

**BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en
MICROTECHNIQUES**

SESSION 2005

Epreuve E4 : CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

LECTEUR « D.D.S. : Digital Data Storage »

DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

LECTEUR « D.D.S. : Digital Data Storage »

(Evolution Technologique du D.A.T.)

OBJECTIFS DE L'ETUDE :

Préciser l'organisation de l'appareil et déterminer les actionneurs et les capteurs intervenant dans les différentes phases du *chargement de la bande magnétique* sur la tête de lecture-écriture.

1. CONFIRMATION DE LA PRESENCE D'UNE CASSETTE & DETECTION DU POSITIONNEMENT DE DEBUT ET DE FIN DE BANDE.

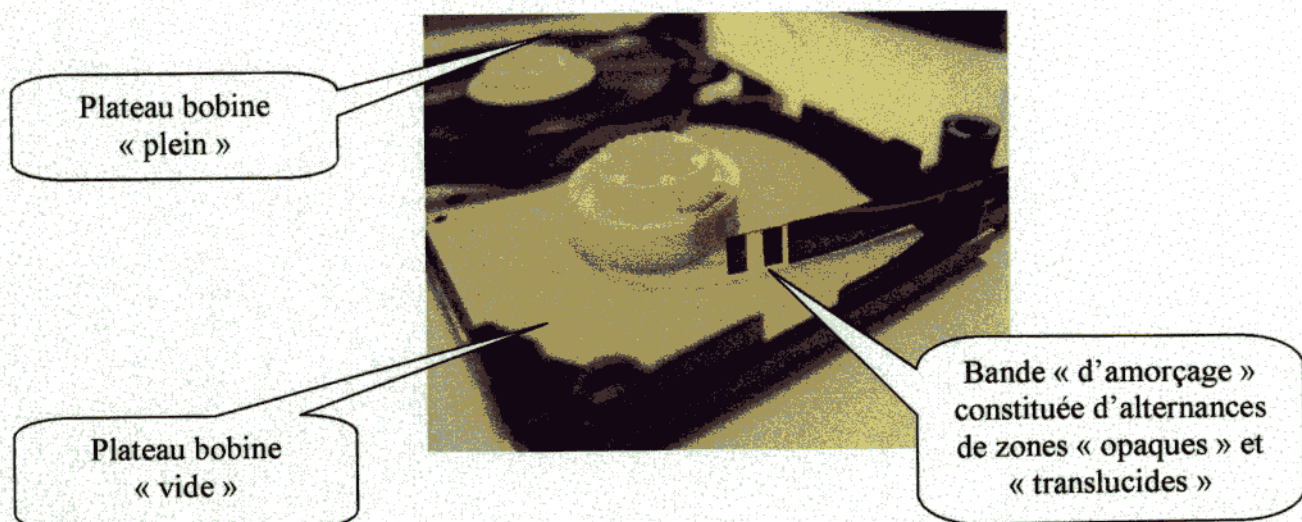
■ Objectif :

Dans cette première partie, on s'intéressera à définir le capteur optique « techniquement » le mieux adapté aux conditions, très particulières de détection de position, inhérentes à la fois à la cassette et à sa bande magnétique

Plusieurs organes, à la fois **mécanique et optique**, cohabitent pour **confirmer la présence d'une cassette dans l'appareil**. Il est en effet indispensable de vérifier qu'une cassette est effectivement en place avant d'autoriser toute action de la part du lecteur.

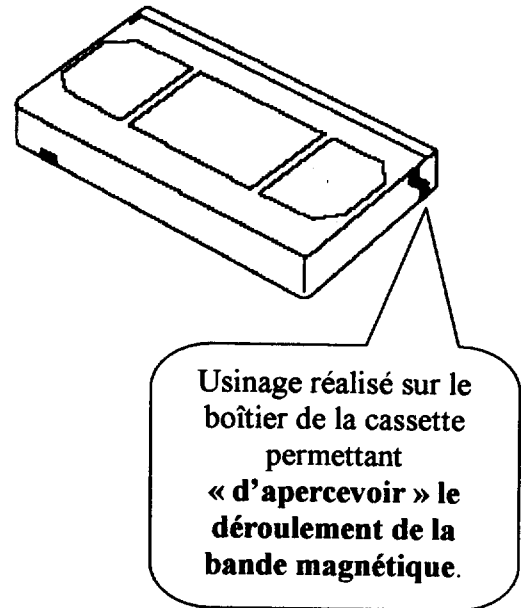
■ On peut alors envisager plus spécifiquement les deux cas suivants :

- Si une cassette, dont la bande est déchirée, est en place dans le lecteur, il faut alors interrompre toutes interventions du mécanisme.
- De même, si une cassette arrive en extrémité de bande, il faut stopper l'effet de traction sur la bande magnétique.



