

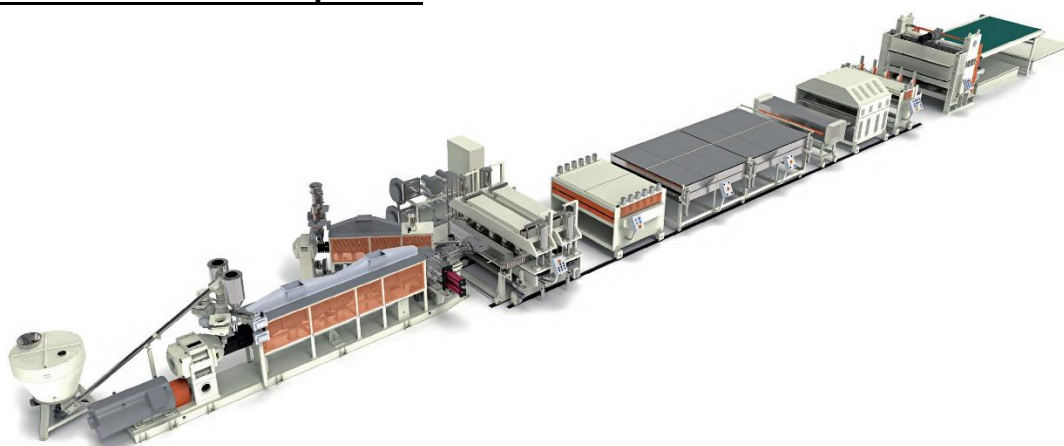
الصفحة	1		المملكة المغربية وزارة الترتيب الوطني والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
19			

TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT		NS 44	
3	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
3	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (ب)	الشعبة أو المسلك

Constitution de l'épreuve

Volet 1 :	Présentation de l'épreuve	page 1.
Volet 2 :	Présentation du système	pages 2, 3.
Volet 3 :	Substrat du sujet	pages 4, 5.
	Documents réponses D.Rep	pages 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.
	Documents ressources D.Res	pages 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.

Volet 1 : Présentation de l'épreuve



Système à étudier :	Ligne de production de plaques creuses en plastique.
Durée de l'épreuve :	3 h.
Coefficient :	3.
Moyens de calcul autorisés :	Calculatrices scientifiques non programmables.
Documents autorisés :	Aucun.

- Vérifier que vous disposez bien de tous les documents de 1/19 à 19/19.
- Rédiger les réponses aux questions posées sur les documents réponses D.Rep.

NB : Tous les documents réponses D.Rep sont à rendre obligatoirement.

Sauf indication contraire, prendre **deux chiffres après la virgule** pour tous les résultats des calculs.

Vos réponses aux questions dépendront beaucoup de l'importance prêtée à la recherche des informations que peuvent contenir les différentes **descriptions** et les **documents ressources**. A chaque fois une lecture attentive est nécessaire .

Volet 2 : Présentation du système

1. Mise en situation.

Une entreprise industrielle a installé une ligne de production de **plaques creuses en plastique** de différentes dimensions pour répondre au besoin de ses clients potentiels. Cette ligne de production est constituée d'une succession de postes et le **processus de fabrication** définit l'action de chaque poste sur la matière d'œuvre à son entrée. A la sortie de la ligne de production, la matière d'œuvre d'entrée aura subi toutes **les transformations nécessaires** pour obtenir ces **plaques creuses en plastique**.

2. Descriptions.

2.1. Description de la matière d'œuvre à l'entrée de la ligne :

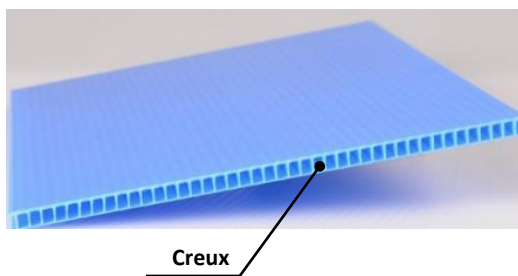
La matière d'œuvre à l'entrée de la ligne de production est un matériau constitué de **granulés plastique** thermoformable qui se présente sous forme de **petits grains**. (Les thermoformables sont des matériaux transformables par chauffage, mise en forme et refroidissement).



2.2. Description de la matière d'œuvre à la sortie de la ligne :

La matière d'œuvre à la sortie de la ligne de production est une **plaque creuse en plastique** de différentes dimensions selon la commande des clients.

Ces plaques sont utilisées dans le domaine de construction de bâtiments (coffrages temporaires, toitures de terrasses), dans le domaine de conditionnement (parois de protection isolante) et dans le domaine de la publicité (clôtures de bâtiments, portes d'entrée...) ; elles recevront alors dans ce cas une impression.



Exemples de **plaques creuses en plastique**

2.3. Description de la ligne de production des plaques creuses en plastique :

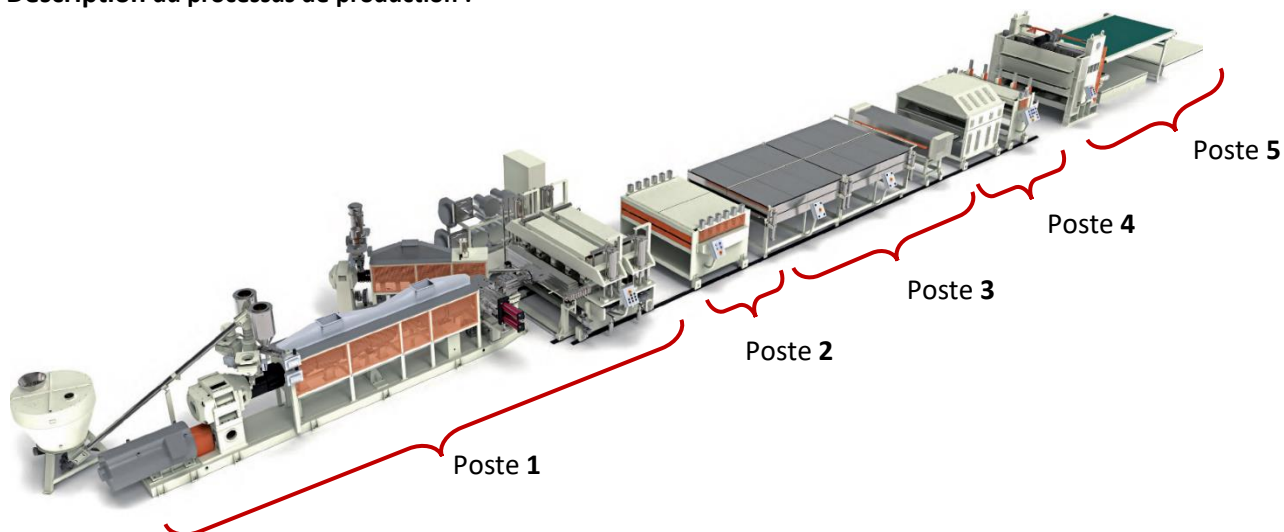
La ligne de production des **plaques creuses en plastique** est un système de production intégré, composé de **cinq postes** gérés par cinq **API (Automate Programmable Industriel)** qui fonctionnent en parfaite synchronisation grâce à un automate programmable industriel de ligne (**API de Ligne**) permettant le contrôle de tous les paramètres de la ligne de production.

Toutes les opérations de **réglage de la ligne**, de **planification** de la **production** et de **programmation** nécessaires sont confiées à une personne appelée **conducteur de ligne**.

Les **plaques creuses en plastique** produites sur cette ligne de production peuvent avoir :

- De **1,5 mm** à **16 mm** d'épaisseur.
- De **1200 mm** à **3000 mm** de largeur.

2.4. Description du processus de production :



Poste N°	Sous système	Description
Poste 1 : Extrudeuse		Ce poste est constitué principalement d'une extrudeuse qui, grâce à sa vis sans fin et ses zones de chauffage, transforme les granulés plastiques en liquide. Ce liquide passe par un filtre disposé à la sortie de l' extrudeuse afin d'éliminer les impuretés qu'il peut contenir. La matière fondue est ensuite pompée, à débit constant, vers une filière suivie d'un calibre d'épaisseur . A la sortie de ce poste, la forme de la bande est définie et son épaisseur est précise mais sa largeur « L' » est légèrement supérieure à la largeur désirée.
Poste 2 : Tirage N° 1		Le poste de tirage N°1 , entraîne de façon continue la bande creuse en plastique d'épaisseur Ep et de largeur « L' » vers le poste suivant.
Poste 3 : Traitement corona		Entre le tirage N°1 et le tirage N°2, La bande passe par un four pour stabiliser la matière puis subit un refroidissement pour se solidifier . Cette station de traitement spécial corona fonctionne uniquement dans le cas où les plaques sont destinées à recevoir une impression.
Poste 4 : Tirage N° 2		Le tirage N°2 en plus d' entraîner la bande, il possède : - Deux couteaux de bord qui permettent de couper les bords de la bande pour éliminer les irrégularités et obtenir une bande de largeur Lb désirée. (Voir Vue 3D du D.Res 6) - Un couteau à position réglable utilisé pour diviser la bande de largeur L en deux bandes de largeurs Lb1 et Lb2 suivant la demande des clients. (Lb = Lb1 + Lb2).
Poste 5 : Cisaille à deux entrées		La cisaille à deux entrées doit découper à longueur chacune des bandes suivant la demande des clients. Chaque entrée de la cisaille est équipée d'un dispositif d'avance qui entraîne la bande sous le dispositif de coupe concerné. A la sortie de chaque dispositif de coupe, les plaques découpées sont évacuées par un convoyeur vers une table de palettisation.

