BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIE PAPETIERE

EPREUVE E4
Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes

Unité E4-1
Analyse du comportement d'un mécanisme

Durée : 3 heures coefficient : 2,5

LISSE KÜSTERS

Tout document interdit

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée
(circulaire 99-186 du 16/11/99)

Ce sujet comporte :

A- Présentation du système : A1 à A10
B- Sujet:

Questionnaire :	B1 à B3
Documents réponse :	BR1 à BR7
Documentation	BAN1

Tous les Documents réponse devront **impérativement** être rendus avec la copie

Durées conseillées :

* Lecture du sujet :	20 min
* Partie A :	40 min
* Partie B :	60 min
* Partie C :	60 min

LISSE KÜSTERS

Dossier Technique

Documents A1 à A10

ITANA	**BTS Industrie Papetière**	**Session 2009**
	Epreuve E41	

Présentation du calandrage

Le calandrage est un procédé mécanique au cours duquel le papier passe entre des rouleaux durs et des rouleaux déformables. L'effet du calandrage résulte de l'action combinée de la pression exercée sur la feuille et de la température des rouleaux. La difficulté majeure du calandrage est d'avoir une action à la surface de la feuille sans en affecter l'intérieur.

Les différentes étapes liées au calandrage se résument ainsi :

- **1** - Duplication de la surface lisse de la calandre sur la surface du papier
- **2** - Thermoformage de la surface du cylindre métal sur la feuille
- **3** - Mémorisation de cette déformation

Il existe trois grands types de calandre : la lisse, la soft calandre et la supercalandre.

Leur grande différence réside dans le nombre de zones de pincement (ou NIP) nombre de passages du papier entre deux rouleaux et dans la nature des rouleaux.

Ces différentes techniques de calandrage permettent d'obtenir du lissé et du brillant au détriment de la main.

Support de l'épreuve

Le support de l'épreuve est l'étude d'une Lisse KÜSTERS utilisée dans le processus de production de papier intégré au sein du site de fabrication d'une grande usine Française.

Le document **A6** montre l'implantation de ce système à partir de la formation de la feuille.

Pour transformer la pâte, la société dispose de deux Machines A Papier, MAP 5 et MAP 6, de 3,57 et 3,66m de laize.

Les vitesses de production atteignent 550 m/min pour la MAP 5 et 1000 m/min pour la MAP 6.

En sortie de machine, le papier est lissé pour obtenir un état de surface correspondant à son utilisation, puis enroulé il formera ainsi les bobines mères.

Chaque année 160 000 tonnes de papier sont ainsi fabriquées.

Etude du sous-ensemble LISSE

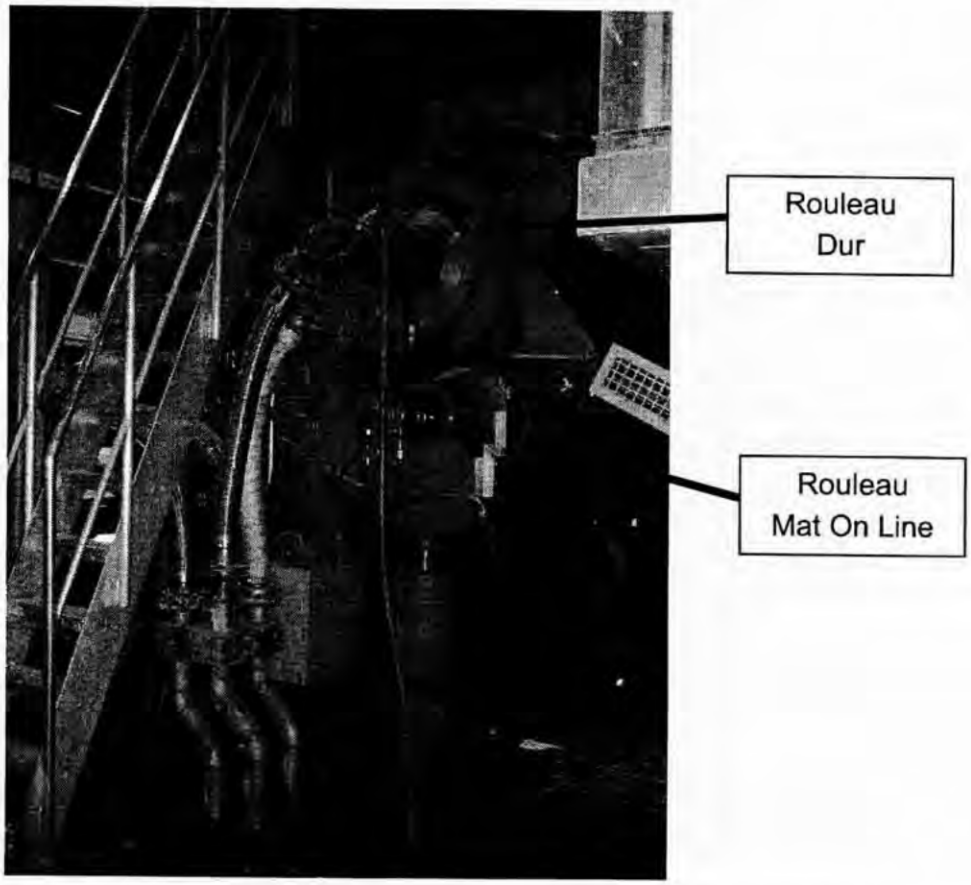
Dans le système étudié, il y a deux zones de pincement (NIP 1 et NIP 2). En fonction de l'état de surface de la feuille de papier souhaité il est possible de sélectionner une ou deux zones de pincement.

La NIP 1 est constituée de deux rouleaux :

- un rouleau Dur, en acier, Ø 800 ;
- un rouleau à bombé contrôlé, Mat-On-Line, Ø 525.

La NIP 2 utilise les mêmes rouleaux, mais ils sont positionnés à l'inverse de la NIP 1.

Le rouleau, Dur ou MOL, situé sur un support mobile exerce une charge linéique sur l'autre rouleau par l'intermédiaire de deux vérins hydrauliques.



Le dessin d'ensemble de la NIP 1, LISSE MAP 5, est donné sur le document A7.

Rouleau Mat-On-Line (MOL)

Ce rouleau est constitué de deux éléments :

- un axe en acier fixé sur le bâti ou un support mobile.
- une virole en acier, munie d'un revêtement spécial, entraînée en rotation.

Des joints longitudinaux et frontaux, fixés sur cet arbre et en contact avec la virole, délimitent 2 chambres :

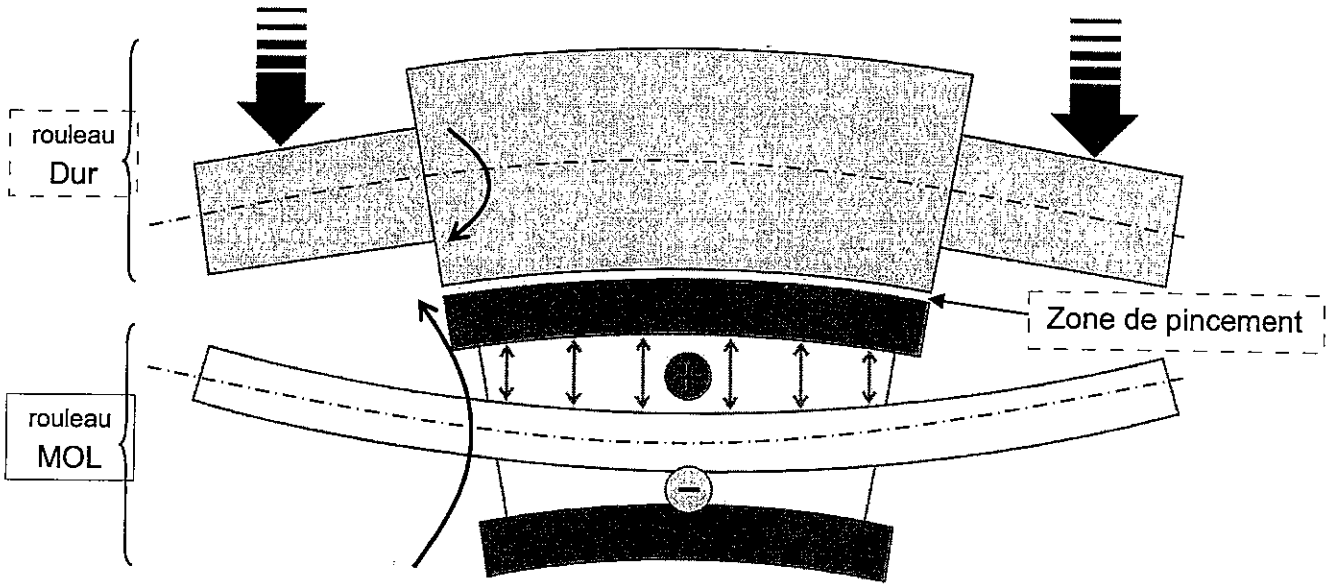
- Chambre + : coté zone de pression du rouleau Dur.
- Chambre - : à la pression atmosphérique du coté opposé.

