dans le **document ressource XIV ;**
   - Les arrêts axiaux correspondants.

3. **Liaison encastrement** entre le manchon et la vis permettant d'assurer :
   - Le centrage de la vis sur le manchon ;
   - L'immobilisation relative des deux pièces par vissage.

4. **Liaison encastrement** entre l'écrou et la tige permettant d'assurer :
   - Le centrage de l'écrou sur la tige ;
   - L'immobilisation relative des deux pièces.

La forme de l'écrou s'inspirera des images proposées dans le **document ressource III**. Des modifications de leur géométrie par usinage sont envisageables.

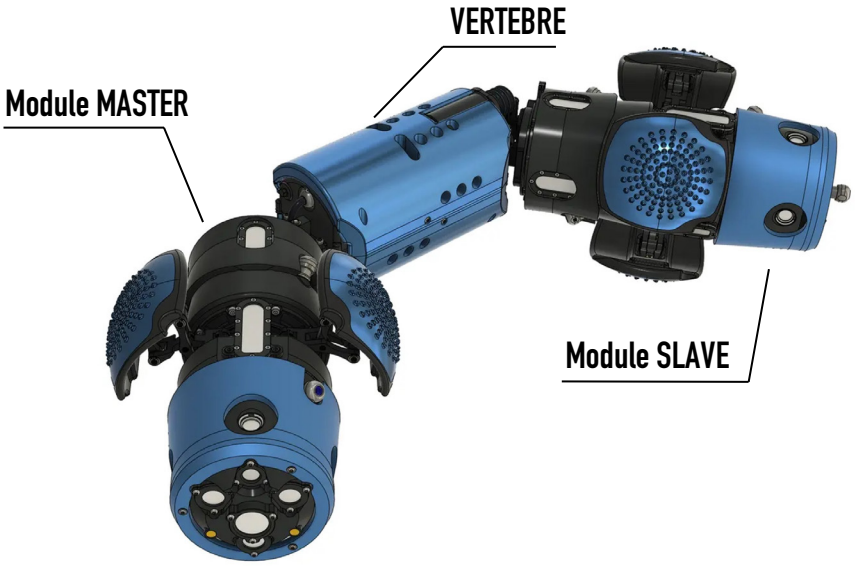
5. **Liaison glissière** entre la tige et le fourreau permettant d'assurer :
   - Le guidage principal entre les pièces au moyen d'une paire de paliers (un palier solidaire du fourreau et un palier solidaire de la tige) ;
   - L'arrêt en rotation par obstacle.

6. **Liaison encastrement** entre la tige et la chape de liaison permettant d'assurer :
   - La mise en position relative des deux pièces ;
   - L'immobilisation relative des deux pièces par goupille.

FIN DE L'ÉNONCÉ

IMPRIMERIE NATIONALE – 26 1058 – D'après documents fournis

Caractéristiques techniques du robot PATHFINDER



Locomotion	Hybride : automoteur / porté par le courant
Vitesse de déplacement	0,1 m/s pour une vitesse du flux de 0,3 m/s soit une vitesse de 360 m/h
Sécurisation	Fil d'Ariane
Canalisations	Métaux, polymères, béton
	Diamètre 250 / 300 mm
	Pression de l'eau 20 bars
	Vitesse d'écoulement 2 m/s
Passage d'angles	Coude jusqu'à 90° Changement de plan
Flottabilité	Neutre
Matériaux	Conformité sanitaire
Capteurs	25 capteurs de distance
	2 centrales inertielles
	Caméra 21 MP avec anneau led
Capacité de prise de décision embarquée	2 modules de calcul Raspberry Pi 4 et 6 micro contrôleurs STM32

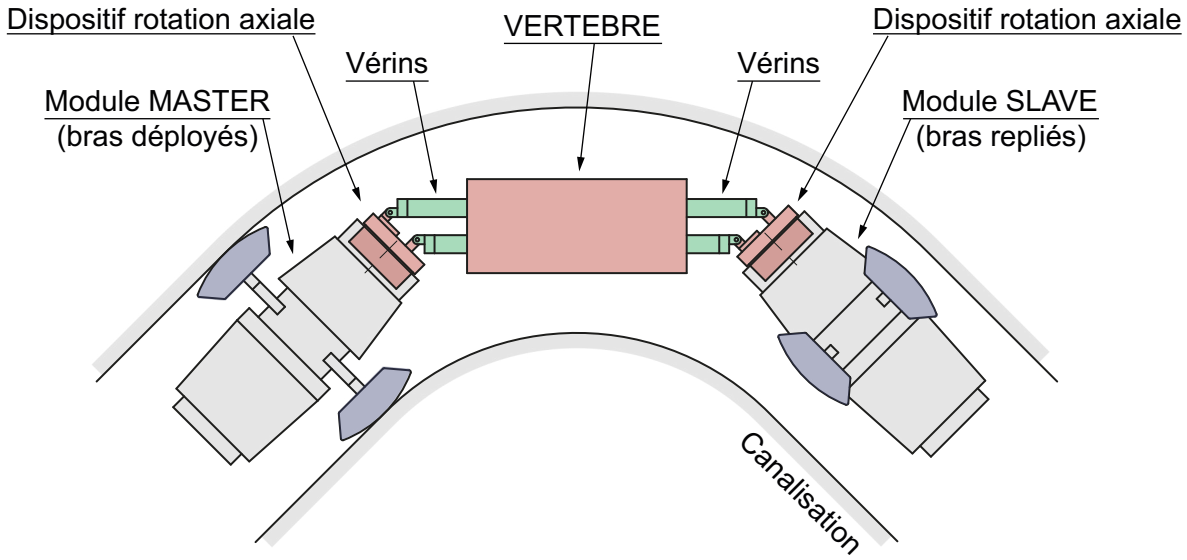
Description du système de déplacement

Le système est constitué de deux modules identiques (MASTER et SLAVE), reliés entre eux par la VERTEBRE, constituée d'un jeu de quatre vérins électriques actionnés chacun par un moteur brushless.

Grâce à ses vérins, la VERTEBRE peut éloigner ou rapprocher les modules, mais aussi modifier leurs orientations dans le plan par un déplacement relatif des deux vérins associés à un même module.

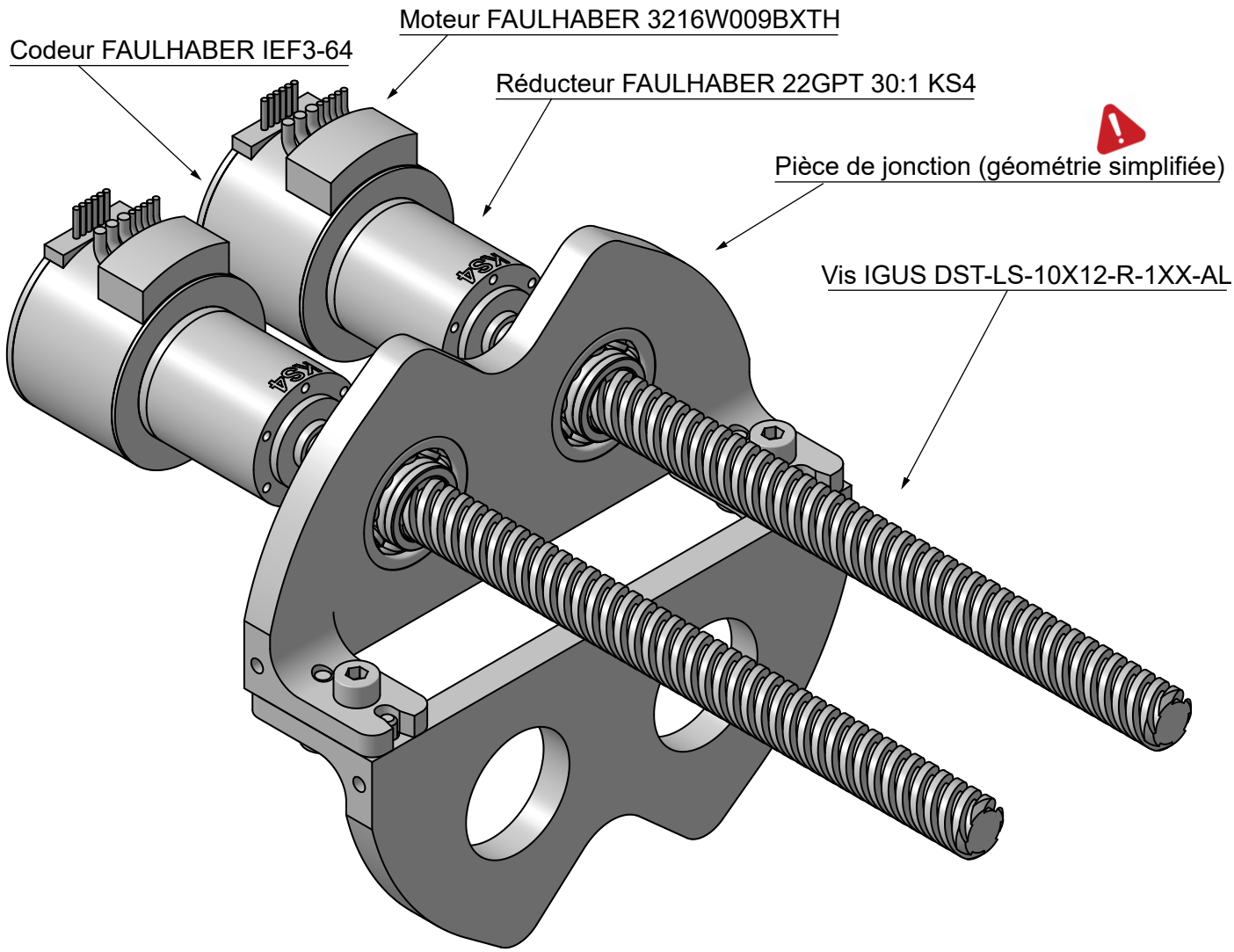
Pour le déplacement, le module MASTER prend appui sur la paroi de la canalisation par l'intermédiaire de trois bras qu'il est capable de déployer. Un asservissement permet le déplacement du module SLAVE tout en restant centré dans la canalisation. Une fois la position désirée obtenue, le module SLAVE prend alors appui sur les parois de la canalisation et le module SLAVE est rapproché par une procédure similaire une fois ses bras repliés.

