

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE
SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES
Spécialité GENIE ELECTROTECHNIQUE
SESSION 2001

Epreuve : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

MACHINE A SERIGRAPHIER



AUCUN DOCUMENT AUTORISE

MOYENS DE CALCULS AUTORISES :

Calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable et alphanumérique ou à écran graphique à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire N° 99-018 du 1 février 1999.

Ce sujet comporte trois dossiers :

- | | |
|--|--------------|
| -Dossier technique (DT1 à DT7) | jaune |
| -Dossier « travail demandé » (page 1/8 à 8/8) | vert |
| -Dossier « réponses » (DR1 à DR6) | blanc |

Le candidat ne répondra que sur les documents « réponses ».

Tous les documents « réponses » sont à rendre en fin d'épreuve.

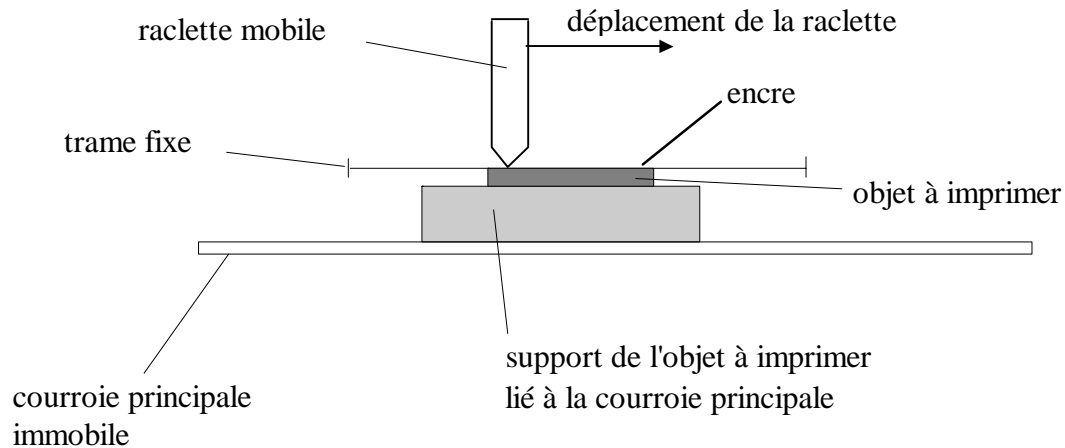
DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte sept documents :

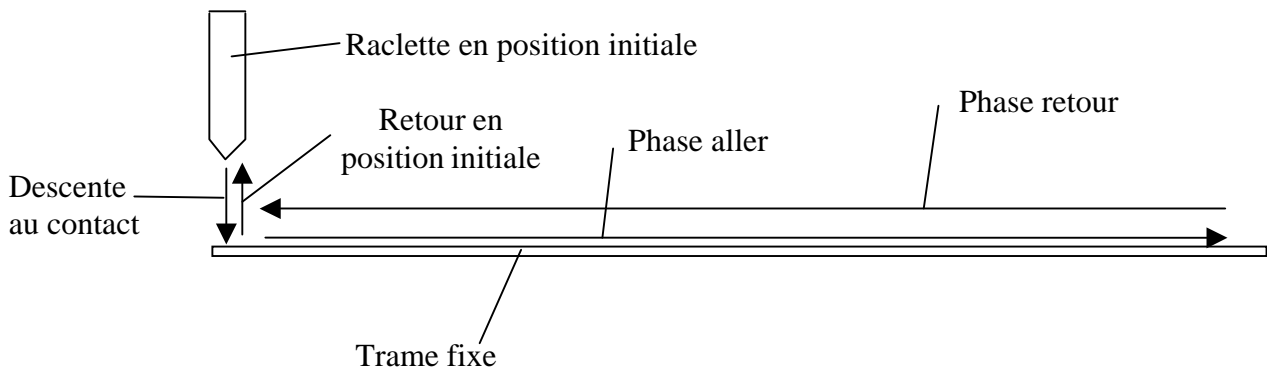
- DT1 et DT2 : présentation de la machine étudiée
- DT3 : plan d'ensemble du centreur
- DT4 : nomenclature du centreur
- DT5 : schéma cinématique du centreur
- DT6 : sous-ensemble d'entraînement de la raclette
- DT7 : liaison de la poulie d'entraînement 3 avec l'arbre de sortie du motoréducteur 1.

La machine étudiée (photo présentation du sujet) est conçue pour l'impression par sérigraphie de façades de composants d'éléments Hi-Fi.

Le procédé d'impression consiste à faire passer de l'encre à travers une trame très fine et fixe utilisée comme un pochoir à l'aide d'une raclette mobile. Il peut être utilisé sur tous les types de supports, des circuits imprimés à la reproduction d'œuvres d'art. Ce procédé est relativement lourd à mettre en oeuvre mais il est adapté aux grandes séries, ce qui justifie son emploi ici. Le principe du procédé par sérigraphie est décrit ci-dessous.



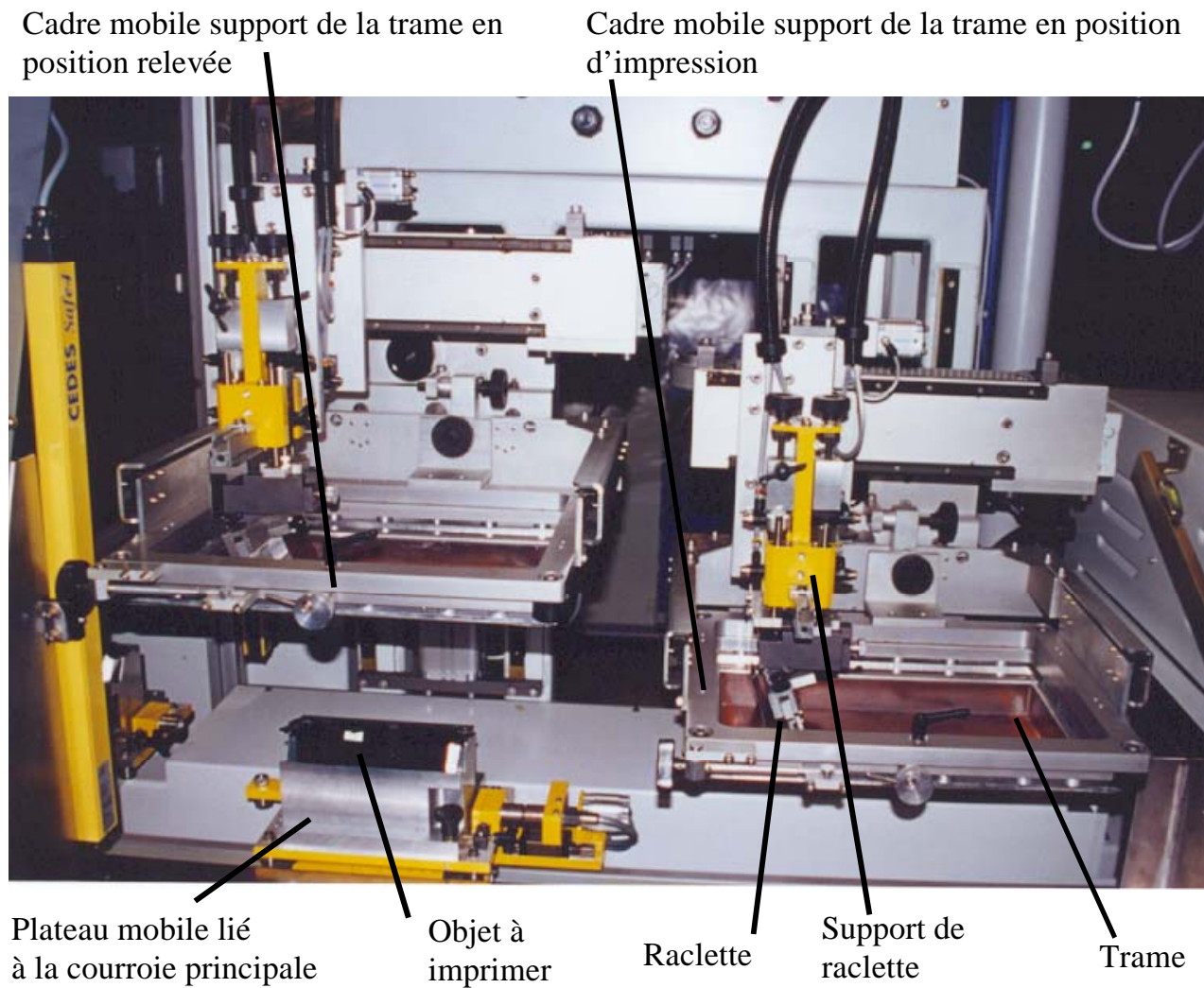
Pour une impression de qualité, la raclette doit effectuer deux passages sur la trame fixe. Ces deux passages sont réalisés en un aller-retour de la raclette. Le cycle est décrit ci-dessous :