Volet 3 : Substrat de sujet

Pour répondre aux commandes des clients, l'entreprise doit exploiter toutes ses possibilités techniques et économiques. La ligne devra fonctionner 24h/24h et le personnel chargé de la planification de la production est sensé connaître : L'utilité de ce système de production, les différentes contraintes imposées par les éléments du milieu extérieur et les capacités de chacun des postes qui le constituent.

Situation d'évaluation n°1

/6,75 Pts

Dans le but de mieux connaître le système, on sollicite vos connaissances rattachées aux outils de l'analyse fonctionnelle pour aborder les tâches proposées ci-après.

Tâche n°1 : Expression de la fonction principale et identification des fonctions contraintes.

A partir du **volet n°2** et des **D.Res 1** et **D.Res 2**, sur le **D.Rep 1**.

Q.01. Compléter le diagramme de niveau **A-0**.

0,75 pt

Q.02. Compléter le diagramme des interactions ainsi que le tableau des fonctions contraintes.

1,50 pt

Tâche n°2 : Identification des matières d'œuvres entrantes et sortantes (**Moe** et **Mos**) des différents postes de la ligne de production et recherche des solutions constructives relatives au **poste 5**.

A partir du **volet n°2** et des **D.Res 1** et **D.Res 2**, sur le **D.Rep 1** et le **D.Rep 2**.

Q.03. Quelles sont les **Mos** des différents postes de la ligne de production.

1,00 pt

Q.04. Compléter le diagramme de niveau **A45**.

2,00 pts

Q.05. Compléter le diagramme de niveau **A453**.

1,50 pt

Situation d'évaluation n°2

/9,75 Pts

L'entraînement de la bande à la vitesse d'avance V_L est assuré par le dispositif d'avance constitué d'un rouleau d'entraînement et d'un rouleau presseur. Le fonctionnement du dispositif exige une solution constructive permettant de régler de façon automatisée la hauteur entre les deux rouleaux. La réalisation des tâches suivantes nous permet de découvrir cette solution constructive :

Tâche n°1 : Identification des composants du dispositif d'avance responsable du réglage de la hauteur entre le rouleau entraîneur et le rouleau presseur.

A partir du **D.Res 3**, sur le **D.Rep 3**.

Q.06. Identifier les liaisons du système de réglage de la hauteur entre le rouleau entraîneur et le rouleau presseur en complétant le tableau par les noms des liaisons et par des croix « X » indiquant les degrés de liberté.

1,00 pt

Q.07. Pour que le rouleau presseur appuie sur la bande en plastique, les tiges des vérins **1A1** et **1A2** doivent **sortir** ou **rentre** ?

0,25 pt

Q.08. Compléter le tableau par le nom et la fonction des éléments **022**, **023**, **025**, **1V0**, du circuit pneumatique du rouleau presseur.

1,00 pt

Q.09. Les éléments **1Z1** et **1Z2** sont appelées des **silencieux**, ils permettent d'abaisser le niveau sonore sur les raccords d'échappement de composants pneumatiques. Ils réalisent une fonction technique qui peut être classée sous quelle fonction contrainte ? (Cocher la bonne réponse)

0,25 pt

Q.10. Sur quel élément du circuit pneumatique faut-il agir pour régler la vitesse de sortie de la tige du vérin **1A2**?

0,25 pt

Tâche n°2 : Validation du choix des vérins pour **soulever** le rouleau presseur.

A partir des **D.Res 3** et **D.Res 4**, sur les **D.Rep 3** et **D.Rep 4**.

Q.11. Calculer la force théorique F_{th} (en **daN**) développée par chacun des vérins pour **soulever** le rouleau presseur.

0,25 pt

Q.12. Calculer la force réelle F_r (en **daN**) développée par chacun des vérins pour **soulever** le rouleau presseur.

0,25 pt

Q.13. Calculer le taux de charge T_{ch} , sachant que la charge réelle appliquée à l'extrémité de chaque vérin pour **soulever** le rouleau presseur est $Ch_r = 75 \text{ daN}$.

0,25 pt

Q.14. L'utilisation de ce vérin est-elle optimale ? justifier.

0,50 pt

Q.15. Compléter les vues suivantes du dessin de la chappe montée sur la tige du vérin **1A2** :

2,25 pts

(Représenter toutes les formes cachées)

- La vue de gauche en coupe **A-A**.
- La vue de dessus.

Tâche n°3: Identification des liaisons mise en jeux et leurs solutions constructives employées dans le vérin **1A2**.

A partir du **D.Res 5**, sur le **D.Rep 5**.

- Q.16.** La **vis sans tête 14** est-elle une **vis d'assemblage** ou une **vis de pression** ? 0,25 pt
- Q.17.** Cette **vis 14** participe à la réalisation d'une liaison encastrement entre deux pièces. Donner leurs noms ? 0,50 pt
- Q.18.** A partir de la liste des noms proposée sur le tableau du **D.Rep 5**, donner le nom des **formes 1, 2 et 3** de l'**écrou 9**. 0,75 pt
- Q.19.** Compléter les deux classes d'équivalence du vérin **1A2**. (exclure exclusivement les **joints** et l'**écrou 17**) 1,50 pt
- Q.20.** Quel est le nom de la liaison et le nom de la solution constructive utilisée entre ces deux classes d'équivalence ? 0,50 pt

Situation d'évaluation n°3

/3,50 Pts

Produire une grande quantité de plaques de dimensions définies, nécessite la connaissance des postes en termes de constituants, de fonctionnement et d'interactions. En effet pour paramétrer la cisaille ; il faut tenir compte de la longueur de découpe des plaques et de la vitesse de ligne déterminée à partir de la capacité de production des postes antérieurs.

A travers les tâches suivantes, on étudie la procédure de détermination de la vitesse de ligne **V_L** en vue de paramétrer la cisaille pour un exemple de production de deux types de plaques.

Tâche n°1 : Détermination de la vitesse de ligne **V_L** à adopter pour produire deux types de plaques à partir d'une bande ayant des caractéristiques précises.

A partir du **D.Res 6**, sur le **D.Rep 5**.

- Q.21.** Calculer la vitesse maximale de production de l'extrudeuse **V_{Extr}** (en **m/min**) pour produire la bande. 0,25 pt
- Q.22.** Calculer la vitesse maximale de passage dans le four **V_{Four}** (en **m/min**) pour produire la bande. 0,25 pt
- Q.23.** Reporter sur le tableau les valeurs **V_{Extr}** et **V_{Four}** trouvée précédemment. Déterminer alors la vitesse de ligne **V_L** (en **m/min**) à adopter. 0,50 pt

Tâche n°2 : Etude des profils des vitesses d'avance pour découper les plaques de **type 1** et de **type 2** quand la vitesse de ligne est déterminée à **V_L = 0,25 m/s**.

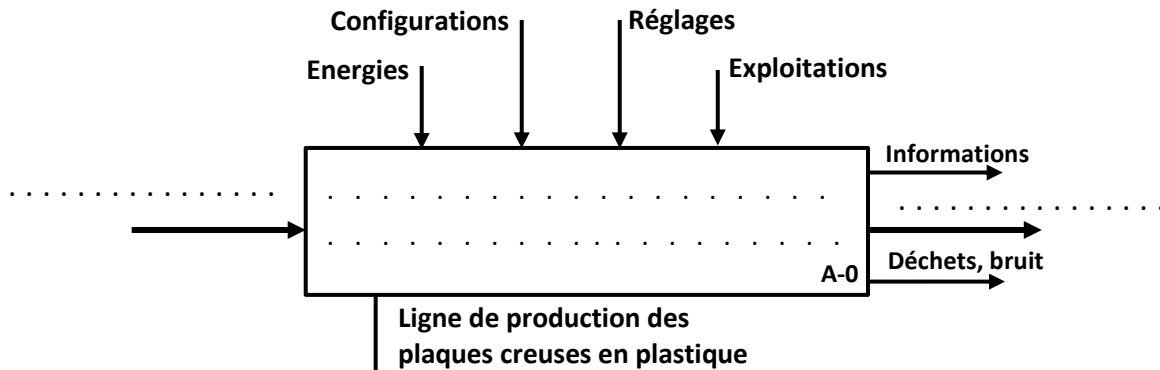
A partir des **D.Res 6** et **D.Res 7**, sur les **D.Rep 6** et **D.Rep 7**.

