



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Montpellier  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.**

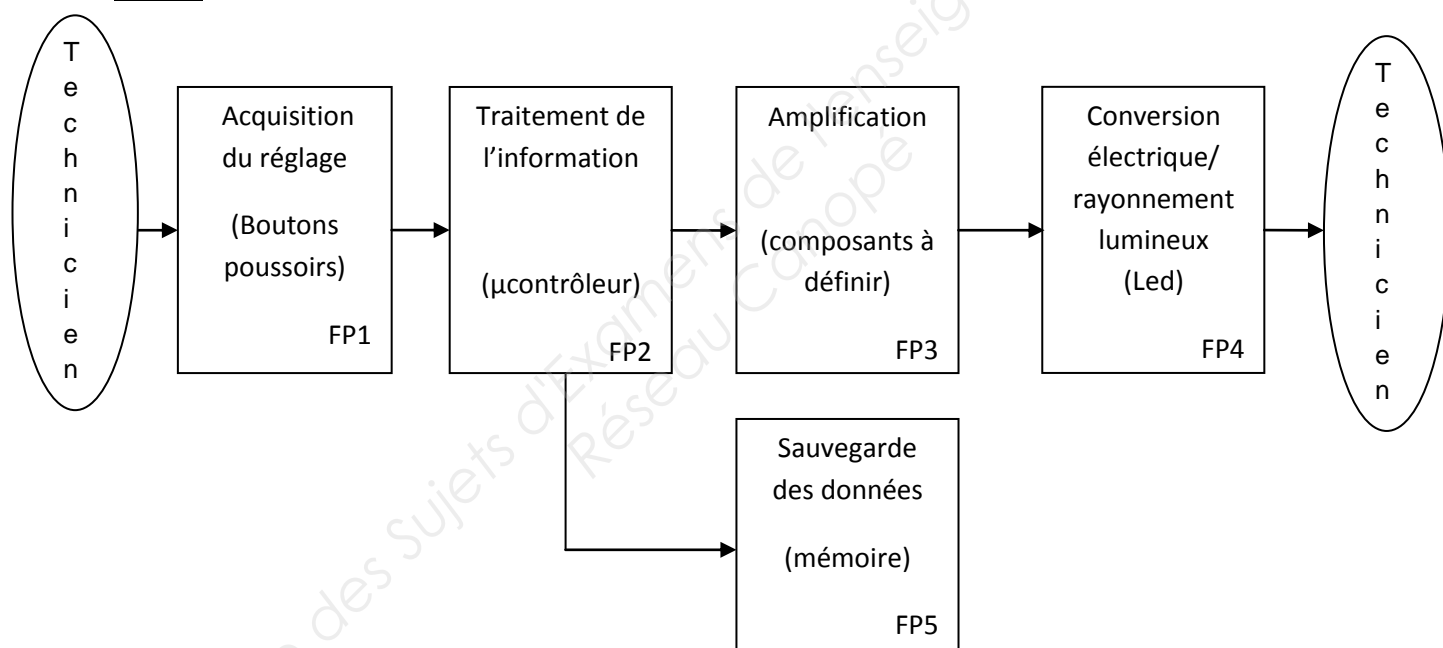
## Activité 1 : MODULE DE REGLAGE DU PAS D'AVANCE DE LA BANDE DE COMPOSANTS CMS

Objectif : Définir le réglage de l'avance de la bande de composants CMS.

Lors de la mise en œuvre du système Feeder, certains réglages doivent être effectués au début de la mise en service du système. Un des réglages fondamentaux est le pas d'avance de la bande de composants CMS. Selon la taille des composants à prendre par la tête de préhension de la machine de placement (hors étude), le pas d'avance peut être égal à 2 ou 4 mm.

Pour effectuer ce réglage le technicien aura pour Interface Homme/Machine (IHM) 1 bouton poussoir BPVert (couleur verte), 1 bouton poussoir BPJaune (couleur jaune), et une led de couleur jaune.

Schéma fonctionnel de l'interface utilisateur pour le réglage du pas d'avance de la bande



### Etude de l'algorithme du réglage du pas d'avance

La procédure retenue pour effectuer le réglage est la suivante :

- Le technicien doit appuyer sur le bouton poussoir vert plus de 2 secondes ;
- En maintenant l'appui sur le bouton poussoir vert, effectuer 1 pression sur le bouton poussoir jaune (pour un réglage de pas à 2 mm) ou 2 pressions successives (pour un réglage à 4 mm) ;

BTS CIM- Epreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2016
Code 16-CDE4CP-ME1	Durée 4 heures	Coefficient 2	TD 1 / 15

- Lors du relâchement du bouton poussoir vert, 1 flash sera généré par la LED jaune pour le réglage à 2 mm ou 2 flashes pour le réglage à 4 mm. Cela informe le technicien que la consigne de réglage est bien mémorisée.

Remarque : au cas où le nombre de pressions sur le bouton poussoir jaune est supérieur à 2, une avance de 4mm sera mémorisée par défaut par le système.

**Q1-** Afin d'élaborer le programme pour le réglage du pas d'avance de la bande il est nécessaire de réaliser au préalable un algorithme. Compléter sur le DR1 l'algorithme du réglage du pas pour une valeur de 2 ou de 4 mm.

### **Etude de la visualisation du réglage.**

Lors du réglage du pas d'avance, un voyant informe le technicien des réglages effectués.

Le choix retenu pour ce voyant est une led de couleur jaune qui doit produire une intensité lumineuse  $I_v$  minimale de 40 mcd et avoir un encombrement réduit pour son intégration dans l'interface Homme/Machine.

La commande d'allumage de la led est gérée par un microcontrôleur. Ce dernier étant très sollicité en termes de courant par d'autres fonctions, il ne peut commander directement la led. Une structure d'amplification FP3 est nécessaire.

**Q2-** Proposer en complétant le DR2 une structure électronique pour la fonction FP3 qui permet d'allumer ou d'éteindre la led sous contrôle du microcontrôleur avec un ensemble de composants appropriés.

Sur une feuille de copie (**Q3 à Q6**)

**Q3-** Faire le choix de la led parmi les trois types proposés dans DT4 en fonction des critères de lumière émise et de prix. Justifier le choix fait.

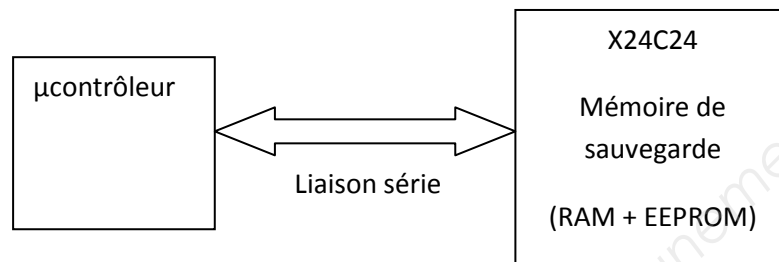
**Q4-** Faire le choix du transistor le plus approprié parmi les propositions faites dans DT5 et DT6 pour satisfaire à la fonction FP3, prendre en compte les contraintes de la led et optimiser le coût. Justifier le choix fait.

