

# BACCALAUREAT GENERAL

Session 2006

Série S Sciences de l'ingénieur

Composition écrite de Sciences de l'ingénieur

Durée 4 heures, coefficient 4

Étude d'un système pluritechnique.

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

## Etiqueteuse à transfert thermique ALX92



**Le candidat doit disposer des pages 1/17 à 17/17. Les documents réponses DR1, DR2 et DR3 sont à rendre avec la copie.**

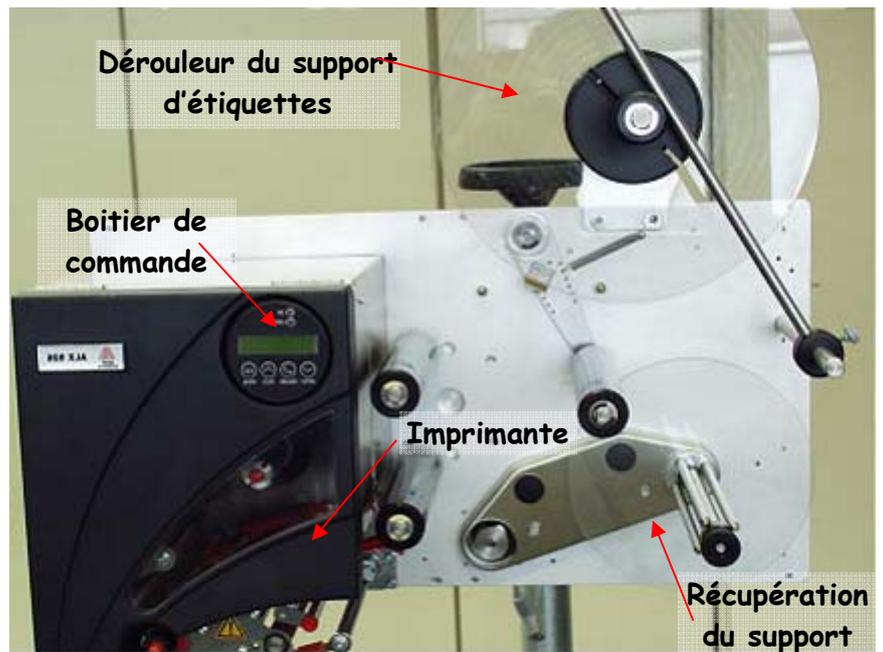
# 1. Présentation et fonctionnement du système

L'étiqueteuse ALX92 est une machine capable d'imprimer et de déposer des étiquettes sur des paquets circulant sur un convoyeur à bande.

La partie imprimante utilise la technologie du transfert thermique et imprime les étiquettes en temps réel au moment de la pose.

Le motif à imprimer est :

- soit stocké en mémoire ;
- soit envoyé au fur et à mesure par le système informatique auquel l'étiqueteuse est connectée.



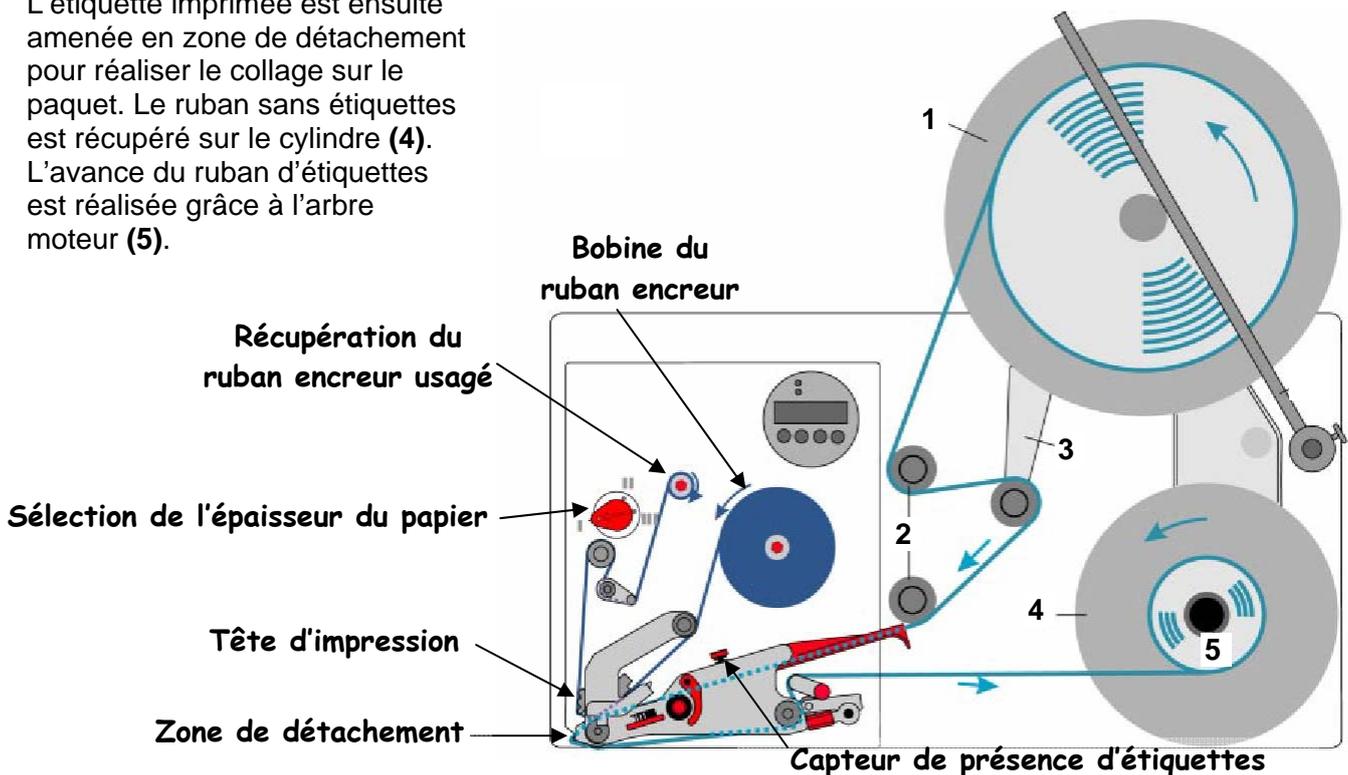
## 1.1 Chemin de passage du support d'impression et du ruban encreur

Le ruban d'étiquettes est enroulé sur le guide (1). Il est guidé par les rouleaux (2), tendu par la bielle (3) et entre ensuite dans l'imprimante. Les étiquettes sont repérées grâce à un capteur qui informe la carte de commande. Celle-ci commande alors l'impression et :

