

# BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

## **Génie Électrotechnique Épreuve d'étude des constructions**

**DUREE : 4 HEURES**

**COEFFICIENT : 6**

***"Plieuse STAHL – T 52 ProLine"***

**AUCUN DOCUMENT AUTORISE  
(y compris les guides couramment utilisés)**

**MOYENS DE CALCULS AUTORISES :**  
Calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable  
et alphanumérique à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée  
conformément à la circulaire N° 86228 du 26 juillet 1986.

**CONSTITUTION DU SUJET :**

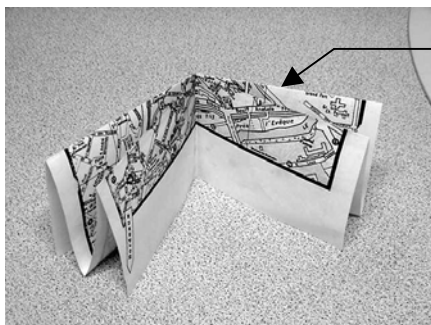
**Dossier travail demandé : TD 1 à TD 11.  
Dossier technique : DT 1 à DT 9.  
Dossier ressource: DR1.**

***" Plieuse STAHL – T 52 ProLine***

# **Dossier Technique**

**Ce dossier comporte 9 pages numérotées de DT 1 à DT 9.**

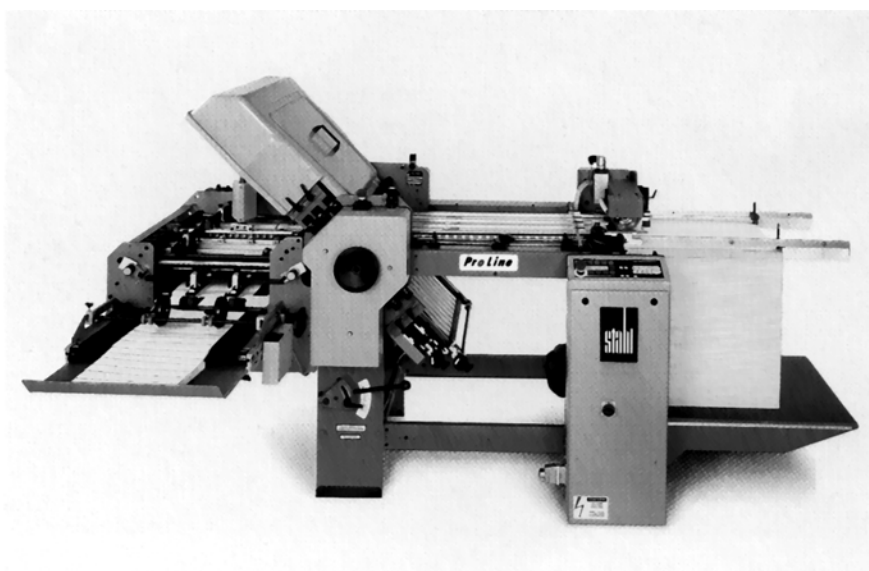
Le mécanisme étudié est l'un des sous-ensembles d'une plieuse de papier, de marque allemande STAHL, destinée au façonnage de documents issus de l'industrie graphique (imprimeries industrielles).



Document imprimé (papier, carton...) après pliage.

Conçue pour des petits et moyens tirages (cadence maximum : 30 000 feuilles / heure), cette machine entièrement automatisée possède un équipement technique moderne permettant:

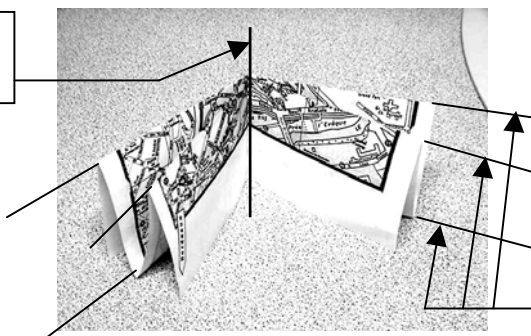
- un fonctionnement continu avec des papiers de différentes qualités,
- des réglages faciles et rapides,
- un encombrement, des coûts d'investissements et d'exploitation réduits.



La configuration de base de la plieuse comprend un groupe de pliage à poche (permettant des plis perpendiculaires au sens de défilement des feuilles) qui peut être complétée par d'autres groupes de pliage à poche ou à couteau (plis parallèles au sens de défilement des feuilles).

La combinaison des différents modules permet d'assurer l'obtention de plis dans des directions perpendiculaires.

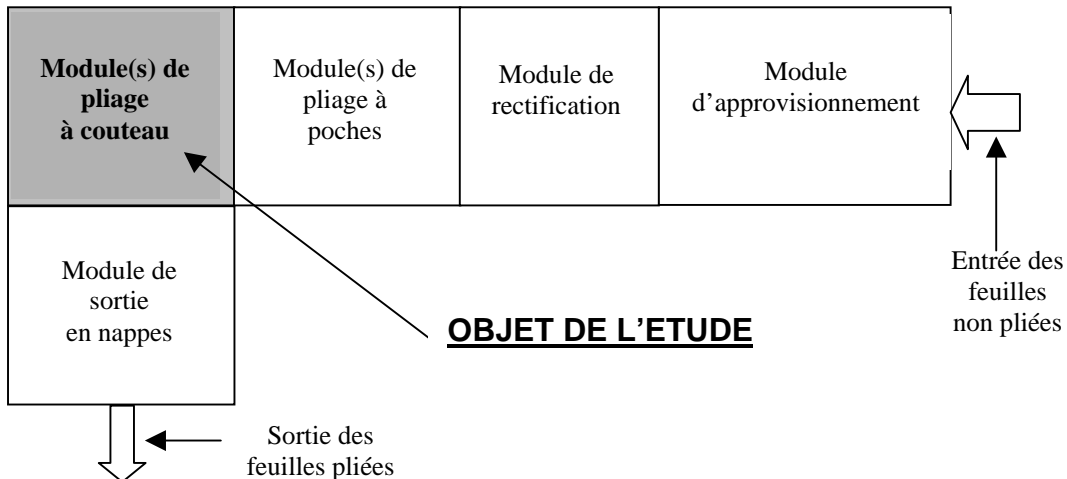
Axe du pli obtenu par le pliage à couteau.



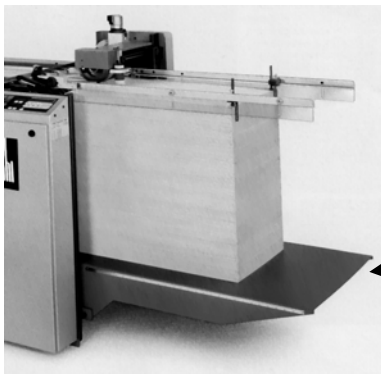
Axes des plis obtenus par les pliages à poche.

Une plieuse comporte (Voir schéma ci-dessous):

- un module d’approvisionnement papier ;
- un module de rectification de position ;
- un ou plusieurs modules de pliage à poches ;
- un ou plusieurs modules de pliage à couteau ;
- un module de sortie en nappe qui évacue le papier plié.

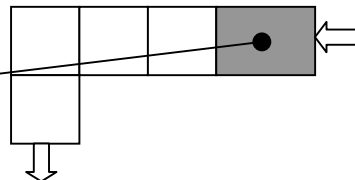


### Principe de fonctionnement :



#### **1 - Module d'approvisionnement des feuilles :**

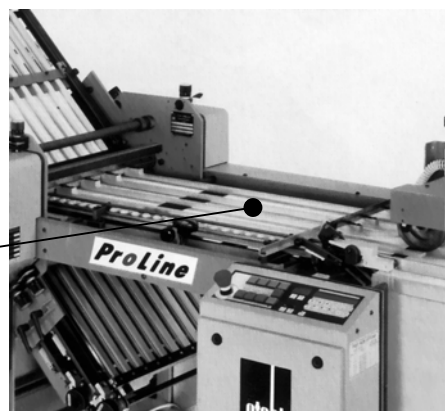
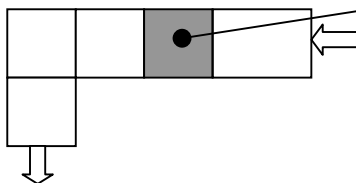
Une pile de papier est positionnée en entrée de la plieuse. Une pompe à vide permet d'aspirer et de déplacer les feuilles, une à une, vers le module suivant

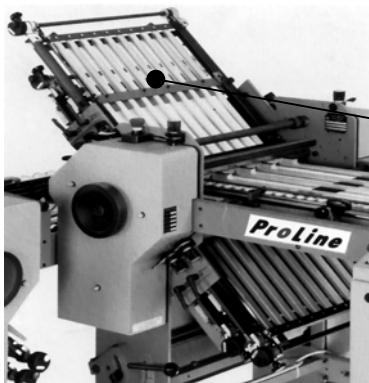


#### **2 - Module de rectification d'alignement :**

Le module de rectification assure le parfait alignement des feuilles, grâce à un bandeau d'entraînement incliné par rapport à leur axe de défilement.

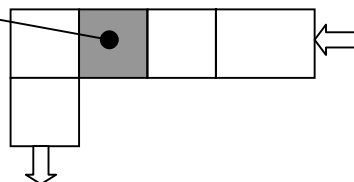
Il vient ainsi les plaquer contre une réglette de guidage, ajustée en position.





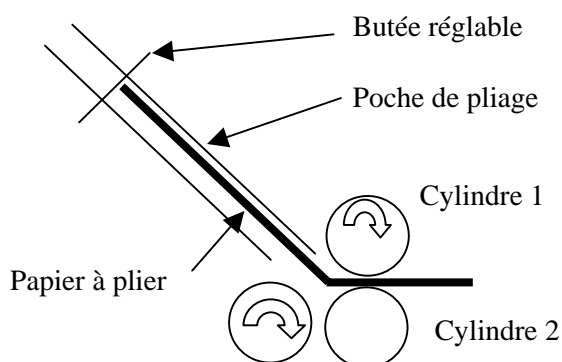
### 3 - Module de pliage à poche :

Chaque module de pliage à poche permet d'effectuer jusqu'à quatre plis parallèles entre eux.



