

4	مدة الاتجاهز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	الشعبة أو المسلح

Constitution de l'épreuve

- | | |
|--|---|
| Volet 1 : présentation de l'épreuve et grille de notation | : page 1/17 |
| Volet 2 : présentation du support | : pages 2/17 et 3/17 |
| Volet 3 : substrat du sujet | : pages de 4/17 à 12/17 |
| ○ Situations d'évaluation (SEV 1, SEV 2 et SEV 3) | : page 4/17 |
| ○ Documents réponses (DREP) | : pages de 5/17 à 12/17 (à rendre par le candidat) |
| Volet 4 : documents ressources (DRES) | : pages de 13/17 à 17/17 |

Volet 1 : Présentation de l'épreuve et grille de notation

- Système à étudier : Transstockeur ;
Durée de l'épreuve : 4 heures ;
Coefficient : 8 ;
Moyen de calcul autorisé : Calculatrice non programmable ;
Documents autorisés : aucun ;
Les candidats rédigeront leurs réponses sur les documents réponses (**DREP**) prévus à cet effet.

GRILLE DE NOTATION

SITUATION D'EVALUATION 1		SITUATION D'EVALUATION 2		SITUATION D'EVALUATION 3		
<i>Tâche 1.1</i>		<i>Tâche 2.1</i>		<i>Tâche 3.1</i>		
a	1 pt	a	1 pt	a	1,5 pt	
b	3 pts	b	1 pt	b	1 pt	
<i>Tâche 1.2</i>		c	1,75 pt	c	2 pts	
a	1,5 pt	d	1 pt	<i>Tâche 3.2</i>		
b	1 pt	e	1 pt	a	2,5 pts	
c	1,5 pt	f	1,5 pt	b	8 pts	
d	1,5 pt	<i>Tâche 2.2</i>		c	5,5 pts	
<i>Tâche 1.3</i>		a	1 pt	d	6 pts	
a	3 pts	b	1,5 pt	<i>Tâche 3.3</i>		
b	3 pts	c	2 pts	a	4 pts	
		d	1 pt	b	2 pts	
		<i>Tâche 2.3</i>		<i>Tâche 3.4</i>		
		a	1,5 pt	a	1,5 pt	
		b	2 pts	b	0,5 pt	
		c	1,75 pt	c	1,5 pt	
		d	1,5 pt	<i>Tâche 3.5</i>		
		e	1pt	a	0,25 pt	
				b	1,75 pt	
				c	3 pts	
				d	2 pts	
Total SEV1		Total SEV2		Total SEV3		
15,5 pts		20,5 pts		44 pts		
TOTAL : /80 Points						

Volet 2 : Présentation du support

Dans le but d'améliorer la gestion de stock des boîtes dans les sociétés de distribution, une entreprise de fabrication de matériels de manutention automatisés a chargé une équipe pour mener une étude afin de proposer un système capable de répondre à ce besoin et ceci dans le but :

- d'exploiter le volume de stockage disponible en hauteur et réduire ainsi son coût ;
- de s'équiper d'un système automatisé permettant le stockage/déstockage des boîtes pour :
 - ✓ apporter confort et sécurité aux utilisateurs ;
 - ✓ réduire les déplacements, la fatigue physique, les accidents, ...

Après étude et recherche de solutions constructives, l'équipe a proposé le système appelé transstockeur qui permet de stocker et déstocker des boîtes dans des casiers comme schématisé sur la **figure 1**.

Ce système automatisé sera constitué principalement de trois blocs : bloc X, bloc Y et bloc Z représentés sur le schéma de principe suivant :

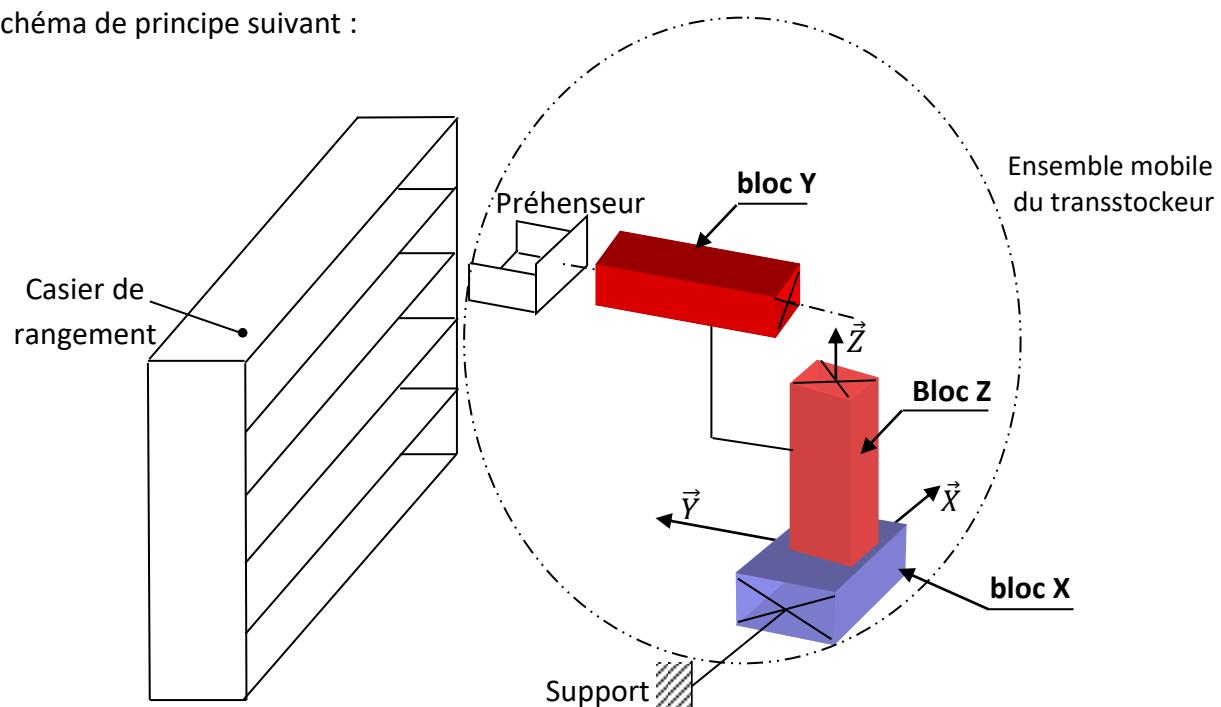


Figure 1 : schéma du principe de fonctionnement des trois principaux blocs du transstockeur

Les trois blocs qui forment l'ensemble mobile du système transstockeur (voir le schéma technologique de principe **figure 2** page 3/17) sont :

- le bloc X constitué principalement par les éléments suivants : moteur-frein de translation suivant X, réducteur de vitesses suivant X et système pignon/crémaillère ;
- le bloc Y constitué principalement par les éléments suivants : préhenseur, vérin sans tige ;
- le bloc Z constitué principalement des éléments suivants : moteur frein à courant continu suivant Z, réducteur de vitesses suivant Z, pignons d'adaptation et système poulies-courroie crantée.

Remarque : Le système utilise les énergies électrique et pneumatique et géré par un automate programmable industriel.

Principe de fonctionnement du transstockeur :

Le système automatisé proposé est représenté par le schéma technologique de principe suivant :