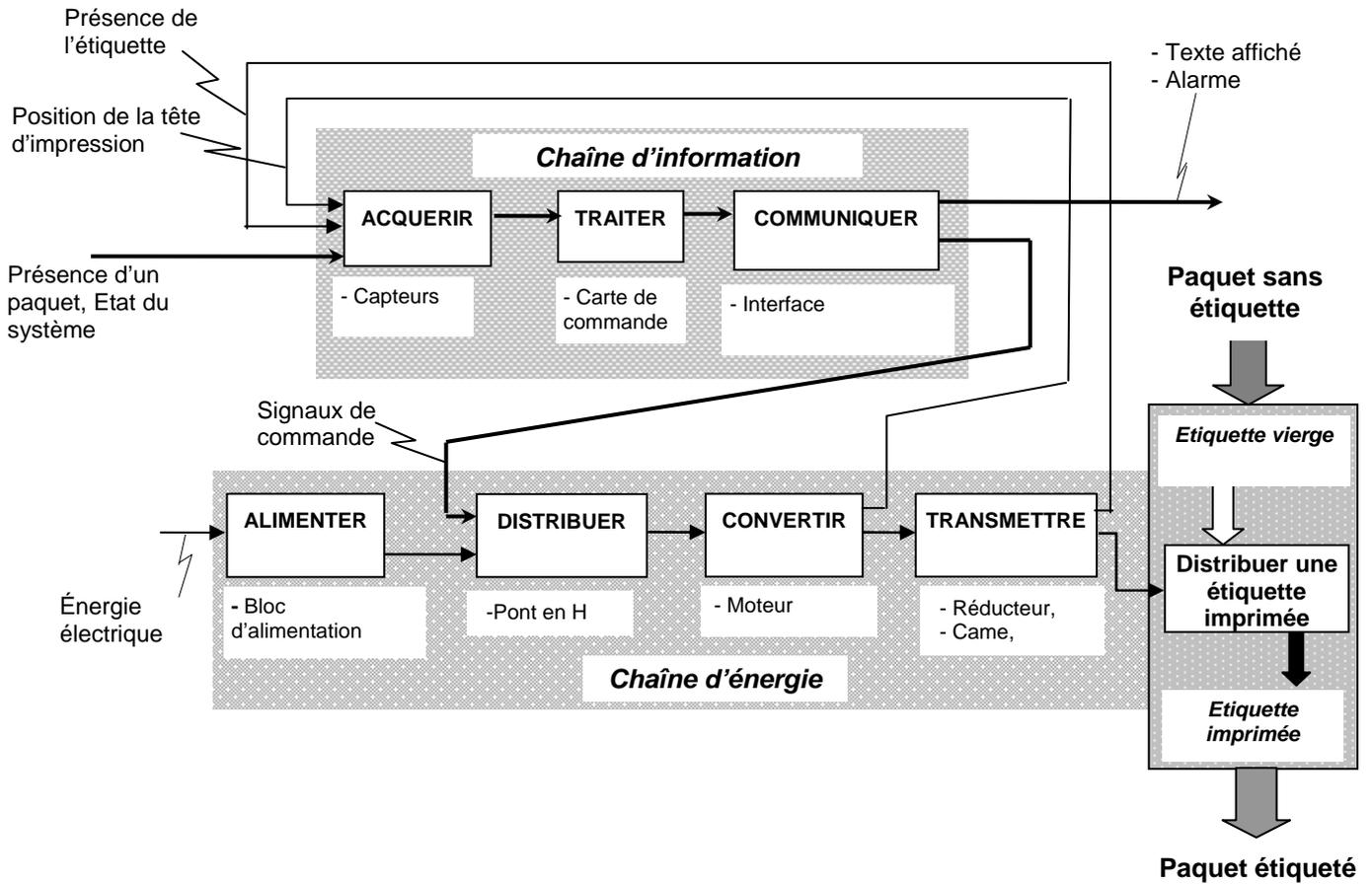
- gère l'avance du ruban d'étiquettes ;
- gère l'avance du ruban encreur ;
- positionne la tête d'impression par rapport aux rubans d'étiquettes et encreur ;
- gère la tête d'impression.

L'étiquette imprimée est ensuite amenée en zone de détachement pour réaliser le collage sur le paquet. Le ruban sans étiquettes est récupéré sur le cylindre (4).

L'avance du ruban d'étiquettes est réalisée grâce à l'arbre moteur (5).



## 1.2 Structure fonctionnelle globale du système



## 1.3 Extrait du cahier des charges

Données et performances	
Technologie d'impression	Impression par transfert thermique.
Tête d'impression	Haute définition, rapide, avec régulation de température intégrée.
Résolution horizontale et verticale	300 dpi (point par pouce).
Largeur d'impression	106,7 mm
Vitesse d'avance du ruban d'étiquettes	De 50 à 400 mm/s
Longueur des étiquettes	De 20 mm à 400 mm
Economiseur de ruban	Oui
Cadence d'impression	Jusqu'à 7000 étiquettes à l'heure

## **1.4 Objectifs de l'étude**

### **Première étude : Analyse des performances et du comportement.**

L'objet de cette étude est d'étudier le fonctionnement de l'appareil pour étiqueter un lot de paquets et de déterminer la cadence horaire d'étiquetage.

### **Deuxième étude: Impression d'étiquettes.**

L'objet de cette étude est de vérifier les performances (résolution horizontale et verticale) de la tête d'impression sur toute la gamme de vitesse donnée dans le cahier des charges.

### **Troisième étude: Économiseur du ruban encreur.**

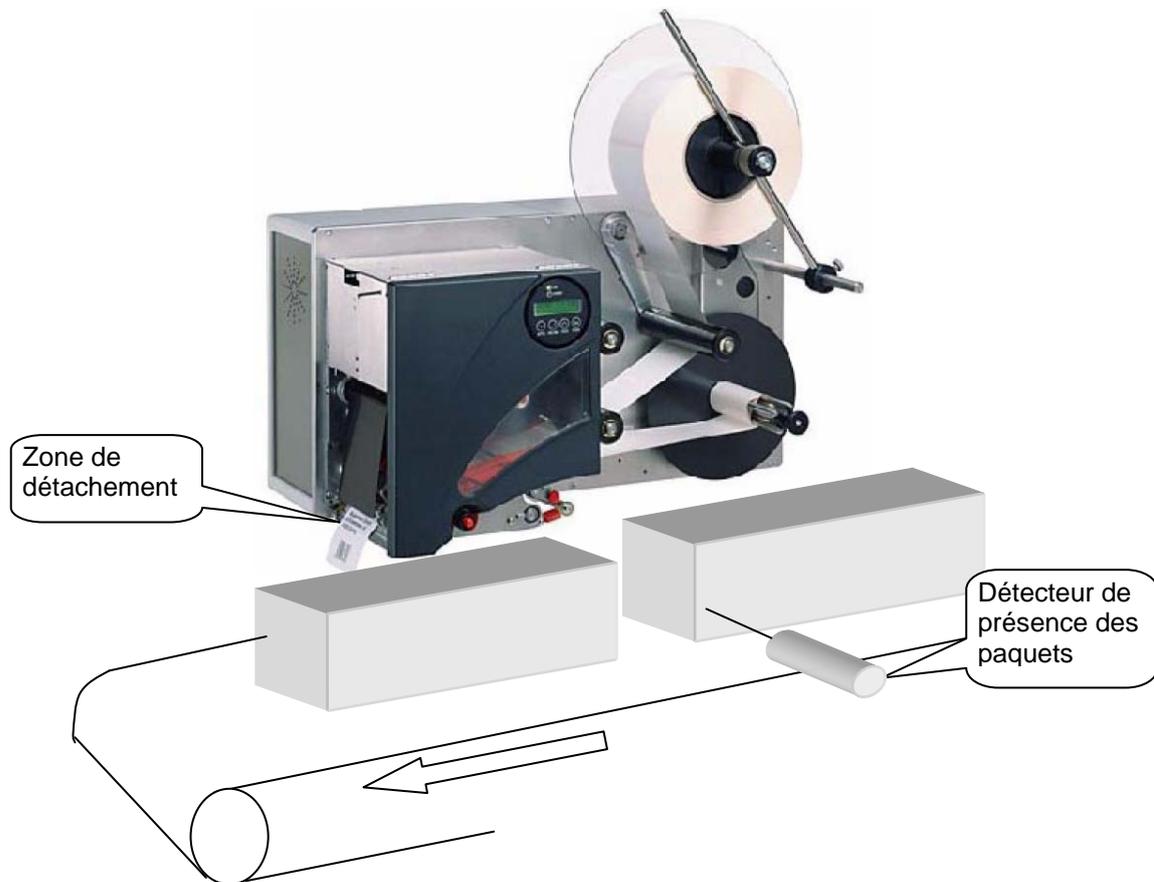
L'objet de cette étude est de vérifier que les contraintes sur le ruban encreur, pour effectuer une économie de celui-ci, sont bien respectées et de proposer une solution permettant de régler le positionnement précis de la tête d'impression.

### **Quatrième étude: Entraîner et protéger le ruban encreur.**

L'objet de cette étude est l'entraînement et la protection du ruban encreur afin d'éviter les plis et tout déchirement de ce dernier.

## 2. Analyse des performances et du comportement

L'objet de cette étude est d'analyser le fonctionnement de l'appareil pour étiqueter un lot de paquets et déterminer débit horaire d'étiquetage.



On désire lancer une tâche d'étiquetage sur un lot de 1400 cartons de dimensions 400x200x120mm, les paquets seront étiquetés dans le sens de leur plus grande longueur. L'espace entre deux cartons est au minimum de 100 mm.

Les paquets se déplacent sur un convoyeur à bande à la même vitesse que la vitesse d'avance du ruban d'étiquettes.

Un capteur optique détecte les paquets, la carte de commande déclenche l'impression et la pose de l'étiquette après un temps de retard appelé : « **délai d'impression** ».

Ce délai correspond au temps mis par le paquet pour parcourir la distance entre le capteur optique et la zone de détachement de la machine.

Le capteur optique de détection des paquets est positionné à **300 mm** de la zone de détachement de l'étiqueteuse.