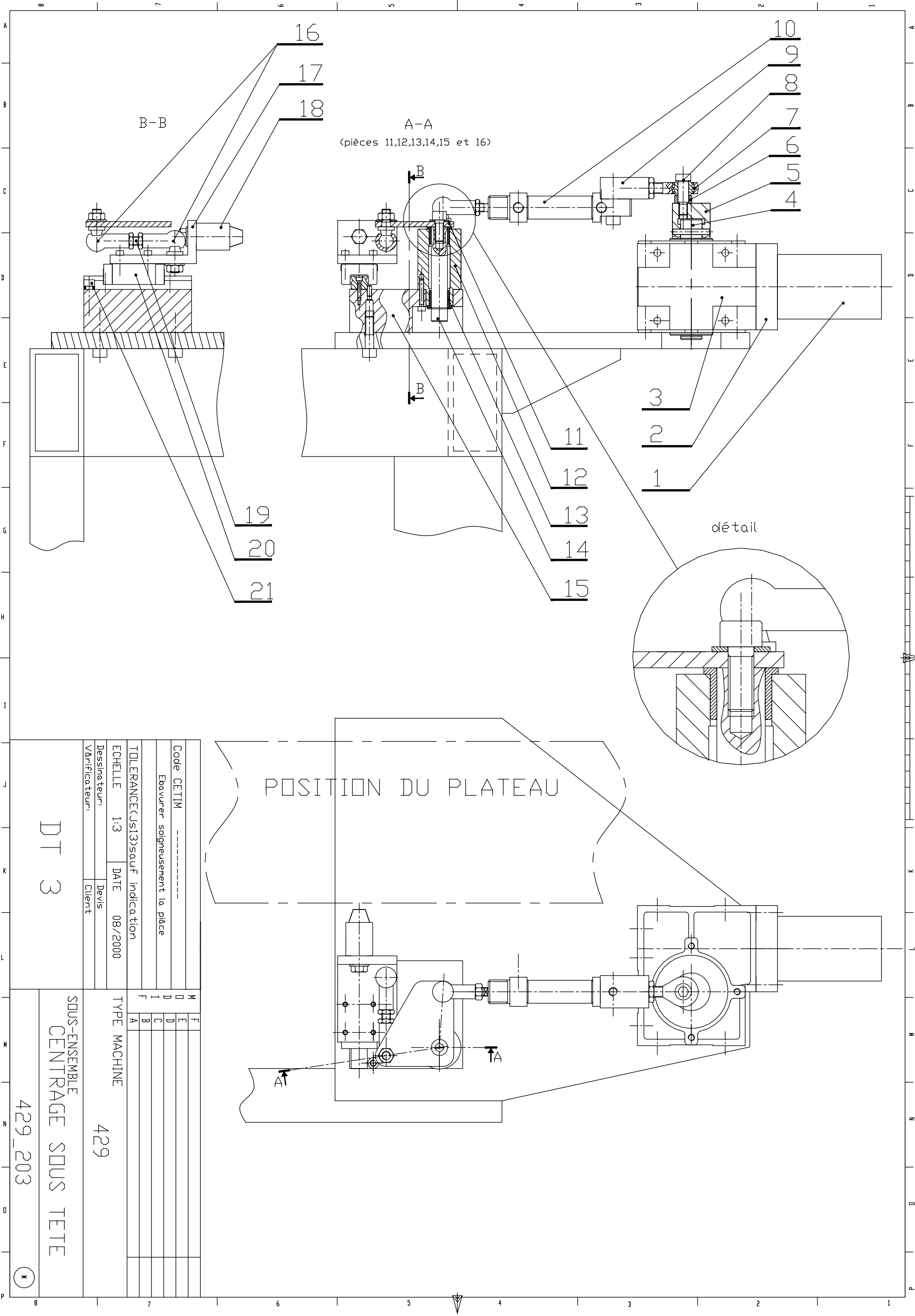


Pour être compétitif le constructeur a choisi d'automatiser le procédé. Pour réaliser le motif désiré par le client, il est nécessaire de faire quatre passes (une par couleur de base), un séchage étant réalisé à la fin des deux premières.

Sur la photo du document DT2, on retrouve les éléments principaux du procédé servant aux deux premières phases, la trame étant liée à un plateau mobile entre l'impression de deux objets.

Réalisation du constructeur





POSITION DU PLATEAU

Code CETIM	-----	M	F
Ebovrer soigneusement la pièce		D	E
		D	D
		I	C
		F	B
		A	
TOLERANCE(Js13)sauf indication			
ECHELLE 1:3	DATE 08/2000	TYPE MACHINE	
Dessinateur:	Devis	429	
Vérificateur:	Client		

DT 3

SOUS-ENSEMBLE
CENTRAGE SOUS TETE

429_203



21	1	Vis d'arrêt		
20	1	Patin à billes		
19	1	Tige filetée		
18	1	Embout conique		
17	1	Equerre support d'embout		
16	2	Rotule		
15	1	Support		
14	1	Axe		
13	2	Bague de frottement		
12	1	Moyeu		
11	1	Plateau		
10	1	Vérin		
9	1	Raccord		
8	1	Axe de rotule		
7	1	Rotule à billes		
6	1	Bague		
5	1	Excentrique		
4	1	Axe de sortie du réducteur		
3	1	Réducteur		
2	1	Support moteur		
1	1	Moteur		
Rep.	NB.	Désignation	Matière	Observations
Centrage sous-tête		EXTRAIT DE NOMENCLATURE		

**SCHEMA CINEMATIQUE DU SOUS-ENSEMBLE DE CENTRAGE SOUS TÊTE
POUR UN CENTREUR CONIQUE**

Sous-ensembles cinématiquement liés (classes d'équivalence) :

