

Session 2005

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

Etude et Définition de Produits Industriels

Épreuve : E1 - Unité U 11.

Etude du comportement mécanique d'un système technique.

Durée : 3 heures

Coefficient: 3

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve:

C 12 : Analyser un produit

C 13 : Analyser une pièce

C 21 : Organiser son travail.

C 22 : Etudier et choisir une solution.

S 1 : Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes

S 2 : La compétitivité des produits industriels

S 3 : Représentation d'un produit technique

S 4 : Comportement des systèmes mécaniques -Vérification et dimensionnement.

S 5 : Solutions constructives-Procédés -Matériaux

S 6 : Ergonomie - Sécurité.

Ce sujet comporte 22 documents :

- Dossier technique

Doc. **2 à 5 / 22**

- Dossier travail

Doc. **6 à 22 / 22**

Documents à rendre par le candidat (y compris ceux non exploités par le candidat) :

Dossier travail Doc. **6 à 22 / 22**

Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat, ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant

Calculatrice et tous documents autorisés.

Baccalauréat Professionnel - Etude et Définition de Produits Industriels		
U11 : Etude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3
Session 2005	Nombre de pages : 22 pages	

DOSSIER TECHNIQUE

Mise en situation de l'étude

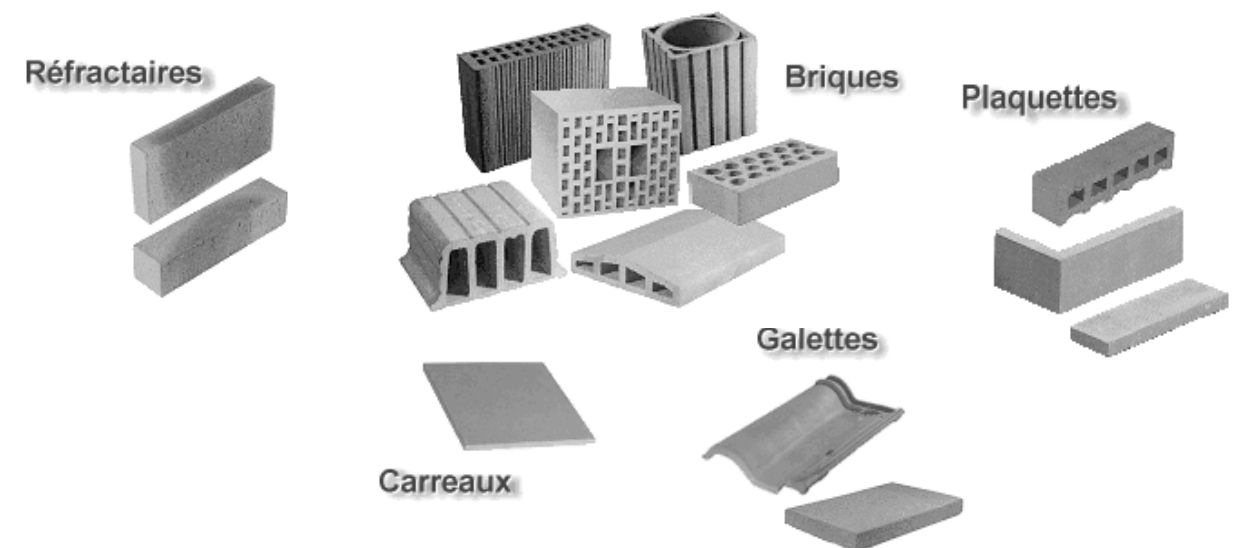
1 – L'entreprise et le principe de fonctionnement des coupeurs .

a) L'entreprise.

Depuis 1964 la société ROCHET réalise, à la demande des briqueteries françaises, des machines semi-automatisées permettant la découpe et la mise en forme de briques et tuiles fraîchement extrudées.

L'adaptabilité des coupeurs à chaque type de production (cadence, taille et forme des produits...) et leur technicité (coupe multiple, dispositifs spécifiques) ont permis leur diffusion au niveau mondial.

Quelques exemples de produits réalisés :



b) Principe général de fonctionnement des coupeurs de briques.

Produits à base d'argile, les briques et autres éléments manufacturés par les briqueteries sont tous issus d'un même processus général de fabrication se décomposant en 6 phases :

1^{ère} phase : mélange de silicate minéral (argile) et d'eau.

2^{ème} phase : malaxage d'homogénéisation des composants.

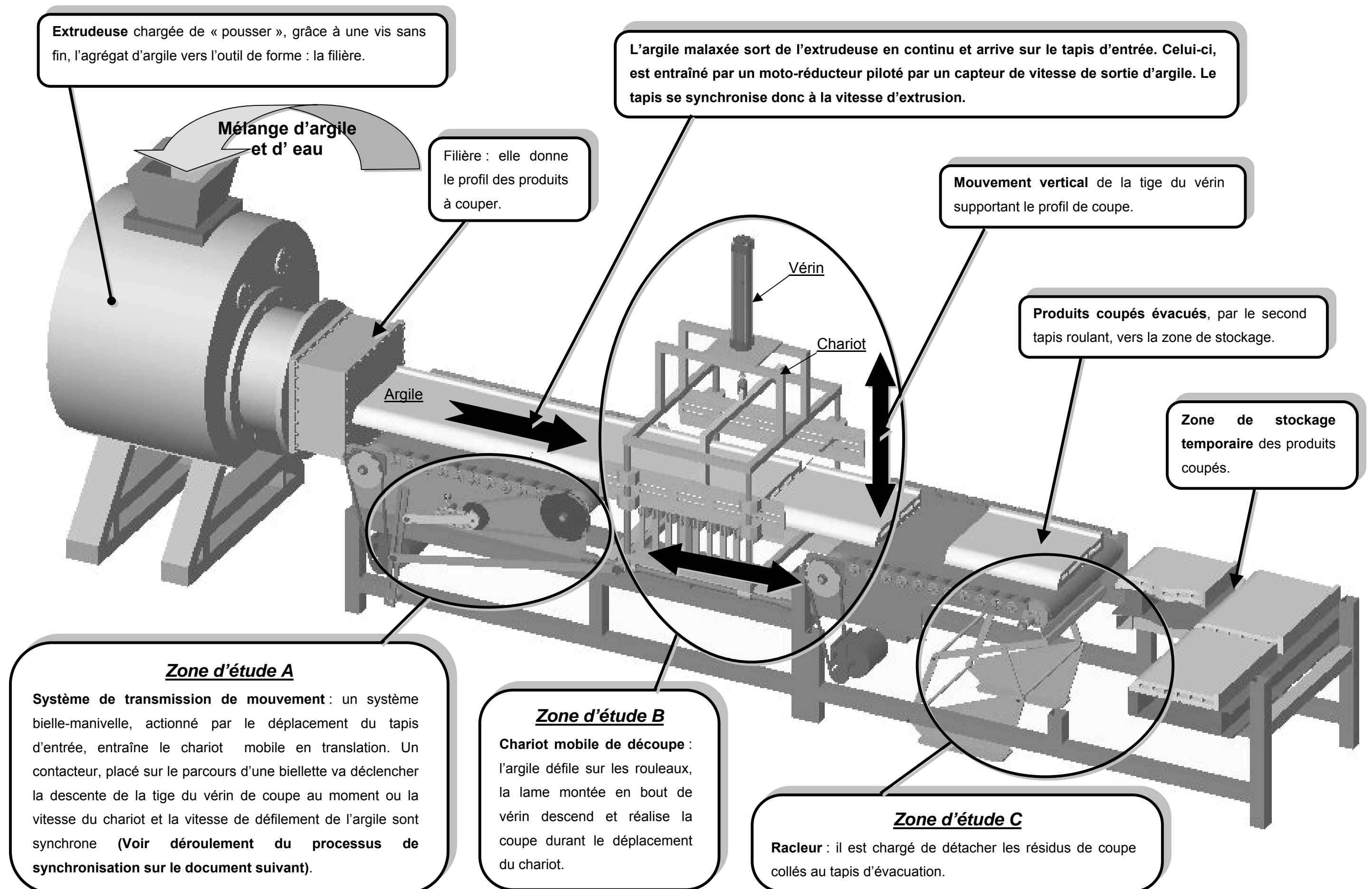
3^{ème} phase : mise au profil désiré du produit par extrusion du pain d'argile au travers d'une filière.