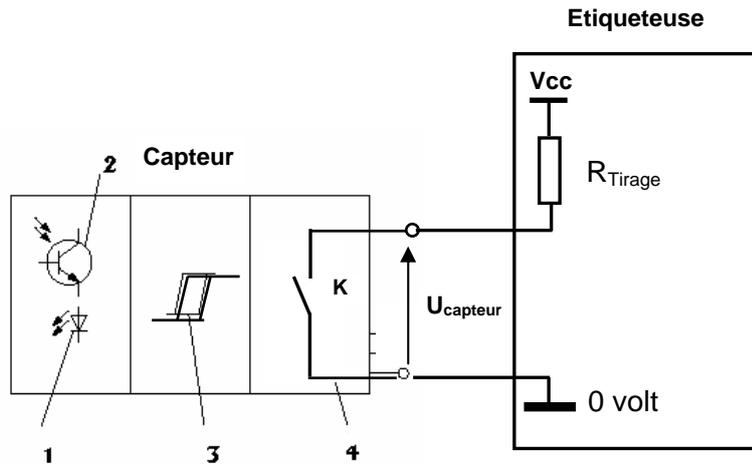
**Question 2.1: Sachant que le tapis transportant les paquets avance à la vitesse de 150 mm/s, calculer la valeur du délai d'impression minimum à programmer dans la machine.**

Le schéma de raccordement du capteur optique à l'étiqueteuse est donné **Figure a**.

Ce montage donne, lors du passage d'un paquet, un signal  $U_{\text{capteur}}$  tel que celui reproduit **Figure 1** du document réponse DR1.

**Figure a**

- 1 Emetteur de lumière
- 2 Récepteur de lumière
- 3 Etage de mise en forme
- 4 Etage de sortie à contact sec



**Question 2.2:** Indiquer sur le document réponse DR1 **Figure 1** dans quel état (ouvert ou fermé) se trouve l'interrupteur K pour les deux niveaux de la tension  $U_{\text{capteur}}$ .

L'étiqueteuse peut recevoir différents types de capteurs. Suivant le type de capteur utilisé, il faut choisir parmi les 2 options suivantes celle qui assurera le bon fonctionnement de la machine :

- **Option 1 : Front montant** : Lors du passage d'un niveau bas à un niveau haut du signal d'entrée,  $U_{\text{capteur}}$ , il y a impression de l'étiquette après écoulement du délai d'impression.
- **Option 2 : Front descendant** : Lors du passage d'un niveau haut à un niveau bas du signal d'entrée,  $U_{\text{capteur}}$ , il y a impression de l'étiquette après écoulement du délai d'impression.

**Question 2.3:** Choisir entre les deux options ci-dessus, celle qui correspond au capteur de la **Figure a**, justifier votre choix.

**Question 2.4:** A l'aide des réponses précédentes, compléter sur le document réponse DR1 (**Figure 2**) le **Grafctet** de fonctionnement normal si les variables d'entrée sont :

- **Online** : cette variable est au niveau logique « 1 » si l'imprimante est prête à imprimer.
- **Spnv** : tampon d'impression non vide, cette variable est au niveau logique « 1 » si un motif à imprimer est chargé dans la mémoire de l'imprimante.
- **Capteur** : détection d'un paquet sur le tapis à 300 mm de la machine.

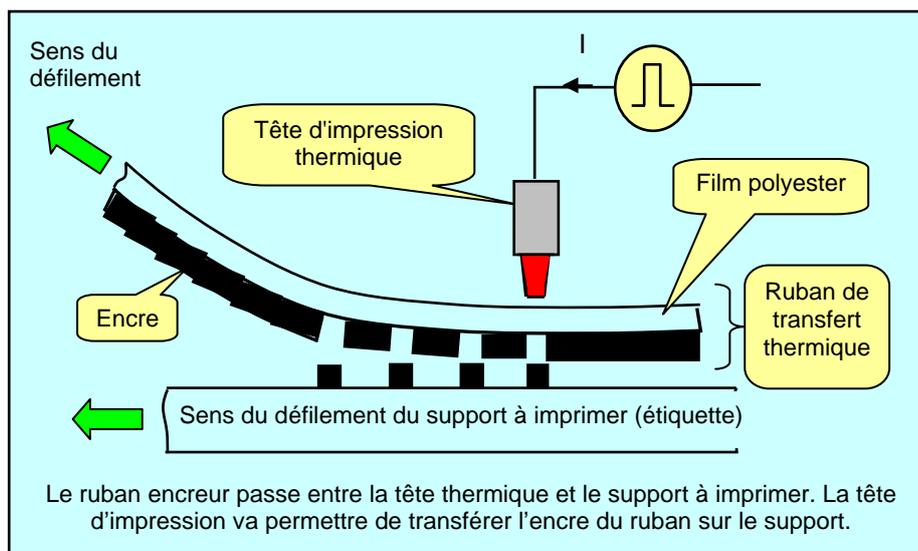
**Question 2.5:** Sachant que l'espace entre deux cartons est de 100 mm et que la longueur d'un carton est de 400 mm, calculer le débit horaire maximum et le temps (en heures, minutes, secondes) mis pour mener à bien l'opération d'étiquetage de 1400 cartons.

### 3. Impression d'étiquettes

L'objet de cette étude est de vérifier les performances (résolution horizontale et verticale) de la tête d'impression sur toute la gamme de vitesse donnée dans le cahier des charges.

#### 3.1 Principe de l'impression par transfert thermique

L'impression s'effectue par transfert thermique. Sous l'action de la chaleur une cire synthétique (l'encre) est transférée d'un film polyester (le ruban encreur) vers le support à imprimer (l'étiquette). Le ruban encreur se présente sous forme de rouleau et se dévide en même temps que le support à imprimer.

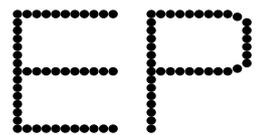


#### 3.2 Etude de la résolution horizontale

La tête d'impression est constituée d'une seule ligne de minuscules pointes chauffantes.

Les caractères et les dessins sont imprimés ligne par ligne.

La résolution horizontale est fonction du nombre de pointes chauffantes sur la tête d'impression, la résolution verticale dépend de la vitesse d'avance du papier devant la tête d'impression.



**Question 3.2.1: Sachant que la largeur d'impression est de 106,7 mm et que la tête possède 1280 points, calculer le nombre de points par mm imprimables (la résolution).**

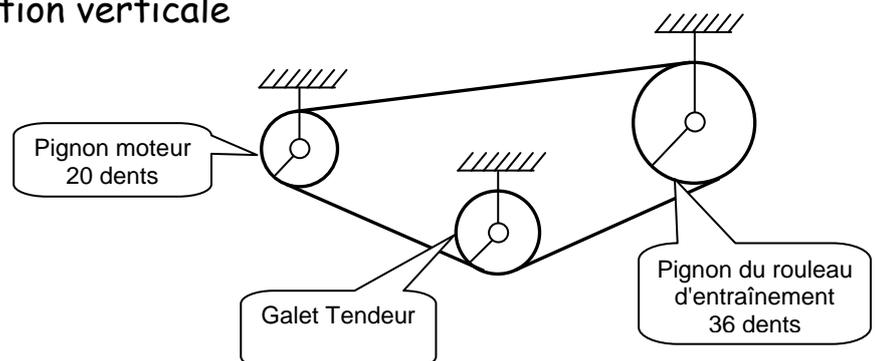
**Cette valeur correspond-elle aux données du cahier des charges ?**

**On rappelle : 1 pouce = 25,4 mm.**

#### 3.3 Détermination de la résolution verticale

Le ruban d'étiquettes est entraîné par friction par un rouleau d'entraînement de 20mm de diamètre.

Le schéma cinématique du système d'entraînement est donné ci-contre :



Le moteur utilisé pour l'avance du ruban d'étiquettes est un moteur "pas à pas" dont la résolution est de 200 pas par tour.

Ce moteur est commandé en mode "demi-pas" est à dire que chaque impulsion de commande fait avancer le rotor de la moitié d'un pas. A chaque demi pas, une ligne est imprimée.

**Question 3.3.1: Exprimer l'angle de rotation du moteur pour une impulsion de commande.**

**Question 3.3.2: En déduire l'angle de rotation du rouleau d'entraînement.**

**Question 3.3.3: Calculer la distance parcourue par l'étiquette à imprimer lors de l'avance d'un demi-pas du moteur, en déduire la résolution verticale de l'imprimante (dans le sens de l'avance de l'étiquette) en nombre de points par pouce.**

### 3.4 Vérification des performances de la tête thermique

Lors de l'impression d'une ligne, chacune des 1280 pointes chauffantes, devant laisser une trace sur l'étiquette, est portée à une température de 85°C pour assurer le transfert de l'encre du ruban vers le papier.

L'impression d'une ligne s'effectue en deux mises à feu successives portant chacune sur la moitié des pointes chauffantes, ceci pour limiter la puissance dans la tête thermique à 300 Watts.