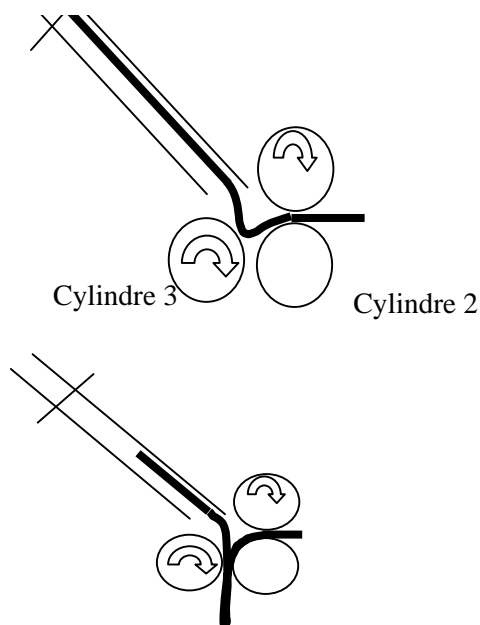
#### Phase 1

Le papier est entraîné par les cylindres 1 et 2, et arrive en butée dans la poche de pliage.



#### Phase 2

Le papier étant toujours entraîné, une déformation se crée, le forçant à passer entre les cylindres 2 et 3.

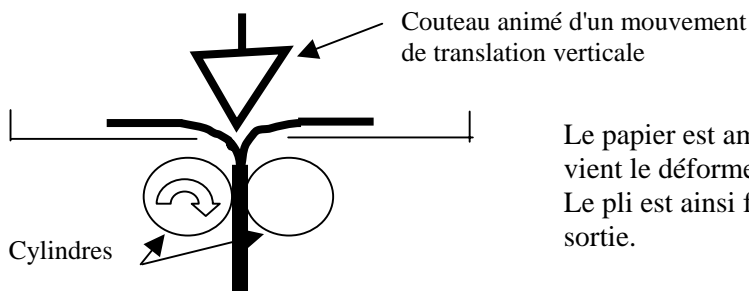
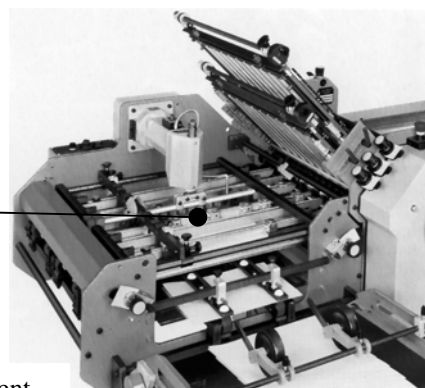
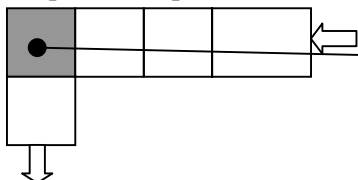


#### Phase 3 :

Le papier plié est éjecté vers une autre poche ou vers un autre module suivant le nombre et la direction des plis désirés.

### 4 - Module de pliage à couteau :

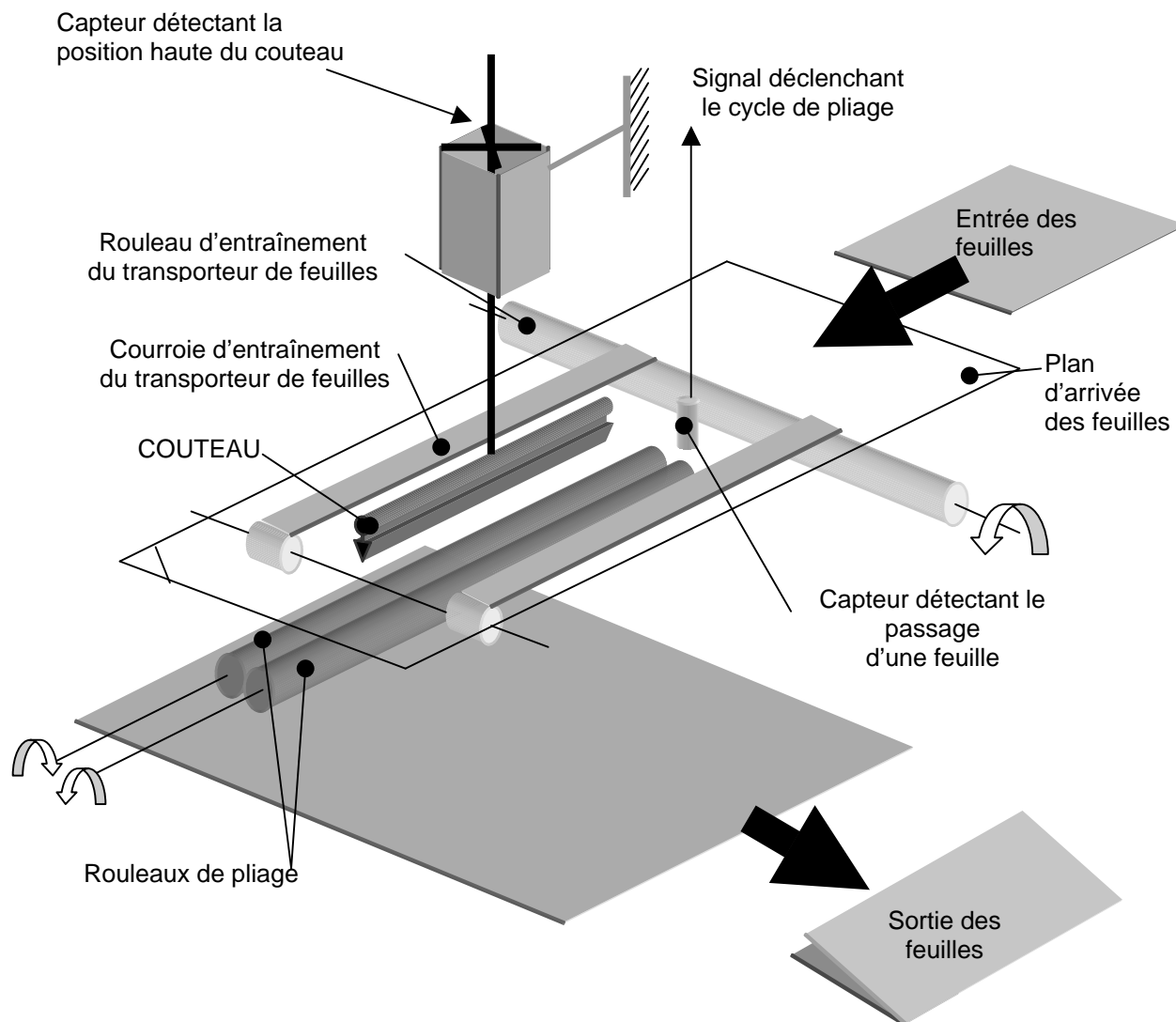
Le module de pliage à couteau permet d'effectuer un pli croisé, c'est-à-dire un pli parallèle au sens d'arrivée du produit imprimé.



Le papier est amené sous "une lame" de couteau qui vient le déformer pour l'insérer entre deux cylindres. Le pli est ainsi formé et la feuille est éjectée vers la sortie.

## Présentation du module de pliage couteau :

L'étude portera sur le module de pliage à couteau qui réalise le pli croisé, et, plus particulièrement, sur le bras couteau qui amorce ce pliage.



Tous les modules de la plieuse sont animés par le même moteur électrique.

Celui-ci entraîne les transporteurs de feuilles, les rouleaux de pliage et le mécanisme du couteau.

La vitesse de rotation de ce moteur est variable ; on définit ainsi la cadence de travail de la machine.

