

# BACCALAUREAT GENERAL

Session 2007

Série S – Sciences de l'ingénieur

## ÉTUDE D'UN SYSTÈME PLURITECHNIQUE

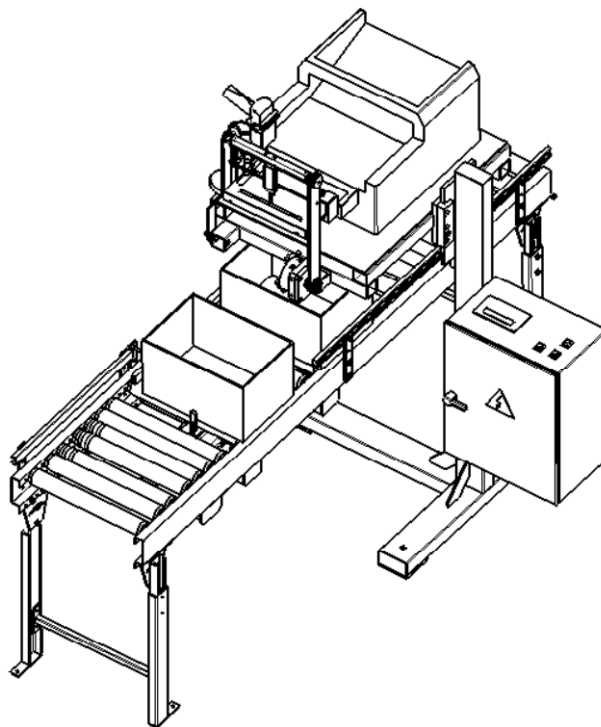
Coefficient : 4

Durée de l'épreuve : 4 heures

*Sont autorisés les calculatrices électroniques et  
le matériel nécessaire à la représentation graphique.  
Aucun document n'est autorisé.*

*Les réponses sont à donner sur les documents réponses et sur feuille de copie.  
Il est conseillé de traiter les différentes parties dans l'ordre du sujet.*

### SYSTÈME MADOCA



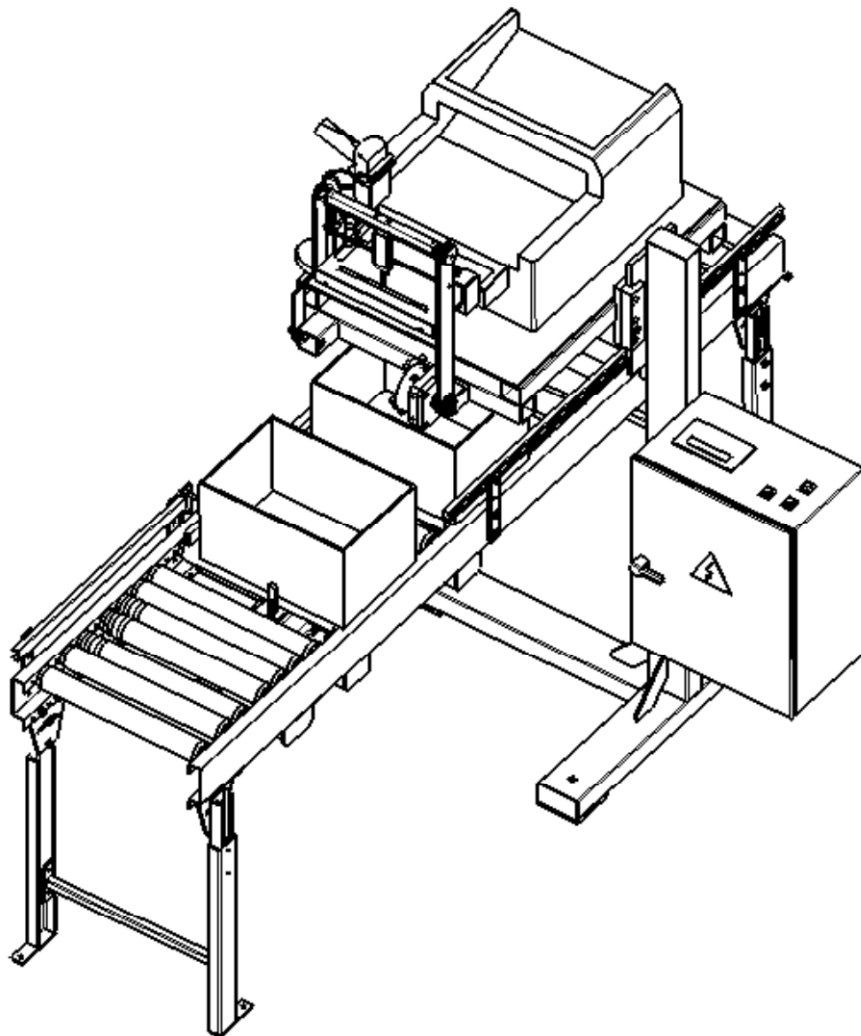
#### Composition du sujet et sommaire :

- Un dossier "TEXTE DU SUJET" de 12 pages numérotées de 1 à 12 comportant :
  - Présentation du système MADOCA pages 1 à 2
  - Première partie : Analyse fonctionnelle globale page 3
  - Deuxième partie : Adapter la vitesse d'entraînement des feuilles pages 3 à 5
  - Troisième partie : Séparer une feuille pages 6 à 7
  - Quatrième partie : Déplacer une feuille pages 8 à 10
  - Cinquième partie de synthèse : Optimiser la cadence du margeur pages 11 à 12
- Un dossier "DOCUMENTS TECHNIQUES" : documents DT1 à DT9.
- Un dossier "DOCUMENTS RÉPONSES" : documents DR1 à DR8.

#### Conseils au candidat :

Vérifier que vous disposez bien de tous les documents définis dans le sommaire.  
La phase d'appropriation du système pluritechnique passe par la lecture attentive de l'ensemble du sujet.  
Il est fortement conseillé de consacrer au moins 20 minutes à cette phase de découverte.

## TEXTE DU SUJET



# SYSTÈME MADOCA

## 1 - Présentation générale :

Le système MADOCA est utilisé dans une entreprise qui assure la logistique de commandes passées par Internet sur des produits comme les supports numériques (CD, CD-ROM, DVD, jeux vidéo), les livres, ou les téléphones portables.

Il assure la phase de préparation de la commande avant la dépose des objets commandés dans le carton ; phase qui reste manuelle.

Cette phase de préparation consiste à :

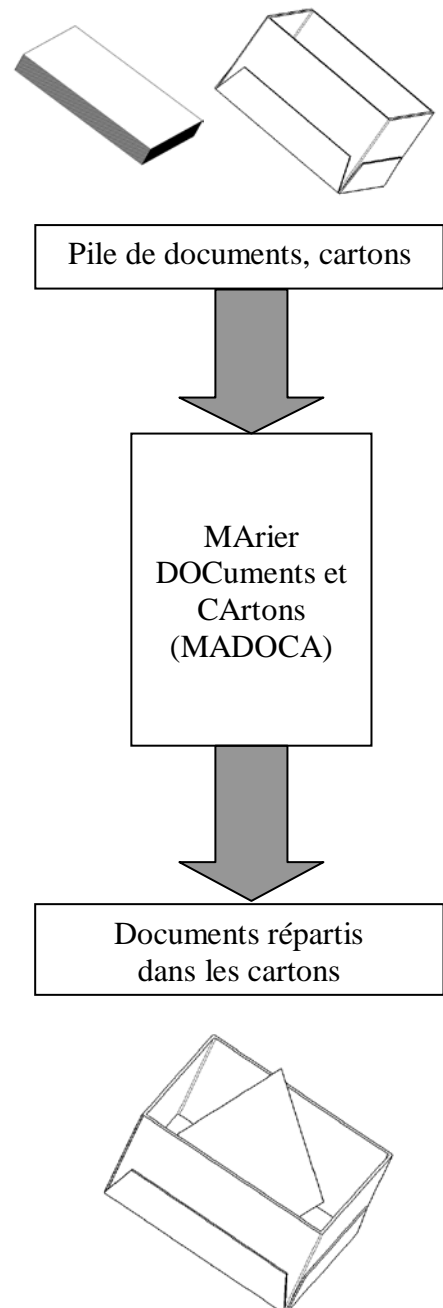
- déposer dans un carton un ou plusieurs bons de préparation et éventuellement une facture,
- apposer sur le coté du carton une étiquette autocollante contenant un code barre d'identification de la commande et l'adresse du destinataire du colis. (Remarque : cette fonction ne fera pas partie de l'étude)

Ce carton est ensuite acheminé par des convoyeurs à rouleaux vers différents magasins (CD, DVD, jeux vidéo, etc...) en correspondance avec le contenu de la commande. À chaque poste, le carton est arrêté afin qu'un opérateur dépose un ou plusieurs articles en fonction du bon de préparation. Lors de la dépose du dernier article de la commande, le ou les bons de préparation sont retirés du carton, seule reste la facture si le client l'a demandée (une autre facture est envoyée par Internet à son adresse e-mail).

Le système automatisé MADOCA permet :

- le stockage d'une pile de documents constituée de factures et de bons de préparation (entre 500 et 700 documents)
- la séparation des documents feuille par feuille,
- la lecture du code barre des bons de préparation, afin que l'imprimante étiqueteuse prépare l'étiquette et la colle sur le carton,
- la manipulation de chaque document et sa dépose dans le carton correspondant,
- l'acheminement, le positionnement et la libération de chaque carton.

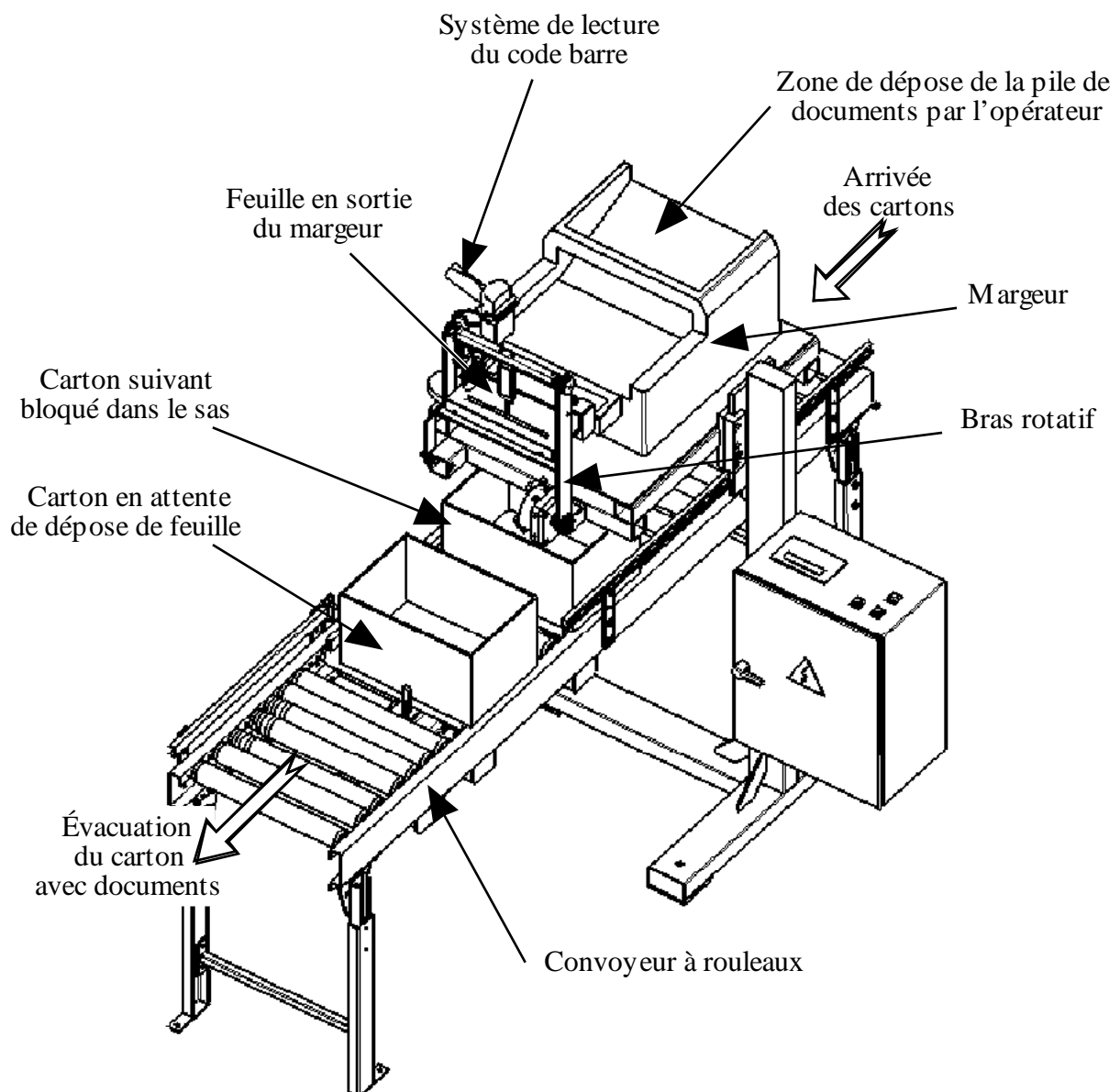
Le système automatisé MADOCA doit donc assurer le « mariage » de différents documents et d'un carton (MAriage DOcuments-CARton).



## 2 – Structure matérielle :

Le système MADOCA est constitué de trois sous-ensembles dont l'organisation fonctionnelle est représentée par le FAST du document technique DT1 :

- un convoyeur à rouleaux permettant le déplacement des cartons et assurant une fonction de sas afin de bloquer un carton sous le système de dépose tout en bloquant les cartons suivants,
- un margeur permettant de séparer feuille par feuille la pile de documents qui a été introduite manuellement par un opérateur en début de cycle,
- un bras rotatif assurant la prise de feuille en sortie du margeur et sa dépose dans le carton situé en dessous.



## Première partie : Appréhender le fonctionnement général de MADOCA.

Le dossier machine, et en particulier le FAST du document technique DT1 présentent le fonctionnement global de la machine.

Question 1.A : Sur le document réponse DR1, placer sur les schémas blocs fonctionnels proposés les composants suivants :

Distributeurs pneumatiques – Automate programmable industriel (API) – Bras – Unité de conditionnement d'air – Lecteur de code barre – Vireur pneumatique

## Deuxième partie : Adapter la vitesse d'entraînement des feuilles pour ne pas les froisser.

### 1 - Introduction :

Le margeur est un appareil qui permet, à partir d'une pile de feuilles, de les séparer une à une afin de convoier chaque feuille vers une zone de prise. Lorsque la feuille est retirée de la zone de prise, il est possible d'en séparer une nouvelle. Le margeur étant amené à séparer des feuilles au grammage compris entre  $40 \text{ g/m}^2$  et  $120 \text{ g/m}^2$ , il est nécessaire d'adapter la vitesse du moteur d'entraînement des feuilles afin de ne pas les froisser en cas de choix d'une vitesse excessive. À cet effet, le margeur dispose d'un commutateur à 16 positions permettant de choisir une vitesse de déplacement adapté au grammage des feuilles séparées.