- Q.24.** Exprimer la vitesse d'avance **V_a** (en **m/s**) de la bande en fonction de la vitesse de rotation **N_m** du moteur. 0,25 pt
- Q.25.** Tracer, en respectant l'échelle proposée, la courbe représentant la vitesse d'avance **V_{a1}** (en **m/s**) de la bande en concordance du temps avec la courbe représentant la vitesse de rotation **N_{m1}** du moteur d'avance **supérieur** pour découper les plaques de **type 1** (prendre **k=102,88**). 0,50 pt
- Q.26.** Tracer, en respectant l'échelle proposée, la courbe représentant la vitesse d'avance **V_{a2}** (en **m/s**) de la bande en concordance du temps avec la courbe représentant la vitesse de rotation **N_{m2}** du moteur d'avance **inférieur** pour découper les plaques de **type 2** (prendre **k=102,88**). 0,50 pt
- Q.27.** Calculer la valeur moyenne de la vitesse d'avance de la bande **V_{a moy1}** (en **m/s**) pour découper les plaques de **type 1**, et la valeur moyenne de la vitesse d'avance de la bande **V_{a moy2}** (en **m/s**) pour découper les plaques de **type 2**, sachant que chacune de ces valeurs est égale au rapport de la longueur de la plaque par la période du signal correspondant. 0,50 pt
- Q.28.** Comparer les deux valeurs trouvées avec la valeur de la vitesse de ligne **V_L**, puis conclure en cochant la proposition convenable. 0,75 pt

D.Rep 1

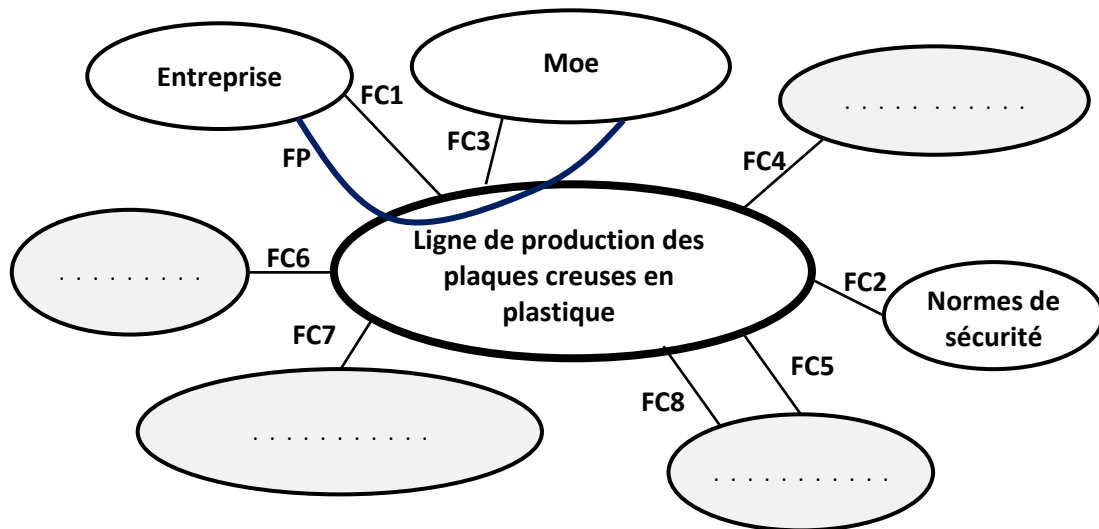
/3,25 Pts

Q.01. Diagramme de niveau A-0.



/0,75

Q.02. Diagramme des interactions et tableau des fonctions contraintes.



/1,50

FC1	S'adapter à la structure matérielle de l'entreprise.
FC2	
FC3	Accepter les différents types de granulés plastique.
FC4	Limiter l'impact sur l'environnement.
FC5	Permettre au conducteur de ligne de faire tous les contrôles au cours de la production.
FC6	S'adapter aux énergies.
FC7	Être relativement facile à nettoyer.
FC8	

Q.03. Mos des différents postes de la ligne de production.

Poste	Mos
Poste 1	Mos 1 :
Poste 2	Mos 2 :
Poste 3	Mos 3 :
Poste 4	Mos 4 :

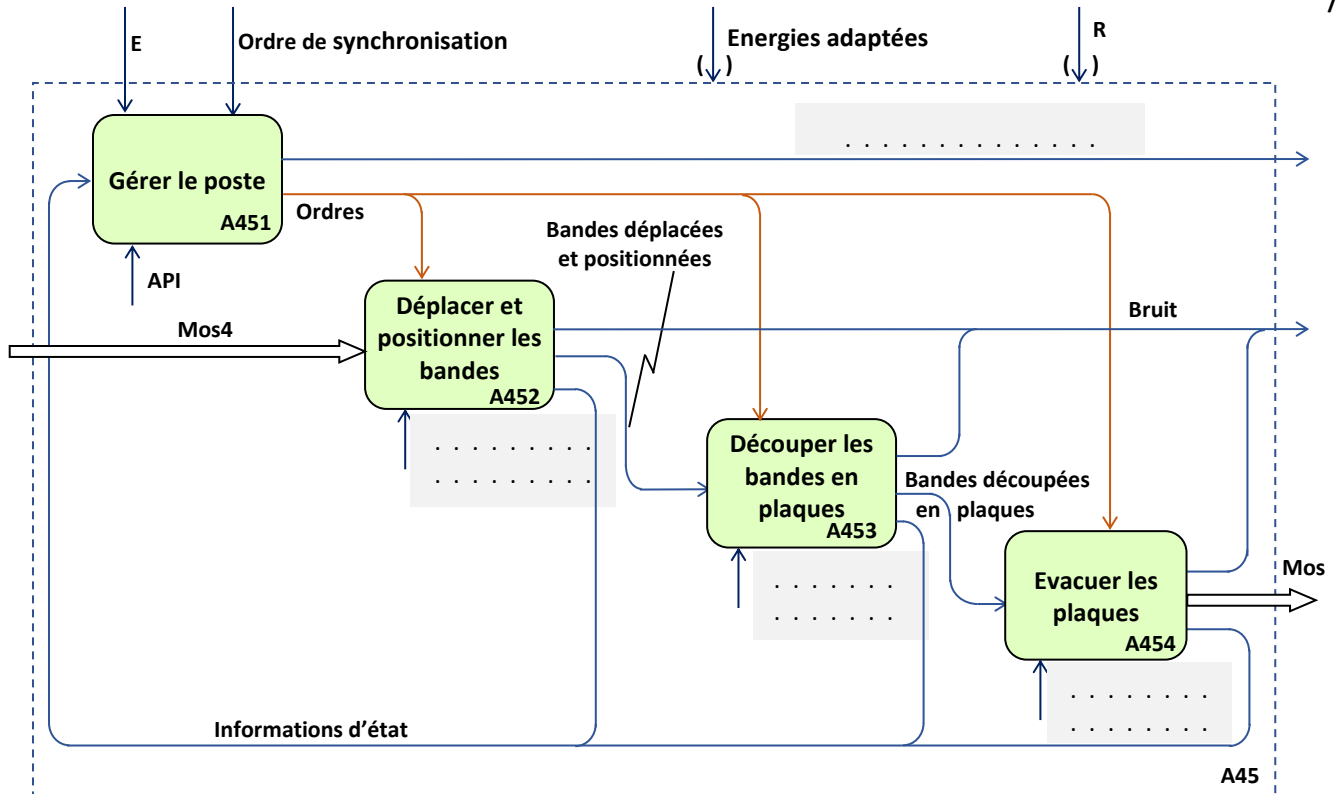
/1,00

D.Rep 2

/3,50 Pts

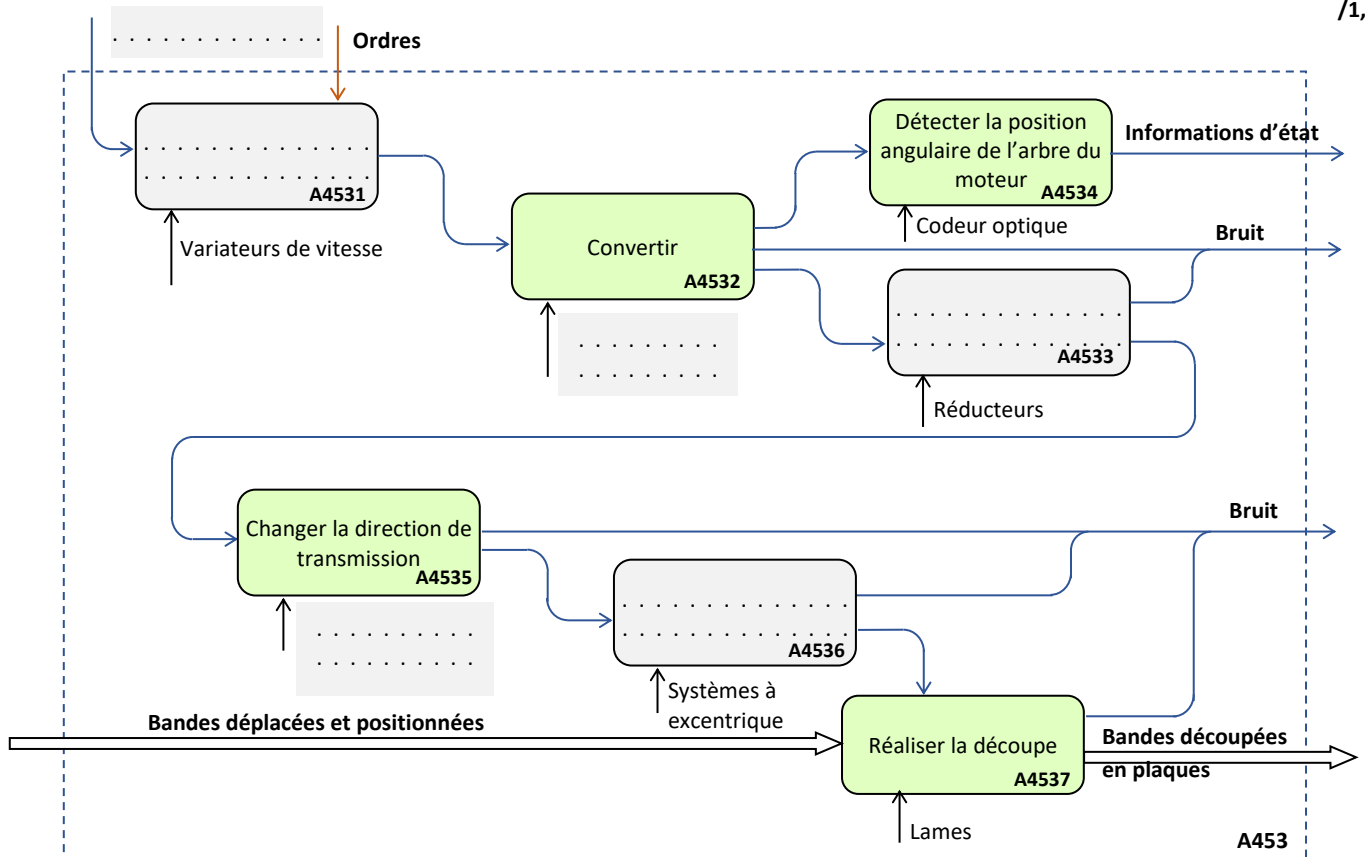
Q.04. Diagramme A45.