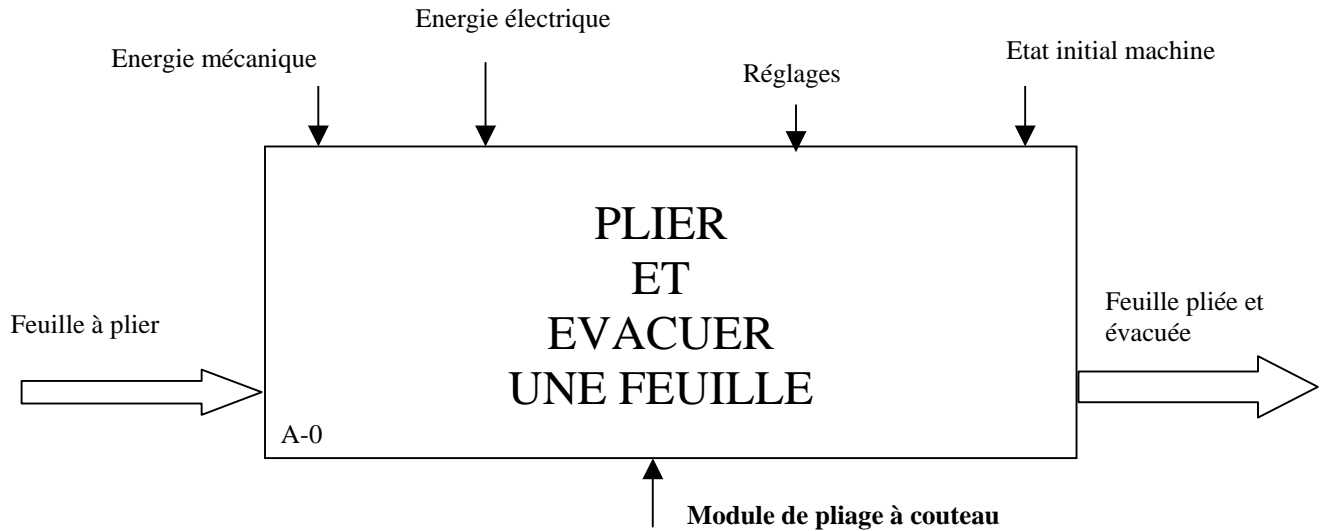


Fig-1-DT5

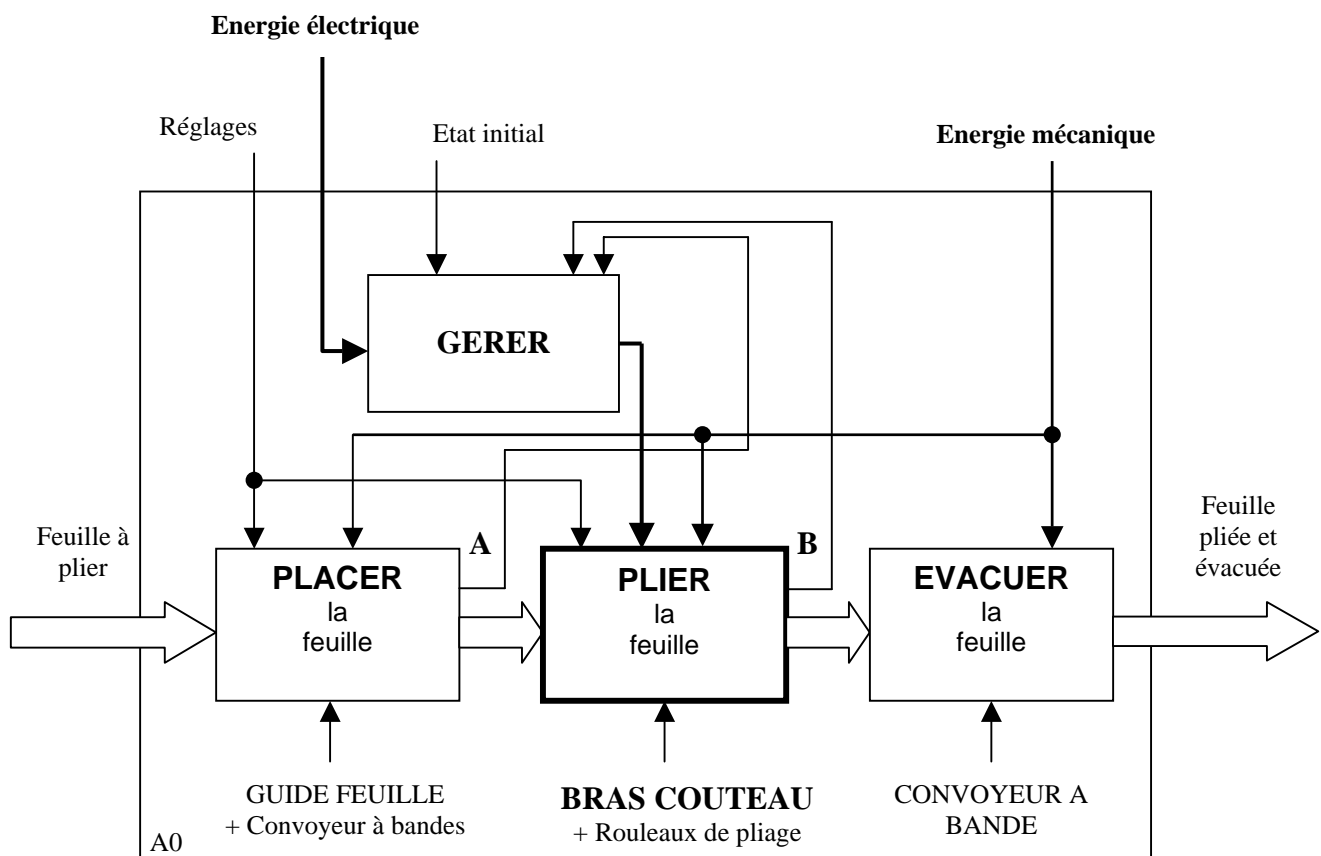
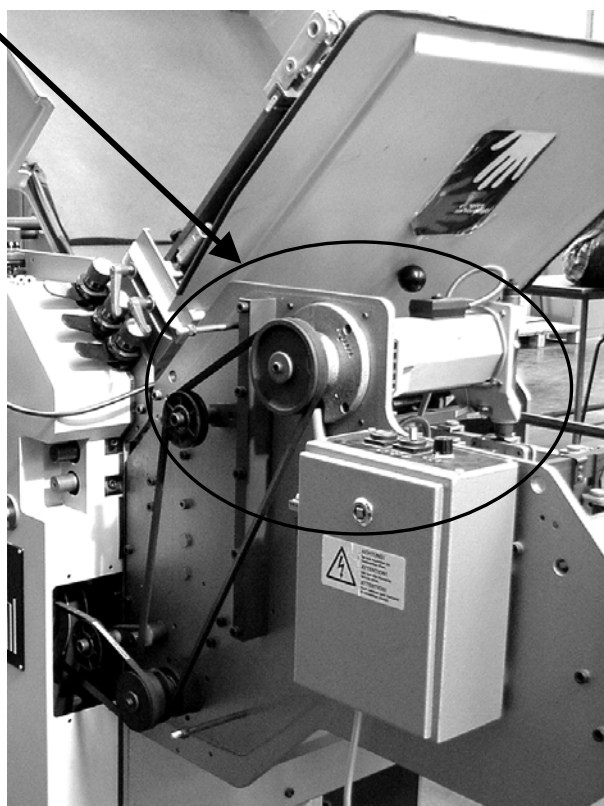
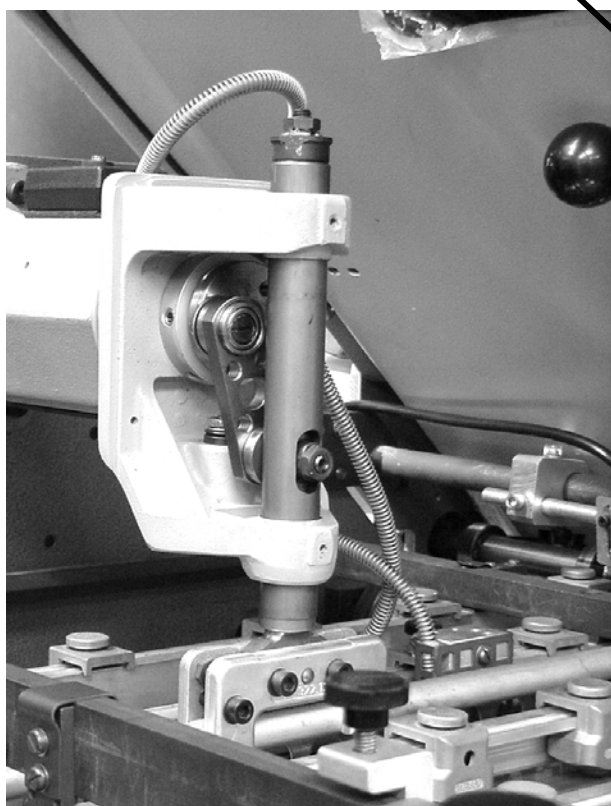
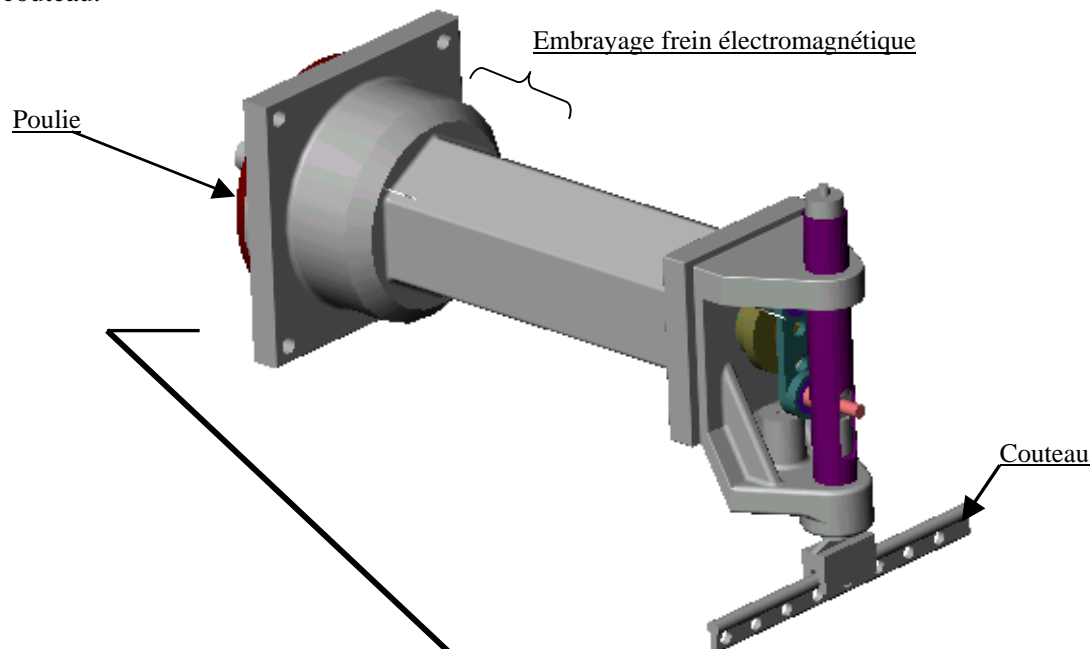


Fig-2-DT5

## Présentation du bras couteau (Voir photos ci-dessous et DT8):

Le sous-système bras couteau reçoit son mouvement d'une poulie montée sur un arbre qui tourne en permanence.

