

الصفحة 1 17	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2019 - الموضوع -	 المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي
NS45	*****	

4	مدة الانجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	الشعبة أو المسلك

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	
Tâche 1.1		Tâche 2.1		Tâche 3.1	
a	1 pt	a	1 pt	a	1,5 pt
b	3 pts	b	1 pt	b	1 pt
Tâche 1.2		c	1,75 pt	c	2 pts
a	1,5 pt	d	1 pt	Tâche 3.2	
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	Tâche 2.2		c	5,5 pts
Tâche 1.3		a	1 pt	d	6 pts
a	3 pts	b	1,5 pt	Tâche 3.3	
b	3 pts	c	2 pts	a	4 pts
		d	1 pt	b	2 pts
		Tâche 2.3		Tâche 3.4	
		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	Tâche 3.5	
		e	1pt	a	0,25 pt
				b	1,75 pt
				c	3 pts
				d	2 pts
e	0,5 pt				
		f	0,5 pt		
Total SEV1	15,5 pts	Total SEV2	20,5 pts	Total SEV3	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 :

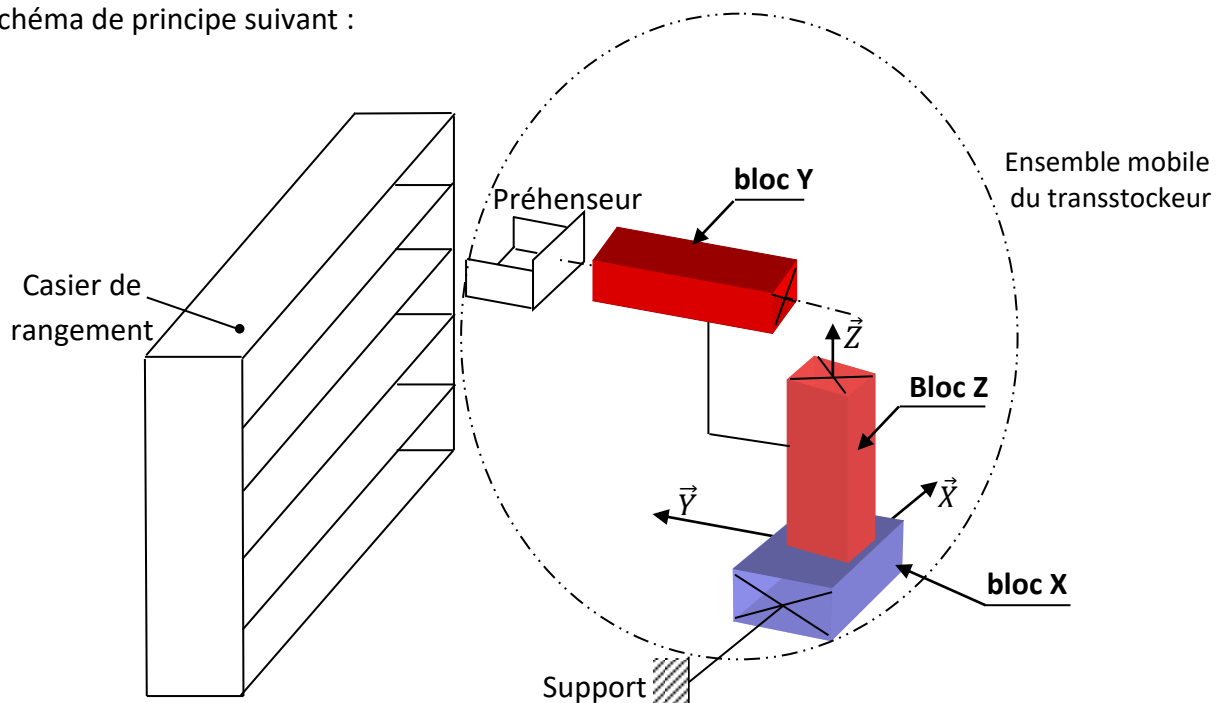


Figure 1 : schéma du principe de fonctionnement des trois principaux blocs du transstockeur

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 :

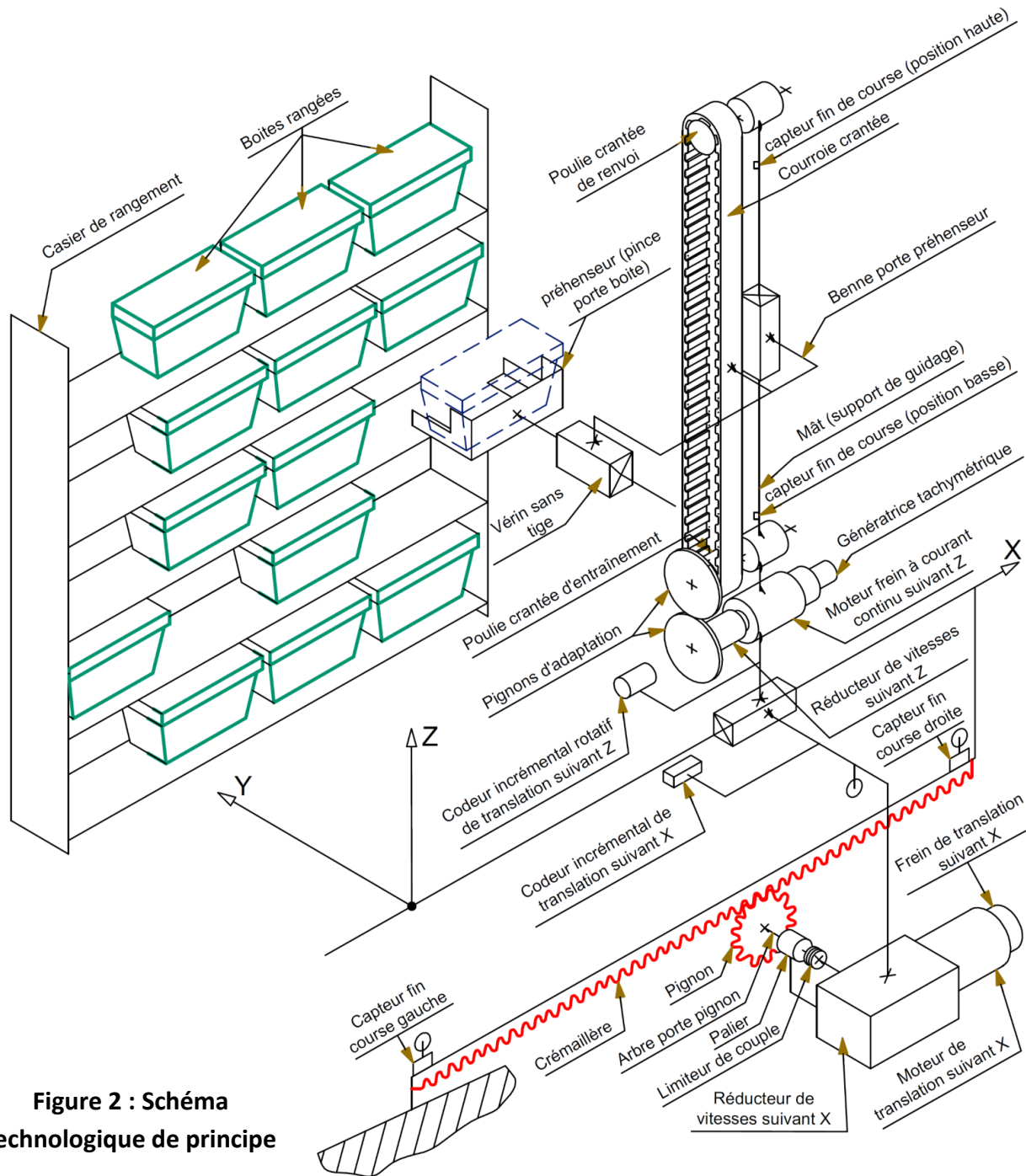


Figure 2 : Schéma technologique de principe

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 casier 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	- 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	▪ 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 **FeaturCam**.

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

Documents Réponses (DREP)

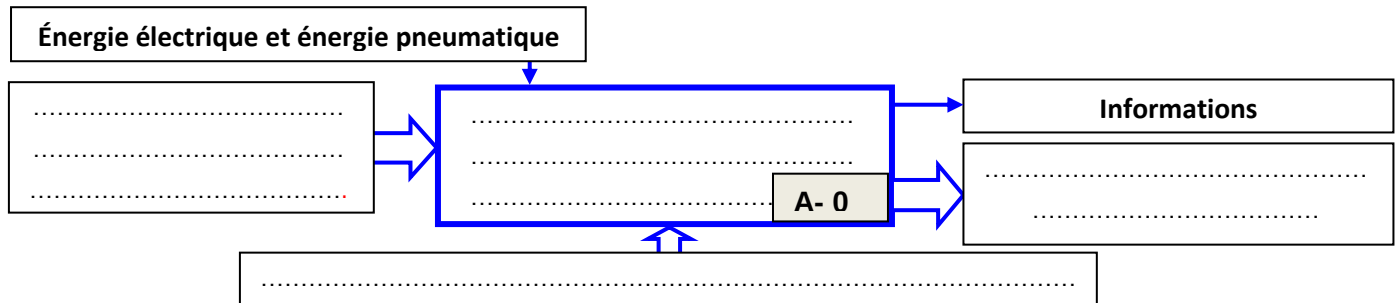
Situation d'évaluation 1

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:

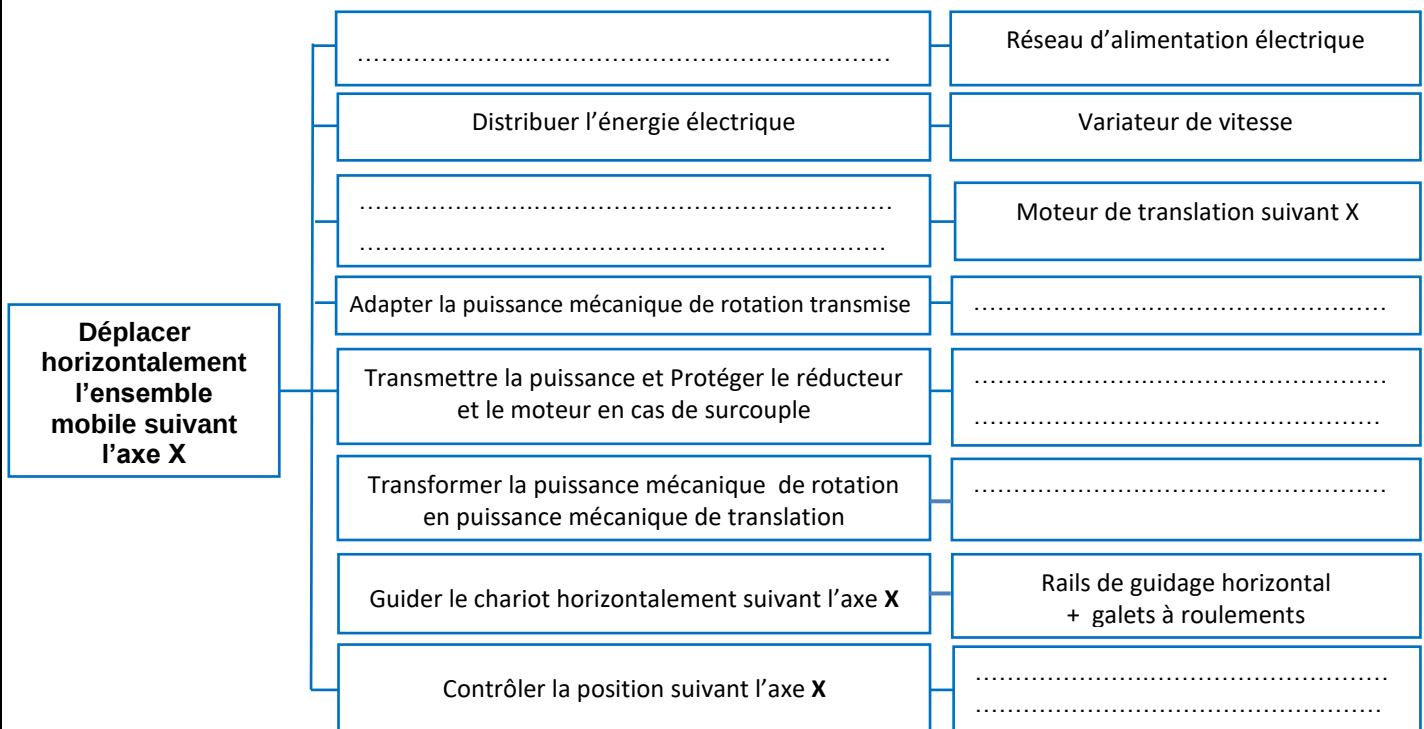
a. Compléter l'actigramme **A-0** du transstockeur :

/1pt



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

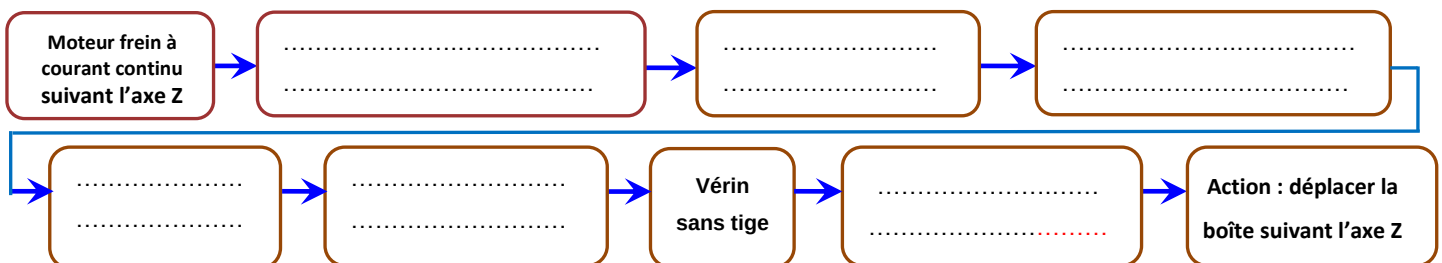
/3pts



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

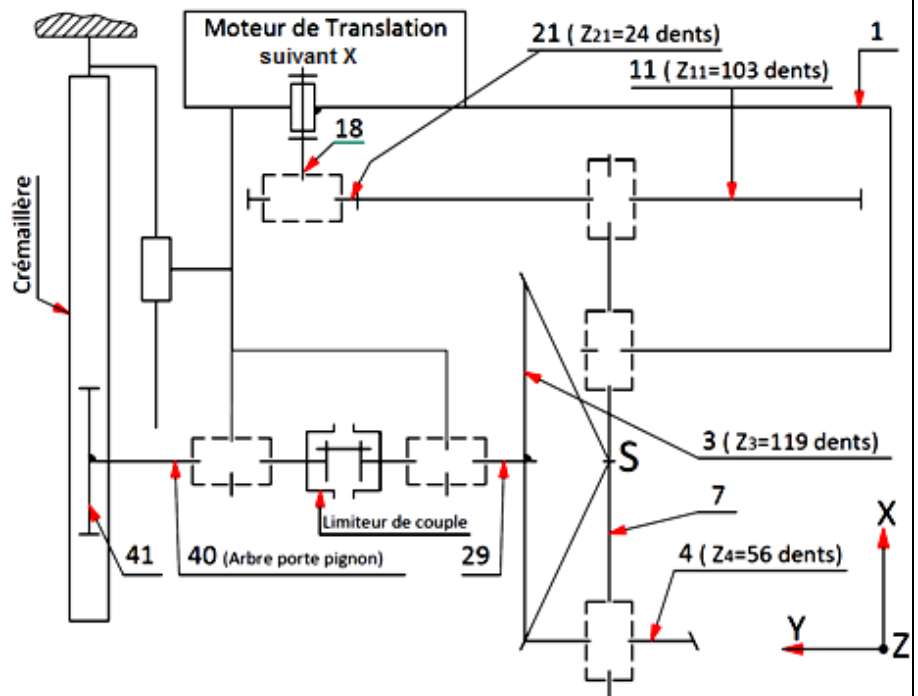
-
-

c. Compléter le tableau suivant :

/1,5pt

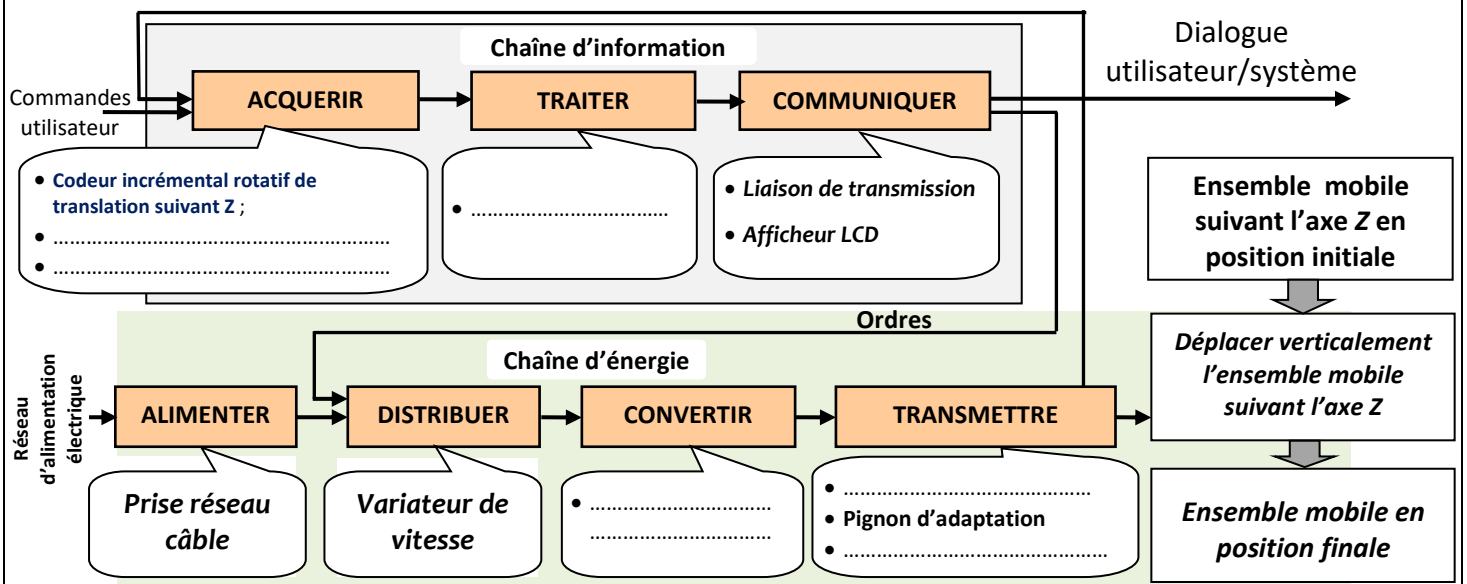
Repère de l'élément	Nom de l'élément	Fonction de l'élément
13		
26		
43		