Une faible pression (inférieure à 12 bars) est appliquée à la chambre + pour équilibrer :

- le poids de la virole .
- la pression à charge linéique appliquée par le contre rouleau .
- la déflexion du contre rouleau sous l'effet de cette pression linéique et de son propre poids.

Le contrôle et le réglage de cette pression sont effectués par l'intermédiaire d'un API (Automate Programmable Industriel) et la communication avec les opérateurs se fait par l'intermédiaire d'un terminal graphique.

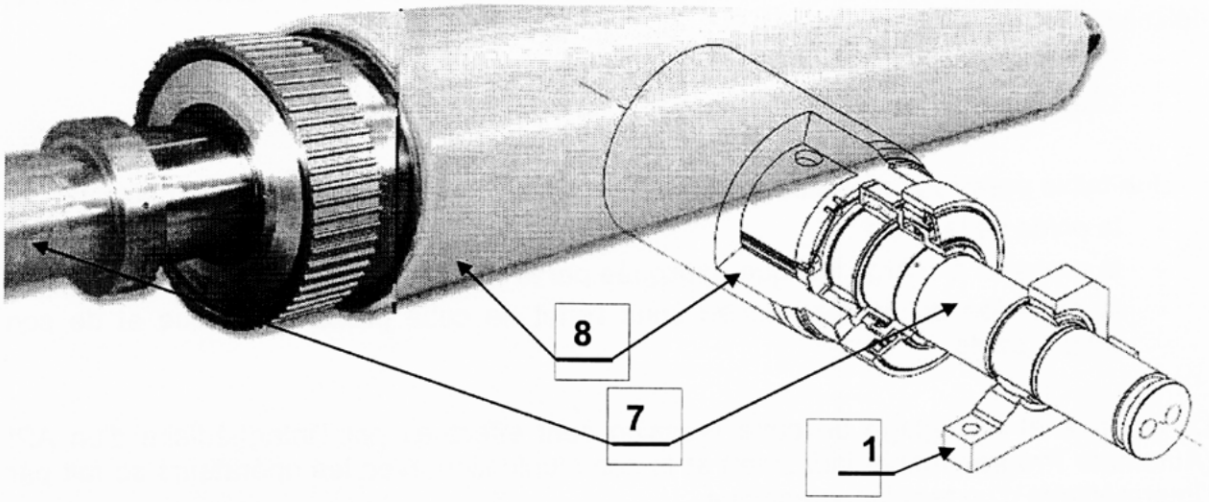
Les réglages, les incidents, les historiques d'évolution des divers paramètres de fonctionnement sont mémorisés et visualisables sur le terminal graphique.



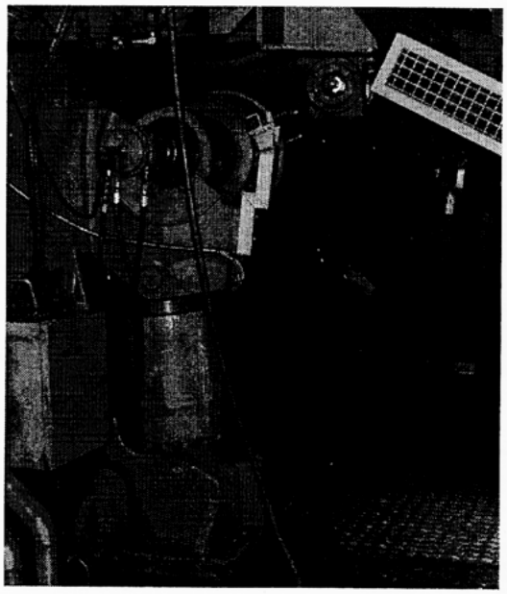
Schématisation de la coupe longitudinale des rouleaux Dur et MOL.

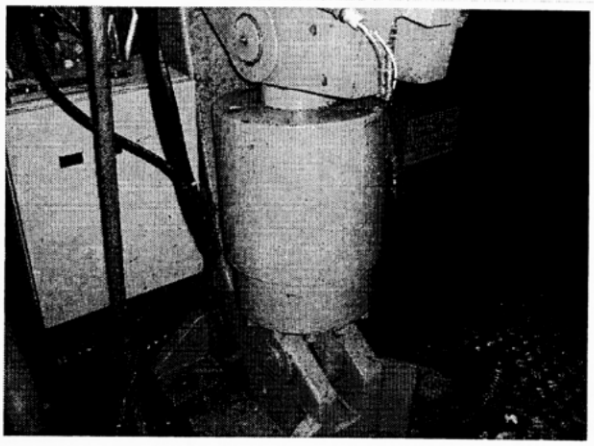
Fonctionnement NIP 1

La virole (**8**), du rouleau MOL est entraînée en rotation autour de son axe (**7**) par l'intermédiaire d'une poulie crantée. L'axe (**7**) est fixé sur deux supports mobiles (**6a, 6b, voir document A7**) en liaison avec le bâti (**1**).



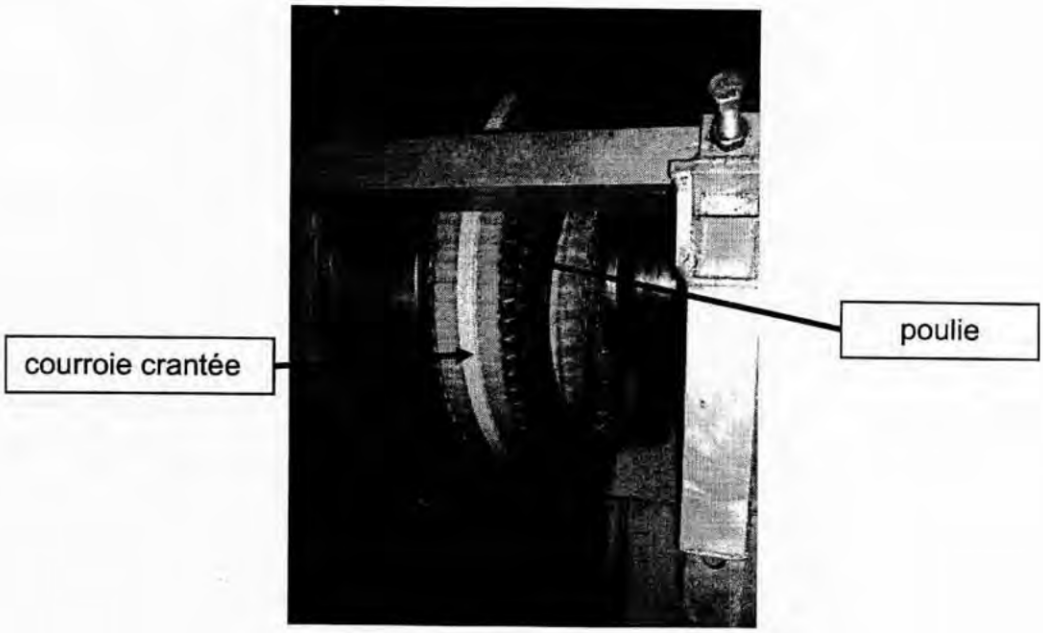
Deux vérins hydrauliques (**3 + 4**), liés aux supports mobiles (**6a, 6b**) et au bâti (**1**), viennent appliquer la charge répartie sur le rouleau Dur (**13**) en liaison avec le bâti (**1**).