BTS CIM- Epreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2016
Code 16-CDE4CP-ME1	Durée 4 heures	Coefficient 2	TD 2 / 15

### Etude de la sauvegarde des données

Lors des réglages du fonctionnement de la machine, il est nécessaire de sauvegarder des informations de réglage en mémoire de façon à les conserver lors de l'arrêt de la machine ou d'une coupure de courant.

La gestion de la mémorisation des données sera faite par le microcontrôleur qui communique avec une mémoire, via une liaison de type série. Cette liaison limite le nombre de connexions entre les deux composants.



Pour mémoriser une information dans la mémoire X24C44 (DT7) le microcontrôleur doit dans un premier temps écrire en mémoire RAM (mémoire vive) de la X24C24, puis dans un deuxième temps stocker de façon pérenne dans la mémoire EEPROM (Mémoire effaçable et programmable électriquement à contenu non volatile) du même composant.

Dans cette mémoire un nombre d'informations relatives au système Feeder seront stockées.

Pour exemple :

- le pas d'avance qui peut être de 2 ou 4 mm. Cette valeur est exprimée en centièmes de millimètre et stockée en mémoire à l'adresse 6 ;
- La cadence à laquelle le Feeder délivre les composants. Exemple de valeur à mémoriser à l'adresse 9 : 12500.

**Q5-** A partir de la documentation technique de la mémoire X24C44, identifier les liaisons électriques qui permettent le transfert des données avec le microcontrôleur, puis compléter le DR2 et préciser le sens de circulation des informations sur ces liaisons électriques.

**Q6-** A partir de la documentation de la mémoire (DT7), compléter sur le DR3 le chronogramme n°1 permettant d'écrire en mémoire la valeur 400 du pas de réglage, exprimée en centièmes de mm, et compléter le chronogramme n°2 qui permet de transférer cette valeur dans la mémoire EEPROM pour une sauvegarde permanente.

BTS CIM- Epreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2016
Code 16-CDE4CP-ME1	Durée 4 heures	Coefficient 2	TD 3 / 15

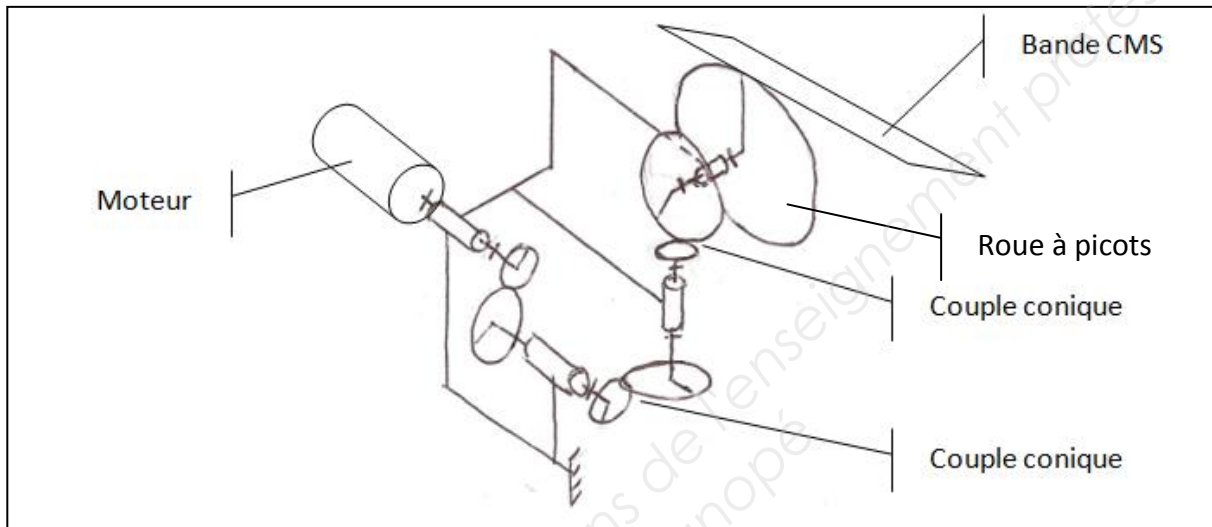
## Activité 2 : MODULE D'ENTRAÎNEMENT DE LA BANDE DE COMPOSANTS CMS

Objectif 1 : valider la chaîne cinématique d'avance de la bande

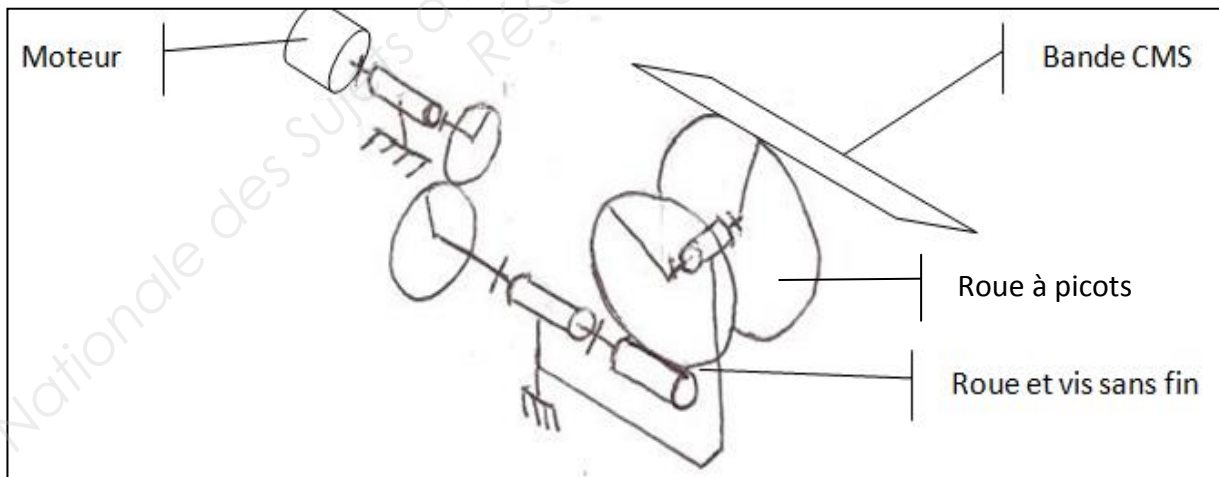
Principe imposé : Entraînement de la bande perforée par roues à picots