1 = { 1,2,3,12,15,21 }

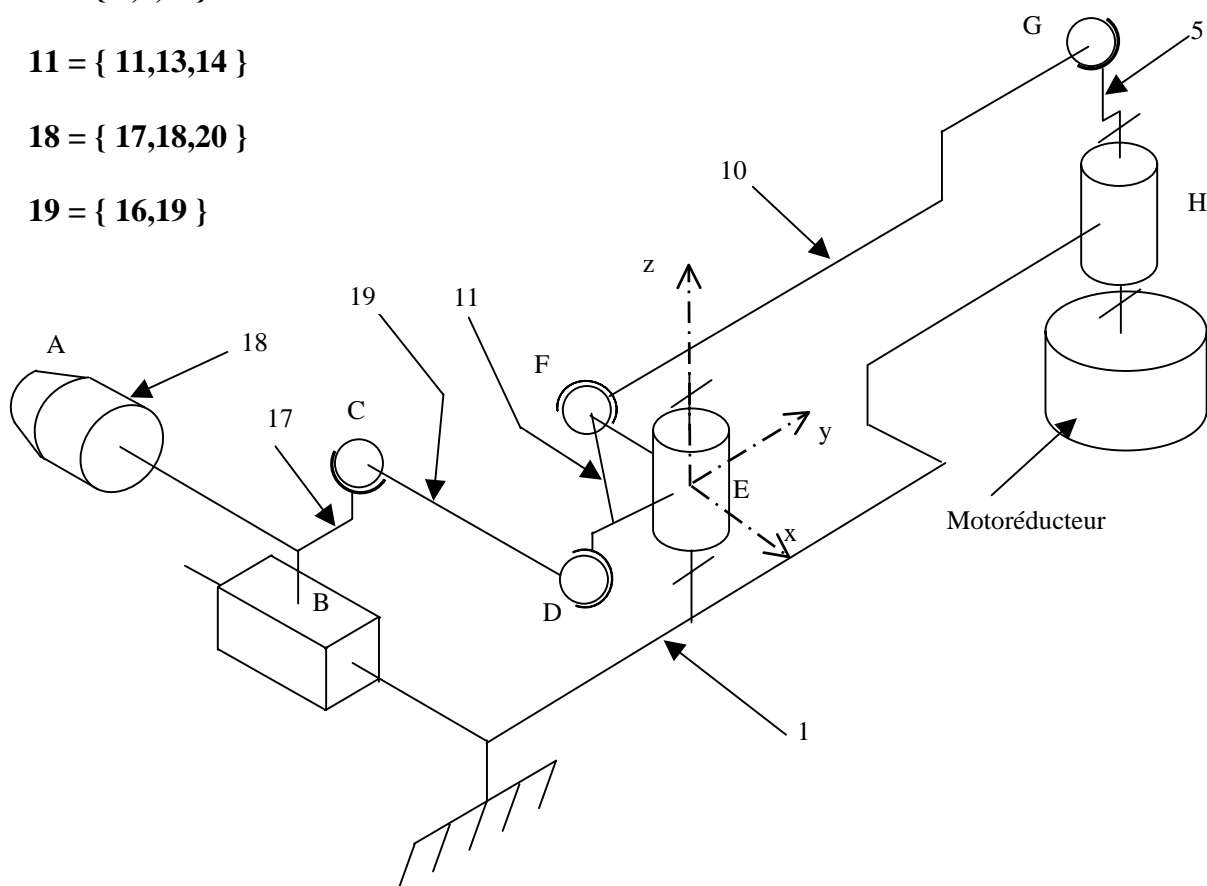
5 = { 4,5,6,8 }

10 = { 7,9,10 }

11 = { 11,13,14 }

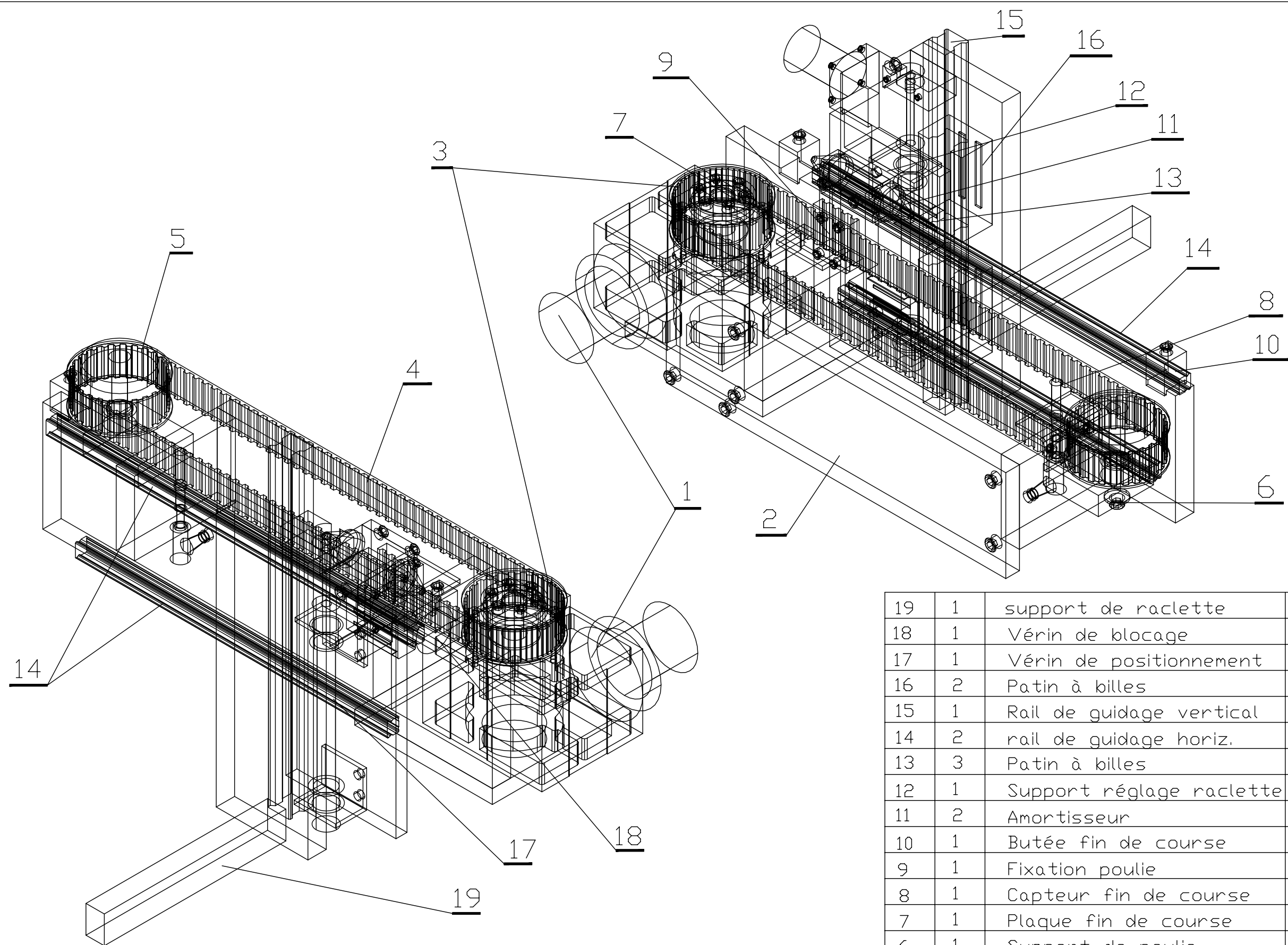
18 = { 17,18,20 }

19 = { 16,19 }



Coordonnées des points dans le repère $R = (E, x, y, z)$

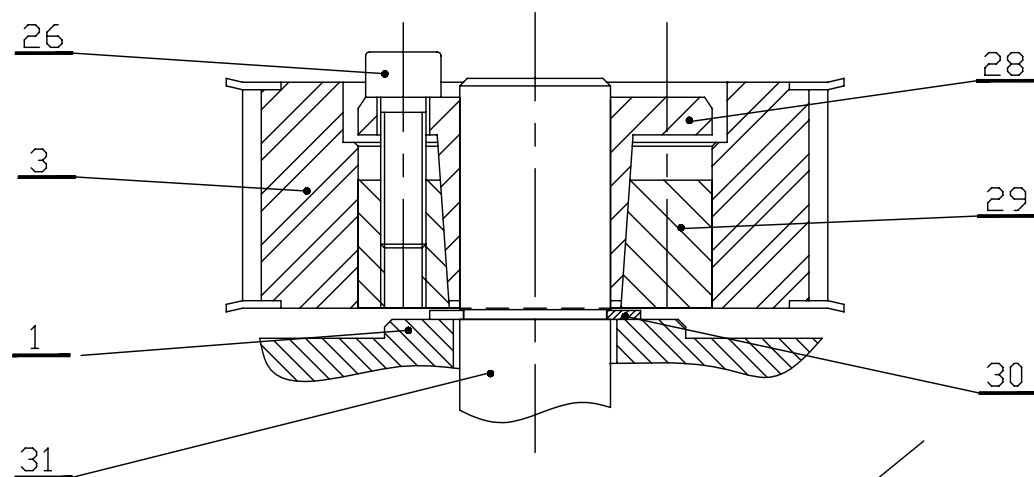
A (-128, -75, 30)	B (-30,-75,-10)	C (-63, -50, 26)	D (7,-63,26)
E (0,0,0)	F (-51, 3, 54)	G (-51,226,72)	H (-51,233,-10)