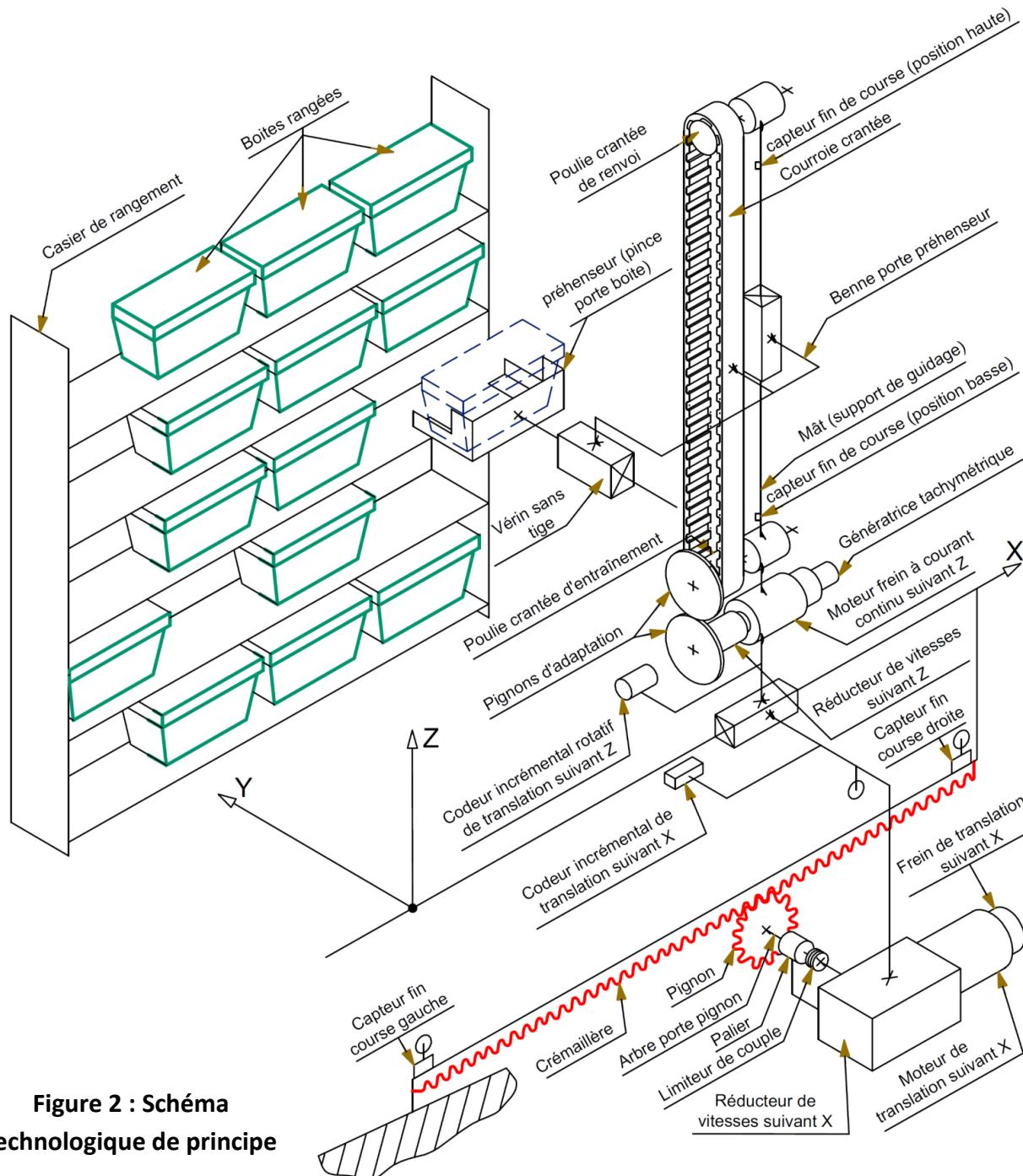


Figure 2 : Schéma technologique de principe

Pour positionner le préhenseur du transstockeur à la position désirée, l'ensemble mobile (voir figure 1 page 2/17) doit se déplacer **simultanément** suivant l'axe horizontal **X** et suivant l'axe vertical **Z**. Ensuite, un autre déplacement suivant **Y** est nécessaire pour atteindre le caisier de rangement afin de stocker/déstocker la boîte.

Les objectifs de votre étude consistent à :

- 1- Appréhender et analyser le fonctionnement du transstockeur ;
- 2- Étudier le comportement mécanique de quelques éléments du transstockeur ;
- 3- Choisir le moteur du bloc **X** ;
- 4- Préparer partiellement le dossier de fabrication de l'une des pièces du mécanisme assurant le déplacement de l'ensemble mobile suivant l'axe **X**.

Volet 3 : Substrat du sujet

Situation d'évaluation 1	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse fonctionnelle et technique du transstockeur ; - Identification des éléments des chaînes d'énergie et d'information de son mécanisme de déplacement du bloc Z, suivant l'axe Z, et étude partielle de son asservissement en position. 	15,5 points
---------------------------------	---	--------------------

Tâche 1.1 : Analyse fonctionnelle du transstockeur :

Répondre aux questions du **DREP** page 5/17.

Tâche 1.2 : Analyse technique du transstockeur :

Répondre aux questions des **DREP** pages 5/17 et 6/17.

Tâche 1.3 : Identification des éléments de la chaîne fonctionnelle du mécanisme de déplacement du bloc **Z** suivant l'axe **Z** et étude partielle de son asservissement :

Répondre aux questions des **DREP** pages 6/17 et 7/17.

Situation d'évaluation 2	<ul style="list-style-type: none"> ■ Étude dynamique de l'ensemble mobile suivant l'axe X pour la détermination des caractéristiques géométriques du pignon 41 ; ■ Validation du choix du moteur électrique de translation suivant l'axe X ; ■ Étude de la sollicitation en torsion de l'arbre porte pignon 40. 	20,5 points
---------------------------------	--	--------------------

Tâche 2.1 : Étude dynamique de l'ensemble mobile suivant l'axe **X** pour la détermination de l'effort tangentiel appliqué par la crémaillère sur le pignon **41** et calcul des caractéristiques géométriques de ce dernier.

Répondre aux questions du **DREP** page 7/17.

Tâche 2.2 : Validation du choix du moteur électrique de translation suivant l'axe **X** du bloc **X**.

Répondre aux questions du **DREP** page 8/17.

Tâche 2.3 : Détermination du diamètre de l'arbre porte pignon **40** et choix de son matériau.

Répondre aux questions du **DREP** page 8/17.

Situation d'évaluation 3	Étude de la production : analyse du dessin de définition du pignon 41 , étude et élaboration de quelques éléments de son dossier de fabrication.	44 points
---------------------------------	---	------------------

Tâche 3.1 : Analyse du dessin de définition.

Répondre aux questions du **DREP** page 9/17.

Tâche 3.2 : Etude partielle de la **phase 20**.

Répondre aux questions des **DREP** pages 9/17 et 10/17.

Tâche 3.3 : Etude de la phase de taillage de la denture du pignon **41** (phase 50).

Répondre aux questions du **DREP** page 10/17.

Tâche 3.4 : Étude de la phase de traitement thermique.

Répondre aux questions du **DREP** page 11/17.

Tâche 3.5 : Conception du profil à réaliser de la **phase 20** par **Featucam**.

Répondre aux questions des **DREP** pages 11/17 et 12/17.

Documents Réponses (DREP)

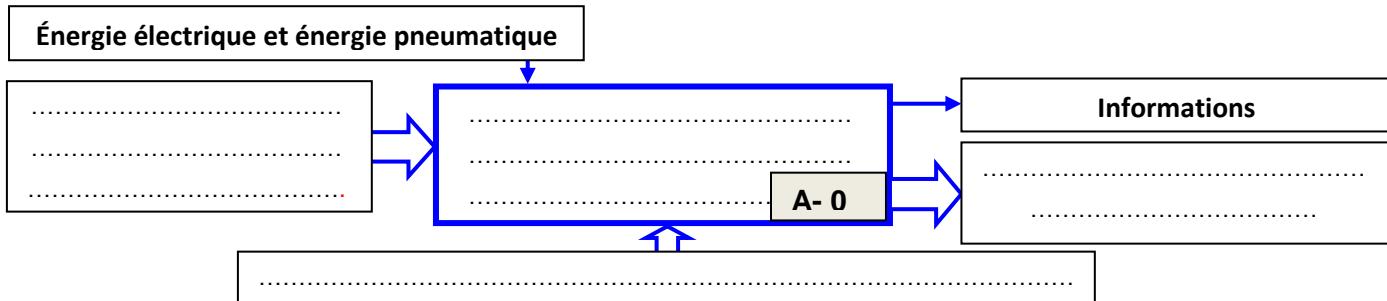
Situation d'évaluation 1

Tâche 1.1 : Analyse fonctionnelle du transstockeur :

En se référant à la présentation du support et au principe de fonctionnement du système « **transstockeur** » pages 2/17, 3/17 et DRES pages 13/17 et 14/17:

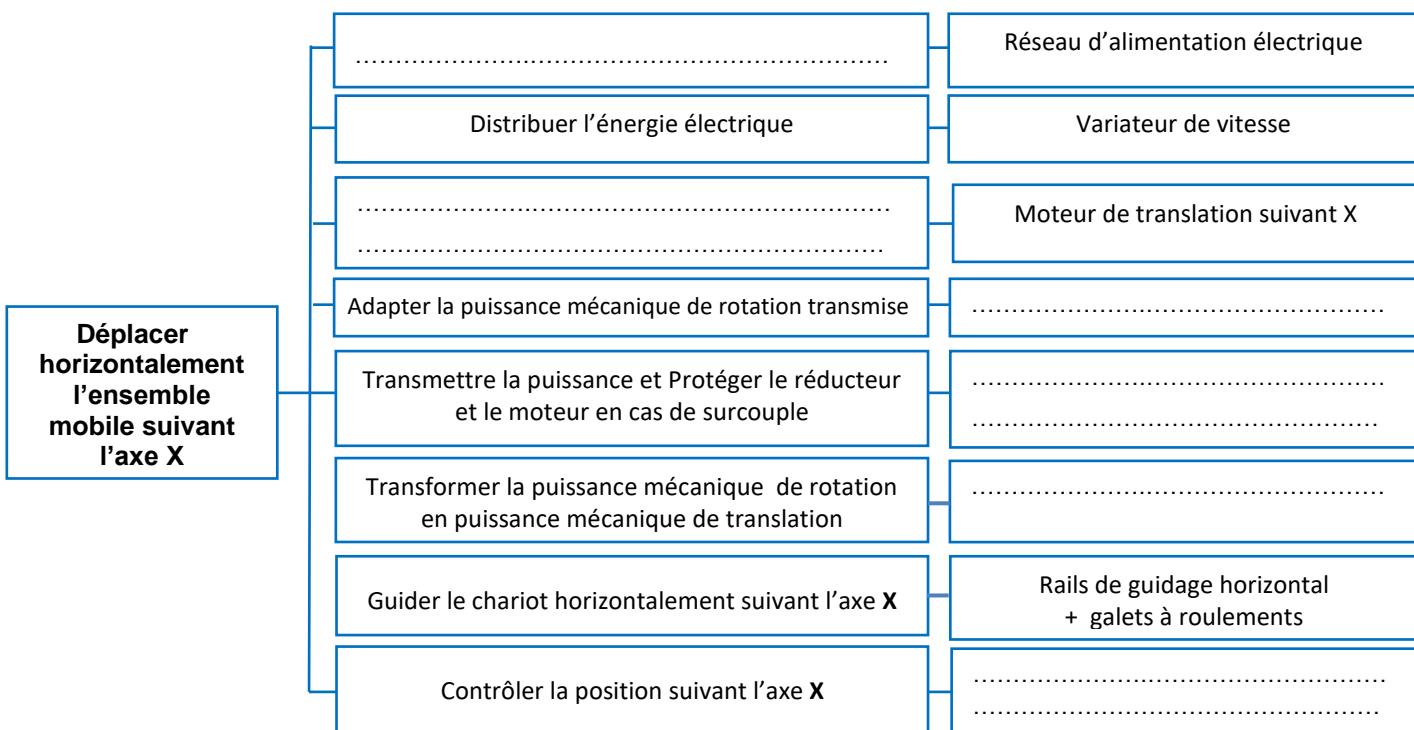
a. Compléter l'actigramme A-0 du transstockeur :

/1pt



b. Compléter le diagramme FAST relatif à la fonction "Déplacer horizontalement l'ensemble mobile suivant l'axe X" :

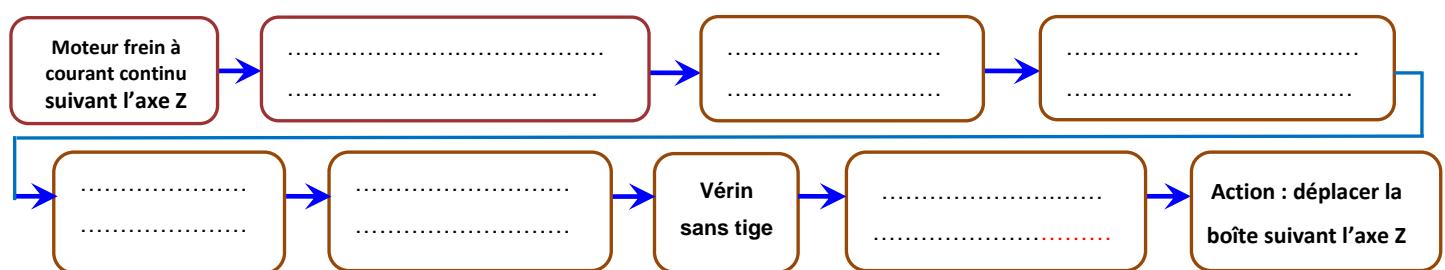
/3pts



Tâche 1.2 : Analyse technique du transstockeur :

a. Compléter, en se référant au schéma technologique de principe page 3/17, le schéma synoptique suivant par les noms des composants de la chaîne de transmission de mouvement suivant l'axe Z :

/1,5pt



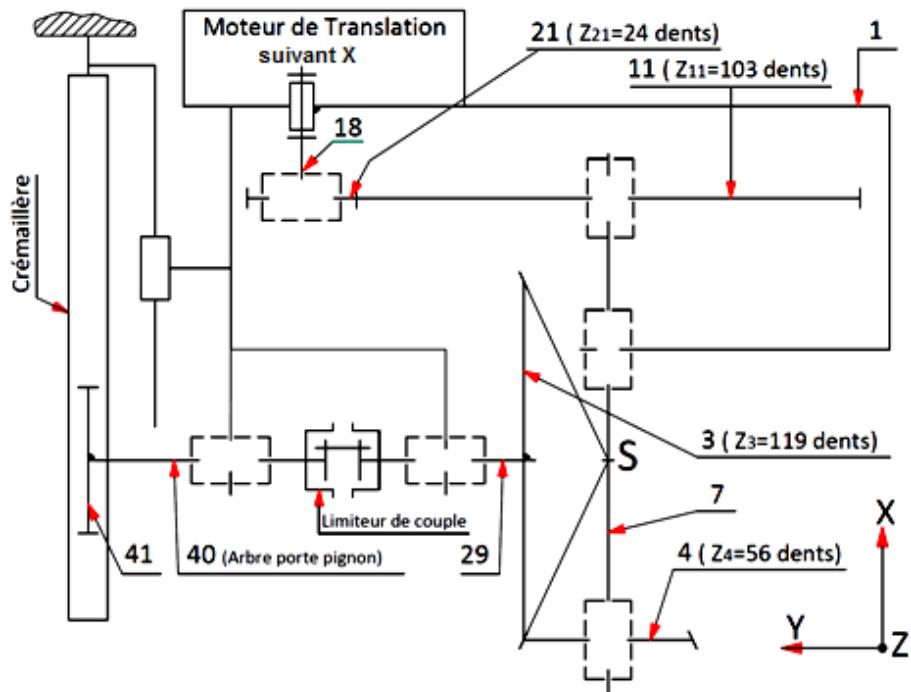
En se référant au dessin d'ensemble et à sa nomenclature DRES pages 13/17 et 14/17, on vous demande de :

- b. Citer **les deux** conditions d'engrènement entre les roues de l'engrenage conique à dentures droites (pignon conique **4** et roue dentée conique **3**). /1pt

- c. Compléter le tableau suivant : /1,5pt

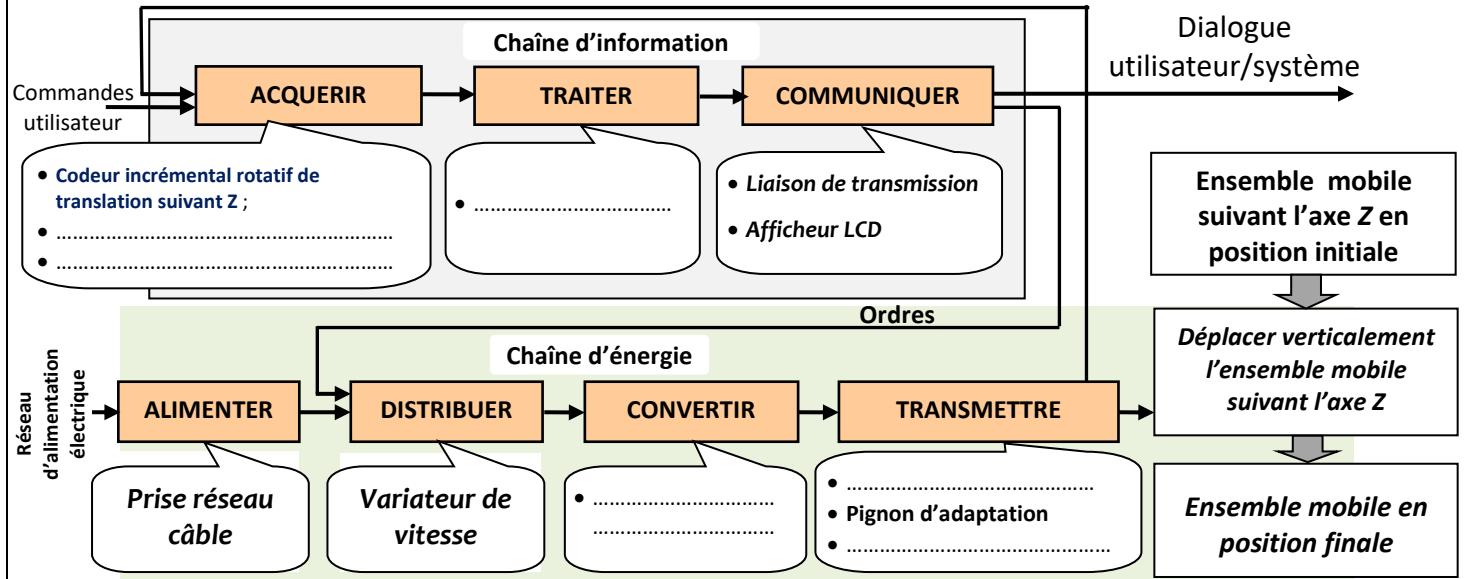
Repère de l'élément	Nom de l'élément	Fonction de l'élément
13
26
43