/2,00



Q.05. Diagramme A453.

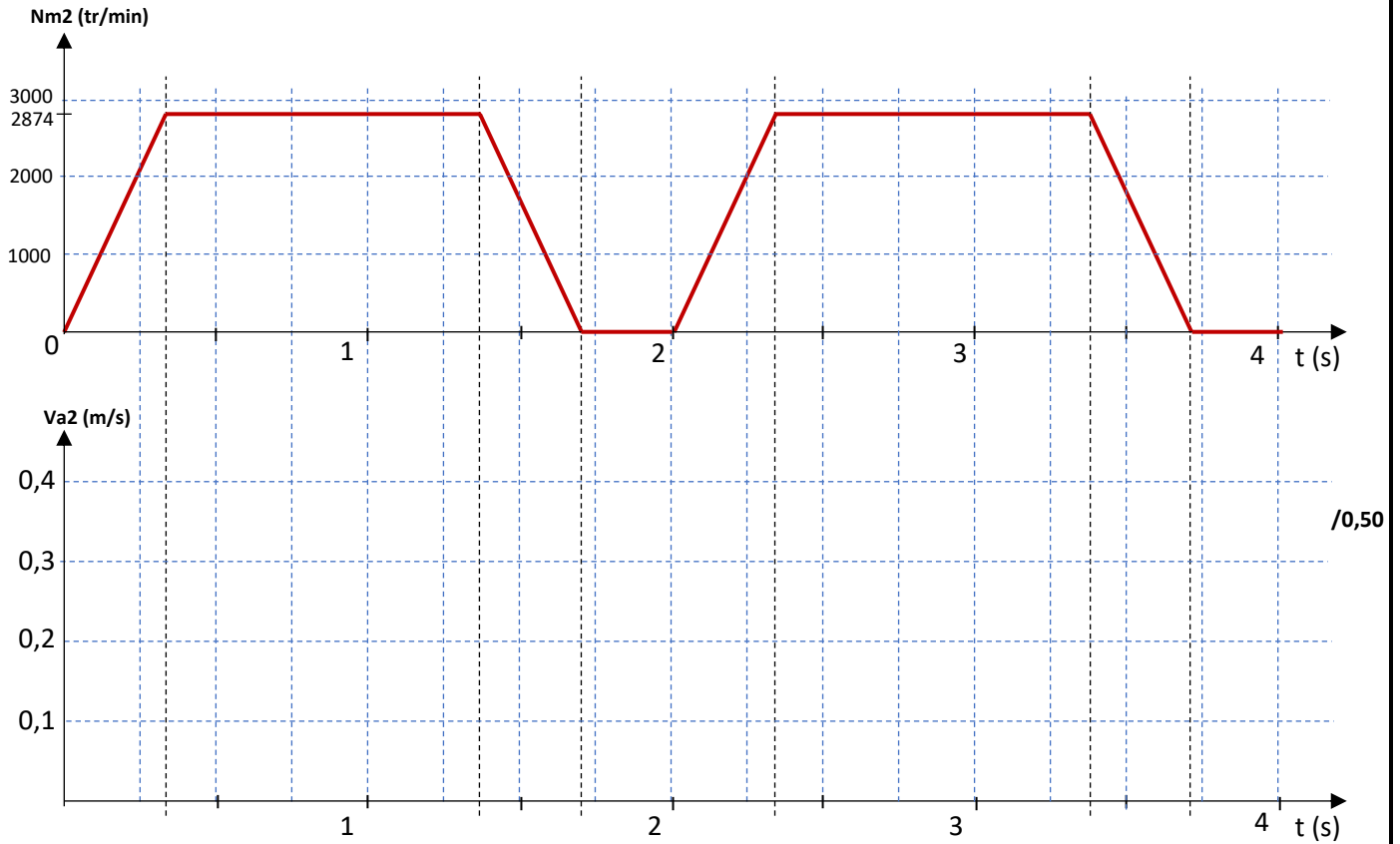
/1,50



D.Rep 7

/1,75 Pts

Q.26. Tracé respectant l'échelle proposée, de la courbe représentant la vitesse d'avance **Va2** (en **m/s**) de la bande en concordance du temps avec la courbe représentant la vitesse de rotation **Nm2** du moteur d'avance **supérieur** pour découper les plaques de **type 2** (prendre **k=102,88**).



Q.27. Calcul des vitesses d'avance moyennes **Va_{moy1}** et **Va_{moy2}** (en **m/s**)

/0,50

--	--

Q.28. Comparaison des deux valeurs trouvées avec la valeur de la vitesse de ligne **VL**, puis conclusion en cochant la proposition convenable.

--	--

/0,50

- ☐ C'est une condition particulière.

☐ C'est une condition pour éviter l'accumulation des deux bandes pendant le temps de découpe.

☐ C'est une condition pour avoir un temps de découpe faible.