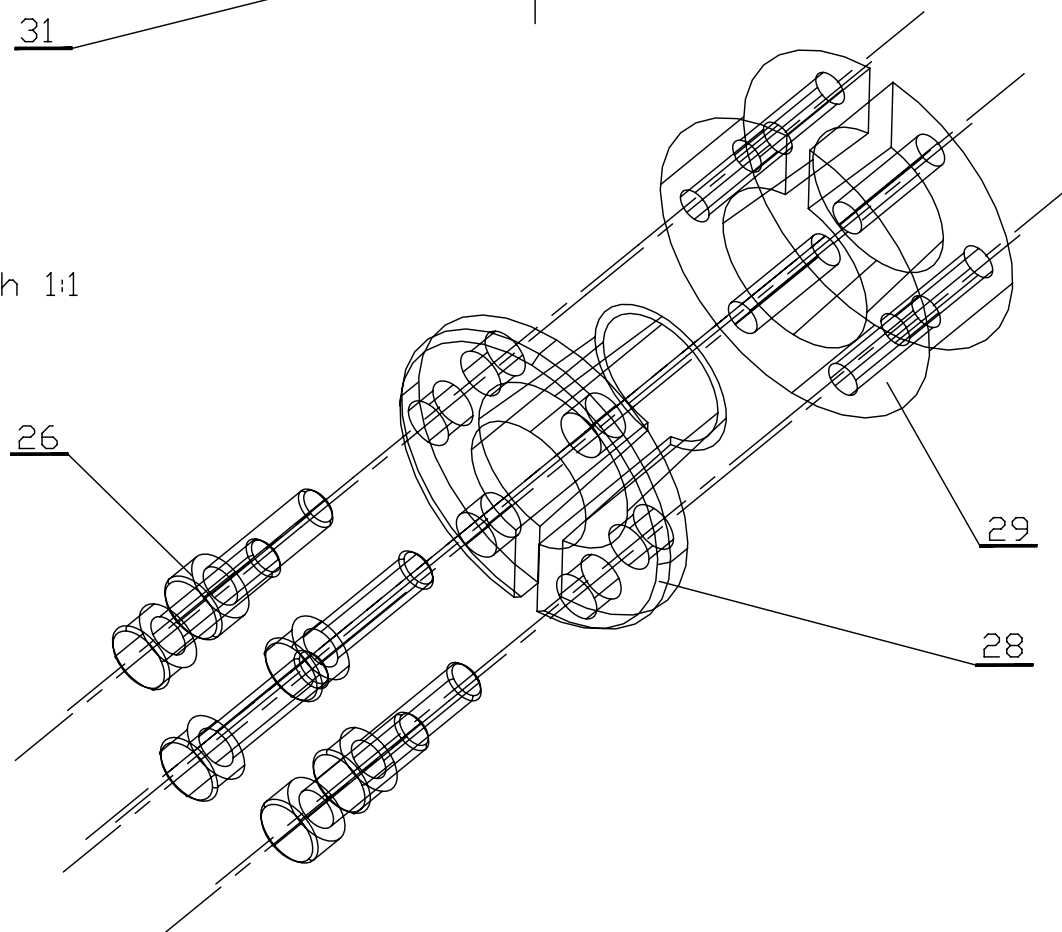
DT 6

sous-ensemble d'entraînement raclette

19	1	support de raclette		
18	1	Vérin de blocage		
17	1	Vérin de positionnement		
16	2	Patin à billes		
15	1	Rail de guidage vertical		
14	2	rail de guidage horiz.		
13	3	Patin à billes		
12	1	Support réglage raclette		
11	2	Amortisseur		
10	1	Butée fin de course		
9	1	Fixation poulie		4 vis Chc M6
8	1	Capteur fin de course		
7	1	Plaque fin de course		
6	1	Support de poulie		
5	1	Poulie de renvoi		
4	1	Courroie crantée		
3	1	Poulie d'entraînement		
2	1	Support fixe		lié au bâti
1	1	motoréducteur		Leroy-Somer
REP	NB	Désignation	Matière	Observations



Ech 1:1



31	1	Arbre de sortie		
30	1	Anneau élastique		
29	1	Bague élastique		
28	1	Manchon conique		
26	6	Vis CHC M6		
3	1	Poulie d'entraînement		
1	1	Motoréducteur		
Rep	NB.	DESIGNATION	MATIERE	OBS.

LIAISON DE LA POULIE D'ENTRAÎNEMENT 3
AVEC L'ARBRE DE SORTIE 31 DU MOTOREDUCTEUR 1

DT7

DOSSIER « TRAVAIL DEMANDE »

Le sujet est composé de cinq parties.
Il comporte huit feuilles numérotées de 1/8 à 8/8.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

Lecture des dossiers et des documents techniques	30min
Partie A : Vérification des performances du mécanisme de positionnement de l'objet	50 min
Partie B :Vérification de la durée du cycle d'impression	30 min
Partie C : Vérification de la puissance du moteur	40 min
Partie D : Analyse fonctionnelle de la transformation du mouvement	40 min
Partie E : Modification de la solution constructive de la liaison complète entre l'arbre 20 et 6	50 min

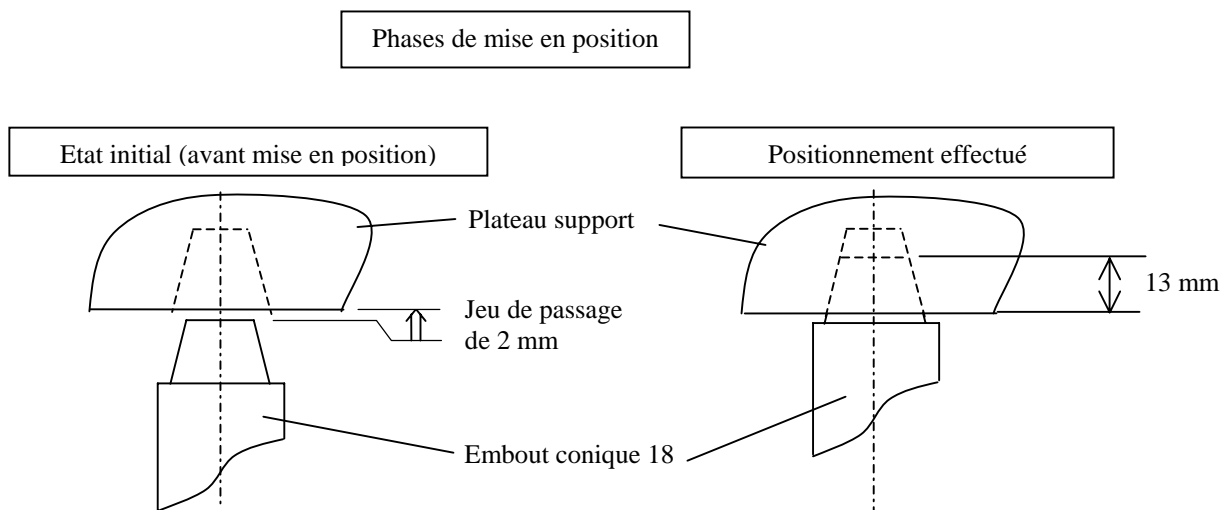
A) VERIFICATION DES PERFORMANCES DU MECANISME DE POSITIONNEMENT DE L'OBJET.