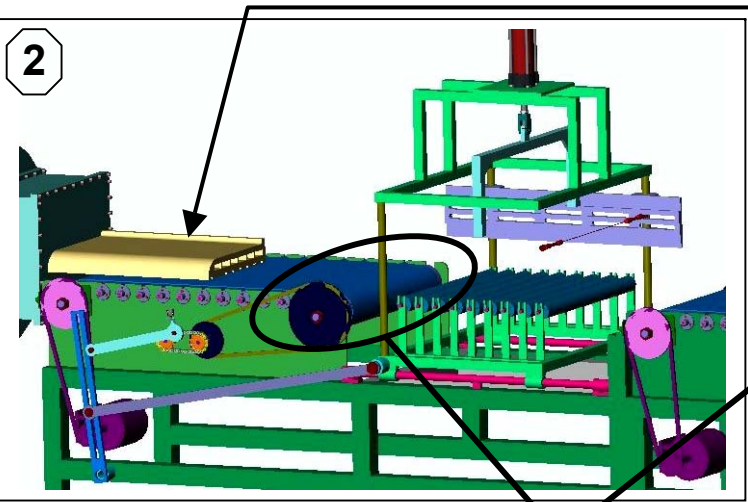
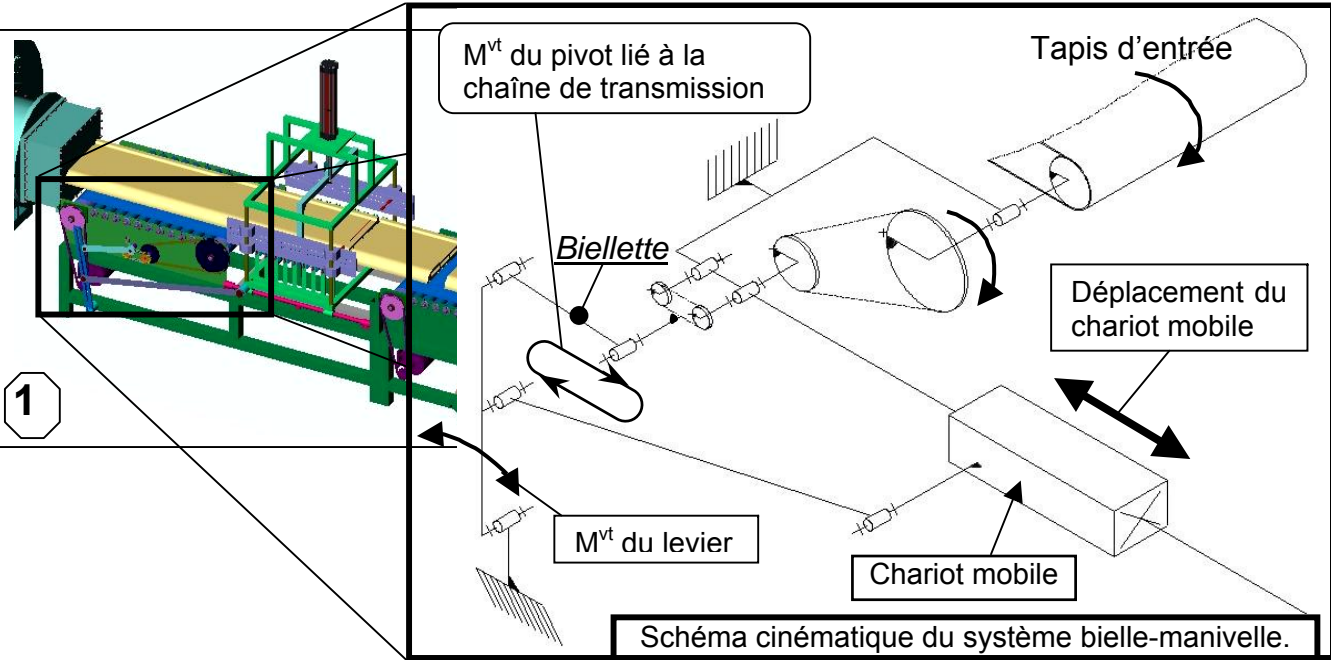
4^{ème} phase : mise à longueur des éléments par découpage.

5^{ème} phase : pré-séchage par ventilation des produits coupés.

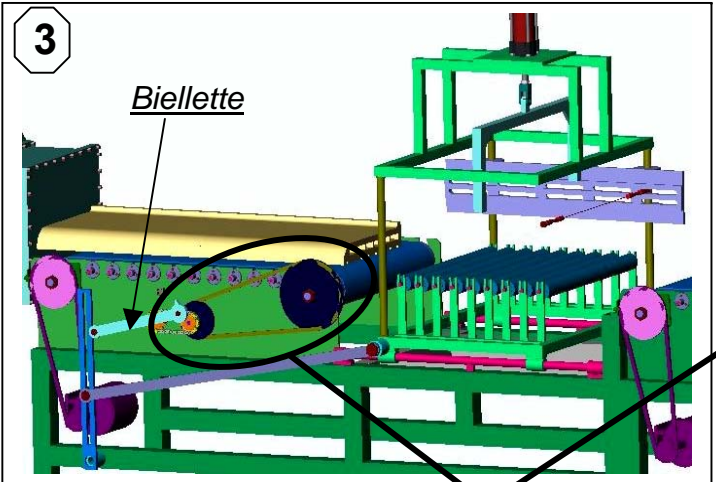
6^{ème} phase : cuisson, avec coloration artificielle ou non des pièces réalisées.

c) Déroulement du cycle de production d'un coupeur de briques.

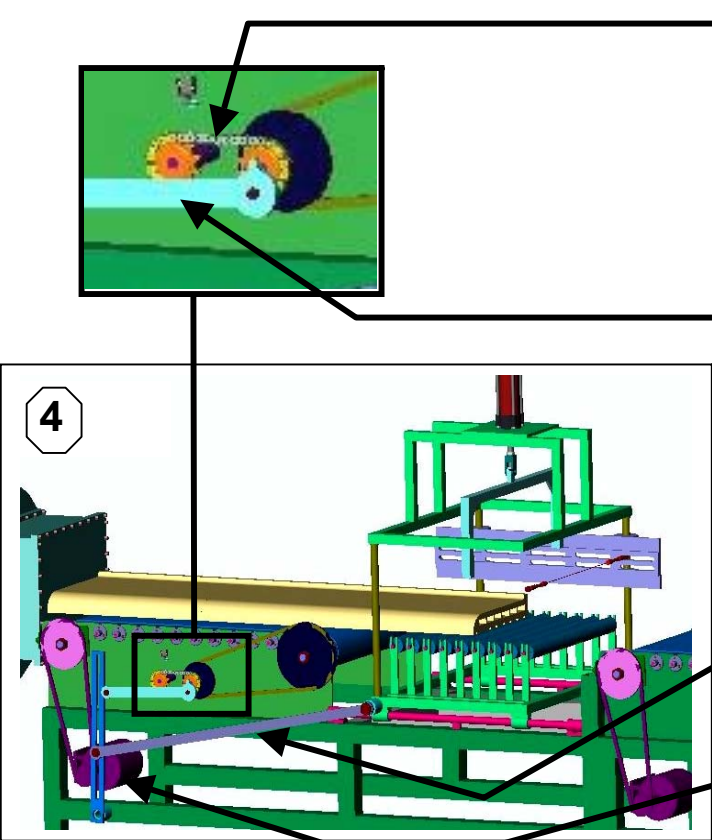




Extrusion de la coulée d'argile en continu



Transmission du mouvement de rotation à la poulie réceptrice par courroie trapézoïdale.



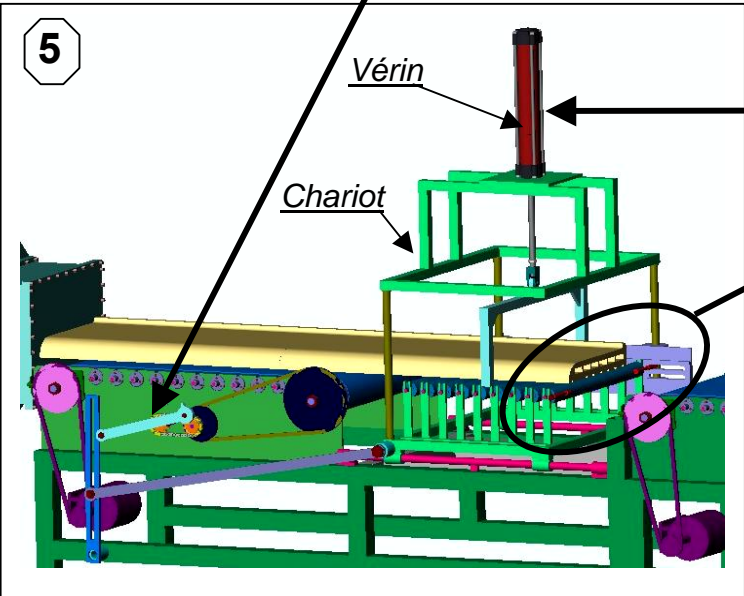
Chaîne de transmission.

La bielle de commande montée sur la chaîne de transmission (liaison pivot) suit son déplacement. Elle entraîne, par l'intermédiaire du levier et du bras articulé, l'ensemble du chariot mobile en translation.

Bras articulé

Levier

La bielle de commande poursuit sa course liée à la chaîne de transmission. Elle continue d'entraîner indirectement le chariot mobile.



Vérin

Chariot

Le profil de coupe, actionné par le vérin et lié au chariot mobile, sectionne, en poursuite, l'extrudât d'argile.

