

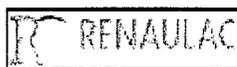
**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**

**PILOTAGE DE SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISEE**

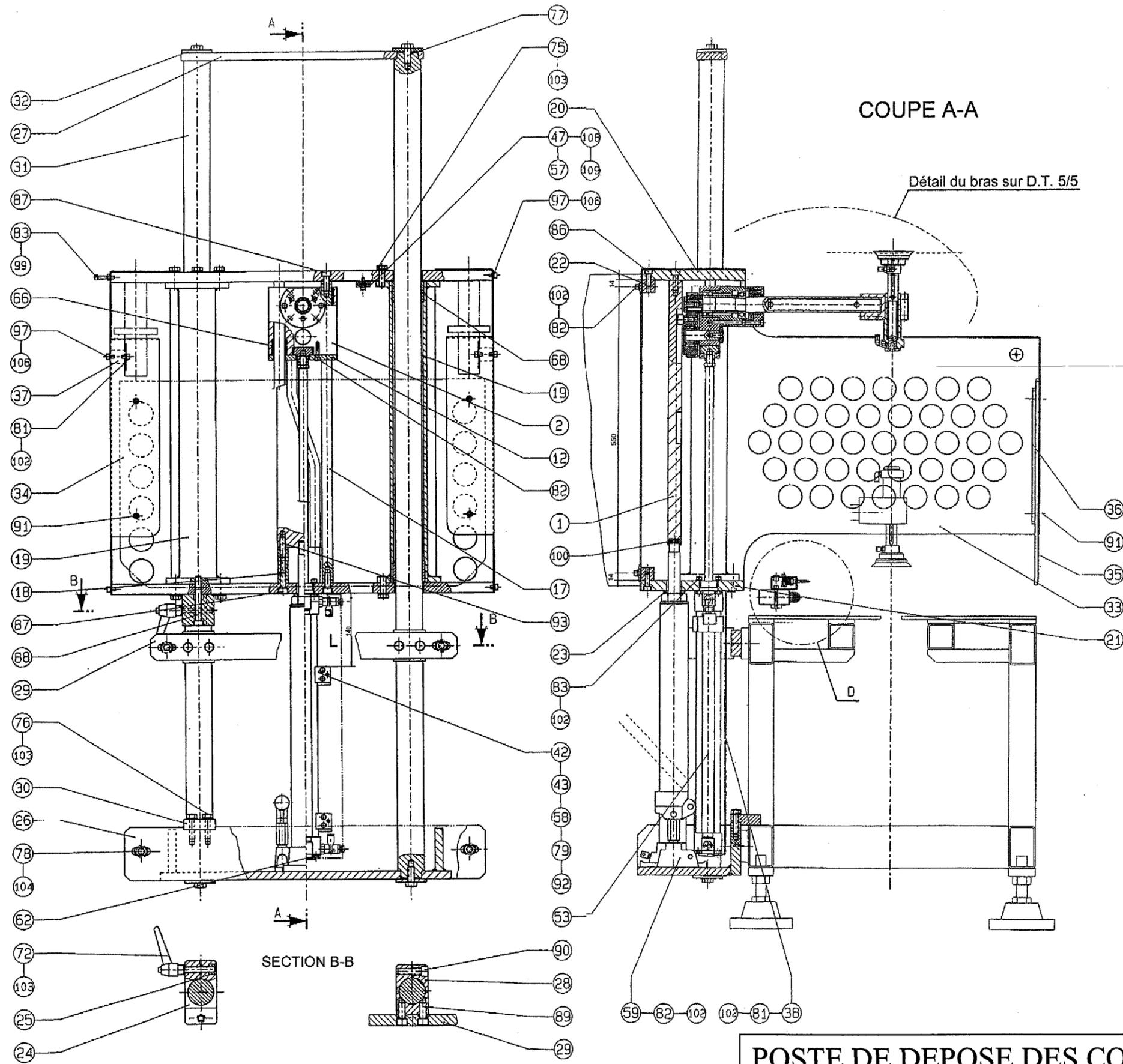
**SESSION 2008**

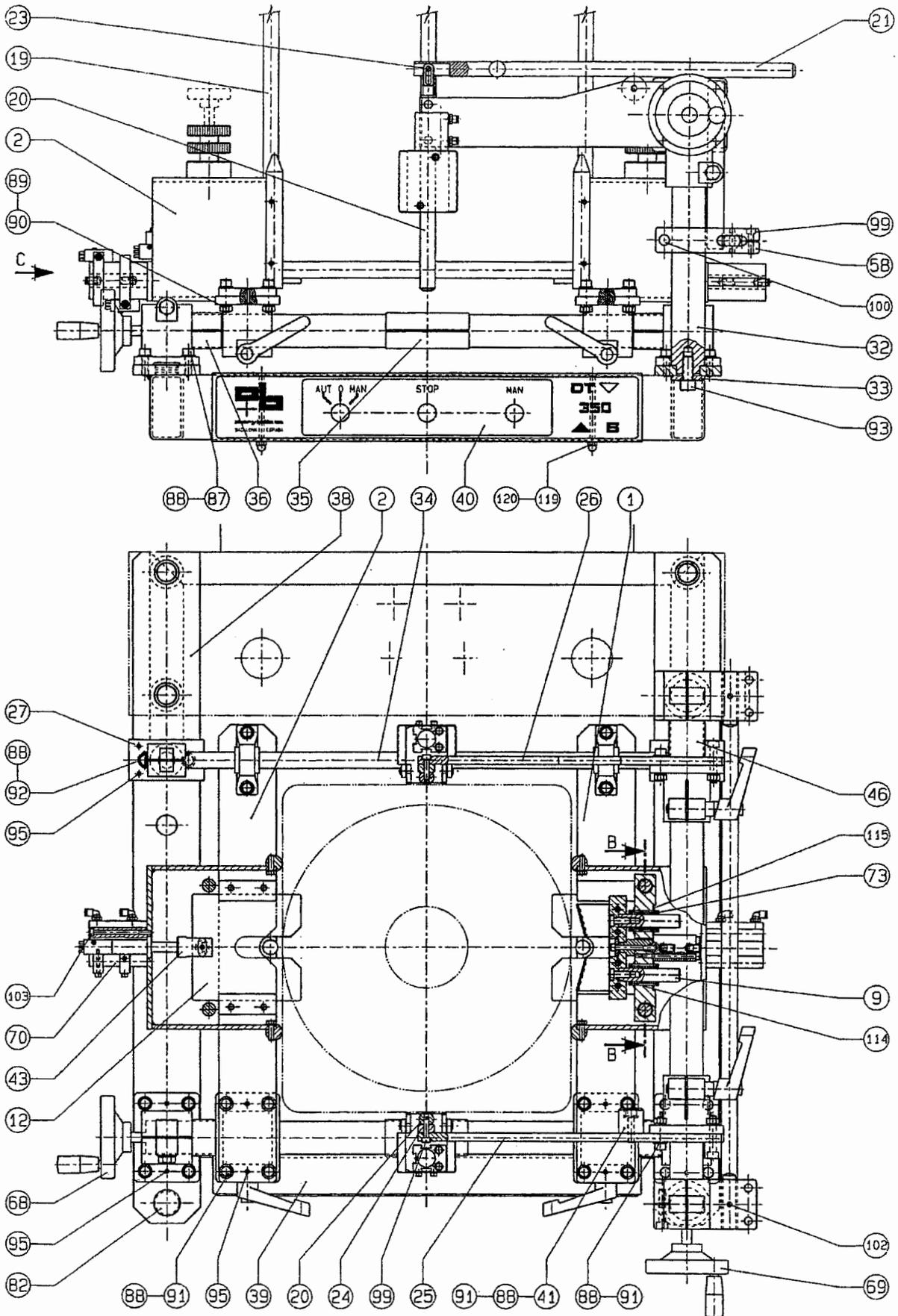
**Epreuve E1 : Epreuve scientifique et technologique**  
**Sous épreuve A1 Unité U11 : Etude de système de production automatisée**