**Question 3.4.1: Sachant que la résistance de chaque pointe chauffante est de 1240  $\Omega$  et que l'alimentation de la tête thermique est de 24 volts, calculer la puissance dissipée par un point de la tête d'impression.**

**Question 3.4.2: Calculer la puissance dissipée par la tête d'impression lors de l'allumage de la moitié des pointes d'une ligne.**

**Vérifier que le résultat est conforme aux spécifications données ci-dessus.**

Le chauffage des pointes(une mise à feu) nécessite le passage d'un courant pendant une durée de 280  $\mu$ s.

On désire vérifier que ce temps est compatible avec la résolution trouvée pour une vitesse d'impression de 150 mm/s.

**Question 3.4.3: Calculer la vitesse de rotation du rouleau d'entraînement si la vitesse de déplacement de l'étiquette est de 150 mm/s. En déduire la vitesse de rotation du moteur.**

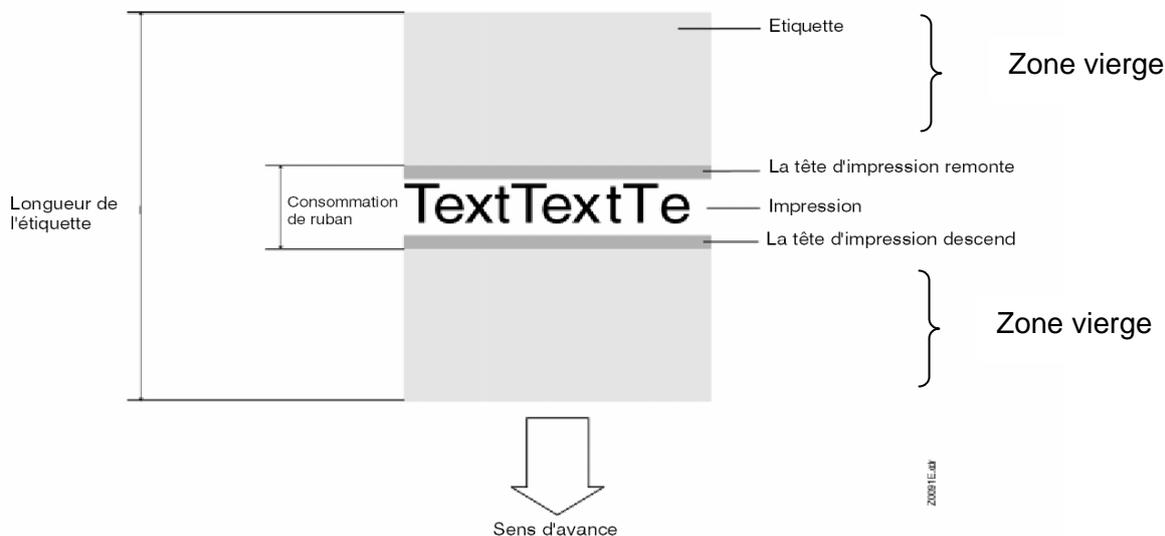
**Question 3.4.4: Calculer la durée d'un demi-pas.**

(rappel le moteur est un modèle 200 pas/tour)

**Question 3.4.5: Justifier, en quelques mots, que pour des vitesses d'impression supérieures à 150 mm/s, la résolution verticale de l'imprimante ne sera pas conforme aux 300 dpi du cahier des charges.**

## 4. Economiseur du ruban encreur

En mode d'impression normal, l'avance du ruban encreur s'effectue simultanément à celle du ruban d'étiquettes. Si des zones vierges existent sur l'étiquette, un dispositif économiseur de ruban encreur interrompt l'avance de celui-ci. On réalise ainsi une économie de ruban encreur (voir la Figure ci-dessous).



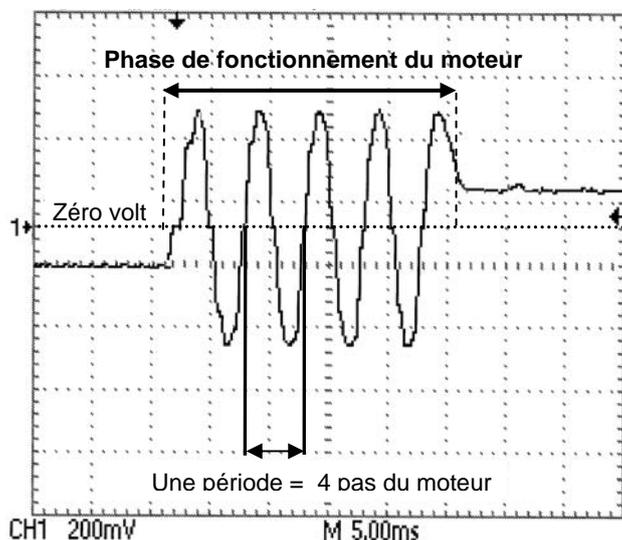
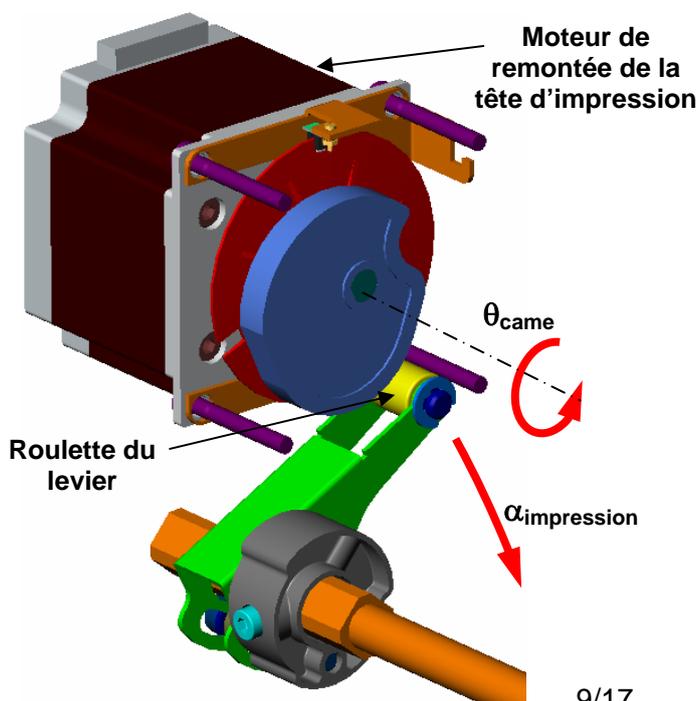
Afin de stopper l'avance du ruban encreur tout en permettant l'avance du ruban d'étiquettes, la tête d'impression doit être remontée d'au moins 0,8 mm.

Pendant cette remontée, le ruban continue à avancer. Il est donc gaspillé. Pour limiter ce gaspillage, il est nécessaire de minimiser le mouvement de la tête. Le constructeur a fixé une hauteur maximale de remontée de 1mm.

*L'objet de cette étude est de vérifier que ces contraintes sont bien respectées et de proposer une solution permettant de régler précisément l'élévation de la tête d'impression.*

**Questions 4.1: Le relevé à l'oscilloscope des signaux de commande du moteur assurant la remontée de la tête d'impression est donné ci-dessous.**

**Sachant que ce moteur possède 200 pas par tour et que chaque période du chronogramme représente 4 pas, déterminer l'angle de rotation de la came  $\theta_{\text{came}}$  (en degré) durant la phase de fonctionnement du moteur.**