La découpe effectuée, le vérin revient en position initiale pendant que le chariot mobile recule toujours entraîné par le bras articulé. La brique formée arrive sur le tapis d'évacuation puis est acheminée vers le lieu de stockage.

Le cycle de production se poursuit par répétition des différentes étapes précédentes.

2 – Problématique.

La vitesse de sortie de l'argile varie en permanence en fonction de la qualité, de la quantité, de l'humidité de l'argile, de l'usure de l'extrudeuse ...

Le but de la coupe à la volée est de réaliser des coupes à longueur constante et « d'équerre »

Certaines briqueteries utilisant ces coupeurs ont constaté différents problèmes et ont demandé au fabricant d'y remédier.

Inconvénients rencontrés dans les zones suivantes:

Zone d'étude A : Les produits coupés présentent des différences de géométrie incompatibles avec la charte de qualité.

Zone d'étude B : L'usure prématurée des douilles à billes qui guident le chariot de découpe, mobile en translation, provoque un temps d'immobilisation des machines pour des opérations de maintenance importantes.

Zone d'étude C : Des résidus de coupe restent collés sur le tapis d'évacuation.

3 – Propositions du bureau d'étude.

Projets de modification : (**Voir Doc. 3 / 22**).

Zone d'étude A : Remplacer la transmission par courroie trapézoïdale entre la poulie intermédiaire et la poulie réceptrice par une transmission par chaîne.

Zone d'étude B : Vérifier le diamètre des colonnes de guidage supportant le chariot mobile de découpe.

Zone d'étude C : Définir l'effort de poussée du bec presseur du racleur sur le tapis d'évacuation.

N° DU CANDIDAT :

Dossier travail

Afin de valider les choix opérés par le « concepteur », il vous est demandé :

1. Première partie (Zone d'étude A) :

De déterminer les caractéristiques de la nouvelle transmission par chaîne.

2. Deuxième partie (Zone d'étude B) :

De vérifier les deux solutions proposées pour le guidage des douilles à billes.

3. Troisième partie (Zone d'étude C) :

De calculer l'effort de traction développé par le ressort du racleur et de choisir le composant correspondant dans un document constructeur.

<i><u>Barème indicatif : sur 20 points</u></i>	
1. Première partie :	sur 8 points
2. Deuxième partie :	sur 6 points
3. Troisième partie :	sur 6 points
Total	<div>sur 20 points</div>

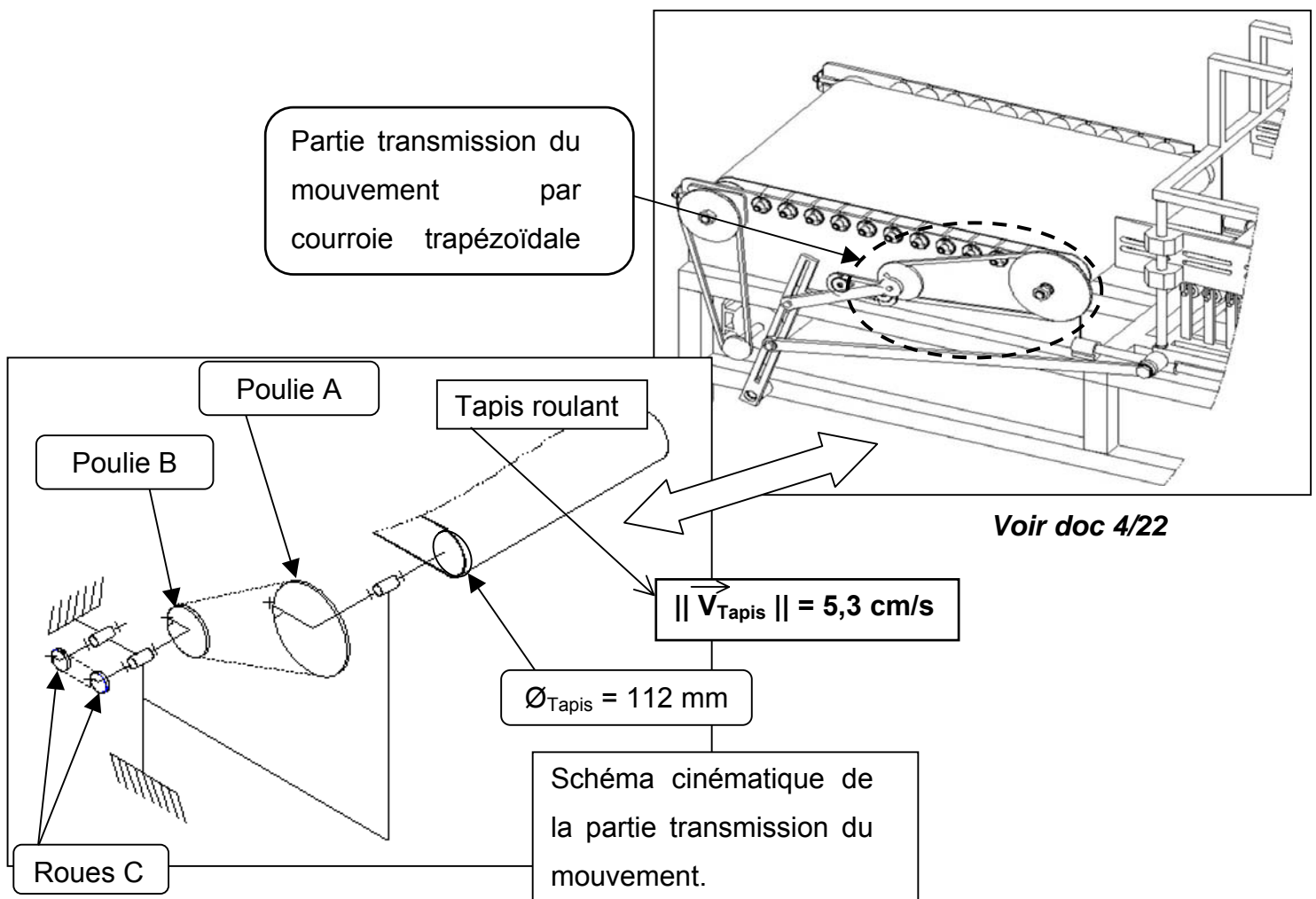
1 Première partie (Zone d'étude A).

- **Remplacement de la transmission par courroie trapézoïdale par une transmission par chaîne.**

Les causes identifiées des défauts de géométrie des briques sont liées à l'environnement de travail des coupeurs. Les poussières d'argile très abrasives, viennent se loger entre la courroie et la gorge des poulies. Il en résulte une usure trop rapide et un glissement des flancs de la courroie qui n'assure plus une transmission satisfaisante.

Le responsable du bureau d'étude envisage de remplacer la transmission « poulie courroie » par une chaîne d'entraînement. Il vous demande, après relevé des dimensions de l'ancienne transmission :

- Dans un premier temps, de déterminer les caractéristiques de la plus grande des roues dentée, la plus petite étant imposée pour des raisons de coût (présence en stock).
- Dans un deuxième temps, de vérifier la synchronisation du tapis d'entrée avec le chariot de coupe en utilisant les caractéristiques de la nouvelle transmission.



Données de l'ancienne transmission par poulie courroie :

	Ø de référence	Pas	Nombre de dent
Poulie A	200		
Poulie B	90		
Roues dentées C	91,07	9,525	30

Données de la nouvelle transmission par chaîne :

	Ø primitif	Pas	Nombre de dent
Roues dentées A	200	?	?
Roues dentées B	90	9,525	30
Roues dentées C	91,07	9,525	30

Travail demandé :

Recherche des caractéristiques de la nouvelle roue dentée A (transmission par chaîne) :

A l'aide des données ci-dessus :

- Déterminer le rapport de réduction de l'ancienne transmission poulie-courroie :

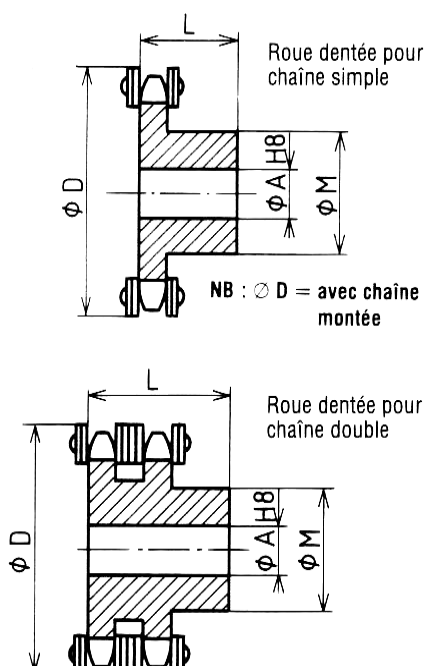
.....

.....

- En déduire le nombre de dents de la nouvelle roue dentée A :

.....

.....