/0,25

D.Res 1

Diagramme de niveau A0

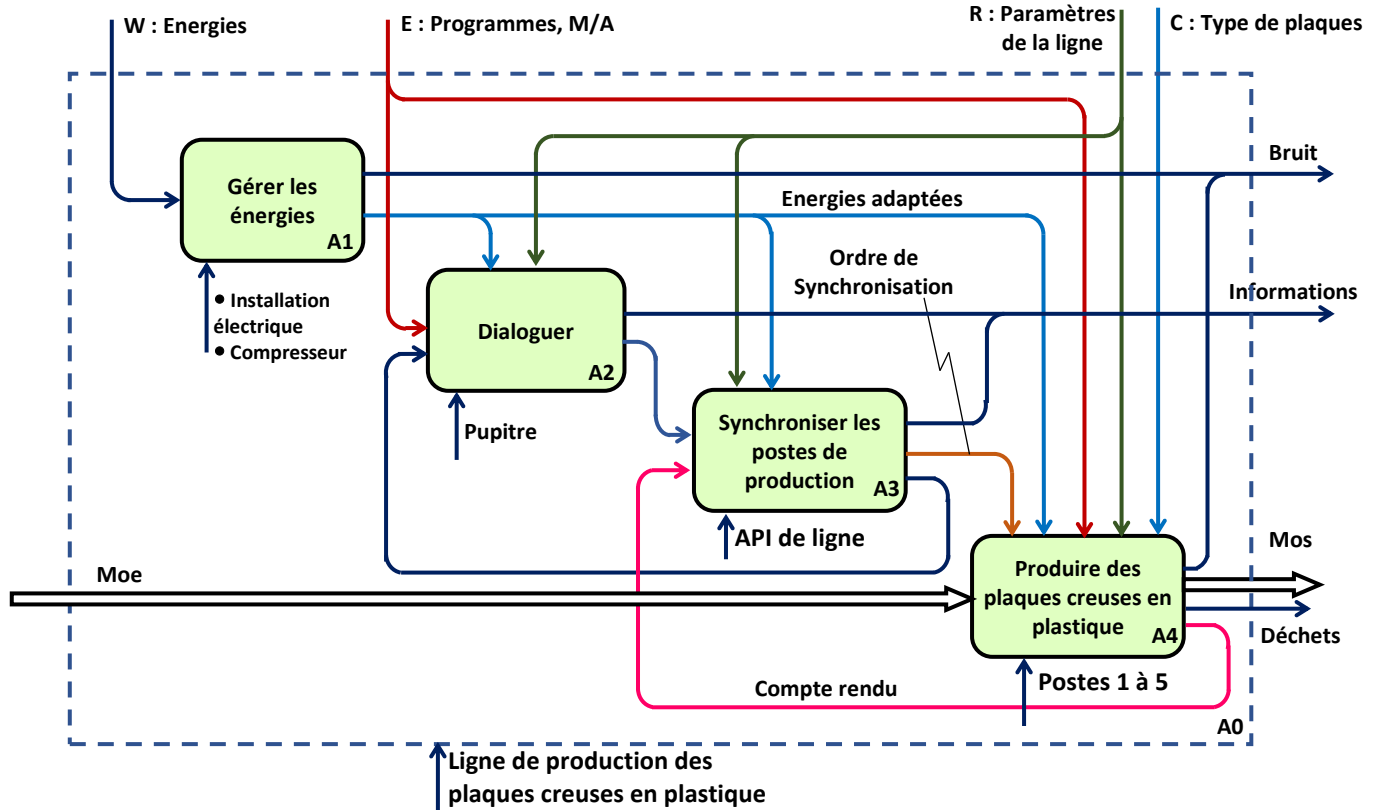
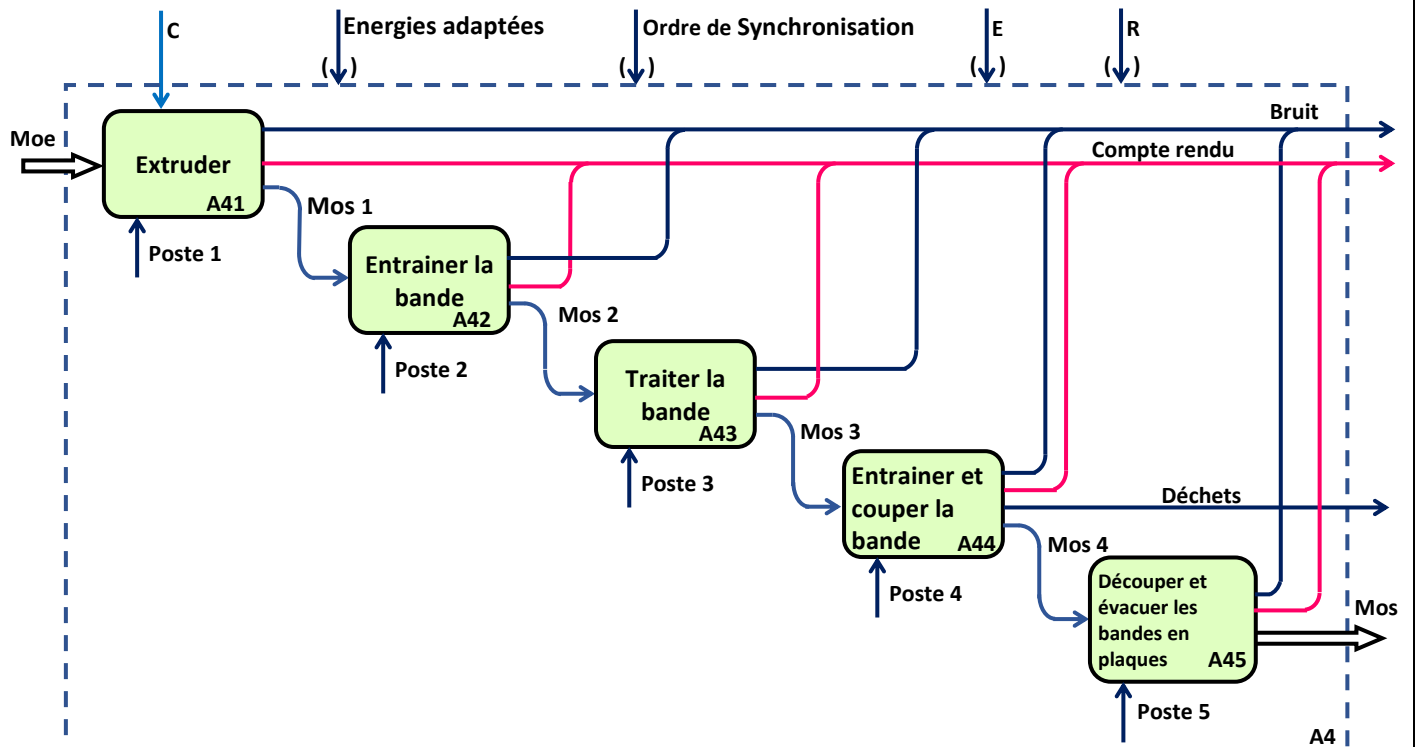


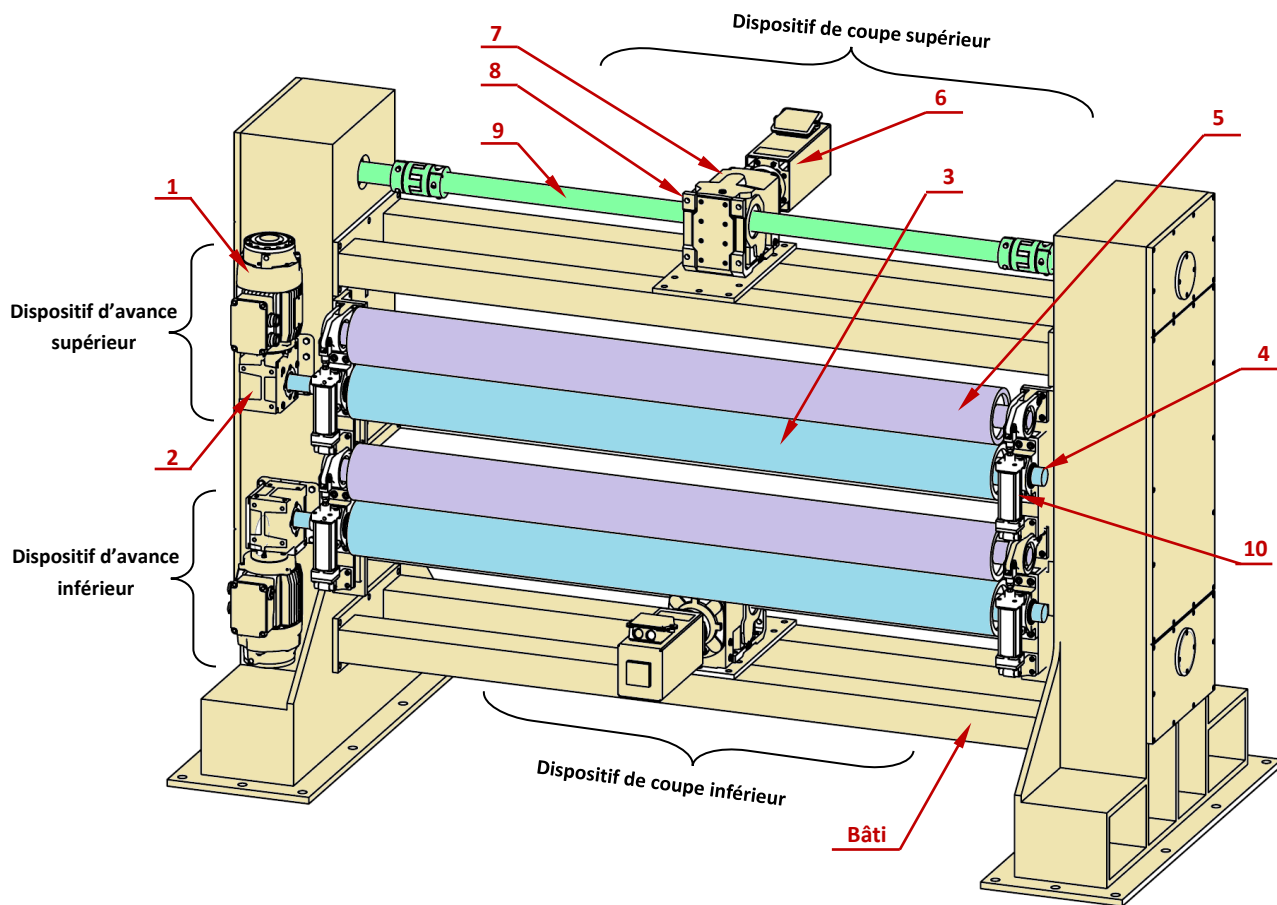
Diagramme de niveau A4



D.Res 2

Cisaille à deux entrées en vue 3D

(Les dispositifs de coupe et d'évacuation ne sont pas représentés complètement)



