

EPREUVE E4

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

SESSION 2001

UNITE U 41 – MECANIQUE

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

L'usage de la calculatrice est autorisé.

LECTEUR DE CD-ROM

Présentation	pages 1 et 4
Etude mécanique	pages 5 à 9
Documents réponse	pages 10 et 11
Document technique	page 12

DESCRIPTION DE L'APPAREIL : Le lecteur de CD-ROM

Cet appareil, utilisé en informatique, est un élément périphérique d'ordinateur destiné à lire des disques compacts (CD-ROM). Il est fabriqué en très grande série.



Lecteur de CD-ROM
Photo du constructeur

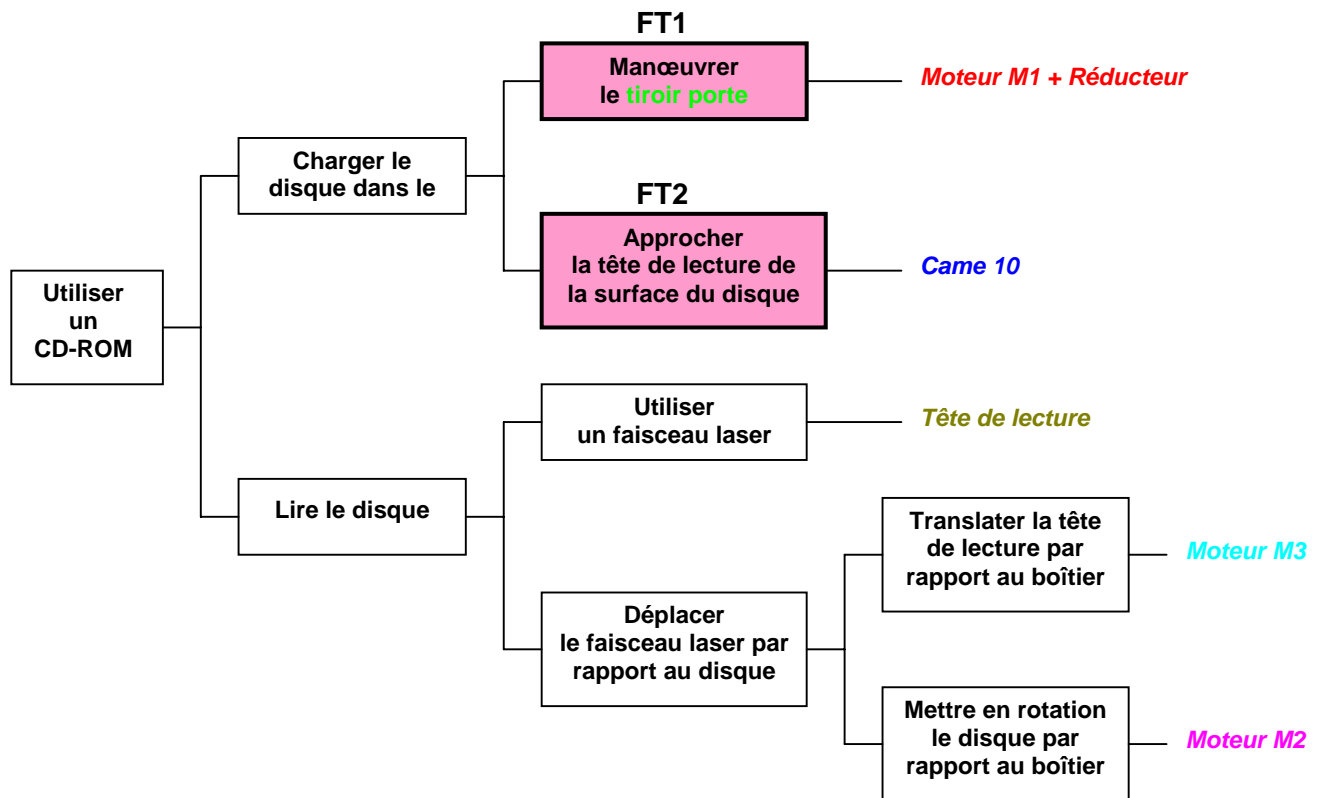
A titre indicatif, ses caractéristiques techniques sont :

Disque :	CD-ROM ; CD-Photo ; CD-V ; CD-I ; CD-R Diamètre 12 cm ou 8 cm		
Performances	Vitesse de transfert	7200 ko/s	
	Temps d'accès	70 ms	
	Capacité mémoire	128 ko	
Face avant	Bouton d'ouverture / fermeture		
	LED de fonctionnement		
	Sortie casque stéréo mini-jack	Ø 3.6 mm	
	Contrôle du volume		
Face arrière	Alimentations CC	+5V - 1,7A	+12V - 1A
	Connecteur interface 40 broches		
	Sortie audio		
Environnement	Température	de 5 à 45 °C	
	Humidité	de 8 à 80 %	
Général	Dimensions	149 x 42.5 x 200	
	Masse	950 g	
Fiabilité	MTBF	125000 heures	
	30000 manœuvres du compartiment disque		