QUELQUES DIMENSIONS DE ROUES DENTEES POUR CHAINES A ROULEAUX

Pas p	Réf. chaîne	Z	30	38	45	57	70	76
		D	84	104.3	-	152.7	186.1	201
8.00	Simple 05B	A	8	8	-	8	12	12
		M	55	55	-	55	60	60
		L	17	17	-	17	30	30
9.525	Simple 06B	D	100	124	146	182	222.1	240
		A	12	16	16	16	20	20
		M	60	70	80	80	80	80
	Double 06B2	L	28	30	32	32	32	32
		A	12	16	16	16	20	20
		M	79	90	90	90	90	90
12.70	Simple 08B	L	30	30	40	40	40	40
		D	134	166	195	243	296.3	320
		A	15	20	20	20	25	25
		M	80	90	90	90	90	90
		L	30	35	40	40	40	40

- Choisir dans le tableau ci-dessus les caractéristiques principales de la roue dentée A :
.....
- Calculer le nouveau rapport de réduction.
.....
.....
- Conclusion, cocher la case correspondante :
 - ☒ Le nouveau rapport de réduction reste identique à l'ancien \Rightarrow il n'y a aucune conséquence sur la coupe.
 - ☒ Le nouveau rapport de réduction est différent de l'ancien \Rightarrow la coupe est inclinée, hors tolérance.

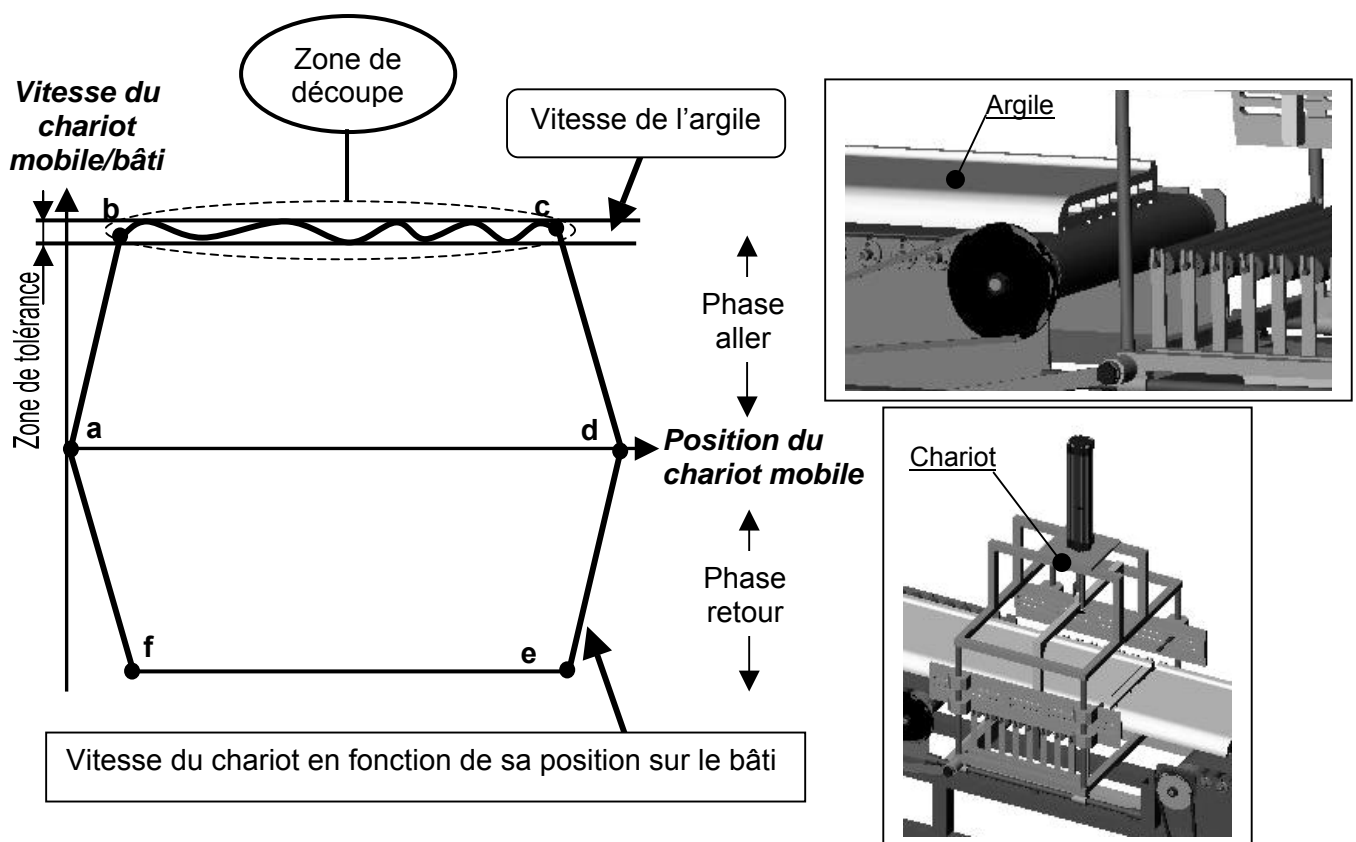
A l'aide du schéma cinématique doc 7/22 et des données du problème :

- Déterminer la vitesse angulaire ω_T de l'axe du tapis roulant.
.....
.....
.....
- Déterminer la vitesse angulaire ω_C de la roue dentée C
.....
.....
- Déterminer \vec{V}_C (vitesse tangentielle d'un point de la roue dentée C).
.....
.....

Vérification de la synchronisation du tapis d'entrée avec le chariot de coupe.

A cause du système bielle manivelle (doc 4/22) le chariot mobile ne se déplace jamais à vitesse constante lors de la période de section de l'argile (voir graphe ci-dessous). Une « fourchette d'erreur » est donc admise pour déterminer le lieu d'intervention du profil de coupe. Cet « intervalle de tolérance » est tel que : $5,2 \text{ cm/s} < V_{\text{chariot mobile/Bâti}} < 5,4 \text{ cm/s}$

Graphe de la vitesse du chariot mobile en fonction de sa position sur le bâti.



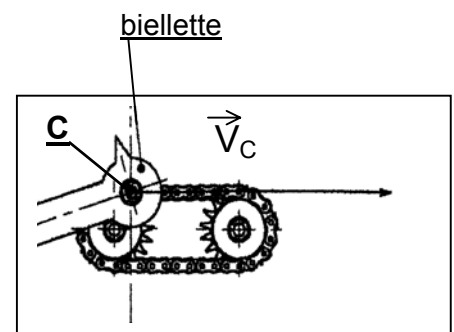
Phase aller

- Zone ab : Démarrage et accélération du chariot mobile.
- Zone bc : Zone de découpe.
- Zone cd : Décélération du chariot.

Phase retour

- Zone de : Début de la phase retour avec accélération.
- Zone ef : Retour
- Zone fa : Décélération du chariot.

Afin d'étudier la zone (bc) où devra s'effectuer la découpe, on se propose d'utiliser un logiciel de simulation mécanique. On ne s'intéresse dans cette étude qu'à la partie du mouvement dans laquelle le maillon, sur lequel s'articule en C la bielle, a un mouvement de translation rectiligne par rapport au bâti (zone bc). Sur cette partie on a un mouvement rectiligne tel que $\|\vec{V}_C\| = 0,101 \text{ m/s}$.



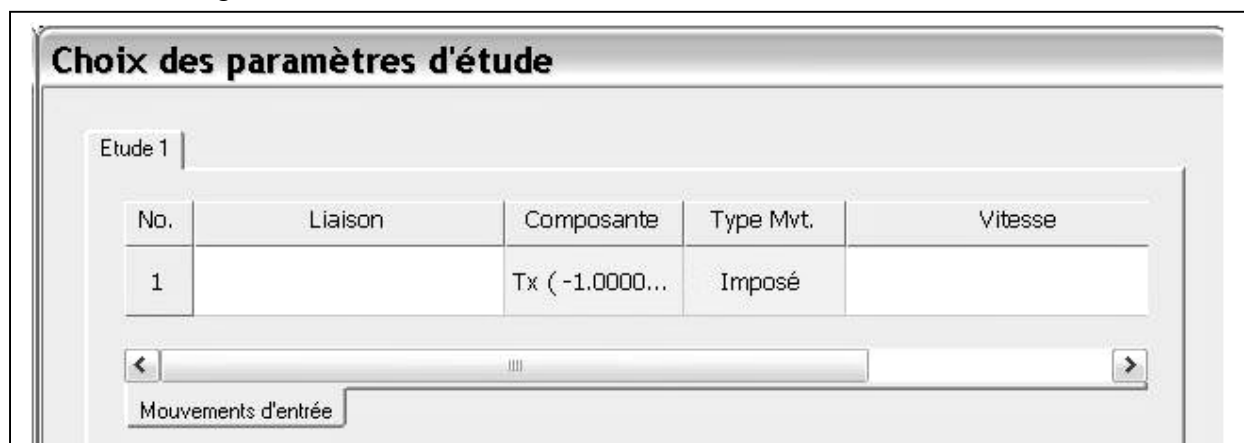
Afin de simuler informatiquement cette phase de mouvement, on considère que la liaison choisie dans la boîte de dialogue, pour modéliser le point C, est une liaison glissière.