1	Moteur d'avance supérieur Mav
2	Réducteur Rav
3	Cylindre entraineur
4	Codeur optique Cd
5	Cylindre presseur

6	Moteur de coupe supérieur Mcp
7	Réducteur Rcp
8	Renvoi d'angle
9	Barre de transmission
10	Vérin supérieur 1A2

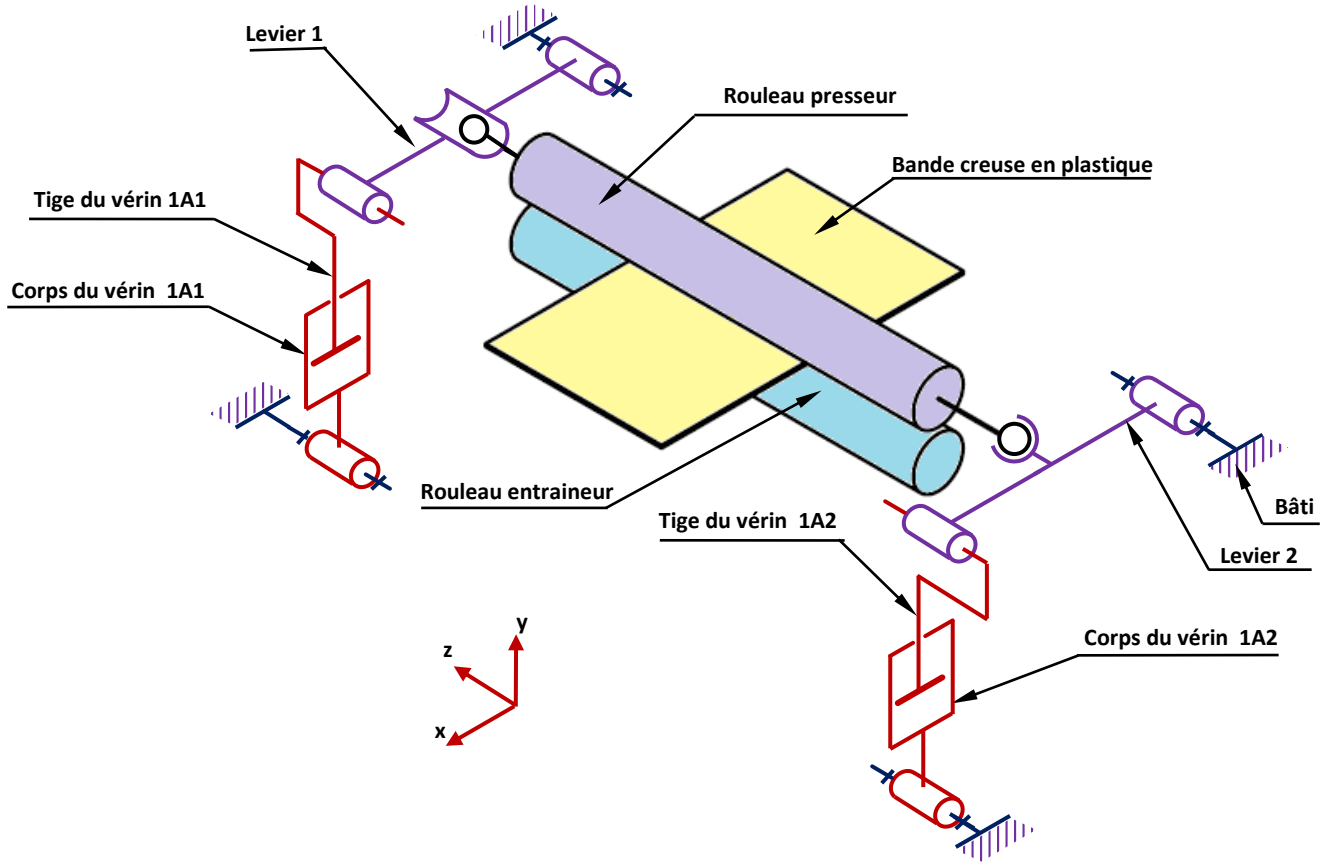
Description de la cisaille à deux entrées (Poste 5)

La **cisaille à deux entrées** utilisée est une machine qui permet de découper deux bandes en plaques à des longueurs différentes selon la commande des clients. Elle est équipée de :

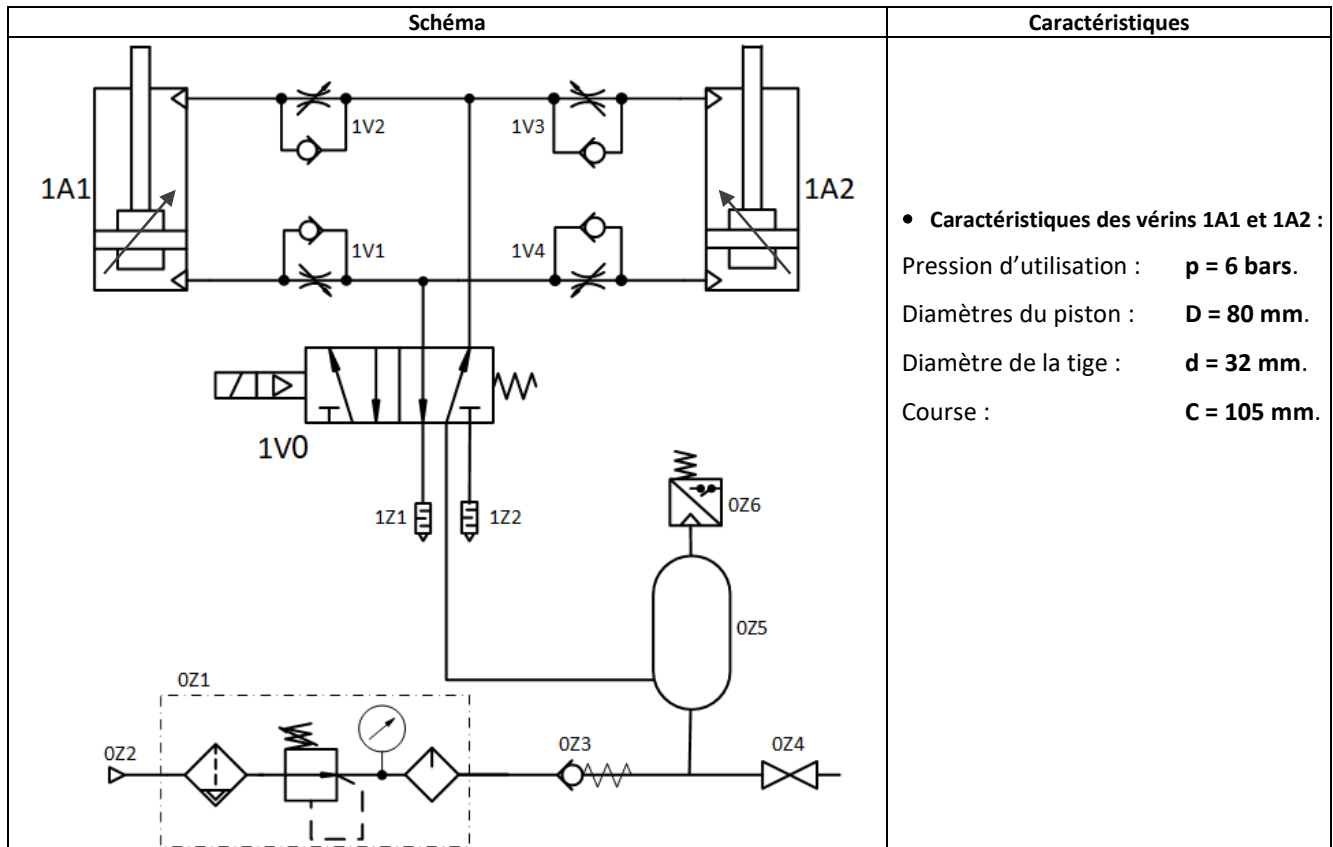
- Deux **dispositifs d'avance** identiques (supérieur et inférieur), qui permettent de déplacer et positionner les bandes. Chaque dispositif comporte :
 - Un **cylindre entraineur** animé d'un mouvement de rotation créé par un **moteur électrique** relié à un **réducteur** ;
 - Un **cylindre presseur** libre en rotation qui assure la pression convenable pour tirer la bande, le réglage de la hauteur entre le rouleau entraineur et le rouleau presseur est réalisée par l'action de deux **vérins** ;
 - Un capteur (**codeur optique**) qui informe l'**API** de la longueur de la bande avancée dans la cisaille.
- Deux **dispositifs de coupe** indépendants (supérieur et inférieur) qui permettent de couper les bandes. Chaque dispositif comporte :
 - Une **lame guillotine** mobile en translation grâce à un système de transformation de mouvement à **excentrique** entraîné en rotation par un **moteur électrique** relié à un **réducteur** (pour adapter la vitesse) et à un **renvoi d'angle** (pour changer la direction de transmission) ;
 - Un capteur (**codeur optique**) qui informe l'**API** de la position angulaire du moteur de coupe.
- Deux **dispositifs d'évacuation** des plaques découpées (supérieur et inférieur), comportant chacun un **convoyeur**.