Les courbures dans les canalisations ne se faisant pas toutes dans le même plan, les deux modules sont équipés chacun d'un dispositif de rotation axiale actionné par un moteur brushless. Ces deux rotations sont elles aussi asservies lors du déplacement du robot.



DOCUMENT RESSOURCE II

Transmission de la vertèbre



Extraits de la documentation IGUS

Constitution de la référence

Type	Filet	Options
DST-LS-10X12-	R	-120 -AL

Technologie dryspin® | Vis | Diamètre | Pas | Sens de rotation | Longueur [mm] | Matériau de la vis

Options :
Sens de rotation
R : filet à droite
L : standard gauche
Matériau de la vis
ES : inox roulé
AL : aluminium roulé
Longueur en mm : au choix (maximum cf. tableau)

Contactez-nous
Toutes les vis de précision drylin® peuvent être usinées de façon individuelle.

Vis IGUS drylin



Exemple de géométries pour écrous IGUS dryspin

DOCUMENT RESSOURCE III

Tournez la page S.V.P.

Codeur FAULHABER IEF3-64

Codeurs

codeurs magnétiques, sorties digitales,
3 canaux, 16 - 4096 impulsions par tour



Combinaisons avec
Moteurs C.C. sans balais

Série IEF3-4096

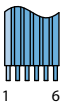
	IEF3	-16	-32	-64	-128	-256	-512	-1024	-2048	-4096	
Nombre d'impulsions par tour	*N*	16	32	64	128	256	512	1 024	2 048	4 096	
Gamme de fréquence, jusqu'à [1]	*f*	5	10	20	40	80	160	320	640	875	kHz
Nombre de signaux de sortie (forme carrée)		2+1 Index									Canaux
Tension d'alimentation	U_{DD}	4,5 ... 5,5									V
Consommation moyenne [2]	I_{DD}	typ. 25, max. 40									mA
Courant de sortie, max. [3]	I_{OUT}	2,5									mA
Largeur d'impulsion [4]	P_0	90 ± 45						90 ± 65	90 ± 75		°e
Déphasage des signaux entre canal A et B	Φ	90 ± 45						90 ± 65	90 ± 75		°e
Temps de transition du signal, max. (C_{LOAD} = 50 pF)	*tr* / *tf*	0,05 / 0,05									µs
Inertie du disque	*J*	1,57									gcm²
Température d'utilisation		-40 ... +100									°C
Précision, typ.		0,5									°m
Répétabilité, typ		0,08									°m
Hystérésis		0,02									°m
Espacement des fronts, min.		225									ns
Masse, typ.		15,4									g

[1] Vitesse (min $^{-1}$) = *f* (Hz) x 60/ *N*
[2] U_{DD} = 5 V: sans charge en sortie
[3] U_{DD} = 5 V: niveau logique bas < 0,4 V, niveau logique haut > 4,5 V: compatible CMOS et TTL
[4] à 5 000 min $^{-1}$

Circuit de sortie / Signaux de sortie

Connexion codeur

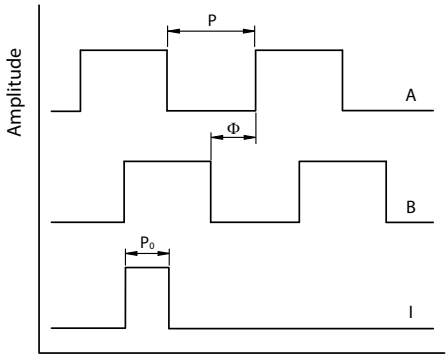
No.	Fonction
1	N.C.
2	Canal I
3	GND
4	U_{DD}
5	Canal B
6	Canal A



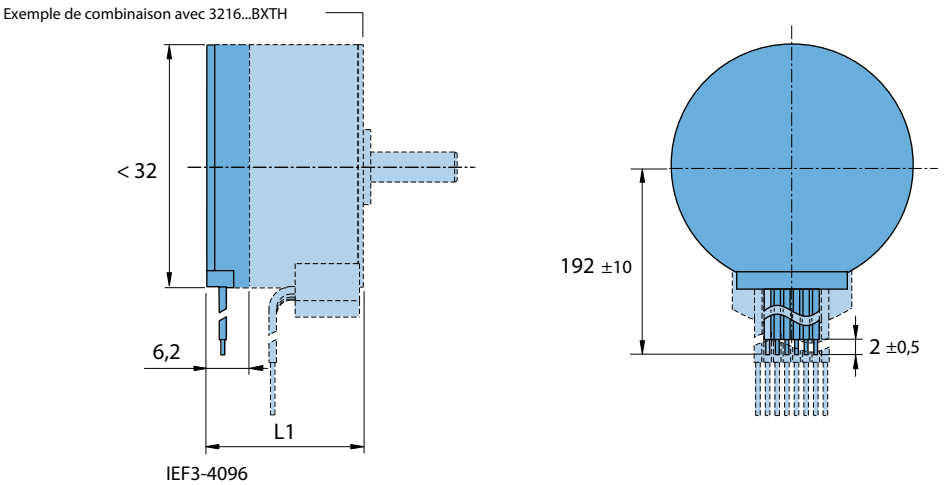
Câble standard
AWG 28, PVC 6 conducteu rs, pas de 1,27 mm

Attention:
Une erreur de connexion des fils peut endommager l'électronique du moteur!