### 2 – Étude du hacheur :

Le circuit de pilotage à vitesse variable du moteur d'entraînement est représenté sur le document technique DT2. Il est constitué principalement des circuits  $CI_1$  et  $CI_2$  référencés DM 74 LS 193. Ce circuit est un compteur-décompteur binaire ; de plus, il est programmable grâce aux entrées D, C, B et A. En effet, dès que l'entrée  $\overline{LOAD}$  passe à l'état logique 0, les sorties  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ ,  $Q_D$  prennent l'état logique des entrées A, B, C et D. Lorsque l'entrée  $\overline{LOAD}$  repasse à l'état logique 1, les sorties  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ ,  $Q_D$  évoluent en fonction des signaux UP ou DOWN. Le signal d'horloge CLOCK de fréquence 6,6 kHz est généré par le circuit  $CI_3$  auquel sont associés la résistance  $R_1$  et le condensateur  $C_1$ .

Les sorties  $\overline{CO}$  et  $\overline{BO}$  permettent la mise en cascade des compteurs. En particulier, le signal  $\overline{BO}$  (Borrow Output) passe à l'état logique 0 (pendant une demi-période du signal d'horloge présent sur l'entrée DOWN) lorsque la valeur 0000 est atteinte sur les  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ ,  $Q_D$  au cours d'une séquence de décomptage.

Question 2.A : À partir des chronogrammes fournis sur le document technique DT2 et du câblage des entrées D, C, B et A du circuit  $CI_2$ , expliquer l'influence d'un état logique 0 présent sur la sortie  $\overline{BO}$  du circuit  $CI_2$  sur l'entrée  $\overline{LOAD}$  du circuit  $CI_2$  et déterminer la valeur obtenue sur les sorties  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ ,  $Q_D$ .

La sortie  $\overline{BO}$  du circuit CI2 est un signal qui délimite une séquence de décomptage dont l'évolution dépend du signal CLOCK. Lorsqu'il est manipulé, le commutateur agit sur quatre micro-interrupteurs permettant d'obtenir un code parmi 16 compris entre les valeurs DCBA = 0000<sub>(2)</sub> et DCBA = 1111<sub>(2)</sub> à destination du circuit CI<sub>1</sub>.

Question 2.B : En supposant que le commutateur est dans une position telle que les micro-interrupteurs C, B et A sont fermés, expliquer l'influence du signal  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>2</sub> sur l'entrée  $\overline{LOAD}$  du circuit CI<sub>1</sub> et déterminer la valeur obtenue sur les sorties Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>, Q<sub>C</sub>, Q<sub>D</sub> de ce circuit lorsque  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>2</sub> est égal à 0. En déduire l'état logique de la sortie  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>1</sub>.

Question 2.C : Déterminer l'équation de l'entrée DOWN du circuit CI<sub>1</sub> en fonction de CLOCK et  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>1</sub>.

Les chronogrammes du document réponse DR2 représentent quatre séquences de décomptage enchaînées. Lorsque la sortie  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>2</sub> est passée à l'état logique 0, les sorties Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>, Q<sub>C</sub>, Q<sub>D</sub> du circuit CI<sub>1</sub> sont passées à la valeur codée par les micro-interrupteurs D, C, B, A ; puis la sortie  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>1</sub> est repassée à l'état logique 1.

Question 2.D : Sur le document réponse DR2, tracer les chronogrammes du signal DOWN et des sorties Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>, Q<sub>C</sub>, Q<sub>D</sub> et  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>1</sub> en veillant à assurer la décrémentation du compteur sur les fronts montants du signal DOWN.

Question 2.E : Sur DR2, tracer les chronogrammes des signaux  $\overline{BO}$  et DOWN du circuit CI<sub>1</sub> pour un nouveau code envoyé par les quatre micro-interrupteurs : DCBA = 0011<sub>(2)</sub>.

Question 2.F : Pour les deux cas de fonctionnement, déterminer le rapport cyclique  $\alpha$  du signal  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>1</sub> sous forme fractionnelle puis numérique.

Le transistor T<sub>1</sub> est un transistor MOSFET qui autorise la commutation d'un courant dans le moteur alimenté sous 12 V. Il est constitué de trois broches : la Grille (G), le Drain (D) et la Source (S). À l'état passant, il se comporte comme une résistance nulle entre le Drain et la Source ; par contre, à l'état bloqué, il se comporte comme un interrupteur ouvert. Cet état est obtenu pour une tension  $V_{GS} < 2$  V.

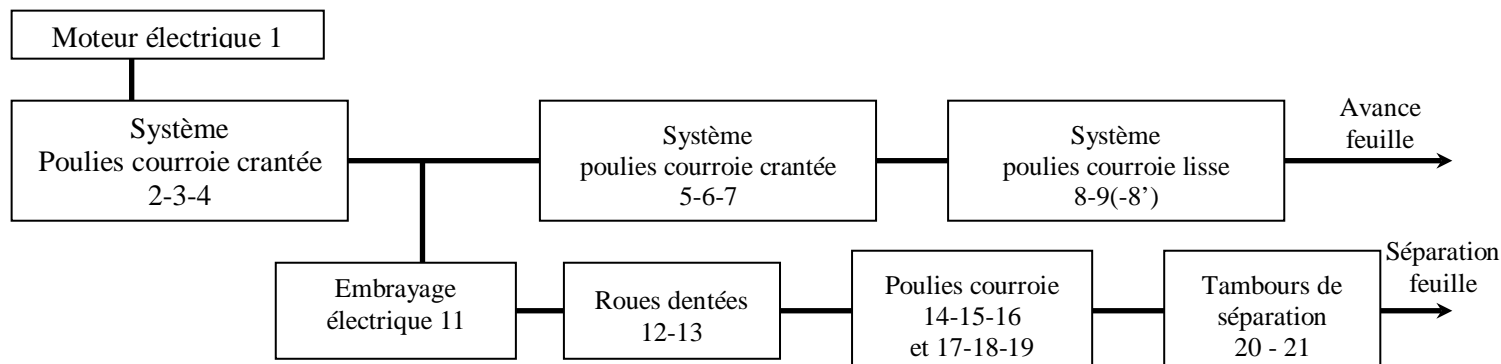
Question 2.G : Déterminer l'état logique de la sortie  $\overline{BO}$  du circuit CI<sub>1</sub> permettant la rotation du moteur.

Le montage étudié est un hacheur, il permet la variation de la fréquence de rotation du moteur en faisant varier la tension moyenne à ses bornes. Pour cela, on fait varier le rapport cyclique du signal  $\overline{BO}$ . Lorsque le rapport cyclique  $\alpha = 1$ , le moteur tourne à 1500 tr/min.

Question 2.H : À partir des deux valeurs de rapport cyclique, déterminer la tension moyenne aux bornes du moteur et sa fréquence de rotation dans les deux cas de fonctionnement.

### 3 – Étude du mécanisme d'entraînement des feuilles :

La transmission du mécanisme d'avance des feuilles est conforme au schéma cinématique proposé sur les documents techniques DT3 et DT4. Son étude fonctionnelle peut se représenter par le diagramme suivant :



Question 2.I : Quel est le rôle de l'engrenage 12-13 ?

Sachant que le moteur tourne à 1500 tr/min. On recherche une vitesse d'avance du papier proche de 0,7 m/s.

Question 2.J : Déterminer la vitesse de rotation du rouleau d'entraînement 8.

Question 2.K : Écrire sous forme littérale la relation entre la vitesse angulaire du rouleau 8 et l'arbre moteur lié à la roue 2.

Question 2.L : Déterminer  $Z_4$ , nombre de dents qu'il faut choisir pour la roue réceptrice de la première transmission à courroie crantée. Le catalogue propose tout nombre entier de 12 à 64.

### 4 – Réglage de la vitesse maximale d'entraînement des feuilles :

Question 2.M : Sachant que le cahier des charges impose une vitesse maxi de déplacement de 0,45 m/s afin de ne pas froisser des feuilles d'un grammage de  $90 \text{ g/m}^2$ , déterminer la valeur du rapport cyclique  $\alpha$  pour obtenir cette vitesse.

Question 2.N : Déterminer la valeur maximale du code DCBA à régler par le commutateur pour ne pas dépasser cette vitesse.

## Troisième partie : Séparer les feuilles une à une pour lire le code-barre.

### 1 - Introduction :

Avant de placer une pile de feuilles dans le chargeur du margeur, il convient de relever les rouleaux supérieurs de 1 mm (par un dispositif non représenté) afin de glisser la première feuille à être séparée entre les rouleaux inférieurs et supérieurs (figure 1). Les rouleaux supérieurs sont ensuite descendus afin de pincer la feuille entre les rouleaux. Les autres feuilles sont alors disposées au-dessus en léger retrait (figure 2).

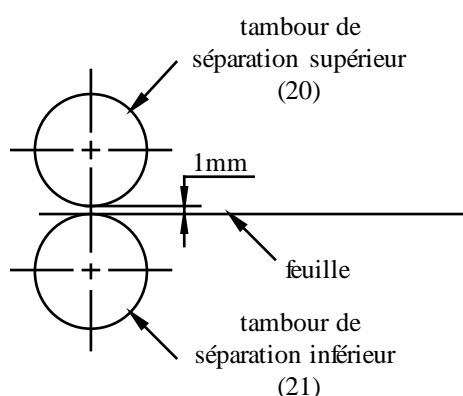


Figure 1

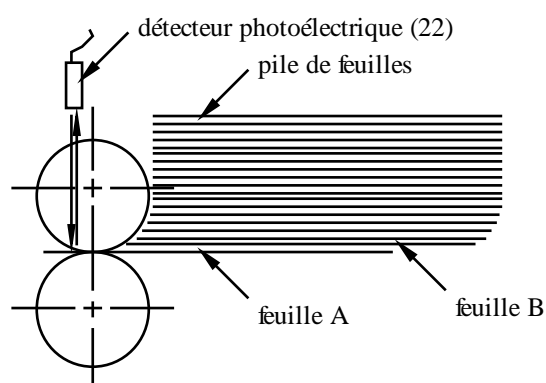


Figure 2

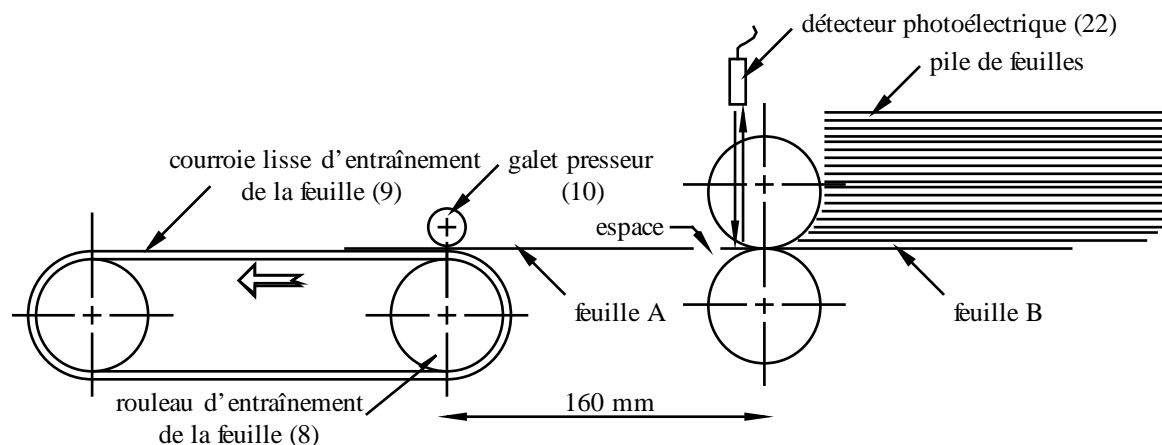


Figure 3

Lorsque l'ordre de séparation est envoyé, l'embrayage électrique est alimenté : la feuille A est entraînée par pression : elle se déplace et est séparée de la pile par le dessous. Avant que la feuille cesse d'être entraînée par pincement par les rouleaux, elle est acheminée vers la zone de prise par deux courroies plates et un galet presseur (figure 3). La vitesse d'entraînement étant 10% supérieure à la vitesse de séparation communiquée par les rouleaux, la feuille A est accélérée vis-à-vis de la feuille B ce qui crée un espace. Cet espace détecté par un détecteur photoélectrique (22) va générer un ordre d'arrêt à destination de l'embrayage ; mais la feuille B est déjà en prise entre les rouleaux pour la séparation suivante...



## 2 – Étude du pilotage de l’embrayage électrique :

La séparation d’une feuille est obtenue par le pilotage d’un embrayage électrique pendant une durée déterminée. La commande du pilotage est obtenue :

- soit manuellement par l’appui sur un bouton Marche (en phase de mise au point lors des réglages),
- soit à l’aide d’une sortie automate pilotant un relais dont le contact est en parallèle du bouton Marche.

L’appui sur le bouton Marche déclenche l’obtention d’une impulsion en sortie d’un monostable qui pilote la bobine de l’embrayage au moyen d’un transistor. La durée de l’impulsion notée  $T_W$  doit être suffisamment longue pour séparer la feuille et l’acheminer jusqu’au galet presseur lorsque la vitesse minimale est choisie.

Question 3.A : Pour une vitesse minimale de 50 mm/s réglée par le commutateur, déterminer la durée de pilotage de l’embrayage pour déplacer de 160 mm la feuille séparée par les rouleaux afin de la mettre en contact avec le galet presseur. On note  $T_W$  cette durée.

Le circuit  $CI_5$  est un SN 74 LS 221, c’est un monostable qui délivre une impulsion de durée  $T_W$  en fonction du choix d’une résistance  $R_{ext}$  et d’un condensateur  $C_{ext}$  selon la relation suivante :

$$T_W = 0,7 \times R_{ext} \times C_{ext} \text{ avec : } T_W \text{ exprimée en s}$$

$$R_{ext} \text{ exprimée en k}\Omega \text{ avec } 1,4 \text{ k}\Omega \leq R_{ext} \leq 100 \text{ k}\Omega$$

$$C_{ext} \text{ exprimée en } \mu\text{F} \text{ avec } 0 \leq C_{ext} \leq 1000 \mu\text{F}$$

Question 3.B : Choisir un couple de composants  $R_{ext}$  et  $C_{ext}$  dans les séries ci-dessous afin d’obtenir une impulsion de durée  $T_W$  à  $\pm 5\%$ .

Choix de  $R_{ext}$  dans la série E12 : 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82 (k $\Omega$ ).

Choix de  $C_{ext}$  dans la série E6 : 10, 15, 22, 33, 47, 68 ( $\mu\text{F}$ ).