D.Res 3

Schéma cinématique du système de réglage de la hauteur entre le rouleau entraîneur et le rouleau presseur



Circuit pneumatique de réglage de la hauteur entre le rouleau entraîneur et le rouleau presseur



D.Res 4

Force développée par un vérin

Force théorique développée par un vérin : F_{th}	Force réelle développée par vérin : F_r
$F_{th} = P \times S$	$F_r = F_{th} - F_f$
F_{th} : Force théorique (en daN) P : Pression d'alimentation (en bar) S : Surface utile du piston (en cm²)	F_r : Force réelle (en daN) F_{th} : Force théorique (en daN) F_f : Force de frottement (en daN) = 0,20 x Fth

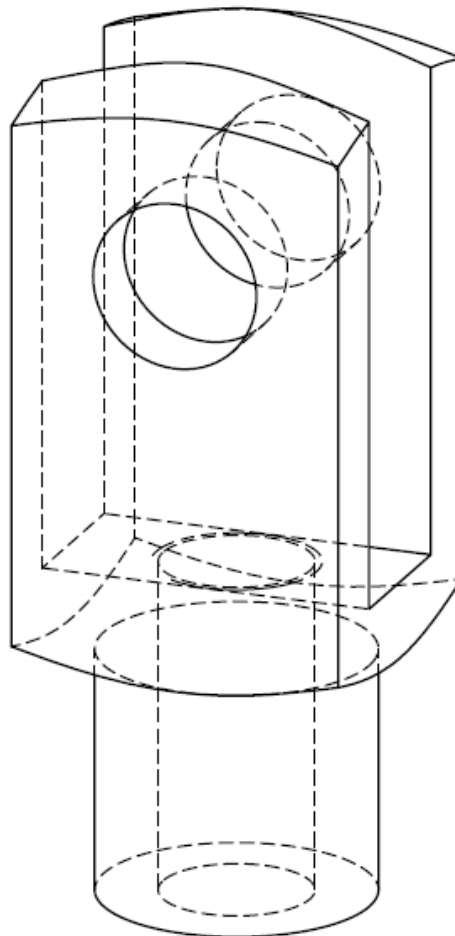
Taux de charge d'un vérin

Le taux de charge d'un vérin, exprimé en pourcentage, est le rapport entre la charge réelle à déplacer par le vérin et la force réelle développée par lui.

$$\text{Taux de charge (en \%)} \quad T_{ch} = \frac{\text{Charge à déplacer}}{\text{Force réelle } F_r} \times 100$$

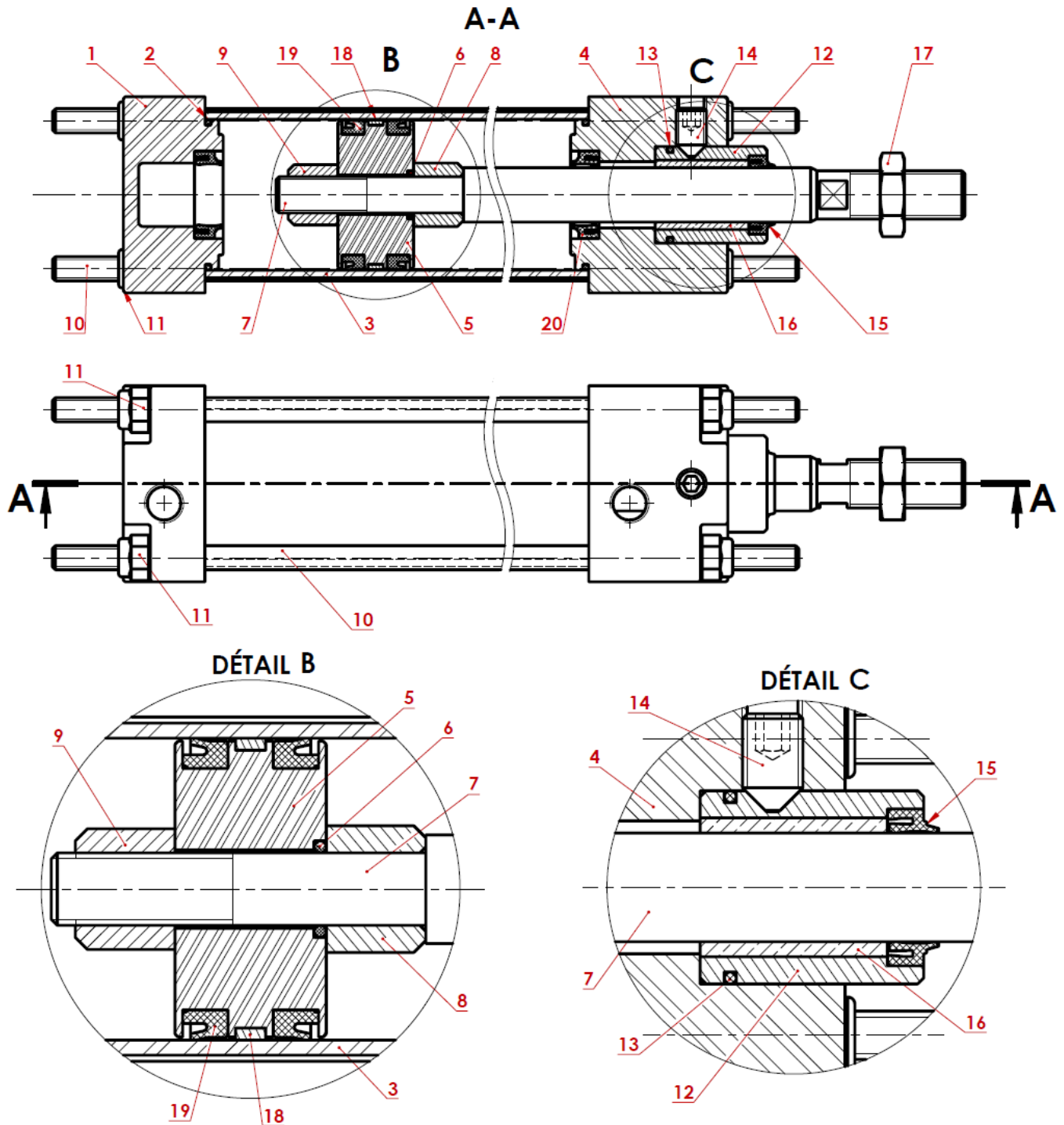
Tant que ce taux de charge est inférieur ou égal à **75%**, l'utilisation du vérin est optimale.

Dessin 3D de la Chape montée sur la tige du vérin



D.Res 5

Dessin 2D du vérin 1A2



10	4	Tirant à extrémité fileté
09	1	Ecrou
08	1	Entretoise
07	1	Tige de piston
06	1	Joint torique
05	1	Piston
04	1	Nez du vérin
03	1	Cylindre
02	2	Joint torique
01	1	Fond du vérin
Rep	Nb	Désignation

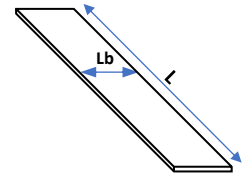
19	2	Joint à lèvres de piston
18	1	Joint dynamique
17	1	Ecrou H
16	1	Coussinet cylindrique (monté serré dans 12)
15	3	Joint racleur
14	1	Vis sans tête bout tronconique
13	1	Joint torique
12	1	Palier
11	4	Ecrou H (Ecrou auto-freiné)
Rep	Nb	Désignation

D.Res 6

Données sur la bande et les types de plaques à produire

Caractéristiques de la bande :

Longueur	Largeur finale	Epaisseur en mm	Grammage
L = 1000 m	Lb = 1,6 m	Ep = 2 mm	G = 0,25 Kg/m ²



Caractéristiques des plaques :

Type	Quantité	Longueur de la plaque	Largeur de la plaque
Plaque de type 1	1000	Lp1 = 1,0 m	Lb1 = 1,2 m
Plaque de type 2	2000	Lp2 = 0,5 m	Lb2 = 0,4 m

Paramétrage de la ligne

Afin de paramétrer la ligne pour produire la bande Il faut :

- Calculer la vitesse maximale de chaque poste pour produire la bande ;
- Adopter comme vitesse de ligne la vitesse la plus faible des vitesses maximales calculées.

Méthodes de calcul des vitesses maximales pour chaque poste.

- Vitesse maximale de production de l'**extrudeuse**.

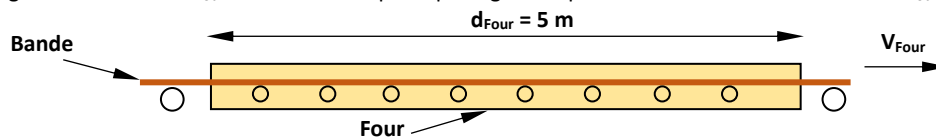
La capacité maximale de l'extrudeuse est $C_{\text{Extr}} = 11 \text{ Kg/min}$ et la vitesse maximale est $V_{\text{Extr}} = \frac{C_{\text{Extr}}}{L_b \cdot G}$ (en m/min).

- Vitesse maximale des **postes 2 et 4**.

Sur ces deux postes de tirage, la bande peut se déplacer à la vitesse maximale $V_{\text{Tirage}} = 15,00 \text{ m/min}$.

- Vitesse maximale du **poste 3** (le four).