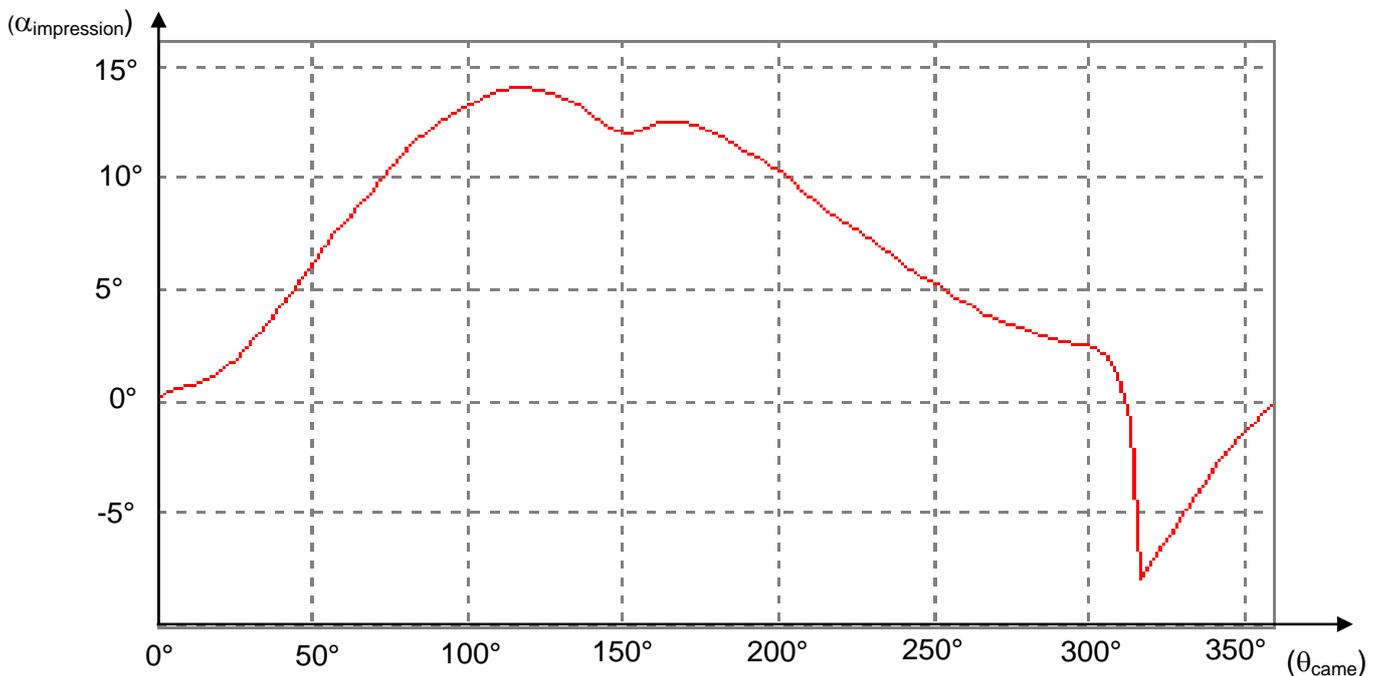


Pour initialiser la position de la tête d'impression, la roulette du levier se positionne initialement dans le « creux » de la came on a alors  $\alpha_{impression} = \alpha_{maxi}$ .  
 Pour placer la tête d'impression en « position impression », la came effectue une rotation d'un angle  $\theta_{came} = +80^\circ$  par rapport à la position initiale.

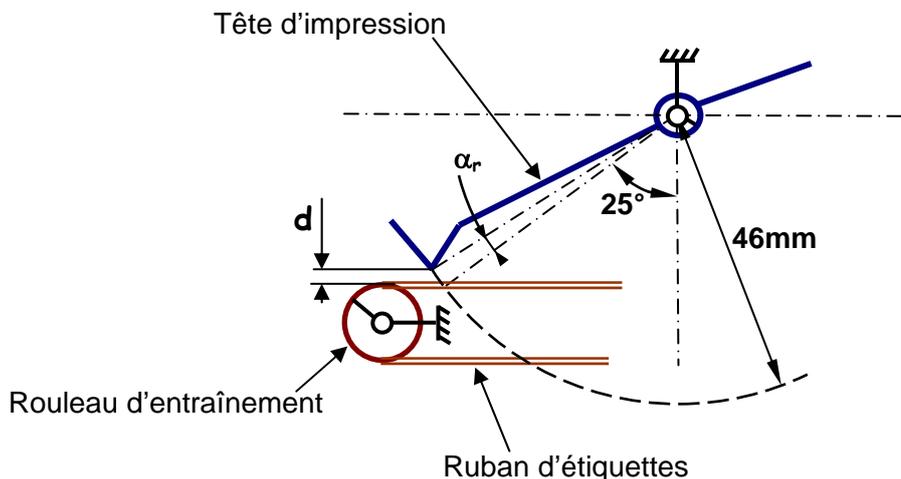
Lors de la phase de remontée de la tête (rotation d'un angle  $\alpha_r$ ), on considèrera que la came tourne d'un angle  $\theta_{came} = -32^\circ$ .

Le diagramme ci-dessous a été obtenu au moyen d'un logiciel de simulation mécanique. Il met en relation l'angle de rotation de la came  $\theta_{came}$  et l'angle d'inclinaison du levier  $\alpha_{impression}$  lié en liaison encastrement à la tête d'impression.

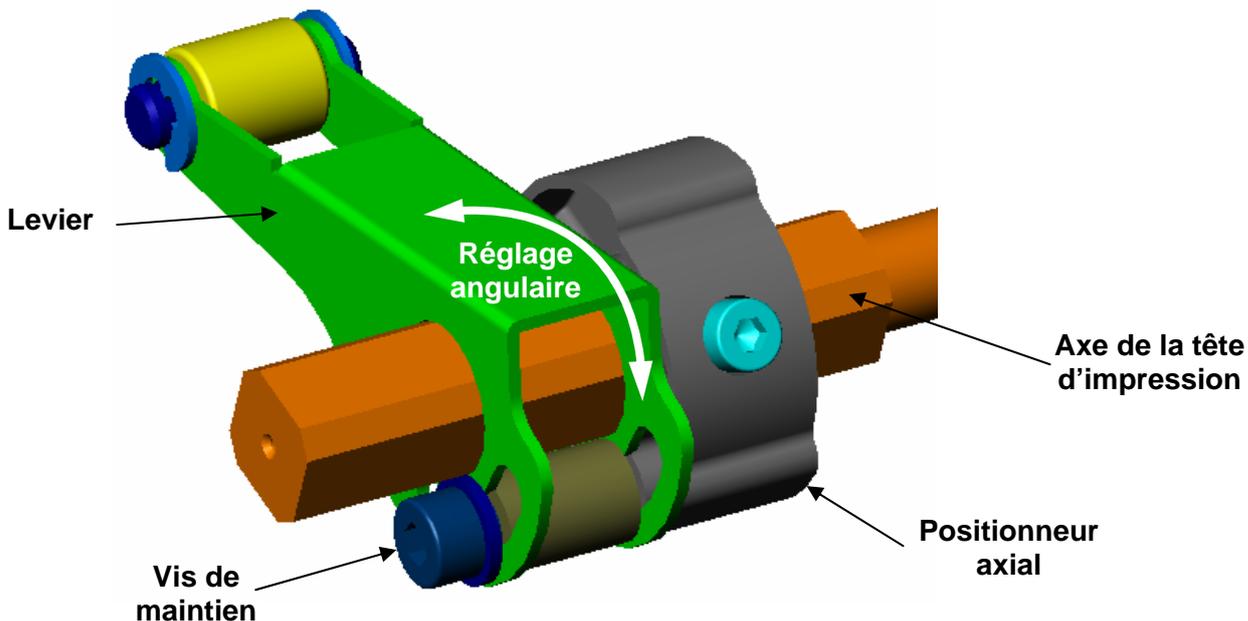
**Question 4.2: Positionner sur la courbe (voir figure 3 du document réponse DR2) le point A qui correspond au positionnement initial de la tête d'impression, le point B qui correspond à la position impression de la tête, et le point C qui correspond à la position tête relevée. En déduire graphiquement la valeur de l'angle  $\alpha_r$  de remontée de la tête.**



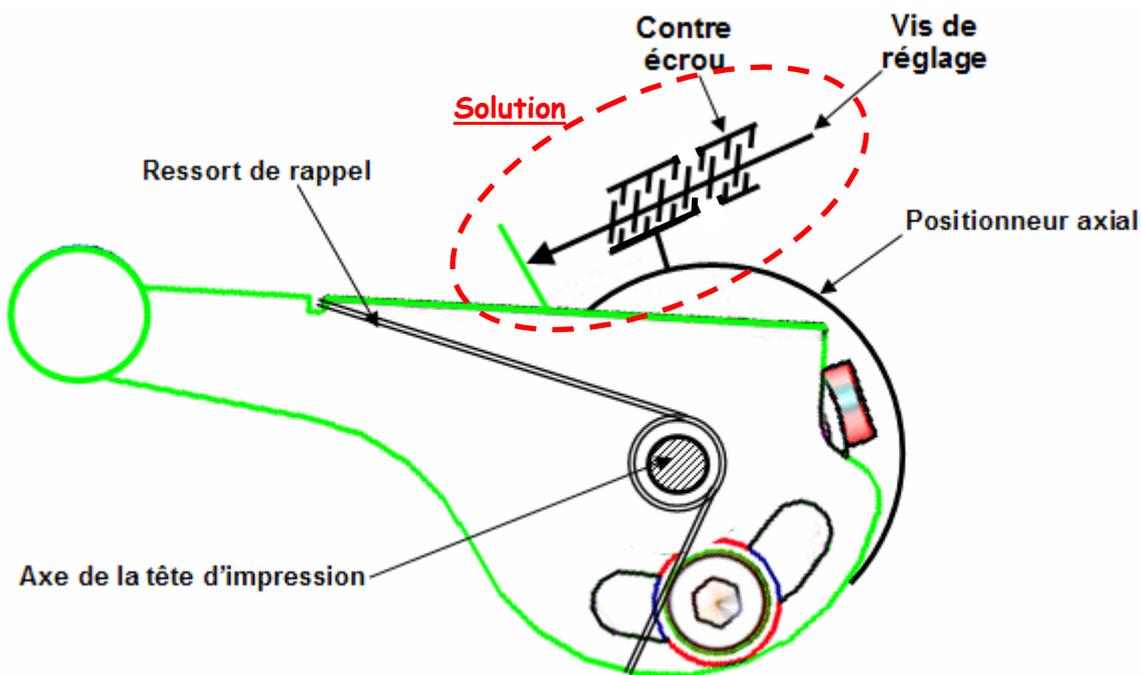
**Question 4.3: En utilisant le schéma ci-dessous, déterminer la distance « d » de remontée de la tête d'impression. Cette distance respecte-t-elle la contrainte fixée par le constructeur ?**