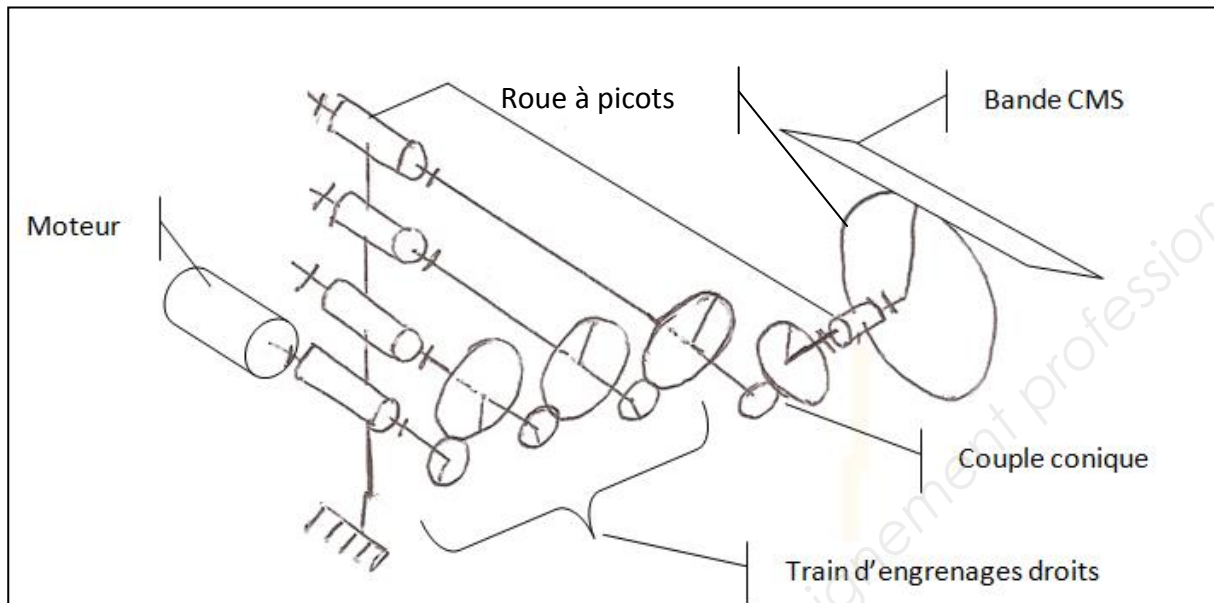
Trois solutions sont envisagées pour le système de transmission de mouvement.

### **Solution 1 :**



### **Solution 2 :**



**Solution 3 :**

Sur une feuille de copie (**Q7 et Q8**).

**Q7-** La séparation du film opercule ne doit pas provoquer l'entraînement de la chaîne cinématique en sens contraire. Cette chaîne cinématique doit donc présenter un caractère d'irréversibilité. Entre les trois solutions proposées, choisir celle qui garantit au mieux l'irréversibilité. Justifier.

La solution retenue faisant intervenir un engrenage roue et vis sans fin, on désire vérifier l'irréversibilité du mécanisme.

Soit  $\varphi$  l'angle de frottement du contact de la vis sur la roue et  $\beta_R$  l'angle d'hélice de la roue. On démontre que la transmission est irréversible pour :

$$\beta_R < \varphi.$$

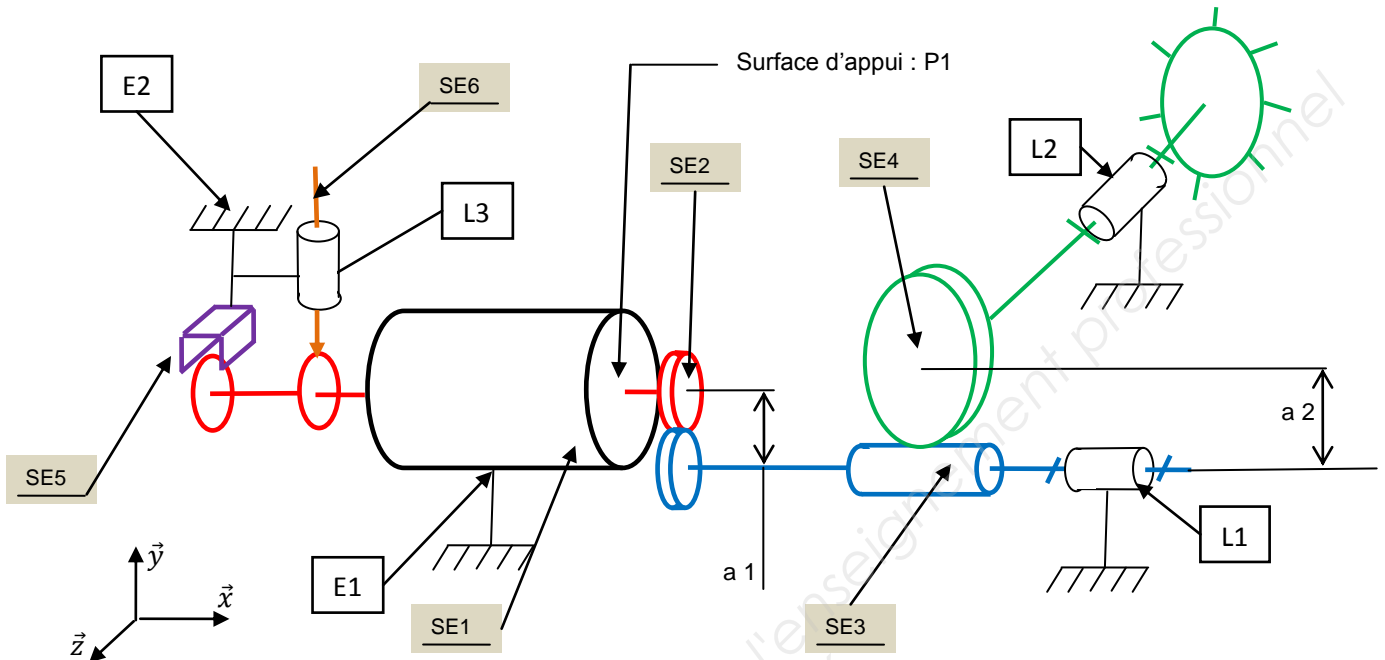
Données : sur ce système roue et vis sans fin, l'angle  $\beta_R$  de la roue est de  $5^\circ$ , la vis est en acier et la roue en bronze. Le mécanisme est graissé régulièrement. Voir DT6.