Le circuit SN 74 LS 221 dispose de deux entrées de déclenchement :

- l’entrée A pour un déclenchement sur front descendant, et
- l’entrée B pour un déclenchement sur front montant.

Question 3.C : On demande de raccorder les entrées A et B du monostable afin que l’appui sur le bouton Marche provoque une impulsion de durée  $T_W$ .

Question 3.D : Déterminer l’état logique représenté par la tension  $V_{CE}$  mesurée aux bornes du phototransistor  $T_2$  lorsque celui-ci reçoit un rayonnement lumineux.

Question 3.E : Sur le document réponse DR3, raccorder le sous-ensemble de détection de feuilles au monostable, l’utilisation de composant(s) supplémentaire(s) devra être justifiée.

Question 3.F : Avec ce système, est-on sûr de ne séparer qu’une seule feuille ?

## Quatrième partie : Déposer une feuille au fond du carton.

### 1 - Introduction :

Le sous-ensemble « déplacement feuille » a pour fonction de prendre la feuille présentée par le margeur, et de la déposer dans le carton. Il est représenté sur les documents techniques DT5, DT6, DT7 et DT8.

On peut noter que les deux roues 3 et 3bis ont le même nombre de dents. Elles tournent donc, à tout instant, à la même vitesse, quel que soit le repère d'observation.

### 2 – Liaisons et schéma cinématique :

Question 4.A : Sur le document réponse DR4, indiquer pour chaque pièce proposée à quel sous-ensemble cinématique elle appartient.

Question 4.B : Sur le document réponse DR4, compléter le graphe de liaison proposé.

Question 4.C : Sur le document réponse DR4, compléter le schéma cinématique proposé.

### 3 – Construction graphique des déplacements :

Dans cette phase, le vérin 27 n'est pas actionné. Tige et corps se comportent donc comme un solide indéformable.

Le document réponse DR5 représente, à l'échelle  $\frac{1}{4}$ , le bras en position haute. A1 et A2 sont respectivement les positions du point A lorsque le bras a tourné de 30 et 120°.

Question 4.D : Sur la figure proposée sur le document réponse DR5, tracer les positions B1 et B2 du point B, centre du support de ventouse.

Question 4.E : Dans cette phase, le mouvement du support et du corps du vérin par rapport au bâti est-il :

- une translation rectiligne ?
- une rotation ?
- une translation circulaire ?
- un mouvement plan quelconque ?

*Répondre sur le document réponse DR5.*

Question 4.F : En déduire la trajectoire du point B dans cette phase. La définir géométriquement, puis la tracer.

*Répondre sur le document réponse DR5.*

Dans une première conception, sans le vérin 27, la mise au point a détecté des problèmes liés au lâcher de la feuille au dessus du carton.

Question 4.G : Expliquer le rôle du vérin 27.

Question 4.H : Le vérin a une course de 50 mm, placer sur le document réponse DR5 le point B3, nouvelle position du point B après la sortie du vérin, et la trajectoire de B dans cette phase (on nommera les positions B', B'1, B'2) .

#### 4 – Dimensionnement du vireur :

On se propose dans cette partie de rechercher le couple maximum transmis par le vireur pneumatique, en vue de son dimensionnement.

Le problème peut être ramené dans son plan de symétrie. On isole le bras. Il est soumis à :

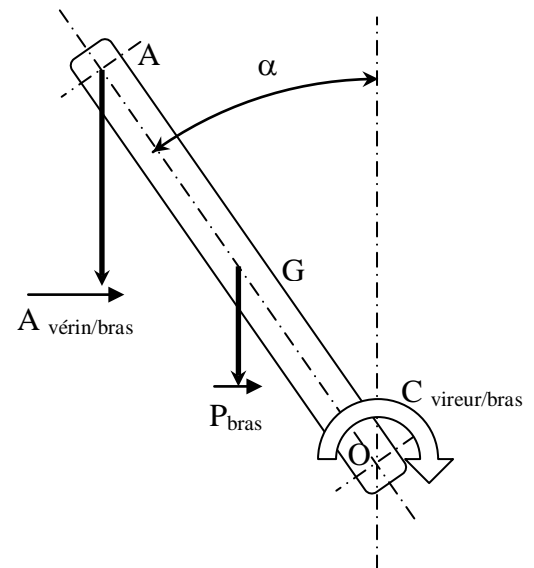
- son poids  $\vec{P}_{\text{bras}}$  de norme 15 N,
- l'action de l'ensemble {vérin, tige, ventouse}  $\vec{A}_{\text{vérin/bras}}$  supposée toujours verticale de norme 2 N,
- au couple exercé par le vireur pneumatique  $C_{\text{vireur/bras}}$  .

On donne les dimensions :  $OA = 415 \text{ mm}$  ;  $OG = 170 \text{ mm}$ .

Question 4.I : En appliquant au bras le Principe Fondamental de la Statique, écrire l'équation de moment en O. En déduire l'expression de  $C_{\text{vireur/bras}}$  en fonction de  $\alpha$ . ( $\alpha$  varie de  $0$  à  $120^\circ$  à partir de la position verticale).

Question 4.J : Pour quelle valeur de  $\alpha$ ,  $C_{\text{vireur/bras}}$  est-il maximum ? Quelle est la valeur maximale de  $C_{\text{vireur/bras}}$  ?

Question 4.K : Pour tenir compte des frottements dans les liaisons on majore ce couple de 30% pour dimensionner le vireur. Choisir un vireur dans la gamme proposée sur le document technique DT9. Justifier sa proposition sur la copie.



#### 5 – Gestion de l'arrêt d'urgence vis-à-vis de la feuille :

L'apparition d'un arrêt d'urgence en cours de déplacement de la feuille entraînait sa perte au milieu des convoyeurs. On se propose de remédier à ce problème.

Le vireur pneumatique est piloté par un distributeur 4/2 bistable. La présence deux limiteurs de débit 2Q2 et 2Q4 permet de réguler la vitesse de rotation du bras aussi bien en descente qu'en montée. La présence de deux clapets anti-retour pilotés 2N2 et 2N4 permet de bloquer le déplacement du bras en cas de perte d'énergie pneumatique (suite à un arrêt d'urgence, par exemple).

Question 4.L : Sur le document réponse DR6, réaliser le schéma de câblage de puissance pneumatique du vérin vertical en fonction des éléments du cahier des charges suivant :

- lorsque l'ordre EV1- est envoyé au distributeur, la tige du vérin vertical remonte,
- on souhaite pouvoir réguler la vitesse de montée du vérin (lorsque celui-ci maintient la feuille aspirée),
- en cas de perte d'énergie pneumatique, on souhaite bloquer la descente de la tige du vérin.

L'aspiration de la feuille est assurée par un générateur de vide à effet venturi associé à deux ventouses. L'éjection de la feuille, lorsque le bras est descendu dans le carton, est obtenue en soufflant de l'air comprimé dans les ventouses.

Question 4.M : Déterminer le rôle du distributeur EV3 et son incidence sur la feuille.

Question 4.N : Déterminer le rôle du distributeur EV4 et son incidence sur la feuille.

En cas d'arrêt d'urgence, l'électrovanne générale EVG n'est plus alimentée électriquement donc tous les mouvements en cours des actionneurs pneumatiques cessent. Dans le cas où l'arrêt d'urgence intervient dans une phase où une feuille aspirée est en cours de dépose, celle-ci est perdue. Il faut donc impérativement maintenir l'aspiration de la feuille même en cas d'arrêt d'urgence.

Question 4.O : Sur le document réponse DR7, modifier le câblage du schéma de puissance pneumatique afin que seule la phase d'aspiration soit maintenue en cas d'arrêt d'urgence.

Question 4.P : À partir des modifications apportées au câblage du schéma de puissance pneumatique, montrer que la feuille est bien toujours maintenue en cas d'arrêt d'urgence.

## 1 - Introduction :

Le fonctionnement du système automatisé est assuré par un automate programmable qui exécute plusieurs grafjets dont :

- un grafjet de coordination des tâches qui gère le lancement de chacune des tâches de manière à obtenir une cadence de fonctionnement maximale,
- quatre grafjets de tâches avec leur durée d'exécution :
  - tâche 1 : Séparer une feuille (2 s),
  - tâche 2 : Prendre la feuille (2 s),
  - tâche 3 : Déposer la feuille (4 s),
  - tâche 4 : Libérer le carton (5 s).

Le document réponse DR8 représente le grafjet de coordination des tâches et les grafjets des tâches 2 et 3.

La tâche 1 consiste à envoyer un ordre au margeur pour qu'il libère une feuille. À la fin de la tâche 1, deux cas se présentent :

- la feuille est munie d'un code barre, c'est un bon de préparation d'une nouvelle commande, il faut donc libérer le carton précédent et en acheminer un autre (tâche 4),
- la feuille n'est pas munie d'un code barre, c'est un bon de préparation additionnel ou une facture, elle doit donc être placée dans le même carton contenant le bon de préparation précédemment déposé.

La tâche 2 consiste à sortir le vérin vertical afin que les ventouses viennent en contact avec la feuille, puis de l'aspirer. Lorsque l'aspiration est suffisante, le vérin vertical rentre tout en aspirant la feuille.

La tâche 3 consiste à descendre le bras tout en maintenant l'aspiration, puis à sortir le vérin vertical afin de déposer la feuille dans le carton. En fin de mouvement, l'aspiration est interrompue tout en exécutant une opération de soufflage pendant 0,5 s pour éjecter plus rapidement la feuille. La rentrée du vérin vertical en fin de course est suivie de la remontée du bras.

## 2 – Étude des coordinations entre les tâches :

Question 5.A : Expliquer la présence de l'action « Aspirer la feuille » associée à l'étape 105 du grafjet de coordination des tâches.

*Répondre sur la feuille de copie.*

Question 5.B : Pour les grafjets des tâches 2 et 3, on demande d'écrire sur le document réponse DR8 les réceptivités situées :

- entre les étapes 20 et 21, et
- entre les étapes 30 et 31

pour permettre le début de chacune des tâches.

*Répondre sur le document réponse DR8.*

Question 5.C : Pour les graphes des tâches 2 et 3, on demande d'écrire sur le document réponse DR8 les réceptivités situées :

- entre les étapes 24 et 20, et
- entre les étapes 36 et 30

pour permettre le retour aux étapes initiales de chacune des tâches.

*Répondre sur le document réponse DR8.*

Question 5.D : Pour le graphe de coordination des tâches, on demande d'écrire sur le document réponse DR8 les réceptivités situées après les étapes 104 et 110 pour permettre l'évolution de ce graphe.

*Répondre sur le document réponse DR8.*

Question 5.E : Justifier la présence des étapes initiales 106 et 107 dans le graphe de coordination des tâches.

*Répondre sur la feuille de copie.*

### 3 – Calcul du temps de cycle :

Sur le document réponse DR8, le diagramme de Gantt représente les évolutions entre les tâches lors d'une phase de fonctionnement en régime établi caractérisé par :

- la dépose de la facture dans le carton (commande n-1) et la libération de celui-ci (et l'acheminement du suivant),
- un cycle de dépose constitué de deux bons de préparation et d'une facture (commande n),
- le début du cycle suivant (commande n+1).

Question 5.F : En régime établi, déterminer la durée d'un cycle comprenant deux bons de préparation et une facture.

Question 5.G : En déduire la durée d'un cycle comprenant :

- un bon de préparation et une facture, et
- trois bons de préparation et deux factures.

De temps en temps, la qualité du papier sur lequel sont imprimés les bons de commande et les bons de préparation varie et les feuilles ont tendance à se froisser en sortie du margeur.

Question 5.H : Peut-on diminuer la vitesse de fonctionnement du margeur sans nuire au temps de cycle et dans quelle limite ?

## Première partie : Appréhender le fonctionnement général de MADOCA.

Le dossier machine, et en particulier le FAST du document technique DT1 présentent le fonctionnement global de la machine.

**Question 1.A :** Sur le document réponse DR1, placer sur les schémas blocs fonctionnels proposés les composants suivants :  
Distributeurs pneumatiques – Automate programmable industriel (API) – Bras –  
Unité de conditionnement d'air – Lecteur de code barre – Vireur pneumatique

## Deuxième partie : Adapter la vitesse d'entraînement des feuilles pour ne pas les froisser.

### 1 - Introduction :

Le margeur est un appareil qui permet, à partir d'une pile de feuilles, de les séparer une à une afin de convoyer chaque feuille vers une zone de prise. Lorsque la feuille est retirée de la zone de prise, il est possible d'en séparer une nouvelle. Le margeur étant amené à séparer des feuilles au grammage compris entre  $40 \text{ g/m}^2$  et  $120 \text{ g/m}^2$ , il est nécessaire d'adapter la vitesse du moteur d'entraînement des feuilles afin de ne pas les froisser en cas de choix d'une vitesse excessive. À cet effet, le margeur dispose d'un commutateur à 16 positions permettant de choisir une vitesse de déplacement adapté au grammage des feuilles séparées.

### 2 – Étude du hacheur :

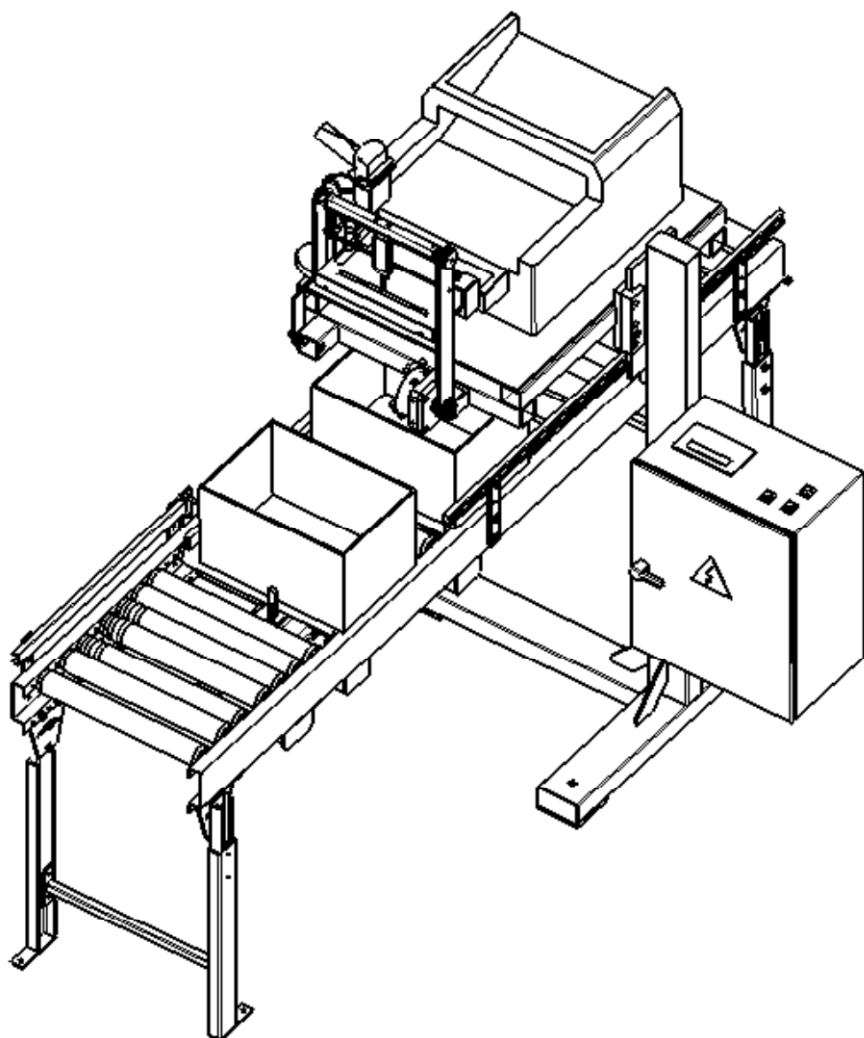
Le circuit de pilotage à vitesse variable du moteur d'entraînement est représenté sur le document technique DT2. Il est constitué principalement des circuits  $CI_1$  et  $CI_2$  référencés DM 74 LS 193 qui sont des compteurs-décompteurs binaires programmables dont le fonctionnement est décrit ci-dessous.