La grande précision demandée pour positionner la tête d'impression par rapport à l'étiquette entraîne un montage précis du levier en liaison encastrement avec l'axe de la tête d'impression. Le levier est positionné axialement par rapport à l'axe de la tête d'impression grâce à un positionneur axial contre lequel le levier prend appui. Son réglage angulaire est réalisé de façon peu précise. Son maintien en position est réalisé au moyen d'une vis.



Cette solution présente un inconvénient : le positionnement angulaire du levier est très imprécis. Pour remédier à ce problème, on se propose d'affiner ce positionnement au moyen d'un dispositif vis écrou. Le schéma technologique ci-dessous présente la solution.



**Question 4.4:** Expliquer en quoi cette solution vous apparaît plus performante que celle existante.

**Question 4.5:** Le levier et le positionneur axial sont partiellement dessinés en 3D sur la figure 4 du document réponse DR2. Modifier, à main levée, ces dessins 3D afin de faire apparaître les modifications proposées sur le schéma technologique ci-dessus.

Remarque : Le document technique DT1 (page 17/17) propose un choix de vis de réglage.

## 5. Entraîner et protéger le ruban encreur

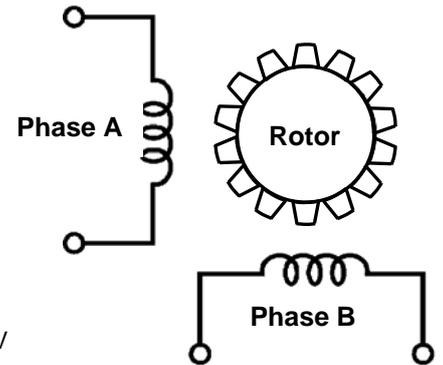
Pour que l'impression se fasse dans de bonnes conditions, on doit contrôler l'avance du ruban encreur en maintenant la tension de ce dernier dans des limites qui permettent d'une part d'éviter les plis et d'autre part d'éviter tout déchirement de celui-ci.

L'objet de cette étude est l'entraînement et la protection du ruban encreur afin d'éviter les plis et tout déchirement de ce dernier.

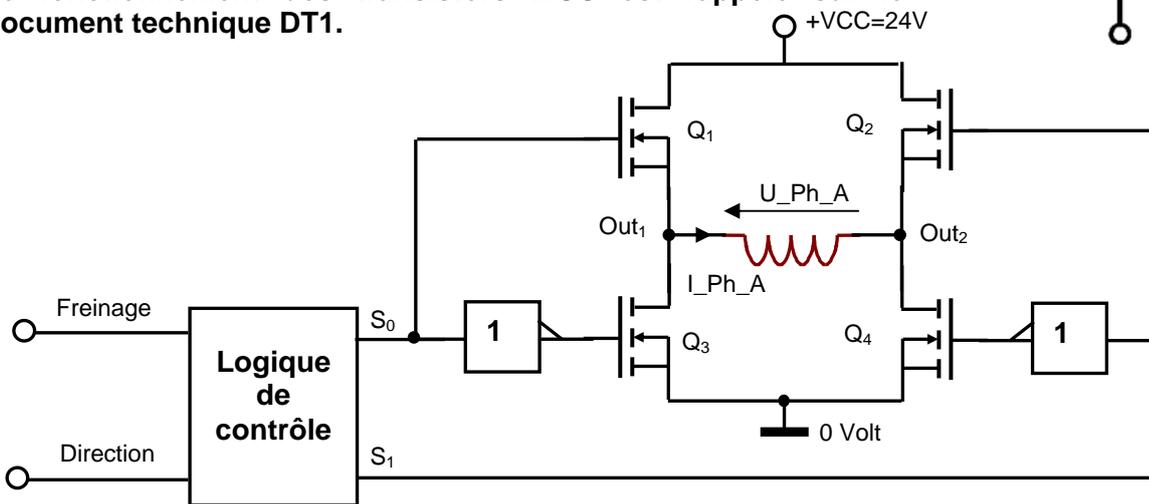
### 5.1. Etude de la commande du moteur d'entraînement

Le moteur d'entraînement du ruban encreur de l'étiqueteuse est de type pas à pas. La rotation d'un tel moteur est assurée par la commutation du courant dans deux bobines appelées phase A et phase B.

Le passage du courant dans chaque bobine est assuré par un pont à quatre transistors MOS associé à une logique de contrôle comme le montre la figure ci-dessous.



Le fonctionnement des transistors MOS est rappelé sur le document technique DT1.



Principe de la commande d'une phase moteur

Le courant dans une phase du moteur est représenté sur la figure 5 du document réponse DR3.

**Question 5.1.1 :** Justifier l'utilisation d'un pont à 4 transistors pour obtenir un courant de phase tel que sur la figure 5 du document réponse DR3.

**Question 5.1.2 :** Indiquer sur la figure 5 du document réponse DR3 l'état (passant ou bloqué) des transistors Q1 à Q4 pendant les intervalles de temps T1 et T2.

**Question 5.1.3 :** Compléter le tableau de la figure 6 du document réponse DR3 en prenant comme référence positive le courant  $I_{Ph_A}$  et la tension  $U_{Ph_A}$  fléchés sur le schéma ci-dessus. La valeur du courant sera celle indiquée sur la figure 5 du document DR3.

**Question 5.1.4 :** Donner à partir de la table de vérité ci-contre les équations logiques simplifiées des signaux S0 et S1 en fonction des entrées Freinage (F) et Direction (D).

F	D	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>
0	0	1	0
0	1	0	1
1	0	1	1
1	1	1	1

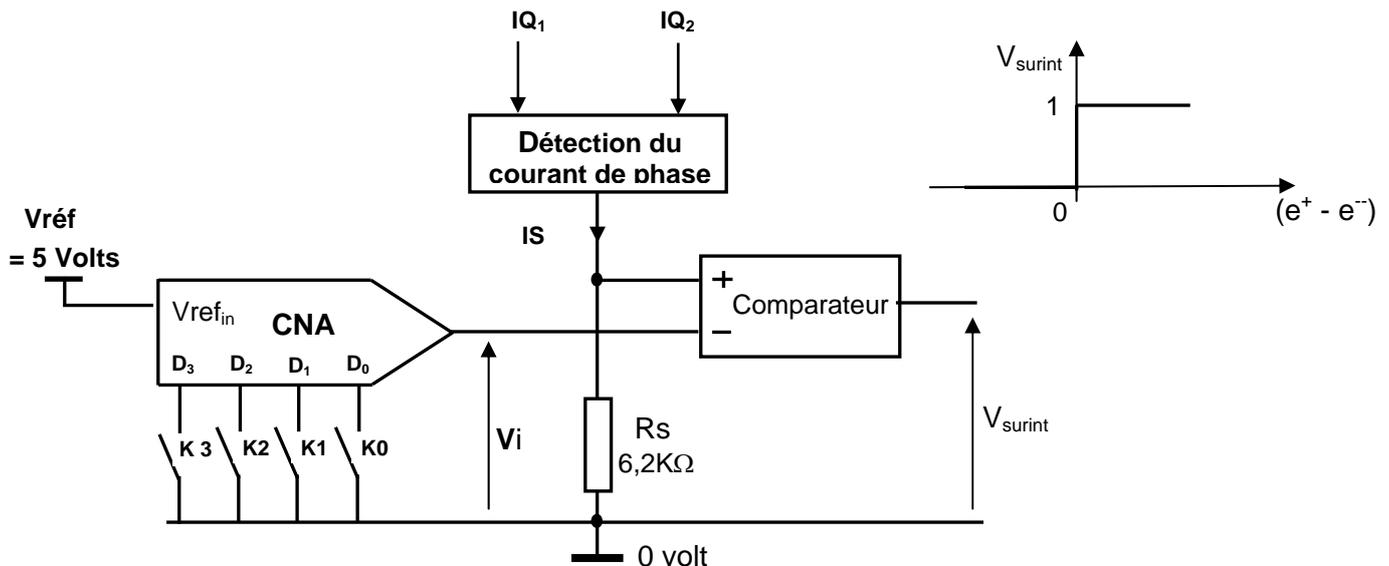
## 5.2. Etude de la protection du ruban contre le déchirement

Pour éviter la rupture du ruban encreur, le couple du moteur doit être contrôlé. A cet effet le circuit de commande du moteur possède une structure de limitation du courant configurable à l'aide d'un mot binaire.