**Q8-** Vérifier l'irréversibilité du système.

BTS CIM- Epreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2016
Code 16-CDE4CP-ME1	Durée 4 heures	Coefficient 2	TD 5 / 15

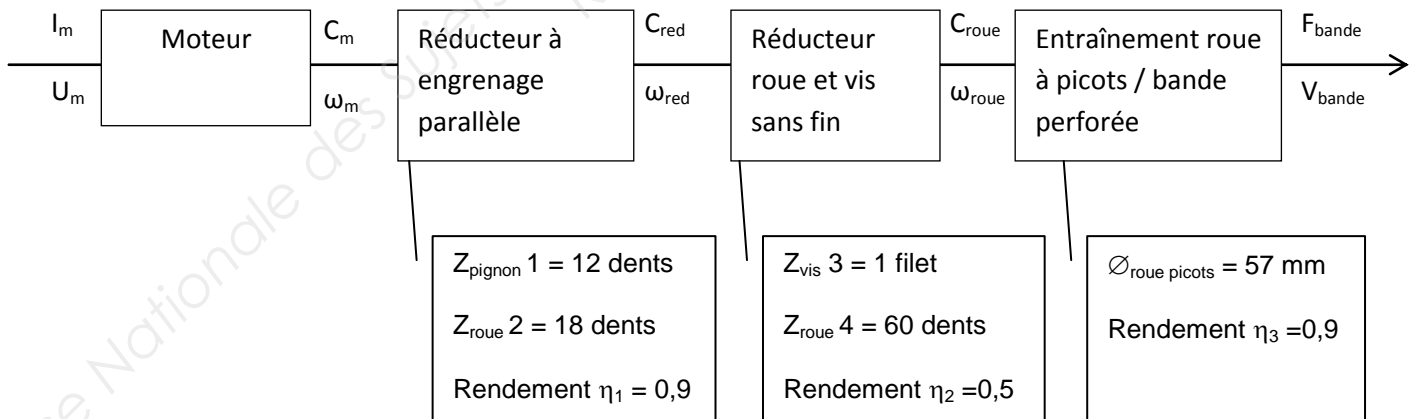
**Objectif 2 : Valider la plage de fonctionnement du moteur utilisé.**

Schéma cinématique à considérer :



- SE0 : Support fixe
- SE1 : Moteur (Stator)
- SE2 : Axe moteur + pignon 1+ disque + came
- SE3 : Roue 2 + vis 3
- SE4 : Roue 4 + roue à picots
- SE5 : Capteur
- SE6 : Pion

La chaîne d'énergie d'entraînement de la bande est la suivante :



Chacun des guidages L1 et L2 de la solution retenue a un rendement  $\eta_4$  de 0,95 (voir schéma cinématique ci-dessus).

Hypothèses :

- On considère une vitesse d'avance de bande constante. Par conséquent les effets d'inertie n'interviennent pas.

- Roulement sans glissement entre la roue à picots et la bande (entraînement par obstacle).

Données : la cadence maximale est de 40000 composants par heure avec un pas  $p$  égal à 4 mm entre chaque composant.

Sur feuille de copie. (Q9 à Q16)

Etape 1 : calcul de la fréquence de rotation en  $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$  du moteur  $N_m$

**Q9-** Calculer le nombre de composants par seconde  $N_c$ .

**Q10-** En déduire la vitesse  $V_{\text{bande}}$  de la bande par rapport au bâti.

**Q11-** Déterminer la vitesse angulaire de la roue entraînant la bande  $\omega_{\text{roue picots}}$  en fonction de  $V_{\text{bande}}$ .

**Q12-** Déterminer le rapport de transmission  $r_g = \frac{\omega_{\text{roue 4}}}{\omega_m}$ .

**Q13-** Déterminer la fréquence de rotation en  $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$  du moteur, notée  $N_m$ .

Etape 2 : Calcul du couple moteur  $C_m$

Donnée : L'intensité de l'effort de traction sur la bande est  $\|\vec{F}_{\text{bande}}\| = 4 \text{ N}$ .

Cette valeur a été mesurée expérimentalement.

**Q14-** Calculer le rendement global de la chaîne d'énergie  $\eta_g$ .  
Tenir compte des rendements dans les liaisons L1 et L2.

**Q15-** Calculer le couple moteur  $C_m$ .

**Q16-** A partir du DT8, valider ou non le choix du moteur en considérant sa plage de fonctionnement.

Afin de contrôler la position du moteur, on met en place un système électronique gérant la position de l'arbre moteur (Sous ensemble SE2 sur le schéma cinématique TD 6) et ce à partir de l'information délivrée par le capteur (sous ensemble SE5).

Principe de fonctionnement :

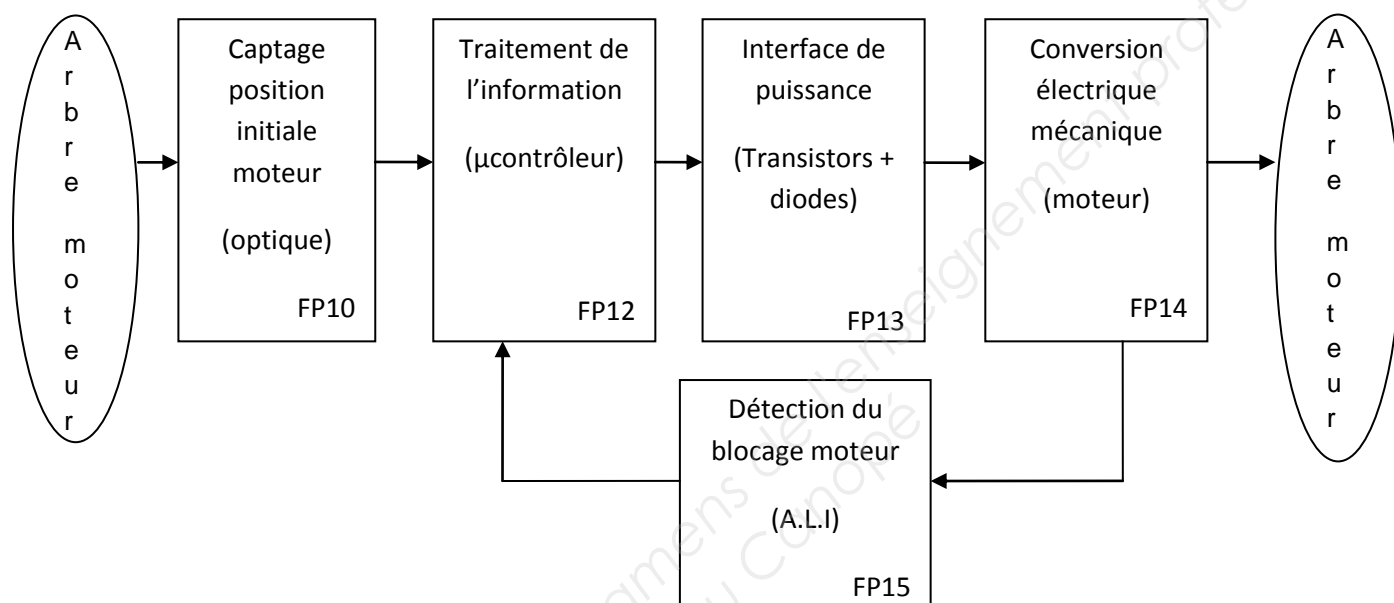
A chaque tour de l'arbre moteur correspond une avance de la bande de composants de 2 mm.