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 F_t 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 appliqué 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 F_t : /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
	$\gamma = 0,7 \text{ m/s}^2$	$\gamma = \dots\dots\dots$	$\gamma = -0,7 \text{ m/s}^2$
Expression littérale	$F_t = \dots\dots\dots$	$F_t = \dots\dots\dots$	$F_t = \dots\dots\dots$
Application numérique	$F_t = \dots\dots\dots$	$F_t = \dots\dots\dots$	$F_t = \dots\dots\dots$

d. Calculer, à deux chiffres après la virgule et à partir de l'expression $m \geq 2,34 \sqrt{\frac{F_t}{k.R_p}}$, le module minimal m_{mini} (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 $N=159 \text{ tr/min}$ pour déplacer l'ensemble mobile horizontalement suivant l'axe **X** à une vitesse linéaire $V=0,7 \text{ m/s}$. /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	$d_a = \dots\dots\dots$ $d_a = \dots\dots\dots$	$d_f = \dots\dots\dots$ $d_f = \dots\dots\dots$	$b = \dots\dots\dots$ $b = \dots\dots\dots$

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 :

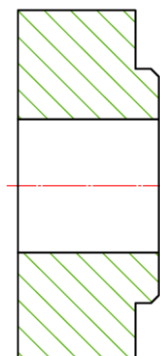
- Indiquer les surfaces usinées en trait fort ;
- Mettre en place les symboles technologiques de mise en position ;
- Dessiner les outils en position de travail ;
- Installer les cotes fabriquées (**C_f**) sans les chiffrer ;

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** :

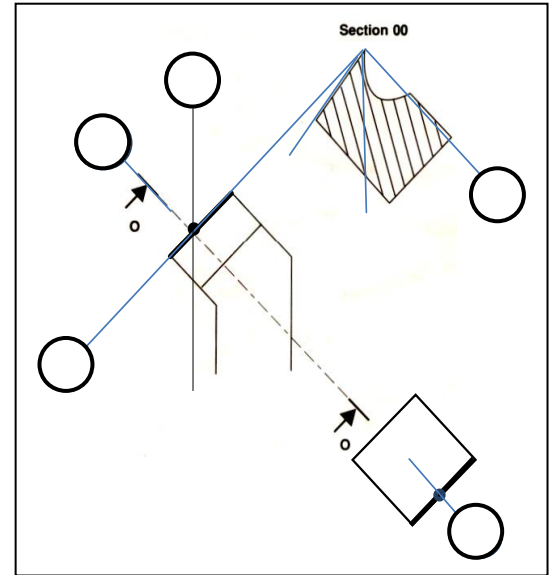
/5,5pts

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 **K_r** et l'angle d'inclinaison **λ_s** .



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

d.1. Calculer le temps de coupe **tc** (en **min**) relatif à l'usinage de **F1** en ébauche :

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

d.2. Déterminer la durée de vie de l'outil **T** (en **min**) :

.....
.....

d.3. Calculer le nombre de pièces « **np** » à usiner en prenant **tc = 1,108 min** :

.....
.....

Tâche3.3 : 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** ».

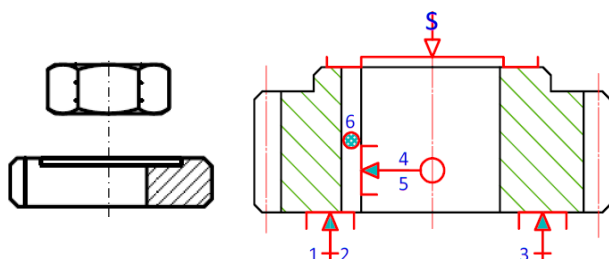
A partir du croquis de **phase 50**, compléter le dessin partiel du montage d'usinage relatif au taillage de la denture du pignon **41**, en matérialisant :

a. Les symboles de mise en position (appui plan- centrage court- butée) ;

/4pts

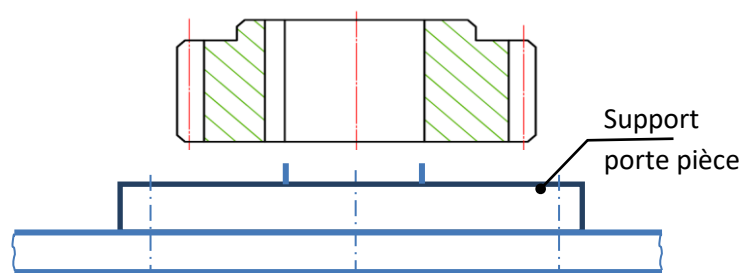
b. Le symbole du maintien en position (serrage avec écrou et rondelle fendue) ;

/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 hypoeutectoïde ☐

Acier hypereutectoïde ☐

- 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

Assistant de Nouveau Document

Quel type de fichier pièce voulez vous créer?



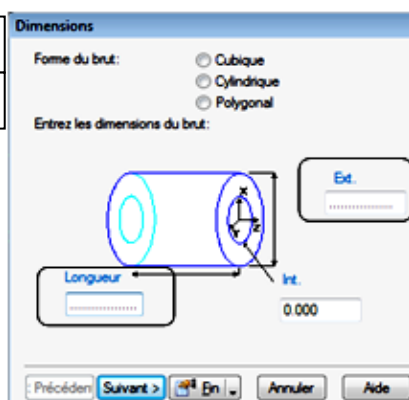
- b.1. Cochant la forme du brut choisi ;

- b.2. Indiquant les dimensions du brut ;

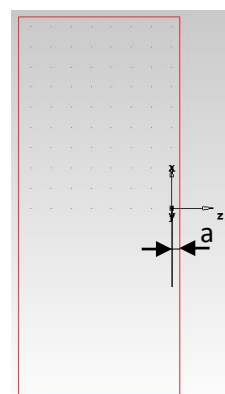
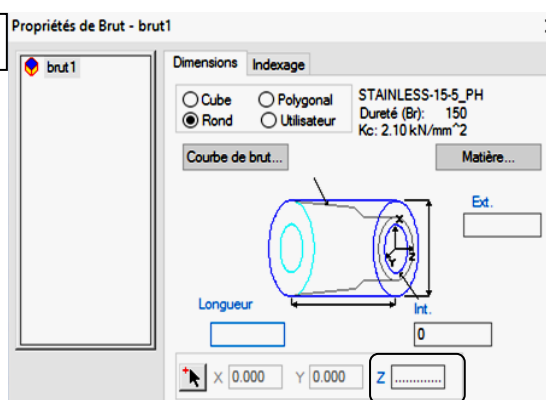
- b.3. Spécifiant la dimension du décalage de l'origine programme de la face brute, sachant que la profondeur de passe est de **a = 2 mm**.

b.1

b.2



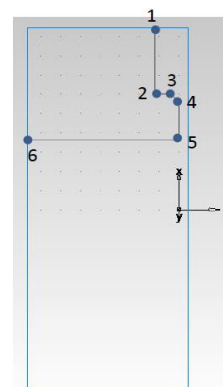
b.3



- 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

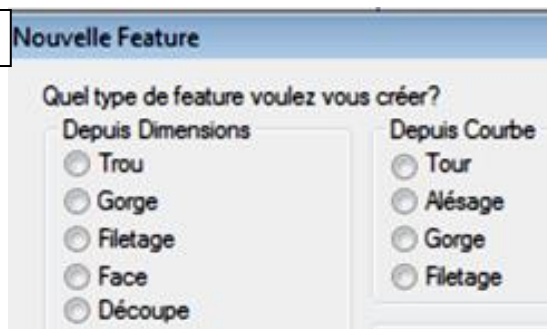


c2. Etape :

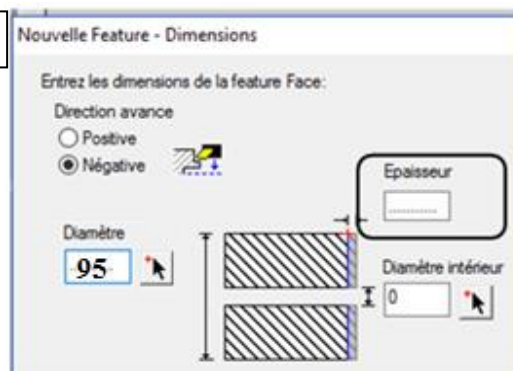
- d. Sur les masques ci-dessous relatifs à l'opération de dressage de **F1, DRES** page 17/17 : /2pts

- 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.