Signaux de sortie
vu de face, rotation en sens horaire

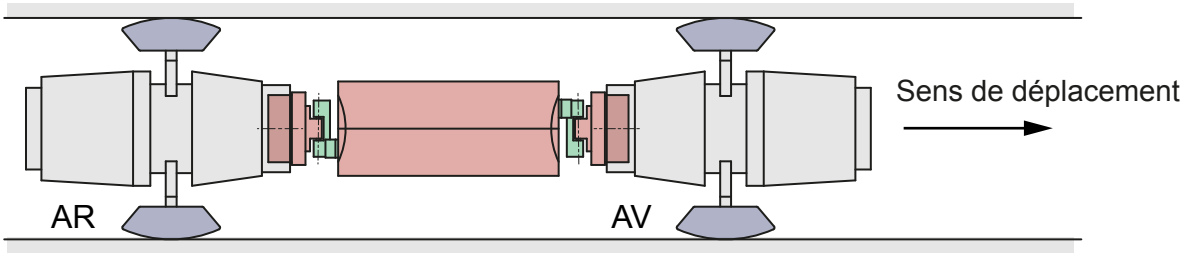


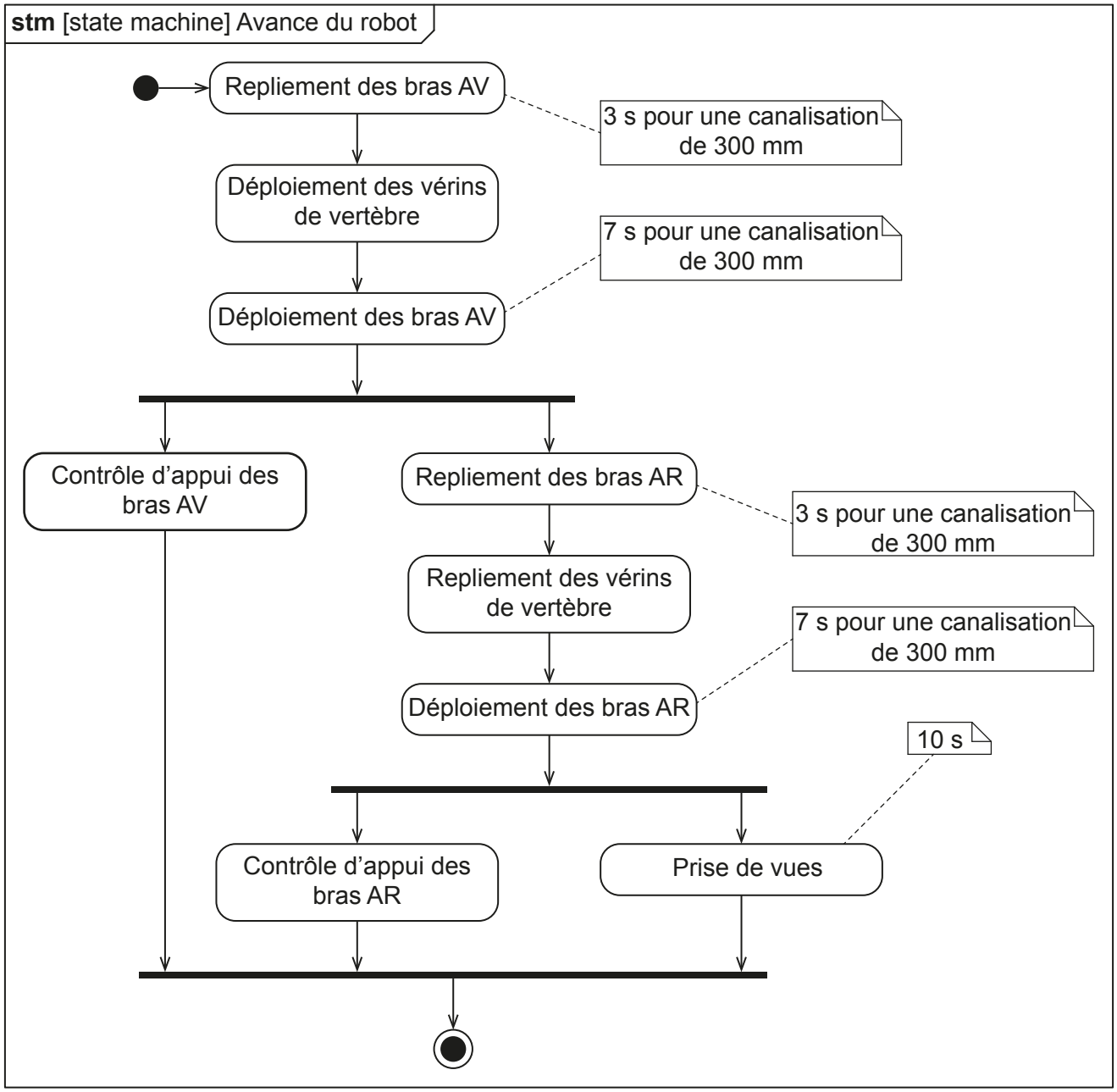
Dessin technique B

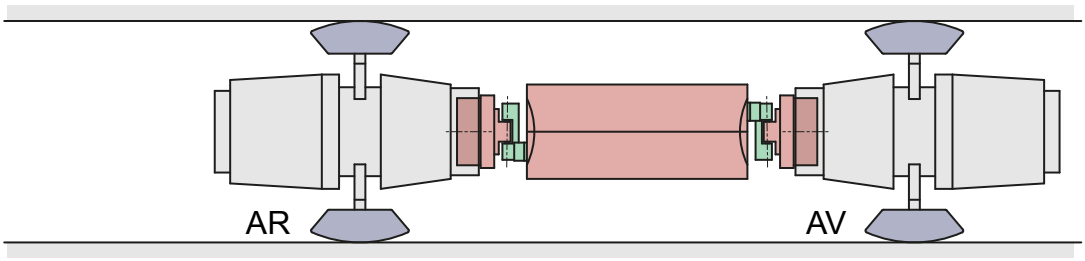


DOCUMENT RESSOURCE IV

Cycle de déplacement ligne droite



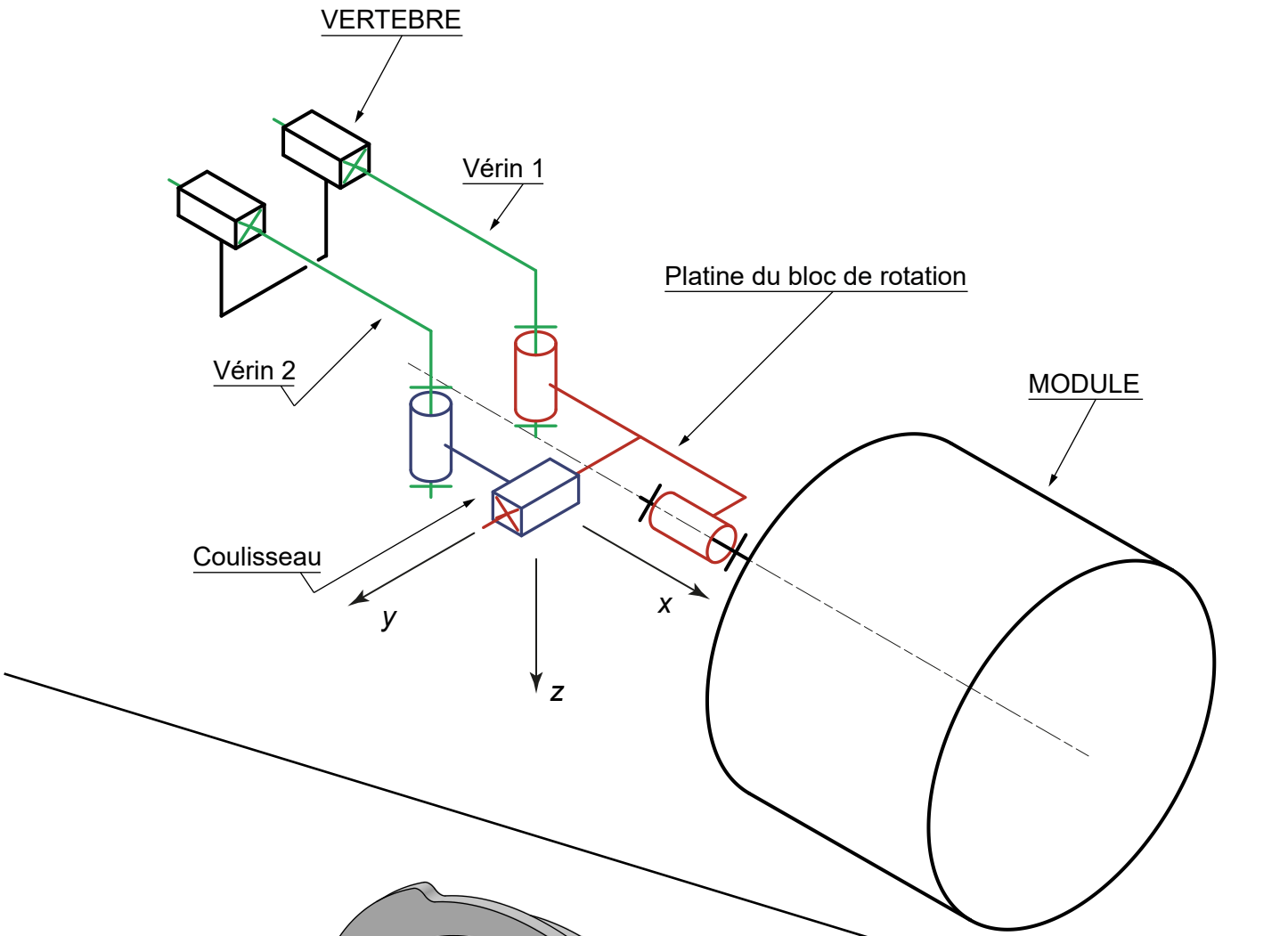


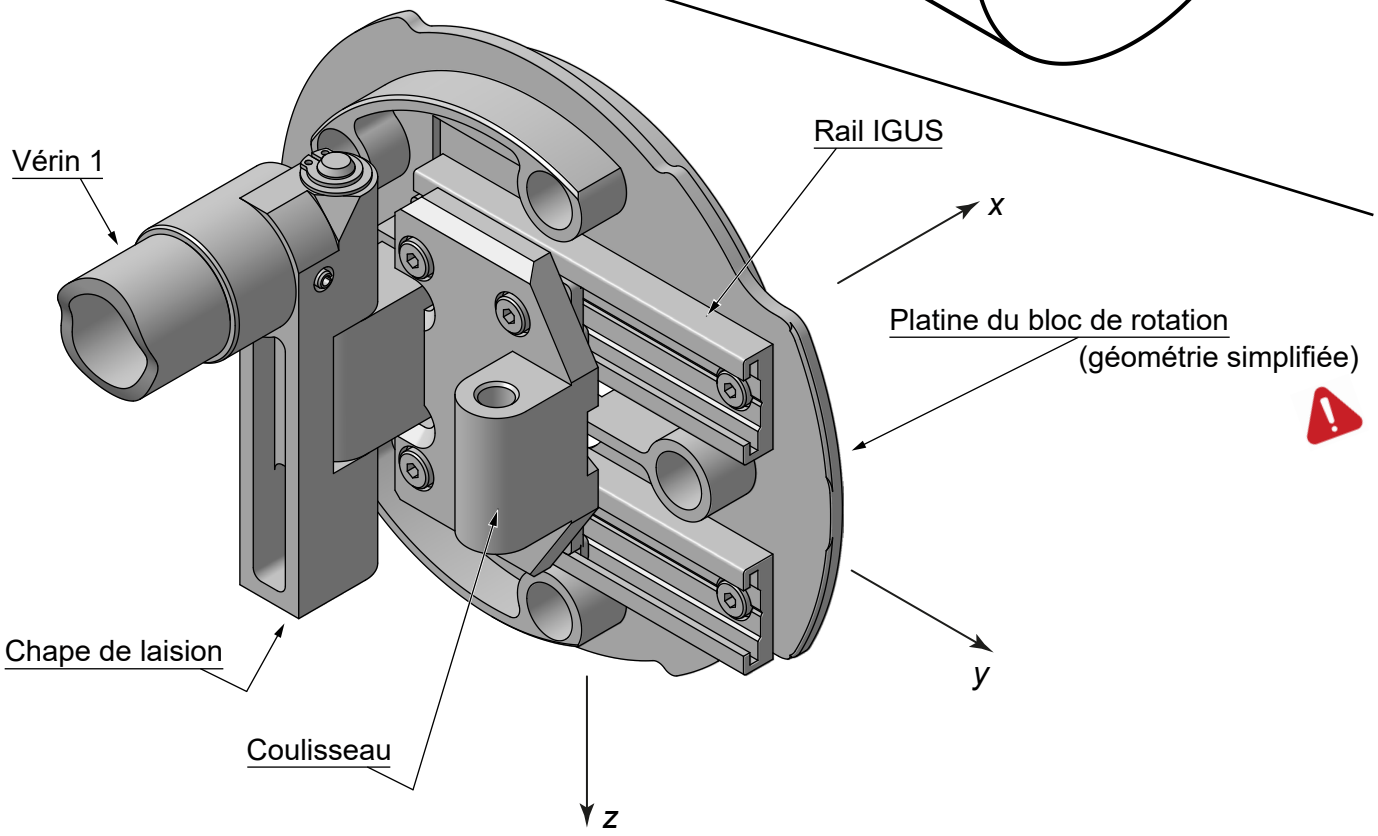


DOCUMENT RESSOURCE V

Tournez la page S.V.P.