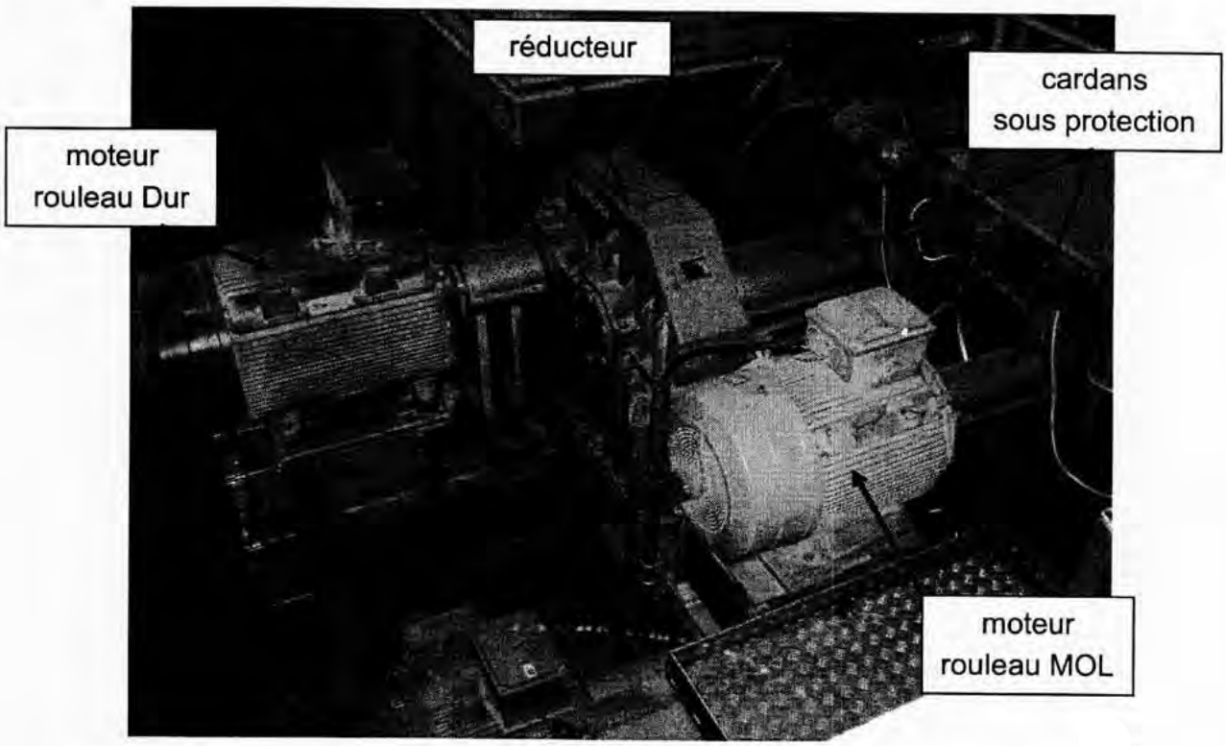


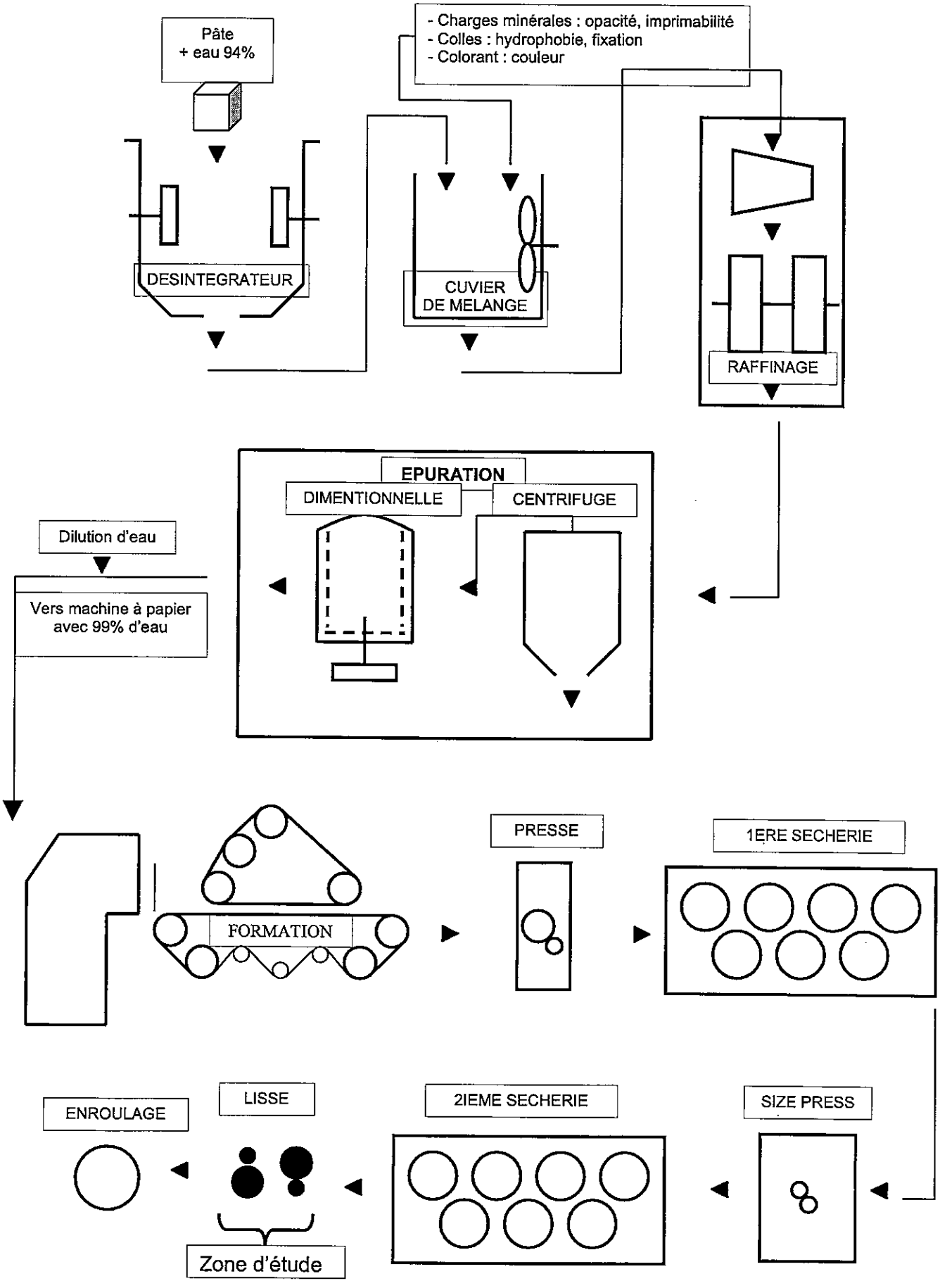
Cette charge répartie sur la distance de contact entre les rouleaux permet d'obtenir le lissage souhaité sur la feuille de papier.

L'entraînement de la virole du rouleau MOL est réalisé par l'intermédiaire d'un système poulie courroie crantée, voir figure ci-dessous (NIP 1).