UP	DOWN	$\overline{\text{LOAD}}$	CLEAR	Compteur
↑	×	1	0	Incrémentation
×	↑	1	0	Décrémentation
×	×	0	0	Programmation des sorties : $Q_A = A$ , $Q_B = B$ , $Q_C = C$ , $Q_D = D$
×	×	1	1	Mise à zéro des sorties $Q_A$ , $Q_B$ , $Q_C$ et $Q_D$

Les sorties  $\overline{\text{CO}}$  et  $\overline{\text{BO}}$  permettent la mise en cascade des compteurs. En particulier, le signal  $\overline{\text{BO}}$  (Borrow Output) passe à l'état logique 0 (pendant une demi-période du signal d'horloge présent sur l'entrée DOWN) lorsque la valeur 0000 est atteinte sur les  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ ,  $Q_D$  au cours d'une séquence de décomptage.

**Question 2.A :** À partir des chronogrammes fournis sur le document technique DT2 et du câblage des entrées D, C, B et  $\overline{A}$  du circuit  $CI_2$ , expliquer l'influence d'un état logique 0 présent sur la sortie  $\overline{\text{BO}}$  du circuit  $CI_2$  sur l'entrée  $\overline{\text{LOAD}}$  du circuit  $CI_2$  et déterminer la valeur obtenue sur les sorties  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ ,  $Q_D$ .

## DOCUMENTS TECHNIQUES

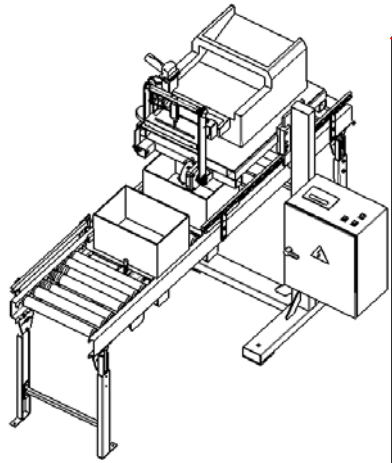




## Fonction(s) de service

## Fonctions techniques

## Solutions technologiques



RÉPARTIR  
les documents  
par cartons

MANIPULER  
FT 1 les cartons

MANIPULER les  
FT 2 documents

GÉRER le  
FT 3 fonctionnement

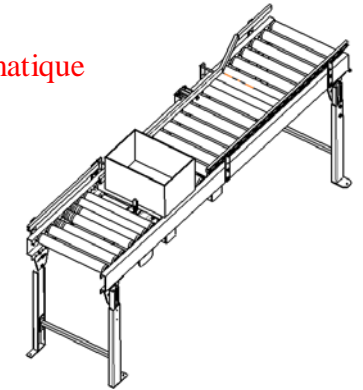
STOCKER les  
FT 21 documents

SORTIR une seule  
FT 22 feuille

LIRE l'information du  
FT 23 document

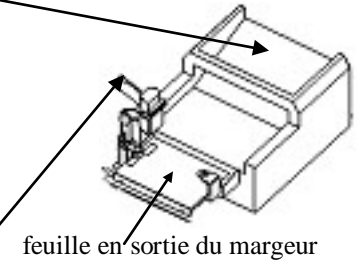
DÉPOSER le  
FP 24 document dans le  
carton

Table à rouleaux  
Sas à séparateur pneumatique



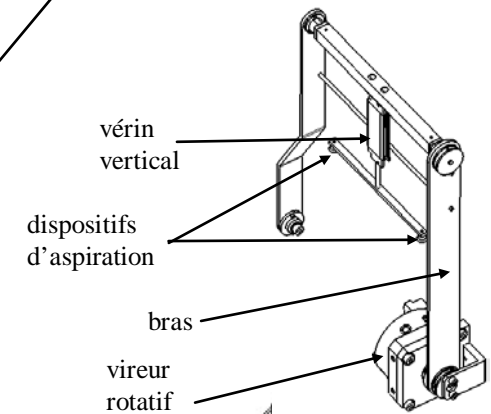
Magasin du  
margeur

Margeur

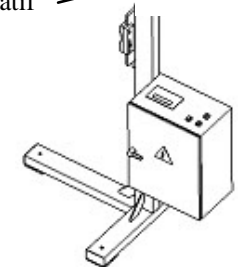


Lecteur de  
code barre

Ensemble  
déplacement  
feuille



API  
Cartes électroniques

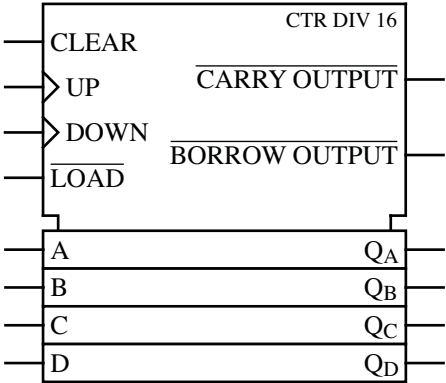


Document technique DT1  
FAST de description  
Madoca

**Compteur-décompteur binaire (DM 74 LS 193)**

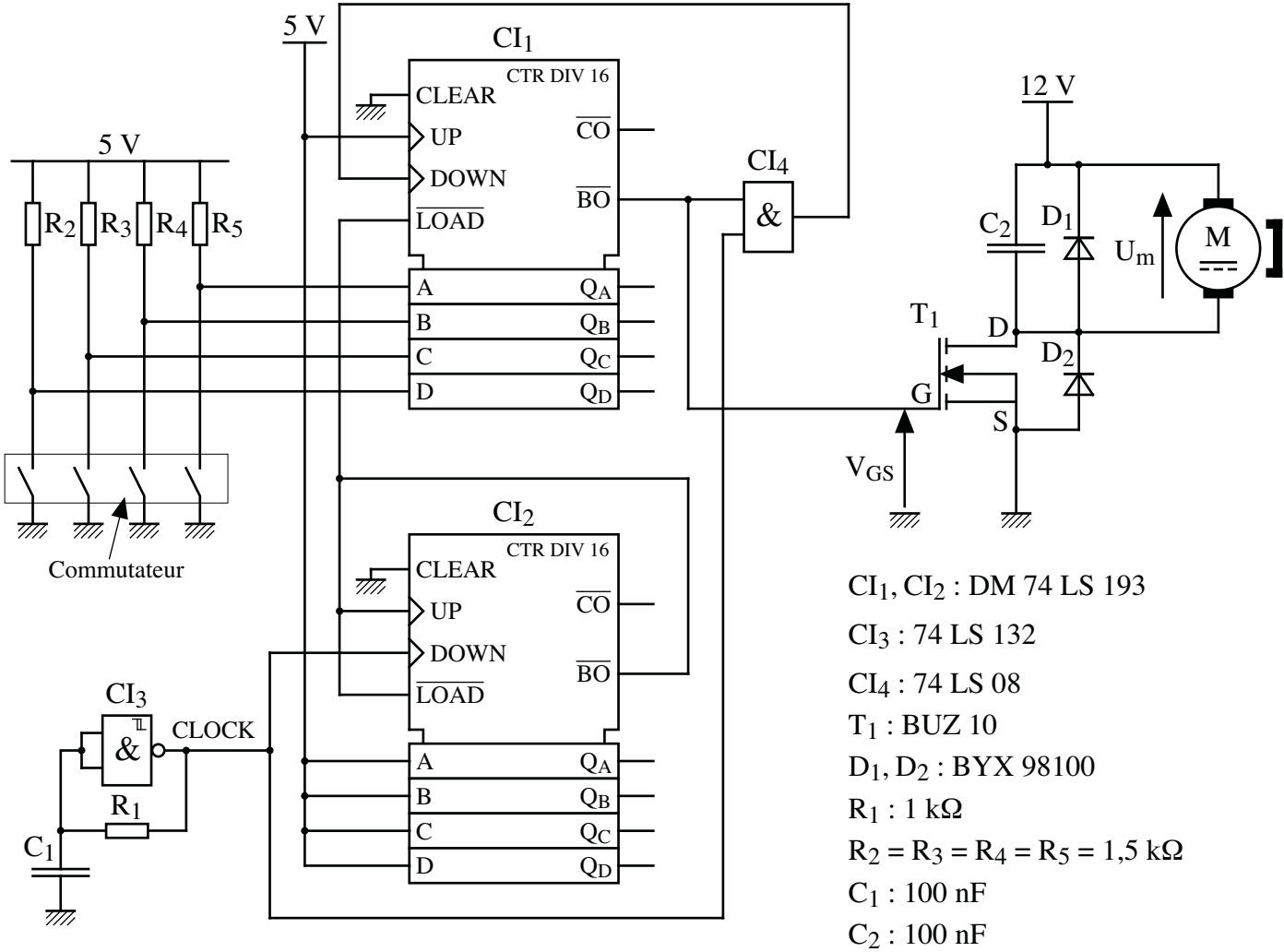
**Chronogrammes de fonctionnement :**

Document technique DT2  
Compteur-décompteur binaire  
Carte de pilotage du moteur  
Convertisseur statique et moteur



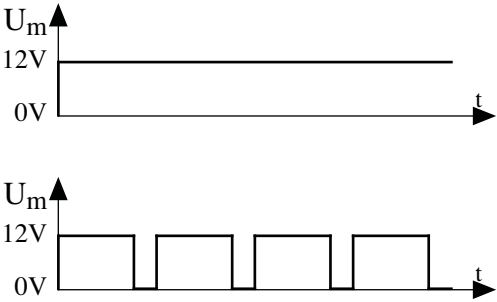
**Carte de pilotage du moteur d'entraînement des feuilles**

**Schéma électrique :**



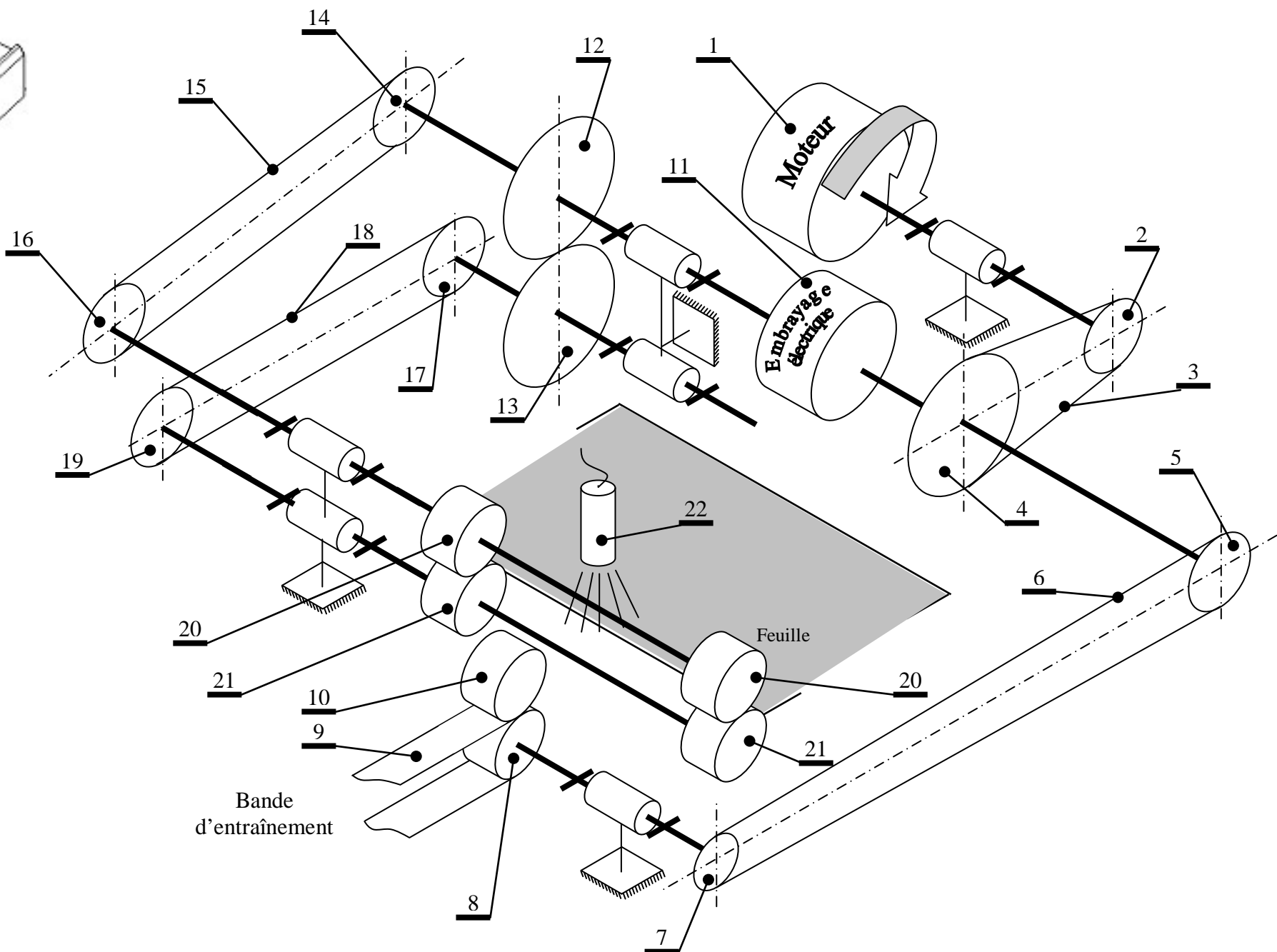
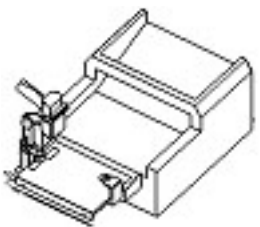
- CI<sub>1</sub>, CI<sub>2</sub> : DM 74 LS 193
- CI<sub>3</sub> : 74 LS 132
- CI<sub>4</sub> : 74 LS 08
- T<sub>1</sub> : BUZ 10
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : BYX 98100
- R<sub>1</sub> : 1 kΩ
- R<sub>2</sub> = R<sub>3</sub> = R<sub>4</sub> = R<sub>5</sub> = 1,5 kΩ
- C<sub>1</sub> : 100 nF
- C<sub>2</sub> : 100 nF

**Convertisseur statique (hacheur) et moteur**



Pour un rapport cyclique  $\alpha = 1$ , la tension  $U_m$  est constante et égale à 12V. La fréquence de rotation est de 1500 tr/mn.