Il est par conséquent indispensable de faire appel à un capteur susceptible de détecter à la fois la rupture de la bande (absence de zone opaque « persistante », la piste magnétique étant alors rompue !), mais également les alternances de zones « opaques / translucides » formant l'extrémité (début ou fin) de la bande magnétique !

On optera pour un capteur à semi-conducteur de type « optique », détectant la bande magnétique grâce à une ouverture réalisée suivant la figure ci-contre :



On décide d'opter pour un capteur spécifique combinant à la fois un guide d'onde doté d'un prisme (permettant d'orienter le faisceau optique) couplé à un capteur à réflexion SHARP (ref: GP2L20L) doté d'une diode électroluminescente et d'un phototransistor (ou photodarlington). Voir dossier technique 2.1. document ressource électronique.

■ Analyse de fonctionnement et validation :

On se propose désormais d'analyser le fonctionnement de l'ensemble (prisme guide d'onde + capteur à réflexion + bande magnétique) afin de valider l'adéquation de cette association pour la détection de début et /ou de fin de bande.

- 1.1. Pour un fonctionnement en commutation du phototransistor (NPN), donner son état (bloqué ou saturé) en présence d'une zone opaque puis d'une zone translucide (le photoémetteur émettant alors en permanence) ?
- 1.2. En utilisant le document ressource électronique et pour une tension V_I de +12v, exprimer littéralement puis calculer la valeur du courant (I_F) circulant dans la LED du photoémetteur (on donne $R_D=330\Omega$) ?
- 1.3. En utilisant à nouveau le document ressource électronique en déduire approximativement le courant (I_C) circulant dans le phototransistor.
- 1.4. Une zone translucide de la bande magnétique est présente en regard du phototransistor. Préciser (par une application littérale, puis numérique) qu'elle sera la valeur de la tension présente en sortie V_O (la sortie OUTPUT ne débite [ou ne consomme] aucun courant [$V_{CC}=2,5v$ et $R_L=150\Omega$]) ?
- 1.5. Une zone opaque est cette fois-ci présente en regard du phototransistor. Préciser (par une application littérale, puis numérique) qu'elle sera alors la nouvelle valeur de la tension présente en sortie V_O (la sortie OUTPUT ne débite [ou ne consomme] toujours aucun courant [$V_{CC}=2,5v$ et $R_L=150\Omega$]) ?

■ **Interprétation de mesure :**

A partir du relevé réalisé sur oscilloscope numérique (voir dossier technique 2.2. document ressource électronique n°3) du signal (V_F) :

- 1.6. **Que remarque-t-on au niveau de ce signal ? Donner sa fréquence approximative ? Est elle en adéquation avec les caractéristiques « dynamiques » du capteur à réflexion données sur le document ressource électronique n°2, justifier ?**

2. **ORGANISATION DU SYSTEME DE CHARGEMENT :**

■ **Objectif :**

Déterminer l'organisation générale de l'appareil en fonction de l'encombrement et des mouvements nécessaires au chargement de la bande.

■ **Organisation du système de chargement :**

Comme le montre le diagramme type « FAST » (voir dossier technique 1.3.), il y a trois mouvements nécessaires au chargement de la bande :