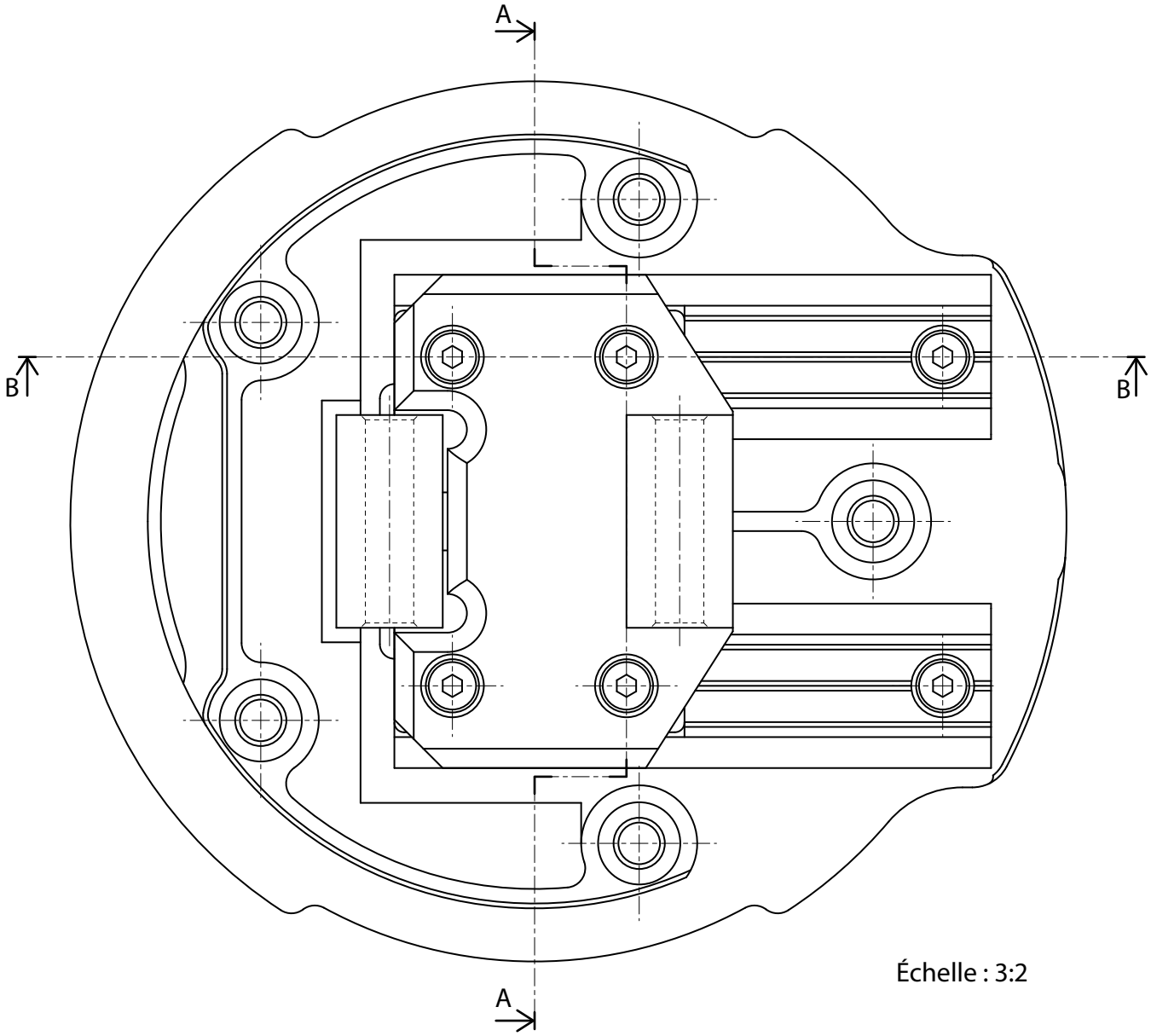
Fixation des vérins



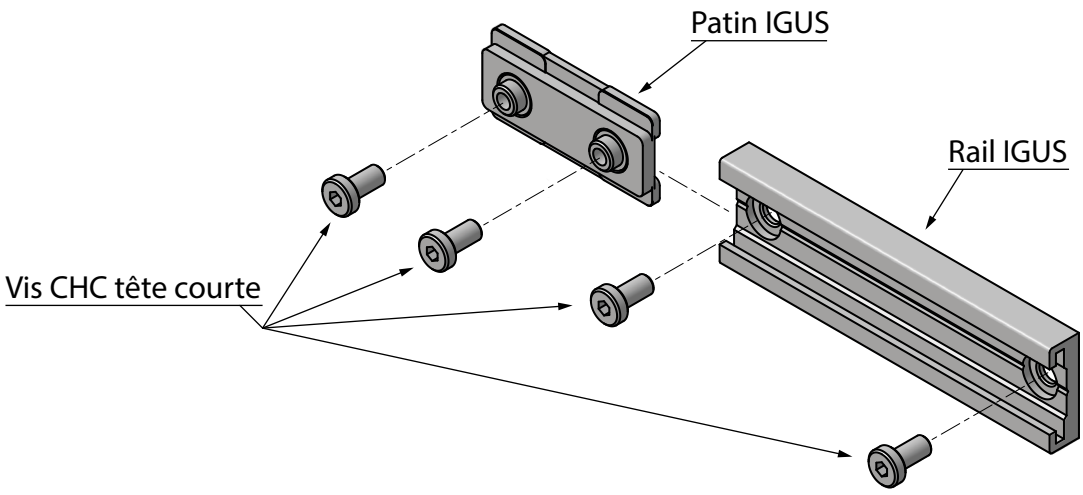


DOCUMENT RESSOURCE VI

Plans de coupe sous ensemble glissière



Échelle : 3:2

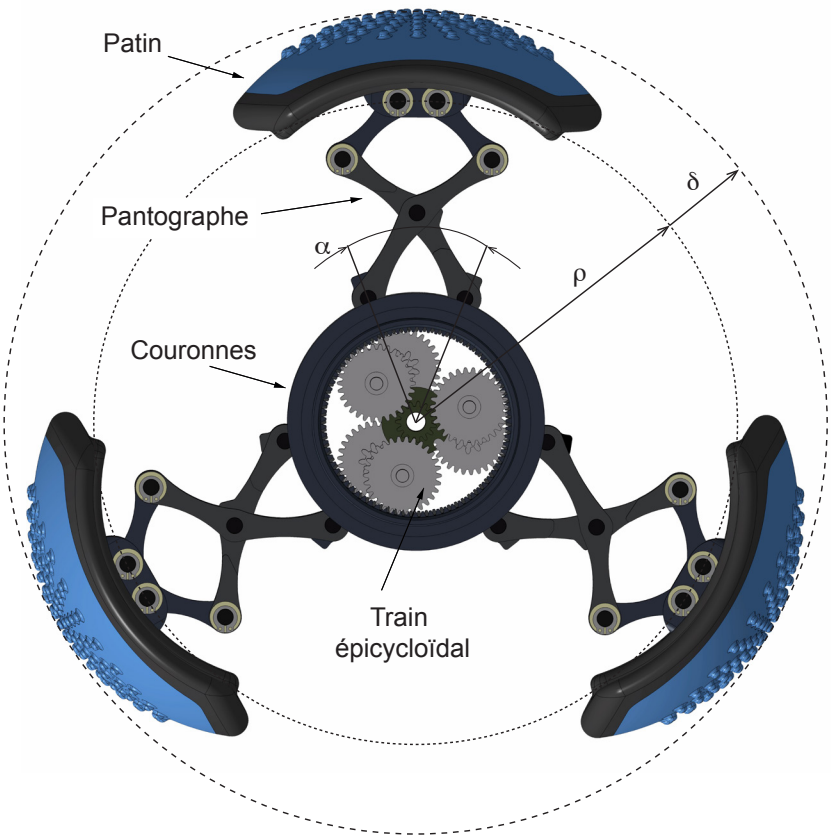


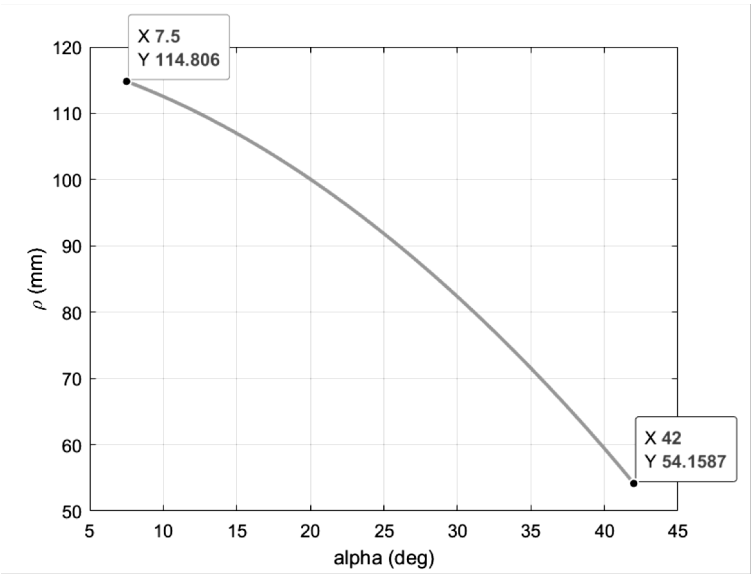
DOCUMENT RESSOURCE VII

Tournez la page S.V.P.

Cassette de bras

Bras = Patin + Pantographe





Loi E/S de déploiement d'un bras : évolution du rayon d'ouverture du pantographe ρ en fonction de l'angle d'ouverture des couronnes α

DOCUMENT RESSOURCE VIII

Mise en rotation des deux couronnes

Schémas cinématiques plans du train épicyloïdal à deux étages

L'axe des roues 5 et 6 sur la Figure 1 n'est pas contenu dans le plan contenant les axes de rotation des autres pièces. Contrairement aux apparences de la Figure 1, la roue 6 engrène avec la couronne 2 comme en atteste la Figure 2.