- d. Compléter le schéma cinématique minimal du mécanisme d'entraînement de l'ensemble mobile suivant l'axe X : /1,5pt



Tâche 1.3 : Chaîne fonctionnelle et asservissement :

- a. Compléter la chaîne fonctionnelle relative à la fonction "Déplacer verticalement l'ensemble mobile suivant l'axe Z" (voir figure 2 page 3/17 et DRES page 15/17) : /3pts



b. En se référant au schéma bloc du système asservi, DRES page 15/17 :

/3pts

b.1. Donner le rôle du comparateur :

b.2. Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte F.T.B.O :

b.3. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée F.T.B.F = Θ_s/Θ_e :

Situation d'évaluation 2

N.B. : Dans vos calculs, considérer quatre chiffres après la virgule.

Tâche 2.1 : Étude dynamique et détermination de quelques caractéristiques géométriques du pignon 41 :

En utilisant les données des DRES pages 15/17 et 16/17, déterminer l'effort tangentiel **Ft** appliqué par la crémaillère sur le pignon 41 et calculer les caractéristiques géométriques de ce dernier. Pour ce faire :

a. Écrire l'équation vectorielle de l'équilibre dynamique appliquée à l'ensemble mobile de masse « **M** » pendant son mouvement horizontal : /1pt

b. Projeter l'équation vectorielle de l'équilibre dynamique sur l'axe **X** et déduire l'expression littérale de l'effort tangentiel **Ft** : /1pt

c. En se référant au diagramme de modélisation de la vitesse de l'ensemble mobile, compléter le tableau ci-dessous en donnant l'expression littérale et en effectuant les applications numériques : /1,75pt

	Phase 01	Phase 12	Phase 23
	Accélération	Vitesse constante	Décélération
	$\gamma = 0,7 \text{ m/s}^2$	$\gamma = \dots$	$\gamma = -0,7 \text{ m/s}^2$
Expression littérale	$Ft = \dots$	$Ft = \dots$	$Ft = \dots$
Application numérique	$Ft = \dots$	$Ft = \dots$	$Ft = \dots$

d. Calculer, à deux chiffres après la virgule et à partir de l'expression $m \geq 2,34 \sqrt{\frac{F_t}{k \cdot R_p}}$, le module minimal m_{\min} (en mm) de la denture droite du pignon 41, en prenant $F_t=2551 \text{ N}$, $k=10$ et $R_p=165 \text{ N/mm}^2$: /1pt

e. Calculer le diamètre primitif **d** (en mm) du pignon 41 si sa fréquence de rotation **N=159 tr/min** pour déplacer l'ensemble mobile horizontalement suivant l'axe **X** à une vitesse linéaire **V=0,7 m/s** : /1pt

f. Compléter, sans tenir compte des valeurs trouvées auparavant, le tableau des caractéristiques du pignon 41 : (expression littérale + application numérique) : /1,5pt

Module	Diamètre primitif	Diamètre de tête	Diamètre de pied	Largeur b = K.m (K=10)
3 mm	84 mm	$d_a = \dots$	$d_f = \dots$	$b = \dots$

Tâche 2.2 : Validation du choix du moteur de translation suivant l'axe X du bloc X (DRES page 16/17).

a. Calculer la puissance utile **P_u** (en watt) capable de déplacer l'ensemble mobile suivant l'axe **X** : /1pt

.....

.....

b. Déterminer le rapport de réduction $K = \frac{N_{29}}{N_{18}}$ du réducteur de vitesse et en déduire la fréquence de rotation **N₁₈** (en tr/min) de l'arbre moteur sachant que **N₂₉ = N₄₀ = 159 tr/min**. Pour les applications numériques, prendre quatre chiffres après la virgule : /1,5pt

.....

.....

.....

c. Calculer le rendement global **η_g** et en déduire la puissance mécanique **P_m** (en kW) du moteur électrique de translation suivant **X** : /2pts

.....

.....

.....

d. Choisir, en se référant au **DRES** page 16/17, le type du moteur qui convient : /1pt

Type du moteur	Puissance P _m (en kW)	fréquence de rotation (en tr/min)	Couple (en N.m)
.....

Tâche 2.3 : Détermination du diamètre de l'arbre 40 et choix de son matériau (DRES page 16/17).

Hypothèse : On ne tiendra compte que des actions mécaniques provoquant la torsion de l'arbre porte pignon **40**.

a. Calculer le moment de torsion **M_t** (en N.m) transmis par l'arbre porte pignon **40** : /1,5pt

.....

.....

b. Calculer, en appliquant la condition de rigidité à la torsion, le diamètre minimal **d_{min}** (en mm) de l'arbre porte pignon **40**. Pour la suite des calculs, prendre **M_t = 110 N.m** : /2pts

.....

.....

c. Calculer, en tenant compte des concentrations de contraintes, la contrainte tangentielle maximale **ζ_{max}** (en N/mm²) de torsion. Prendre **d_{min} = 36 mm** : /1,75pt

.....

.....

d. Déterminer la résistance élastique au glissement minimale **R_{eg min}** (en N/mm²) du matériau de l'arbre porte pignon **40** afin de respecter la condition de résistance et en déduire la résistance élastique minimale **R_{e min}** (en N/mm²) : /1,5pt

.....

.....

e. Choisir la nuance optimale du matériau qui convient pour cette construction : /1pt

.....

.....

Situation d'évaluation 3

Tâche 3.1 : Analyse du dessin de définition (se référer au DRES page 17/17)

a. Interpréter et expliquer à l'aide d'un schéma la spécification suivante :

/1,5pt

D3		0,05
----	--	------

.....
.....
.....
.....

Schéma explicatif

b. Compléter le tableau ci-dessous en identifiant les spécifications dimensionnelle et géométrique caractérisant la surface D4 :

/1pt

Spécifications dimensionnelles	Spécification géométrique
.....
.....

c. Identifier et donner la signification de la nuance du matériau du pignon 41:

/2pts

Tâche 3.2 : Etude partielle de la phase 20 (se référer aux DRES pages 16/17 et 17/17)

a. Compléter le tableau ci-dessous, pour l'usinage des surfaces (F1, D2 et D3), en précisant le nom de l'opération, l'outil de finition, le mode de génération et la machine-outil :

/2,5pts

Les surfaces	Nom de l'opération	Nom de l'outil	Mode de génération (d'enveloppe ou de forme)	Nom de la machine
F1	
D2
D3	

b. Etude partielle de la phase 20 : /8pts

b.1. Sur le croquis de la phase 20 ci-contre :

- Indiquer les surfaces usinées en trait fort ;
- Mettre en place les symboles technologiques de mise en position ;
- Dessiner les outils en position de travail ;
- Installer les cotes fabriquées (Cf) sans les chiffrer ;



b.2. Donner le type de porte-pièce à utiliser pour réaliser cette phase :

.....

b.3. Proposer un moyen de contrôle de la cote Ø36H7 :

.....