Pour limiter le couple du moteur à une valeur inférieure à 1Nm le courant de phase  $I_{Ph}$  ne doit pas excéder **2,4 Ampères**.

Deux des transistors du pont ( $Q_1$  et  $Q_2$  de la structure page 12) possèdent une détection de courant intégrée.

Le courant  $I_s$  issu de la fonction détection vaut **1/4000** du courant  $I_{Q_1}$  ou  $I_{Q_2}$  et donc de  $I_{Ph}$ .



Ce courant crée aux bornes de la résistance  $R_s$  une tension image du courant  $I_{Ph}$ . Cette tension est comparée à une référence issue d'un convertisseur numérique analogique.

La fonction de transfert du convertisseur est  $V_i = \frac{V_{ref}}{2^n} \times N$  ( $n$ =nombre de bits du convertisseur)

Le nombre  $N$  est appliqué à l'entrée numérique du convertisseur (4 bits) grâce aux interrupteurs  $K_0, K_1, K_2, K_3$ , si  $K_i$  est ouvert  $D_i$  est au niveau logique haut.

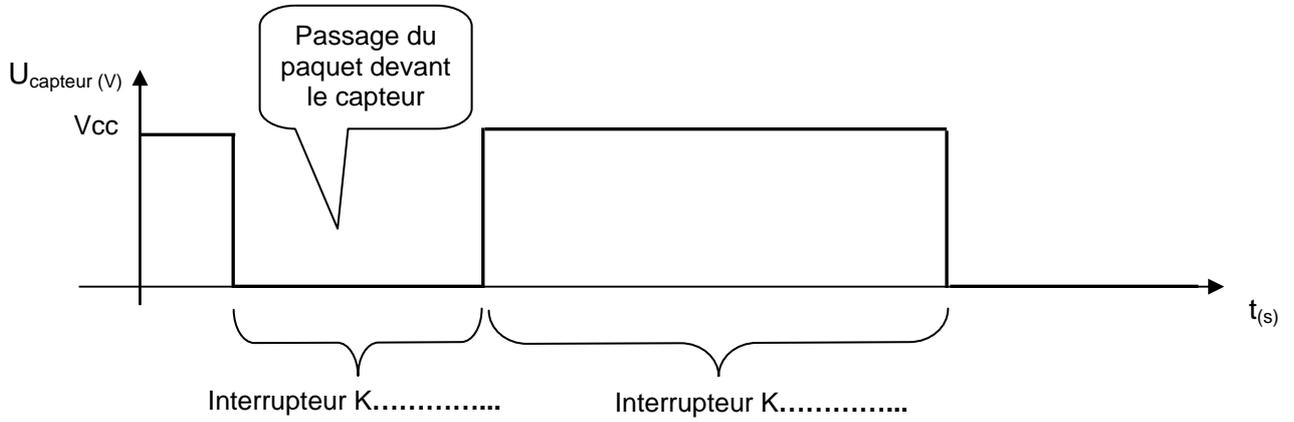
**Question 5.2.1: Quelle est la valeur du quantum de ce convertisseur (le quantum d'un CNA représente la variation de la tension de sortie lorsque le nombre  $N$  varie d'une unité) ?**

**Question 5.2.2: A quelle condition la tension  $V_{surint}$  sera t-elle au niveau logique Haut (la réponse sera donnée en fonction de  $V_i$  et  $I_s$ ) ?**

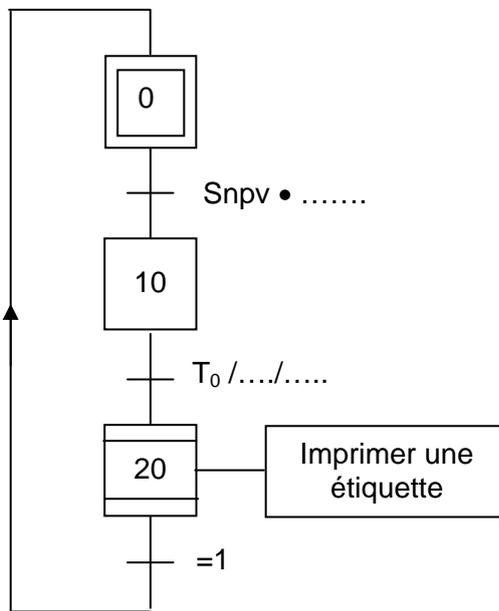
**Question 5.2.3: Quelle est la valeur maximum de la tension  $V_i$ , en déduire la valeur maximum du courant qui pourra être autorisée dans une phase du moteur ?**

**Question 5.2.4: En conclusion, afin d'éviter le déchirement du ruban encreur, quel est le nombre décimal  $N$  que l'on doit positionner à l'entrée du convertisseur numérique analogique pour limiter le couple dans le moteur à une valeur inférieure à 1Nm ?**

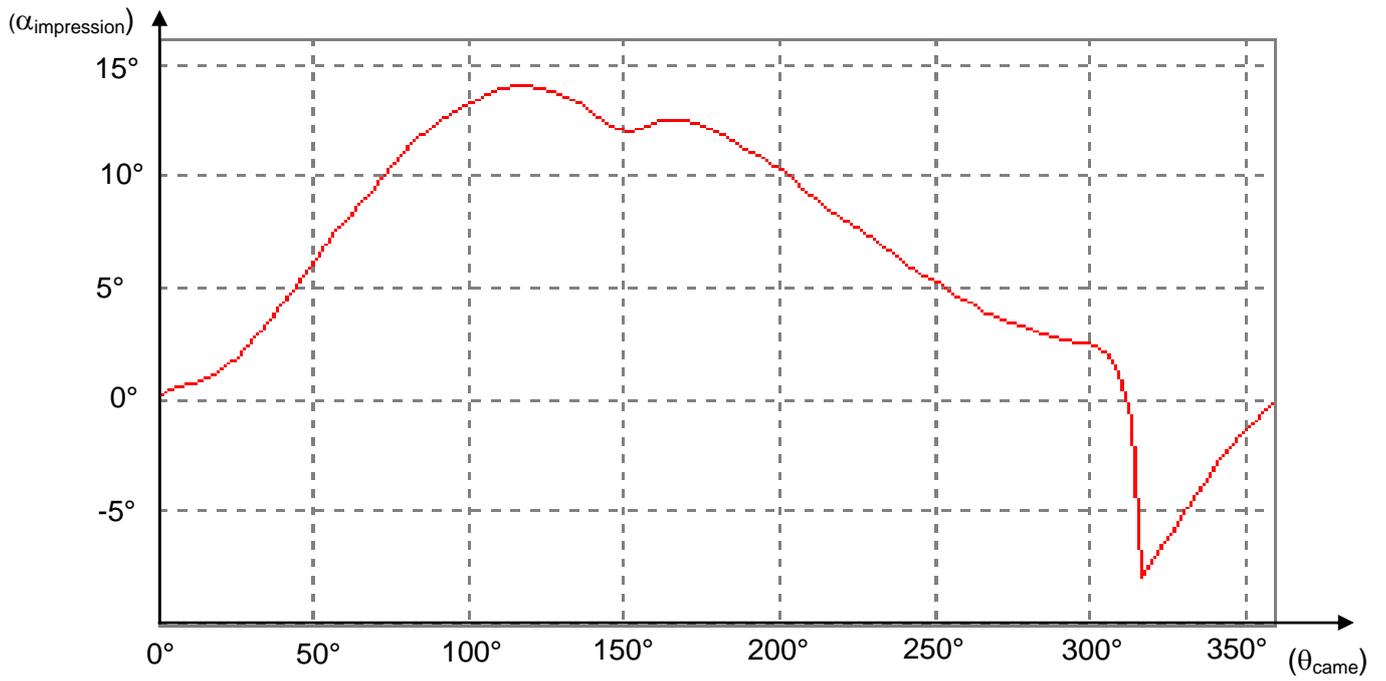
**Figure 1** (Question 2.2 page 6/17)