BTS CIM- Epreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2016
Code 16-CDE4CP-ME1	Durée 4 heures	Coefficient 2	TD 7 / 15



Lorsque l'arbre moteur est en position initiale son entraînement s'effectue par la commande d'une première impulsion permettant l'avance incrémentale de la bande de composants. A l'issue d'un tour, l'axe moteur se retrouve légèrement au-delà de la position initiale. Une seconde impulsion brève de sens inverse permet de caler l'axe sur une butée mécanique franche. Ainsi la position initiale est retrouvée pour une prochaine avance d'un pas de la bande de composants. Voir DT9.

### Schéma fonctionnel de la commande du moteur d'entraînement de la bande.

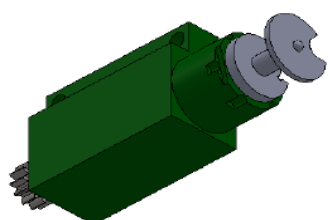


### Etude de la fonction FP10

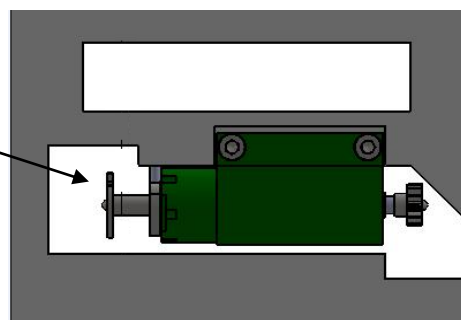
La fonction permet de connaître la position initiale de l'arbre moteur d'entraînement de la bande.

Les contraintes pour la détection de la position initiale de l'arbre moteur sont :

- Mise en place sur l'arbre moteur d'un disque à fente pour repérage de la position dite « initiale » de l'arbre moteur ;

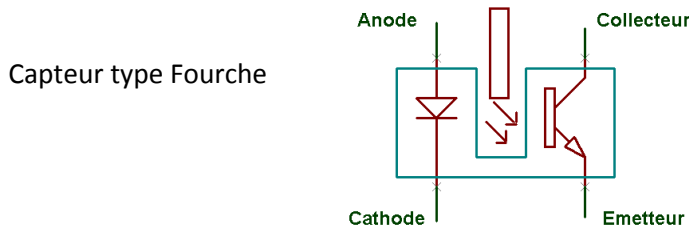


Elément de captage de la position du moteur



- Emplacement réduit pour le capteur ;
- Maintien en position (fixation) du capteur sans réglage.

Au regard des contraintes citées ci-dessus le capteur retenu est de type fourche optique.



**Q17-** Proposer sur le document réponse DR4 un schéma structurel permettant de capter la position initiale de l'arbre moteur.

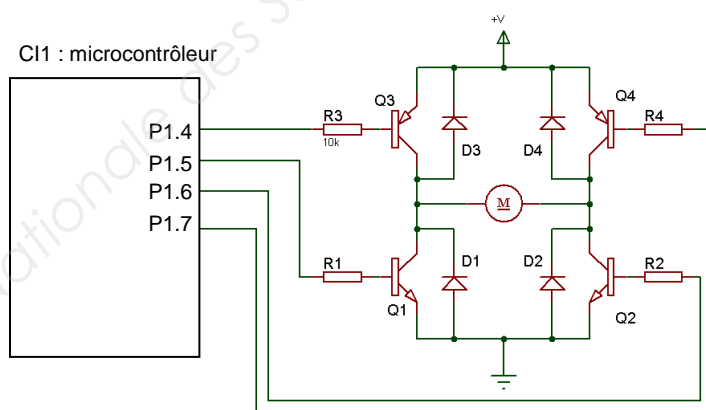
### Etude de la fonction Interface de puissance FP13.

Sur feuille de copie (**Q18 à Q19**)

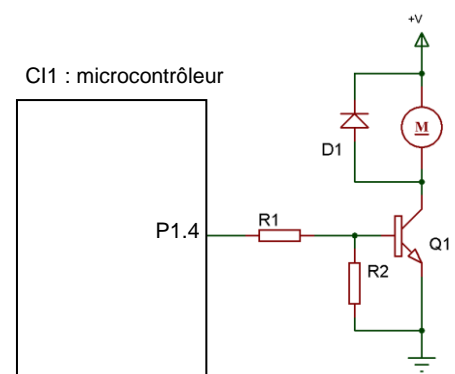
**Q18-** A partir des caractéristiques électriques (tension et courant) du moteur RE016 et du microcontrôleur voir (DT8), justifier la nécessité d'une interface de puissance FP13.

**Q19-** Par l'analyse du fonctionnement de l'entraînement de la bande (vue précédemment), choisir la structure électronique n°1 ou n°2 (proposée ci-dessous) la mieux appropriée pour répondre au fonctionnement du déplacement de la bande. Justifier ce choix.

Structure n°1



Structure n°2

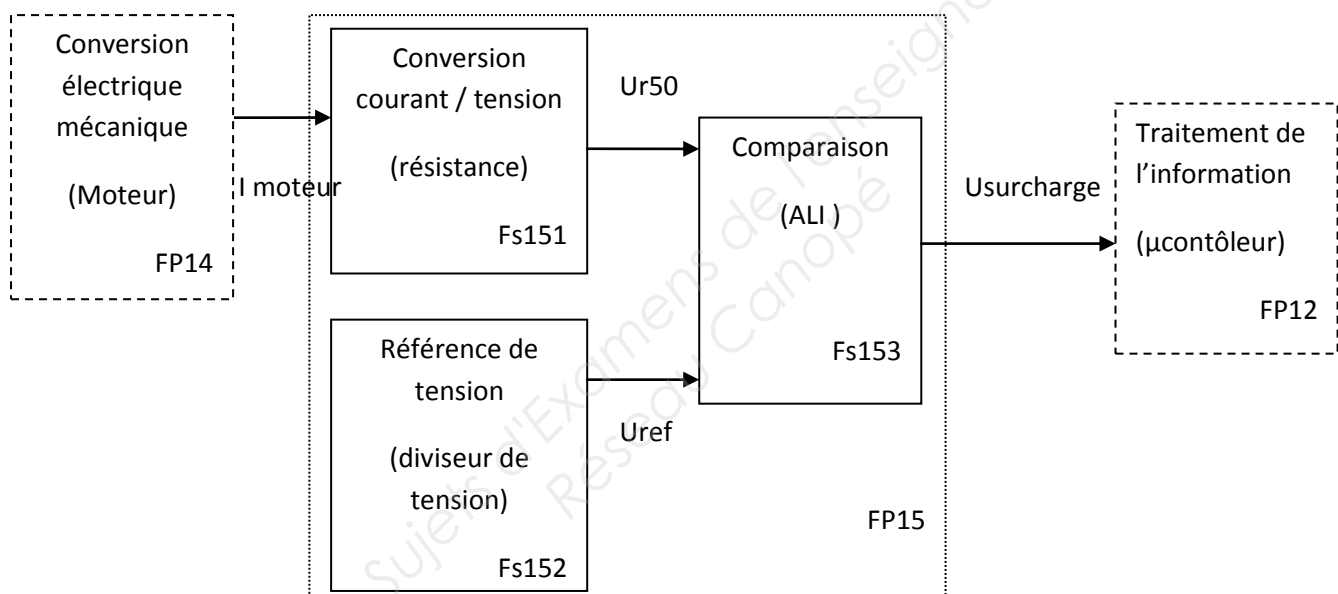


### Etude de la fonction détection du blocage moteur FP15.

Lors de la prise des composants CMS par la tête de préhension au niveau de la bande, il arrive que des composants CMS tombent dans le mécanisme d'entraînement de la bande et immobilisent le système. Dans ce cas le moteur d'entraînement se trouve bloqué et va consommer un courant important dit courant de blocage.