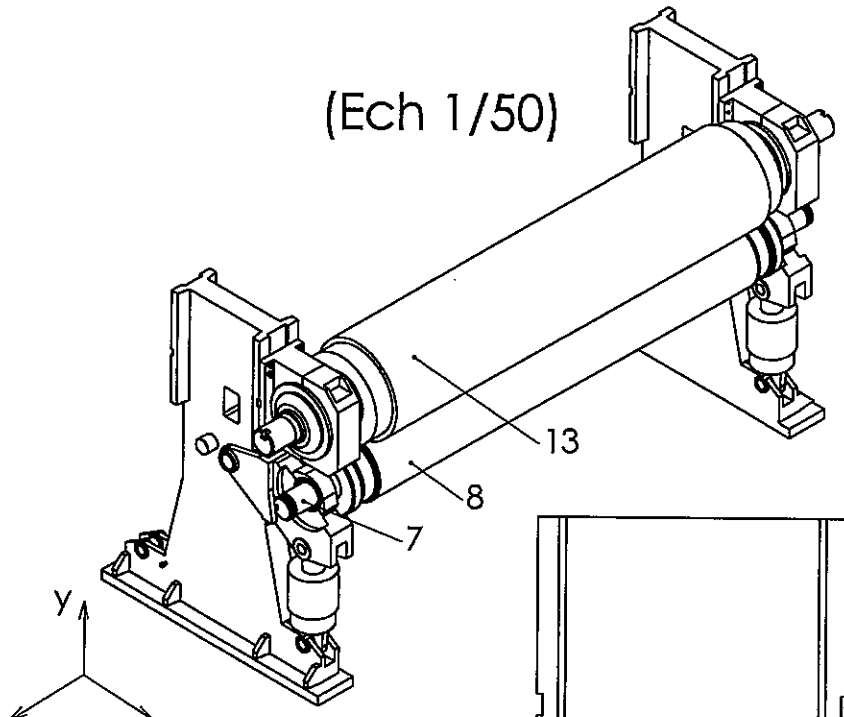


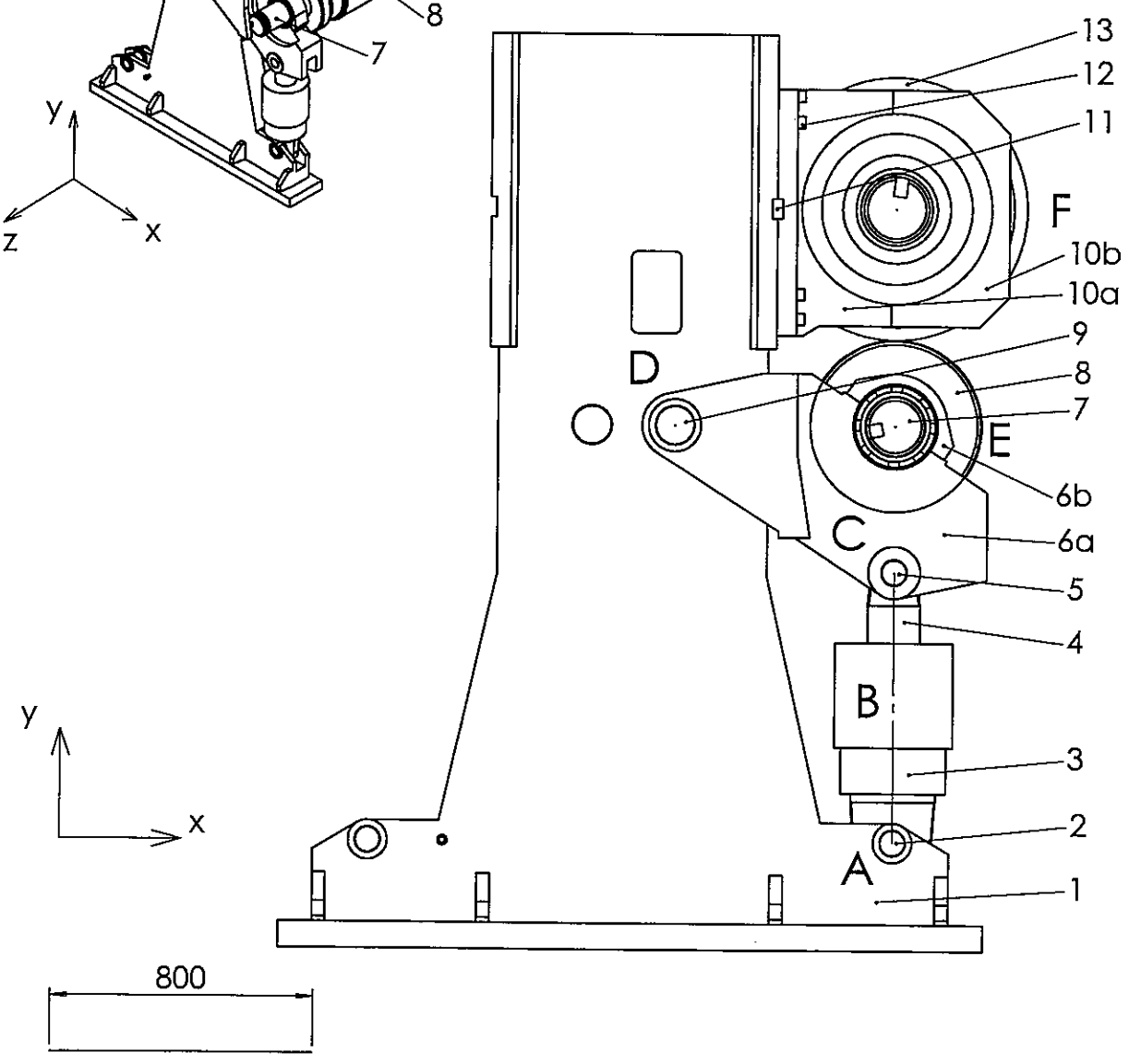
Le rouleau Dur est entraîné en rotation par l'intermédiaire d'un ensemble moteur, réducteur + cardans, voir figure ci-dessous (NIP 1).




Pâte
+ eau 94%
- Charges minérales : opacité, imprimabilité
- Colles : hydrophobie, fixation
- Colorant : couleur
DESINTEGRATEUR
CUVIER
DE MELANGE
RAFFINAGE
EPURATION
DIMENTIONNELLE
CENTRIFUGE
Dilution d'eau
Vers machine à papier
avec 99% d'eau
FORMATION
PRESSE
1ERE SECHERIE
ENROULAGE
LISSE
2IEME SECHERIE
SIZE PRESS
Zone d'étude

(Ech 1/50)