d.1

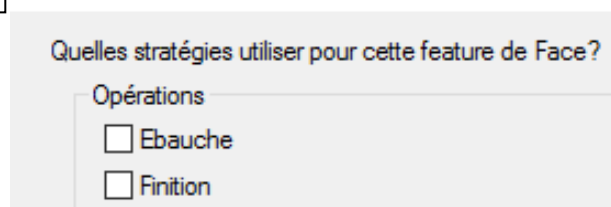


d.2



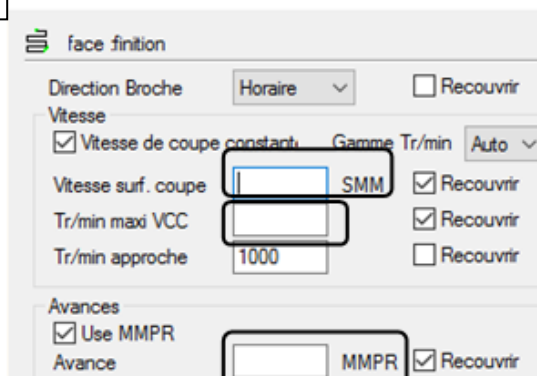
d.3

Nouvelle Feature - Stratégies



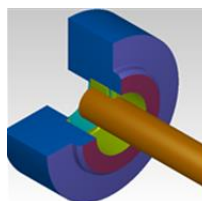
d.4

Nouvelle Feature - Vitesse/Avance



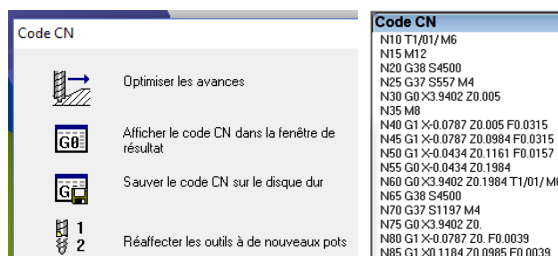
- e. Donner le nom de l'étape à valider pour simuler l'usinage : /0,5pt

Étape :



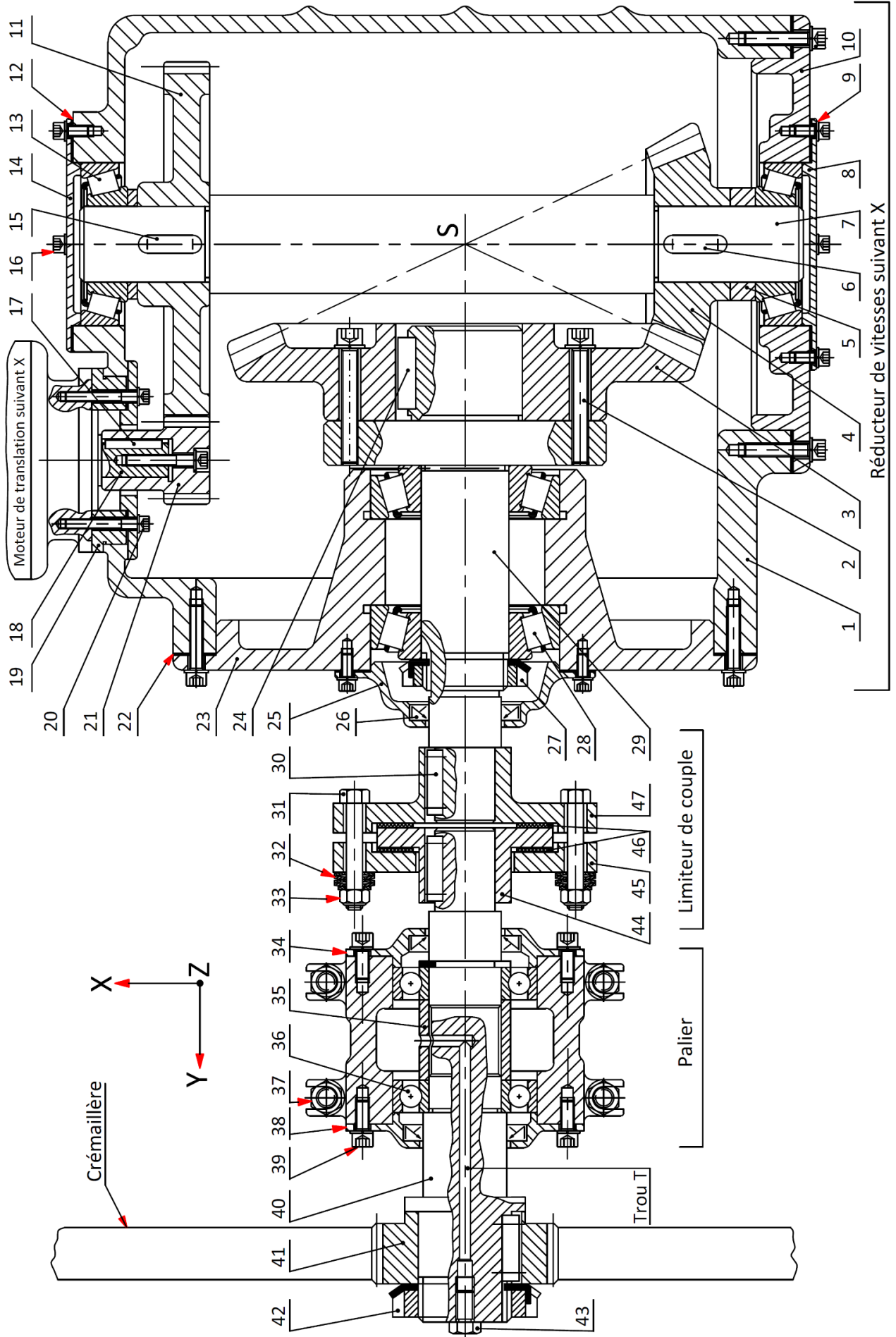
- f. Donner le nom de l'étape suivante à valider et entourer les icônes pour afficher et enregistrer le programme du profil conçu : /0,5pt

Étape :



Volet 4 : Documents ressources

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



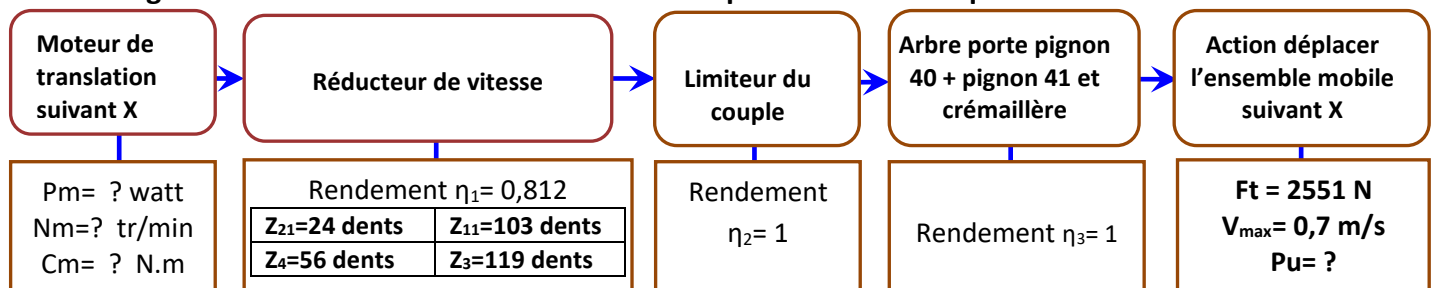
• Nomenclature du mécanisme de déplacement de l'ensemble mobile suivant l'axe X.

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	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

- Le coefficient de frottement dynamique entre le rail de guidage et l'ensemble mobile $\text{tg}\varphi = f = 0,18$;
- $\vec{F}_t$: représente la force tangentielle appliquée par la crémaillère sur le pignon pour déplacer l'ensemble mobile horizontalement suivant l'axe **X** ;
- $\vec{R}_x$: 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 a pour expression $R_x = M \cdot g \cdot f$;
- $\vec{R}_z$: 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 $\theta_{\text{lim}} = 0,5^\circ/\text{m} = \frac{0,5 \cdot \pi}{180} \text{ rad/m}$;
- 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 $G = 8.10^4 \text{ N/mm}^2$.

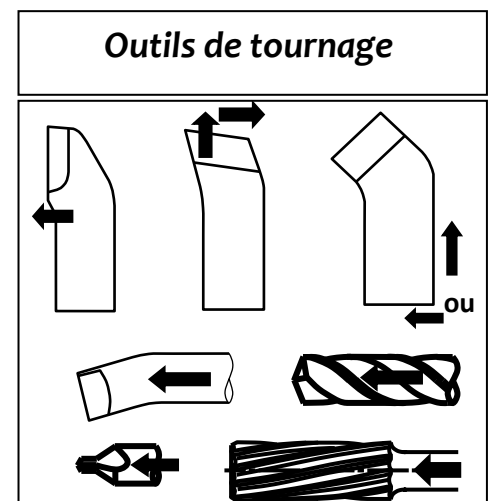
Nuances usuelles	38 Cr 2	46 Cr 2	41 Cr 4	20 Ni Cr 2	20 Ni Cr Mo 7
Re (en N/mm ²)	350	400	560	700	800