$Z_1 = 15$
$Z_2 = Z_6 = 30$
$Z_3 = Z_7 = 75$
$Z_4 = Z_5 = 9$

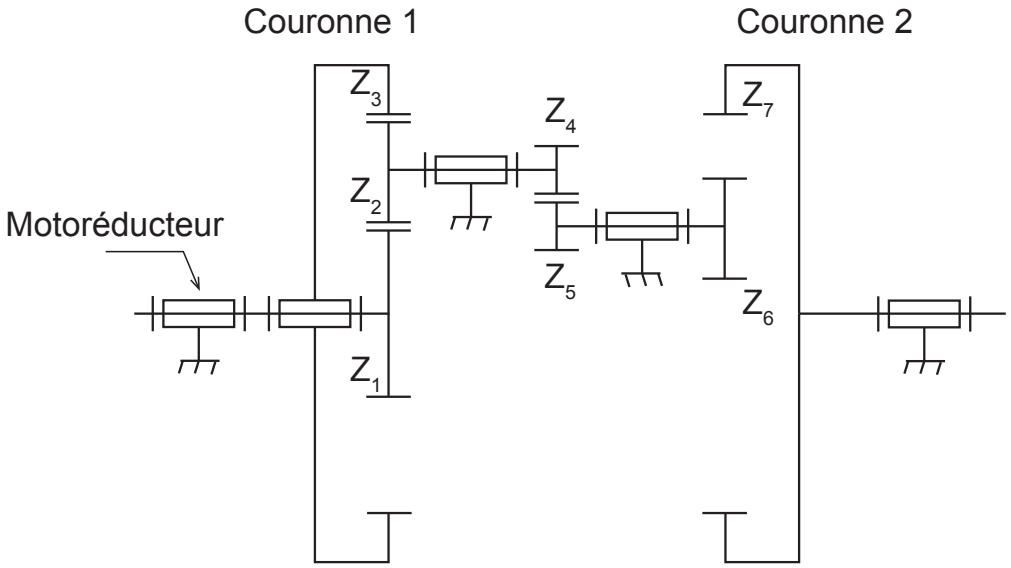


Figure 1 - Représentation dans le plan contenant l'axe du motoréducteur

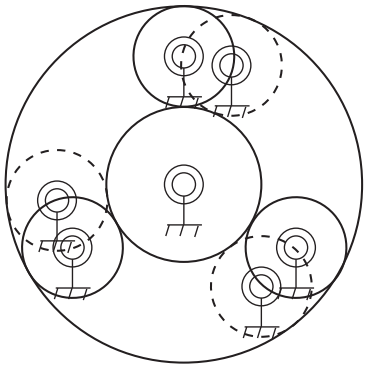
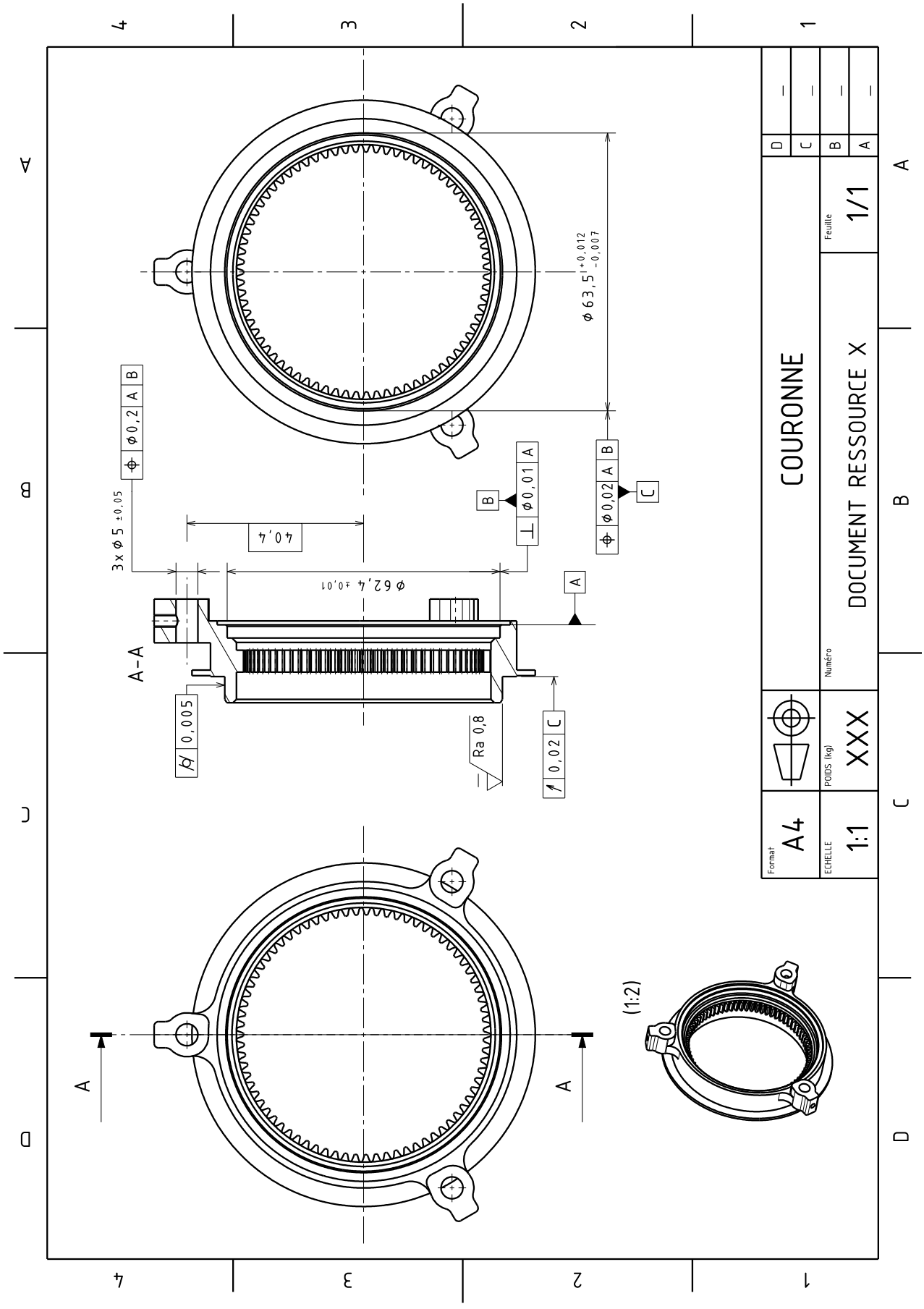


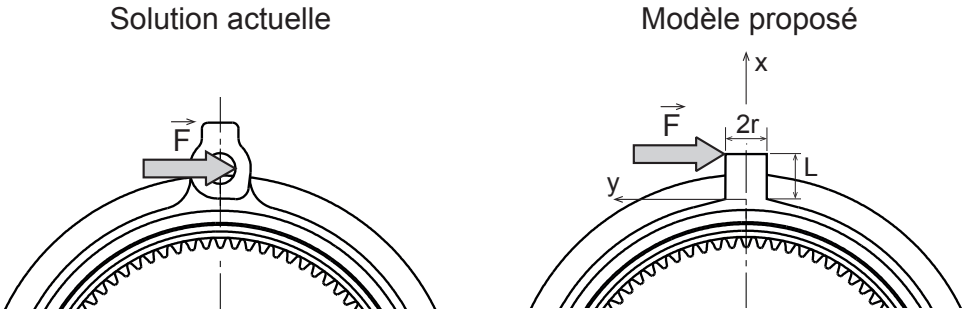
Figure 2 - Représentation dans le plan orthogonal à l'axe du motoréducteur

Dessin de définition partiel de la couronne



DOCUMENT RESSOURCE X

Choix du matériau de la couronne



Modélisation des oreilles qui assurent la liaison biellette / couronne

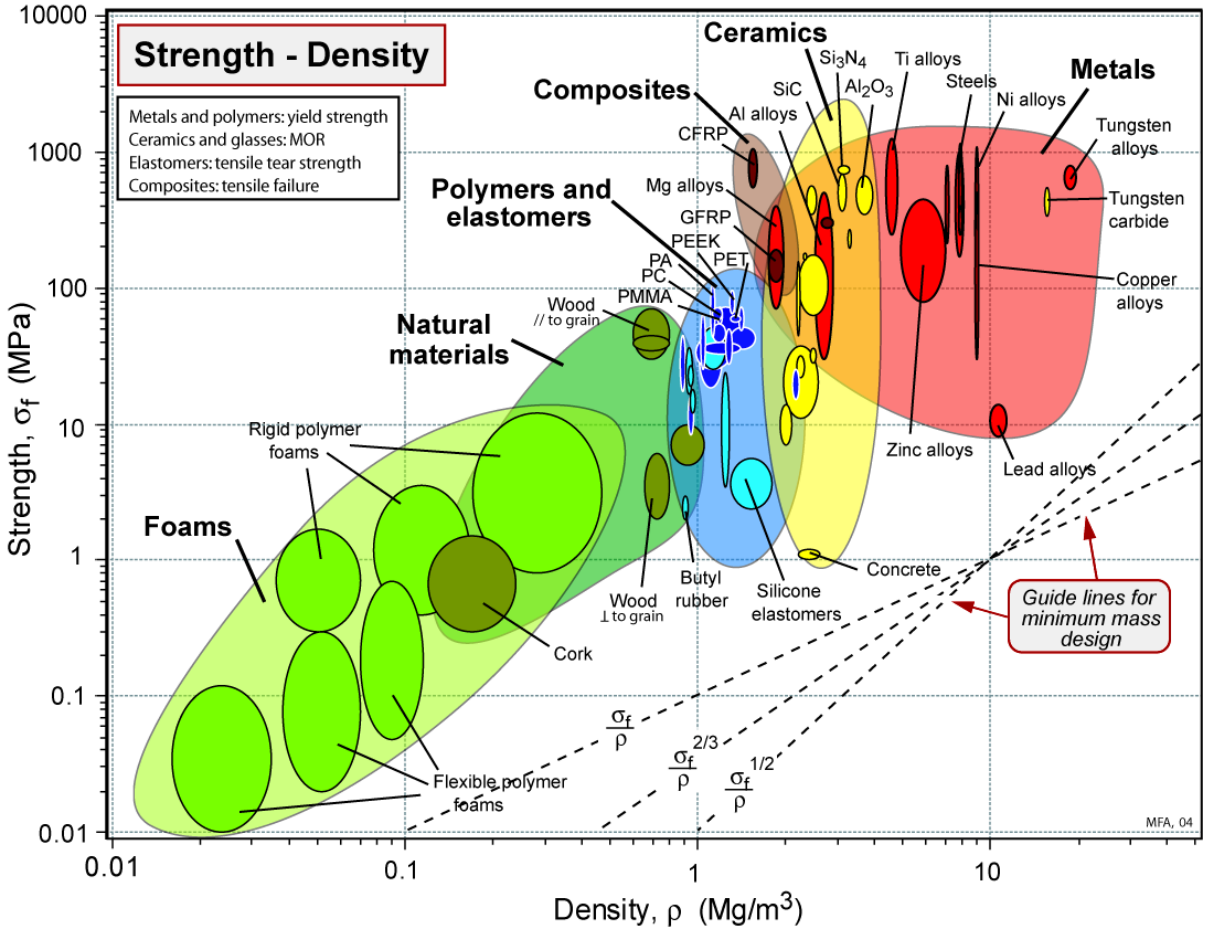
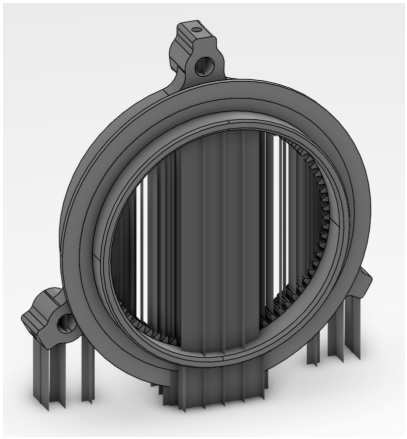
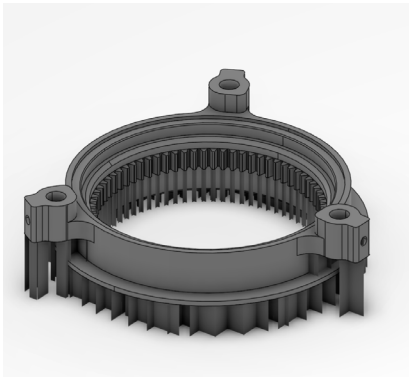
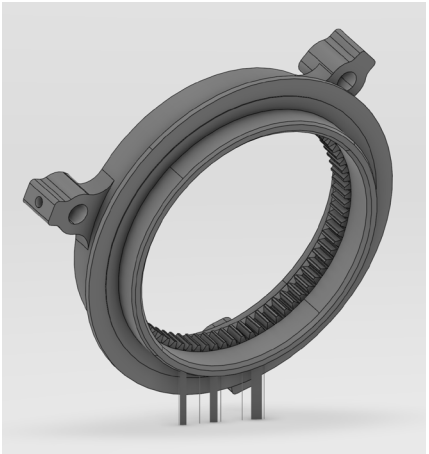