NIP 1

Session 2009

Echelle : 1/20

LISSE MAP 5

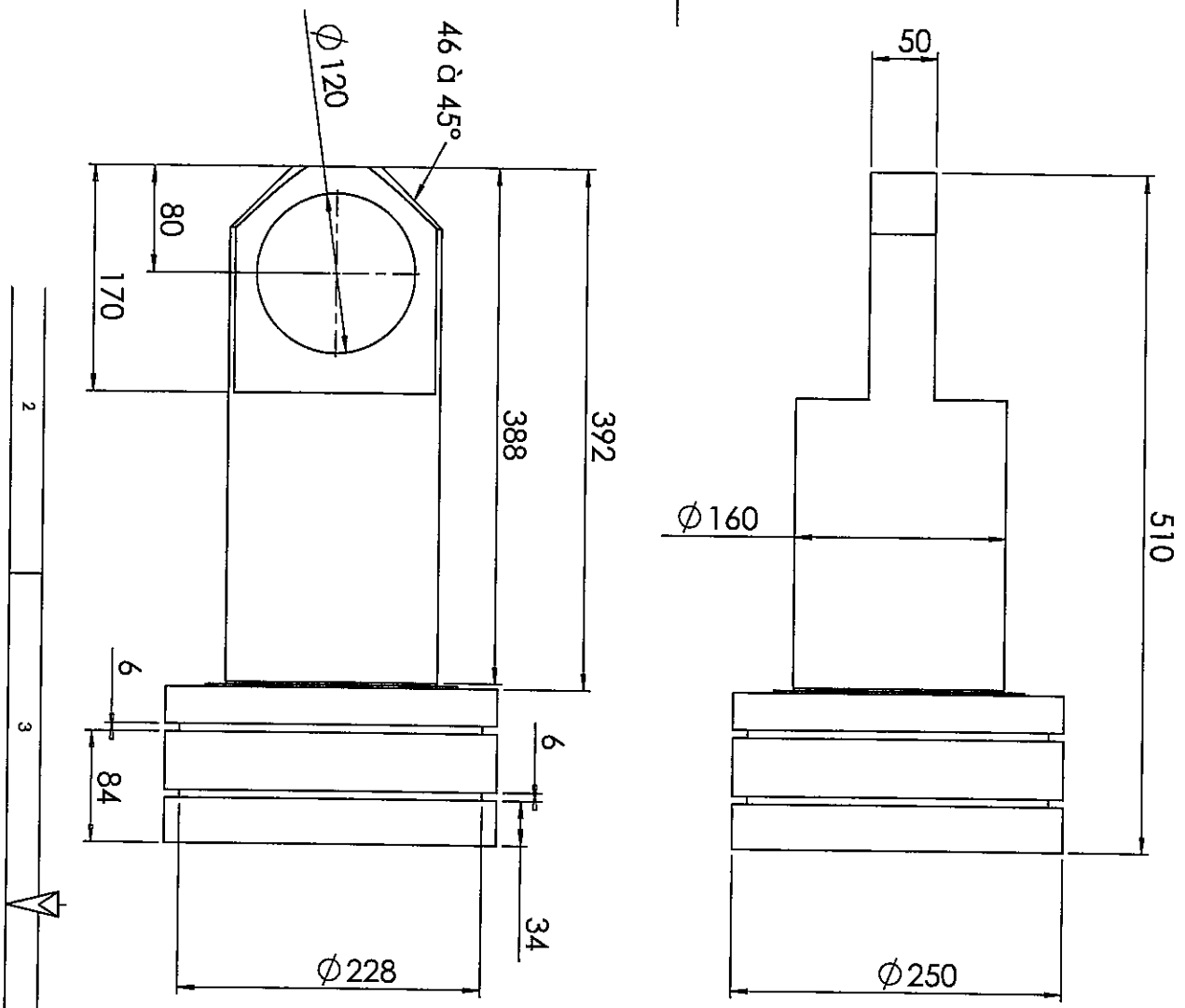
ITANA

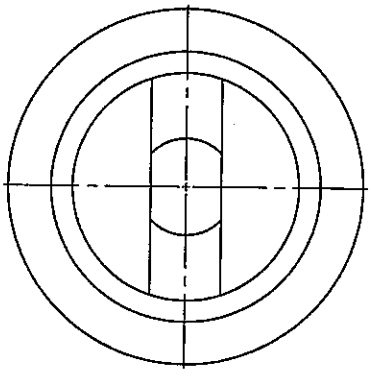
Page A7 sur 10

Nomenclature partielle

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observation
13	1	rouleau DUR		
12	16	vis CHc M24		
11	2	clavette		
10b	2	couvercle palier		
10a	2	palier fixe		
9	2	axe Ø120 x 370		
8	1	virole MOL		
7	1	axe rouleau MOL		
6b	2	couvercle support mobile		
6a	2	support mobile		
5	2	axe Ø80 x 240	C 50	R_{pg} = 48 MPa
4	2	tige vérin		
3	2	corps vérin		
2	2	axe Ø80 x 210	C 50	R_{pg} = 48 MPa
1	1	bâti		

NIP 1 - LISSE MAP 5





Cotation partielle

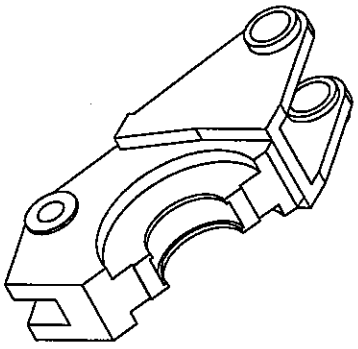
Tige vérin

Session 2009

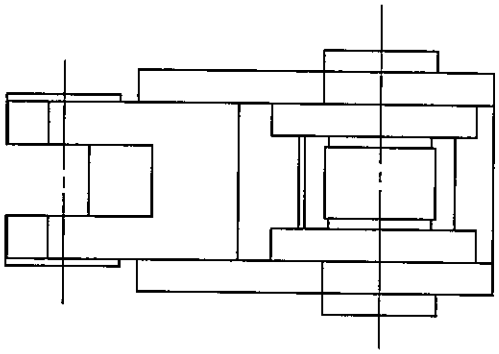
Echelle : 1/5

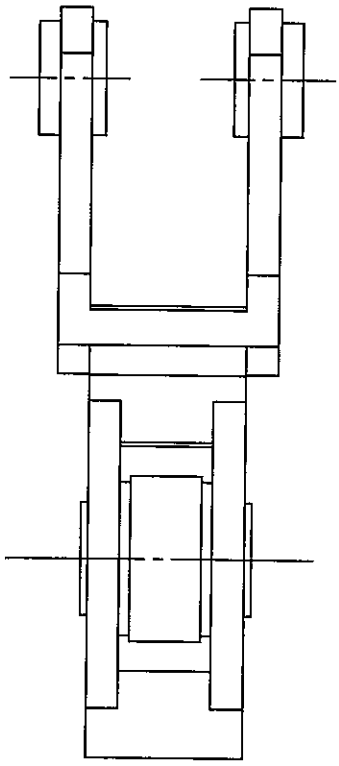
LISSE MAP5

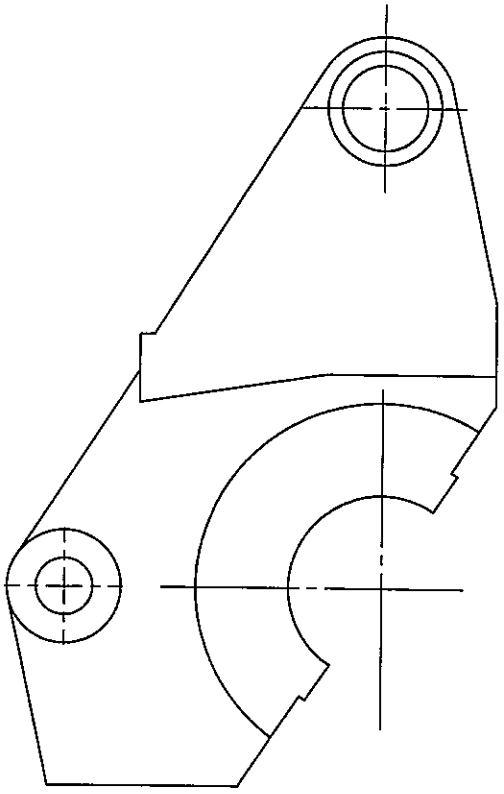
ITANA



(Ech 1/20)







Support mobile rouleau MOL - NIP 1

Session 2009

Echelle : 1/10

LISSE MAP5

ITANA

Page A10 sur 10

LISSE KÜSTERS

Dossier Questionnaire

Documents B1 à B3

ITANA	**BTS Industrie Papetière**	**Session 2009**
	Epreuve E41	

SUJET

Une des opérations de calandrage consiste à faire passer la feuille de papier entre des rouleaux de qualités différentes.

La charge appliquée sur la feuille doit être uniformément répartie sur la distance de contact entre ces rouleaux.

La valeur de cette charge linéique peut être comprise entre 10.10^3 et 200.10^3 N/m (10 et 200 daN/cm).

A] Schématisation de la NIP 1 - LISSE Machine A Papier 5.

Pour cette partie on souhaite réaliser le schéma cinématique du système de mise en pression du rouleau MOL situé sur la zone de pincement 1, NIP 1, de la LISSE MAP 5.

Lors de cette étude on ne prendra pas en compte la liaison du rouleau Dur (**13**) avec le bâti (**1**).

Répondre sur les documents **BR 1**, **BR 2** et **BR 5**.

Q1 – Identifier et colorier sur les 2 figures sur du document **BR 5** les différentes Classes d'Equivalences Cinématiques (CEC) constituant la NIP 1. Compléter le tableau.

Q2 – Compléter le graphe et le tableau des liaisons.

Q3 - Faire la représentation cinématique de la NIP 1, dans le plan $(O,\vec{x},\vec{y})$.

B] Etude cinématique.

Pour obtenir la mise en contact des rouleaux la vitesse du support mobile est décomposée en trois vitesses différentes et constantes :

- deux vitesses d'approche et de mise en contact des rouleaux (———).
- une vitesse d'ouverture (--------).

On souhaite comparer une de ces vitesses à celle de sortie de la tige du vérin.

L'étude portera sur l'analyse d'une des phases afin de comprendre la particularité du mécanisme.

Pour cette étude on ne prendra en compte que les principaux éléments entrant dans la partie mise en pression du rouleau MOL.

Répondre sur le document **BR 3**, les tracés se feront sur le document **BR 6**.