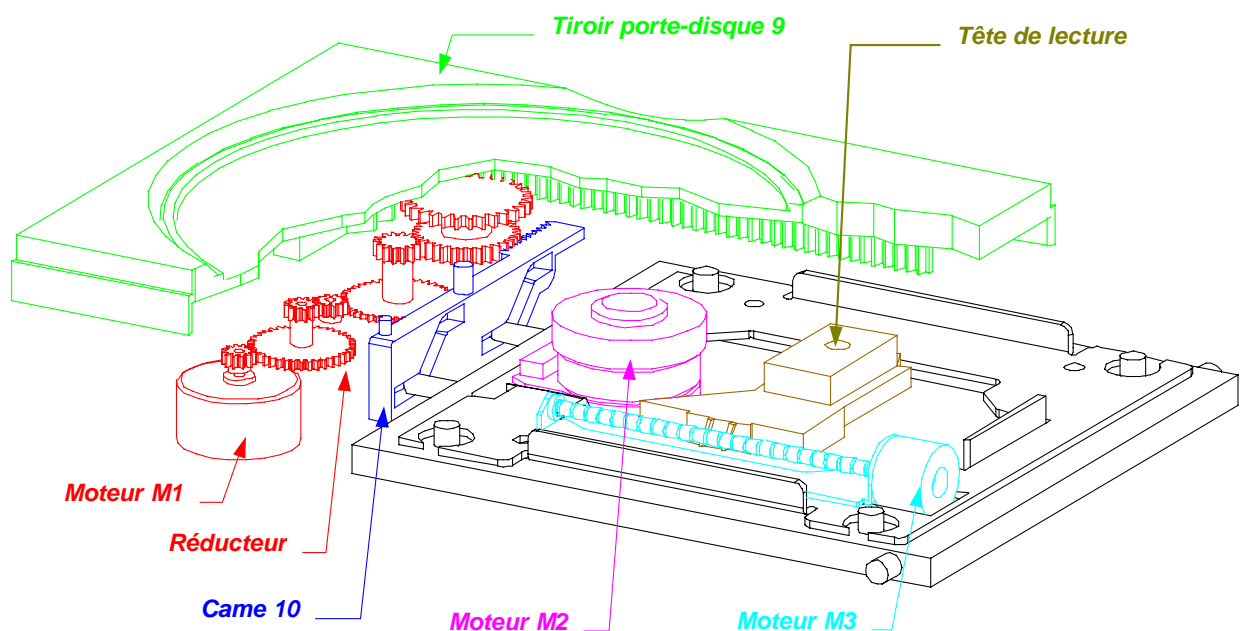


Lecteur de CD-ROM, boîtier enlevé
Photo du constructeur

DIAGRAMME FAST DE MISE EN SITUATION :



PERSPECTIVE DE L'ENSEMBLE SANS LE BOITIER :



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL :

Le disque à lire est posé sur le **tiroir porte disque 9**. Le déplacement de ce tiroir (ouverture et fermeture) est motorisé par le **moteur M1** et le **réducteur** : c'est la fonction **FT1**.

La **came 10** entraînée par le **réducteur** permet l'approche de la **tête de lecture** de la surface du disque, ainsi que l'approche du **moteur M2** : c'est la fonction **FT2**.

Le **moteur M2** entraîne le disque en rotation : fonction non étudiée.

Le **moteur M3** permet le déplacement de la **tête de lecture** : fonction non étudiée.

1. PRESENTATION DU PROCESSUS D'OUVERTURE DU TIROIR PORTE DISQUE 9.

Lors de l'ouverture du tiroir porte disque 9 (fonctions **FT1** et **FT2**) plusieurs opérations ont lieu chronologiquement :

Phase 1 :

La roue 7 du motoréducteur entraîne en translation la crémaillère C10 de la came 10.