Pour obtenir une fréquence de rotation inférieure, la tension est hachée. Ci-contre le chronogramme de la tension  $U_m$  avec un rapport cyclique  $\alpha$  inférieur à 1.



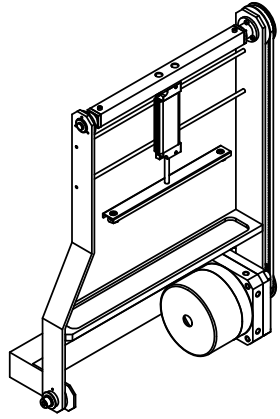
Document technique DT3  
 Dispositif d'entraînement des feuilles : schéma cinématique  
**Sous ensemble margueur**

22	1	Détecteur photoélectrique	
21	2	Tambour de séparation inférieur	d = 12 mm
20	2	Tambour de séparation supérieur	d = 12 mm
19	1	Poulie réceptrice	17 dents
18	1	Courroie crantée	
17	1	Poulie motrice	17 dents
16	1	Poulie réceptrice	15 dents
15	1	Courroie crantée	
14	1	Poulie motrice	17 dents
13	1	Roue dentée	32 dents
12	1	Roue dentée	32 dents
11	1	Embrayage électrique	
10	1	Rouleau presseur	
9	1	courroie lisse d'entraînement de la feuille	
8	1	Rouleau d'entraînement de la feuille	d = 12 mm
7	1	Poulie réceptrice	15 dents
6	1	Courroie crantée	
5	1	Poulie motrice	17 dents
4	1	Poulie réceptrice	
3	1	Courroie crantée	
2	1	Poulie motrice	20 dents
1	1	Moteur électrique	1500 tr/min
<b>No</b>	<b>Nbre.</b>	<b>Désignation</b>	<b>Données géométriques</b>

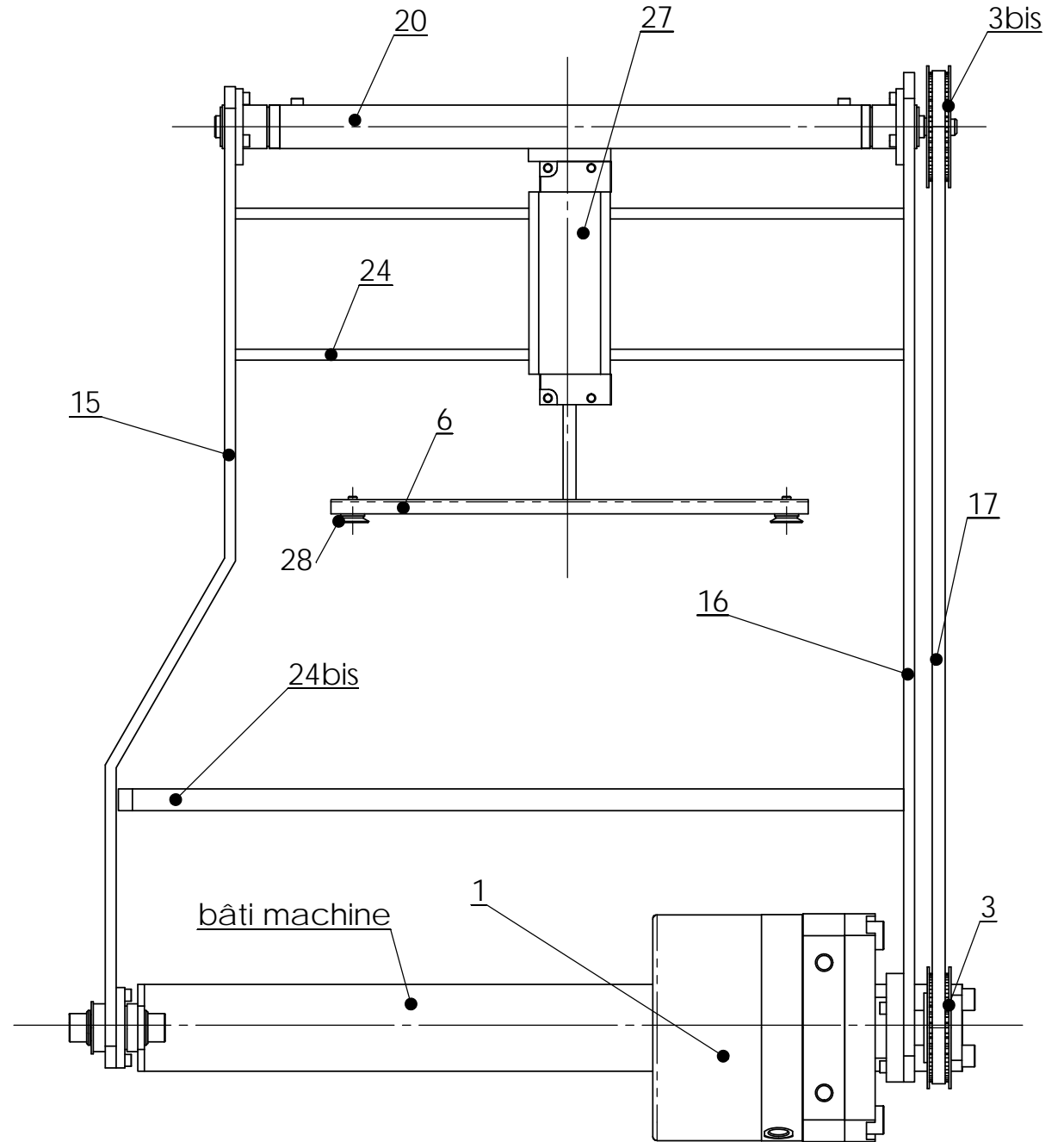
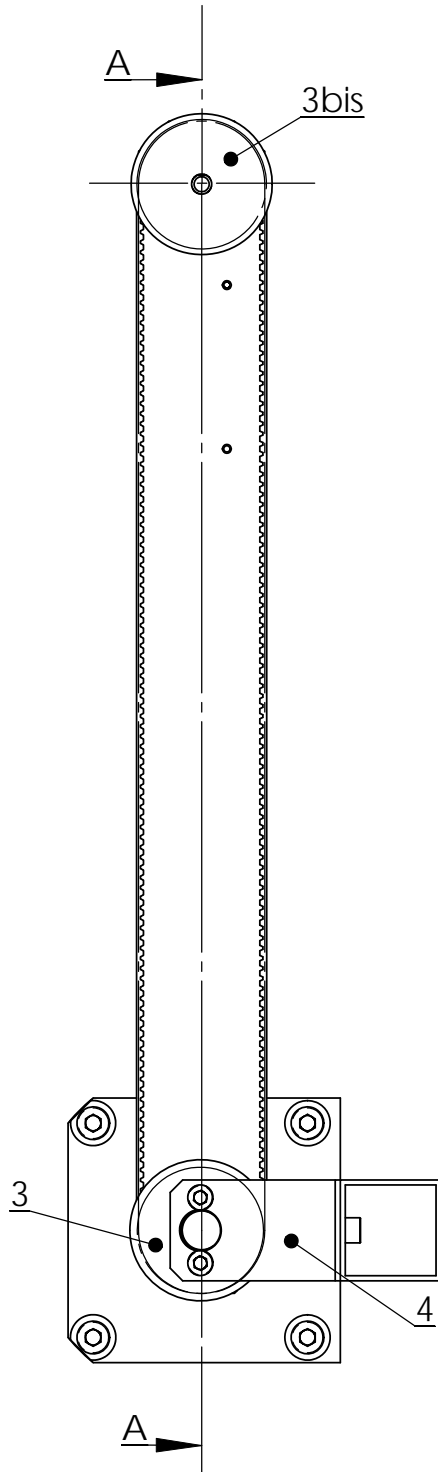
Document technique DT4

Dispositif d'entraînement des feuilles : nomenclature

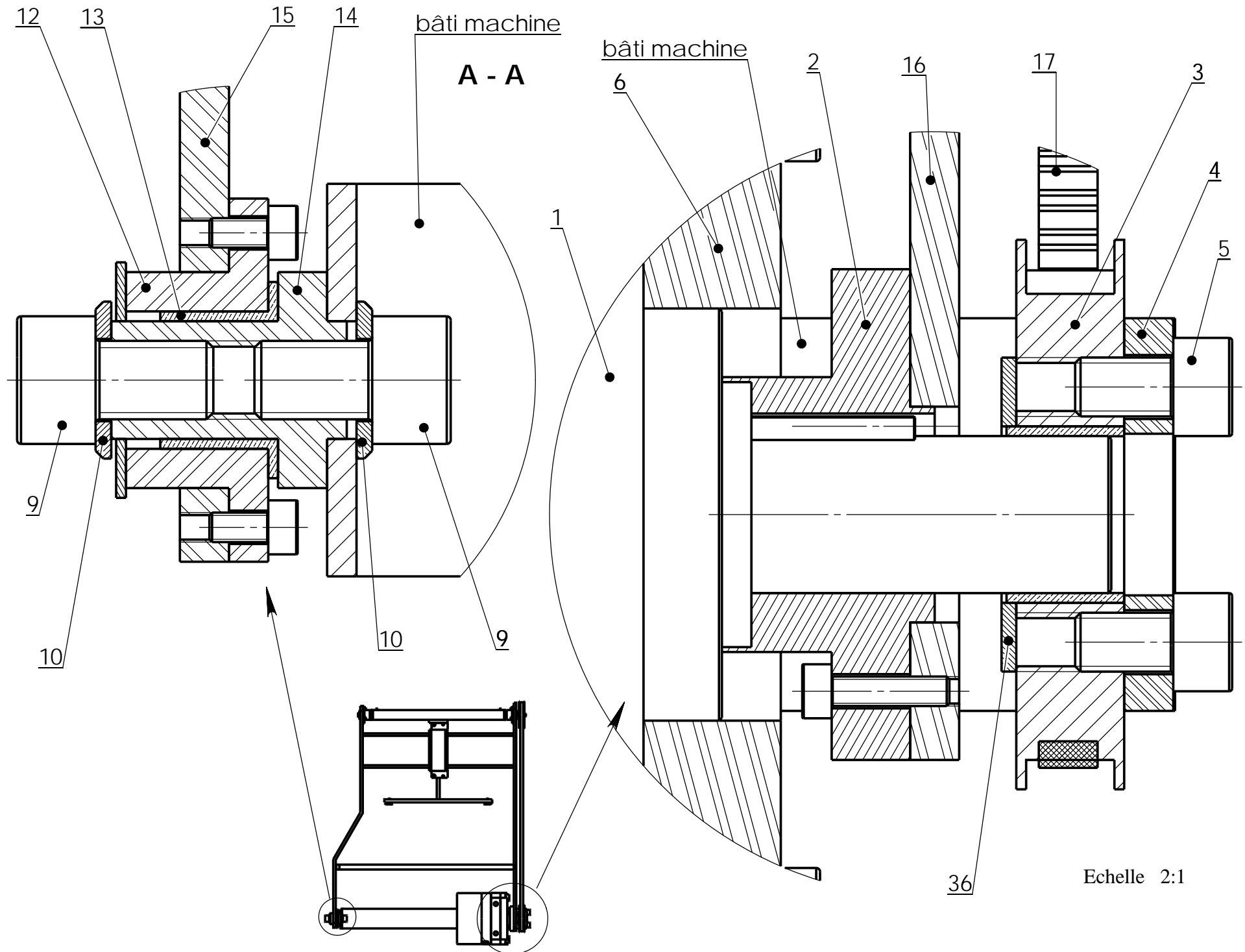
**Sous ensemble margeur**



Document technique DT5  
Sous ensemble déplacement feuille



Echelle 1: 3



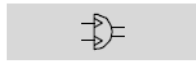


## Modules oscillants DSM


Fiche de données techniques DSM-12 ... 40

FESTO

### Fonction



- Ø - Diamètre  
12 ... 40 mm

-  - [www.festo.com/fr/](http://www.festo.com/fr/)  
Service\_de\_rechanges



Caractéristiques techniques générales		DSM-12-270-P...	DSM-16-270-P...	DSM-25-270--P...	DSM-32-270-P...	DSM-40-270-P...
PistonØ		12	16	25	32	40
Raccord pneumatique		M5			G1/8	
Type de construction		Vérin rotatif avec palette oscillante				
Fluide de service		Air comprimé filtré, lubrifié ou non lubrifié				
Amortissement		non réglable des deux côtés ; autoréglable d'un côté ; autoréglable des deux côtés				
Angle d'oscillation max.	sans amortisseur	270°	270°	270°	270°	270°
	avec amortisseur (CR/CL)	254°	254°	258°	258°	255°
	avec 2 amortisseurs (CC)	238°	238°	246°	246°	240°
Fréquence max. adm. (pour un angle d'oscillation max.)	sans amortisseur	2 Hz				
	avec amortisseur	1,5 Hz	1 Hz		0,7 Hz	
Conditions pour le montage de butées externes de limitation de l'angle d'oscillation	Rayon de butée min. adm.	15 mm	17 mm	21 mm	28 mm	40 mm
	Force d'impact max. adm.	90 N	160 N	320 N	480 N	650 N
Angle d'amortissement	sans amortisseur	1,8 ... 2,1°	1,3 ... 2,1°	1,1 ... 1,9°	0,9 ... 1,7°	1,4 ... 2,1°
	avec amortisseur	13°	12°	10°	12,5°	15°
Ajustement de l'angle d'oscillation		sans amortisseur – 5 ... +1° ; avec amortisseur → 1 / 4.1-28				
Consommation d'air à angle d'oscillation max. et 6 bars <sup>1)</sup>		82 cm <sup>3</sup>	163 cm <sup>3</sup>	288 cm <sup>3</sup>	632 cm <sup>3</sup>	1 168 cm <sup>3</sup>

1) Valeurs théoriques

Conditions d'exploitation et d'environnement					
PistonØ	12	16	25	32	40
Pression de service	2 ... 10 bars		1,5 ... 10 bars		
Plage de températures <sup>1)</sup>	- 10 ... +60 °C				