Q4 - Quelle est la nature du mouvement de 3/1. En considérant que le point C appartient à la pièce (**3**), tracer la trajectoire $TC_{3/1}$.

Définir puis tracer le support de $\vec{V}C_{3/1}$.

Q5 – Quelle est la nature du mouvement de 4/3, tracer la trajectoire $TC_{4/3}$.

Définir puis tracer le support de $\vec{V}C_{4/3}$.

Q6 - Quelle est la nature du mouvement de 6/1. Tracer la trajectoire $TC_{6/1}$.

Définir puis tracer le support de $\vec{V}C_{6/1}$.

Q7 – Justifier l'égalité : $\vec{V}C_{6/1} = \vec{V}C_{4/1}$ au point C centre de la liaison $L_{6/4}$.

Q8 – Ecrire la composition des vitesses au point C.

Q9 - On donne la vitesse de sortie de la tige du vérin, $\vec{V}C_{4/3} = 3mm/s$, en phase d'ouverture. Déterminer graphiquement la vitesse $\vec{V}C_{6/1}$.

En utilisant la méthode de votre choix déterminer la vitesse du point E, $\vec{V}E_{6/1} = \vec{V}E_{8/1}$, centre du rouleau MOL.

Q10 – Comparer la vitesse $\vec{V}E_{8/1}$ avec celle de $\vec{V}C_{4/3}$.

Q 11 – Déterminer les positions finales des points C et E notés C_f et E_f, du support rouleau MOL, lors du contact avec le rouleau Dur.

Que constatez - vous pour les points A, C_f, E_f et F centre du rouleau Dur ?

C] Etude statique

On souhaite étudier les efforts sur le support mobile (**6**).

Hypothèses : le poids du vérin est négligé par rapport aux efforts extérieurs.
les liaisons sont supposées parfaites.
le problème est considéré dans le plan $(O,\vec{x},\vec{y})$
le poids du rouleau MOL est de 60 000 N
g = 10 m/s^2

Répondre sur le document **BR 4**, les tracés se feront sur le document **BR 7**

Q12 - Isoler l'ensemble (**4+3**) et déterminer la direction des efforts extérieurs à l'ensemble, puis tracer cette direction.

Q13 – On considère que E est le point d'application du poids rouleau MOL, $\vec{P}_{MOL}$, Mettre en place ce support.

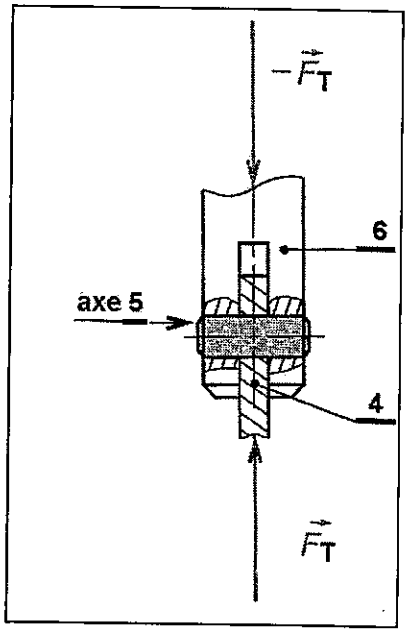
Q14 - Isoler le support mobile (**6**) puis déterminer graphiquement les efforts $\vec{D}_{1/6}$ et $\vec{C}_{vérins/6}$.

Q15 - Déterminer l'effort nécessaire que doit fournir un vérin pour soulever le rouleau MOL, $\vec{C}_{verin/6}$.

Q16 - Lors du contact rouleau MOL/Dur, que constatez vous pour l'action au point D, $\vec{D}_{1/6}$?

En déduire l'effort nécessaire, $\vec{C}_{verin/6}$, que doit fournir un vérin.

Q17 –La liaison en chape de 6/4 au point C est réalisée par l'intermédiaire de l'axe (**5**).
A quelle sollicitation est soumis l'axe (**5**)?



Q18 – Vérification du diamètre de l'axe (**5**). On prendra comme valeur pour l'effort total au point C, $\|\vec{F}_T\| = 405000N$.

L'effort $\vec{F}_T$ prend en compte le poids du rouleau MOL, la pression linéique et la pression interne du rouleau.

Isoler l'axe, combien y a t-il de section(s) sollicitée(s) ?

Ecrire la condition de résistance de l'axe, puis déterminer le diamètre à respecter.
Conclure.

LISSE KÜSTERS

Dossier Réponses

Documents BR1 à BR7

ITANA	**BTS Industrie Papetière**	**Session 2009**
	Epreuve E41	

DOCUMENTS REPONSE

A] Schématisation de la NIP1 – LISSE MAP5

Q1 – Classes d'Equivalences Cinématiques

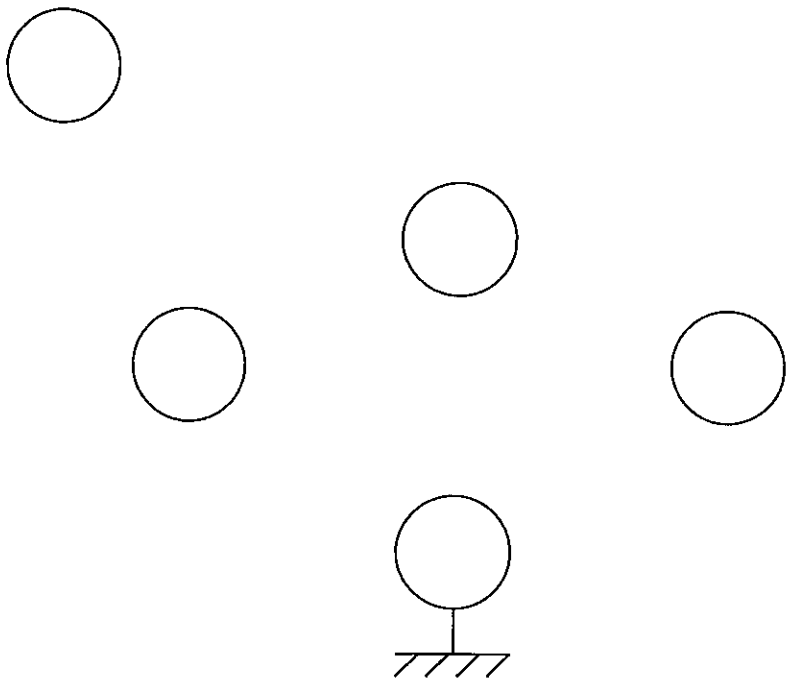
Identifier puis compléter le tableau ci-dessous :

repère CEC	pièces	code Couleur
S1	{ 1, ... }	rouge

Nota : Le repère de la Classe d'Equivalence Cinématique sera défini par Si avec i le repère de la pièce principale.

Colorier les différentes CEC sur le document **BR 5**.

Q2 - Graphe des liaisons

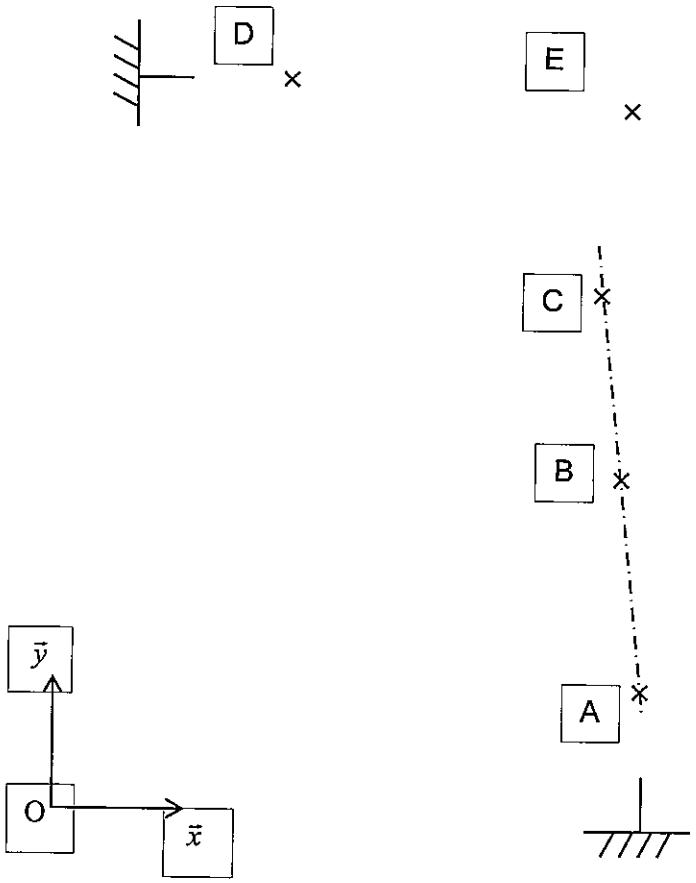


- Tableau des liaisons

Liaison	entre Si / Sj *	point d'application	désignation
L1	S... / S ...	...	...