Modélisation de la liaison de l'axe de la bielle / bâti :

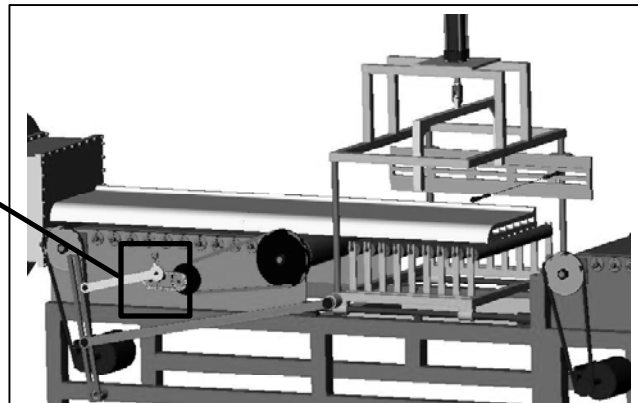
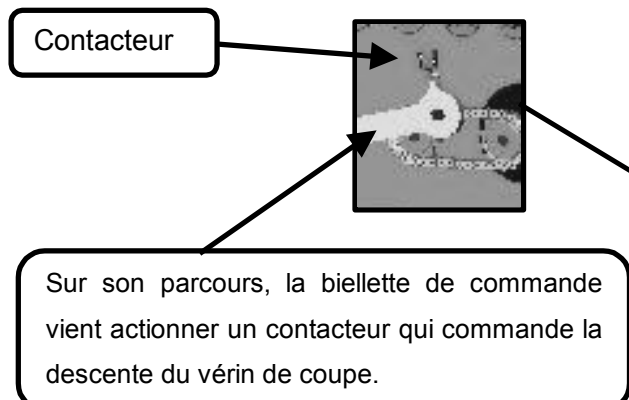


- Saisie des paramètres d'étude :

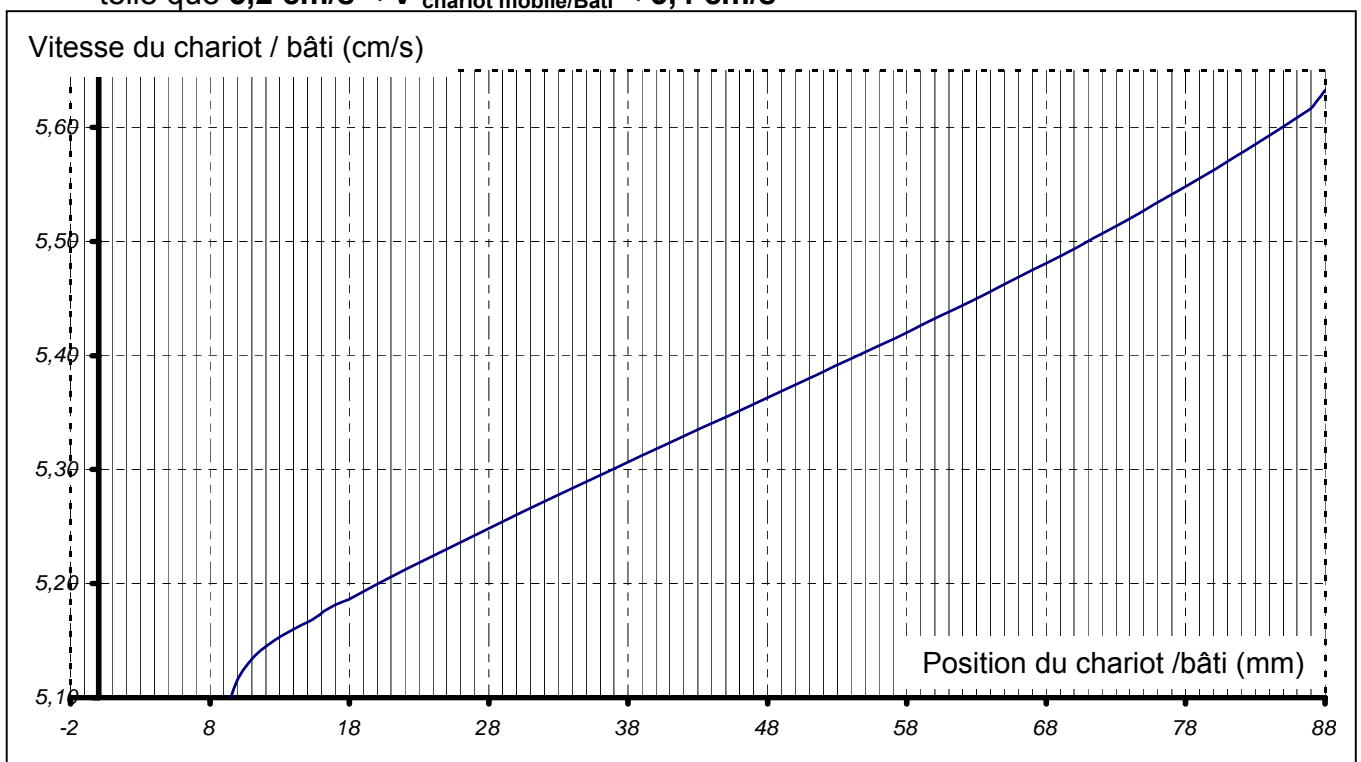
Sur la boîte de dialogue **Choix des paramètres d'étude** du logiciel de simulation, renseigner les cases « liaison » et « vitesse d'entrée ».



L'opérateur de la machine doit régler la position du contacteur de commande de descente du vérin pour respecter la synchronisation du tapis d'entrée et du chariot mobile lors de la découpe.



- Le traitement informatique produit le résultat résumé sous la forme de graphique $V_{\text{Chariot}} = f(x)$ ci-dessous, sachant que la plage de vitesse du chariot/bâti acceptable est telle que $5,2 \text{ cm/s} < V_{\text{chariot mobile/Bâti}} < 5,4 \text{ cm/s}$



Déterminer en exploitant le diagramme, la position minimale et maximale entre lesquelles la découpe pourra être effectuée en vue du réglage de la position du contacteur.

.....

.....

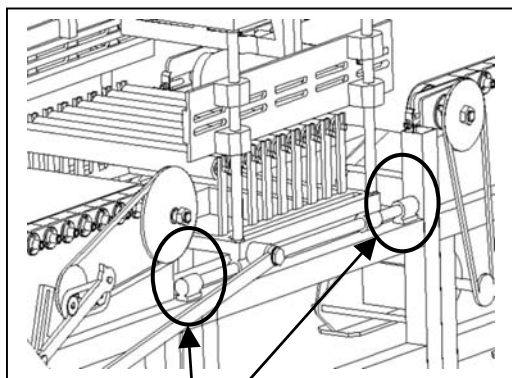
.....

2 Deuxième partie (Zone d'étude B).

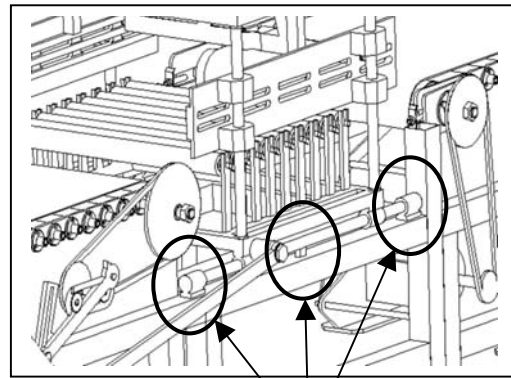
Le bureau d'étude propose d'étudier deux solutions en vu d'éliminer l'usure prématurée des douilles à billes.

Première proposition : augmentation du diamètre des colonnes.

Deuxième proposition : installation d'un appui central au milieu des colonnes. (voir document 4/22)



1^{ère} proposition :
Les colonnes sont encastrées à chaque extrémité.



2^{ème} proposition :
Les colonnes sont encastrées à chaque extrémité, et soutenues en leur milieu.

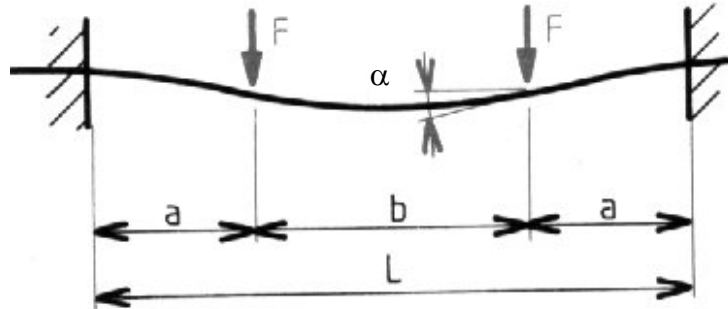
Hypothèses pour l'étude de Résistance des Matériaux :

- Les liaisons sont parfaites.
 - Le plan (X,Y) (plan médian vertical du chariot mobile) est un plan de symétrie pour la géométrie et pour les actions mécaniques extérieures .
 - L'axe X est la fibre moyenne de la poutre.
 - L'axe Z forme avec X et Y un trièdre direct. Les axes Y et Z sont les axes centraux principaux.
 - Le matériau est homogène et isotrope. Son comportement est linéaire et élastique.
 - Le chariot est rigide.
- Au cours de la mise en charge, les sections droites restent planes et normales à la fibre moyenne (hypothèse de Navier-Bernoulli).