• Données pour la Situation d'évaluation 3

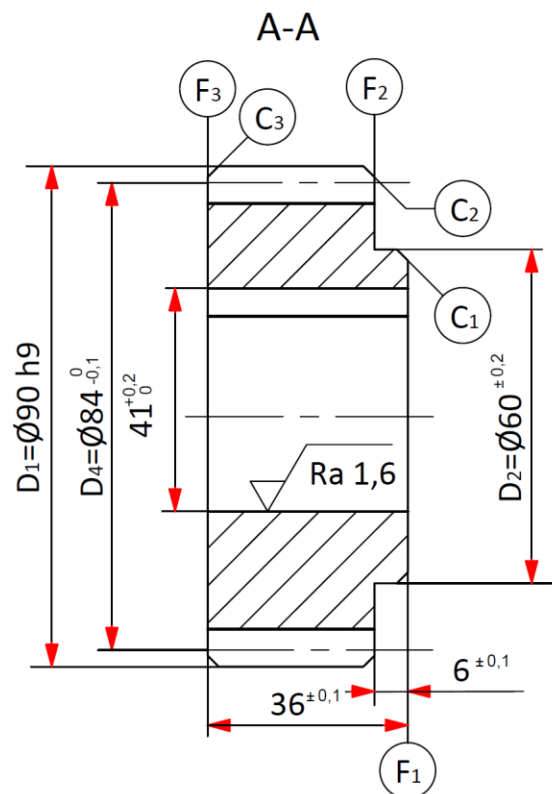
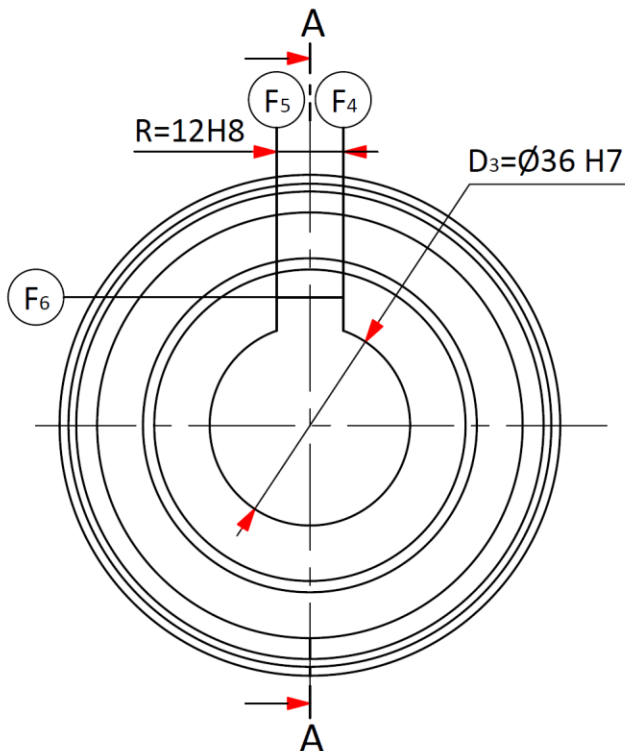
Les données de fabrication sont :

- 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 $\varnothing 95 \text{ L} = 41$
20	Tournage	$F_1 ; (D_2, F_2) ; D_3 ; C_1$
30	Tournage	$F_3 ; D_1, C_3 \text{ et } C_2$
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

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

$D_3 = \text{Ø}36 \text{ H}7 = \text{Ø}36 \begin{smallmatrix} +0,025 \\ 0 \end{smallmatrix}$

$D_1 = \text{Ø}90 \text{ h}9 = \text{Ø}90 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,087 \end{smallmatrix}$

$R = 12 \text{ H}8 = 12 \begin{smallmatrix} +0,027 \\ 0 \end{smallmatrix}$

D3		0,05	
F3		0,05	D3
F3		0,05	F1
R		0,08	D3
D4		Ø 0,02	D3

• Données pour la tâche 3.2 :

Coefficients de Taylor		La vitesse de Coupe Vc ébauche	L'avance f ébauche	Le diamètre brut	Longueur de coupe Lc
n	Cv				
-7	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 :
 - ✓ Vc (finition) = 188 m/min ;
 - ✓ f = 0.1 mm/tr ;
 - ✓ N_{Max} = 3000 tr/min.



الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2019 - عناصر الإجابة -		المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي	
1			المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه	
9			NR45	
♦♦♦			*****	
4	مدة الانجاز	علوم المهندس	المادة	
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	الشعبة أو المسلك	

Éléments de correction

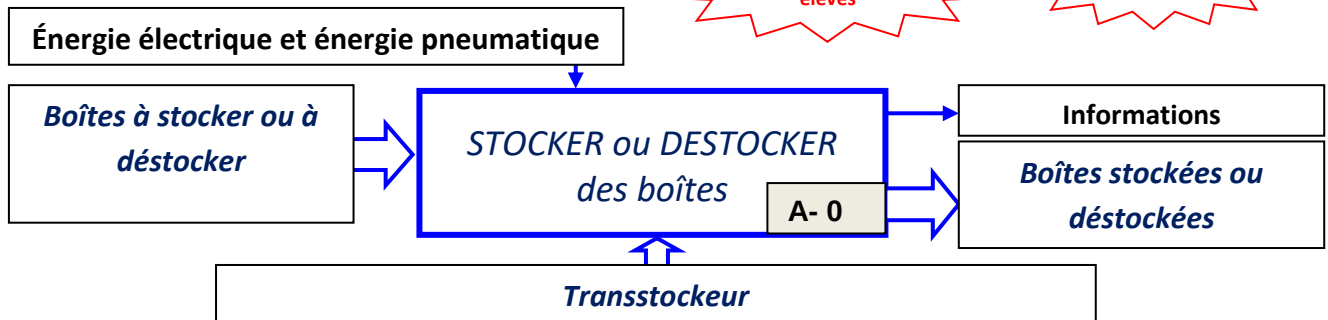
Documents réponses

Situation d'évaluation 1

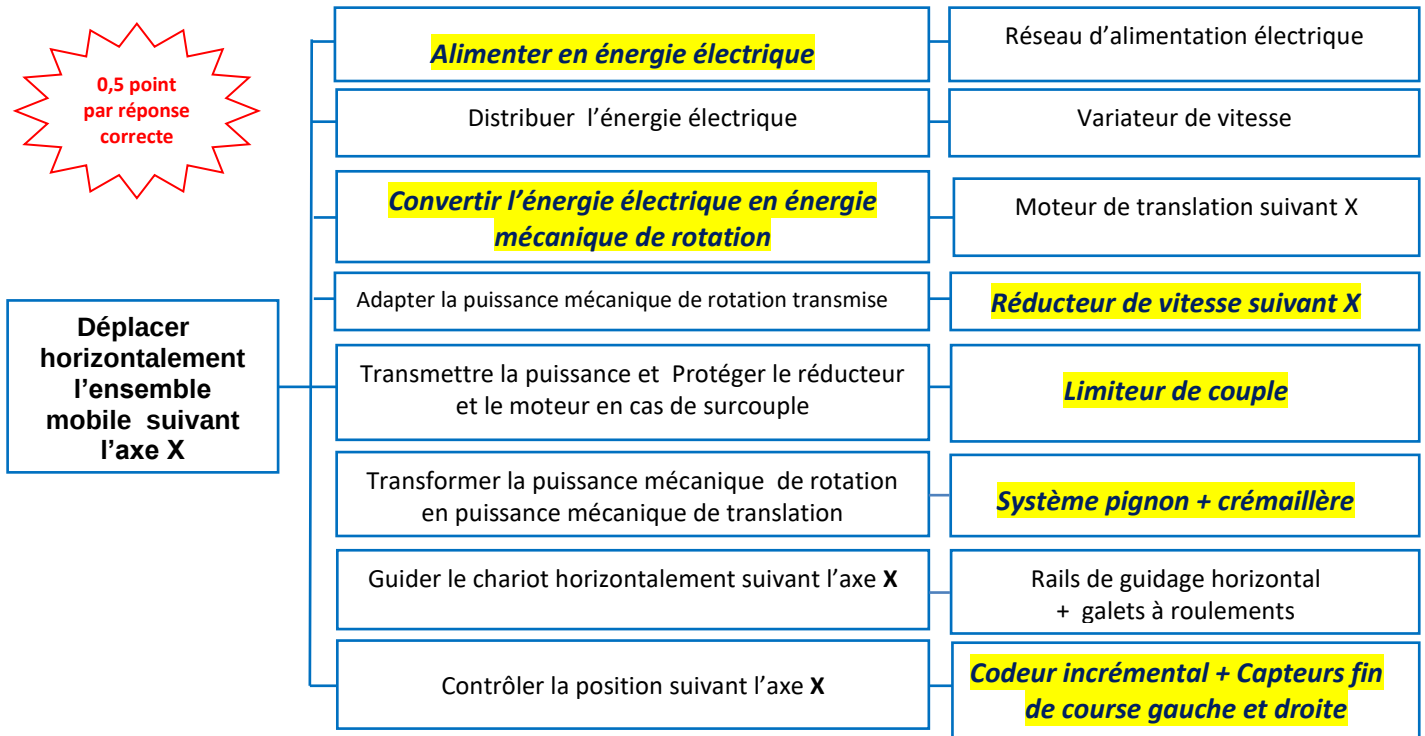
Tâche 1.1 : Analyse fonctionnelle du transstockeur :

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

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

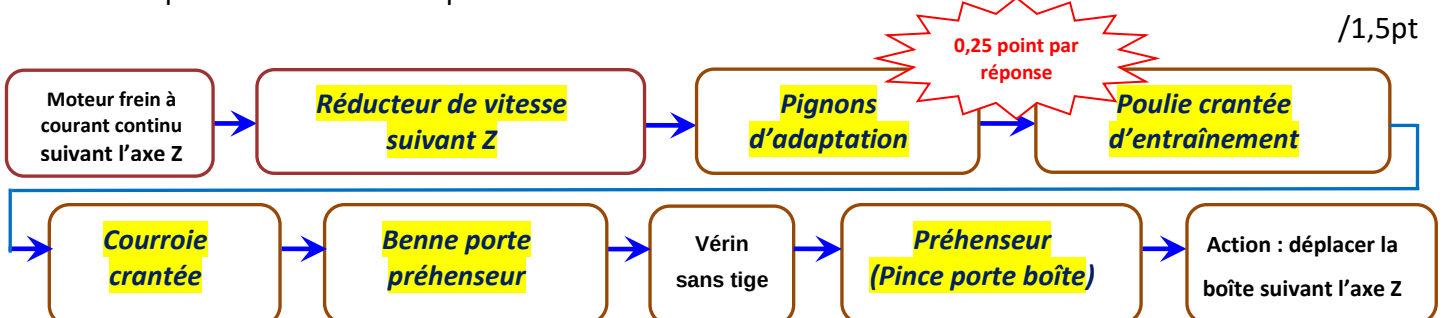


b. Compléter le diagramme FAST relatif à la fonction "Déplacer horizontalement l'ensemble mobile suivant l'axe X" :



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 :



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) : /1 pt

- Le pignon conique 4 doit avoir le même module que la roue dentée conique 3.
- Les sommets des deux cônes doivent être confondus au même point S.