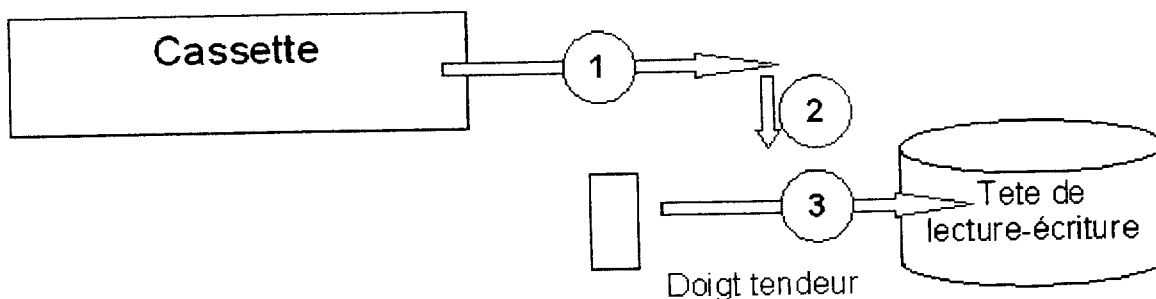
- Translation de la cassette (l'ouverture des volets se fait simultanément) ;
- Passage des doigts, à l'intérieur de la cassette, derrière la bande ;
- Mouvement des doigts pour sortir la bande et la tendre sur la tête de lecture-écriture.

Deux organisations semblent possibles :

Solution 1 :

Initialement, les doigts tendeurs sont à l'horizontale de la tête de lecture-écriture ;

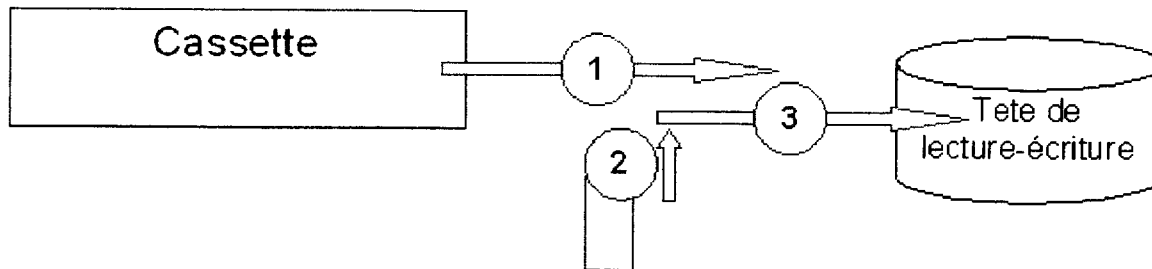
- 1 La cassette avance ;
- 2 La cassette descend ;
- 3 Les doigts tirent et tendent la bande.



Solution 2 :

Initialement, la bande est à l'horizontale de la tête de lecture-écriture ;

- 1 La cassette avance ;
- 2 Le système de doigts monte ;
- 3 Les doigts tirent et tendent la bande.



Sur le document réponse DR1, on donne les silhouettes précisant les dimensions des éléments, ainsi que leurs positions en fin de chargement de bande et les conditions de passage :

- 2.1 **Préciser et justifier à l'aide de schémas exécutés à mains levée, sans échelle mais cotés, la solution qui nécessite le moins de hauteur (sur le document réponse DR1/3).**

3 CONCEPTION DE L'ACTIONNEUR :

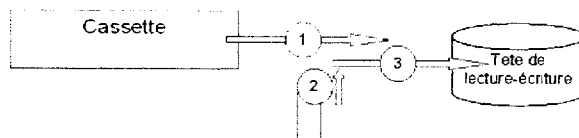
■ **Objectif :**

Concevoir le système assurant la fonction : "**Transformer rotation en translation**" (voir diagramme type « FAST » dans dossier technique 1.3.).

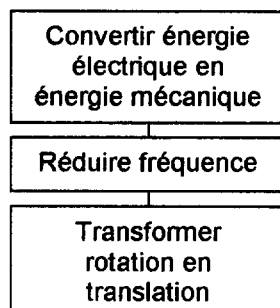
■ **Etude des solutions techniques à la fonction "Transformer rotation en translation" :**

En définitive, on choisit d'organiser l'appareil en utilisant la solution 2 :