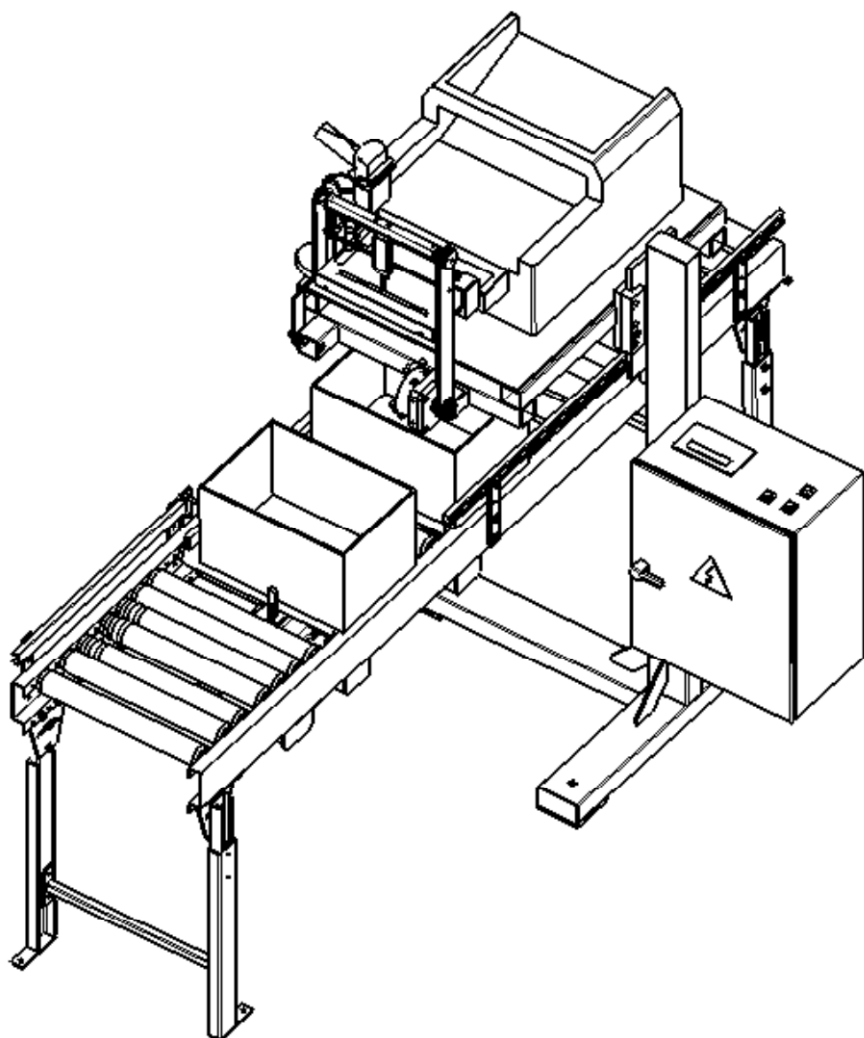
1) Tenir compte de la plage d'utilisation des capteurs de proximité

Forces et couples					
Piston Ø	12	16	25	32	40
Couple sous 6 bars	1,25 Nm	2,5 Nm	5 Nm	10 Nm	20 Nm
Poids radial max. adm. sur l'arbre de sortie	45 N	75 N	120 N	200 N	350 N
Poids axial max. adm. sur l'arbre de sortie	18 N	30 N	50 N	75 N	120 N
Moment d'inertie max. adm. sur l'arbre de sortie <sup>1)</sup>	sans amortisseur	0,35 x 10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>	0,7 x 10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>	2,4 x 10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>
	avec amortisseur	7 x 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>	12 x 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>	16 x 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>	40 x 10 <sup>-6</sup> kgm <sup>2</sup>

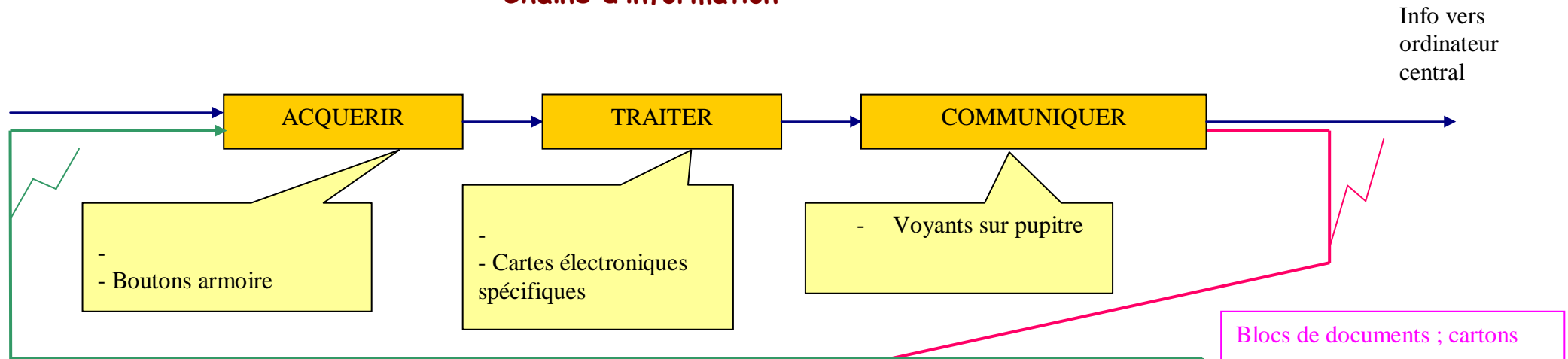
1) non limité, veuillez tenir compte des diagrammes à partir de la page → 1 / 4.1-21



## DOCUMENTS RÉPONSES



## Chaîne d'information



220 V ; 50 Hz  
6 bars atelier

6 bars régulé filtré  
12 V ~

W pneumatique et  
électrique distribuée

W mécanique  
disponible

W mécanique  
utilisée

ALIMENTER

DISTRIBUER

CONVERTIR

TRANSMETTRE

MARIER  
documents et  
cartons  
(MADOCA)

Documents répartis dans les  
cartons

Document réponse DRI  
Schéma blocs fonctionnels  
MADOCA

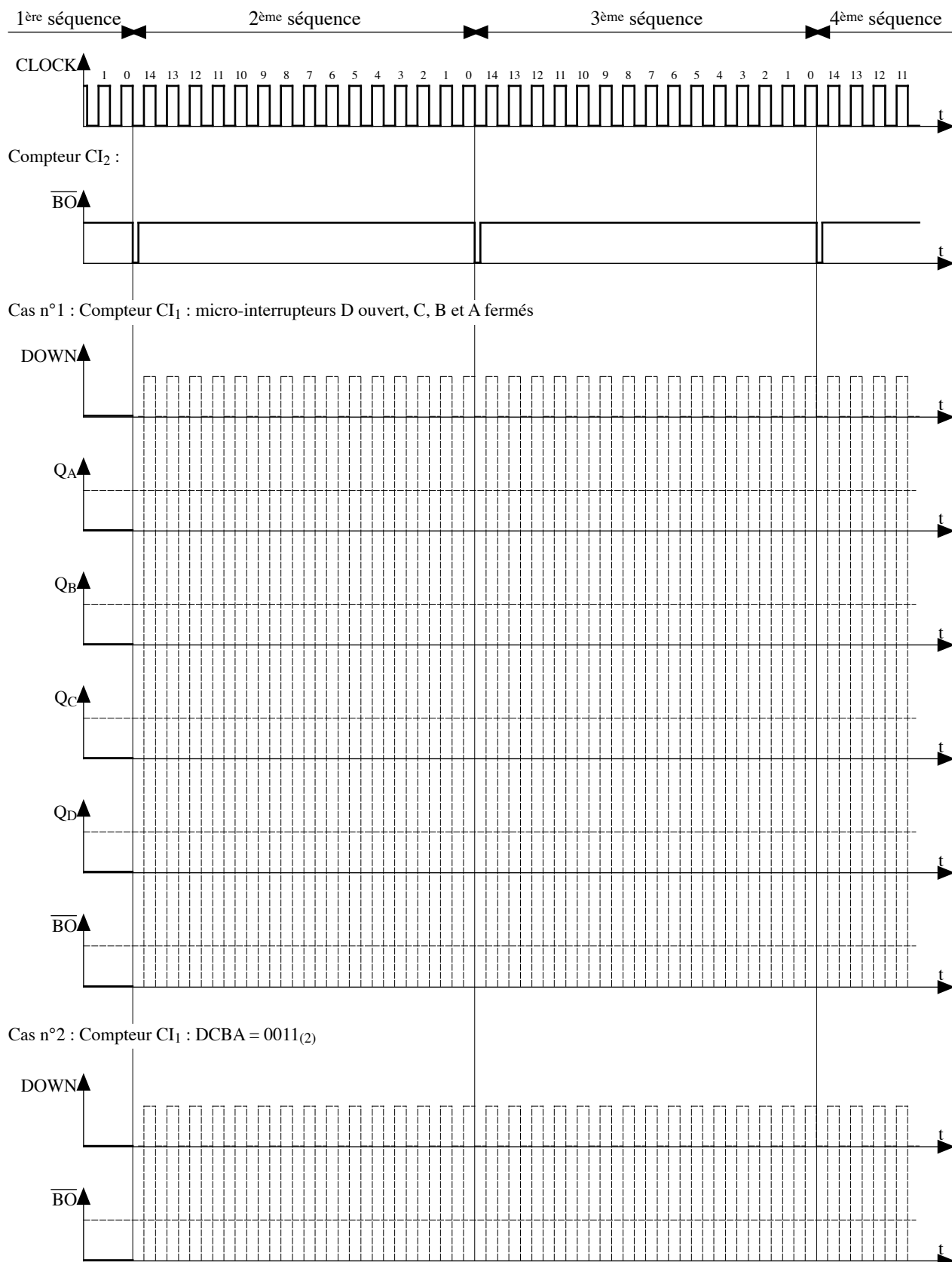
- Transformateur  
électrique

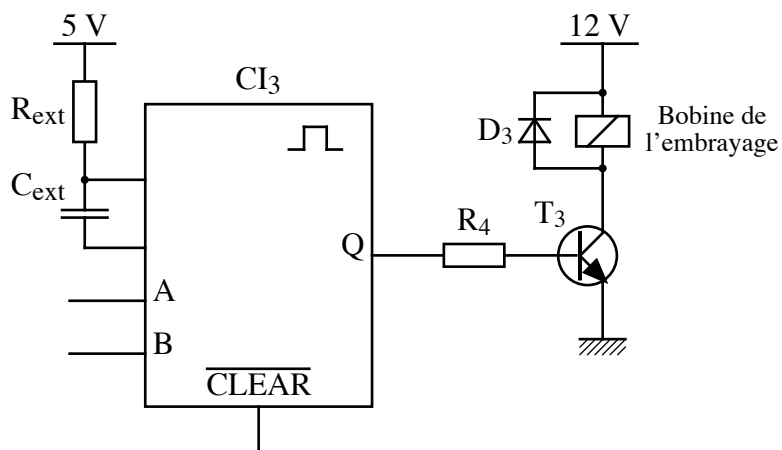
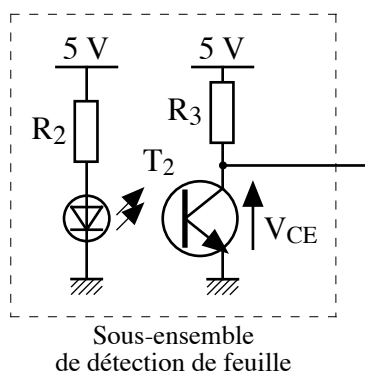
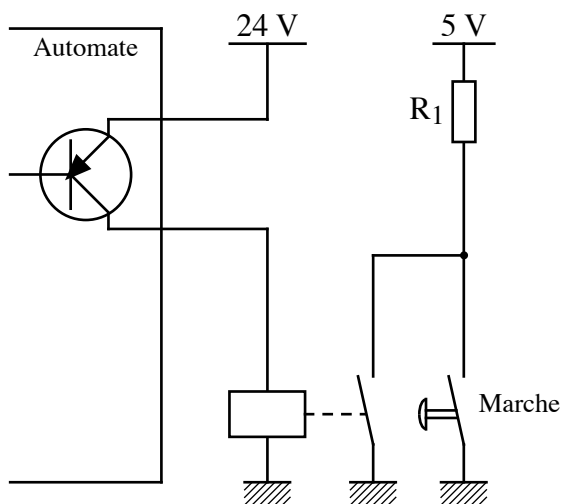
- Carte de puissance  
du margeur

- Vérin  
- Moteur margeur  
- Moteur convoyeur  
- Venturi

- Courroie  
Ventouses

## Chaîne d'énergie





CI<sub>3</sub> : SN 74 LS 221

R<sub>1</sub> : 1,5 kΩ

R<sub>2</sub> : 180 Ω

R<sub>3</sub> = 1,5 kΩ

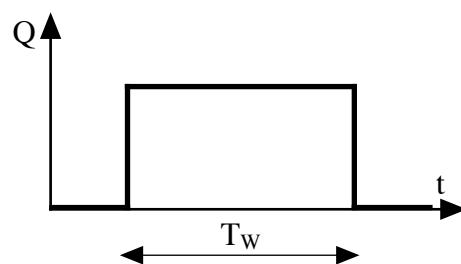
T<sub>3</sub> : 2N 1711

D<sub>3</sub> : 1N 4004

R<sub>ext</sub> : à définir

C<sub>ext</sub> : à définir

Table d'états du monostable SN 74 LS 221 :



$$T_W = 0,7 \times R_{ext} \times C_{ext}$$

## Objectifs :

Analyser le fonctionnement de l'ensemble « déplacement feuille »

Pour alléger la notation, toutes les pièces encastrées seront désignées par le nom de la pièce principale du bloc cinématique.

Ex : « bras » désigne toutes les pièces encastrées sur le bras 16.

Question 4.A : Pour les pièces suivantes , indiquer à quel sous ensemble cinématique elles appartiennent.

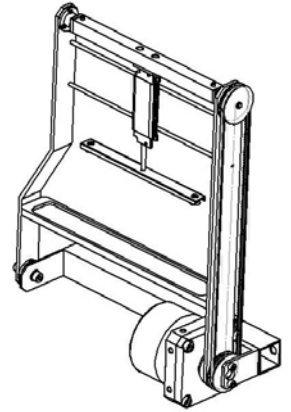
2, 3, 3bis, 5, 6, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 24, 24bis, 27corps, 27 tige, 28

bâti = { bâti machine, 4, .....

bras = { 16, .....