Voir DT3 à DT5.

Pour garantir la précision de l'impression, le constructeur a prévu de positionner le plateau supportant l'objet à imprimer par rapport au bâti de la machine à l'aide d'un centreur conique 18. Le centrage s'effectue en deux phases :

- Pré-positionnement de 18 à l'aide du mécanisme décrit document DT3 mis en mouvement par le motoréducteur (1+2+3). A ce stade il reste un jeu résiduel entre le centreur et le plateau.
- Positionnement définitif à l'aide de la mise sous pression du vérin 10 qui élimine le jeu résiduel.

On désire vérifier que la solution constructive retenue permet de réaliser le positionnement du support. Pour cela nous allons vérifier que la course du centreur 18 est suffisante pour le pré-positionnement et que le vérin 10 permet de créer l'effort nécessaire pour garantir la précision souhaitée lors du positionnement définitif.

**VERIFICATION DU PRE-POSITIONNEMENT DU CENTREUR CONIQUE 18.****Hypothèses:**

- * Le cône pénètre de 13 mm dans le centreur.
- * Le jeu de passage entre le centreur conique 18 et le support de l'objet est de 2 mm pendant les déplacements.
- * Lors du positionnement, l'excentrique 5 effectue un demi-tour.
- * Le schéma cinématique est donné DT5.
- * Le document réponse DR1 est à l'échelle 2 : 3.
- * La situation initiale correspond au DT3 et est représentée sur le DR1.

TOUTES LES REPONSES ET LA CONSTRUCTION GRAPHIQUE SE FERONT SUR LE DOCUMENT REPONSES DR1.

Détermination de la course théorique nécessaire du centreur conique 18.

A1) Calculer la course d'après les hypothèses.

Détermination graphique de la course du centreur.

Démarche à suivre :

A2.1) Placer le point G' correspondant à la position du point G quand le centrage est effectué.

A2.2) Quel est le mouvement de 11 par rapport à 1 ?

Donner et tracer la trajectoire du point F $\mathcal{T}_{F \in 11/1}$.

A2.3) Positionner le point F' correspondant à la nouvelle position.

A2.4) Tracer en rouge l'axe du solide 10 dans cette nouvelle position.

A2.5) Donner et tracer la trajectoire du point D $\mathcal{T}_{D \in 11/1}$.

A2.6) Positionner le point D' correspondant à la nouvelle position.

A2.7) Tracer en bleu les axes du solide 11 dans cette nouvelle position.

A2.8) Quel est le mouvement de 18 par rapport à 1 ?

Donner et tracer la trajectoire du point C $\mathcal{T}_{C \in 18/1}$.

A2.9) Positionner le point C' correspondant à la nouvelle position.

A2.10) Tracer en vert l'axe du solide 19 dans cette nouvelle position.

A2.11) En déduire la course du centreur conique 18.

A2.12) Celle-ci est-elle suffisante ?

VERIFICATION DE LA PRESSION D'ALIMENTATION DU VERIN 10.

Le constructeur estime à 50 N l'effort du centreur sur le plateau pour garantir le positionnement. Dans la solution du constructeur cet effort est généré par le vérin 10 alimenté à une pression de 0,3 MPa.

On se propose de vérifier que cette pression est suffisante pour générer l'effort de 50 N.

Hypothèses:

$$* \left\| \vec{C}_{17 \rightarrow 19} \right\| = 50 \text{ N}$$

- * Liaisons parfaites
- * Pesanteur négligée
- * Problème plan dans (E, x, y)
- * Diamètre du piston: 20 mm.
- * Diamètre de la tige du vérin 7 mm.

LES REPONSES ET LA CONSTRUCTION GRAPHIQUE SE FERONT SUR LE DOCUMENT REPONSE DR2.

A3.1) Faire le bilan des actions mécaniques extérieures (A.M.E.) agissant sur 19.

A3.2) En déduire le support de $\vec{D}_{11 \rightarrow 19}$.

A3.3) Faire le bilan des A.M.E agissant sur 10.

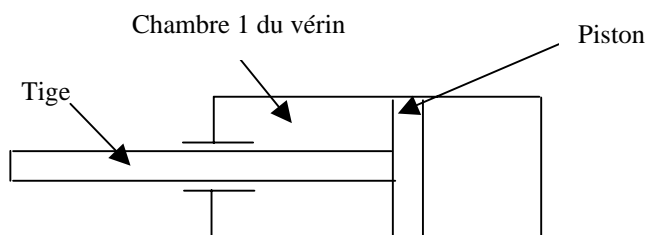
A3.4) En déduire le support de $\vec{F}_{11 \rightarrow 10}$.

A3.5) Faire le bilan des A.M.E agissant sur 11.

A3.6) Ecrire le Principe Fondamental de la Statique à 11. Déterminer graphiquement

$\left\| \vec{D}_{19 \rightarrow 11} \right\|$ et $\left\| \vec{F}_{10 \rightarrow 11} \right\|$. Les constructions graphiques seront effectuées sur le document réponse DR2.

A3.7) Déterminer la pression nécessaire dans la chambre 1 du vérin.



A3.8) Ce résultat valide-t-il les données du constructeur ?

B) VERIFICATION DE LA DUREE DU CYCLE D'IMPRESSION

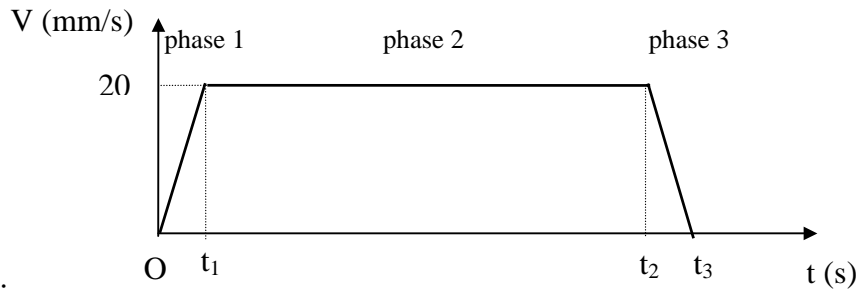
Pour une production en série, la durée du cycle de chaque impression est déterminant. Le cycle est décrit sur le document technique DT1 :

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| - Descente au contact | durée : 0,1 s |
| - Phase aller | durée : à déterminer |
| - Phase retour | durée : égale à la phase aller |

- Retour en position initiale durée : 0,1 s

On se propose de vérifier que la durée du cycle d'impression est compatible avec les exigences de cadence du client (1200 motifs par heure), c'est à dire un motif imprimé sur une pièce en moins de 3 secondes.

La courbe en vitesse du déplacement horizontal de la raclette est donnée ci-dessous.



Hypothèses:

- * Origine du temps et des distances à $t = 0$ s, soit $x_0 = x$ à $t=0 = 0$ mm.
- * Accélération durant la phase 1: $a_1 = 8 \text{ m/s}^2$.
- * Distance parcourue durant la phase 2: 240 mm.
- * Décélération durant la phase 3: $a_3 = -8 \text{ m/s}^2$.
- * Course totale de la raclette : 250 mm.
- * Les courses des phases 1 et 3 sont égales.

LES REPONSES SERONT DONNEES SUR LE DOCUMENT REPONSE DR3.

- B1) Déterminer la course x_1 de la phase 1.
- B2) Calculer la durée de la phase 1: t_1 .
- B3) Calculer la durée de la phase 2 : t_2 .
- B4) Calculer la durée du déplacement horizontal t_3 .
- B5) Calculer la durée totale du cycle d'impression.
- B6) Conclure.