* i et j repère de la pièce principale de la CEC.

Q3 - Schéma cinématique



B] Etude cinématique

Q4 – Nature du mouvement de 3/1 :

Tracer TC $_{3/1}$.
Définir le support de $\vec{V}C_{3/1}$:

Q5 - Nature du mouvement de 4/3 :

Tracer TC $_{4/3}$.
Définir le support de $\vec{V}C_{4/3}$:

Q6 – Nature du mouvement de 6/1 :

Tracer TC $_{6/1}$.
Définir le support de $\vec{V}C_{6/1}$:

Q7 – Justifier l'égalité $\vec{V}C_{6/1} = \vec{V}C_{4/1}$:

Q8 – Composition des vitesses au point C :

Q9 – Sur le document **BR 6**, déterminer $\vec{V}E_{8/1}$.

Q10 – Comparer $\vec{V}E_{8/1}$ avec $\vec{V}C_{4/3}$:

Q 11 – Sur le document **BR 6**, déterminer les positions des points E_f et C_f.

Que constatez vous pour les points A, C_f, E_f et F :

C] Etude Statique.

Q12 – Isoler l'ensemble (**4+3**) :

Q13 – Sur le document **BR 7**, mettre en place le support de $\vec{P}_{MOL}$.

Q14 – Isoler le support mobile (**6**) :

Action	Pt. d'application	Direction	Sens	Norme

Bilan :

Sur le document **BR 7**, déterminer $\vec{D}_{1/6}$ et $\vec{C}_{vérins/6}$.

Q15 – Déterminer l'effort $\left\|\vec{C}_{verin/6}\right\|$:

Q16 – Que constatez vous pour l'action $\vec{D}_{1/6}$ lors du contact rouleau MOL/Dur :

En déduire l'effort nécessaire $\left\|\vec{C}_{verin/6}\right\|$:

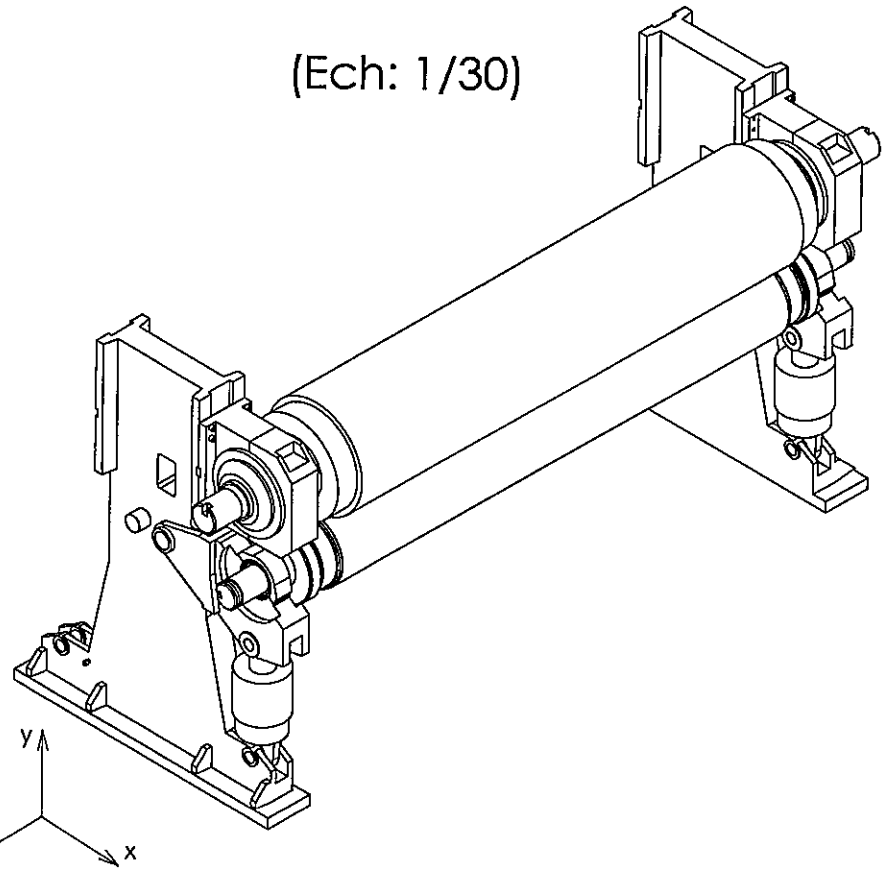
Q17 – A quelle sollicitation est soumis l'axe (**5**) :

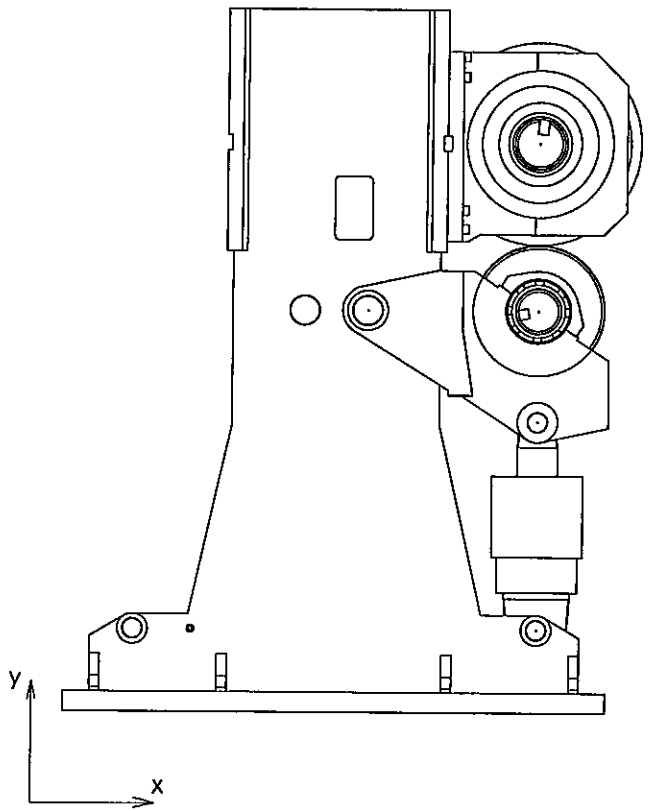
Q18 – Combien l'axe (**5**) a t-il de section(s) sollicitée(s) :

Ecrire la condition de résistance.