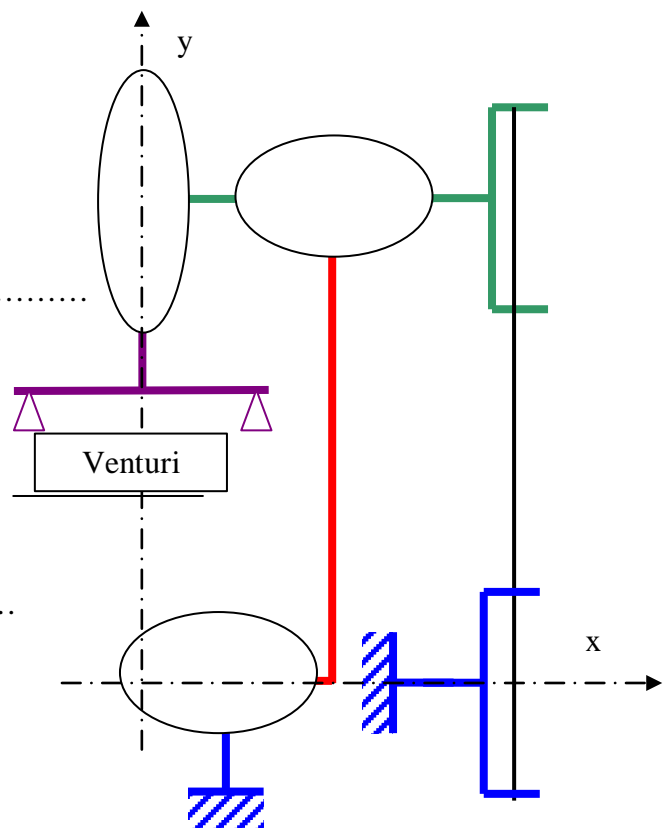
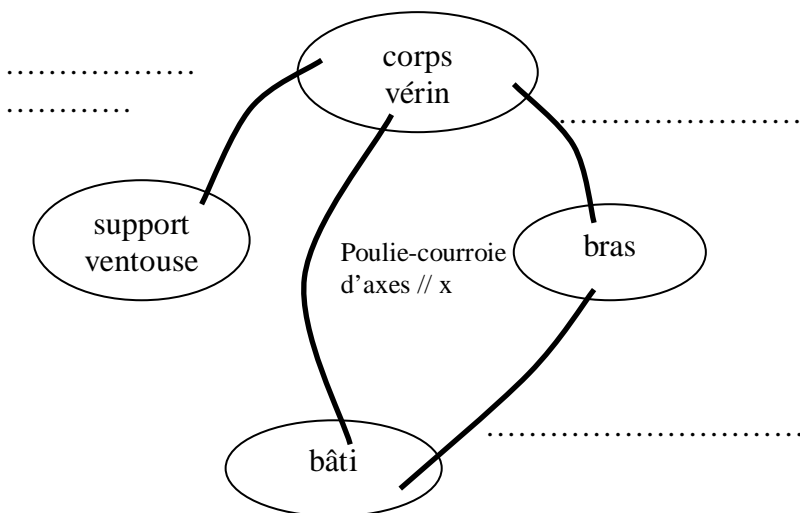
corps vérin = { .....

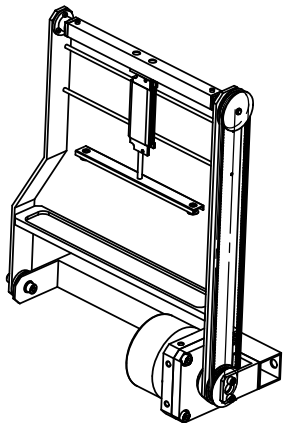
support ventouses = { .....



Question 4.B : Compléter le graphe de liaison ci-dessous, en précisant pour chacune son orientation

Question 4.C : Compléter le schéma cinématique normalisé ci dessous





Echelle 1/4

Mouvement de l'ensemble vérin + ventouses et leur support  
entre les positions 1 et 2 :

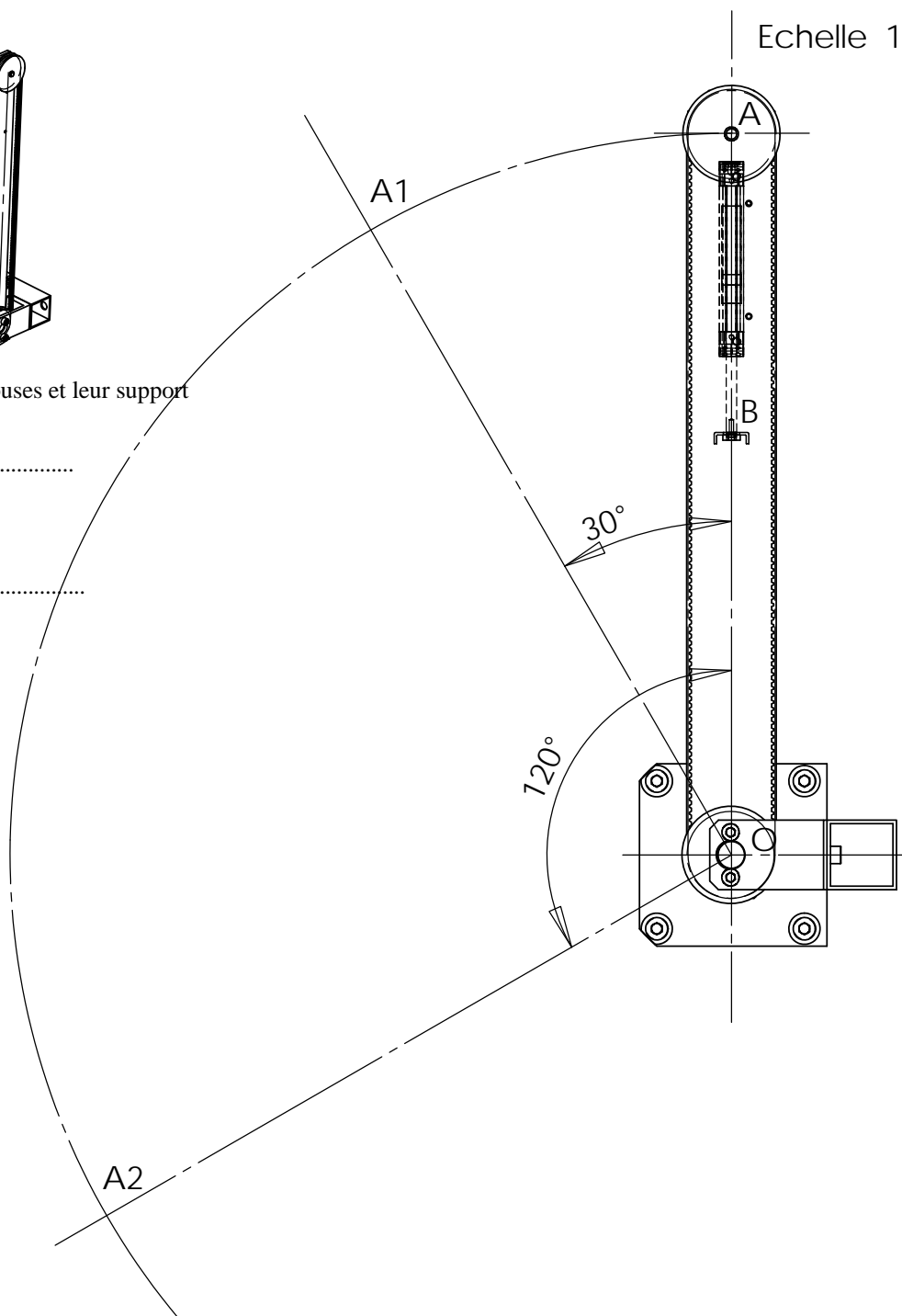
.....

Trajectoire de B entre B1 et B2 :

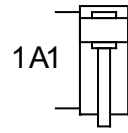
.....

Trajectoire de B entre B2 et B3 :

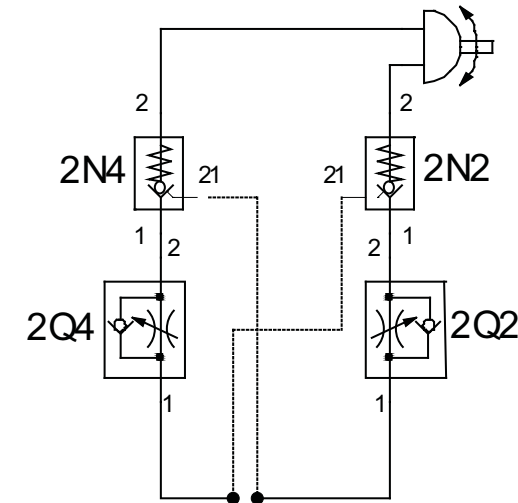
.....



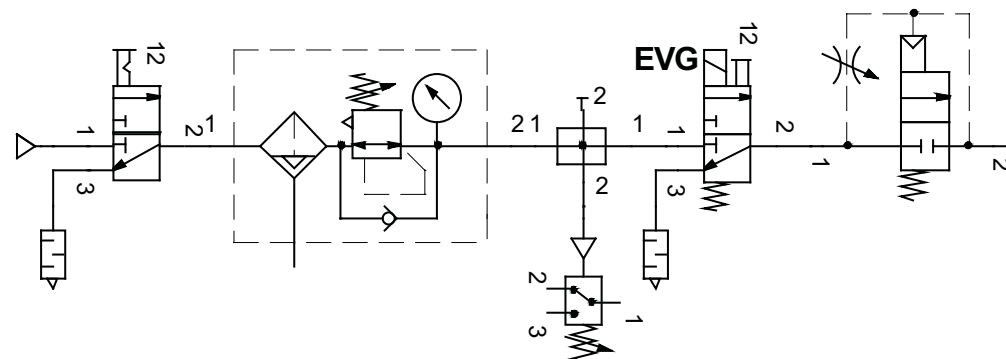
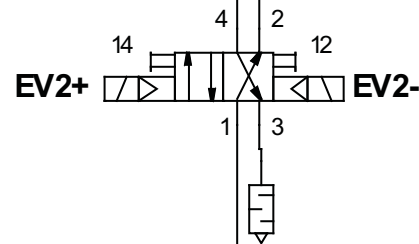
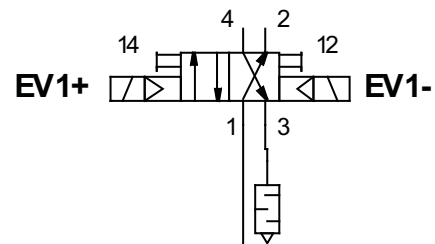
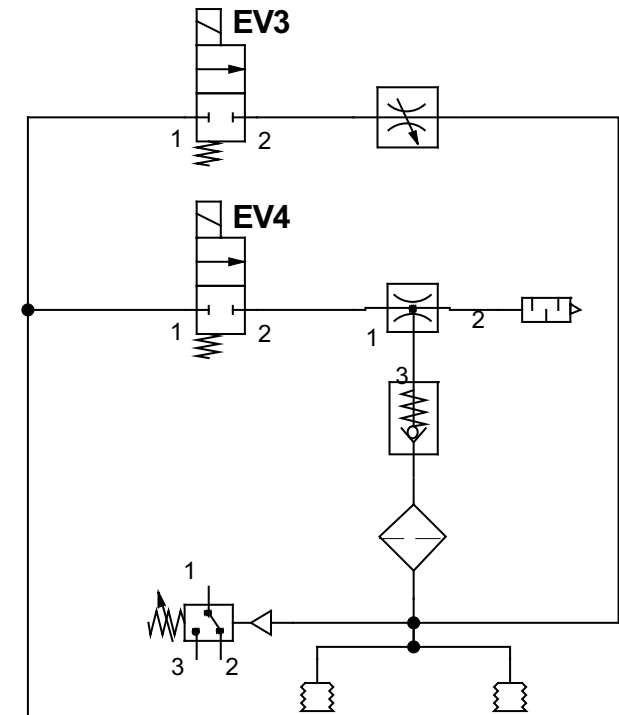
## Vérin de déplacement vertical des ventouses



## Vireur du bras

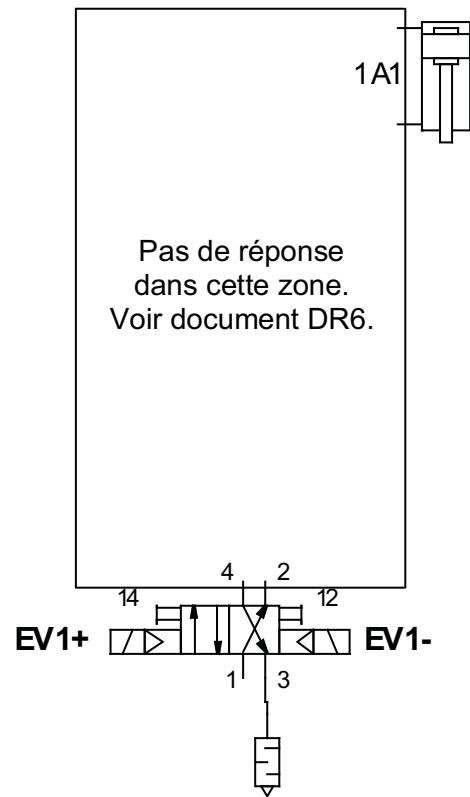


## Pilotage des ventouses

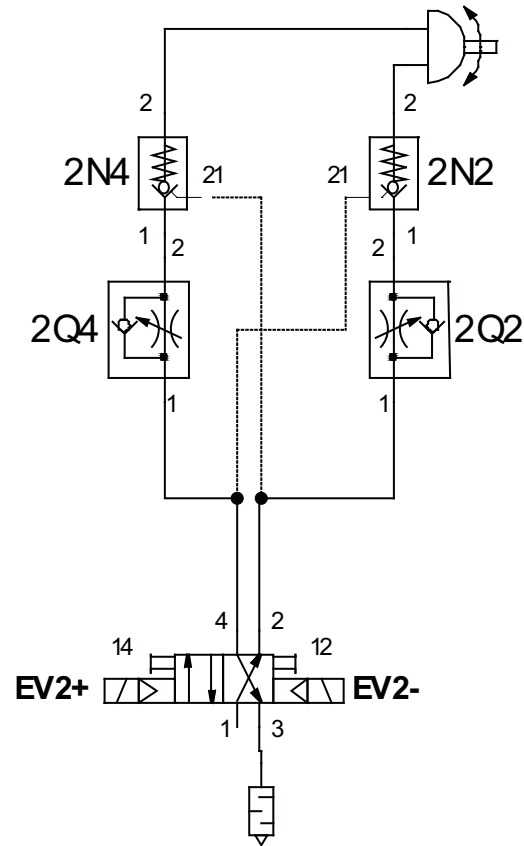


## Unité de conditionnement d'air

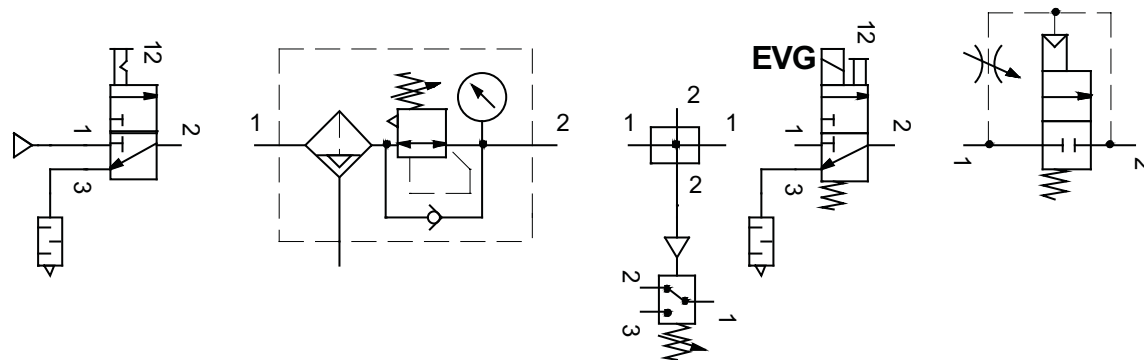
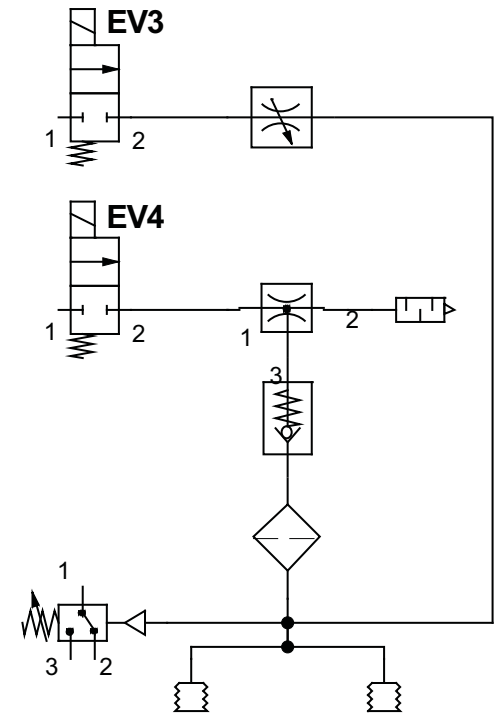
## Vérin de déplacement vertical des ventouses