**DOSSIER TECHNIQUE**

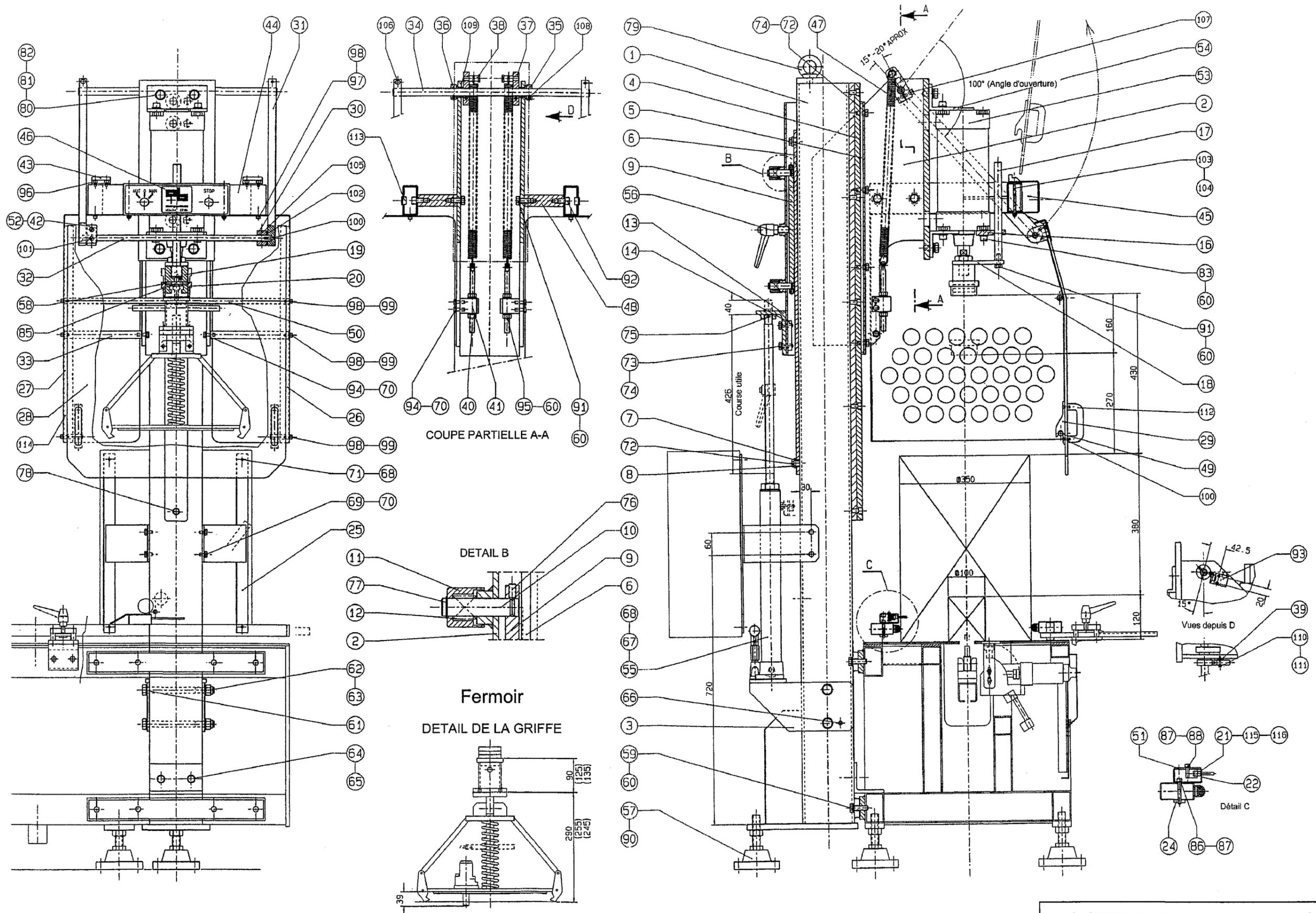


**Ligne de  
conditionnement  
de peinture**

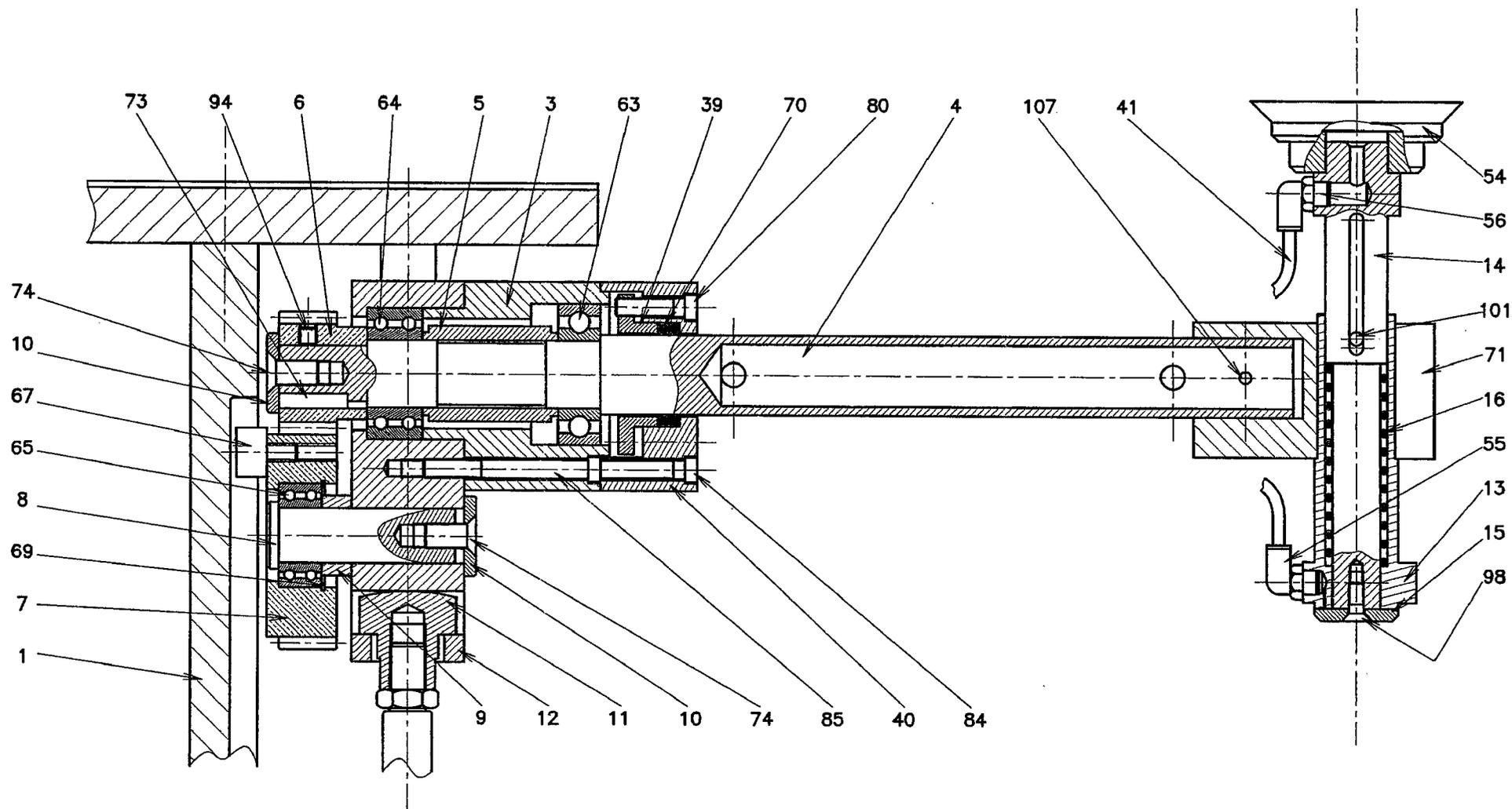




**MAGASIN DES COUVERCLES**



**POSTE DE SERTISSAGE**



**BLOC DE RETOURNEMENT (détail)**

Dossier Technique	B.B. FABRICATION RENAULAC	D.T. 5 / 5
----------------------	---------------------------	------------