Table d'Ashby (Résistance / Densité)

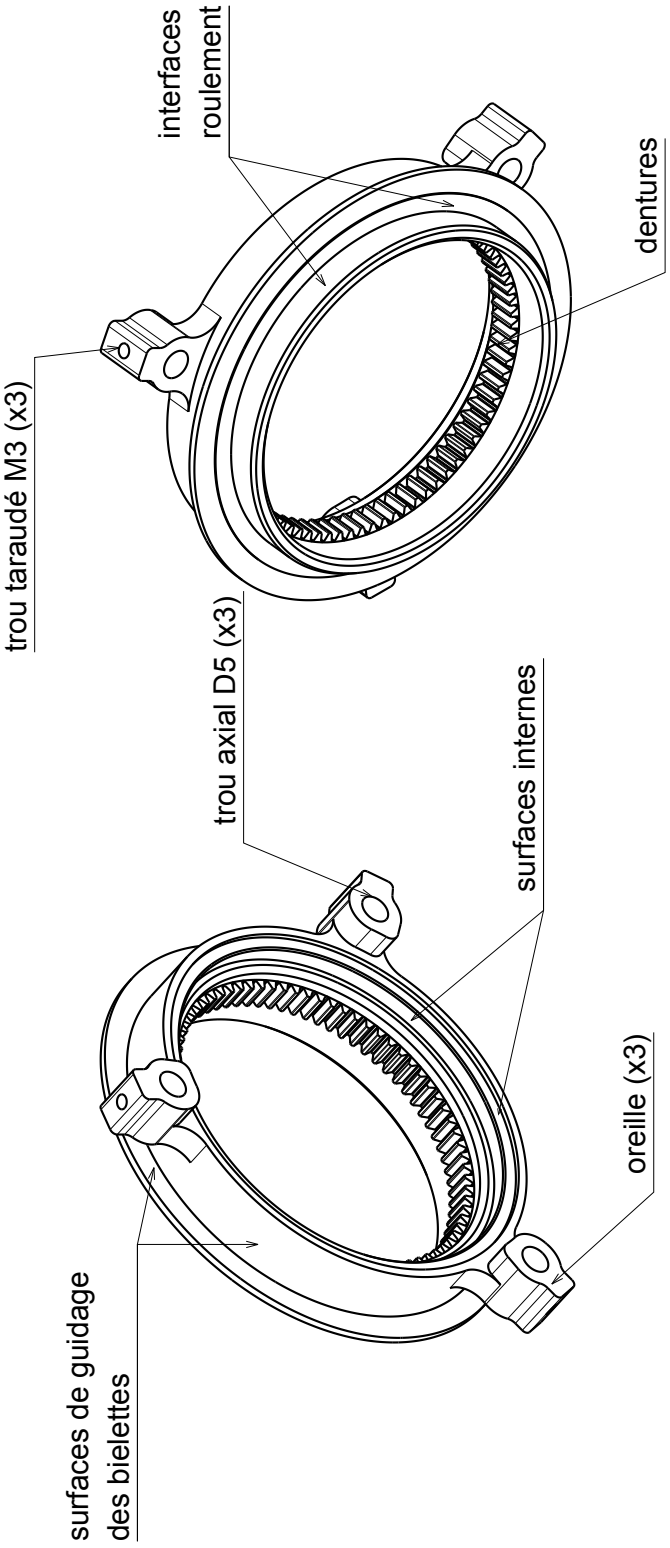
Orientation des pièces sur le plateau

ORIENTATION 1	
	• Hauteur du produit sur le plateau : 87,14 mm • Aire supportée : 16,2 cm^2 • Emprise sur le plateau : 20,2 cm^2 • Volume de support : 24,4 cm^3

ORIENTATION 2	
	• Hauteur du produit sur le plateau : 23,7 mm • Aire supportée : 24,1 cm^2 • Emprise sur le plateau : 72,5 cm^2 • Volume de support : 22,1 cm^3

ORIENTATION 3	
	• Hauteur du produit sur le plateau : 87,97 mm • Aire supportée : 0,3 cm^2 • Emprise sur le plateau : 39,8 cm^2 • Volume de support : 0,9 cm^3

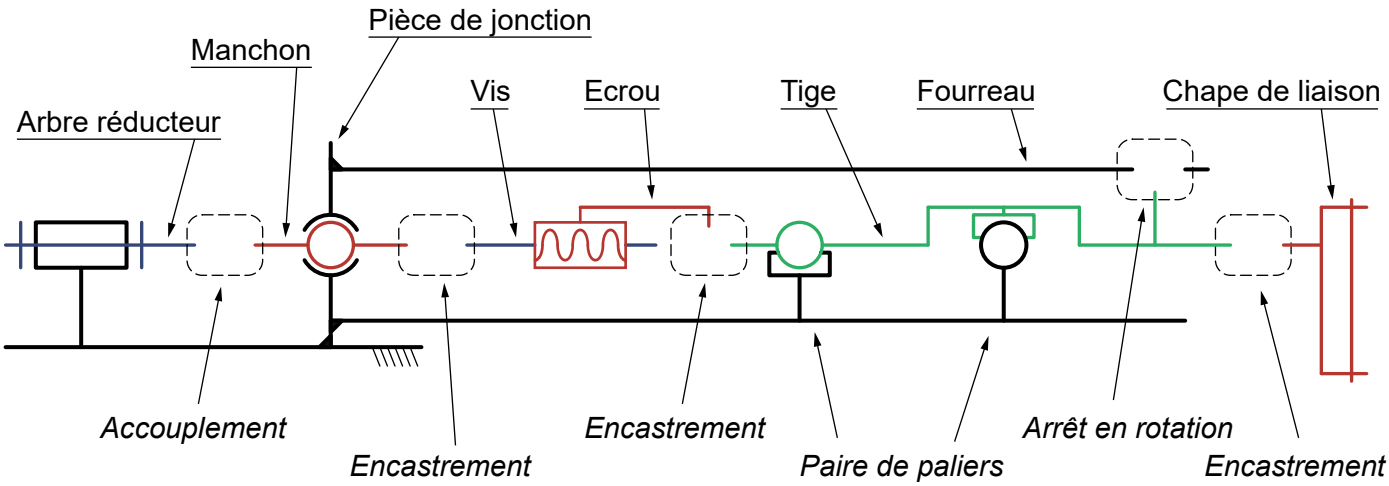
Entités d'usinage de la couronne



DOCUMENT RESSOURCE XIII

Tournez la page S.V.P.

Schéma cinématique module vertèbre



Roulement rigide à billes en acier inoxydable

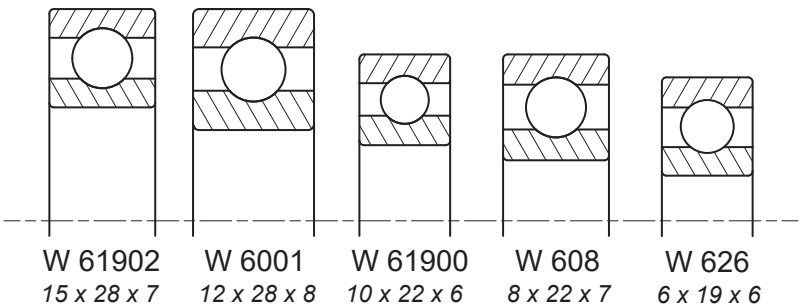
Les roulements rigides à billes à une rangée en acier inoxydable offrent une plus grande résistance aux produits chimiques et à la corrosion. Comme avec les roulements rigides à billes, ils sont particulièrement polyvalents, se caractérisent par un faible frottement et sont conçus pour générer de faibles niveaux sonores et de vibrations pour des vitesses de rotation élevées. Ils supportent des charges radiales et axiales dans les deux sens, sont faciles à monter et nécessitent peu de maintenance.