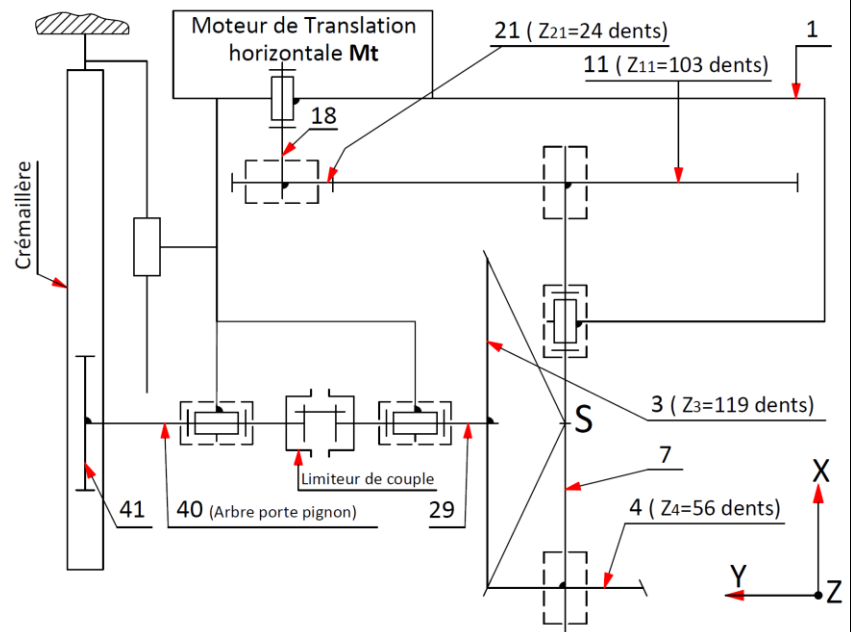
0,5 point par réponse

c. Compléter le tableau suivant :

0,25 point par réponse

Repère de l'élément	Nom de l'élément	Fonction de l'élément
13	Roulement à rouleaux coniques	Guider en rotation l'arbre intermédiaire 7 et encaisser les efforts axiaux appliqués par le pignon conique 4
26	Joint à lèvres	Assurer la fonction étanchéité entre le couvercle 25 et l'arbre 29
43	Bouchon de trou de graissage	Fermer le trou de graissage après usage

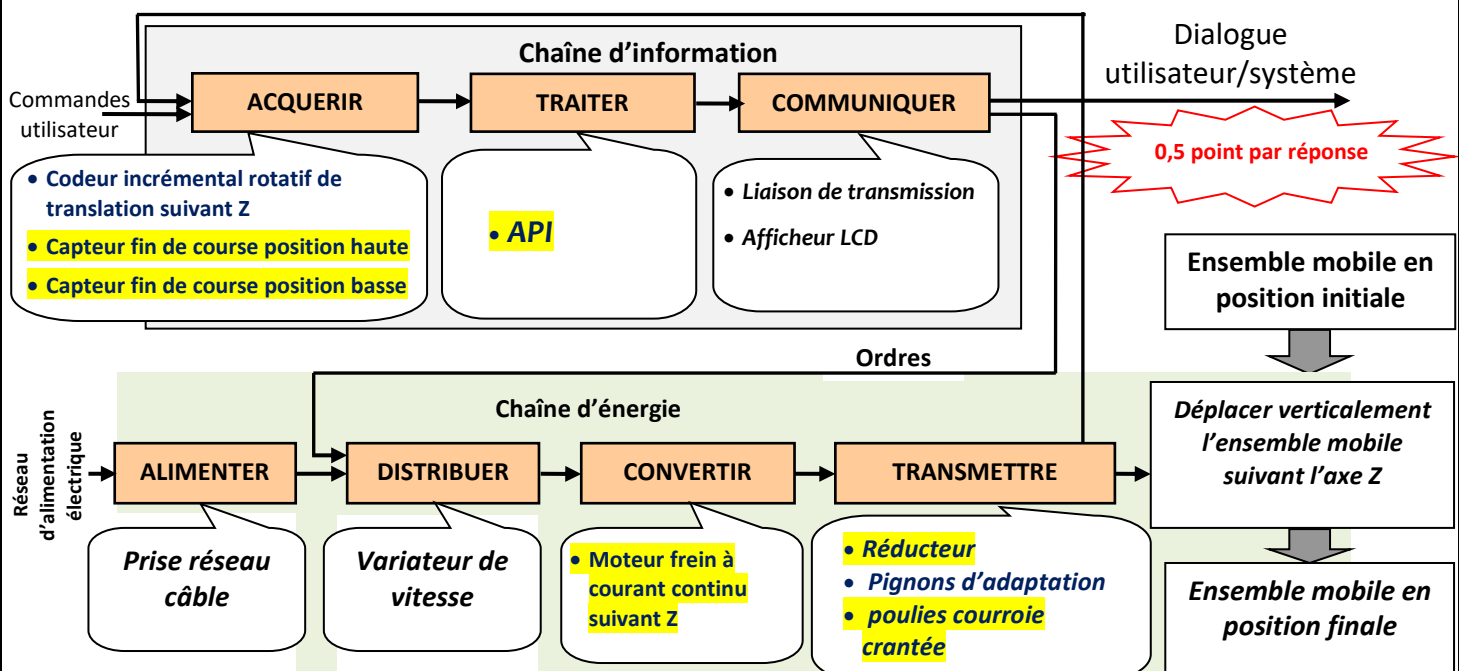
d. Compléter le schéma cinématique minimal du mécanisme d'entraînement de l'ensemble mobile suivant l'axe X : /1,5 pt



0,25 point par symbole de liaison correcte

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) : /3 pts



0,5 point par réponse

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

/3pts

b.1. Donner le rôle du comparateur :

Comparer la position réelle du moteur à courant continu à celle désirée du préhenseur.

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

$$F.T.B.O = K.H.G$$

b.3. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée F.T.B.F = $\theta s / \theta e$:

$$F.T.B.F = \frac{H.G}{1 + K.H.G}$$

1 point par réponse correcte

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 F_t 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 appliqué à l'ensemble mobile de masse « **M** » pendant son mouvement horizontal :

/1pt

$$M\vec{g} + \vec{R}_z + \vec{R}_x + \vec{F}_t = M \cdot \vec{\gamma}$$

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

/1 pt

$$F_t - R_x = M \cdot \gamma \Leftrightarrow F_t = R_x + M \cdot \gamma$$

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

/1,75 pt

	Phase 01	Phase 12	Phase 23
	Accélération	Vitesse constante	Décélération
	$\gamma = 0,7 \text{ m/s}^2$	$\gamma = 0 \text{ m/s}^2$	$\gamma = -0,7 \text{ m/s}^2$
Expression littérale	$F_t = R_x + M \cdot \gamma = M \cdot g \cdot f + M \cdot \gamma$	$F_t = R_x + M \cdot \gamma = M \cdot g \cdot f$	$F_t = R_x + M \cdot \gamma = M \cdot g \cdot f + M \cdot \gamma$
Application numérique	$F_t = 10^3 \times 10 \times 0,18 + 10^3 \times 0,7 = 2500 \text{ N}$	$F_t = 10^3 \times 10 \times 0,18 = 1800 \text{ N}$	$F_t = 10^3 \times 10 \times 0,18 + 10^3 \times (-0,7) = 1100 \text{ N}$

0,25 point par réponse (case) correcte

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 $R_p = 165 \text{ N/mm}^2$:

/1 pt

$$m \geq 2,34 \sqrt{\frac{F_t}{k \cdot R_p}} \text{ donc } m_{\min} = 2,34 \sqrt{\frac{2551}{10 \times 165}} = 2,90 \text{ mm}$$

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** :

/1 pt

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} \Leftrightarrow d = \frac{2 \cdot V}{\omega} = \frac{2 \times 60 \times V}{2\pi \times N} = \frac{60 \times 2 \times 0,7}{2\pi \times 159} \cdot 10^3 = 84,0818 \text{ mm}$$

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	$da = d + 2m$ $da = 90 \text{ mm}$	$df = d - 2,5 \cdot m$ $df = 76,50 \text{ mm}$	$b = K \cdot m$ $b = 30 \text{ mm}$