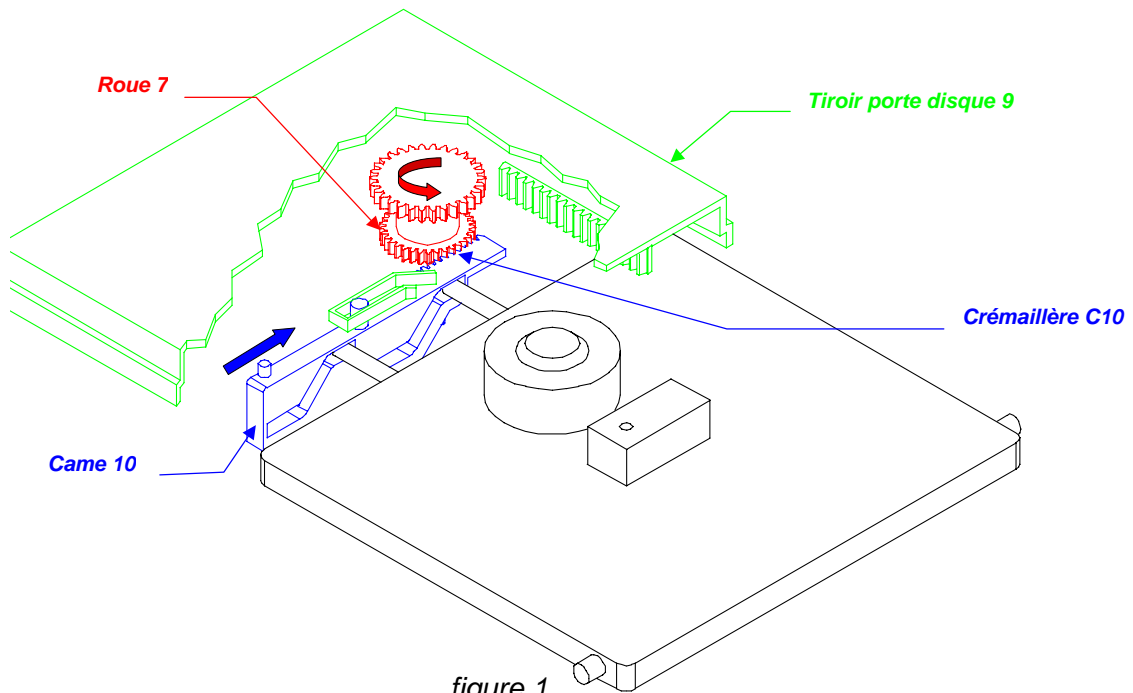


figure 1

Phase 2 :

Lors de son mouvement la came 10 fait pivoter vers le bas le support de laser au moyen de deux rainures pentées. Le moteur M2 d'entraînement en rotation du disque et la tête de lecture laser sont ainsi dégagés de la position lecture.

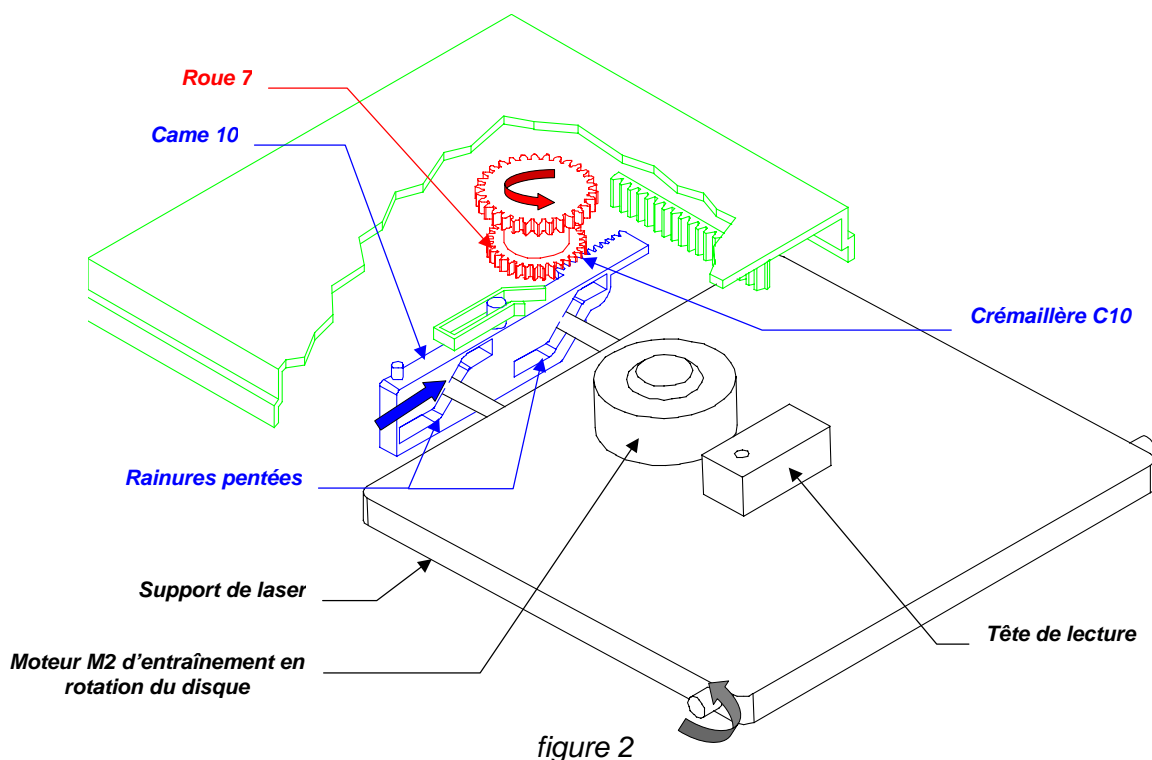


figure 2

Phase 3 :