Il est nécessaire d'arrêter le pilotage du moteur de façon à éviter la surchauffe et ne pas détériorer le système. Pour des raisons de sécurité l'arrêt de la commande du moteur est fixé à 60% de son courant de blocage. Ceci donne la relation  $I_{\text{surchage}} = 0,6 \times I_{\text{blocage moteur}}$ .

### Schéma fonctionnel de la fonction FP15 détection du blocage moteur



Contrainte : Il faut que la tension Usurchage appliquée à FP12 fournisse un niveau logique haut (NL1) lorsque le moteur d'entraînement commence à forcer et consomme le courant de surcharge.

### Etude de la fonction FP15.

**Q20-** Compléter sur le DR4 le schéma structurel traduisant la fonction FP15.

BTS CIM- Epreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2016
Code 16-CDE4CP-ME1	Durée 4 heures	Coefficient 2	TD 10 / 15

Sur une feuille de copie (**Q21 à 25**)

**Etude de la fonction Fs151.**

**Q21-** Relever dans la documentation technique du moteur (DT8) la valeur du courant de blocage et déterminer la valeur du courant de surcharge « Isurcharge ».

**Q22-** Justifier par le calcul la valeur de la puissance retenue pour la résistance R50 (voir Fs151 sur DR4) dans le cas où le moteur est en surcharge.

**Q23-** Déterminer la valeur de la tension  $U_{r50}$  obtenue en sortie de Fs151 lorsque le moteur arrive en surcharge.

**Etude de la fonction Fs152.**

La tension de référence  $U_{ref}$  fournie à Fs153 par Fs152 est donnée par la relation suivante :

$$U_{ref} = [R_{52} / (R_{51} + R_{52})] \times U_{alim}$$

Avec  $U_{alim} = 5V$  et la valeur  $U_{ref}$  correspondant à la valeur  $U_{r50}$  lorsque le moteur force (surcharge).

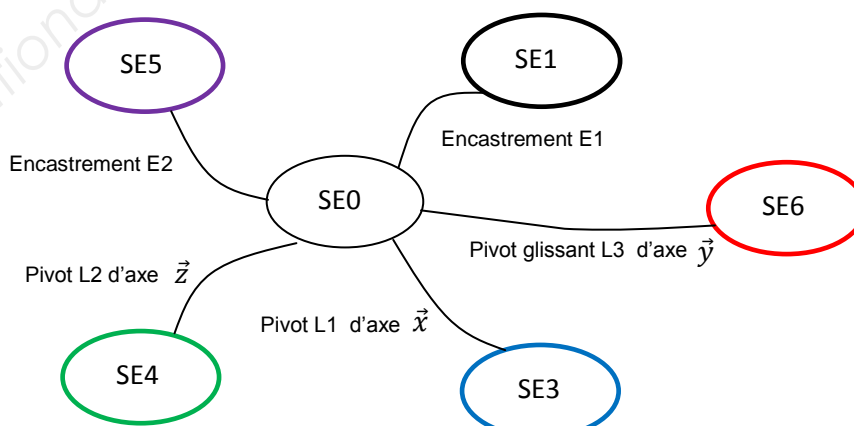
**Q24-** Calculer la valeur de  $R_{51}$  pour protéger le moteur au moment de sa surcharge.

**Q25-** Retenir une valeur normalisée de  $R_{51}$  dans la série E12.

Série E12 : 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82

**Analyse de l'architecture fonctionnelle de la platine.**

Graphe partiel des liaisons entre sous-ensembles (voir le schéma cinématique TD 6) :



BTS CIM- Epreuve E4 Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2016
Code 16-CDE4CP-ME1	Durée 4 heures	Coefficient 2	TD 11 / 15

Liaison	Type	Formes fonctionnelles attendues	Document technique
E1	Encastrement	Surface cylindrique S1 + surface plane P1	DT11
E2	Encastrement	Surface plane	DT11
L1	Pivot d'axe $\vec{x}$	Surface cylindrique Entraxe a1 à respecter	DT12
L2	Pivot d'axe $\vec{z}$	Surface cylindrique Entraxe a2 à respecter	DT12
L3	Pivot glissant d'axe $\vec{y}$	Surface cylindrique	

Sur une feuille de copie **(Q26)**.

En vue de préparer le travail en CAO

**Q26-** Calculer les entraxes  $a_1$  et  $a_2$ . Voir le document technique DT10.

**Q27-** Sur le DR5, représenter à l'échelle 1:1, à main levée, les surfaces fonctionnelles (liaisons E1 ; E2 ; L1 ; L2 et L3) assurant le bon positionnement des sous-ensembles constituant la chaîne cinématique d'entraînement de la bande.

Pour les surfaces cylindriques, indiquer seulement l'axe de la surface.

Cette représentation se fera sur les vues de face et gauche de la platine. Toutes les représentations complémentaires en vue de définir les surfaces seront acceptées. (Coupes, sections, etc.). Voir le document technique DT11.

### Activité 3 : MODULE D'ENTRAÎNEMENT DE L'OPERCULE

Le fonctionnement de ce sous-ensemble est décrit DT12.