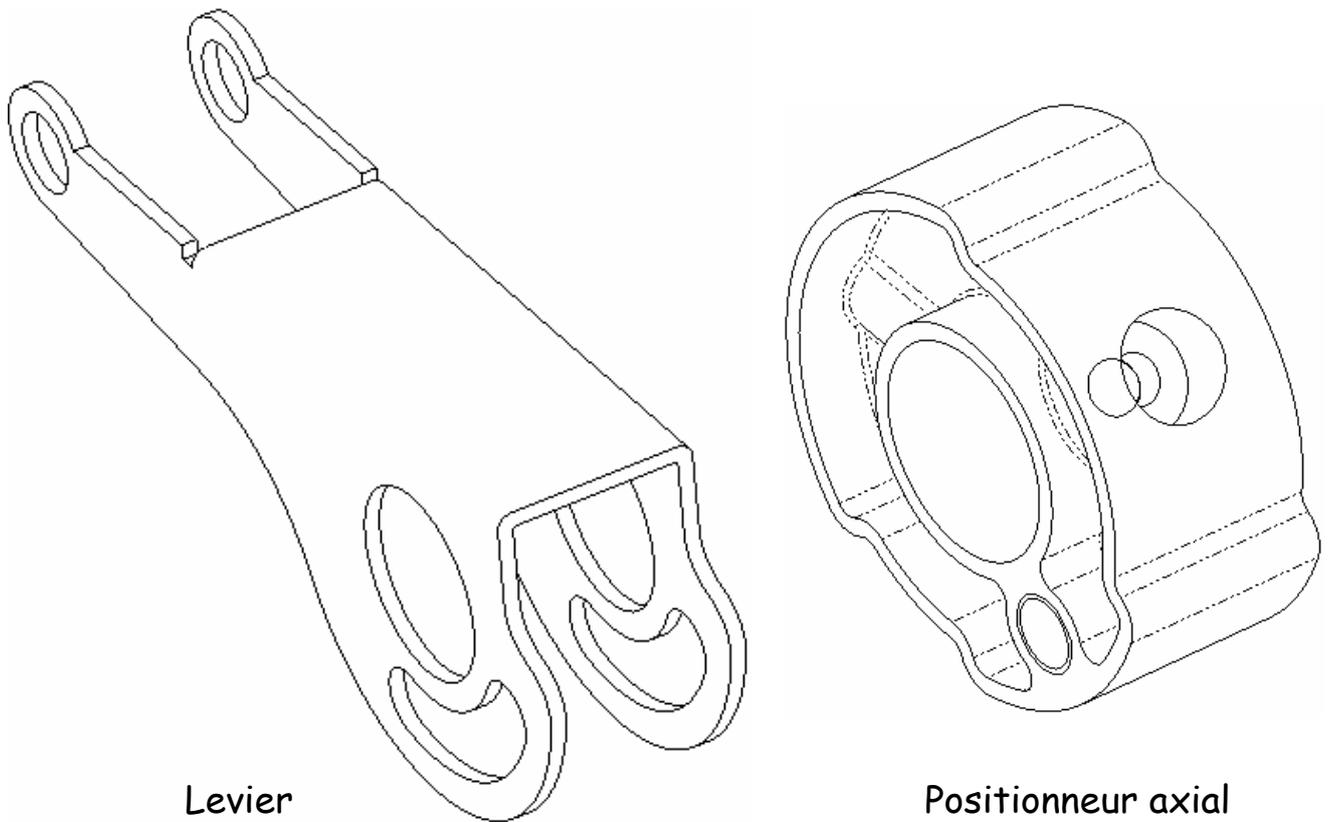
**Figure 2** (Question 2.4 page 6/17)



**Figure 3** (Question 4.2 page 10/17)



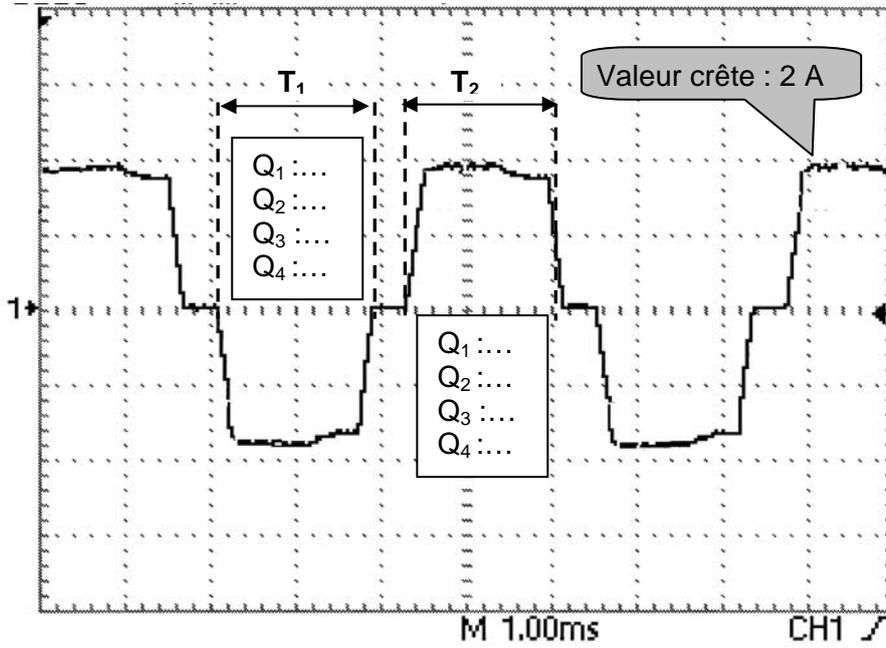
**Figure 4** (Question 4.5 page 11/17)



**Figure 5** (Question 5.1.2 page 12/17)

Oscillogramme du courant dans une phase

# le point 1 ci-dessous représente la référence courant (0. A)



**Figure 6** (Question 5.1.3 page 12/17)

Freinage	Direction	$S_0$	$S_1$	Etat $Q_1$	Etat $Q_2$	Etat $Q_3$	Etat $Q_4$	$U_{\text{bobine}}$	$I_{\text{bobine}}$
0	0	1	0						
0	1	0	1						
1	0	1	1						
1	1	1	1	P <sub>assant</sub>	P <sub>assant</sub>	B <sub>loqué</sub>	B <sub>loqué</sub>	0 Volt	0 Ampère

## Document technique DT1

**07166 - Vis HC à bout pointu** 

Norme(s) équivalente(s) : DIN 914

 Fabricant : NORELEM

Activité : Fabricant d'éléments standards pour montages mécaniques

Adresse : NORELEM Parc d'Activités du Moulin de Masy BP 25  
91882 MASSY Cedex

Tél : (33-01) 60 13 68 00  
(FAX): (33-01) 60 13 92 50

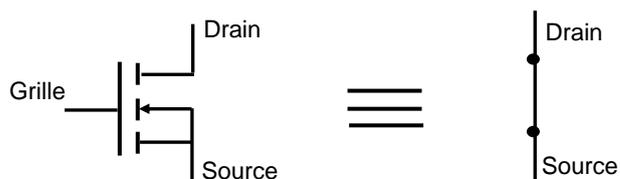
Image

Nouvelle réf Acier	Nouvelle réf Acier inoxydable	Ancienne réf Acier	Filetage
NLM 07166-03	NLM 07166-103		M3
NLM 07166-04	NLM 07166-104	NLM 0717104	M4
NLM 07166-05	NLM 07166-105	NLM 0717105	M5
NLM 07166-06	NLM 07166-106	NLM 0717106	M6
NLM 07166-08	NLM 07166-108	NLM 0717108	M8
NLM 07166-10	NLM 07166-110		M10

### Rappel sur le fonctionnement du transistor MOS.

Un transistor MOS se comporte comme un interrupteur commandé.

Si un niveau logique « 1 » est présenté sur sa grille, le mos se comporte comme un interrupteur **fermé**.



Si un niveau logique « 0 » est présenté sur la grille le mos se comporte comme un interrupteur **ouvert**.