Lors de son mouvement la came 10 entraîne en translation le tiroir porte disque 9 au moyen d'un plan incliné P.

Le plan incliné P translate le tiroir porte disque 9 jusqu'à ce que la crémaillère C9 de celui-ci engrène avec la roue 8 du motoréducteur.

Ensuite la crémaillère C10 de la came 10 rompt son engrenement avec la roue 7.

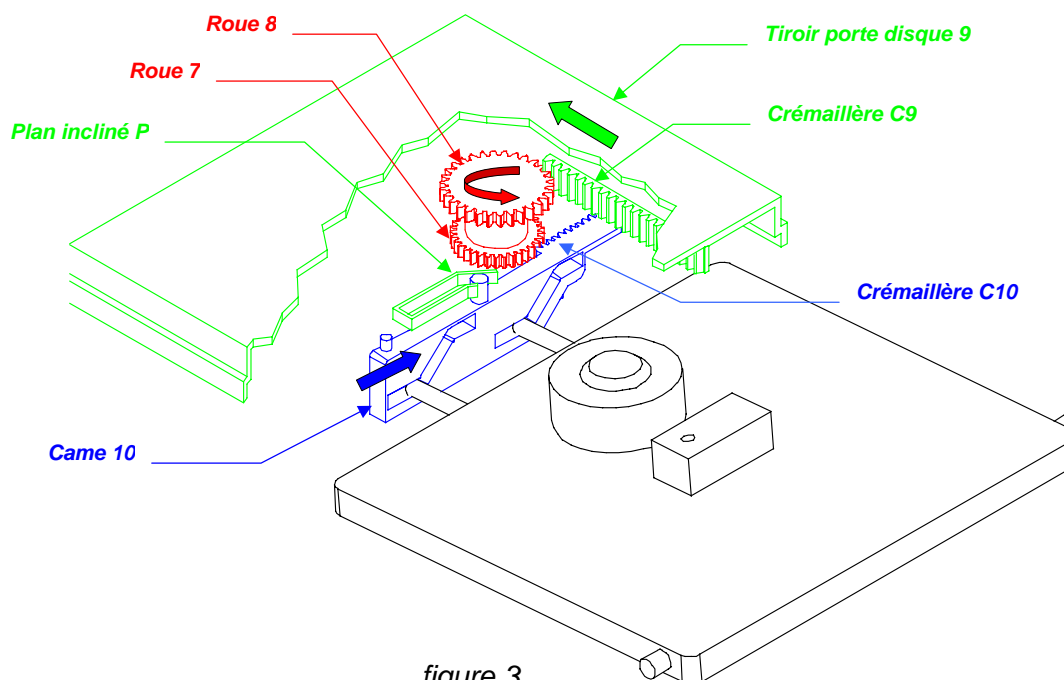


figure 3

Phase 4 :

La crémaillère C10 de la came 10 qui vient de rompre son engrenement avec la roue 7 est dégagée en butée par l'action d'un ressort (non représenté).

Le tiroir porte disque 9 termine sa course jusqu'à ce que le motoréducteur soit arrêté par un contact fin de course.

L'utilisateur peut déposer un disque sur le tiroir porte disque. Les opérations de fermeture du tiroir se déroulent alors dans l'ordre inverse de l'ouverture.