Conclure :

(Ech: 1/30)





Classe d'Equivalence Cinématique

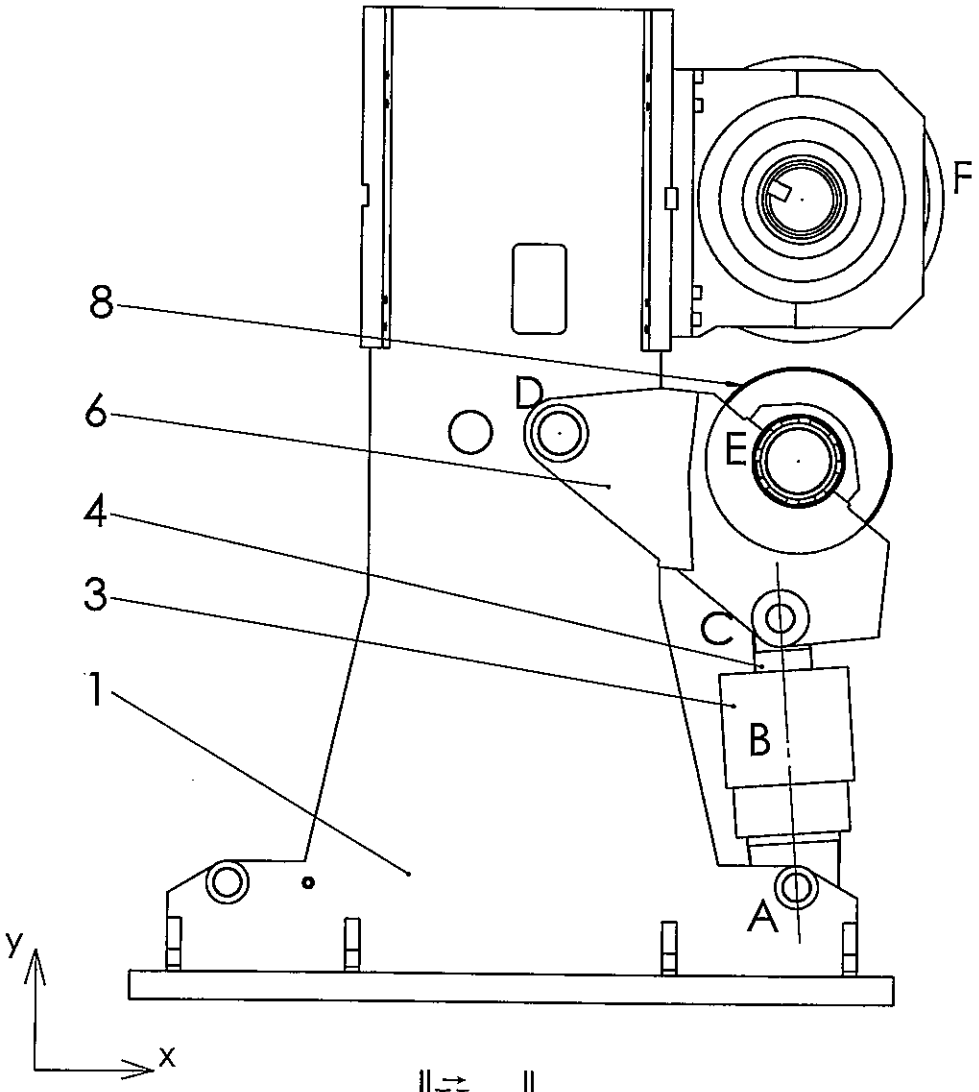
NIP1 - LISSE MAP 5

Session 2009

ITANA

Echelle: 1/20

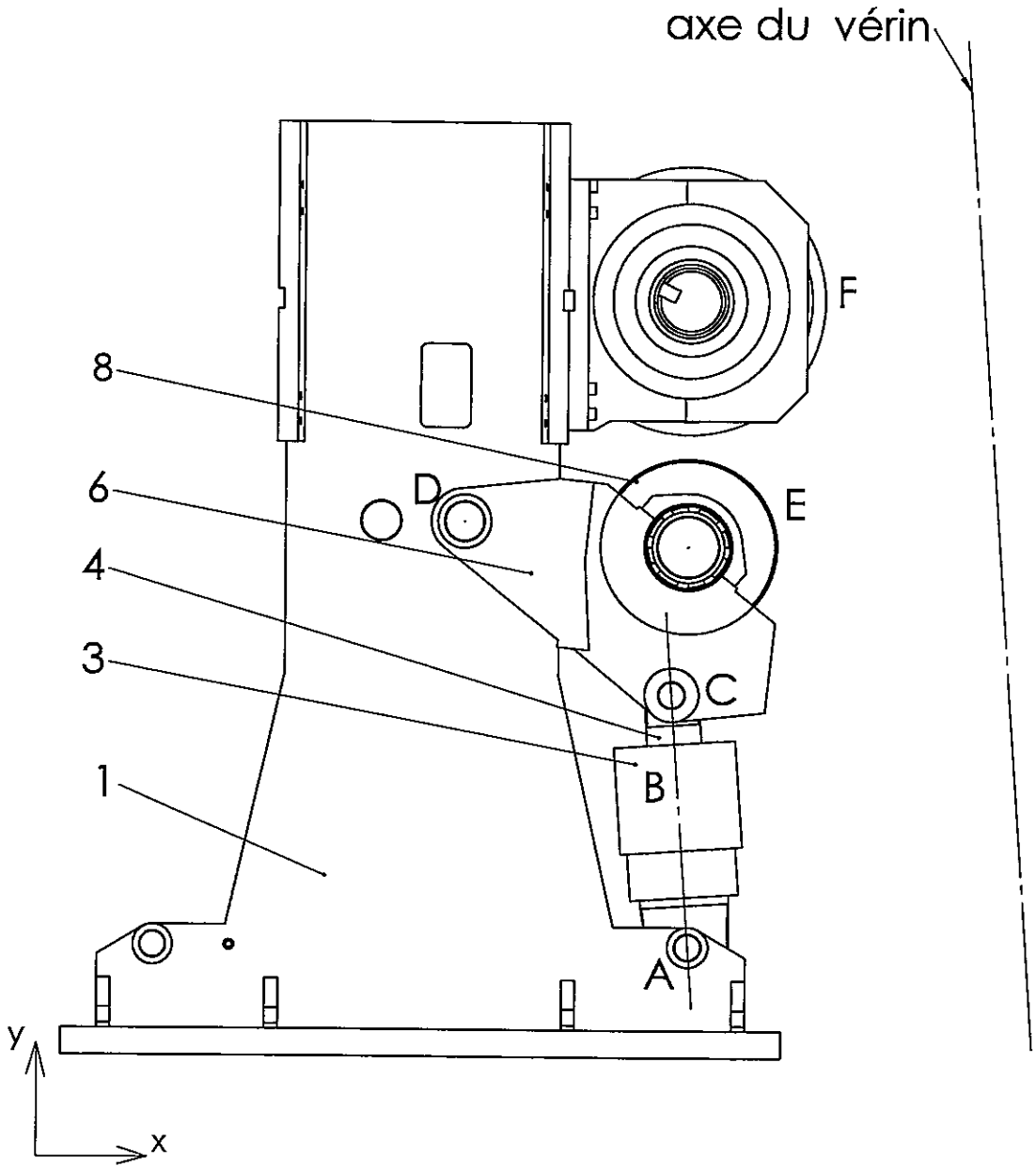
BR 5 sur 7



$\left\|\vec{V}E_{8/1}\right\| = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

Echelle des vitesses: 1cm ⟶ 0,5mm/s

Cinématique	**Session 2009**
Echelle: 1/20	ITANA
NIP1 - LISSE MAP 5	**BR 6 sur 7**



$\left\|\vec{D}_{1/6}\right\| = \ldots\ldots\ldots\ldots$ $\left\|\vec{C}_{vérins/6}\right\| = \ldots\ldots\ldots\ldots$

Echelle des forces: 1cm ⟶ 10 000N

Statique	**Session 2009**
Echelle: 1/20 **NIP1 - LISSE MAP 5**	ITANA
	BR 7 sur 7

LISSE KÜSTERS

Dossier Ressources

Document BAN1

ITANA	**BTS Industrie Papetière**	**Session 2009**
	Epreuve E41	

DOCUMENTATION

Données LISSE MAP 5

Vitesse maxi : 650m/min

Laize (m)	3,57		
Grammage (g/m^2)	250	50	80
Vitesse feuille (m/min)	200	500	550

rouleau	masse (kg)
Dur	8000
MOL	6000

	Equipement section			
LISSE MAP 5	rouleau	Ø (mm)	Ø (mm) sur machine	rapport réducteur à 550m/min
NIP 1	Dur	800	802,6	0,1152
	MOL	525	528,6	0,5

	Puissances (kW)			
LISSE MAP 5	Référence moteur	Puissance nominale	PNRL* 650m/min	PRDC* 650m/min
NIP 1	1LA6317 4AA60	200	13,9	126
	1LG4280 8AB60	37	7	31

* Power Normal Running Load (PNRL) : Puissance consommée marche normale
* Power Recommended Drive Capacity (PRDC) : Puissance mini à installer

Condition de résistance

$$\tau = F / n \times S \leq Rpg$$ avec n nombre de sections sollicitées