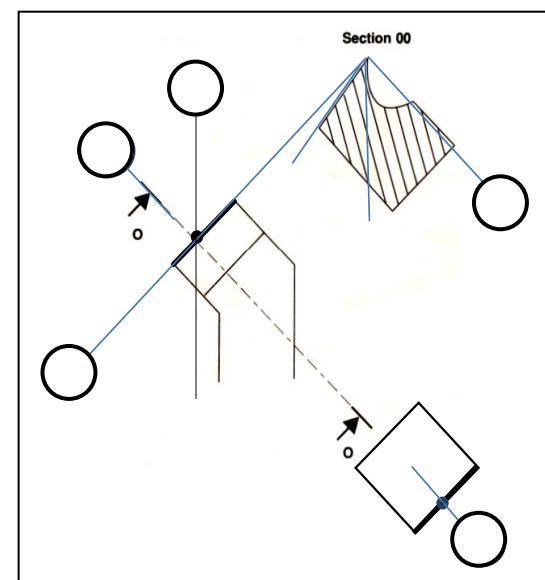
c. Etude de la géométrie de l'outil en main permettant la réalisation de la surface **F1** : /5,5pts

c1. Préciser l'orientation de l'arête de l'outil ci-contre :

.....
.....

c2. Compléter le croquis de l'outil en main ci-contre en indiquant :

- ✓ Le mouvement d'avance relatif à cette opération (**Mf**) ;
- ✓ Les plans du référentiel en main (**Pr, Ps, Pf, Pn, Po**) ;
- ✓ Les angles de face orthogonaux ($\alpha_o, \beta_o, \gamma_o$) ;
- ✓ L'angle de direction d'arête **Kr** et l'angle d'inclinaison **λs**.



d. Calcul du nombre de pièces « **np** » à usiner avec un même outil lors de l'opération d'ébauche de **F1**, **DRES** page 17/17. Prendre trois chiffres après la virgule pour les applications numériques. /6pts

d1. Calculer le temps de coupe **tc** (en **min**) relatif à l'usinage de **F1** en ébauche :

.....
.....

d2. Déterminer la durée de vie de l'outil **T** (en **min**) :

.....
.....

d3. Calculer le nombre de pièces « **np** » à usiner en prenant **tc = 1,108 min** :

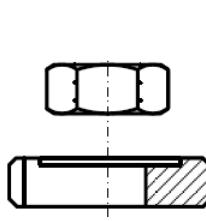
.....
.....

Tâche 3.3 : Étude de la phase de taillage de la denture du pignon 41 (phase 50).

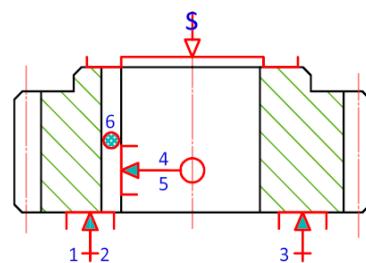
Le taillage de la denture en série est réalisé sur la machine spéciale de taillage « **FELLOWS** ».

A partir du croquis de **phase 50**, compléter le dessin partiel du montage d'usinage relatif au taillage de la denture du pignon **41**, en matérialisant :

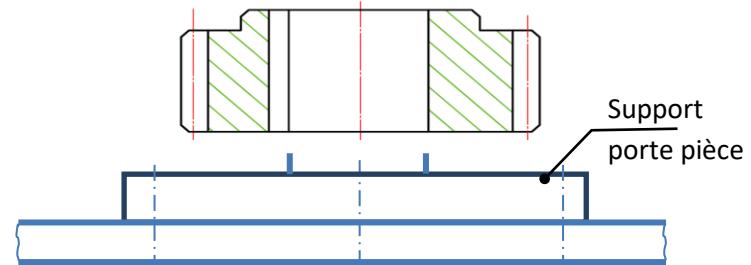
- a. Les symboles de mise en position (appui plan- centrage court- butée) ; /4pts
 b. Le symbole du maintien en position (serrage avec écrou et rondelle fendue) ; /2pts



éléments de serrage



Croquis de phase 50



Dessin partiel du montage d'usinage

Tâche 3.4 : Étude de la phase de traitement thermique.

Le **pignon 41** (en **C40**) sera sollicité au frottement lors de son fonctionnement, ce qui nécessite une amélioration de ses caractéristiques mécaniques par une trempe. La dureté recherchée est de **420 Hv**.

- a. Compléter le tableau ci-contre en précisant l'influence de la trempe sur les caractéristiques mécaniques mentionnées (répondre par : **augmente** ou **diminue**) : /1,5pt

	La dureté	La résilience	L'allongement %
Influence

- b. Cocher le type d'acier du **pignon 41** : /0,5pt

Acier hypoeutécoïde

Acier hypereutécoïde

- c. Compléter le tableau ci-dessous en précisant le nom de l'essai de dureté utilisé pour évaluer la dureté recherchée (**420 Hv**), et le type de pénétrateur : /1,5pt

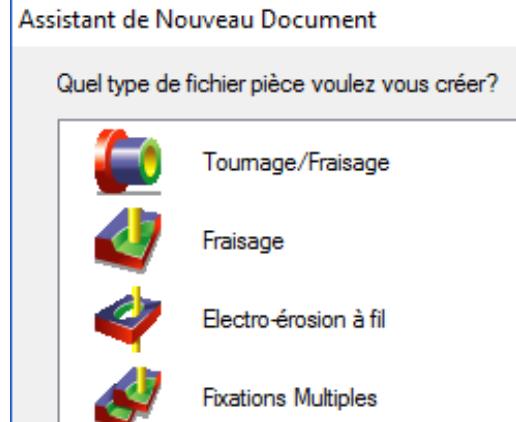
Nom de l'essai de dureté	Type de pénétrateur
.....

Tâche 3.5 : Conception du profil à réaliser de la phase 20 par FeatureCam.

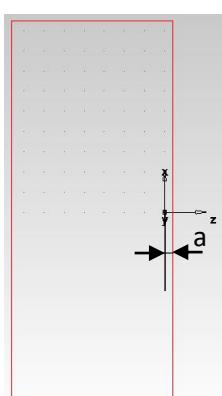
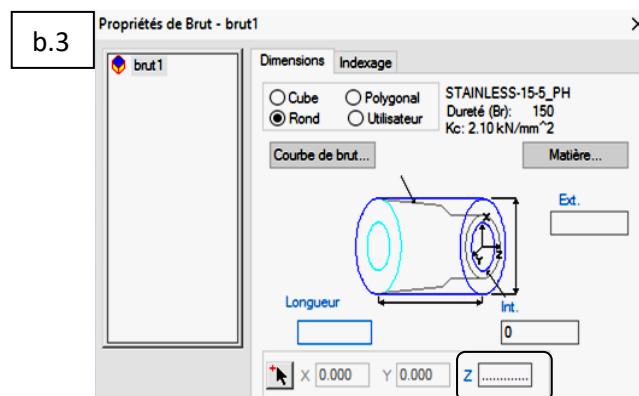
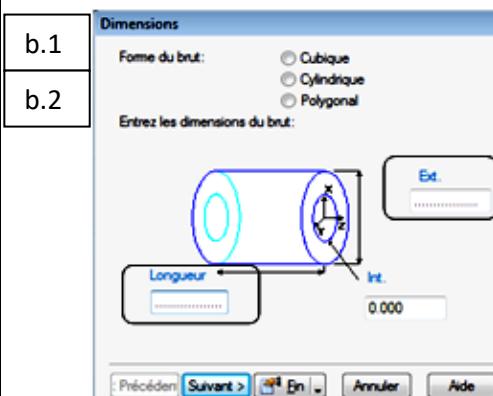
En vue d'améliorer davantage la productivité des pièces fabriquées, on décide de réaliser le **pignon 41** sur un tour à commande numérique deux axes. Le programme **CN** du profil à réaliser est édité par le logiciel de **F.A.O (FeatureCam)**.

A l'aide du logiciel **FeatureCam** et en se référant au **DRES** page 17/17, on vous demande d'établir les étapes à suivre pour concevoir le profil à réaliser de **la phase 20** :

- a. Entourer, sur la fenêtre ci-contre, le choix du type de fichier pièce à créer pour un nouveau document. /0,25pt
- b. Compléter les fenêtres ci-dessous, relatives aux propriétés de brut, en : /1,75pt



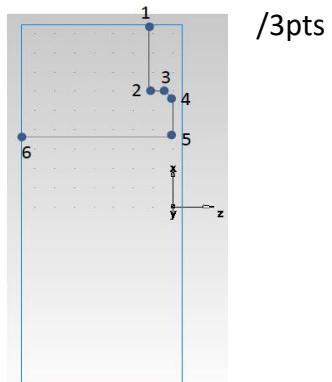
- b.1. Cochant la forme du brut choisi ;
b.2. Indiquant les dimensions du brut ;
b.3. Spécifiant la dimension du décalage de l'origine programme de la face brute, sachant que la profondeur de passe est de **a = 2 mm**.



c. Compléter le tableau des coordonnées des points du profil finition (points 1 à 6) et préciser l'étape du logiciel pour tracer ce profil : /3pts

c1. Tableau des coordonnées :