Code : 0806 -PSP ST A

## BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

### PILOTAGE DE SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISEE

#### SESSION 2008

Epreuve E1 : Epreuve scientifique et technologique  
Sous épreuve A1 Unité U11 : Etude de système de production automatisée

### DOSSIER RESSOURCE



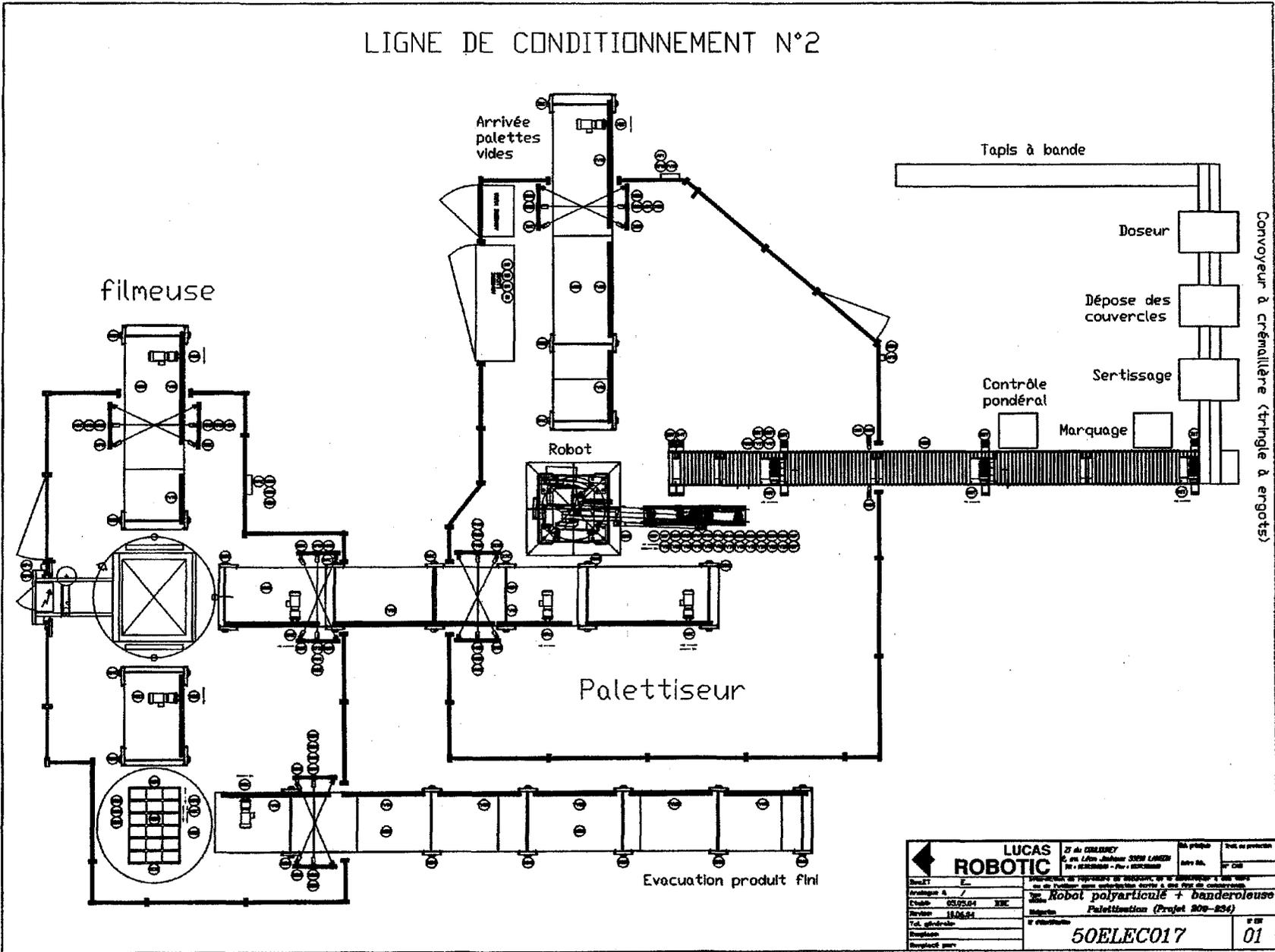
# Ligne de conditionnement de peinture

Dossier  
Ressource

B.B. FABRICATION RENAULAC

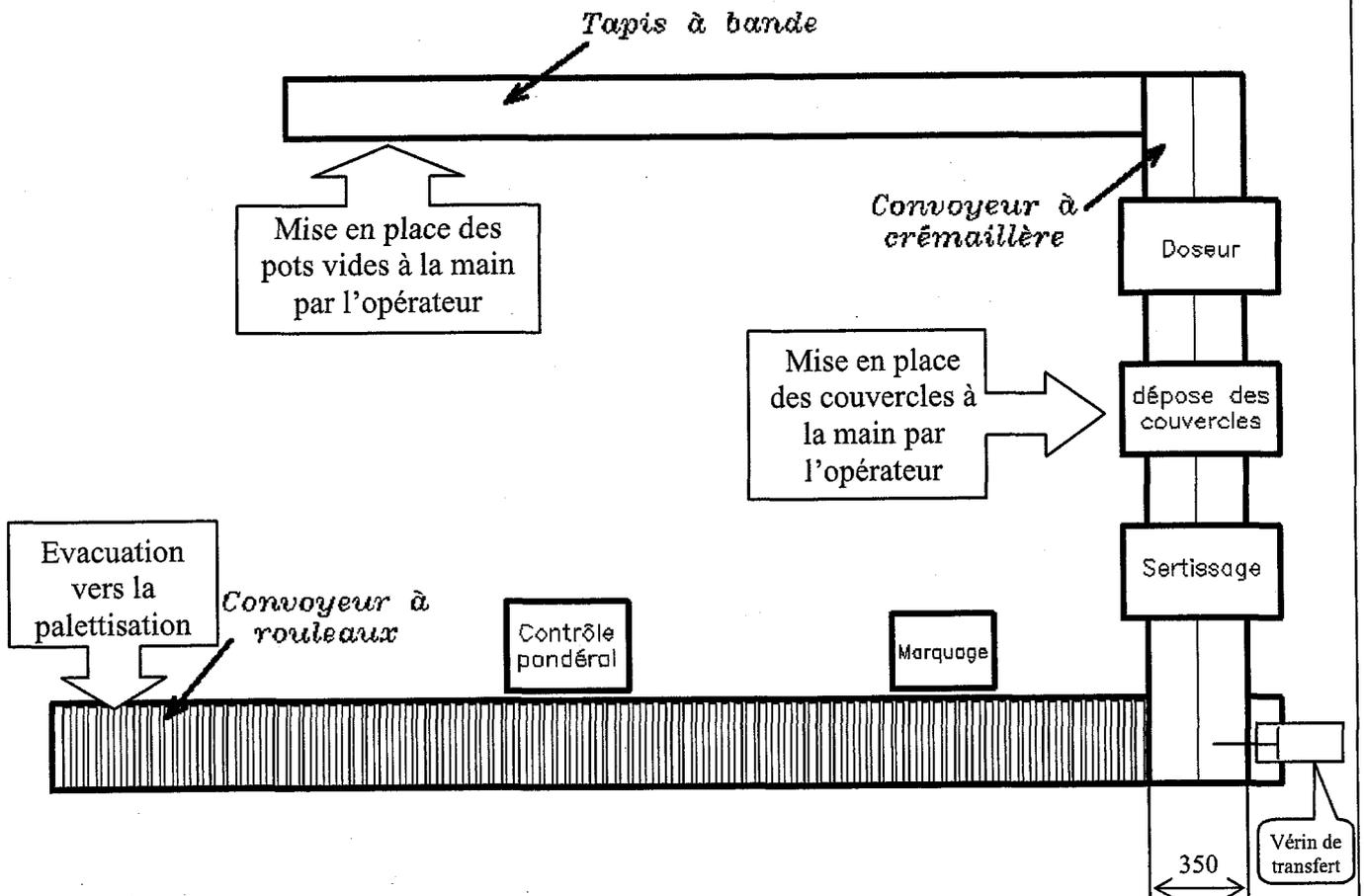
D.R. 1 / 14

LIGNE DE CONDITIONNEMENT N°2



<b>LUCAS ROBOTIC</b>		27 av. CHEVREY F. en. Lén. Juchaux 52080 LAMOU FR - 52080 Lamou - Fax - 03833888	Site principal Lamou	Site ou projection 07 000
Design	E.	Projet de robot pour l'industrie de l'automobile, de la métallurgie et des plastiques ou en fonction des applications citées à titre d'exemple.		
Analogue à	/	Type Robot polyarticulé + banderoleuse		
Code	050504	Version	Mars 84 Palettiseur (Projet 806-804)	
Version	11.06.84	N° de fabrication		
Tel. générale		50ELECO17		01
Remarque				
Remarque 2ème				