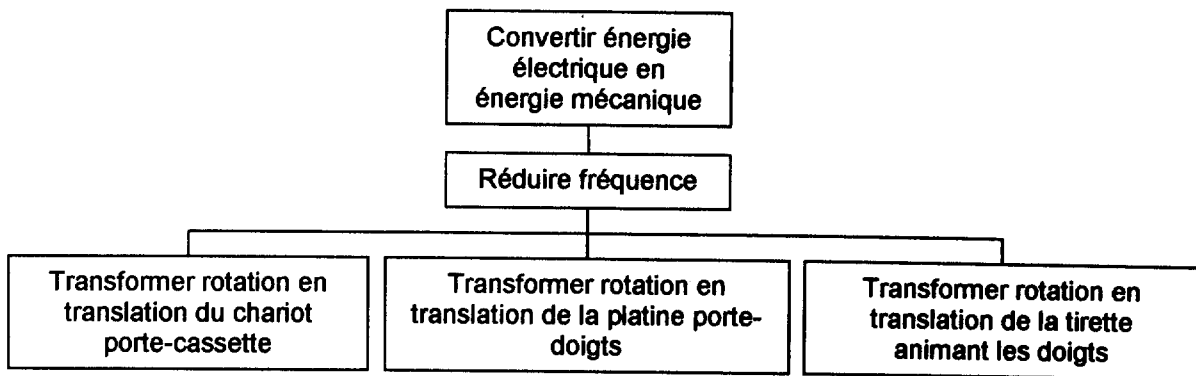
- 1 Translation de la cassette
- 2 Montée de la platine porte-doigts
- 3 Mouvement des doigts.



Le diagramme type « FAST » (voir dossier technique 1.3.) montre que le bloc fonctionnel ci-dessous se répète trois fois :



Pour réduire les coûts et gagner de la place on envisage d'utiliser le même moteur et le même réducteur pour les trois mouvements. Ce qui conduira au diagramme suivant :



Cette solution est d'autant plus intéressante qu'elle valide partiellement la fonction "**Synchroniser les trois mouvements**" puisque tous les systèmes de transformation de mouvement ont le même mouvement d'entrée. Pour assurer complètement la synchronisation il suffit que les fonctions "**Transformer rotation en translation**" soient actives successivement. C'est-à-dire qu'à un moment il faut que le mouvement de rotation d'entrée ne soit pas transformé en translation ; la liaison est alors inactive.

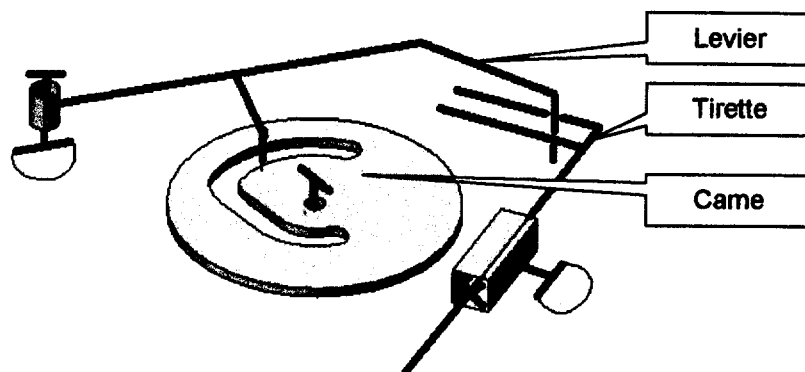
Trois solutions techniques sont envisagées pour réaliser "**Transformer rotation en translation**" :

- Liaison hélicoïdale ;
- Pignon-crémaillère ;
- Came+levier.