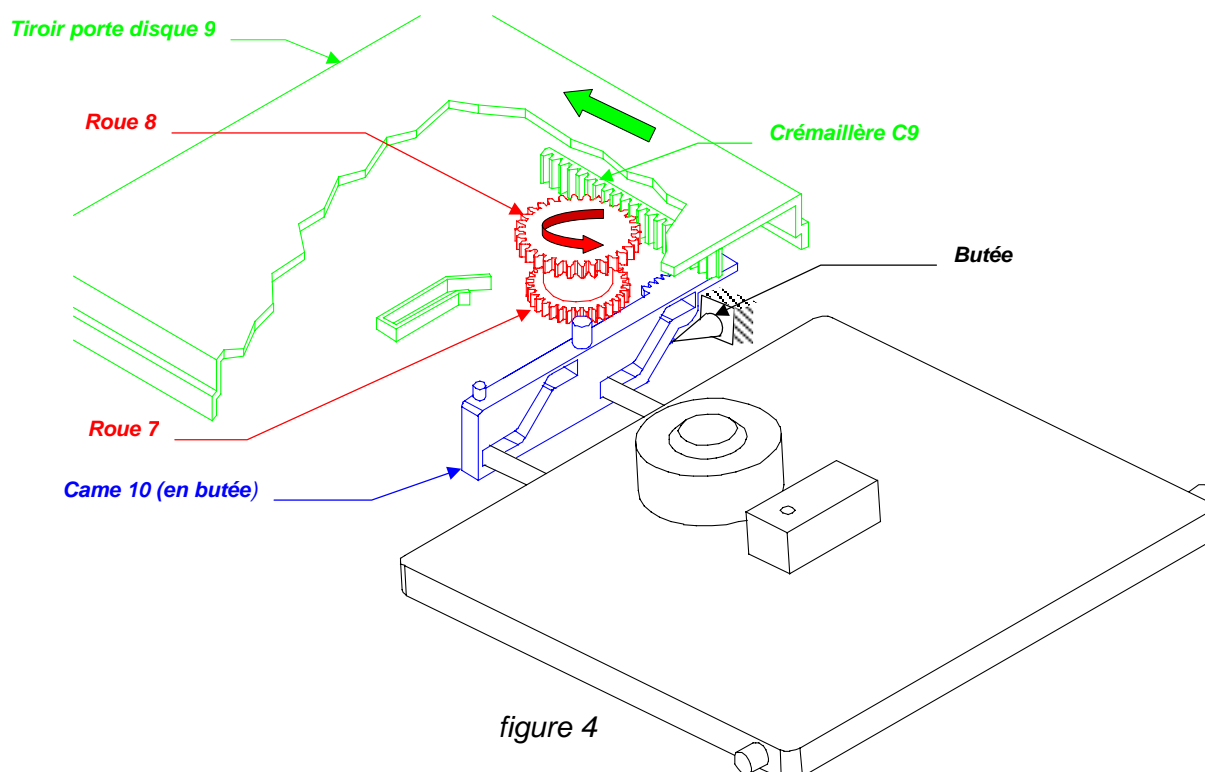


figure 4

2. SYNCHRONISATION DES MOUVEMENTS TIROIR PORTE DISQUE 9 / CAME 10

En phase 3 de l'ouverture du tiroir porte disque 9 (figure 3), il apparaît que la crémaillère C9 vient engrener avec le mobile 7-8 du motoréducteur sous l'action du plan incliné P.

Pour permettre cet engrenement il est impératif de synchroniser le mouvement de la crémaillère C10 (came 10) à celui de la crémaillère C9 (tiroir porte disque 9) en adoptant une inclinaison adéquate pour le plan incliné P.

Objectif 1 : Détermination de l'inclinaison du plan incliné P.

Données (figure 5) :

Le tiroir porte disque 9 et sa crémaillère C9 sont en liaison glissière d'axe z avec le boîtier 0.

La came 10 et sa crémaillère C10 sont en liaison glissière d'axe y avec le boîtier 0.

Le mobile constitué des roues 7 et 8 et en liaison pivot d'axe (O,x) par rapport au boîtier 0.

La crémaillère C10 engrène avec la roue 7 au point A.

La crémaillère C9 engrène avec la roue 8 au point B.

Le plan incliné P est en contact ponctuel avec la came 10 au point C, ce point sera ramené au centre du plot.

Les caractéristiques des roues dentées sont les suivantes :