Implantation du site :



### Données techniques générales :

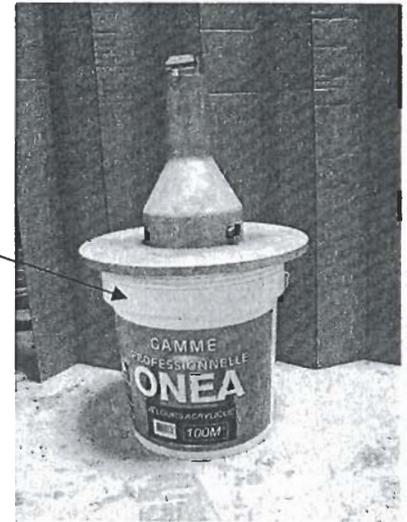
- La ligne permet de réaliser trois conditionnements différents ; 4, 15 et 16 litres. Le conditionnement 16 litres ne fera pas partie de l'étude.
- Le déplacement des pots est réalisé par trois convoyeurs.
- Les énergies sont électrique et pneumatique.
- La fabrication de la peinture et la palettisation ne font pas partie de l'étude.
- La densité de la peinture est de 1,45.
- Les pots comme les couvercles sont chargés manuellement sur le système.

Conditionnement :



4 litres

15 litres

16 litres  
(non étudié)**Description du cycle :**

- Acheminer des pots vides.
- Remplir les pots de peinture.
- Déposer un couvercle sur le pot plein.
- Sertir le couvercle.

Déplacement des pots :

**- Un tapis à bande (à gauche de la photo) :**

L'opérateur y pose les pots au fur et à mesure du conditionnement.

Les réglables se font sur la largeur des guides en fonction du diamètre des pots.

**- Un convoyeur à crémaillère ou tringle à ergots (à droite de la photo) :**

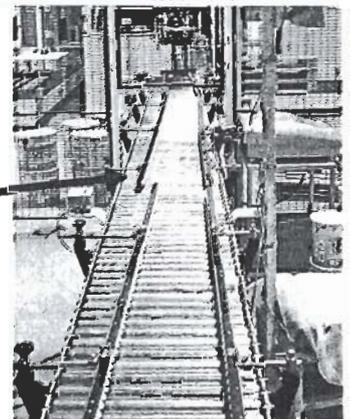
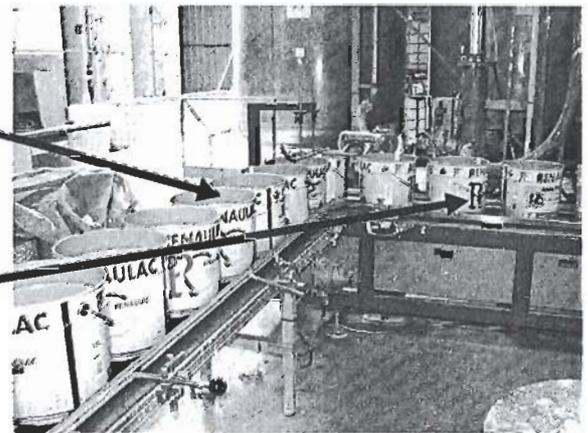
La crémaillère à ergots permet de séparer les pots pour les positionner correctement sous le remplissage, le bouchage et le sertissage.

Il y a des ergots d'un côté de la tringle pour les pots de 15 litres et de l'autre côté pour les pots de 4 litres.

Les réglables se font sur la largeur des guides en fonction du diamètre des pots, sur le sens de montage de la crémaillère et sur la longueur du déplacement de la crémaillère en fonction des pots

**- Un convoyeur à rouleaux :**

Il sert à l'évacuation des pots vers l'impression, le contrôle pondéral et le robot de palettisation. (ces opérations ne font pas partie de l'étude)



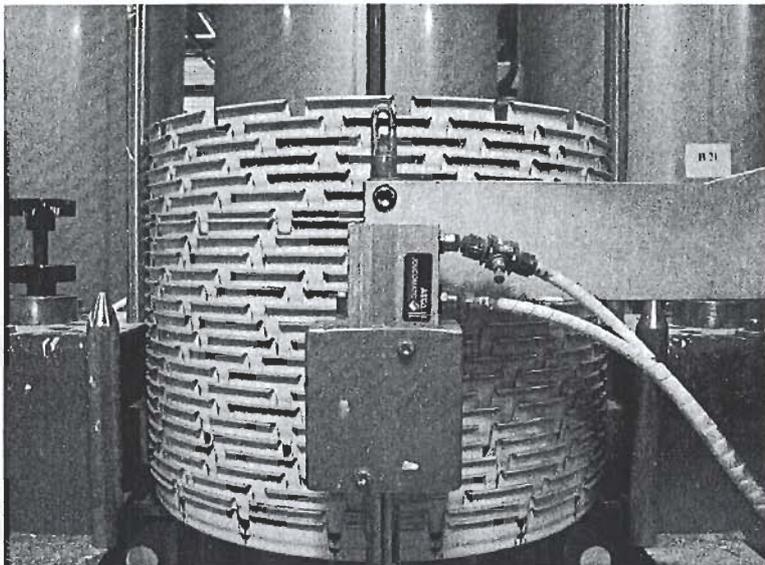
## Remplissage des pots de peinture :

### Un doseur volumétrique :

Verse par une buse de diamètre différent (une buse pour les pots de 4 litres et une buse pour les pots de 15 litres) la peinture dans les pots.

La quantité de peinture se règle par une manivelle qui agit sur la longueur de déplacement du piston qui absorbe la peinture d'une trémie et la vide dans le pot par le jeu d'un clapet d'aspiration et de refoulement.

La hauteur de la buse au dessus du pot est réglée par un verin hydraulique.



## Dépose des couvercles :

### Poste de dépose des couvercles :

Par l'intermédiaire d'une ventouse à aspiration par venturi, le couvercle est saisi, retourné et déposé sur le pot. (voire schéma suivant)

Il y a trois types de couvercles :