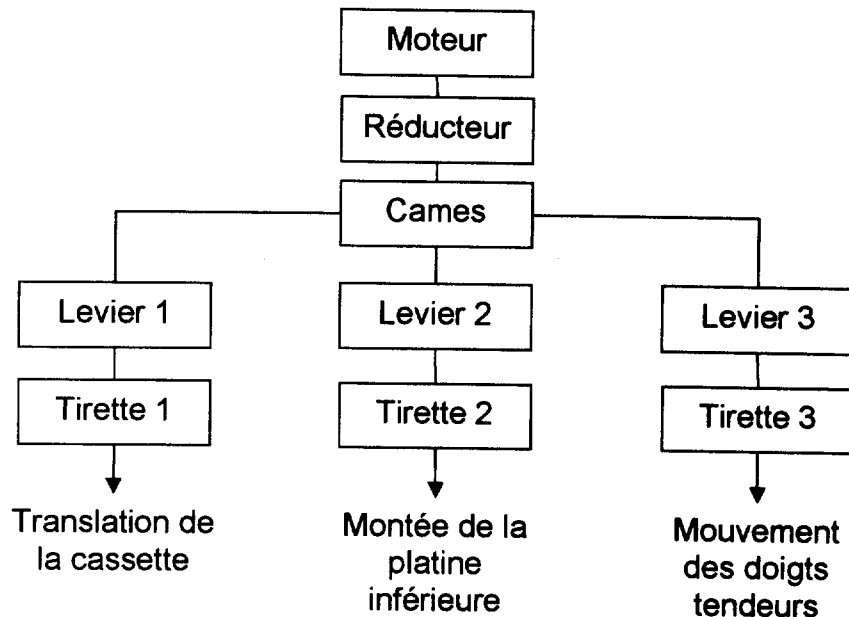
3.1. Expliquer, éventuellement par des schémas, comment chacune de ces solutions peut être inactive à un moment, pour résoudre la fonction "**Synchroniser les trois mouvements**".

■ Conception d'une des solutions :

On envisage de rentrer dans le détail de la solution « came+levier » envisagée précédemment :



Trois cames montées sur le même axe et solidaires d'une roue dentée entraînée par le pignon de sortie du réducteur agissent sur trois leviers. Chacun de ces leviers actionnant une tirette correspondant au mouvement souhaité.



Le système « cames + leviers » est donc au cœur du mécanisme et on se propose d'en prévoir l'organisation.

Plus exactement, on souhaite faire la conception préliminaire du système « cames + leviers », c'est-à-dire concevoir :

- Une pièce multifonction, regroupant les trois cames et la roue dentée ;
- L'imbrication des leviers actionnant les tirettes.

La pièce multifonction, en liaison pivot avec la platine, comportera sur le dessus les cames pour les mouvements 1 et 2, sur le dessous, la came pour le mouvement 3 et la roue dentée engrainant avec la sortie du réducteur.

3.2. Concevoir, sur le document DR2/3, à main levée (en perspective ou en projection) le système came – leviers.

On étudiera plus particulièrement :

- Les formes de la came et son guidage ;
- L'imbrication et les formes non optimisées des leviers L1 et L2.

On n'étudiera ni l'implantation du levier L3 qui est sous la platine qui ne pose pas de problème ni le détail des formes des levées de came. On ne s'intéresse ici qu'à l'imbrication des composants.

4. DÉTERMINATION DE LA FREQUENCE DE ROTATION DU MOTEUR :

(Utiliser le document réponse DR3/3)

■ **Objectif :**

Entre le moteur et la came (désignation de la pièce composée des trois cames et de la roue dentée conçue précédemment) on place un train d'engrenages réducteur.

Les déterminations de la puissance motrice et de la fréquence de rotation du moteur sont d'abord nécessaires.

- **Puissance utile :**

On a pu constater que les ressorts nécessaires à la rentrée des doigts exercent un effort relativement important et que cette phase du fonctionnement est celle où le moteur doit fournir l'effort le plus important ; on procède donc aux calculs de la motorisation dans le cas le plus défavorable.

Le dossier technique (1.4.) précise les résultats des mesures effectuées sur la maquette et les hypothèses de calcul.

4.1. **Calculer P_u la puissance nécessaire à la sortie des doigts (document réponse DR3/3).**

- **Puissance motrice et fréquence de rotation :**

Par sécurité, on prévoit un rendement mécanique global assez défavorable de l'ordre : $\eta_g = 0,4$

4.2. **Calculer la puissance motrice et en déduire, en utilisant la courbe fournie, la fréquence de rotation du moteur pour un fonctionnement optimum.**

5. **DETECTION DE CINQ POSITIONS ANGULAIRES SPECIFIQUES RELATIVES AU DEPLACEMENT DE LA CAME.**

- **Objectif de l'étude :**

L'étude doit permettre de choisir un capteur de positions angulaires de la came.

Tous les mouvements ne se font pas à la même vitesse du moteur ; Il s'avère donc nécessaire de détecter *le passage de la came à cinq positions angulaires spécifiques*, comprises entre 0 et 350 degrés, lors de son déplacement angulaire.

Cette détection est effectuée par un capteur de position angulaire à sortie numérique.