C) VERIFICATION DE LA PUISSANCE DU MOTEUR

Tableau récapitulatif des performances des constituants de la chaîne de puissance :

Élément	Moteur	Réducteur	Poulies-courroie	Guidages
caractéristiques	Brushless Puissance : 300 W Fréquence de rotation : 3000 tr/min	Roue et vis Réduction $r = 0,05$ Rendement : $\eta_1 = 0,4$	Courroie crantée - Pas : $p=10$ mm - Largeur : $b= 25$ mm Poulies dentées - d nominal $d = p.Z/\pi$ - Nombre de dents $Z = 20$ Rendement : $\eta_2 = 0,95$	Éléments roulants (roulement à billes et patins à billes) Rendement : $\eta_3 = 0,9$

Nous allons calculer si la puissance du moteur est suffisante dans le cas du régime transitoire (phase 1) et du régime permanent (phase 2).

LES REPONSES SERONT DONNEES SUR LE DOCUMENT REPONSE DR3.

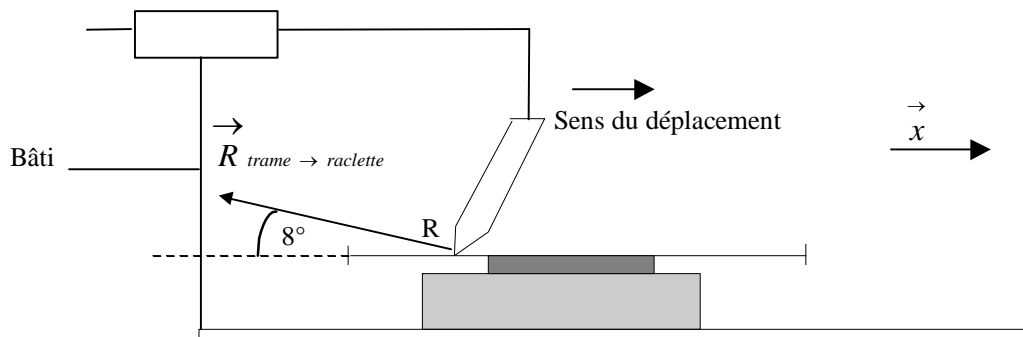
Hypothèses :

- * On appelle S le sous-ensemble à déplacer {pièces 7,9,11,12,13,15,16,17,18,19}
- * Accélération : $a = 8 \text{ m/s}^2$
- * Masse du sous-ensemble à déplacer : 10 Kg
- * Pesanteur négligée
- * La liaison entre le bâti et le sous-ensemble est une glissière parfaite d'axe \vec{x} .

$$* \text{ Action de la courroie sur S : } \{T_{4 \rightarrow S}\} = \begin{Bmatrix} \vec{R}_{4 \rightarrow S} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_N = \begin{vmatrix} X_{4 \rightarrow S} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}_R$$

C1) Calculer le rendement global η_g de la chaîne de puissance.

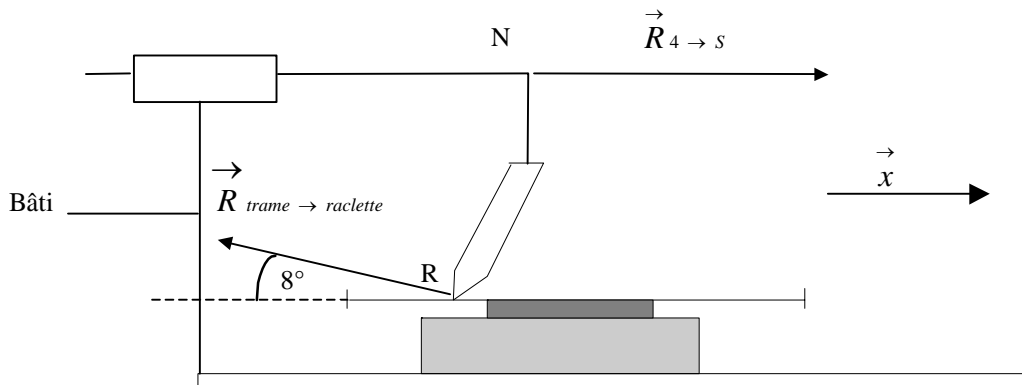
Cas du régime permanent, c'est à dire à vitesse constante.



C2) Seul l'effort qu'exerce la trame sur la raclette durant la phase d'impression est pris en compte pour ce calcul. Il est modélisé par le glisseur $\vec{R}_{trame \rightarrow raclette}$ au point R de norme 3 N. Calculer la puissance utile nécessaire à l'impression. On rappelle que $\left\| \vec{V}_{R \in 4/2} \right\| = 200 \text{ mm/s}$.

C3) Calculer la puissance du moteur P_m . Conclusion ?

Cas du régime transitoire, c'est à dire pendant la phase d'accélération.



C4) Appliquer le Principe fondamental de la dynamique à S en projection sur l'axe \vec{x} et en déduire la tension dans la courroie.

C5) Calculer la puissance utile pour mettre en mouvement S. On se place à l'instant où la puissance est maximale, c'est à dire quand $\left\| \vec{V}_{S/2} \right\| = 200 \text{ mm/s}$.

C6) Calculer alors la puissance du moteur et comparer avec les données du fabricant de la machine. Conclusion sur le dimensionnement du moteur ?

D) ANALYSE FONCTIONNELLE DES SOLUTIONS CONSTRUCTIVES PERMETTANT LA TRANSFORMATION DU MOUVEMENT PAR POULIES-COURROIE.

Voir DT6 à DT8 et dessin figure1 page suivante.

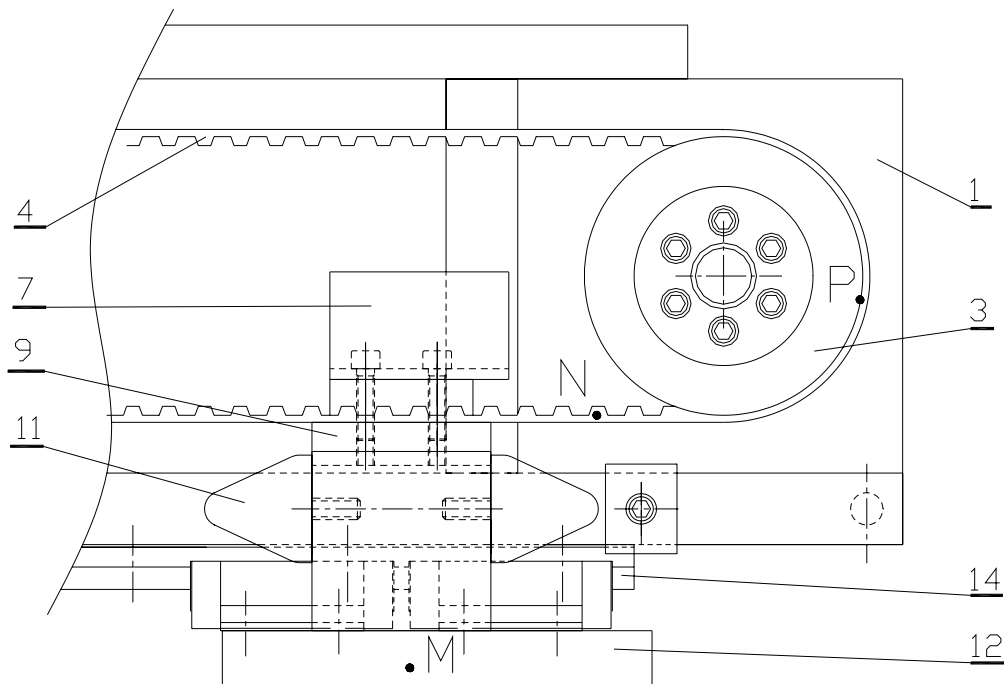
LES REPONSES SERONT DONNEES SUR LE DOCUMENT REPONSE DR4.

Pour transformer le mouvement de rotation à la sortie du motoréducteur en mouvement de translation de la raclette, le constructeur a choisi un système poulies-courroie. Nous allons étudier les solutions constructives adoptées.