Travail demandé :**2.1 ETUDE DE LA PREMIERE PROPOSITION :**

Hypothèse : On se considère que l'on se place dans la situation la plus défavorable.

Pour qu'une douille à billes fonctionne correctement les constructeurs imposent une pente de flexion α maximale à ne pas dépasser : $\alpha_{\max} = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$

**Figure : 1.****Données :**

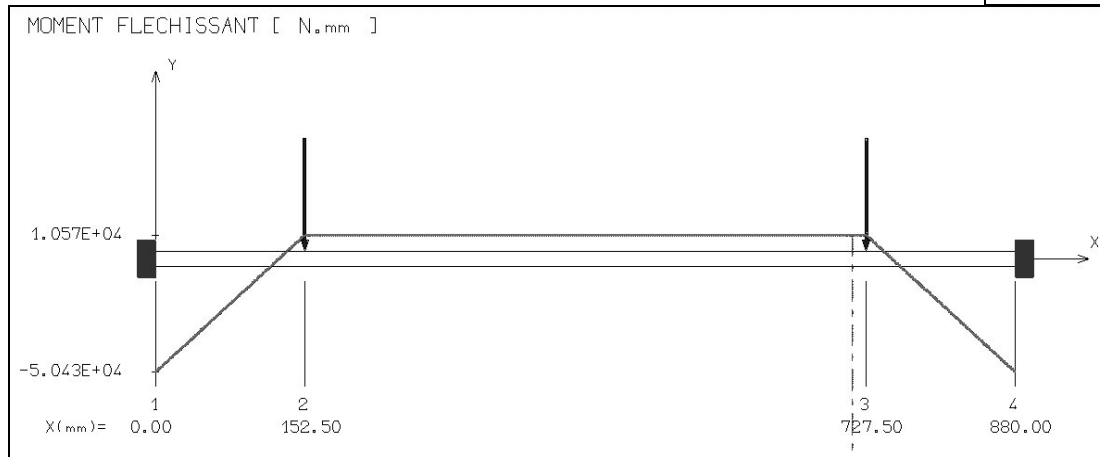
- Moment quadratique d'une section circulaire pleine est $I_{Gz} = \frac{\pi \times d^4}{64}$; avec d : diamètre de la section en mm.
- Matériau utilisé : Acier X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12; $R_e = 215 \text{ MPa}$.
- Poids de l'ensemble { chariot mobile, vérin découpeur } = 160 daN, donc $F = 400 \text{ N}$.
- Coefficient de sécurité pour l'ensemble de l'étude $s = 4$.
- $\tan \alpha = \frac{F \cdot a^2 \cdot b}{2 \cdot E \cdot I_{Gz} \cdot L}$ avec $a = 152,5 \text{ mm}$ et $L = 880 \text{ mm}$
- module d'élasticité $E = 200\,000 \text{ N/mm}^2$

2.1.1. Déduire le diamètre d pour $\alpha_{\max} = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$.

.....

Pour la suite de l'étude compte tenu de la norme et des valeurs standard des douilles à billes. On adoptera un diamètre d de 40 mm valeur immédiatement supérieure à celle que vous venez de calculer, celle-ci est disponible sur les catalogues des constructeurs.

Le système présenté est hyperstatique. L'outil informatique a été utilisé pour calculer les efforts intérieurs et particulièrement le diagramme du moment fléchissant.



2.1.2. Relever la valeur du moment fléchissant maximal ($M_{f_{maxi}}$).

$M_{f_{maxi}} = \dots\dots\dots$

2.1.3. Sachant que le diamètre des colonnes de guidage estimé ci-dessus est de 40mm.

Calculer la contrainte normale maximale due au moment fléchissant.

.....

.....

.....

.....

.....

$\sigma_{maxi} = \dots\dots\dots$

2.1.4. Vérifier si la condition de résistance est respectée pour cela :

- Calculer la résistance pratique à l'extension R_{pe}

.....

.....

.....

- Ecrire la condition de résistance

.....

.....

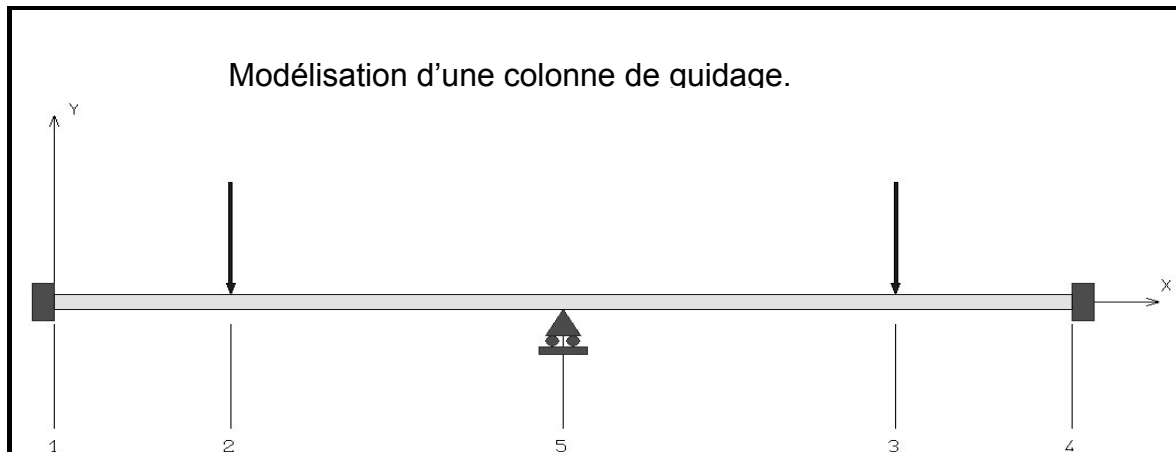
- Conclusion :

.....

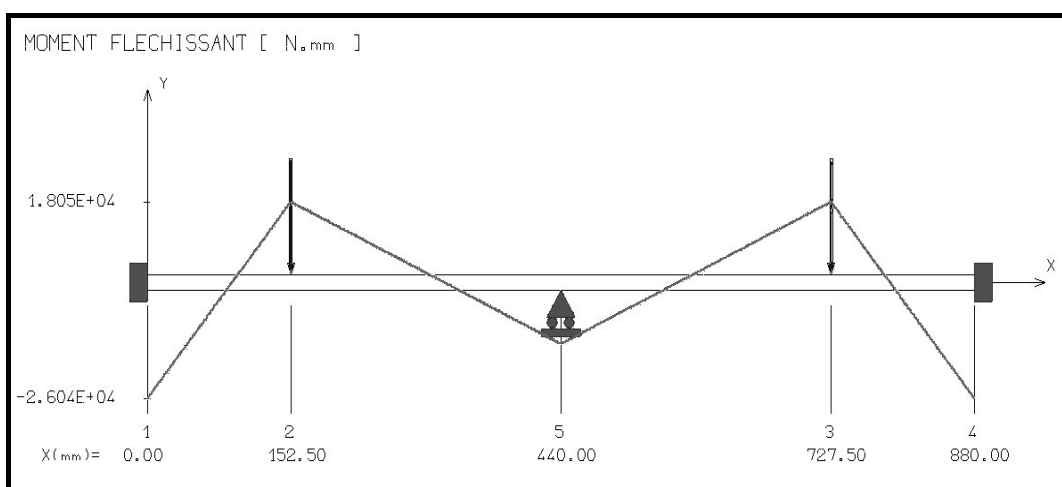
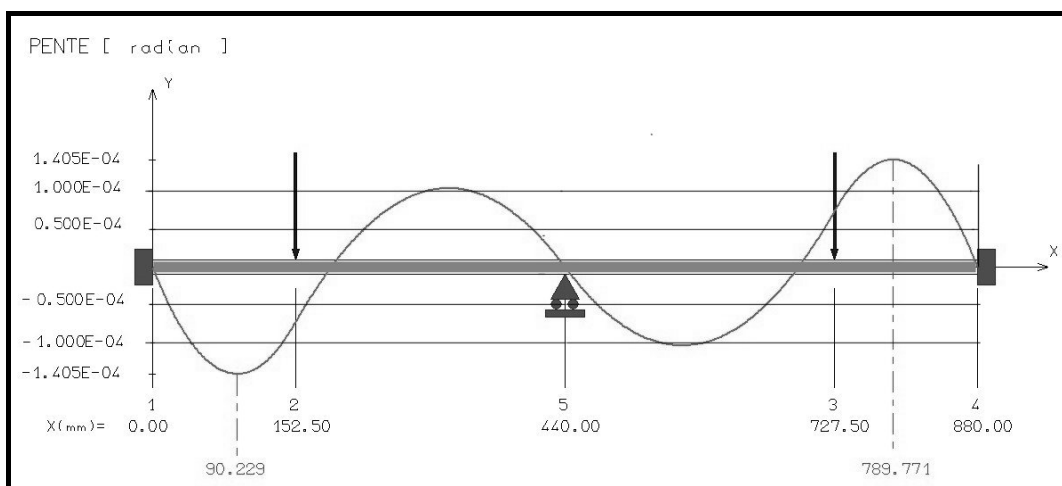
.....