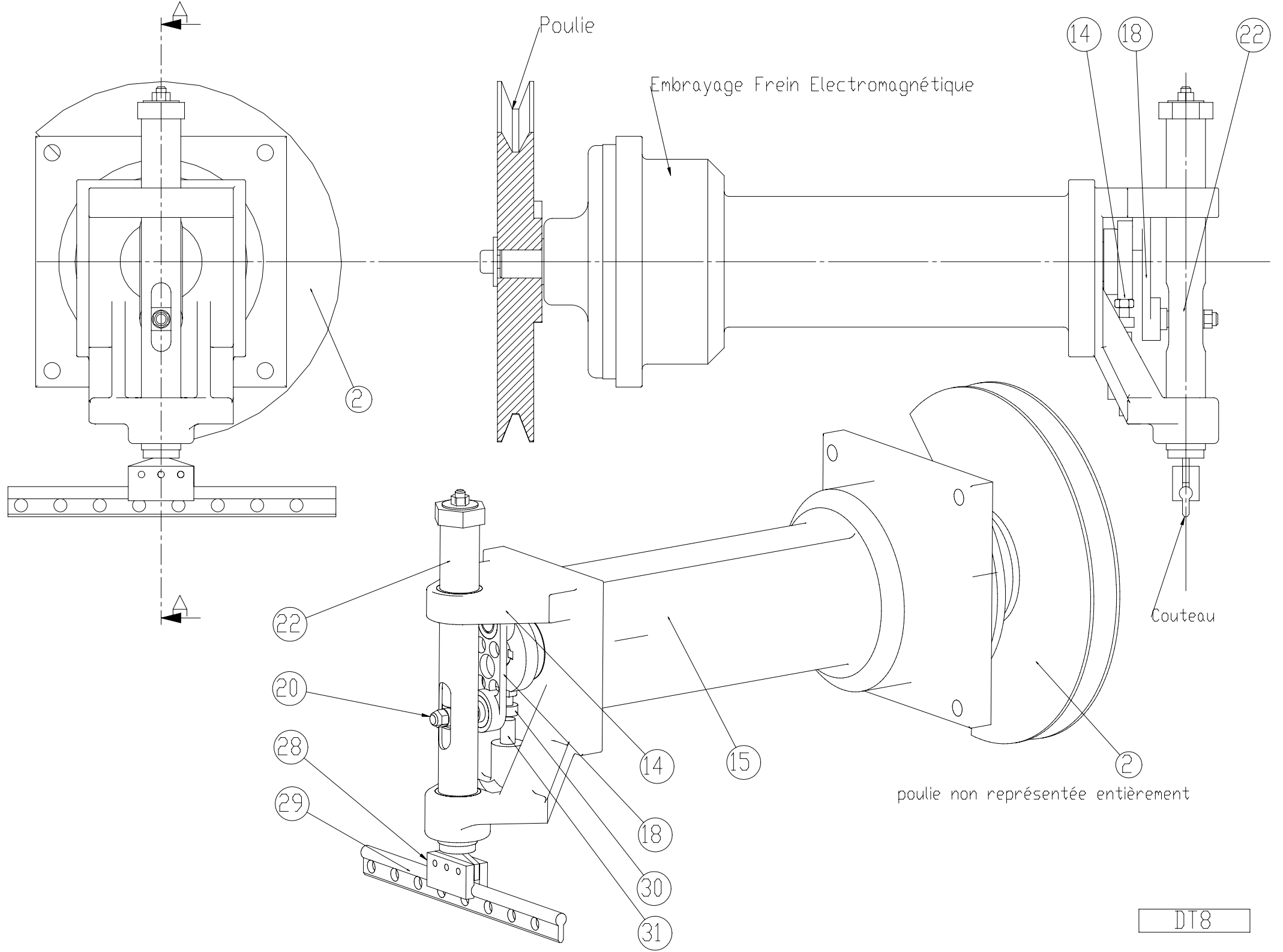
Un embrayage frein électromagnétique permet de mettre en mouvement ou non le couteau.

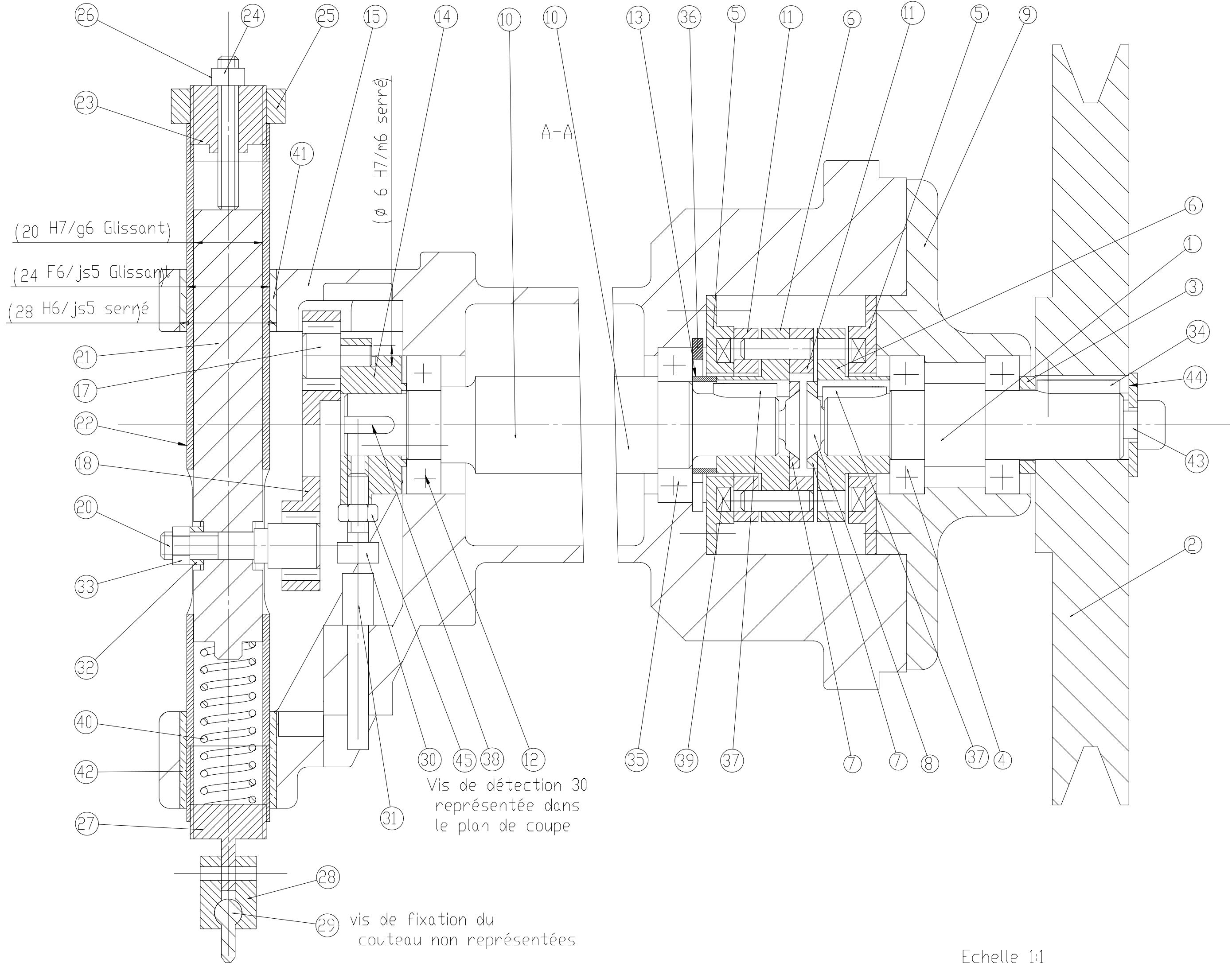


Le document DT9 montre les choix de solutions constructives qui permettent de transformer le mouvement de rotation continu de la poulie en un mouvement de translation alternatif du couteau.

**Nomenclature du Bras Couteau:**

Repère	Nombre	Désignation	Observation
1	1	Arbre primaire	XC38
2	1	Poulie	Diamètre primitif $D_p = 200$
3	1	Entretoise poulie	
4	2	Roulement 20BC10	
5	2	Electroaimant	
6	2	Induit	
7	2	Rondelle induit	
8	2	Vis FHC 8-30	
9	1	Chapeau	AU5GT
10	1	Arbre secondaire	XC38
11	2	Disque embrayage	Ferodo
12	1	Roulement 20BC10	
13	1	Entretoise - induit	
14	1	Manivelle	XC38
15	1	Bras de couteau	AU4G
16	4	Axe induit	XC38
17	1	Maneton 2	XC38
18	1	Bielle	GA7U
19	2	Douille à aiguilles 12NES	
20	1	Maneton 1	XC38
21	1	Axe vertical	AU4G
22	1	Tube de guidage	XC38
23	1	Bague filetée	XC38
24	1	Vis sans tête HC M6-45	
25	1	Ecrou M22	
26	1	Ecrou HM6	
27	1	Support fileté 2	AU4G
28	2	Support couteau	AU4G
29	1	Couteau	AU4G
30	1	Vis de détection CHC M6-20	
31	1	Capteur inductif ifr 8,24,15	
32	1	Rondelle	
33	1	Ecrou HM8	
34	1	Clavette forme C 8*7*25	
35	1	Roulement 25BC10	
36	1	Anneau élastique pour alésage 45*1,75	
37	1	Clavette forme C 8*7*18	
38	1	Clavette forme C 6*6*15	
39	1	Bobine	
40	1	Ressort	Corde à piano
41	1	Bague de frottement 22*19	
42	1	Bague de frottement 24*28	
43	1	Vis CHC M6-15	
44	1	Rondelle M6	
45	1	Ecrou HM6	





***" Plieuse STAHL – T 52 ProLine "***

# **Dossier travail demandé**

**Ce dossier comporte 11 pages numérotées de TD 1 à TD 11.**

***Tous les documents de ce dossier sont à rendre en fin d'épreuve***

## AVANT D'ABORDER CETTE PARTIE, VOUS DEVEZ AVOIR PRIS CONNAISSANCE DU DOSSIER TECHNIQUE

L'étude porte sur le sous-ensemble « bras couteau » du module de pliage à couteau.

Sur ce système, l'usure des deux disques de l'embrayage-frein électromagnétique se traduit, à long terme, par un décalage angulaire de la position d'arrêt en fin de remontée du couteau (point mort haut).

Il est donc nécessaire de réaliser un système de réglage pour rattraper cette usure.

Le plan de cette étude sera le suivant :

- Etude du fonctionnement global : afin de comprendre plus précisément le système étudié et les solutions constructives retenues.
- Détermination des performances : donnant ainsi une approche des difficultés à résoudre sur ce mécanisme.
- Projet de modification : l'étude portera sur la réalisation d'une solution permettant le réglage angulaire de la position d'arrêt.

### 1. ETUDE DU FONCTIONNEMENT GLOBAL.

**1.1** Le diagramme d'analyse descendante proposée sur fig-2-DT 5 du dossier technique présente deux flux **secondaires**.

Le flux **A** est relatif à la fonction « placer la feuille » et le flux **B** est relatif à la fonction « plier la feuille », ces deux flux secondaires transmettent au module de gestion du système des informations.

⇒ **Compléter** le tableau ci-dessous en indiquant pour chacun de ces deux flux secondaires, l'information qu'il transmet (DT4).