- Résistance supérieure à la corrosion et aux produits chimiques
- Conception simple, polyvalente et robuste
- Faible frottement et capacité de vitesse élevée
- Supportent des charges radiales et axiales dans les deux sens
- Nécessitent peu de maintenance

D'après documents SKF

Représentation de quelques références à <u>l'échelle 2:1</u>



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 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 :

(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.*

Question 1.1 : *En le justifiant, préciser si les codeurs sont absolus ou relatifs ? Quelle est l'utilité du canal I nommé Index ?*

Question 1.2 : *Expliquer comment les signaux des canaux A et B sont utilisés pour déterminer le sens de rotation.*

Question 1.3 : *Expliquer le fonctionnement de l'effet Hall et comment les passages d'un aimant peuvent alors être détectés.*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 1.4 : *Quelle résolution sur le déplacement des vérins ces codeurs permettent-ils d'atteindre ?*

Question 1.5 : *Quelle est la durée du déplacement pour assurer une telle course ?*

Question 1.6 : *En déduire la distance que parcourt le robot dans ces conditions en 1 heure.*

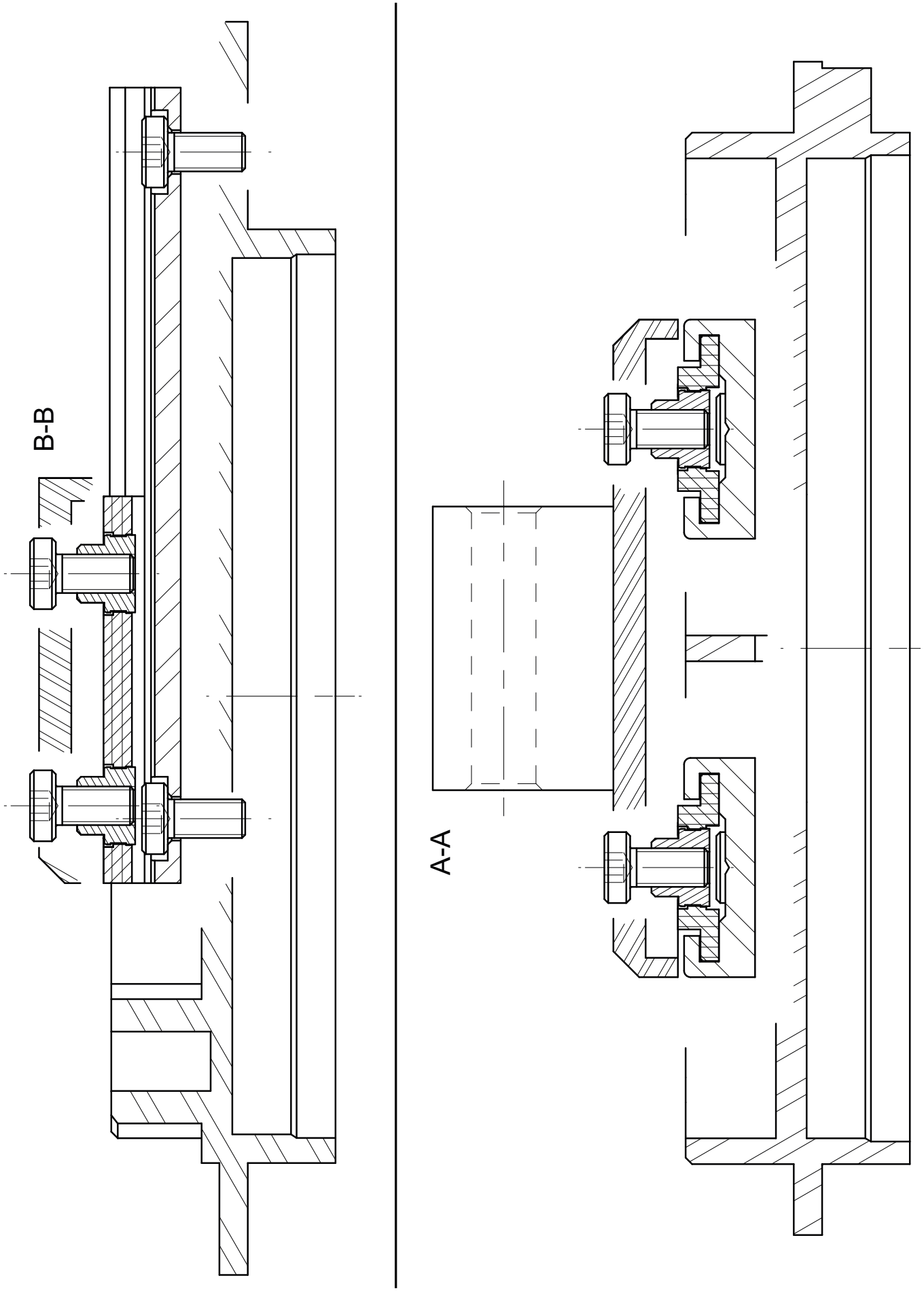
Question 1.7 : *Expliquer pourquoi les deux vérins ne peuvent pas être reliés directement par une liaison pivot à la platine du bloc de rotation. Vous appuierez votre réponse sur un schéma.*

Question 1.8 : *Identifier ces mobilités.*

Question 1.9 : *En déduire le degré d'hyperstatisme de cette modélisation.*

Question 1.10 : *Quel(s) degré(s) de liberté supplémentaire(s) faudrait-il ajouter à celle de la liaison glissière entre le coulisseau et le vérin 2 pour rendre la modélisation isostatique ? Quelle est la liaison correspondante ? Préciser ses caractéristiques.*

Question 1.11 : *Compléter les deux vues en coupe et surligner en rouge les surfaces fonctionnelles de mise en position (l'échelle a été adaptée pour respecter les dimensions du **cahier 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 1.12 : *À partir des données du problème, calculer les diamètres minimal Dmin (bras repliés) et maximal Dmax (bras déployés) d'une cassette de bras. Cette version du robot peut-elle évoluer dans des canalisations de diamètre égal à 150, 200, ou 250 mm ?*

Question 1.13 : *Calculer les rapports de réduction du mouvement de chacune des deux couronnes par rapport à l'arbre d'entrée. Les résultats permettent-ils d'assurer le déploiement des bras ? Justifier votre réponse.*

Question 1.14 : *Sachant qu'en sortie de motoréducteur la vitesse de rotation est de 2 tr/min, en déduire le temps de déploiement des bras pour une canalisation de 250 mm.*

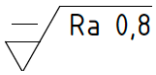
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 2.1 : *Expliciter les spécifications géométriques à l'aide des « fiches GPS » pages suivantes.*

Question 2.2 : *Expliciter la spécification dimensionnelle suivante en considérant l'opérateur de taille par défaut.*

$\phi 63.5 \begin{smallmatrix} +0.012 \\ -0.007 \end{smallmatrix}$

Question 2.3 : *Expliciter la spécification dimensionnelle suivante en détaillant la formule du paramètre Ra.*

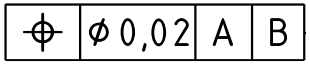


Question 2.4 : *Proposer en justifiant au moins 4 critères de choix du matériau.*

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
⌭ 0,005					
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation position par rapport à la référence spécifiée
⫽ 0,02 C					

* 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 2.5 : *Déterminer les expressions de la masse m et du moment quadratique I_{Gz} en fonction des données du problème.*

Question 2.6 : *Déterminer les fonctions f_1, f_2 et f_3 telles que :* $m = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$

Question 2.7 : *Parmi les matériaux retenus dans le diagramme, sélectionner deux matériaux, appartenant à deux familles de matériaux différentes, les plus appropriés et compatibles avec les exigences fonctionnelles en justifiant la méthodologie.*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 2.8 : *Compte tenu du contexte et des matériaux les plus adaptés, justifier les types de procédés de fabrication qui ne sont économiquement pas viables pour l'obtention de la couronne.*

Question 2.9 : *Quels sont les avantages et inconvénients de chacun des deux processus de fabrication d'un point de vue technico-économique et environnemental ?*

1. *Usinage complet de la pièce à partir d'un brut débité dans une barre cylindrique*

Avantages	Inconvénients

2. *Fabrication additive et usinage des surfaces fonctionnelles, dont les dentures*

Avantages	Inconvénients

Question 2.10 : *Rappeler le principe des procédés :*

1. *Fusion laser sur lit de poudre métallique*

2. *Dépôt de fil polymère fondu*

Question 2.11 : *Expliquer pourquoi il est parfois nécessaire d'utiliser des supports pour fabriquer certaines surfaces des pièces pour ces deux procédés.*

Question 2.12 : *Expliquer la pertinence de chacun des critères d'un point de vue technico-économique pour les deux procédés de fabrication additive considérés.*

1. *La hauteur de la pièce sur le plateau de fabrication*

2. *L'aire des surfaces de la pièce à supporter*

3. *L'emprise de la pièce sur le plateau de fabrication*

4. *Le volume de support*

Question 2.13 : *En déduire le critère parmi les quatre qui est plus spécifique au procédé de fusion laser sur lit de poudre métallique.*

Question 2.14 : *À partir des données comparatives du* ***document ressource XII****, proposer et justifier une orientation pour fabriquer les quatre couronnes sur le même plateau en une seule production.*

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.*

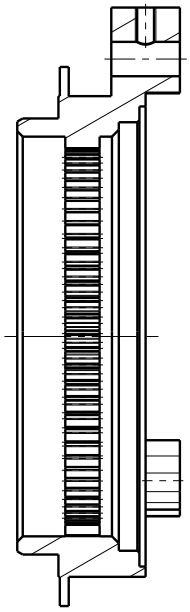
058

Question 2.15 : *Rappeler les caractéristiques cinématiques et technologiques d'un tour 3 axes à commande numérique et justifier sa mise en œuvre pour la réalisation des entités qui composent la couronne.*