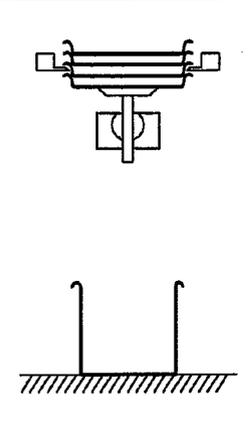
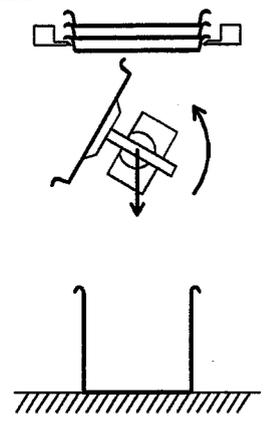
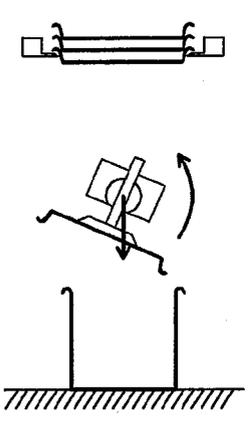
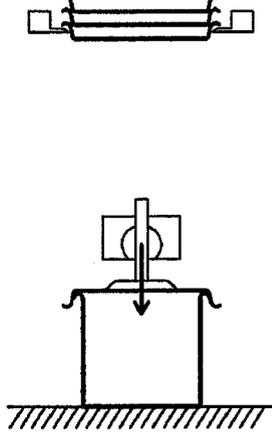
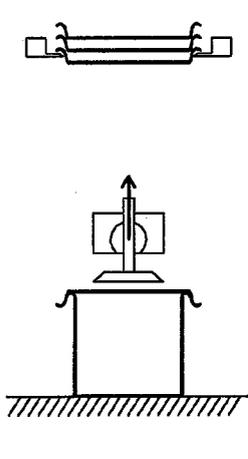
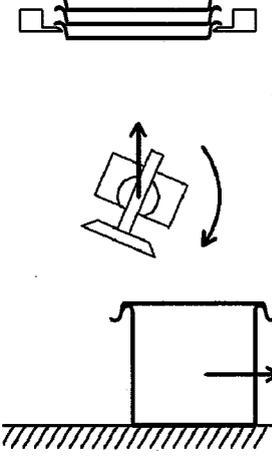
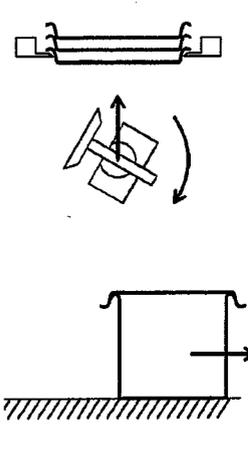
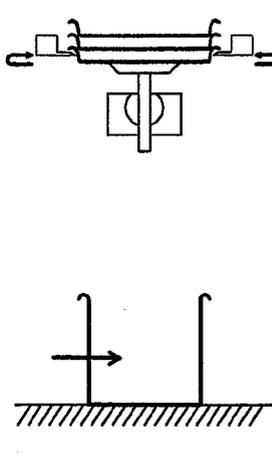
- Le couvercle métallique des pots de 4 litres diamètre 180mm
- Le couvercle métallique des pots de 15 litres diamètre 350mm
- Le couvercle en plastique des pots de 16 litres diamètre 360mm (*non étudié*)

Les couvercles sont déposés à l'envers dans le magasin du distributeur

Il faut régler les quatre guides au format du couvercle puis la hauteur de la tête de pose adaptée aux pots par un vérin hydraulique et les deux butées qui libèrent un seul couvercle à la fois.



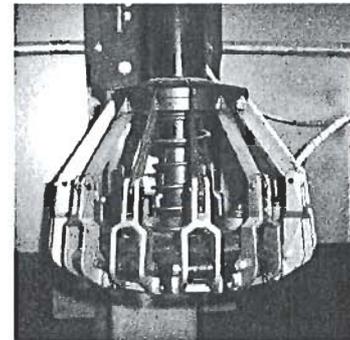
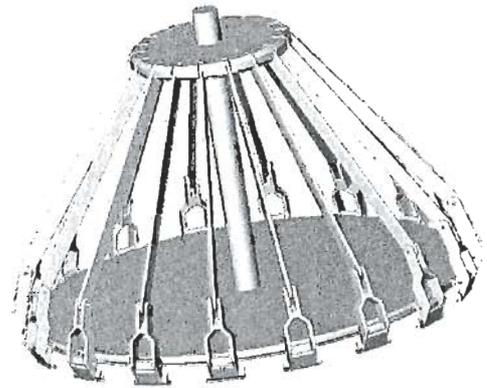
Voir l'illustration  
sur la page D.R. 6/14

	<p>① A l'aide de la ventouse le bloc de retournement vient saisir le premier couvercle (le second reste maintenu à l'aide des peignes)</p>		<p>② Le bloc de retournement descend et fait pivoter le couvercle</p>
	<p>③ Le bloc de retournement continue la descente et la rotation du couvercle.</p>		<p>④ A la fin de la descente, la ventouse dépose le couvercle sur le pot</p>
	<p>⑤ La ventouse relâche le couvercle et amorce sa remontée.</p>		<p>⑥ Le bloc de retournement pivote en remontant. Le pot et le couvercle sont déplacés par le convoyeur vers le poste de sertissage.</p>
	<p>⑦ La remontée et la rotation se poursuivent afin de revenir en position initiale.</p>		<p>⑧ La ventouse se positionne sur le deuxième couvercle. Les peignes relâchent le deuxième couvercle et maintiennent le troisième. Le convoyeur achemine un pot venant du doseur.</p>

**Sertissage des couvercles :****Poste de sertissage :  
Sertissage des pots métalliques  
(Voire photo D.R. 4)**

Le sertissage des pots métalliques est réalisé par une tête constituée de pinces qui, en descendant sur le couvercle, vont se rabattre vers l'intérieur et vont sertir les languettes du couvercle tout autour du pot. Un joint dans le couvercle sert à faire l'étanchéité.

Il faut donc adapter la tête de sertissage et régler sa hauteur en fonction du type de pots par un vérin hydraulique.

**Changement de campagne :**

Il existe deux campagne de remplissage correspondant à deux conditionnements différents :

- Petit conditionnement (pot de 4 litres Ø180 mm, hauteur 200mm)
- Grand conditionnement ( pot de 15 litres Ø350 mm, hauteur 200mm)

Les dimensions des pots et des couvercles étant différents, pour changer de campagne de production, un certain nombre de modifications du système est indispensable :

- Réglage du doseur volumétrique.
- Réglage de guides des convoyeurs.
- Retournement de la tringle du convoyeur à crémaillère.
- Réglage du support de couvercles (diamètre et hauteur)
- Réglage du positionnement de retournement des couvercles.
- Changement de la tête de sertissage.
- Réglage en hauteur de la tête de sertissage.
- Paramétrage du marquage et du contrôle pondéral.

Le temps nécessaire à ces modifications est estimé à 2 heures pendant lesquelles la production est arrêtée.

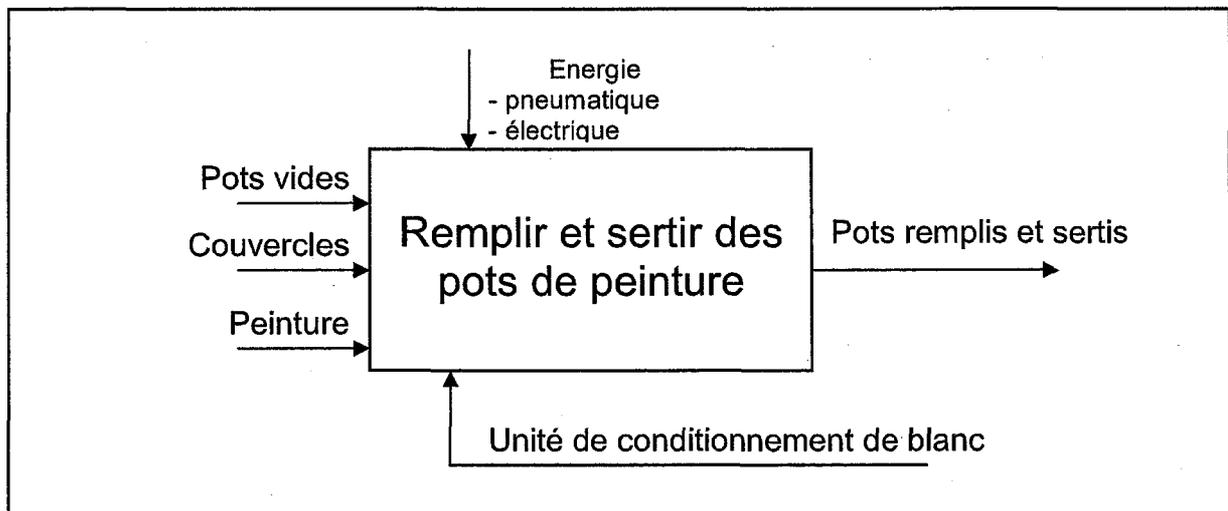
**Les temps :**

- Le temps de convoyage (d'un poste à l'autre) est de 2,5 secondes.
- Le temps de remplissage (pour 15 litres) est de 2 secondes.
- Le temps de dépose des couvercles est de 1,2 secondes.
- Le temps de sertissage est de 4,5 secondes.
- Le convoyeur à crémaillère est arrêté pendant les opérations.
- Le temps de palettisation étant nettement supérieur aux temps de remplissage, la ligne de production est souvent stoppée.
- Le temps de changement de campagne est de 2 heures.