	Information transmise	Action provoquée
<b>Flux A</b>		<i>Activer l'embrayage</i>
<b>Flux B</b>		<i>Activer le frein</i>

### 1.2 Etude de la fonction "Mettre en mouvement le couteau".

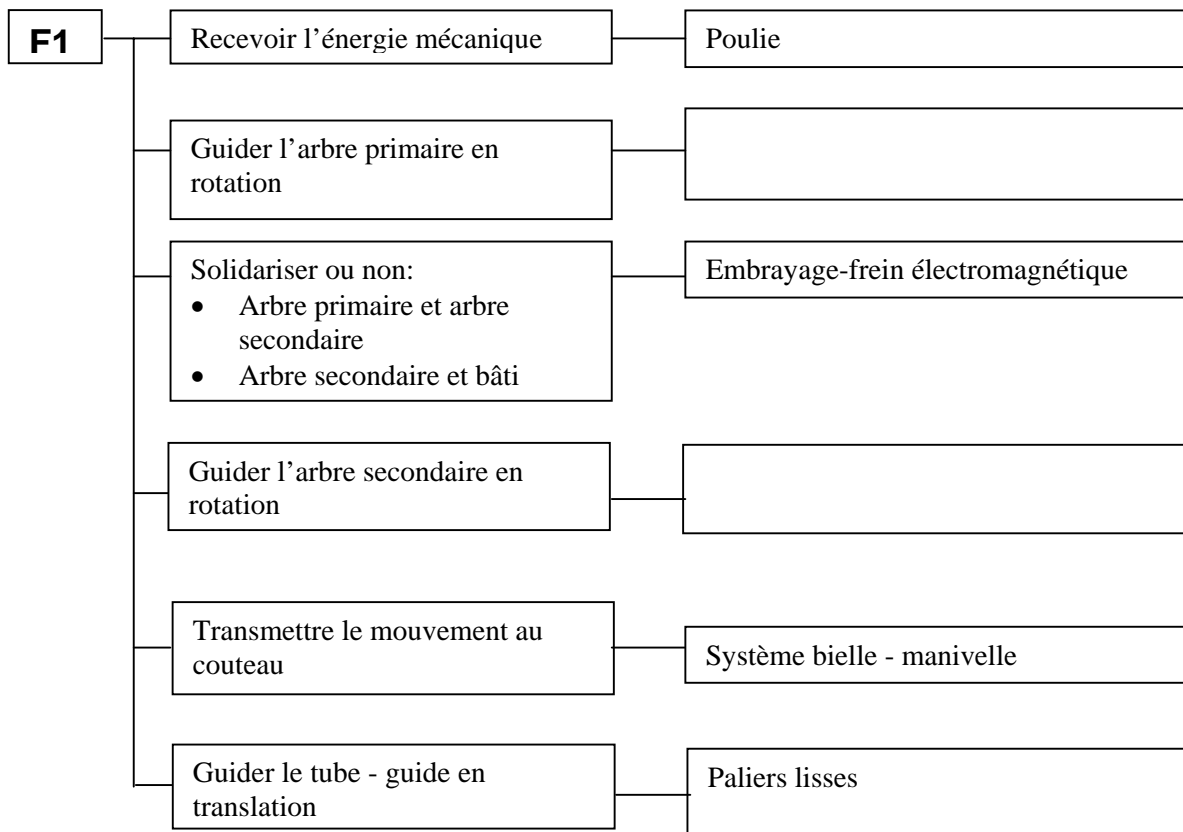
#### ▪ Analyse de solutions constructives.

Une décomposition fonctionnelle de la fonction F1 : « Mettre en mouvement le couteau » est proposée (document TD2) sous forme d'un diagramme FAST incomplet (les solutions technologiques permettant de réaliser les différentes fonctions ne sont pas complètes)

Ce diagramme permet de mettre en évidence le choix des solutions constructives représentées sur le DT9.

Nous allons étudier certaines de ces solutions constructives afin de réaliser le schéma cinématique du sous-ensemble "bras couteau".

## Diagramme FAST Fonction F1 : METTRE EN MOUVEMENT LE COUTEAU

Recevoir l'énergie mécanique.

Le moteur unique transmet son mouvement de rotation à la poulie 2 par l'intermédiaire d'une courroie trapézoïdale. Cette poulie 2 entraîne en rotation l'arbre primaire 1 (DT6, DT8, DT9).

Etude de la liaison entre la poulie 2 et l'arbre primaire 1 (Dessin d'ensemble partiel ci-dessous).

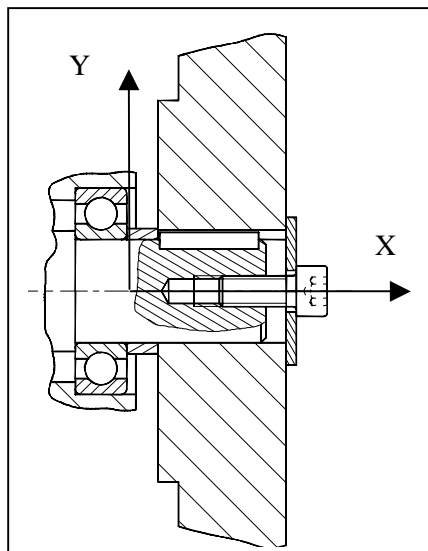
⇒ Analyse de la mise en position :

- **Remplir** le tableau joint en indiquant le nom des surfaces ou des éléments normalisés qui assurent la mise en position de la poulie par rapport à l'arbre primaire en supprimant les degrés de liberté nommés.
- **Surligner** sur le dessin ci-dessous ces surfaces et **indiquer** le repère des éléments normalisés.

⇒ Analyse du maintien en position :

- **Indiquer** dans ce même tableau les repères et les désignations des éléments normalisés qui assurent ce maintien en position.

⇒ **Donner** le nom de la liaison ainsi réalisée entre la poulie et l'arbre primaire.



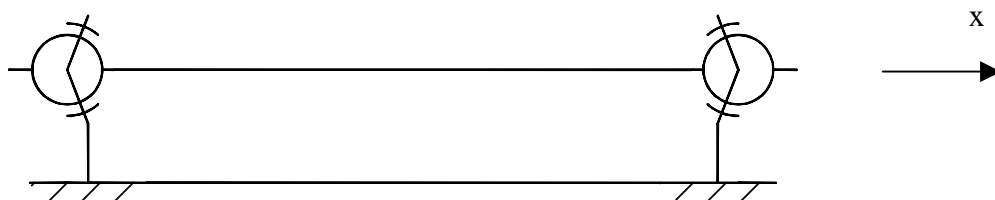
	Degré de liberté supprimé	Nom de la surface ou de l'élément normalisé
Mise en position	Tx -	
	Ty, Tz, Ry, Rz	
	Rx	
Maintien en position	Tx+	
Nom de la liaison entre la poulie et l'arbre primaire		

**Guider l'arbre primaire en rotation.**

Le guidage en rotation de l'arbre primaire par rapport au bâti est réalisé par l'intermédiaire d'éléments roulants.

⇒ **Indiquer** le nom et le repère de ces éléments roulants en les reportant dans le diagramme FAST (TD2).

La schématisation dans le but d'une étude mécanique pourrait être la suivante (deux demi-rotules unilatérales).



⇒ **Donner** le nom et le symbole de la liaison composée équivalente.

NOM	SYMBOLE

**Guider l'arbre secondaire en rotation**

Le guidage en rotation de l'arbre secondaire par rapport au bâti est réalisé par des éléments roulants.

⇒ **Reporter** sur le diagramme FAST (TD2) le nom et le repère de ces éléments roulants.

⇒ Sur le schéma technologique donné ci-dessous, **mettre** en place les arrêts en translation des bagues intérieures et extérieures de ces éléments roulants.

⇒ Parmi les solutions d'association de liaisons simples proposées dans le tableau ci-dessous, **entourer** celle qui correspond au montage réalisé et qui permettrait de mener à bien une étude mécanique.

– **Donner** le nom et le symbole normalisé de la liaison équivalente.

	Association de liaisons élémentaires	Schéma technologique
	Rotule + Rotule	
	Rotule + Linéaire annulaire	
	Linéaire annulaire + Rotule	
		<b><u>Liaison équivalente</u></b> <b>NOM:</b> <b>SYMBOLE:</b>

**Guider le tube - guide en translation**

Le guidage en translation du tube-guide par rapport au bras du couteau est réalisé par interposition de paliers lisses.

⇒ **Reporter** sur le diagramme FAST (TD2) le repère de ces éléments interposés.

▪ **Schéma cinématique.**

Grâce aux études réalisées ci-dessus et aux classes d'équivalence cinématique décrites ci-dessous, **compléter** le schéma cinématique en *dessinant* les trois liaisons manquantes dans les zones grisées, en *indiquant* graphiquement (flèche(s)) :  
 - le mouvement de sortie  
 - les repères de chaque classe d'équivalence cinématique dans le carré approprié.

**Classes d'équivalence cinématique :**

(les éléments roulants et le ressort ne sont pas intégrés dans le classement),  
 (exemple de désignation spécifique : 7g → pièce numéro 7 gauche).

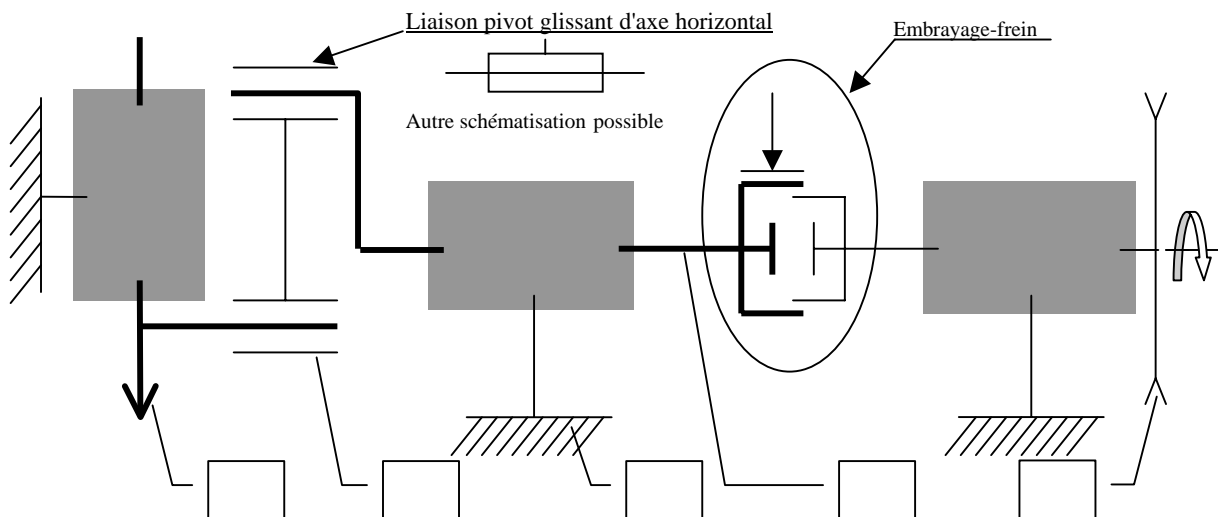
Groupe arbre primaire:  $S1 = \{1, 2, 3, 6d, 7d, 8d, 34, 37d\}$

Groupe arbre secondaire:  $S10 = \{6g, 7g, 8g, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 30, 37g, 38\}$

Groupe bras de couteau "fixe":  $S15 = \{5, 9, 15, 31, 36, 39\}$

Groupe bielle:  $S18 = \{18\}$

Groupe couteau:  $S29 = \{20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33\}$



## 2. DETERMINATION DES PERFORMANCES.

### 2.1. Ensemble bielle – manivelle : déclenchement du freinage.

L'immobilisation du système est assurée par le frein électromagnétique.