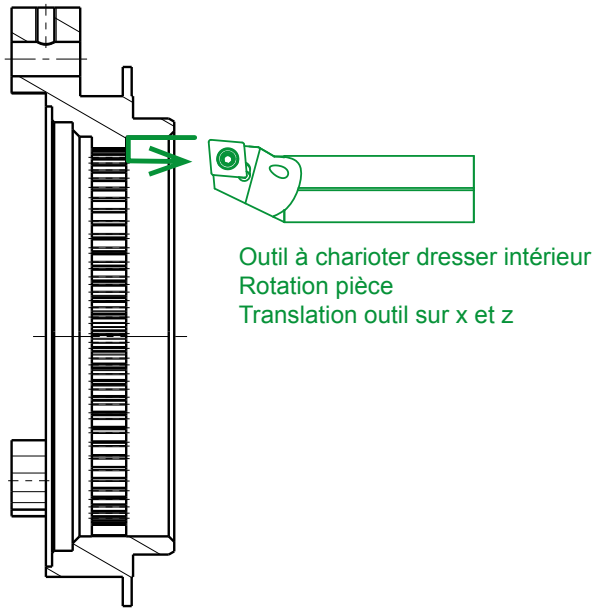
Question 2.16 : *Compléter les schémas proposés page suivante pour les phases 10 et 20 avec l'axe du mandrin, les axes X et Z de la machine et les axes de rotation des outils tournants.*

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 2.17 : *Pour chacune des opérations considérées, et à l'image de l'exemple proposé ci-dessous, représenter la silhouette de l'outil requis en orientation d'usinage, nommer l'outil et dessiner sa trajectoire, définir les mouvements de la pièce et de l'outil.*



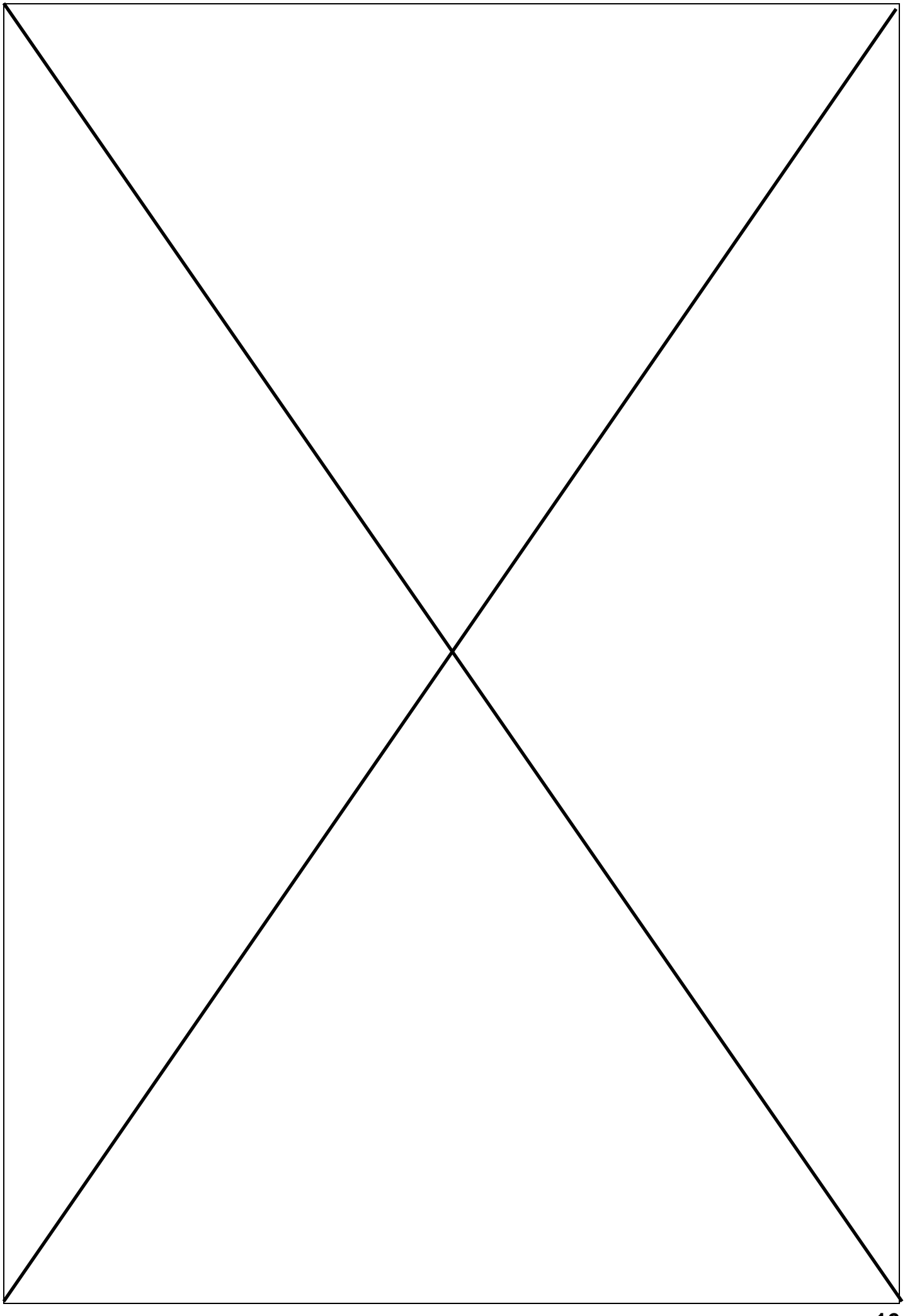
Phase 10



Phase 20

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 :

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.*

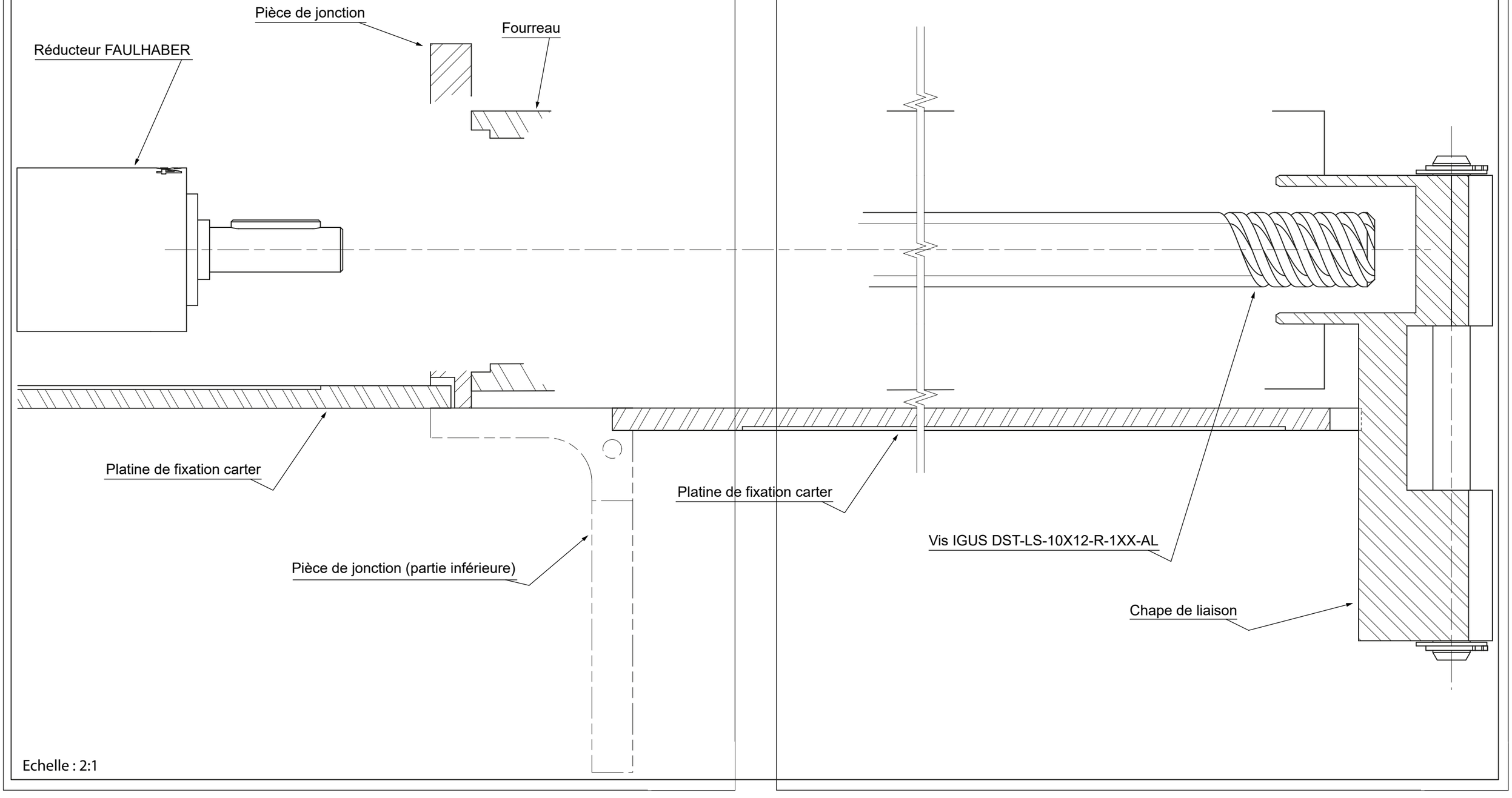
ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES C

DESSIN RÉPONSE À RENDRE EN FIN D'ÉPREUVE.

Remplir en MAJUSCULES le cartouche avec toutes vos informations d'identification : nom, prénom, numéro inscription, date de naissance, le libellé du concours, le libellé de l'épreuve et la session.

Tournez la page S.V.P

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE



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
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Mobilité, hyperstatisme et petits déplacements
- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- 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