0,5 point par case correcte

Tâche 2.2 : Validation du choix du moteur de translation suivant X (voir DRES page 16/17) :

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

$$P_u = F_t \times V_{max} = 2551 \times 0,7 = 1785,70 \text{ W}$$

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 : /1,5 pt

0,75 point pour
chaque réponse
correcte

$$k = \frac{N_{29}}{N_{18}} = \frac{Z_{21} \times Z_4}{Z_{11} \times Z_3} = \frac{24 \times 56}{103 \times 119} = 0,1096$$

$$N_{18} = \frac{N_{29}}{k} = \frac{159}{0,1096} = 1450,7299 \text{ tr/min}$$

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

1 point pour
chaque réponse
correcte

$$\eta_g = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 = 0,812 \times 1 \times 1 = 0,812$$

$$\eta_g = \frac{P_u}{P_m} \Leftrightarrow P_m = \frac{P_u}{\eta_g} = \frac{1785,7}{0,812} = 2199,1379 \text{ W} = 2,1991 \text{ kW}$$

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

Type du moteur	Puissance Pm (en kW)	fréquence de rotation (en tr/min)	Couple (en N.m)
FLSPX 100 LK	2,2	1457	14,41

0,25 point pour chaque
réponse correcte

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

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

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

$$M_t = F_t \times \frac{d}{2} = 2551 \times \frac{84 \cdot 10^{-3}}{2} = 107,1420 \text{ N.m}$$

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

$$\theta_{max} = \frac{M_t}{G \cdot I_0} = \frac{32 \cdot M_t}{G \cdot \pi \cdot d_{min}^4} \leq \theta_{lim} \Leftrightarrow d_{min} \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot M_t}{G \cdot \pi \cdot \theta_{lim}}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 110 \cdot 10^3 \cdot 180 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot 0,5 \cdot \pi}}$$

$$d_{min} \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 110 \cdot 180 \cdot 10^2}{8 \cdot \pi^2 \cdot 0,5}} = 35,5929 \text{ mm}$$

1 point pour l'expression
littérale et 1 point pour
l'application numérique

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

$$\zeta_{max} = \frac{k_t \times M_t}{I_0} \times \frac{d_{min}}{2} = \frac{16 \times k_t \times M_t}{\pi \times d_{min}^3}$$

$$\zeta_{max} = \frac{16 \times 3,85 \times 110 \times 10^3}{\pi \times 36^3} = 46,2291 \text{ N/mm}^2$$

1 point pour l'expression
littérale et 0,75 pour
application numérique

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

Condition de résistance à la torsion

$$\zeta_{max} \leq \frac{R_{eg}}{s} \Leftrightarrow R_{eg} \geq s \times \zeta_{max} \text{ donc } R_{eg min} = 5 \times 46,2291$$

$$\Leftrightarrow R_{eg min} = 231,1455 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{e min} = \frac{R_{eg min}}{0,7} = \frac{231,1455}{0,7} = 330,2078 \text{ N/mm}^2$$

0,75 point pour
l'expression littérale et
0,75 pour application

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

La nuance choisie du matériau est : 38 Cr 2 dont Re=350 N/mm²

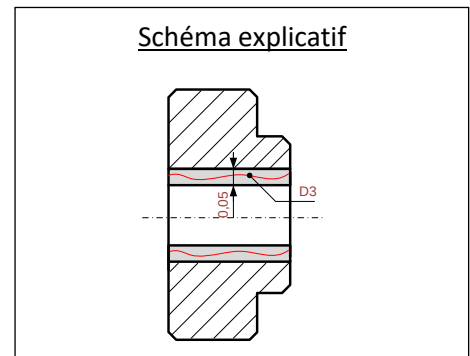
Situation d'évaluation 3

Tâche 3.1 : Analyse du dessin de définition (se référer au **DRES** pages 16/17 et 17/17) :

- a. Interpréter et expliquer par un schéma la spécification suivante :
/1,5 pt



Il s'agit de la cylindricité : la surface **D3** doit être comprise entre deux cylindres coaxiaux dont les rayons diffèrent de **0,05**.



- b. Compléter le tableau ci-dessous en identifiant les spécifications dimensionnelle et géométrique caractérisant la rainure **R** :
/1pt

Spécifications dimensionnelles	Spécification géométrique			
12H8 : (0.25pt) 41^{+0.2}₀ : (0.25pt)	R		0.08	D ₃
	(0.5pt)			

- c. Identifier et donner la signification de la nuance du matériau du **pignon 41** :
/2 pts

C 40 : Acier non allié ou acier spécial pour traitement thermique contenant 0,40% de carbone.

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 :
/2,5 pts

Les surfaces	Nom de l'opération	Nom de l'outil	Mode de génération (d'enveloppe ou de forme)	Nom de la machine
F1	Dressage	Outil coudé à charioter	d'enveloppe	 Tour //
D2	Chariotage	Outil couteau ou Outil à dresser d'angle	d'enveloppe	
D3	Alésage	Alésoir machine	de forme	

- b. Etude partielle de la phase 20 :

- b1.** Sur le croquis de la phase 20 ci-contre :
/8pts

- Indiquer les surfaces usinées en **trait fort** ; /0,5 pt
- Mettre en place les symboles technologiques de mise en position ;
(Appui plan /2pts ; Centrage court /1pt) /3pts

- Dessiner les outils en position de travail ; (0,25/outil) /1 pt
- Installer les cotes fabriquées (Cf_i) sans les chiffrer ; (0.5pt/Cf) /2,5 pts

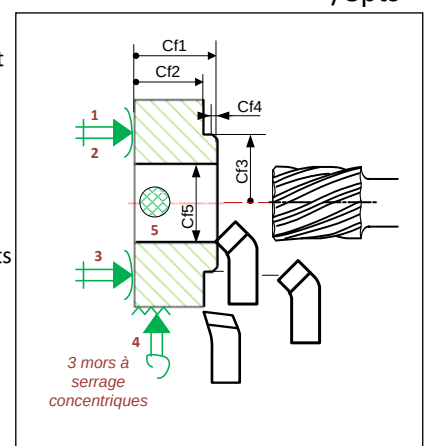
- b2.** Donner le type de porte-pièce à utiliser pour réaliser cette phase :

Mandrin trois mors durs. /0,5 pt

- b3.** Proposer un moyen de contrôle de la cote **Ø36H7** :

Tampon « entre / n'entre pas » /0,5 pt

N.B. : Cf2 peut être entre F1 et F2



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

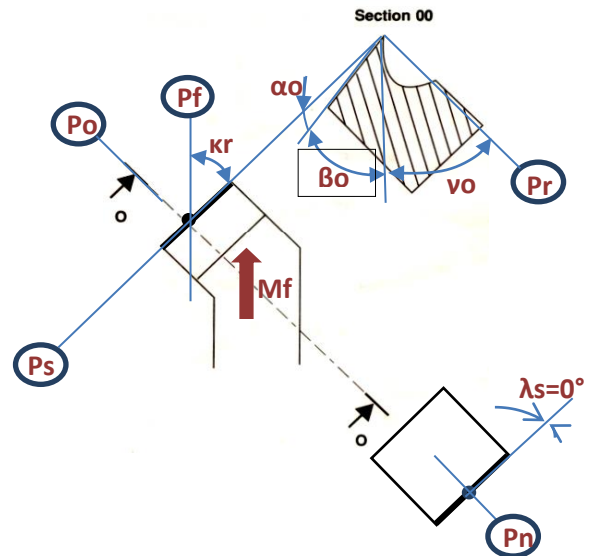
c.1. L'orientation de l'arête de l'outil ci-contre :

A droite /0,5 pt

c.2. Compléter le croquis de l'outil en main ci-dessous 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 (**$\alpha_o, \theta_o, \gamma_o$**) ;
- ✓ L'angle de direction d'arête **K_r** et l'angle d'inclinaison **λ_s** .

Mf /0.5pt
0,5 pt /plan
0,5 pt /angle



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

d.1. Calculer le temps de coupe **tc** (en min) relatif à l'usinage de **F1** en ébauche : /3pts

$$tc = \frac{l}{V_f} ; V_f = N \cdot f = \frac{1000 \cdot V_c \cdot f}{\pi \cdot D_{brut}} = \frac{1000 \cdot 32 \cdot 0,4}{\pi \cdot 95} = 42,888 \text{ mm/min} ;$$

$$tc = \frac{47,5}{42,888} = 1,107 \text{ min} ; \text{ donc } tc = 1,107 \text{ min.}$$

d.2. Déterminer la durée de vie de l'outil **T** (en min) : /1,5pt

$$T = C_v \cdot V_c^n = 10^{12} \cdot 32^{-7} = 29,103 \text{ min} ; \text{ donc } T = 29,103 \text{ min}$$

d.3. Calculer le nombre de pièces « **np** » à usiner en prenant **tc = 1,108 min** : /1,5pt