Son déclenchement s'effectue par la détection de la position angulaire de la manivelle, correspondant à la position angulaire de la vis 30.

⇒ **Indiquer** le repère et le nom de l'élément permettant de détecter la position particulière de cette vis 30.

	Repère	Nom
ELEMENT		

Entre l'instant de la détection et celui de l'arrêt de la manivelle 14, il existe un décalage de quelques millièmes de seconde.

Deux phénomènes principaux expliquent ce décalage :

- un temps de réponse électrique incompressible  $\Delta t_1 = 5 \text{ ms}$  ( $5 \cdot 10^{-3}$  seconde) nécessaire au basculeur électrique pour passer de l'alimentation de l'embrayage à celle du frein.
- un temps de réponse physique  $\Delta t_2$  lié à l'inertie des pièces en mouvement.

La variation de cadence (entre 3 000 et 30 000 feuilles par heure) va donc entraîner une variation angulaire de la position d'arrêt du couteau autour du « point mort haut ».

On donne: L'allure de la courbe de vitesse  $\omega_{14/15} = f(t)$  en fin de phase pour une cadence  $C_1$ , diagramme 1.

Le couple de freinage est le même quelle que soit la cadence de fonctionnement du système donc la décélération sera identique quelle que soit la cadence.

Afin de mettre en évidence le phénomène, on considérera que la vitesse  $\omega_{14/15}$  pour une cadence  $C_2$  est le double de celle pour la cadence  $C_1$ .

⇒ **Tracer** sur le diagramme 2 l'allure de la courbe de vitesse  $\omega_{14/15}$  en fin de phase pour la cadence  $C_2$  et **mettre** en évidence (en l'indiquant comme sur le diagramme 1) le temps de réponse physique  $\Delta t_2$  qui fera donc varier la position d'arrêt du couteau au "point mort haut".

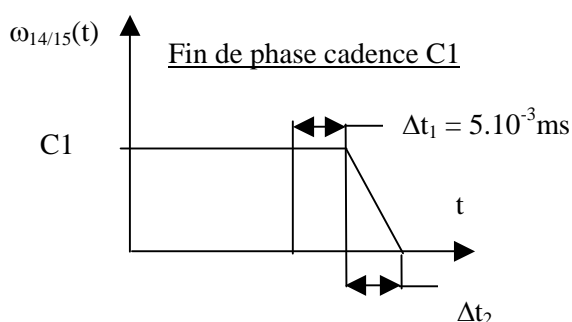


Diagramme 1

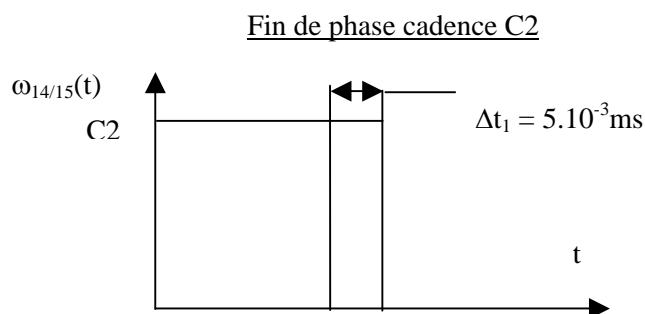
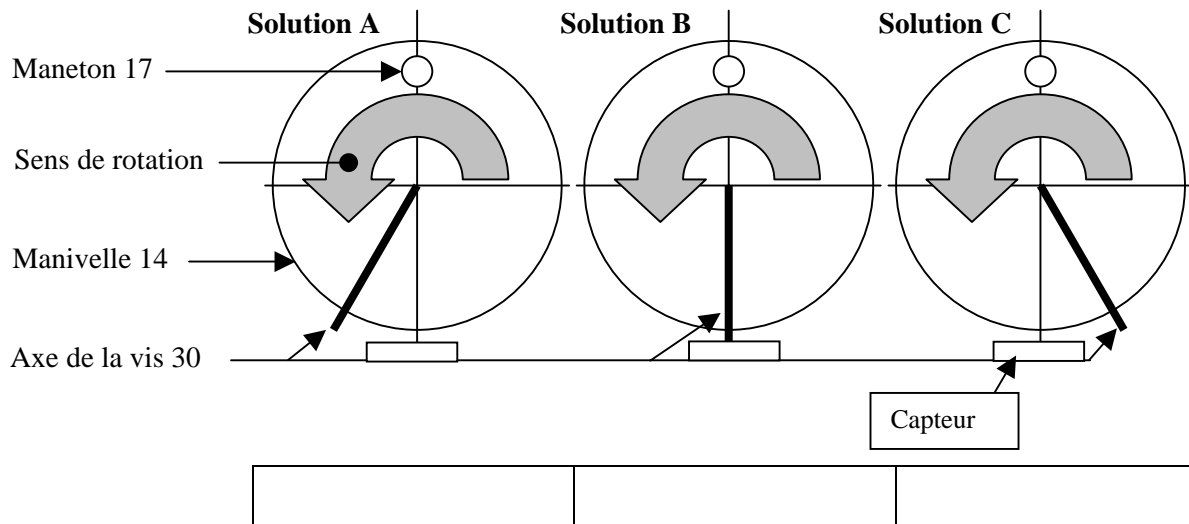


Diagramme 2

Afin de dégager au maximum la zone de passage, l'immobilisation du couteau doit se faire dans la position la plus haute possible : le « point mort haut » de la bielle. Pour une cadence donnée, le temps de réponse du freinage  $\Delta T$  ( $\Delta T = \Delta t_1 + \Delta t_2$ ) amène donc à réaliser un positionnement angulaire « judicieux » de la vis 30 par rapport à l'axe du maneton 17.

Les trois schémas ci-dessous montrent la manivelle 14 en position point mort haut.

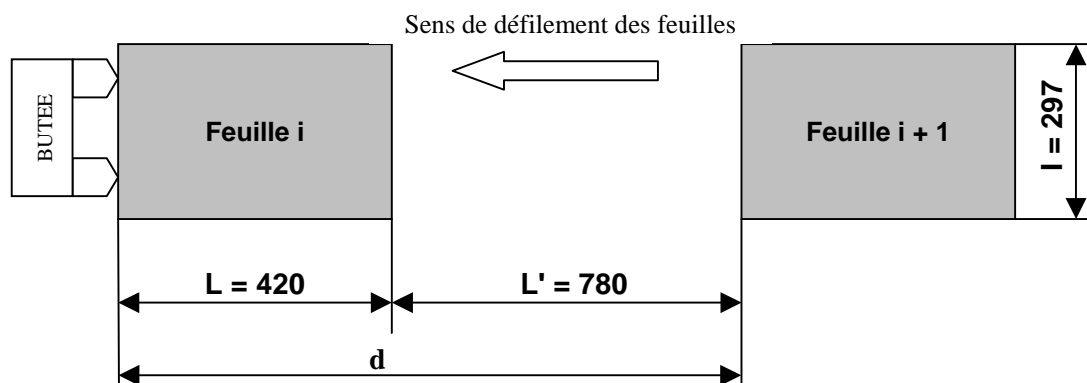
⇒ **Cocher** la case qui correspond selon vous à la position correcte d'implantation pour la vis 30.



## 2.2. Etude cinématique d'un cycle de pliage à couteau (TD7).

La plieuse est chargée d'une pile de feuilles, format A3, imprimés pour l'élaboration d'une série de dépliants à la cadence  $c$  de 10 000 feuilles/heure.

Pour éviter les « embouteillages », on impose un espace libre entre deux feuilles consécutives, égal à 780 mm.



⇒ **Calculer** la vitesse de défilement des feuilles.

*Ecrire dans un premier temps l'équation littérale puis l'application numérique.*

$V =$   $m/s$

⇒ **Calculer** le temps maximum accordé au couteau pour effectuer un cycle, c'est à dire le temps nécessaire à la feuille  $i+1$  pour se déplacer de  $d$ .

*Ecrire dans un premier temps l'équation littérale puis l'application numérique.*

$T_{maxi} =$   $s$

### 2.3. Etude cinématique d'un cycle de manivelle .

Le mouvement de la manivelle se décompose en trois phases:

- Phase 1: une phase d'accélération pendant 20 ms ;
- Phase 2: une phase de rotation à vitesse angulaire constante ;
- Phase 3: une phase de décélération pendant 20 ms.

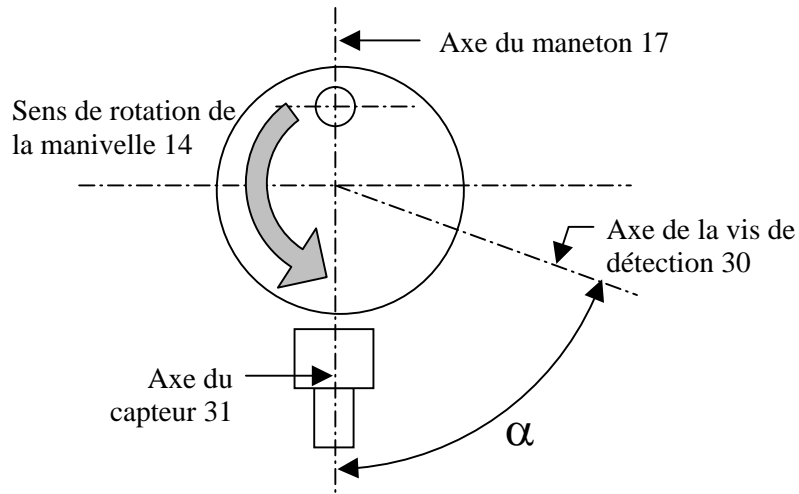
L'étude de ces trois phases permettra de déterminer dans un deuxième temps l'angle dont il sera nécessaire d'incliner la vis 30 pour avoir un arrêt au point mort haut.