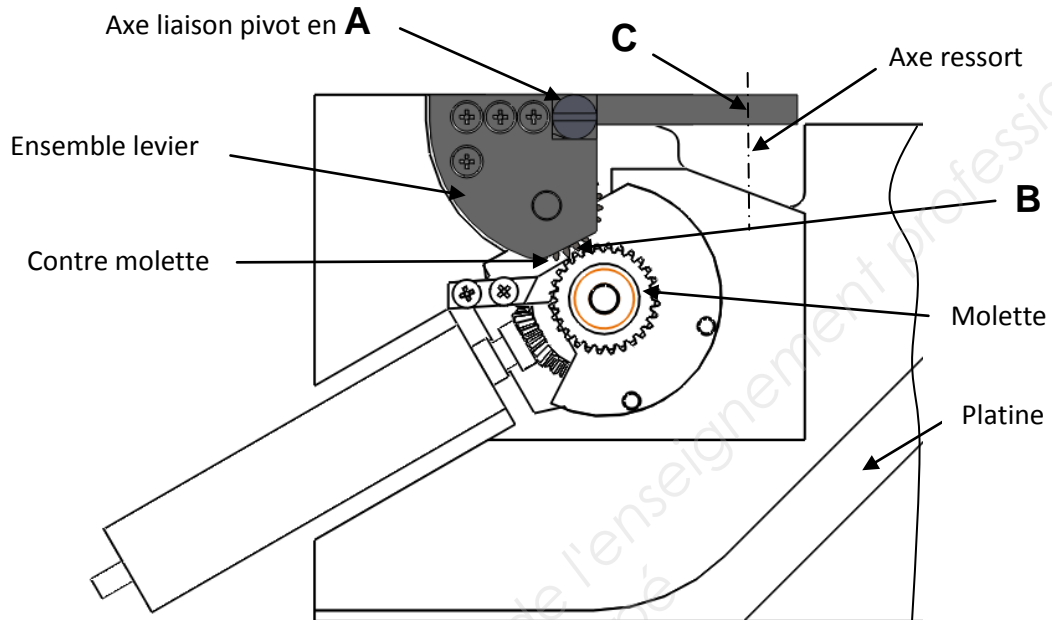
#### **Etude de la fonction technique 423.**

La réalisation de cette fonction technique fait appel à différents composants : molette striée motrice et contre molette guidée en liaison pivot sur un levier. Ce levier est lui-même en liaison pivot de centre A par rapport à la platine. L'effort presseur assurant le bon entraînement du film opercule sera obtenu par un élément déformable.

**Hypothèses** : On néglige la masse de l'ensemble levier, la liaison pivot de centre A est considérée comme parfaite. Toutes les actions sont coplanaires.

**Données** : L'effort presseur en B :  $\vec{F}_{\text{presseur}}$  avec  $\|\vec{F}_{\text{presseur}}\| = 20 \text{ N}$ .

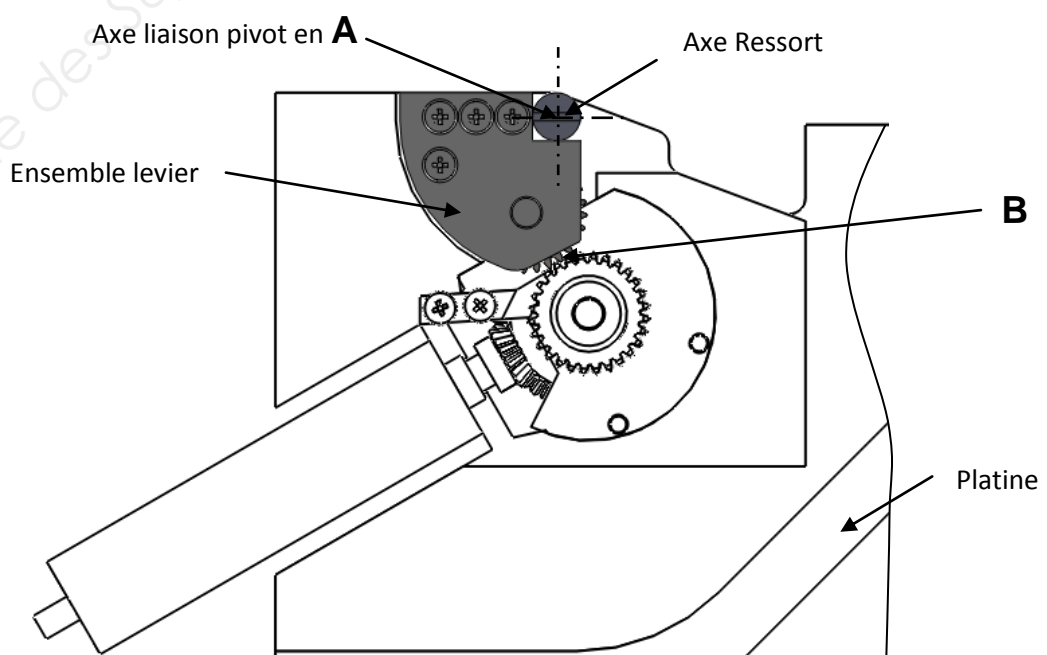
**Solution technique envisagée 1** : Utilisation d'un ressort de compression à spires.



**Q28-** Après avoir isolé l'ensemble levier, déterminer l'effort fourni en C par le ressort noté  $\vec{F}_{\text{Ressort}}$  par la méthode de votre choix. L'étude sera faite sur le DR 6.

**Solution technique envisagée 2** : Utilisation d'un ressort de torsion cylindrique à spires.

L'implantation de ce ressort se fait au niveau de la liaison pivot en A.



Sur une feuille de copie (**Q29 et Q30**)

**Q29-** Déterminer le couple équivalent à l'action fournie par le ressort utilisé précédemment en solution 1.

Quel que soit le résultat trouvé (Q30), on prendra  $\|\vec{F}_{ressort}\| = 8N$ .

Objectif : Détermination des raideurs de ces différents ressorts en vue d'un calcul de dimensionnement (conception détaillée).

Voir document technique DT12.

Hypothèses :

Ressort de compression :

- Flèche de travail :  $f = 10 \text{ mm}$

Ressort de torsion :

- Angle d'enroulement  $\alpha = 22^\circ$

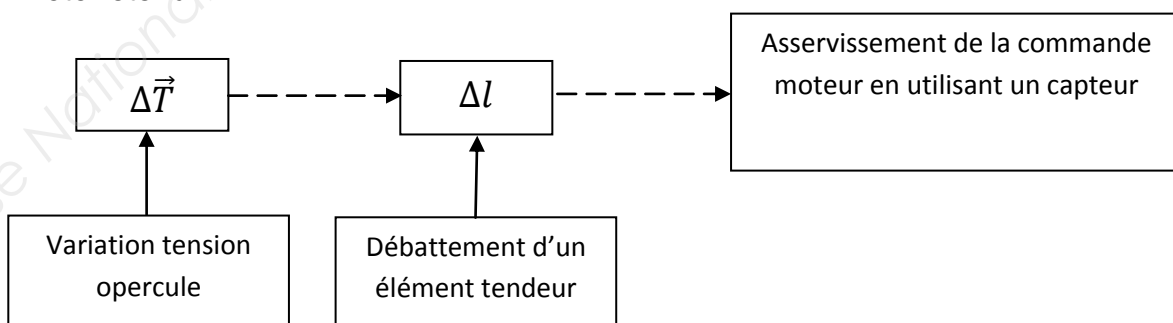
**Q30-** Déterminer la raideur notée  $K_1$  du ressort de compression et la raideur notée  $K_2$  du ressort de torsion.