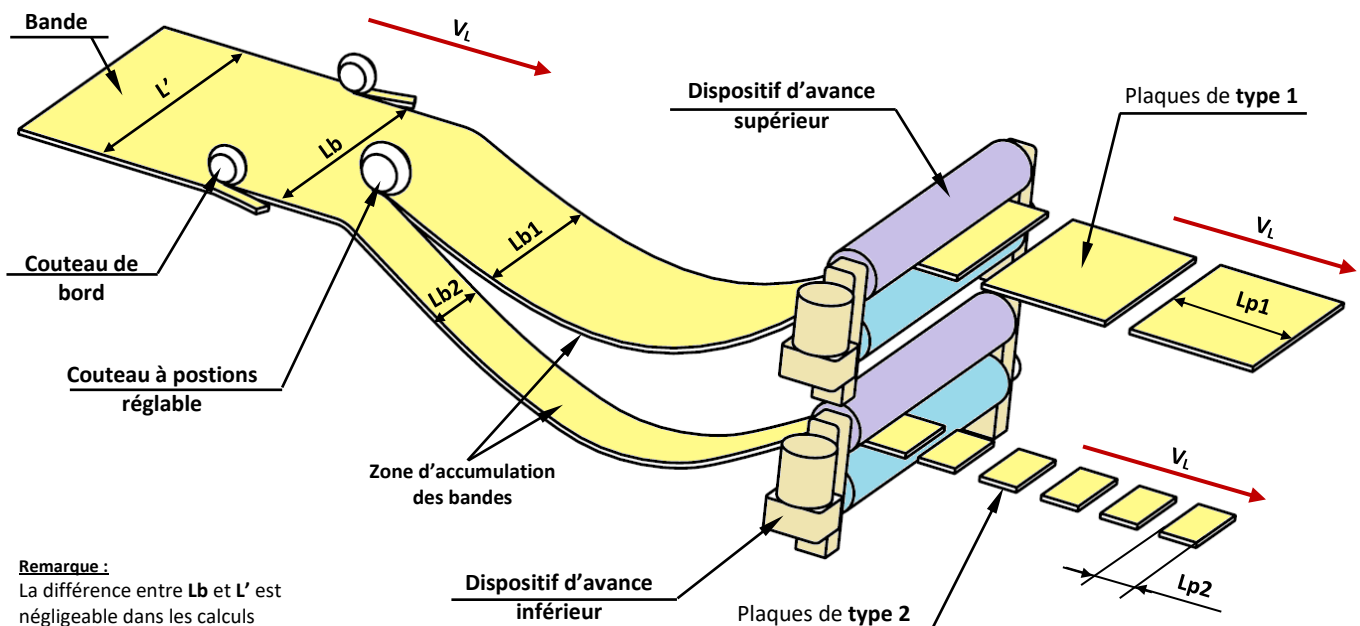
La longueur du four est $d_{\text{Four}} = 5 \text{ m}$ et le temps de passage d'un point de la bande dans le four est $t_{\text{Four}} = 15 \text{ s}$.



- Régler le **poste 4** pour diviser cette bande en deux bandes de largeur $Lb1$ et $Lb2$.

Vue 3D de la bande découpée en plaques de type1 et de type 2

(Dispositif de coupe et dispositif d'évacuation non représentés)



Remarque :

La différence entre Lb et L' est négligeable dans les calculs

D.Res 7

Profils des vitesses des dispositifs d'avance et de coupe de la cisaille à deux entrées.

La cadence de la cisaille à deux entrées (**poste 5**) n'intervient pas dans le calcul de la **vitesse de ligne** car son équipement permet (pour chaque entrée) de régler les **vitesses d'avance et de coupe** à des valeurs qui dépendent à la fois de la **vitesse de ligne** (calculée à partir des capacités de l'extrudeuse, du tirage et du four) et de la **longueur de la plaque à découper**.

La **vitesse d'avance Va** est la vitesse de déplacement donnée à la bande grâce au **dispositif d'avance** de la cisaille pour chaque entrée (voir profil ci-dessous).

La **vitesse de coupe** est la vitesse du **dispositif de coupe** de la cisaille pendant un aller-retour du système de transformation du mouvement (voir profil ci-dessous).

Lors de la découpe d'une plaque par le **dispositif de coupe**; le **dispositif d'avance** est à l'arrêt (de **t3** à **t4**) d'où la **zone d'accumulation de la bande** (voir vue 3D de la bande découpée D.Res 6).

Profil de la vitesse d'avance Va et de la vitesse de coupe Vc.

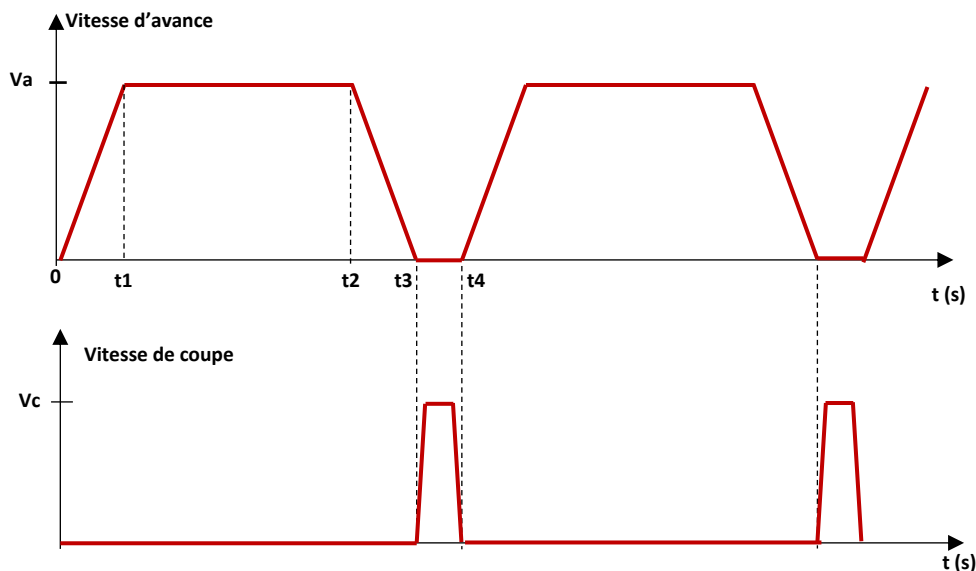
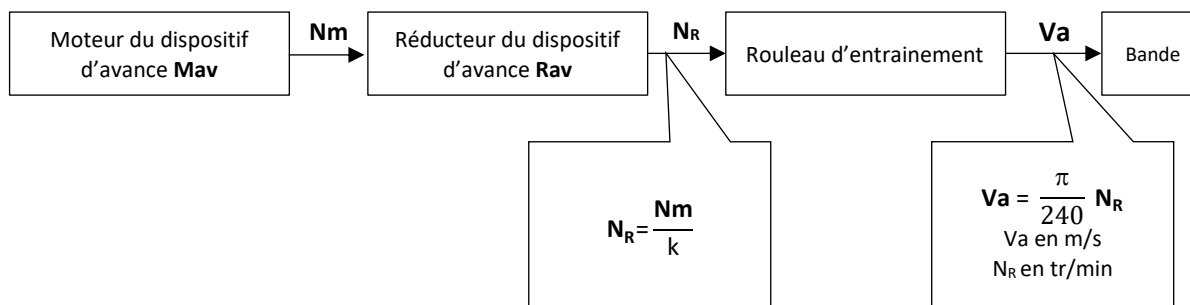


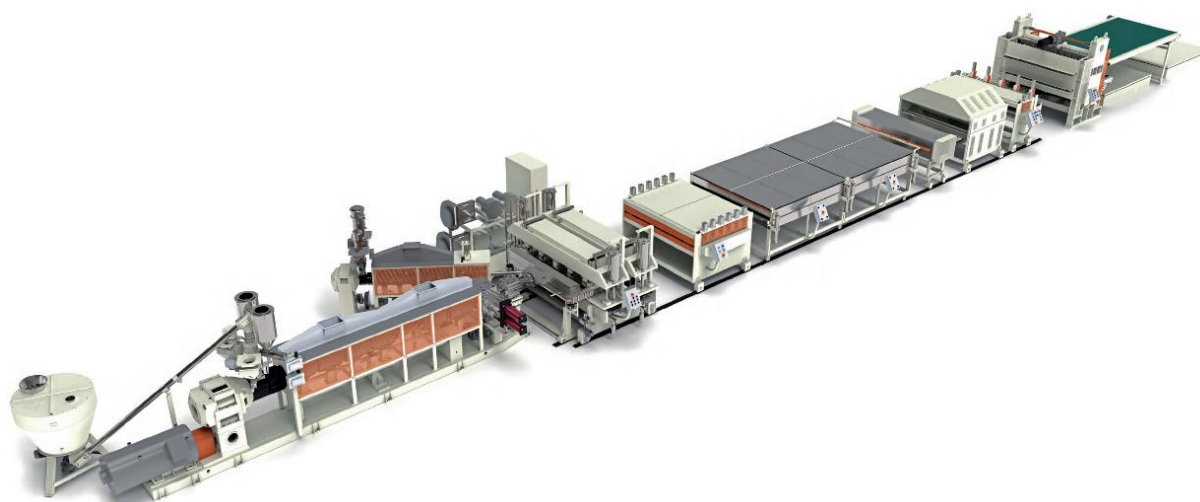
Schéma synoptique de la chaine de transmission de puissance du dispositif d'avance.

(Les deux dispositifs d'avance inférieur et supérieur sont distincts mais identiques).



الصفحة	1		الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2020 - عناصر الإجابة -	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
8	***			
NR 44				
3	مدة الإنجاز	علوم المهندس		المادة
3	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (ب)		الشعبة أو المسلك

Eléments de corrigé



Ligne de production de plaques creuses en plastique.