⇒ Pour chacune des phases définies ci-dessus, **compléter** le tableau ci dessous en donnant l'équation du vecteur vitesse angulaire et la valeur de l'accélération angulaire.

<u>L'origine des temps et des angles pour cette étude sera pris au début de la phase d'accélération.</u>			
<u>L'unité de temps est la seconde.</u>			
	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3
Equation du mouvement	$\theta_1(t) = 500 t^2$	$\theta_2(t) = 20 t - 0,2$	$\theta_3(t) = -500 t^2 + (100\pi + 20) t - (5\pi^2 + 0,2)$
Equation de la vitesse angulaire $\dot{\theta}(t) = g(t)$			
Valeur de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}(t) = h(t)$			

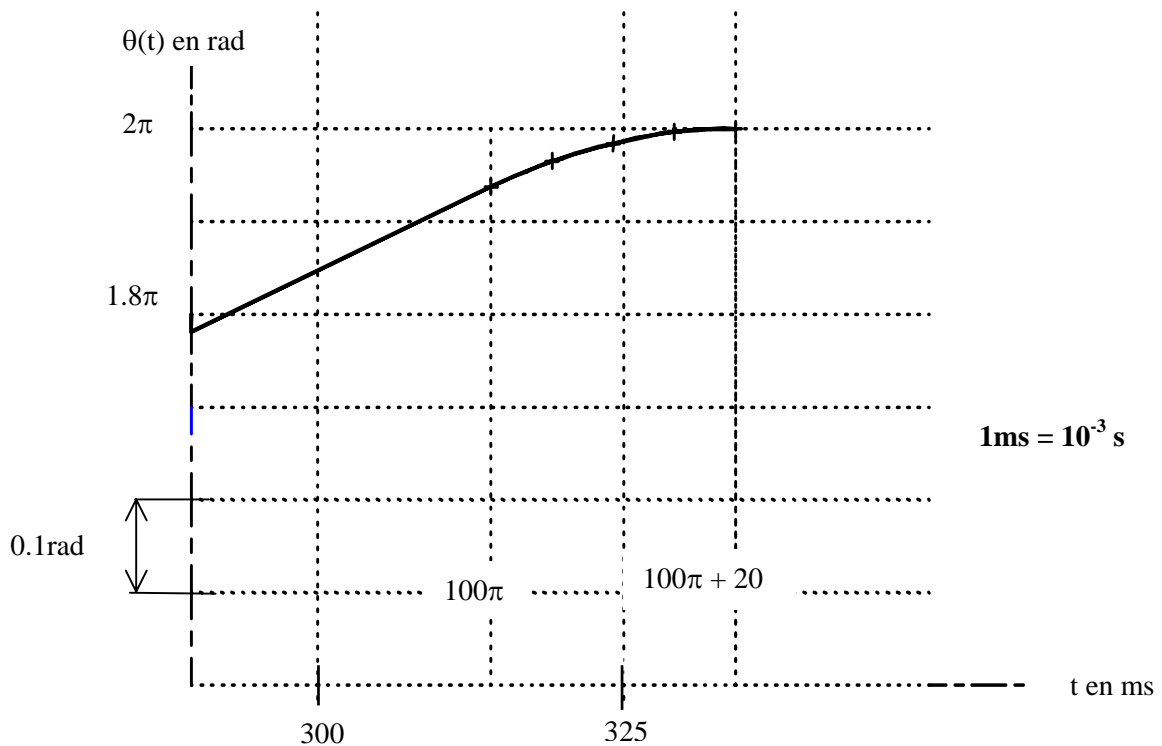
⇒ **Tracer** sur le document TD10, les courbes d'accélération et de vitesse dans les trois phases.

On se propose maintenant, de déterminer l'angle  $\alpha$ , que doit faire l'axe de la vis 30 avec l'axe radial passant par le maneton 17 pour obtenir un arrêt au PMH



Cet angle  $\alpha$  est la somme de deux angles,  $\theta_2$  et  $\theta_3$ , que l'on peut calculer à partir des équations du mouvement données précédemment :

- $\theta_2$  étant l'angle parcouru, pendant les 5 ms de **fin de phase 2**, durant lesquels s'écoule le temps de réponse du basculeur électrique ;
- $\theta_3$  étant l'angle total parcouru pendant la phase de freinage.



⇒ **Relever** sur la figure agrandie ci-dessus l'angle  $\theta_2$ , en radian, qu'effectue la manivelle pendant 5 ms, en **fin phase 2** du mouvement. **Mettre** en évidence votre tracé en rouge. **Comparer** votre résultat avec la valeur en degré obtenue à partir des équations.

$\theta_2$ relevé =	rad
$\theta_2$ calculé=	5,73 degrés

⇒ **Relever** sur la figure agrandie TD8 l'angle  $\theta_3$ , en radian, qu'effectue la manivelle pendant sa phase 3 de décélération. **Mettre** en évidence votre tracé en vert. **Comparer** votre résultat avec la valeur en degré obtenue à partir des équations.

$\theta_3$ relevé =	rad	
$\theta_3$ calculé = 11,46 degrés		

⇒ En **déduire** l'angle  $\alpha$ , en degrés.

	$\alpha =$	degrés
--	------------	--------

## 2.4. Vérification de faisabilité.

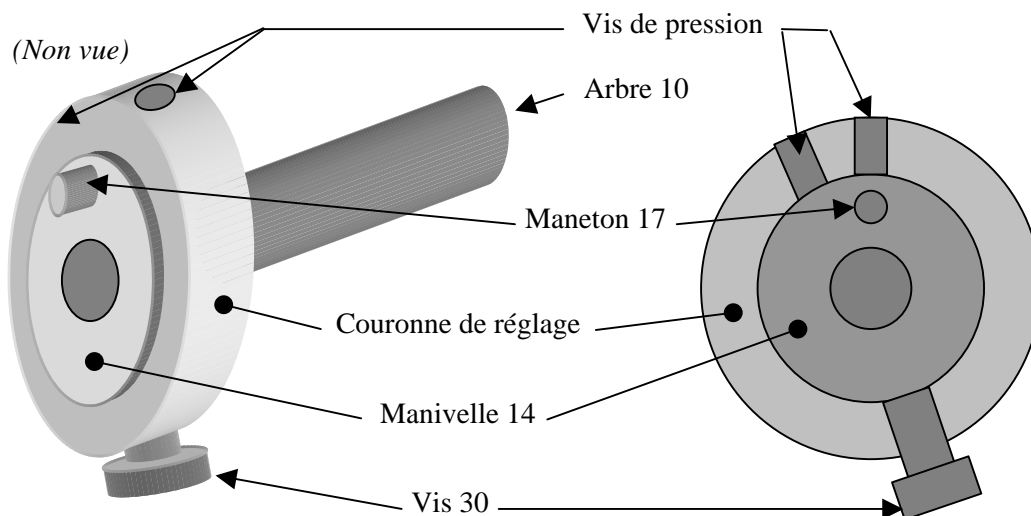
En tenant compte de la temporisation de 20ms en début de cycle de pliage et du temps de réponse du basculeur électrique en début de cycle, **vérifier** à l'aide des courbes étudiées, que le temps d'un cycle de pliage est inférieur à T<sub>maxi</sub> calculé précédemment et **noter** votre conclusion dans le cadre ci-dessous.

--

## 3. PROJET DE MODIFICATION.

Une variation de la cadence de travail nécessite un réglage de la position angulaire de la vis 30 sur la manivelle 14.

Une modification du système est étudiée ici afin de permettre ce changement de position.



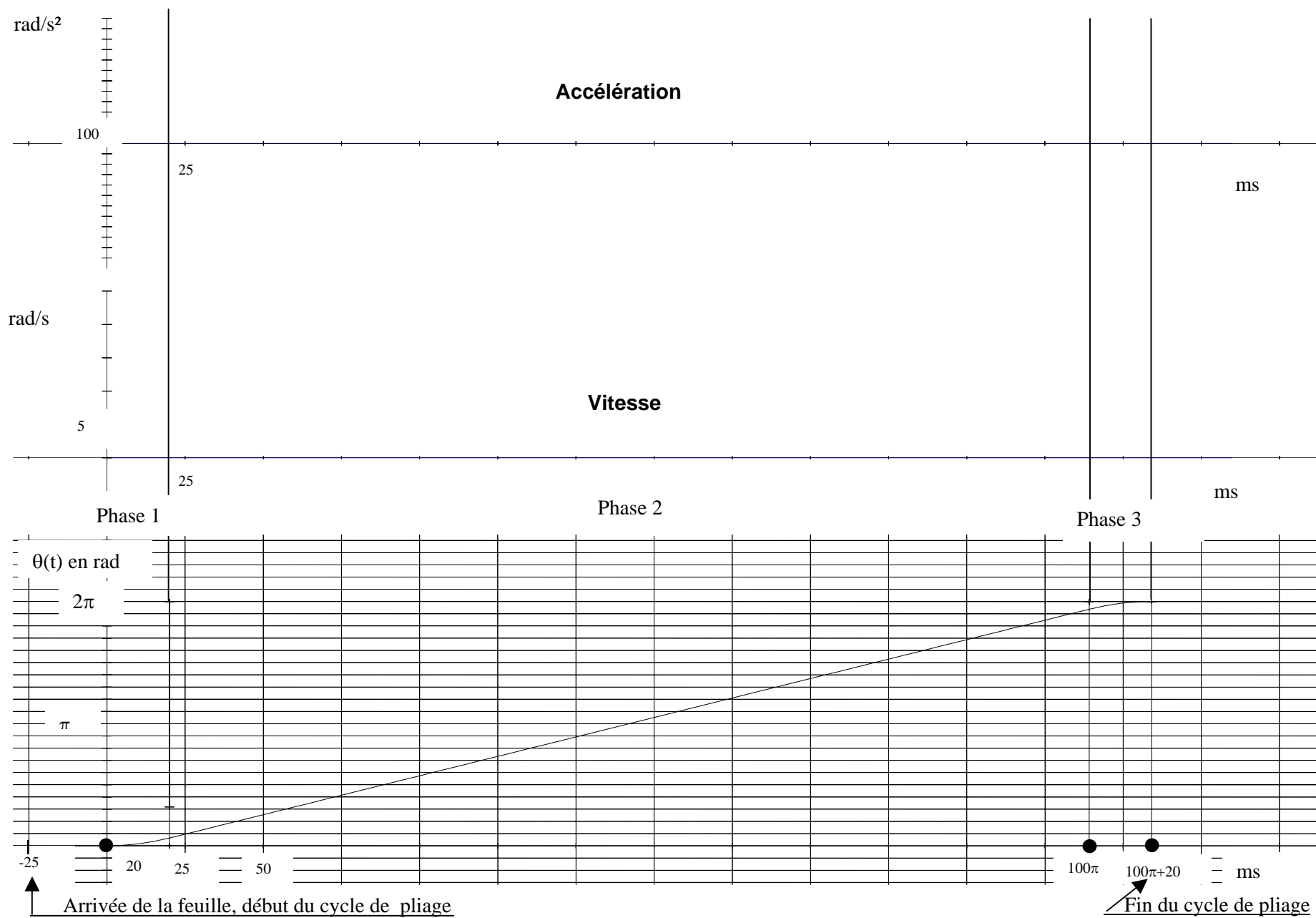
⇒ Sur le document de travail TD11, **représenter** à main levée ou aux instruments la solution constructive suivant les plans de coupe B – B et C - C, en respectant les consignes suivantes:

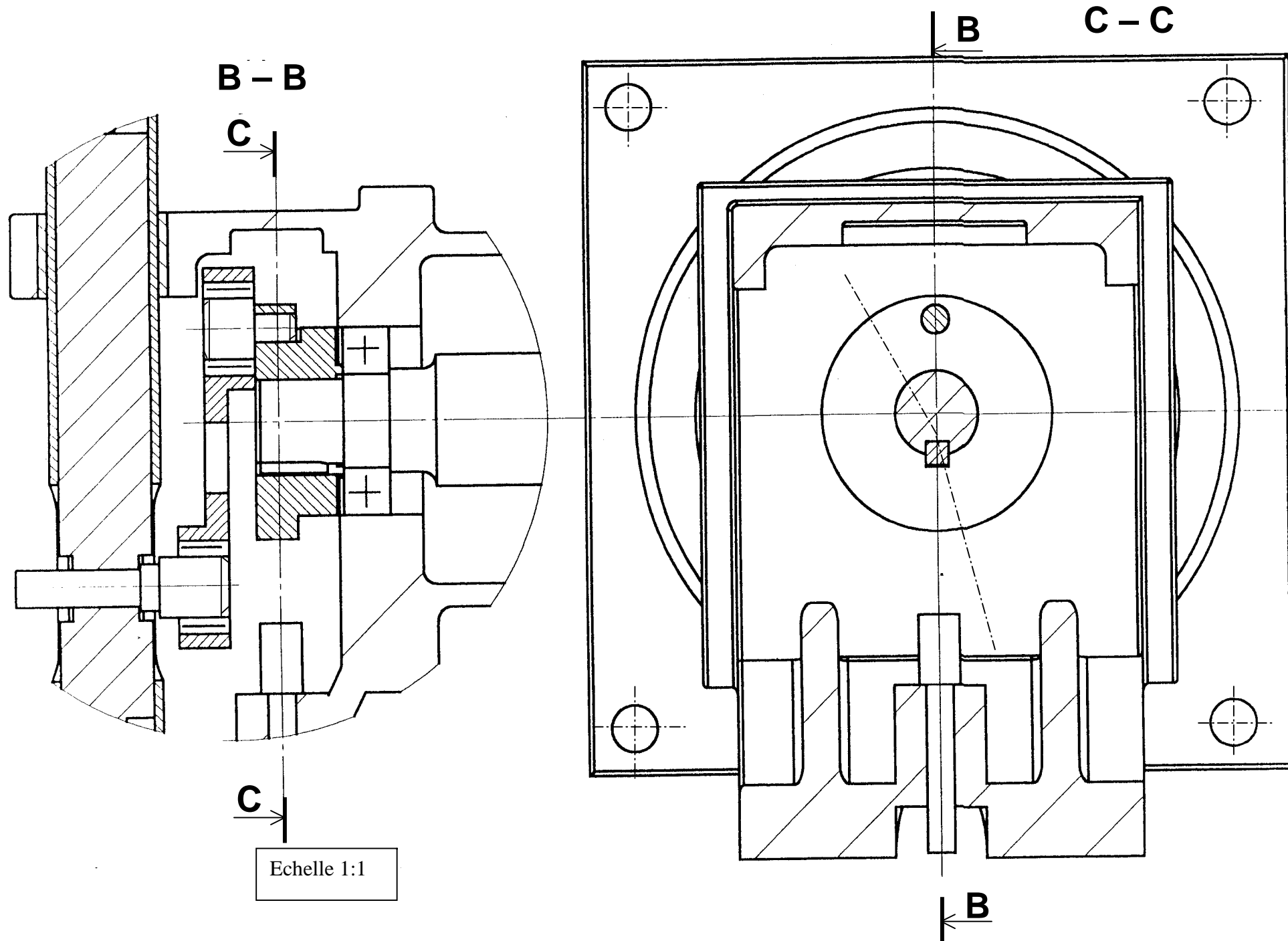
➤ Création de la couronne de réglage (alliage d'aluminium, formes usinées)

- Mise en position par surface cylindrique de révolution et appui plan sur la manivelle 14.
- Maintien en position par adhérence grâce à deux vis de pression sans tête HC M5-6 à bout plat (DR1), une seule de ces deux vis sera représentée sur la coupe B-B
  - ♦ une positionnée sur l'axe vertical ; l'autre positionnée suivant un axe orienté d'un angle de 30° prédéfini (TD11) vue C-C.

➤ Implantation dans la couronne, de la vis 30 et de son contre écrou qui permettent la détection de la position angulaire de la manivelle 14

- Vis sans tête HC M5 – 10 et écrou HM5, ils seront représentés sur la coupe C-C seulement.
- Axe incliné d'un angle de 15° par rapport à la verticale et prédéfini sur le document TD 11 coupe C-C.





***" Plieuse STAHL – T 52 ProLine***

# **Dossier Ressource**

**Ce dossier comporte 1 page numérotée DR 1.**

VIS DE PRESSION									
CHOIX DE L'EXTRÉMITÉ									
NF E 25-014									
<ul style="list-style-type: none"> <li>Revoir le début du chapitre.</li> <li>Les vis résultent de la combinaison de deux éléments :               <ul style="list-style-type: none"> <li>la forme de l'extrémité de la tige,</li> <li>la forme de la tête ou le mode d'entraînement.</li> </ul> </li> </ul>									
d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	u	Longueurs de filetage incomplet : 2 pas max.		
M 1,6	0,8	—	0,8	0,4	0,8				
M 2	1	—	1	0,5	1				
M 2,5	1,5	—	1,2	0,63	1,25				
M 3	2	—	1,4	0,75	1,5				
M 4	2,5	—	2	1	2				
M 5	3,5	—	2,5	1,25	2,5				
M 6	4	1,5	3	1,5	3				
M 8	5,5	2	5	2	4				
M 10	7	2,5	8	2,5	5				
M 12	8,5	3	7	3	6				
M 16	12	4	10	4	8				
M 20	15	5	13	5	10				
							BOUT BOMBÉ Symbole BB		
							BOUT PLAT Symbole PL		
							TÊTE COURT Symbole TC		
							TÊTE LONG Symbole TL		
							BOUT TRONCONIQUE Symbole TR		
							BOUT CUVETTE Symbole CU		

CHOIX DU MODE D'ENTRAÎNEMENT											
d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
a				(1)	(1,4)	(1,5)	(2)	(2,5)	(3)	5,25	8
k <sub>1</sub>							(4)	(5,5)	(7)	9	11
k <sub>2</sub>				(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(10)	12	16
s <sub>1</sub>							(8)	(11)	(13)	18	16
s <sub>2</sub>				(3,2)	(4)	(5)	(6)	(8)	(10)	12	16
s <sub>3</sub>	0,7	0,9	1,1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8
d	r										
1,6	2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8										
2	2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10										
2,5	2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12										
3	3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16										
4	4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20										
5	5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25										
6	6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25 - 30										
8	8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40										
10	10 - 12 - 16 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50										
12	12 - 16 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60										
16	16 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60										

EXEMPLE DE DÉSIGNATION d'une vis à six pans creux, à bout plat de cotés : d = 10, de longueur l = 50 et de classe de qualité 45H :

Vis sans tête à bout plat HC, M10 x 50 - 45H, NF E 27-180

TÊTE HEXAGONALE RÉDUITE

Symbole HZ NF E 25-133

Extrémité normale : TL

TÊTE CARRÉE RÉDUITE


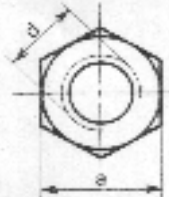
Symbole QZ NF E 25-134

Extrémité normale : TC

SANS TÊTE À SIX PANS CREUX

Symbole HC NF E 27-180 à 27-183

ÉCROUS MANŒVRÉS PAR CLÉS											
ÉCROUS HEXAGONAUX								NF E 25-401			
d	Pas	a	h	d	Pas	a	h	d	Pas	a	h
M1,6	0,25	3,2	1,3	M 6	1	10	5,2	M20	2,5	30	18
M2	0,4	4	1,6	M 8	1,25	13	6,8	M24	3	35	21,5
M2,5	0,45	5	2	M10	1,5	16	8,4	M30	3,5	45	28,6
M3	0,5	5,8	2,4	M12	1,75	19	10,3	M36	4	55	31
M4	0,7	7	3,2	(M14)	2	21	12,8	M42	4,5	65	34
M5	0,9	8	4,7	M16	2	24	14,8	M48	5	75	38

Symbole : H

■ C'est le type d'écrou le plus utilisé.  
 ■ Il convient pour la majorité des applications.

EXEMPLE DE DÉSIGNATION d'un écrou hexagonal de code d = M 10 et de classe de qualité 8 (ou la matière)<sup>4</sup>.  
 Écrou H, M 10 8

NF E 25-401