**Limite de l'étude :**

L'étude du système débute au remplissage des pots par le doseur et se termine sur le convoyeur à rouleaux après le sertissage des couvercles.

L'actigramme du système au niveau A-0 est le suivant :



**VÉRINS DOUBLE EFFET, Ø 32 à 125 mm**  
CONFORMES AUX NORMES  
**AFNOR NFE 49003 - ISO 6431 - VDMA**  
SÉRIE 450 - TYPE : PES (à tube profilé)

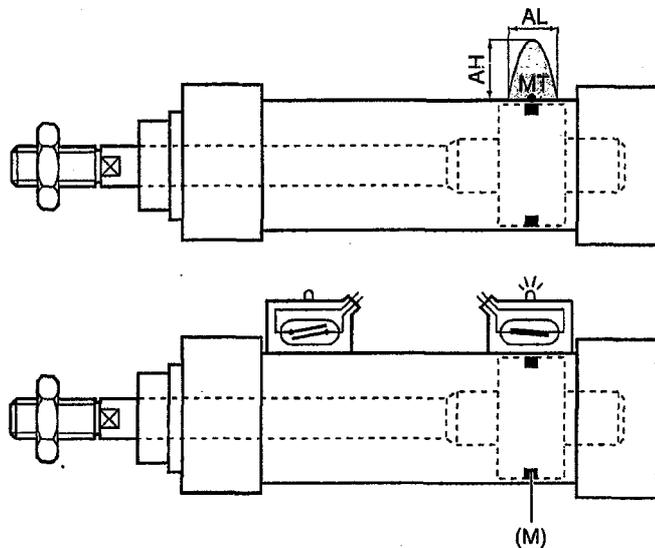


P230-FR.R8

**ASCO**  
**JOUCOMATIC** 

## VÉRINS AFNOR-VDMA-ISO Ø 32 à 125 mm

## DETECTION MAGNETIQUE



Les vérins PES Ø 32 à 80 mm prévus pour détecteurs présentent un **spectre magnétique suivant recommandation CNOMO E 530 52 809**. Valeurs du champ 7,5 mTesla au point MT et 2 mTesla maxi à la périphérie du spectre magnétique (1 mTesla = environ 10 Gauss)

	Ø vérin					mm
	32	40	50	63	80	
AH	6	6	7	8	9	
AL	8	9	10	10	11	

La qualité de détection de position est assurée en utilisant nos détecteurs ILS, magnéto-résistif ou magnéto-inductif, voir sommaire ci-dessous.

Vérins équipés d'un aimant (M) prévus pour fonctionner en association avec des détecteurs magnétiques de positions (DM). Ces vérins peuvent être équipés d'un ou plusieurs détecteurs magnétiques de positions (sans contact) fixés sur le tube. Ils permettent le contrôle des positions de fin de course, mais également des positions intermédiaires du piston.

## DÉFINITION DE LA RÉFÉRENCE D'UN VÉRIN AFNOR/VDMA/ISO Ø 32 A 125 mm

**PES**    ..    **A/NA**    ...    - **DM**

Type de vérin : préfixe PES \_\_\_\_\_

Ø du vérin (en mm) \_\_\_\_\_

Amortissement pneumatique réglable en fin de course : suffixe **A**  
Non amorti (amortissement élastique) : suffixe **NA**

Course (en mm) \_\_\_\_\_

prévus pour recevoir des détecteurs magnétiques (tube amagnétique) = suffixe **DM** \_\_\_\_\_

## COMMANDE

Pour votre commande, nous préciser :

## VÉRIN

Le code standard ou la référence du vérin \_\_\_\_\_

Le code ou la référence de l'éventuelle option \_\_\_\_\_

450 .. ... + .. ...

## FIXATIONS

Le ou les codes et la quantité des fixations \_\_\_\_\_ : 434 .. ...

## DÉTECTEURS

Le code et la quantité des détecteurs magnétiques (éventuels) \_\_\_\_\_ : 881 .. ...

Le code et la quantité des fixations \_\_\_\_\_ : 881 .. ...

# DÉFINITION D'UN DIAMÈTRE DE VÉRIN

## • EFFORT DYNAMIQUE DÉVELOPPÉ PAR UN VÉRIN

$$F = \text{Pression} \times \text{Surface du piston} \times \text{Rendement}$$

Le rendement d'un vérin dépend du diamètre du vérin, de la pression et de paramètres d'ordre mécanique.

Les abaques et tableaux ci-dessous définissent les efforts dynamiques développés par les vérins en sortie et rentrée de tige, en fonction de la pression d'alimentation.

## • TAUX DE CHARGE

C'est le rapport, exprimé en pourcentage, entre la charge réelle à déplacer par le vérin et l'effort dynamique disponible en bout de tige.

$$\text{Taux de charge (en \%)} = \frac{\text{charge réelle}}{\text{Effort dynamique}} \times 100$$

Pour une utilisation optimale du vérin, il est recommandé de définir un vérin tel que le taux de charge soit inférieur ou égal à 75 %.

EXEMPLE : Définition d'un vérin pour soulever une charge de 130 daN à une pression de 7 bar relatifs (manométriques).

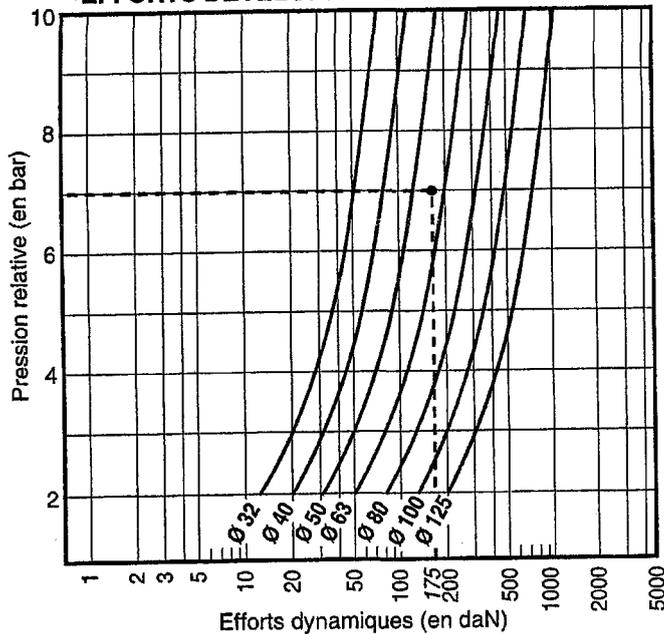
$$\text{Effort dynamique théorique} = \frac{\text{charge réelle}}{\text{Taux de charge}} = \frac{130}{0,75} = 175 \text{ daN}$$

Dans l'abaque "sortie de tige", définir le point de rencontre entre l'effort dynamique ainsi calculé et la pression d'alimentation. Le diamètre du vérin nécessaire sera celui dont la courbe passe par ce point ou celui développant un effort immédiatement supérieur.