	m	Z
Roue 7	0.6	33
Roue 8	0.8	30

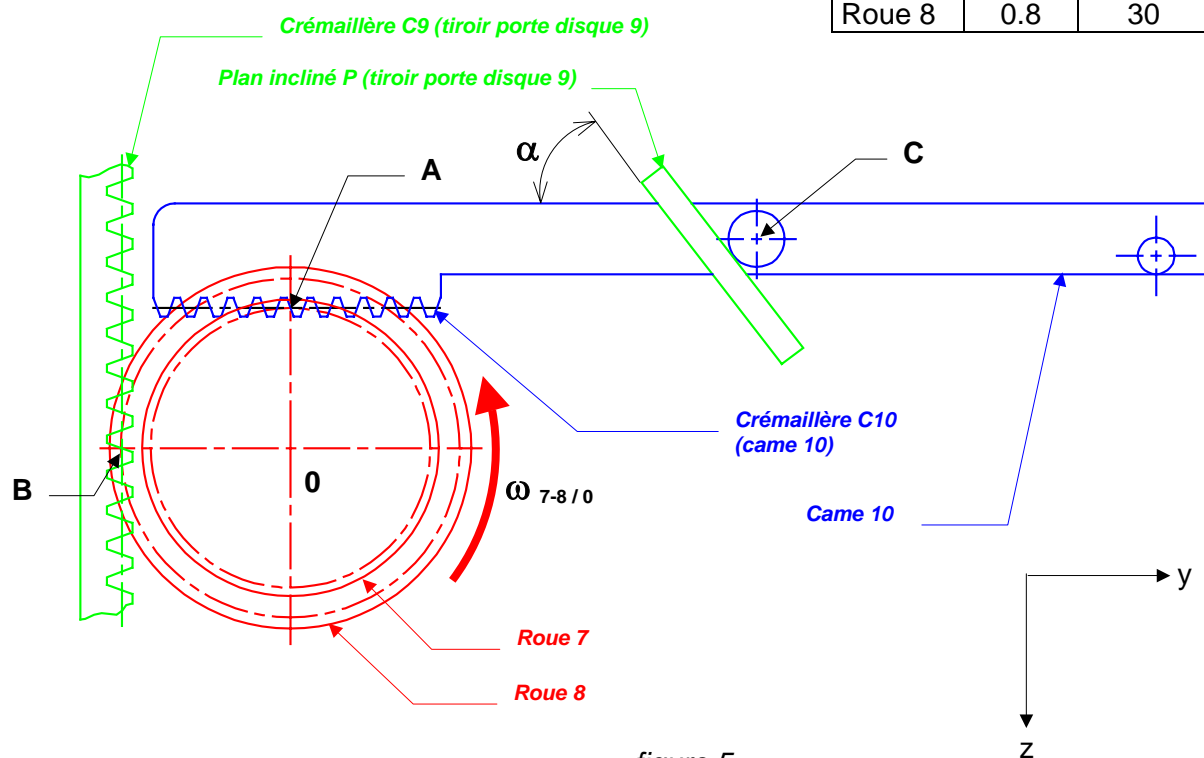


figure 5

Question 2-1 : Ecrire l'expression de la norme des vecteurs vitesse $\overrightarrow{V_{A \in 10/0}}$ et $\overrightarrow{V_{B \in 9/0}}$ en fonction de $\omega_{7-8/0}$. Répondre sur feuille de copie.

Question 2-2 : Tracer, sur le document réponse DR1, les droites support des vecteurs vitesse $\overrightarrow{V_{C \in 10/0}}$ et $\overrightarrow{V_{C \in 9/0}}$. Le point C sera pris au centre du plot.

Question 2-3 : Ecrire la loi de composition des vecteurs vitesse en C. D'après cette relation tracer $\overrightarrow{V_{C \in 10/9}}$ et en déduire, graphiquement ou par calcul, la valeur de l'angle d'inclinaison α du plan incliné. Répondre sur feuille de copie.

3. ETUDE DU MOUVEMENT DU TIROIR PORTE DISQUE 9.

Lors de la phase 4 (figure 4), nous avons vu que le motoréducteur entraîne le tiroir porte disque 9 seul.

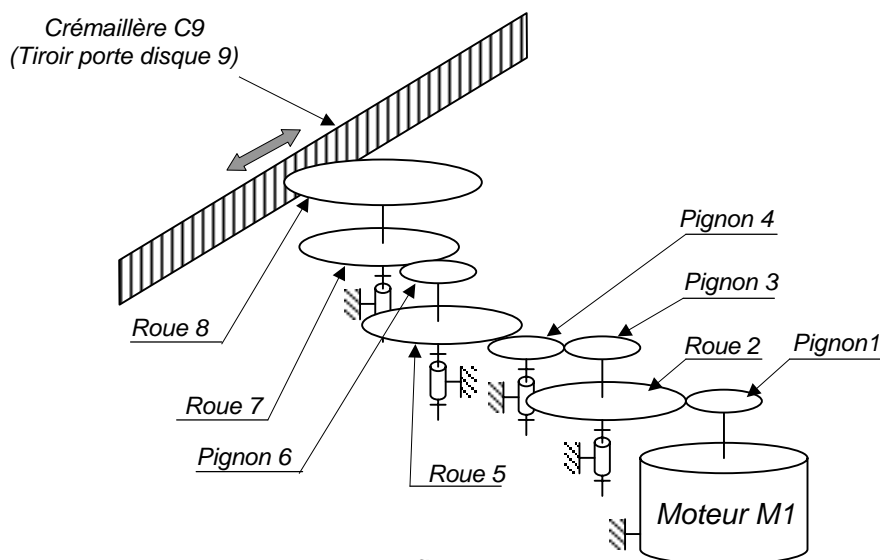


figure 6

Données :

Le cahier des charges précise que le tiroir porte disque 9 doit se mouvoir d'une course de 130 millimètres en une durée maximale de 1.6 secondes.