2.2 ETUDE DE LA DEUXIEME PROPOSITION :

Hypothèse : On se considère que l'on se place dans la situation la plus défavorable.
Le bureau d'étude propose de garder le même diamètre de colonne les mêmes douilles à billes avec un appui central.



Pour cette solution on dispose des diagrammes de la pente, et du moment fléchissant.

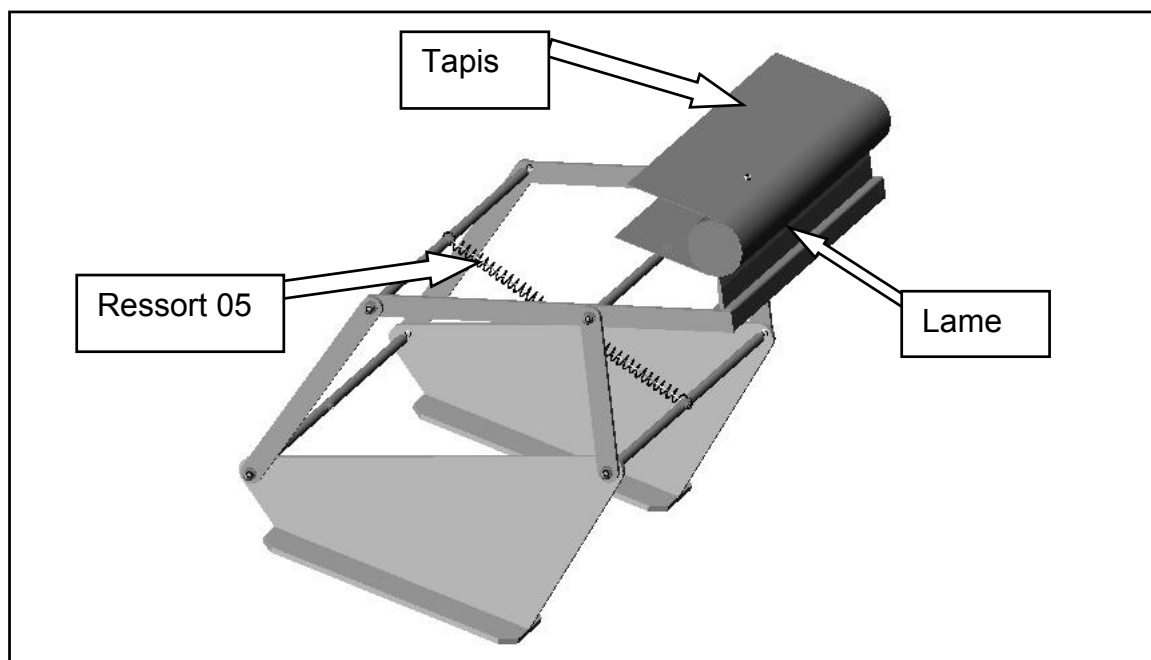


3 Troisième partie (Zone d'étude C).

Problématique :

Détermination des caractéristiques du ressort de traction

Pour que les résidus de coupe ne restent pas collés sur le tapis d'évacuation, le bureau d'étude décide d'augmenter l'effort presseur exercé par la lame sur le tapis et de le faire passer à 300 N. On se propose de déterminer les caractéristiques du ressort de traction 05 permettant d'assurer ce nouvel effort presseur.



Ensemble Racleur en perspective

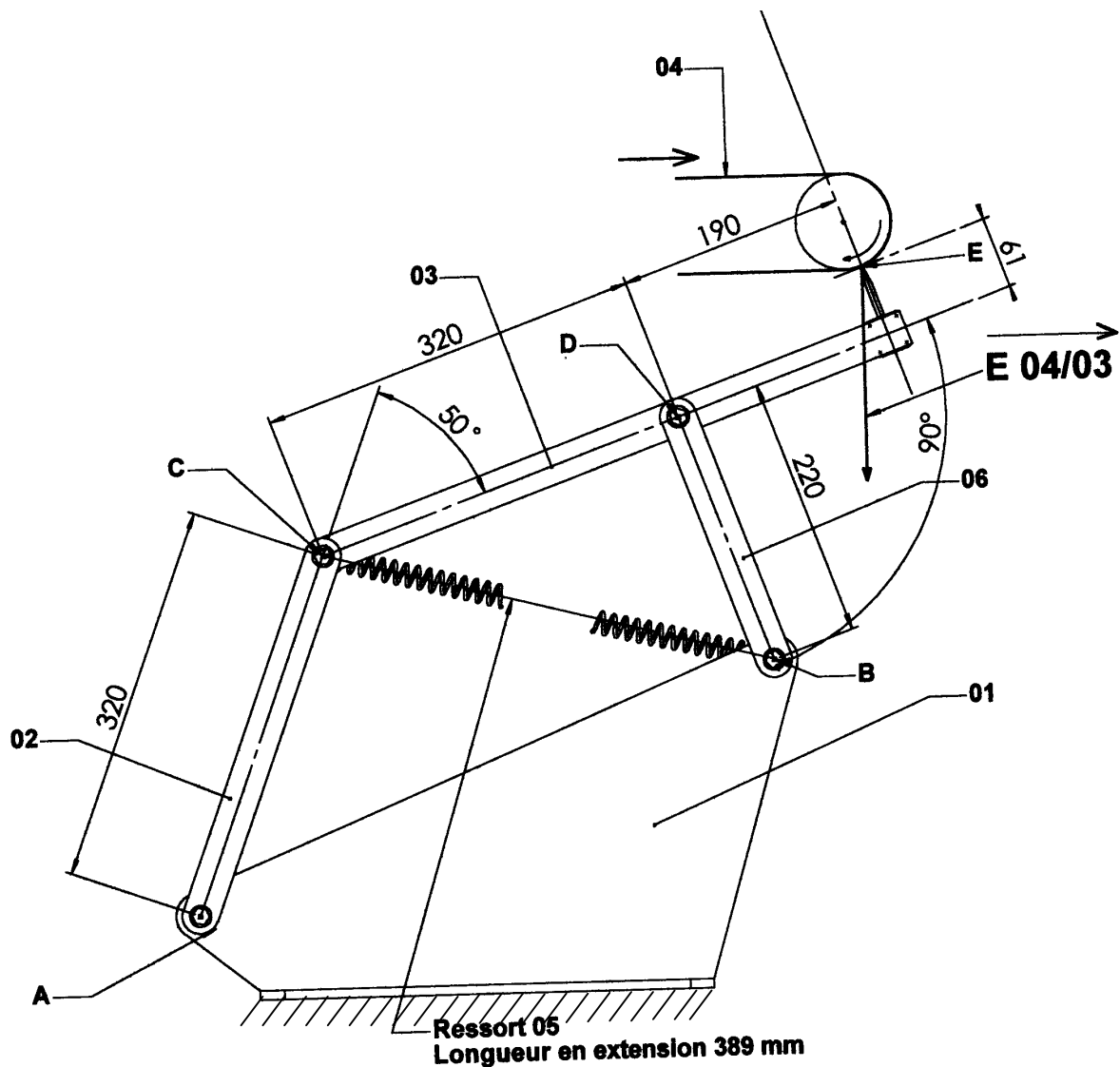
HYPOTHESES

- Les liaisons sont supposées parfaites et le frottement est négligé.
- Le poids propre des éléments ne sera pas pris en compte.

DONNEES

- Le mécanisme admet un plan de symétrie.
- Le mécanisme est modélisé selon la position du document 19/22.
- L'action mécanique du tapis sur le racleur se traduit au point E par : $\vec{F}_{E \ 4/3} = 300\text{N}$
- Le ressort se place sur deux axes de $\Phi 14$ mm.
- La longueur du ressort en position de travail est égale à 389 mm.

ENSEMBLE RACLEUR



TRAVAIL DEMANDE (résolution graphique conseillée)

Nota : Les indications dimensionnelles de la figure ci-dessus permettent la résolution du problème par le calcul. Utiliser dans ce cas une feuille de copie.