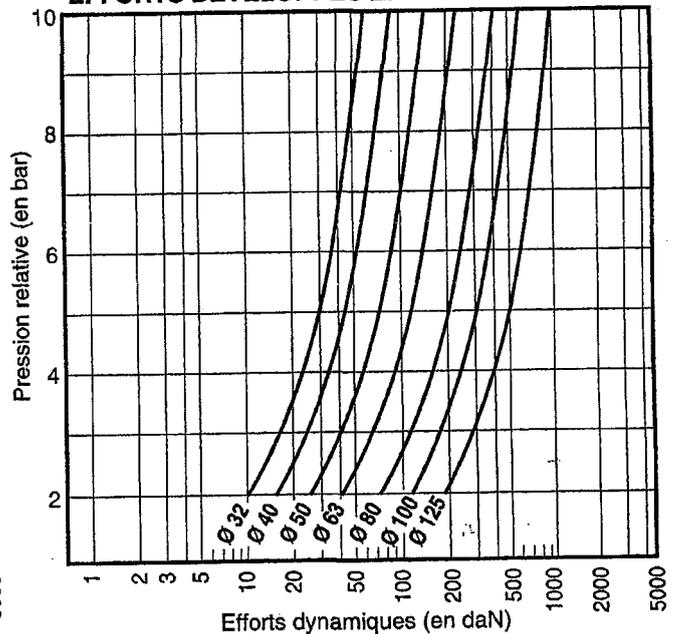
Dans l'exemple cité : 175 daN est situé entre le Ø 50 et le Ø 63 mm. Le vérin recommandé est le Ø 63 mm qui développe 200 daN à 7 bar et le taux de charge réel est de :

$$\frac{130 \text{ daN}}{200 \text{ daN}} \times 100 = 65 \%$$

## EFFORTS DÉVELOPPÉS EN SORTIE DE TIGE



## EFFORTS DÉVELOPPÉS EN RENTRÉE DE TIGE



## EFFORTS DÉVELOPPÉS PAR LES VÉRINS

Ø Vérin (mm)	Ø Tige (mm)	Section du piston (cm <sup>2</sup> )	Efforts dynamiques développés, en daN, en fonction de la pression d'alimentation (bar)											
			2		4		6		8		10			
●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	
32	12	8	6,9	13	11	30	25	46	39	62	52	77	65	
40	16	12,6	10,6	21	17	46	37	70	58	95	80	122	100	
50	20	19,6	16,5	33	27	70	58	110	92	150	124	190	155	
63	20	31,2	28,1	53	46	110	98	170	154	230	211	290	264	
80	25	50,3	45,4	88	77	185	163	285	255	385	341	480	427	
100	25	78,5	73,5	135	125	290	260	440	400	600	550	750	675	
125	32	123	115	210	200	460	420	700	650	925	875	1150	1100	

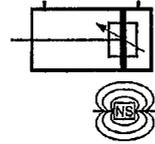
● Efforts développés en sortie de tige (côté fond)

○ Efforts développés en rentrée de tige (côté tige)

Nota : Les vérins à double tige traversante développent des efforts identiques dans les deux sens de fonctionnement, correspondant aux valeurs définies ci-dessus en rentrée de tige.

Série 450  
Type : PES-DM

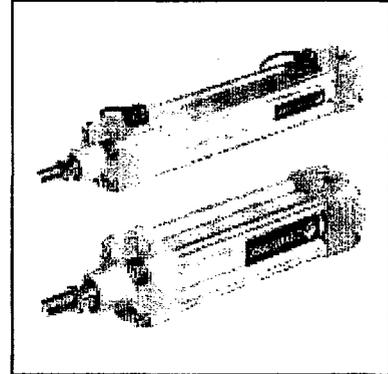
**VÉRINS DOUBLE EFFET Ø 32 à 125 mm**  
prévus pour détecteurs magnétiques de positions  
Conformes aux normalisations AFNOR-VDMA-ISO  
Avec ou sans amortissement pneumatique réglable  
**Vérins à tube profilé**

**SPÉCIFICATIONS**

FLUIDE DE COMMANDE	: air ou gaz neutre filtré, lubrifié ou non
PRESSION ADMISSIBLE	: 10 bar maxi
TEMPÉRATURE ADMISSIBLE	: - 20 °C, à + 60 °C (au-delà nous consulter)
VITESSE MAXI OPTIMALE	: ≤ 1 m/s (permettant une durée de vie optimale)
VITESSE MAXI ADMISSIBLE	: 2 m/s
NORMALISATIONS	: AFNOR NFE 49003 - VDMA 24562 - ISO 6431

**CONSTRUCTION**

Tube amagnétique	: alliage d'aluminium anodisé dur
Tige	: acier chromé dur
Piston	: résine acétal (POM), ou alliage léger équipé d'un aimant permanent annulaire
Joint de piston	: polyuréthane (PUR)
Joints d'amortissement	: polyuréthane (PUR)
Fonds avant et arrière	: alliage d'aluminium
Palier métallique	: autolubrifiant
Écrou de tige	: acier zingué
Amortissement	: pneumatique, réglable des 2 côtés par vis imperdables

**SÉLECTION DU MATÉRIEL**

Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	CODES * *		RÉFÉRENCES * à préciser à la commande	Ø Raccordement	Longueur d'amortissement (mm)			
		VÉRIN AMORTI (A)	VÉRIN NON AMORTI (NA)						
32 ***	25	450 00 001	450 00 097	PES 32 (A ou NA) 25-DM	G 1/8	18			
	50	450 00 002	450 00 098	PES 32 (A ou NA) 50-DM					
	80	450 01 003	450 01 010	PES 32 (A ou NA) 80-DM					
	100	450 00 003	450 00 099	PES 32 (A ou NA) 100-DM					
	125	450 01 017	450 01 024	PES 32 (A ou NA) 125-DM					
	160	450 00 004	450 00 100	PES 32 (A ou NA) 160-DM					
	200	450 00 005	450 00 101	PES 32 (A ou NA) 200-DM					
	250	450 00 006	450 00 102	PES 32 (A ou NA) 250-DM					
	X	450 50 193	450 50 202	PES 32 (A ou NA) ...-DM					
	40	25	450 00 007	450 00 103			PES 40 (A ou NA) 25-DM	G 1/4	20
50		450 00 008	450 00 104	PES 40 (A ou NA) 50-DM					
80		450 01 004	450 01 011	PES 40 (A ou NA) 80-DM					
100		450 00 009	450 00 105	PES 40 (A ou NA) 100-DM					
125		450 01 018	450 01 025	PES 40 (A ou NA) 125-DM					
160		450 00 010	450 00 106	PES 40 (A ou NA) 160-DM					
200		450 00 011	450 00 107	PES 40 (A ou NA) 200-DM					
250		450 00 012	450 00 108	PES 40 (A ou NA) 250-DM					
320		450 00 013	450 00 109	PES 40 (A ou NA) 320-DM					
400		450 00 014	450 00 110	PES 40 (A ou NA) 400-DM					
X		450 50 194	450 50 203	PES 40 (A ou NA) ...-DM					
50		25	450 00 015	450 00 111	PES 50 (A ou NA) 25-DM	G 1/4	26		
		50	450 00 016	450 00 112	PES 50 (A ou NA) 50-DM				
	80	450 01 005	450 01 012	PES 50 (A ou NA) 80-DM					
	100	450 00 017	450 00 113	PES 50 (A ou NA) 100-DM					
	125	450 01 019	450 01 026	PES 50 (A ou NA) 125-DM					
	160	450 00 018	450 00 114	PES 50 (A ou NA) 160-DM					
	200	450 00 019	450 00 115	PES 50 (A ou NA) 200-DM					
	250	450 00 020	450 00 116	PES 50 (A ou NA) 250-DM					
	320	450 00 021	450 00 117	PES 50 (A ou NA) 320-DM					
	400	450 00 022	450 00 118	PES 50 (A ou NA) 400-DM					
	500	450 00 023	450 00 119	PES 50 (A ou NA) 500-DM					
	630	450 00 024	450 00 120	PES 50 (A ou NA) 630-DM					
	X	450 50 195	450 50 204	PES 50 (A ou NA) ...-DM					
	63	25	450 00 025	450 00 121	PES 63 (A ou NA) 25-DM			G 3/8	26
50		450 00 026	450 00 122	PES 63 (A ou NA) 50-DM					
80		450 01 006	450 01 013	PES 63 (A ou NA) 80-DM					
100		450 00 027	450 00 123	PES 63 (A ou NA) 100-DM					
125		450 01 020	450 01 027	PES 63 (A ou NA) 125-DM					
160		450 00 028	450 00 124	PES 63 (A ou NA) 160-DM					
200		450 00 029	450 00 125	PES 63 (A ou NA) 200-DM					
250		450 00 030	450 00 126	PES 63 (A ou NA) 250-DM					
320		450 00 031	450 00 127	PES 63 (A ou NA) 320-DM					
400		450 00 032	450 00 128	PES 63 (A ou NA) 400-DM					
500		450 00 033	450 00 129	PES 63 (A ou NA) 500-DM					
630		450 00 034	450 00 130	PES 63 (A ou NA) 630-DM					
X		450 50 196	450 50 205	PES 63 (A ou NA) ...-DM					