D1) Montrer que $\left\| \vec{V}_{P \in 3/2} \right\| = \left\| \vec{V}_{P \in 4/2} \right\|$.

D2) Montrer que $\left\| \vec{V}_{P \in 3/2} \right\| = \left\| \vec{V}_{N \in 4/2} \right\|$.

Figure 1



D3) Montrer que $\left\| \vec{V}_{M \in 17/2} \right\| = \left\| \vec{V}_{N \in 4/2} \right\|$.

D4) Justifier l'emploi d'une courroie et d'une poulie crantée.

D5) ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA LIAISON COMPLETE ENTRE LA POULIE D'ENTRAINEMENT 3 ET L'ARBRE DE SORTIE 31 DU MOTOREDUCTEUR 1.

D5.1) A partir du document technique DT7, expliquer comment les pièces 26, 28 et 29 permettent d'assurer la liaison complète entre 31 et 3.

D5.2) Caractériser la liaison On rappelle q'une liaison complète peut être démontable, indémontable, directe, indirecte, par obstacle ou par adhérence.

D5.3) Pourquoi faut-il que les pièces 28 et 29 soient fendues ?

D5.4) Donner la fonction de la pièce 30.

D5.5) Proposer une autre solution constructive permettant de réaliser la liaison complète par obstacle arbre 31 et poulie 3. Faire un croquis à main levée sur la feuille de copie en repérant les éléments utilisés.

E) MODIFICATION DE LA SOLUTION CONSTRUCTIVE DE LA LIAISON ENTRE L'ARBRE 20 ET 6.

Voir DT6 et DR5.

E1) ANALYSE DE LA SOLUTION EXISTANTE

LES REPONSES SERONT DONNEES SUR LE DOCUMENT REPONSE DR5.

E1.1) Donner le nom des liaisons entre les éléments 5 et 20, et 6 et 20.

E1.2) Sur le document réponse DR3, colorier en rouge les surfaces fonctionnelles relatives au guidage en rotation entre 6 et 5 et à la liaison entre 20 et 5.

E2) MODIFICATION DE LA SOLUTION CONSTRUCTIVE DE LA LIAISON ENTRE L'ARBRE 20 ET 6.

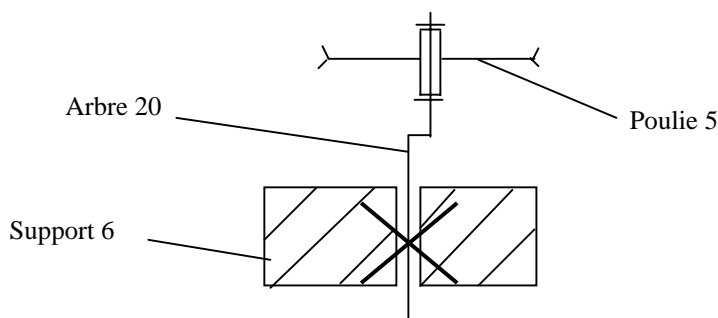
LA CONSTRUCTION GRAPHIQUE SE FERA SUR LE DOCUMENT REPONSE DR6.

Le montage de la courroie et l'usure des composants nécessitent de pouvoir régler la tension de pose de la courroie. Ceci implique de pouvoir régler l'entraxe des poulies. La solution technologique adoptée pour le guidage en rotation de la poulie de renvoi 5 ne permet pas ce réglage. On se propose donc de modifier la solution constructive adoptée.

Le cahier des charges pour la solution retenue est le suivant :

- Réglage par excentrique.
- Excentrique manœuvrable à la clé.
- Excentricité de 4 mm.
- Freinage des écrous ou des vis.

Schéma de principe du montage par excentrique :



Travail demandé :

Représenter à l'échelle 1 : 1 la solution retenue sur le document réponse DR6 dans la coupe donnée et la vue de dessus sans les pièces 5, 20, 21 et 22 pour cette dernière.

DOCUMENTS « REPONSE »

Ce dossier comporte six documents :

- DR1 : vérification cinématique des performances du centreur.
- DR2 : vérification de la pression d'alimentation du vérin.
- DR3 : durée du cycle d'impression.
- DR4 : analyse fonctionnelle .
- DR5 : analyse de la solution existante pour liaison arbre 20 et pièce 6 et poulie 5 arbre 20.
- DR6 : modification de la liaison arbre 20 et pièce 6.

**TOUS CES DOCUMENTS, MEME VIERGES, SONT
A RENDRE EN FIN D'EPREUVE.**

REPONSES

A1)

A2.2)

Mvt 11/1:

$T_{F11/1}$:

A2.5)

$T_{D11/1}$:

A2.8)

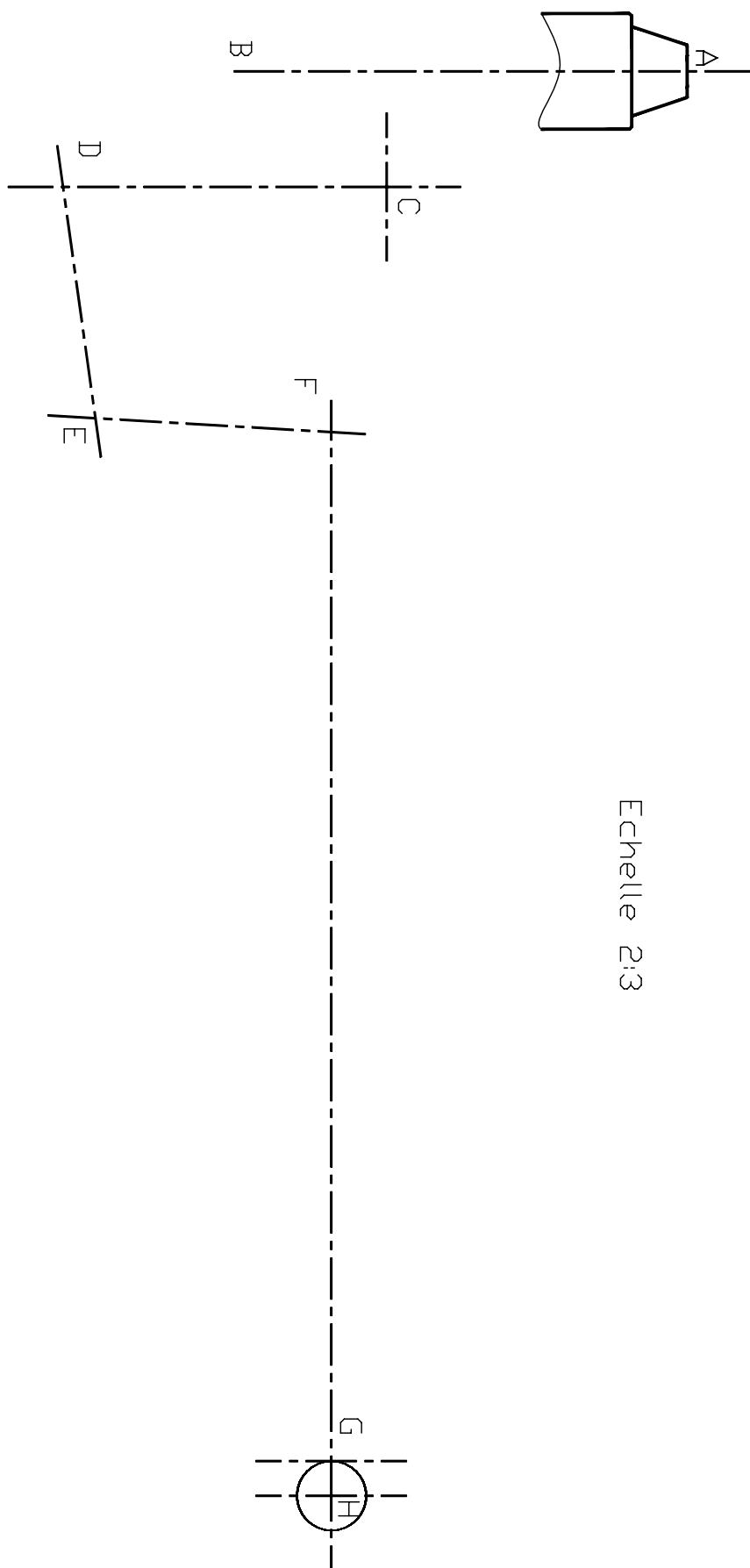
Mvt 18/1:

$T_{C18/1}$:

A2.11)

Course de 18:

A2.12)



Echelle 2:3

DR1

A3.1)

A3.2)

A3.3)

A3.4)

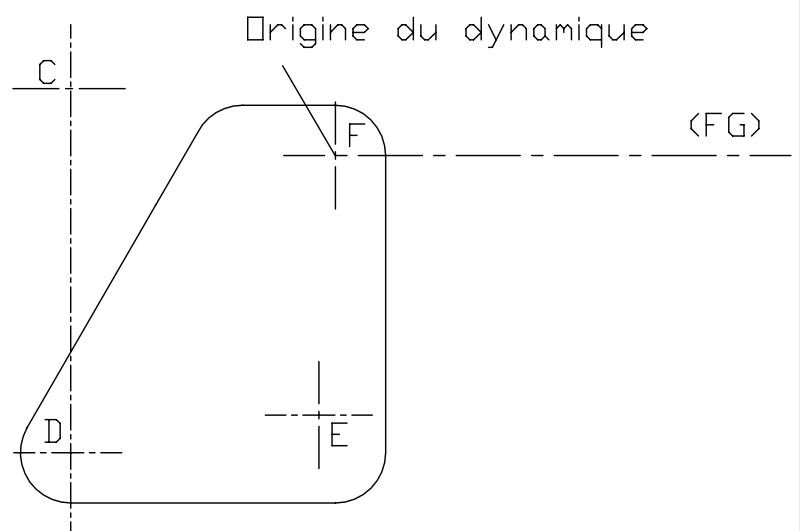
A3.5)

A3.6)

Résultats:

A3.7)

A3.8)



Echelle: 1 mm pour 1 N

DR2

Durée du cycle d'impression

B1)

B2)

B3)

B4)

B5)

B6)

Puissance du moteur

C1)

C2)

C3)

C4)

C5)

C6)

Analyse fonctionnelle

D1>

D2>

D3>

D4>

D5.1>

D5.2>

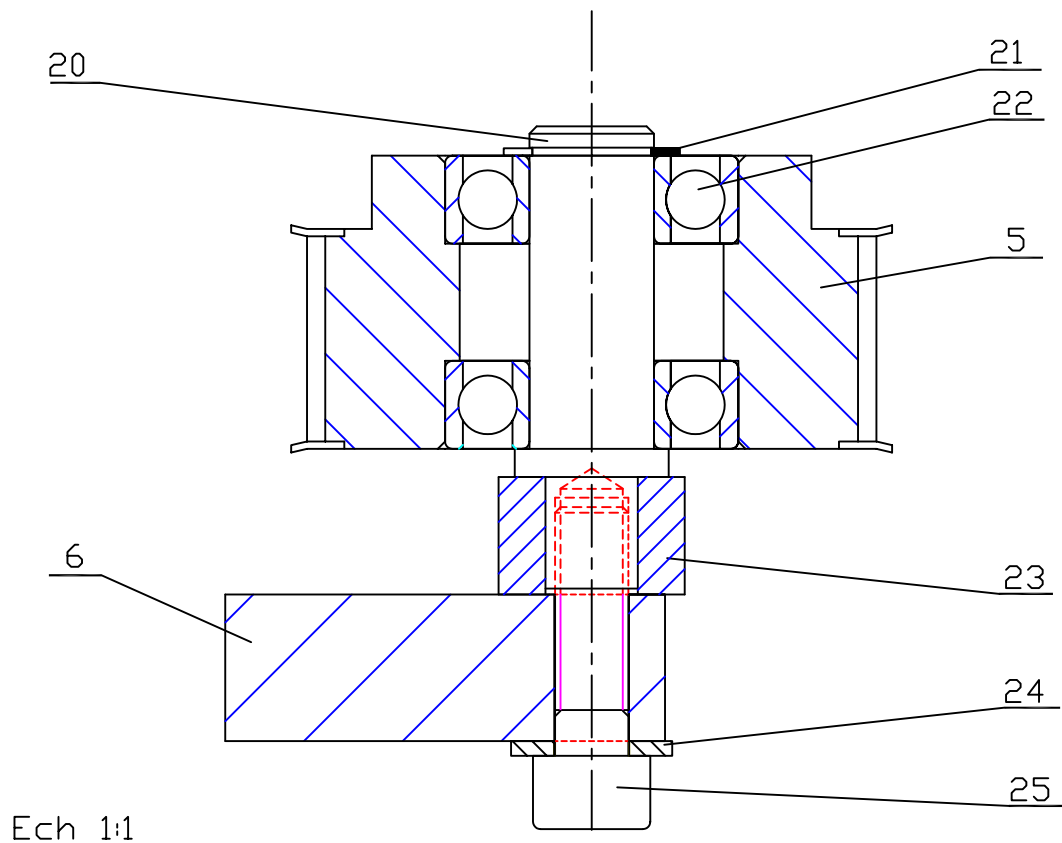
D5.3>

D5.4>

D5.5>

E1.1)

E1.2)

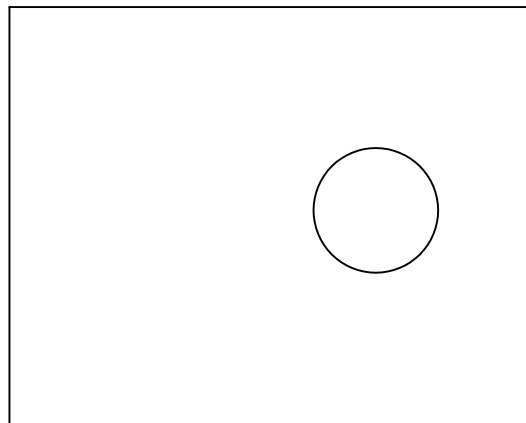
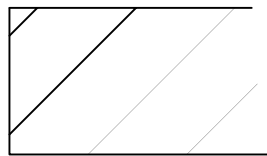
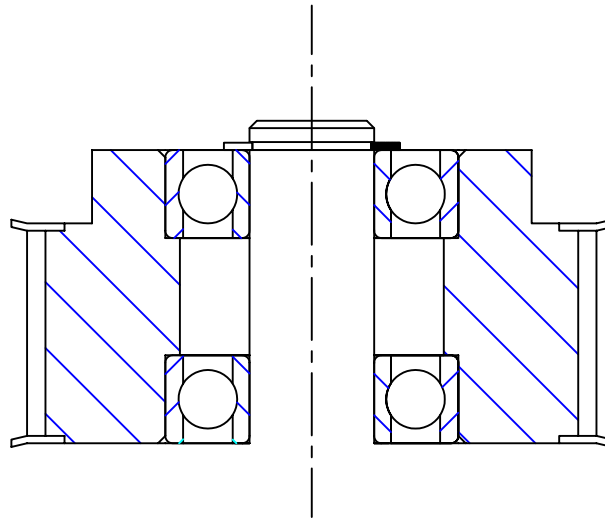


25	1	Vis CHC M10 - 35		
24	1	Rondelle à dents		
23	1	Bague	E 240	
22	2	Roulement BC		
21	1	Anneau élastique		
20	1	Arbre	C 38	
6	1	Plaque support	E 240	
5	1	Poulie de renvoi		
Rep	NB.	DESIGNATION	MATIERE	OBS

DR5

MODIFICATION DE SOLUTION CONSTRUCTIVE

Ech 1:1



DR6