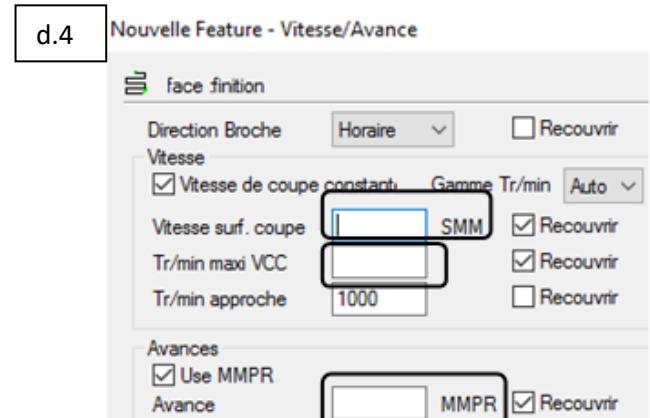
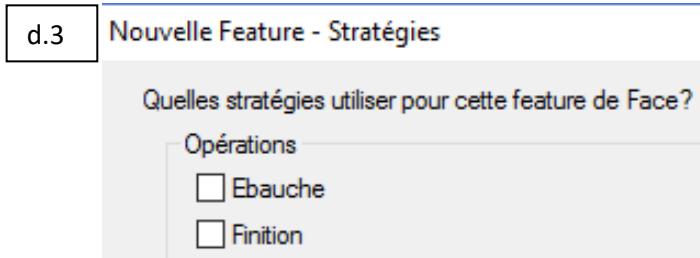
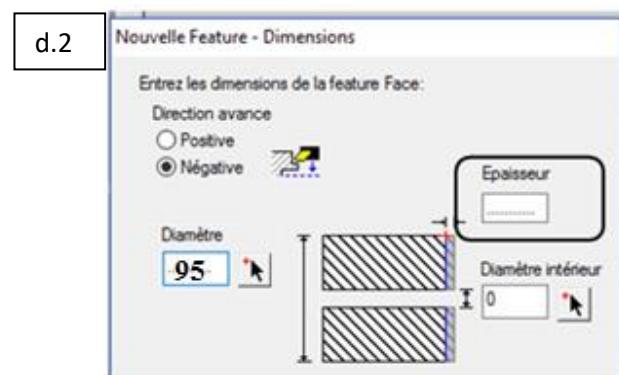
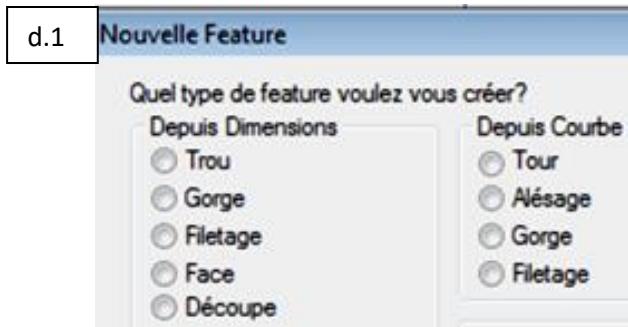
	1	2	3	4	5	6
X (Ø)	95	.....	.....	.....	.....	.....
Z	.....	.....	.....	.....	.....	-38.5



c2. Etape :

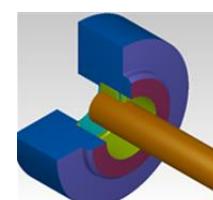
d. Sur les masques ci-dessous relatives à l'opération de dressage de F1, DRES page 17/17 : /2pts

- d.1. Entourer le type de feature à créer ;
- d.2. Indiquer la dimension de la feature de dressage ;
- d.3. Cocher les stratégies à utiliser pour cette feature ;
- d.4. Entrer les conditions de coupe relatives à cette opération.



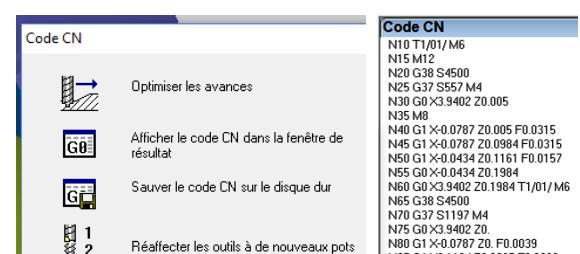
e. Donner le nom de l'étape à valider pour simuler l'usinage : /0,5pt

Étape :



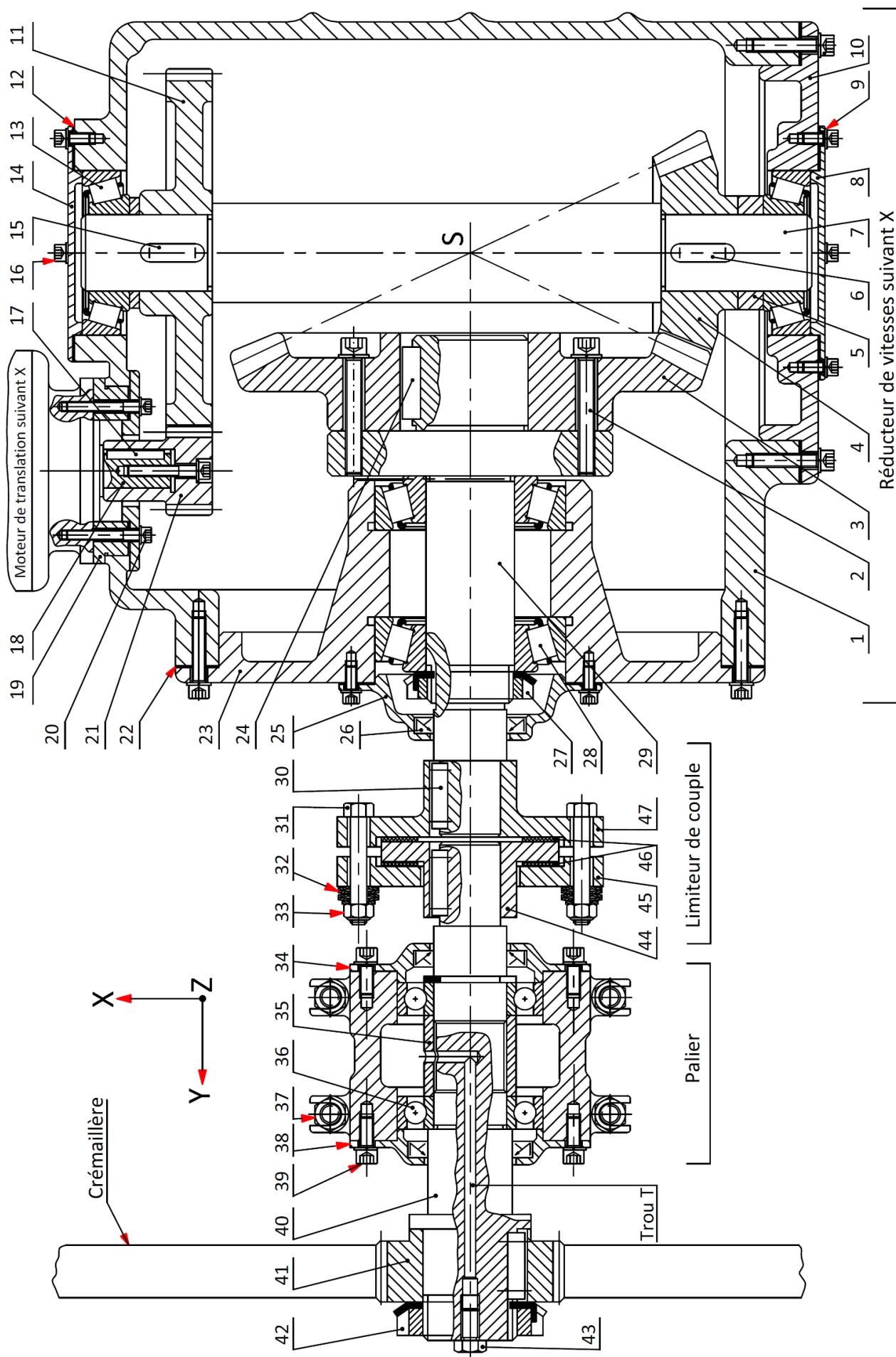
f. Donner le nom de l'étape suivante à valider et entourer les icônes pour afficher et enregistrer le programme du profil conçu : /0,5pt

Étape :



Volet 4 : Documents ressources

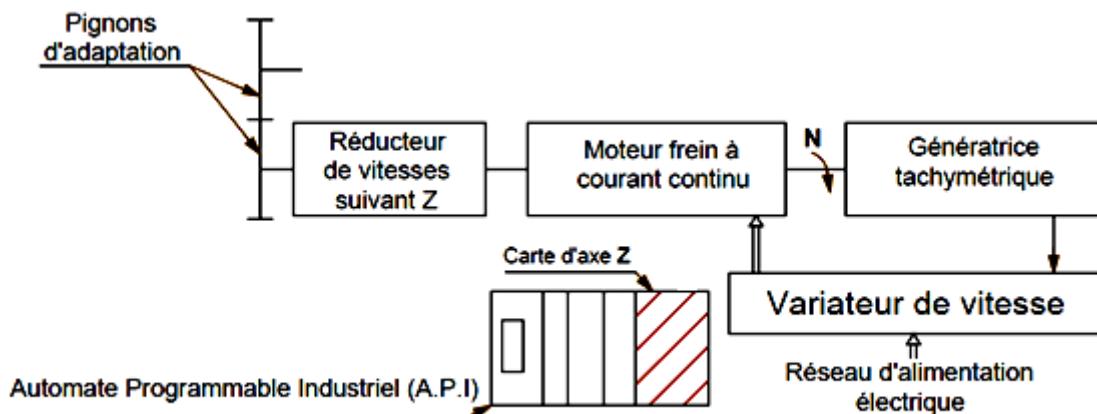
Mécanisme de déplacement de l'ensemble mobile suivant l'axe X



- Nomenclature du mécanisme de déplacement de l'ensemble mobile suivant l'axe X.

Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation
47	1	Plateau droit		
46	1	Garniture de friction		
45	1	Plateau gauche		
44	1	Moyeu central		
43	1		S 235	
42	1	Ecrou à encoches type KM- M40		ISO 2982
41	1	Pignon (denture droite)		
40	1	Arbre porte pignon		
39	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762 – M6 x 16	25 Cr Mo 4	Traité
38	1	Couvercle		
37	4	Boulon		
36	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial		
35	1	Entretoise		
34	1	Couvercle		
33	4	Ecrou hexagonal ISO 4032 – M12- 08		
32	16	Rondelles belleville (rondelles ressorts coniques)	EN-GJL-150	
31	4	Vis à tête hexagonale ISO 4014 – M12 x 50_ 8-8		
30	2	Clavette forme A, 10 x 8 x 22	C 35	NF E 22 -177
29	1	Arbre de sortie du réducteur		
28	2	Roulement à rouleaux coniques		
27	1	Ecrou à encoches type KM- M27		ISO 2982
26	3			
25	1	Couvercle	EN-GJL-150	
24	1	Clavette forme A, 10 x 8 x 24	C 35	NF E 22 -177
23	1	Boitier		
22	1	Joint plat		
21	1	Pignon : $Z_{21}= 24$ dents		
20	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762 – M10 x 40		NF NE ISO 4762
19	1	Support moteur		
18	1	Arbre moteur		
17	1	Clavette forme A, 10 x 8 x 25	C 35	NF E 22 -177
16	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762 – M6 x 20		NF NE ISO 4762
15	1	Clavette forme A, 10 x 8 x 30	C 35	NF E 22 -177
14	1	Couvercle	EN-GJL-150	
13	2			
12	2	Cales de réglage de jeu	EN-GJL-150	
11	1	Roue dentée : $Z_{11}= 103$ dents		Dents Trempées
10	1	Couvercle	EN-GJL-150	
9	4	Rondelle Grower		
8	1	Couvercle	EN-GJL-150	
7	1	Arbre intermédiaire		
6	1	Clavette forme A, 10 x 8 x 30	C 35	NF E 22 -177
5	1	Entretoise		
4	1	Pignon conique : $Z_4= 56$ dents		Dents Trempées
3	1	Roue dentée conique : $Z_3= 119$ dents		Dents Trempées
2	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762 – M10 x 50		NF NE ISO 4762
1	1	Carter	EN-GJL-150	

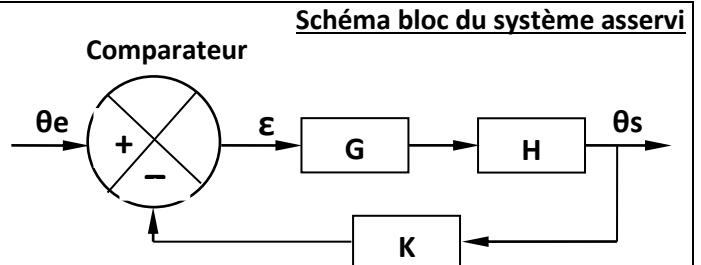
• Données pour la tâche 1.3



Asservissement du déplacement du bloc Z suivant l'axe Z

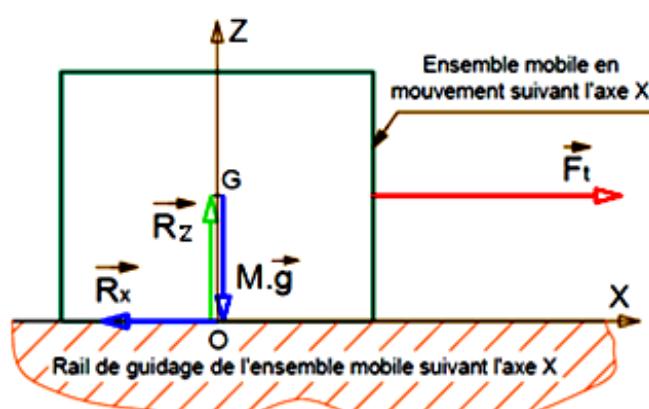
Le déplacement du bloc **Z** suivant l'axe **Z** est obtenu grâce à un moteur frein à courant continu piloté par un variateur de vitesse électronique et un automate programmable industriel. La carte de commande de l'axe **Z**, installée sur l'automate, est une carte d'axe qui est capable de comparer en permanence la position du bloc **Z** par rapport à la consigne contenue dans son programme. En fonction de l'écart constaté, le système agit de telle façon à maintenir la position désirée, conformément à la consigne de commande.

θ_e: Consigne d'entrée c'est la position désirée du préhenseur.
θ_s : position réelle du moteur à courant continu.
H : gain du Correcteur (Amplificateur de puissance).
G : gain du système (Ensemble : variateur de vitesse + motoréducteur).
K : gain du capteur de position (rapport de prélèvement de la tension de sortie).



• Données pour la tâche 2.1

L'ensemble des éléments du système en mouvement de translation suivant **X** par rapport à la glissière est modélisé par le schéma suivant :



Le cycle de fonctionnement du système en mouvement de déplacement suivant **X** est représenté par le diagramme suivant :

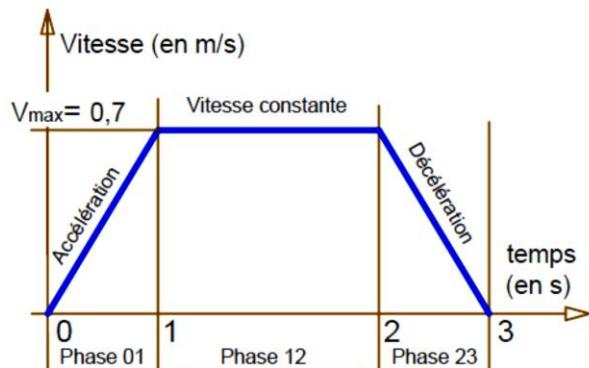


Diagramme de modélisation de la vitesse de l'ensemble mobile suivant l'axe X.

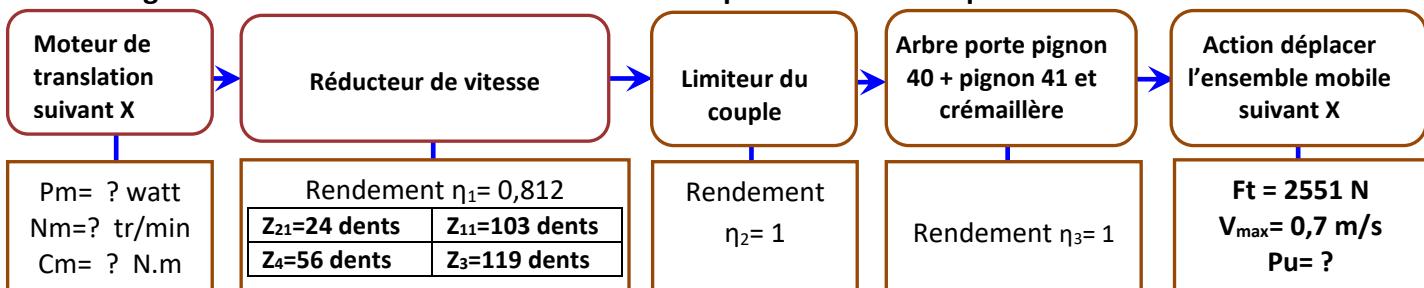
Les données : (voir la suite des données page suivante)

- La masse totale de l'ensemble mobile en déplacement horizontal suivant l'axe **X** est **M= 1000 Kg** ;
- L'accélération de la pesanteur **g= 10 m/s²** ;
- L'accélération maximale suivant l'axe **X** est **γ=0,7 m/s²** ;

- Le coefficient de frottement dynamique entre le rail de guidage et l'ensemble mobile $\text{tg}\phi = f = 0,18$;
- $\overline{F_t}$: représente la force tangentielle appliquée par la crémaillère sur le pignon pour déplacer l'ensemble mobile horizontalement suivant l'axe X ;
- $\overline{R_x}$: représente la composante horizontale suivant l'axe X de la réaction du rail de guidage sur l'ensemble mobile. Si le chariot est en équilibre dynamique, cette action mécanique à pour expression $R_x = M \cdot g \cdot f$;
- $\overline{R_z}$: représente la composante verticale suivant l'axe Z de la réaction du rail de guidage sur l'ensemble mobile.