X Autres courses sur demande (à préciser dans la référence)

\* Référence : A = Amorti, NA = Non amorti

\*\*\* Les détecteurs magnétiques de positions sont à commander séparément: modèle UNI, type ILS ou magnéto-résistif (voir P295) ou modèle BIM, magnéto Inductif (voir P297)

\*\*\* Dans le cas d'une utilisation de détecteur BIM sur vérin PES série 450 Ø 32, ajouter le code option = 995 125

## Série 450

Ø Alésages (mm)	Courses (mm)	CODES ** à préciser à la commande		RÉFÉRENCES * à préciser à la commande	Ø Raccordement	Longueur d'amortissement (mm)
		VÉRIN AMORTI (A)	VÉRIN NON AMORTI (NA)			
80	25	450 00 035	450 00 131	PES 80 (A ou NA) 25-DM	G 3/8	27
	50	450 00 036	450 00 132	PES 80 (A ou NA) 50-DM		
	80	450 01 007	450 01 014	PES 80 (A ou NA) 80-DM		
	100	450 00 037	450 00 133	PES 80 (A ou NA) 100-DM		
	125	450 01 021	450 01 028	PES 80 (A ou NA) 125-DM		
	160	450 00 038	450 00 134	PES 80 (A ou NA) 160-DM		
	200	450 00 039	450 00 135	PES 80 (A ou NA) 200-DM		
	250	450 00 040	450 00 136	PES 80 (A ou NA) 250-DM		
	320	450 00 041	450 00 137	PES 80 (A ou NA) 320-DM		
	400	450 00 042	450 00 138	PES 80 (A ou NA) 400-DM		
	500	450 00 043	450 00 139	PES 80 (A ou NA) 500-DM		
	630	450 00 044	450 00 140	PES 80 (A ou NA) 630-DM		
	X	450 50 197	450 50 206	PES 80 (A ou NA) ...-DM		
	100	50	450 01 131	450 01 161		
80		450 01 132	450 01 162	PES 100 (A ou NA) 80-DM		
100		450 01 133	450 01 163	PES 100 (A ou NA) 100-DM		
125		450 01 134	450 01 164	PES 100 (A ou NA) 125-DM		
160		450 01 135	450 01 165	PES 100 (A ou NA) 160-DM		
200		450 01 136	450 01 166	PES 100 (A ou NA) 200-DM		
250		450 01 137	450 01 167	PES 100 (A ou NA) 250-DM		
320		450 01 138	450 01 168	PES 100 (A ou NA) 320-DM		
400		450 01 139	450 01 169	PES 100 (A ou NA) 400-DM		
500		450 01 140	450 01 170	PES 100 (A ou NA) 500-DM		
630		450 01 141	450 01 171	PES 100 (A ou NA) 630-DM		
700		450 01 142	450 01 172	PES 100 (A ou NA) 700-DM		
800		450 01 143	450 01 173	PES 100 (A ou NA) 800-DM		
900		450 01 144	450 01 174	PES 100 (A ou NA) 900-DM		
1000		450 01 145	450 01 175	PES 100 (A ou NA) 1000-DM		
X		450 51 008	450 51 012	PES 100 (A ou NA) ...-DM		
125	50	450 01 146	450 01 176	PES 125 (A ou NA) 50-DM	G 1/2	37
	80	450 01 147	450 01 177	PES 125 (A ou NA) 80-DM		
	100	450 01 148	450 01 178	PES 125 (A ou NA) 100-DM		
	125	450 01 149	450 01 179	PES 125 (A ou NA) 125-DM		
	160	450 01 150	450 01 180	PES 125 (A ou NA) 160-DM		
	200	450 01 151	450 01 181	PES 125 (A ou NA) 200-DM		
	250	450 01 152	450 01 182	PES 125 (A ou NA) 250-DM		
	320	450 01 153	450 01 183	PES 125 (A ou NA) 320-DM		
	400	450 01 154	450 01 184	PES 125 (A ou NA) 400-DM		
	500	450 01 155	450 01 185	PES 125 (A ou NA) 500-DM		
	630	450 01 156	450 01 186	PES 125 (A ou NA) 630-DM		
	700	450 01 157	450 01 187	PES 125 (A ou NA) 700-DM		
	800	450 01 158	450 01 188	PES 125 (A ou NA) 800-DM		
	900	450 01 159	450 01 189	PES 125 (A ou NA) 900-DM		
	1000	450 01 160	450 01 190	PES 125 (A ou NA) 1000-DM		
	X	450 51 009	450 51 013	PES 125 (A ou NA) ...-DM		

Nota: Ø 160 à 250 mm = PES à tirants (voir P232)

X Autres courses sur demande (à préciser dans la référence)

\* Référence : A = Amorti, NA = Non amorti

\*\* Les détecteurs magnétiques de positions sont à commander séparément: modèle UNI, type ILS ou magnéto-résistif (voir P295) ou modèle BIM, magnéto inductif (voir P297)

## FORMULAIRE

Surface du cercle (disque)			
$s = \pi \times r^2$ ou $s = (\pi \times D^2)/4$	s = surface	mm <sup>2</sup>	
	D = diamètre	mm	
	r = rayon	mm	

Périmètre du cercle :			
$P = 2 \times \pi \times r$	P = périmètre	mm	
	r = rayon	mm	

Volume du cylindre			
$V = S \times h$	V = volume	mm <sup>3</sup>	
	s = section	mm <sup>2</sup>	
	h = hauteur	mm	

Force d'un vérin			
$F = P \times s$	F = force	N	daN
	P = pression	Pa	bar (1 bar = 10 <sup>5</sup> pascal)
	s = section	m <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>

Débit			
$Q = V \times s$	Q = débit	m <sup>3</sup> /s	
	V = vitesse	m/s	
	s = section	m <sup>2</sup>	

Vitesse linéaire			
$V_l = d / t$	V <sub>l</sub> = vitesse linéaire	m/s	
	d = distance	m	
	t = temps	s	

Vitesse angulaire			
$\omega = \theta / t$	$\omega$ = Vitesse angulaire	rad/s	
	$\theta$ = angle parcouru	rad	(360° = 2 $\pi$ rad)
	t = temps	s	

Vitesse circonférentielle			
$V_c = \omega \times r$	V <sub>c</sub> = Vitesse circonf.	m/s	
	$\omega$ = Vitesse angulaire	rad/s	
	r = rayon	mm	

Angle de frottement			
$f$ ou $\mu = \tan \varphi$	f ou $\mu$ = coef de frot <sup>t</sup>		
	$\varphi$ = angle de frot <sup>t</sup>	°	

Engrenages			
Angles décrits : $\theta_1 = \frac{\theta_2 \times Z_2}{Z_1}$	$\theta_1$ = angle décrit par la roue menante	°	
	$\theta_2$ = angle décrit par la roue menée	°	
	Z <sub>1</sub> = nbre de dents de la roue menante		
	Z <sub>2</sub> = nbre de dents de la roue menée		

Dossier Ressource	B.B. FABRICATION RENAULAC	D.R. 14 / 14
----------------------	---------------------------	--------------