Hypothèses :

Lors du mouvement du tiroir porte disque 9 les accélérations sont négligées et la vitesse de rotation du moteur M1 est donc considérée constante.

L'effort tangentiel nécessaire à mouvoir le tiroir porte disque est évalué à $\|\vec{F}_t\| = 0.2 \text{ N}$ au niveau de la roue 8 du réducteur (figure 7).

Le rendement d'un engrenage est évalué à $\eta = 0.95$.

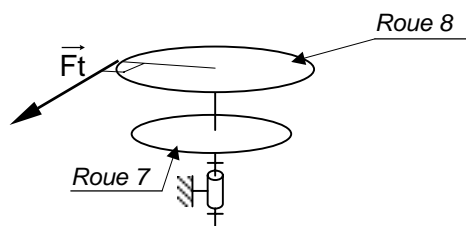


figure 7

	Module m (en mm)	Nombre de dents Z
Pignon 1	0,5	12
Roue 2	0,5	40
Pignon 3	0,5	12
Pignon 4	0,5	12
Roue 5	0,5	44
Pignon 6	0,6	14
Roue 7	0,6	33
Roue 8	0,8	30

Objectif 1 : Validation du choix du moteur M1.

Question 3-1 : D'après les données du cahier des charges, calculer la fréquence de rotation N_1 et le couple moteur C_1 , du moteur M1, nécessaires pour mouvoir le tiroir porte disque 9.

Question 3-2 : D'après les données du constructeur (document réponse DR1), le moteur RF 300CA-11440 répond t-il au cahier des charges. Justifier votre réponse.

4. ETUDE DU DEGAGEMENT DE LA CAME 10.

Mise en situation :

En début de phase 4 (*figure 4*), la crémaillère C10 de la came 10 a rompu son engrènement avec la roue 7 et c'est l'action d'une bascule 11 munie d'un ressort 12 (*figure 8*) qui la pousse en butée et dégage complètement les dentures.

Objectif 1 : vérification du non arc-boutement de la came 10.

On se place à l'instant où la crémaillère C10 vient de rompre son engrènement avec la roue 7. La came 10 n'est donc pas encore en contact avec la butée.

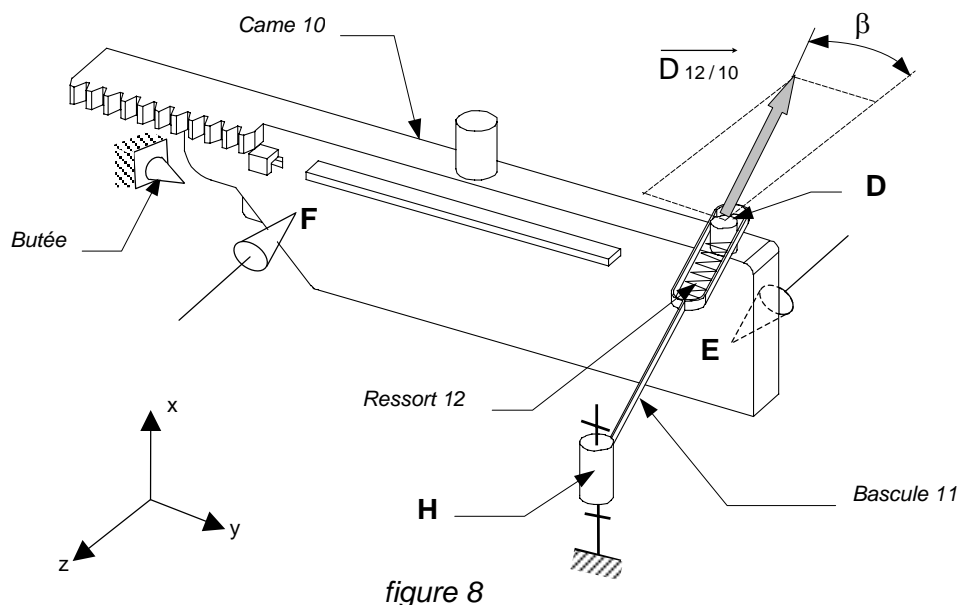
Hypothèses :

Les actions de contact étant coplanaires le problème sera traité dans le plan yz.

Seules sont prises en compte les actions mécaniques du ressort 12 et du boîtier 0 sur la came 10.

La liaison glissière entre la came 10 et le boîtier 0 est modélisée par deux contacts ponctuels avec frottement aux points E et F (*document réponse DR2*). le facteur de frottement vaut $f = \tan(\varphi) = 0.15$.