5.1. **Connaissant le nombre de positions angulaire spécifiques à détecter, déterminer le nombre de bits minimum nécessaires en sortie du capteur de position ? Justifier ce nombre.**

Les *contraintes et paramètres de choix* ainsi que les *différents choix* possibles de capteur de position angulaire sont fournis dans le dossier technique 2.4. :

5.2. **En fonction des contraintes de choix du capteur et des caractéristiques des différents capteurs (dossier technique 2.4.), déterminer et justifier le choix du capteur le plus approprié.**

6. **FRÉQUENCE DE ROTATION DE LA CAME ET RAPPORT DE RÉDUCTION :**

- **Objectif :**

Déterminer la fréquence de rotation de la came en phase 3a pour ensuite calculer le rapport de réduction.

- **Fréquence de rotation de la came :**

Exploiter les résultats et hypothèses du dossier technique 1.4.

Hypothèses supplémentaires :

La came ne doit pas faire un tour complet on limite son mouvement utile à 330° .

Les phases de mouvements 1 et 2 sont provoquées par une rotation de 200° de la came. C'est-à-dire que la phase 3 commence lorsque la came à tourné de 200° . Les angles balayés pendant les phases 3a et 3b ne sont pas connus a priori. On rappelle que $\omega_{3b} = \omega_1 = \omega_2$.

6.1. **Calculer la vitesse angulaire de la came pendant les phases 1 et 2.**

6.2. **Calculer l'angle balayé pendant la phase 3b.**

6.3. **En déduire l'angle balayé pendant la phase 3a puis la vitesse angulaire pendant cette phase.**

6.4. **En déduire la valeur du rapport de réduction.**

7. DETERMINATION DE LA TENSION MOTEUR POUR UNE VITESSE LENTE.■ **Objectif de l'étude :**

L'étude doit permettre de choisir la valeur moyenne du courant moteur pour un fonctionnement en vitesse lente de ce dernier.

Le moteur permettant le déplacement angulaire de la came, au travers d'un réducteur mécanique, est un *moteur à courant continu*.

Ce moteur est piloté par un circuit électronique, réalisant donc une interface de puissance.

Ce circuit permet la *limitation et la régulation du courant moteur* en fonction des différentes phases de fonctionnement relatives au déplacement de la came et donc du moteur.

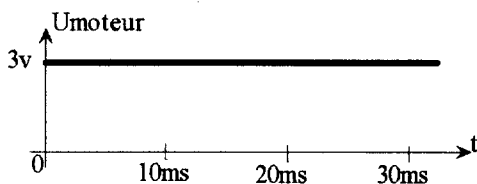
Il permet entre autres la commande du moteur à *puissance constante*, afin de limiter l'énergie consommée, et ceci pour les deux vitesses de rotations possibles du moteur et pour les deux sens de rotation.

En effet, si le *couple résistant* appliqué au moteur pendant une phase de fonctionnement est *plus élevé*, le circuit de commande *diminue la vitesse de rotation* en diminuant $U_{MOTEUR\ moyen}$ (par modulation de largeur d'impulsion MLI), tout en *augmentant le courant moteur*, afin de conserver une *puissance électrique absorbée P_a* par le moteur *constante*.

7.1. A l'aide des équations du moteur à courant continu, justifier pourquoi le courant moteur doit augmenter quant le couple résistant augmente.

Les deux formes possibles d'évolution de la tension moteur U_{MOTEUR} sont représentées sur les chronogrammes suivants, pour les deux vitesses moteur possibles :

Pour une vitesse moteur rapide :



Pour une vitesse moteur lente :



$$a = \frac{\text{Rapport cyclique: temps à l'état haut}}{\text{période}}$$

7.2. En utilisant les graphes ci-dessus, déterminer la valeur du rapport cyclique « a » de la tension U_{MOTEUR} pour la vitesse lente. En déduire la valeur moyenne de la tension U_{MOTEUR} .**7.3. Sachant que pour la vitesse rapide, le courant $I_{MOTEUR\ moyen} = 160\text{mA}$, en déduire la valeur moyenne du courant $I_{MOTEUR\ moyen}$ pour la vitesse lente, afin de conserver une puissance absorbée P_a constante.**