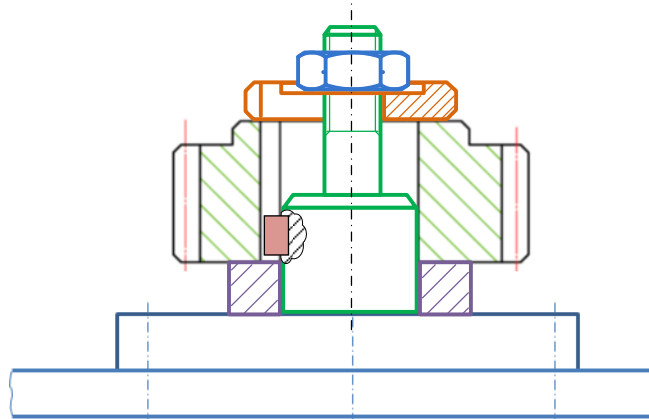
$$np = \frac{T}{tc} = \frac{29,103}{1,108} = 26,266 \text{ soit } np = 26 \text{ pièces}$$

Tâche3.3 : 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) ; /4 pts
- b. Le symbole du maintien en position (serrage avec écrou et rondelle fendue) ; /2 pts



a :
Appui plan /2pts
Centrage court /1pt
Butée / 1pt

b :
Écrou /1pt
Rondelle /1pt

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

0,5pt par réponse

	La dureté	La résilience	L'allongement %
Influence	augmente	diminue	diminue

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

Acier hypoeutectoïde ☒

Acier hypereutectoïde ☐

- 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 : /1,5 pt

Nom de l'essai de dureté	Type de pénétrateur
Vickers	Pyramide (en diamant)

0,75pt par réponse

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** :

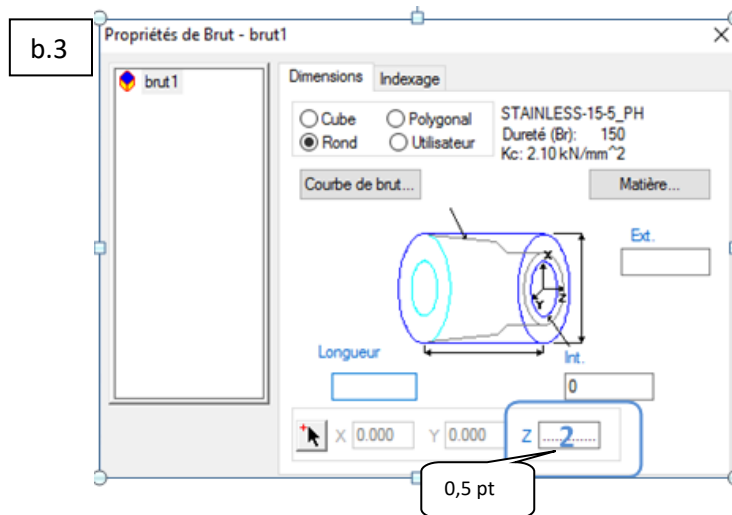
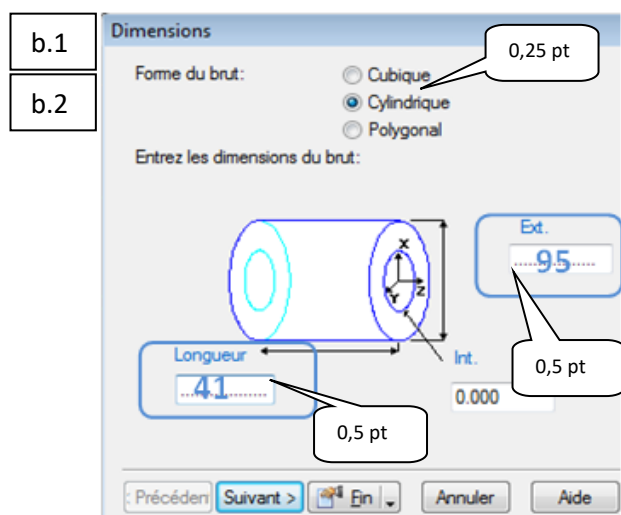
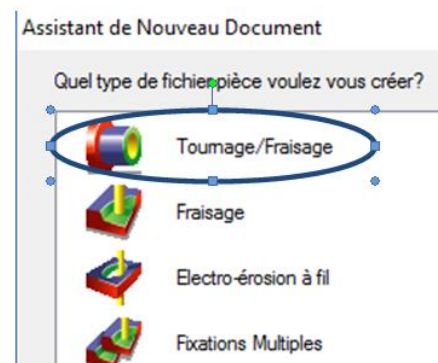
- a. Entourer sur la fenêtre ci-contre, le choix du type de fichier pièce qu'on veut créer pour un nouveau document. /0,25 pt

- b. Compléter les fenêtres ci-dessous relatives aux propriétés de brut en : /1,75pt

b1. Cochant la forme du brut choisi ;

b2. Indiquant les dimensions du brut ;

b3. Spécifiant la dimension du décalage de l'origine programme de la face brute, sachant que la profondeur de passe est de **a = 2 mm**.

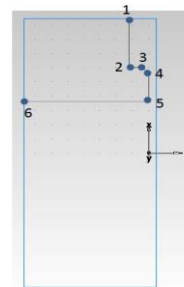


c. Compléter le tableau des coordonnées des points du profil finition (points 1 à 6) et préciser l'étape du logiciel pour tracer ce profil : /3pts

c.1. Tableau des coordonnées :

	1	2	3	4	5	6
X (Ø)	95	60	60	56	36,0125	36,0125
Z	-6	-6	-2	0	0	-39

0,25pt par case



c.2. Etape : *Géométrie* /0,5pt

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

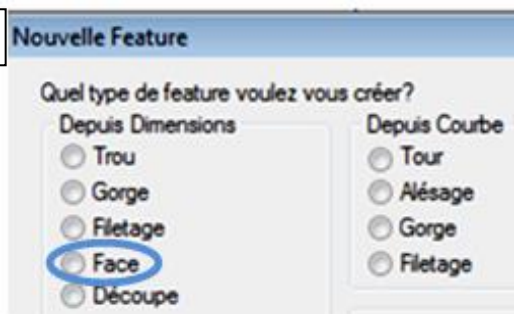
d.1. Entourer le type de feature à créer ; /0,5 pt

d.2. Indiquer la dimension de la feature de dressage ; /0,5 pt

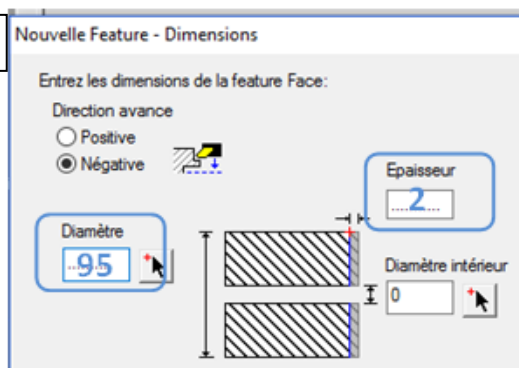
d.3. Cocher les stratégies à utiliser pour cette feature ; /0,25 pt

d.4. Entrer les conditions de coupe relatives à cette opération. /0,75 pt

d.1

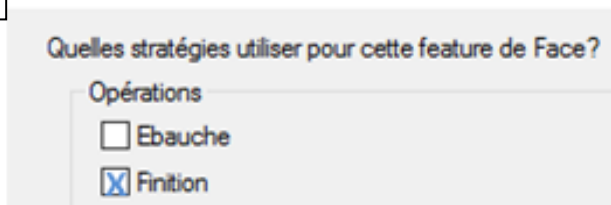


d.2



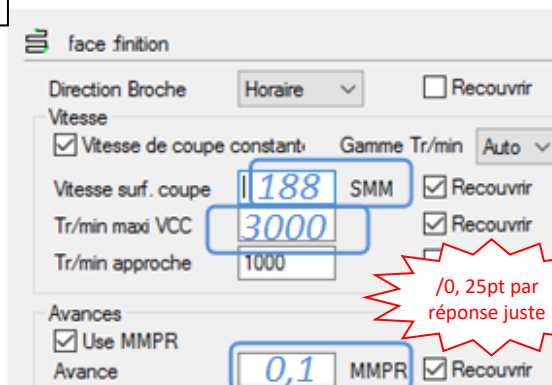
d.3

Nouvelle Feature - Stratégies



d.4

Nouvelle Feature - Vitesse/Avance

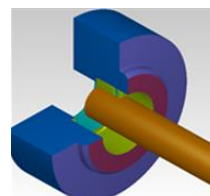


/0, 25pt par réponse juste

e. Donner le nom de l'étape à valider pour simuler l'usinage :

/0,5 pt

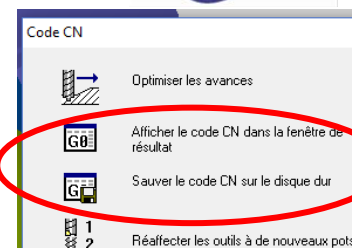
Etape : *Parcours d'outil*



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

Etape : *Code CN*

0,25pt par réponse



Code CN
N10 T1/01/M6
N15 M12
N20 G38 S4500
N25 G37 S557 M4
N30 G0 X3.9402 Z0.005
N35 M8
N40 G1 X-0.0787 Z0.005 F0.0315
N45 G1 X-0.0787 Z0.0984 F0.0315
N50 G1 X-0.0434 Z0.1161 F0.0157
N55 G0 X-0.0434 Z0.1984
N60 G0 X3.9402 Z0.1984 T1/01/M6
N65 G38 S4500
N70 G37 S1197 M4
N75 G0 X3.9402 Z0
N80 G1 X-0.0787 Z0 F0.0039
N85 G1 X0.1184 Z0.0985 F0.0039