## Vireur du bras



## Pilotage des ventouses



## Unité de conditionnement d'air



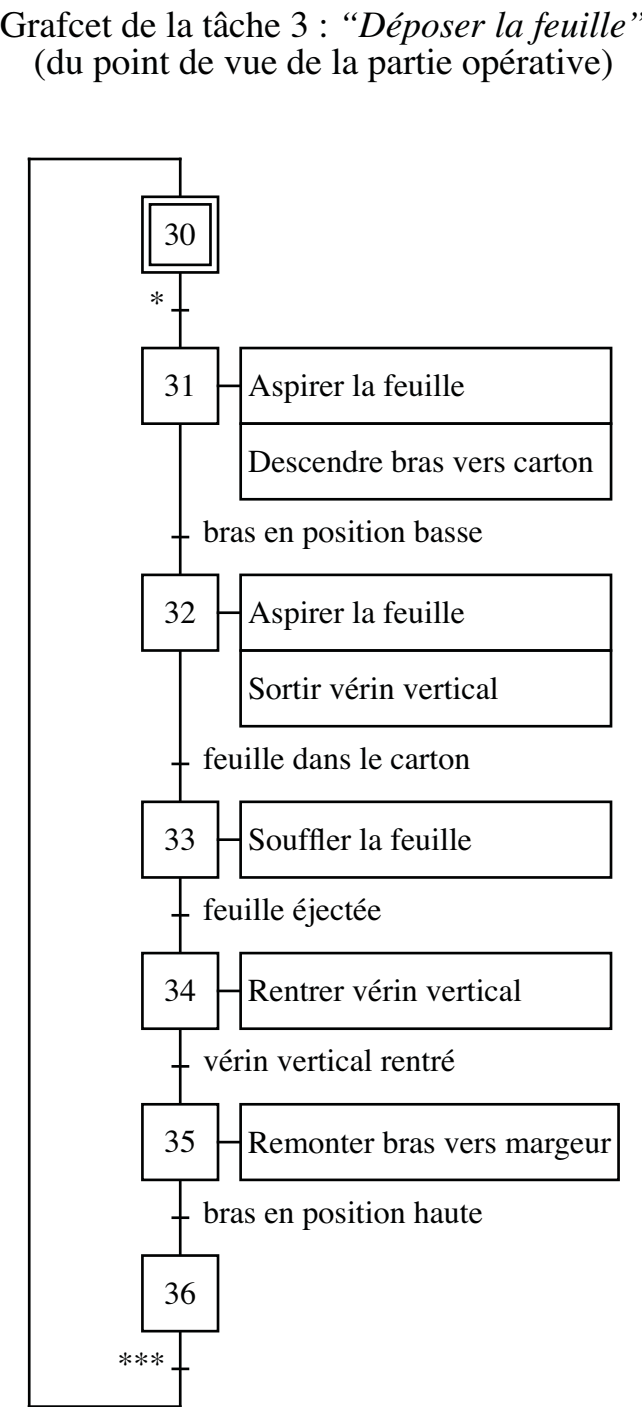
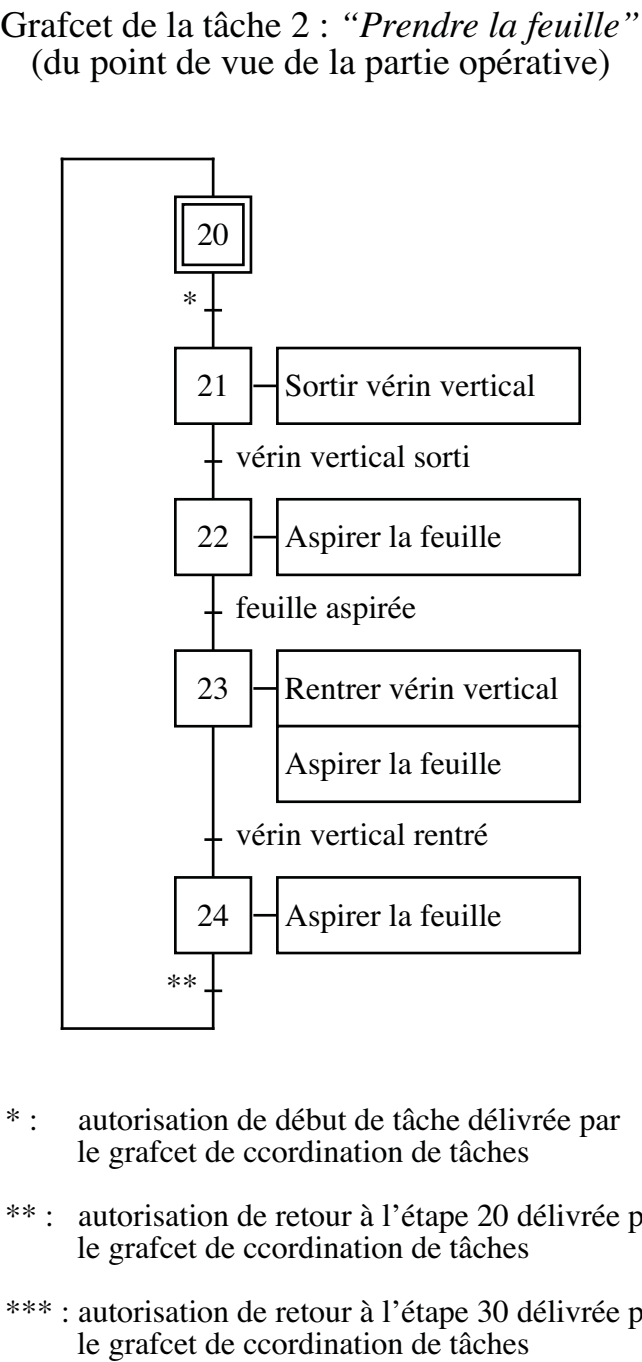
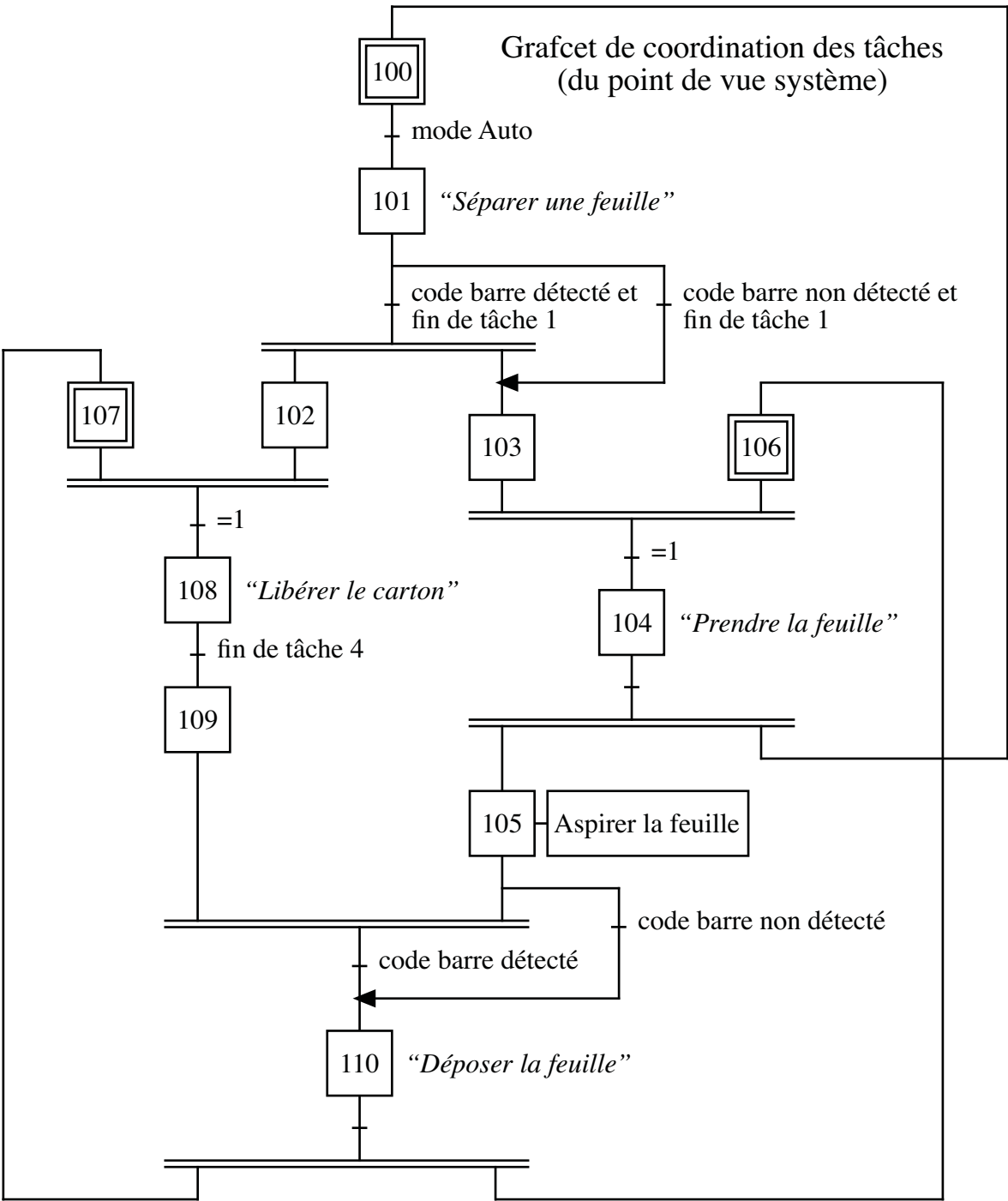
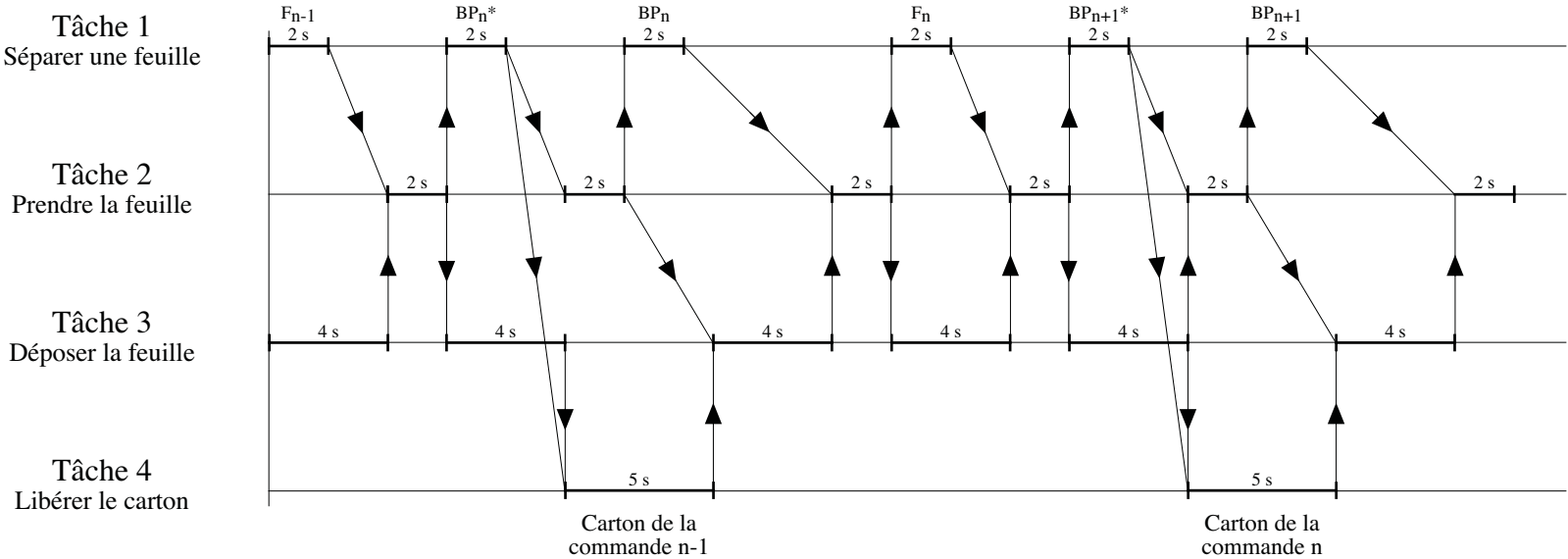


Diagramme de Gantt



**Légende :**

- $F_{n-1}$  : facture de la commande n-1
- $BP_n^*$  : bon de préparation muni d'un code barre de la commande n
- $BP_n$  : bon de préparation additionnel de la commande n
- $F_n$  : facture de la commande n
- $BP_{n+1}^*$  : bon de préparation muni d'un code barre de la commande n+1
- $BP_{n+1}$  : bon de préparation additionnel de la commande n+1