**Conception préliminaire de la fonction FT43 « Limiter les à-coups » (Voir FAST DT12)**

Un mécanisme de maintien sous tension de l'opercule est envisagé :

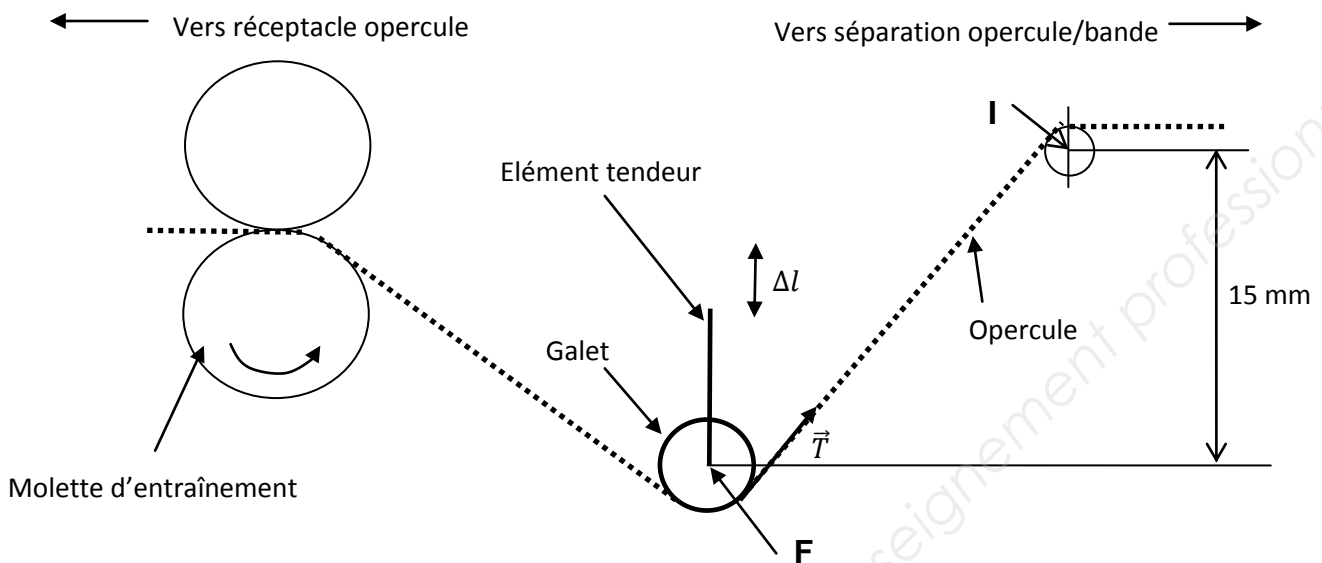
Principe retenu :

Afin de pouvoir maintenir une tension du film opercule sensiblement constante et ce malgré une avance pas à pas et intermittente de la bande CMS, le principe suivant a été retenu :

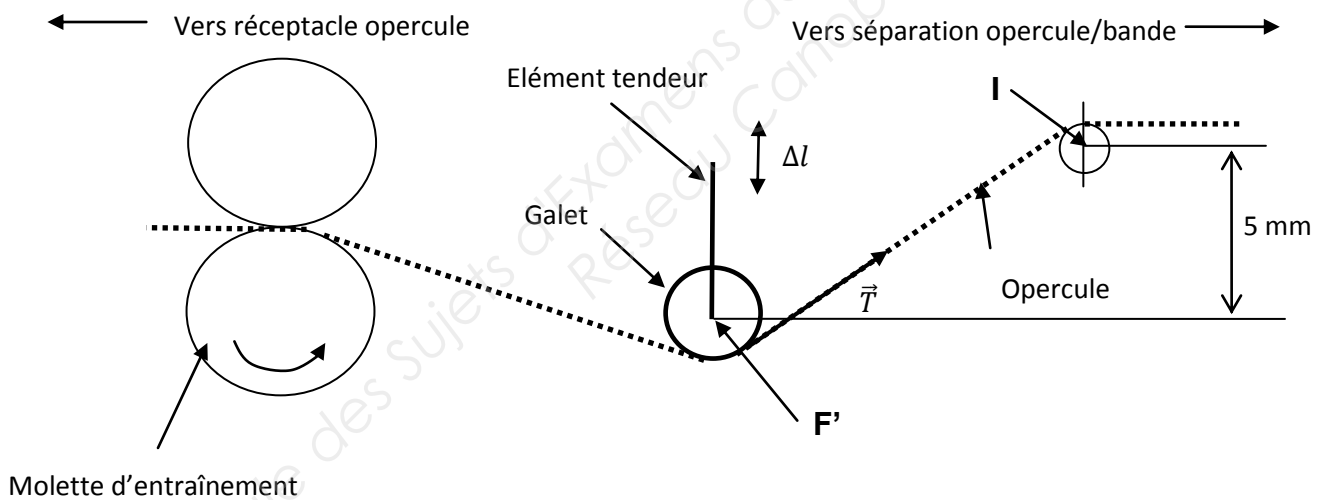


Schémas de principe correspondants :

Position 1 : opercule détendu.



Position 2 : Opercule tendu.



**Q31-** Compléter sur le DR7, à main levée, le schéma cinématique de l'ensemble tendeur.

Faire apparaître sur ce schéma :

- La liaison entre l'élément tendeur et la platine.
- La liaison entre le galet et l'élément tendeur.
- Un élément déformable permettant de réaliser la tension du film.
- La zone de détection par capteur (Type de captage laissé à votre choix).



**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
MICROTECHNIQUES**

**SESSION 2016**

EPREUVE E4 :  
CONCEPTION PRELIMINAIRE  
D'UN SYSTEME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

Matériel autorisé :

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999).

L'échange de calculatrices ou de tout autre objet est interdit pendant l'épreuve.

Le sujet comporte 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier Technique (DT1 à DT12) jaune**
- **Dossier Travail demandé (TD1 à TD15) vert.**
- **Dossier documents-réponse (DR1 à DR7) blanc**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

**Tous les documents réponse, même vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.**

***Tous les documents réponse doivent être agrafés dans la feuille de copie.***

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
MICROTECHNIQUES**

**SESSION 2016**

EPREUVE E4 :  
CONCEPTION PRELIMINAIRE  
D'UN SYSTEME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

**DOSSIER TRAVAIL DEMANDE**

Ce dossier comporte 3 activités réparties sur 15 pages repérées TD 1/15 à TD 15/15

Activité 1 : Etude du module de réglage du pas d'avance de la bande de composants cms

Activité 2 : Etude du module d'entraînement de la bande de composants cms

Activité 3 : Etude de l'entraînement du film opercule.

**Temps conseillés**

Lecture du sujet :	0 H 20 min
Activité 1 :	0 H 25 min
Activité 2 :	2 H 00
Activité 3 :	1 H 15 min