• Données pour la tâche 2.2

✓ Agencement de la chaîne de transmission de puissance mécanique dans le bloc X :



✓ Tableau pour le choix du moteur électrique de translation suivant X :

Type du moteur	FLSPX 80 L	FLSPX 90 L	FLSPX 100 LK	FLSPX 112 MG	FLSPX 132 SM
Puissance P_m (en kW)	0,75	1,8	2,2	4	5,5
fréquence de rotation (en tr/min)	1425	1438	1457	1462	1467
Couple (en N.m)	5	12,3	14,41	27,5	37

• Données pour la tâche 2.3

- L'effort tangentiel $F_t = 2551 \text{ N}$ appliqué par la crémaillère sur le pignon 41 de diamètre primitif $d = 84 \text{ mm}$;
- L'angle unitaire de torsion ne doit pas dépasser $\theta_{lim} = 0,5^\circ/\text{m} = \frac{0,5\pi}{180} \text{ rad/m}$;
- Les singularités de formes au niveau de l'arbre provoquent une concentration de contraintes $K_t = 3,85$;
- On adopte pour cette construction un coefficient de sécurité $s = 5$;
- $R_{eg} = 0,7 \times R_e$; (R_e : résistance élastique à la traction et R_{eg} : résistance élastique au glissement) ;
- Le module de coulomb $G = 8 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$.

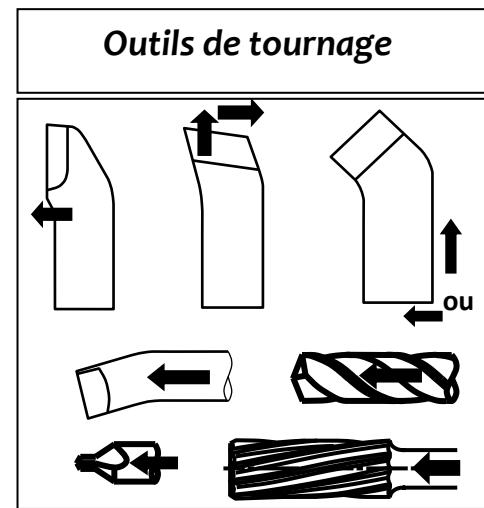
Nuances usuelles	38 Cr 2	46 Cr 2	41 Cr 4	20 Ni Cr 2	20 Ni Cr Mo 7
Re (en N/mm ²)	350	400	560	700	800

• Données pour la Situation d'évaluation 3

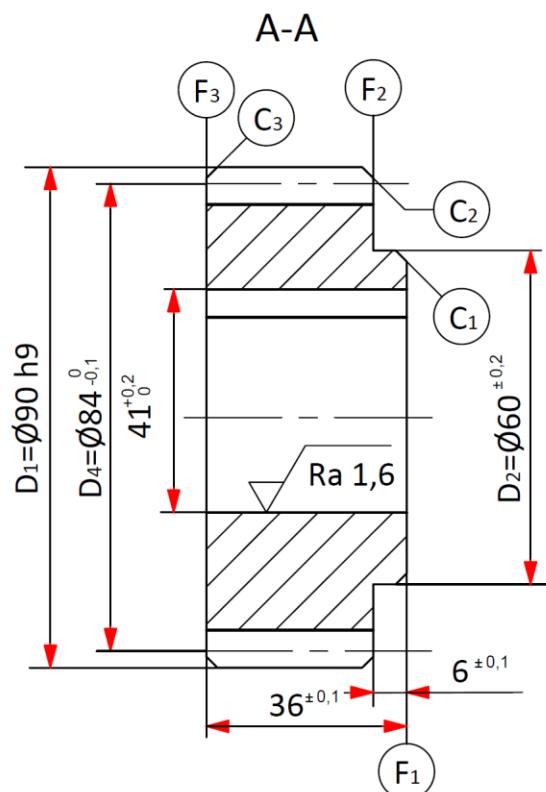
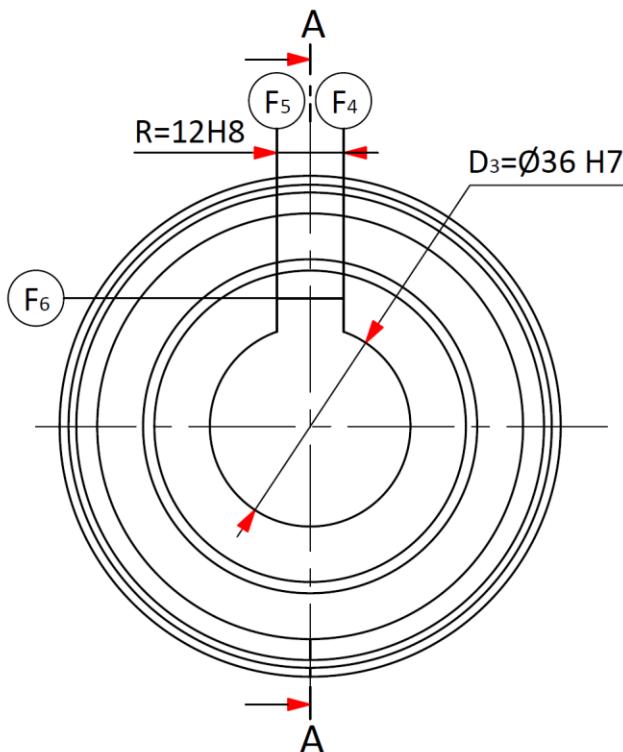
Les données de fabrication sont :

- Programme de fabrication : 100 pièces par mois pendant 3 ans ;
- Parc machines-outils : Tour parallèle, fraiseuse universelle, perceuse, rectifieuse.
- Avant-projet d'étude de fabrication :

N° Phase	Désignation	Surfaces concernées
10	Contrôle de brut	Etiré Ø95 L= 41
20	Tournage	$F_1 ; (D_2, F_2) ; D_3 ; C_1$
30	Tournage	$F_3 ; D_1, C_3$ et C_2
40	Electro-érosion	R : Rainure de clavette
50	Taillage des dentures	$D_{4eb,1/2f}$
60	Traitement thermique	D_4
70	Finition des dentures	D_{4f}
80	Contrôle final	



➤ Dessin de définition du pignon 41.



Matière: C 40

$C_1 = C_2 = C_3 = 2 \times 45^\circ$

$D_3 = \text{Ø}36 \text{ H7} = \text{Ø}36^{\text{+0,025}}_0$

$D_1 = \text{Ø}90 \text{ h9} = \text{Ø}90^{\text{+0,027}}_0$

$R = 12 \text{H8} = 12^{\text{+0,027}}_0$

D_3	$\text{Ø}0,05$	
F_3	$\perp 0,05$	D_3
F_3	$/\! 0,05$	F_1
R	$= 0,08$	D_3
D_4	$\text{Ø}0,02$	D_3

• Données pour la tâche 3.2 :

Coefficients de Taylor		La vitesse de Coupe V_c ébauche	L'avance f ébauche	Le diamètre brut	Longueur de coupe L_c
n	10^{12}	32 m/min	0.4 mm/tr	Ø95 mm	47.5 mm

• Données pour la tâche 3.5 :

- Dimensions du brut : Etiré Ø95 ; $L = 41$;
- Dresser $F1$:
 - ✓ Finition directe ;
 - ✓ La profondeur de passe $a = 2$ mm.
- Conditions de coupe :
 - ✓ V_c (finition) = 188 m/min ;
 - ✓ $f = 0.1$ mm/tr ;
 - ✓ $N_{\text{Max}} = 3000$ tr/min.