Pour résoudre le problème posé, il vous est proposé d'effectuer les opérations dans l'ordre suivant :

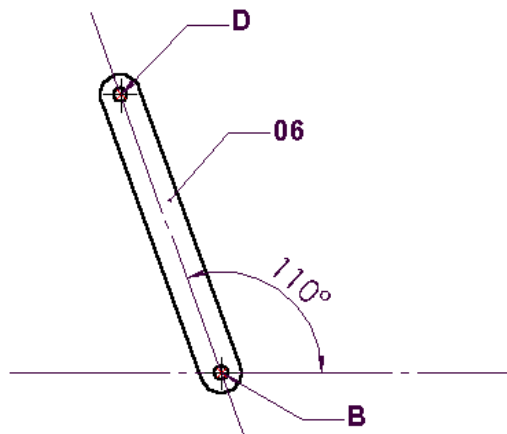
1. Isoler les biellettes 06 pour en déduire la direction des actions exercées en B et D.
2. Isoler l'ensemble 03 pour en déduire les caractéristiques de l'action résultante au point C notée $\vec{C}_{\text{Résultante}}$ /03 afin que 03 soit en équilibre.
3. Isoler les biellettes 02 pour en déduire la direction des actions exercées en C et A.
4. Isoler le ressort 05 pour en déduire la direction des actions exercées en C et B.
5. Déterminer les caractéristiques de l'action au point C du ressort sur 03.

Vous disposez sur les documents 20/22 et 21/22 des éléments que vous pouvez exploiter pour mener le travail à bien.

Les figures ci-après vous permettent de conduire la résolution graphique.
Les commentaires et justifications seront portés sur une feuille de copie si nécessaire.

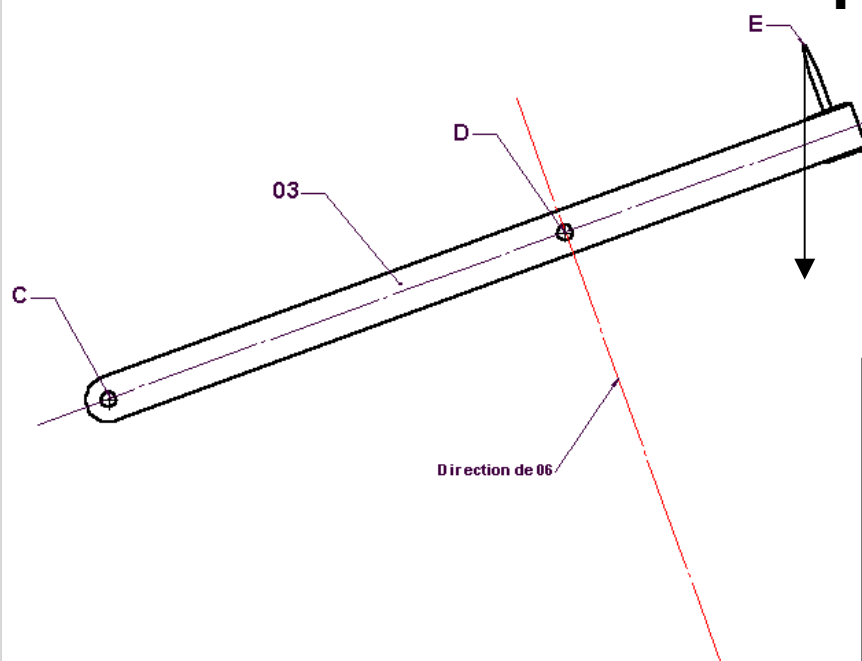
1- Bielles 06

BILAN



2- Ensemble dent 03

BILAN



Echelle des forces conseillée :
1mm \longrightarrow 10N

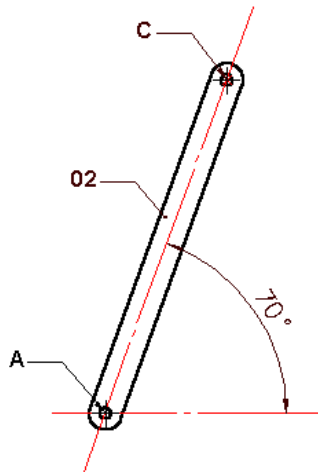
RESULTATS :

Il C Résultante(5-2) / 03 II = N

□ 3- Bielles 02

BILAN

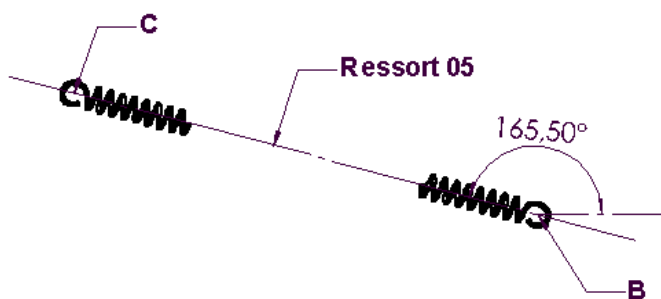
■



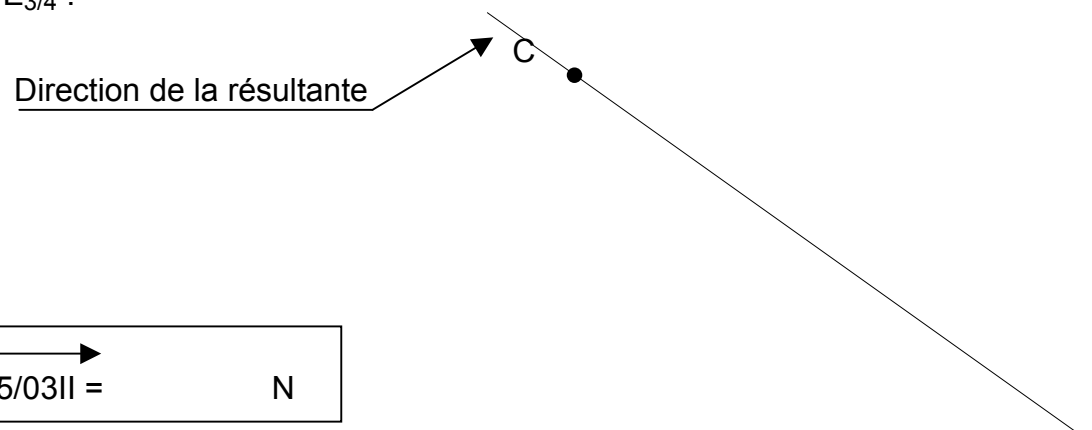
□ 4- Ressort 05

BILAN

■



- 6- Détermination de l'action au point C du ressort 05 sur 03 permettant d'obtenir l'effort racleur / tapis $E_{3/4}$.



Il C Ressort 05/03II = N

Choix du ressort :

On vous propose de choisir à l'aide du *document ressource ci-dessous* un ressort produisant dans les conditions d'utilisation une charge comprise entre 170N et 220N.

Données et rappels :

- Diamètre de l'axe d'encrage $\Phi=14\text{mm}$.
- Longueur d'extension maxi. 389mm.
- Charge = $k \cdot f$

k : coefficient de rigidité du ressort ou raideur
 f : Flèche du ressort= Longueur d'extension – longueur libre

Justifier vos critères de choix.

❖ Commentaires.....

❖

❖

❖

❖ Référence :.....

Caractéristiques des ressorts de traction pour un diamètre extérieur de 20 mm.

Position libre

Position extension maximale

Référence	Ø ext.	Ø fil	Long. libre	Raidleur r	Position extension max.		N° Tarif	
					Charge P2	Long. L2		
	mm	mm	mm		daN	mm	acier	inox
T.200.140.0630.A	20	1,40	63	0,030	3,971	175,9	4 J	—
T.200.140.0800.A	20	1,40	80	0,019	3,971	263,5	4 J	—
T.200.140.1000.A	20	1,40	100	0,013	3,971	366,5	4 K	—
T.200.160.0630.A	20	1,60	63	0,060	5,991	149,5	4 J	—
T.200.160.0800.A	20	1,60	80	0,037	5,991	219,4	4 J	—
T.200.160.3600.A	20	1,60	360				5 A	—
T.200.180.1250.A	20	1,80	125	0,034	8,624	342,4	4 L	—
T.200.180.1600.A	20	1,80	160	0,024	8,624	461,6	4 M	—
T.200.180.2000.A	20	1,80	200	0,0186	8,624	597,8	4 M	—

Référence	Ø ext.	Ø fil	Long. libre	Raidleur r	Position extension max.		N° Tarif	
					Charge P2	Long. L2		
	mm	mm	mm		daN	mm	acier	inox
T.200.200.0630.A	20	2	63	0,185	11,961	118,2	4 K	—
T.200.200.0800.A	20	2	80	0,117	11,961	167,6	4 L	—
T.200.200.1000.A	20	2	100	0,081	11,961	225,7	4 L	—
T.200.220.0800.A	20	2,20	80	0,192	16,099	151,7	4 L	—
T.200.220.1000.A	20	2,20	100	0,134	16,099	202,5	4 L	—
T.200.220.1250.A	20	2,20	125	0,098	16,099	266	4 M	—
T.200.250.1250.A	20	2,50	125	0,1931	24,030	231,6	4 M	—
T.200.250.1600.A	20	2,50	160	0,1401	24,030	307	4 N	—
T.200.250.2000.A	20	2,50	200	0,1067	24,030	393,1	4 O	—