L'action mécanique du ressort 12 sur la came 10 est modélisée par une force $\overrightarrow{D_{12/10}}$ appliquée en D et dont la droite support fait un angle β avec l'axe z.



Question 4-1: déterminer graphiquement, sur le *document réponse DR2*, l'angle minimum β_{\min} nécessaire pour garantir le non arc-boutement de la came 10 lors de son mouvement pour aller en butée.

Objectif 2 : dimensionnement du ressort 12.

Données :

Le mécanisme précédemment décrit comporte trois positions remarquables :

- ❑ Position 1 : position extrême, crémaillère dégagée et en butée à gauche.
- ❑ Position 2 : position intermédiaire.
- ❑ Position 3 : position extrême, crémaillère en butée à droite.

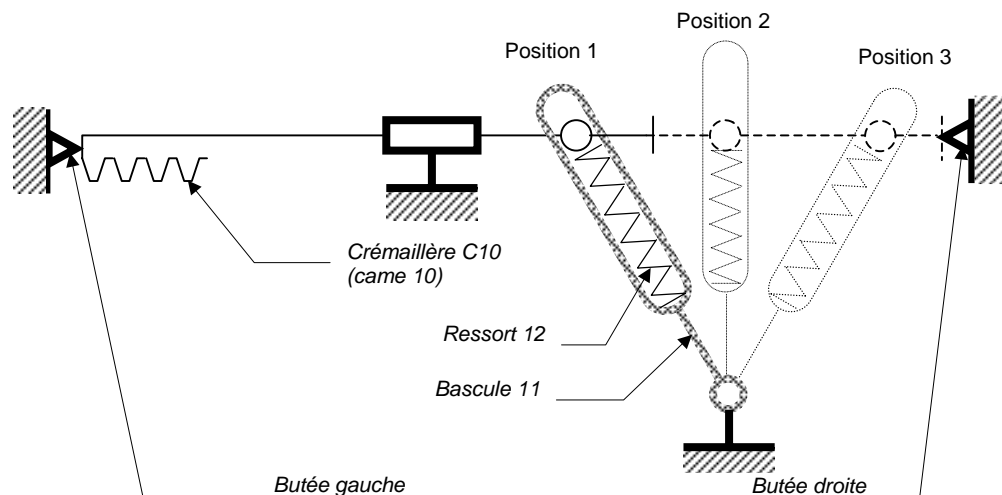


figure 9

Caractéristiques du ressort 12 et formules de calcul :

- ❑ Longueur comprimée du ressort 12, respectivement dans les 3 positions :
 $L1 = 10.5 \text{ mm}$
 $L2 = 7.5 \text{ mm}$
 $L3 = 11.5 \text{ mm}$
- ❑ Longueur à vide du ressort : $L0 = 12.5 \text{ mm}$
- ❑ Diamètre moyen d'enroulement du fil : $D = 3.5 \text{ mm}$
- ❑ Nombre de spires : $n = 9$
- ❑ Longueur ultime à spires jointives : $L_{\text{ultime}} = n.d + 3.d$
- ❑ Module d'élasticité transversal du matériau : $G = 80\,000 \text{ MPa}$
- ❑ Résistance pratique au cisaillement du matériau : $R_{pg} = 800 \text{ MPa}$
- ❑ Calcul de la raideur : $k = \frac{G.d^4}{8.n.D^3}$
- ❑ Calcul de la contrainte maximum de cisaillement : $\tau_{\text{maxi}} = \frac{8.F.D}{\pi.d^3}$

Question 4-2 : déterminer le diamètre théorique, $d_{\text{théorique}}$, du fil du ressort 12 de manière à obtenir une raideur $k_{\text{théorique}} = 0.4 \text{ N / mm}$.

Question 4-3 : choisir un diamètre de fil standard d parmi la liste suivante, et déterminer la nouvelle raideur k du ressort.

$d \text{ (mm)}$	0.15	0.2	0.3	0.35	0.4	0.5	0.6
------------------	------	-----	-----	------	-----	-----	-----

Question 4-4 : déterminer l'effort de compression du ressort 12 respectivement dans les 3 positions : $F1$, $F2$, $F3$.

Question 4-5 : vérifier que le ressort 12 résiste aux efforts.

Question 4-6 : vérifier que le ressort 12 n'est jamais comprimé au delà de sa longueur ultime.

5. ETUDE DU CLIPSAGE DU SUPPORT DE LASER SUR LE BOÎTIER

Mise en situation.

Le support de laser pivote par rapport au boîtier pour amener en position la tête de lecture laser et le moteur M2 d'entraînement en rotation du disque (*figure 2*). On envisage de réaliser la liaison pivot entre le support de laser et le boîtier au moyen de deux clips (*figure 10*).

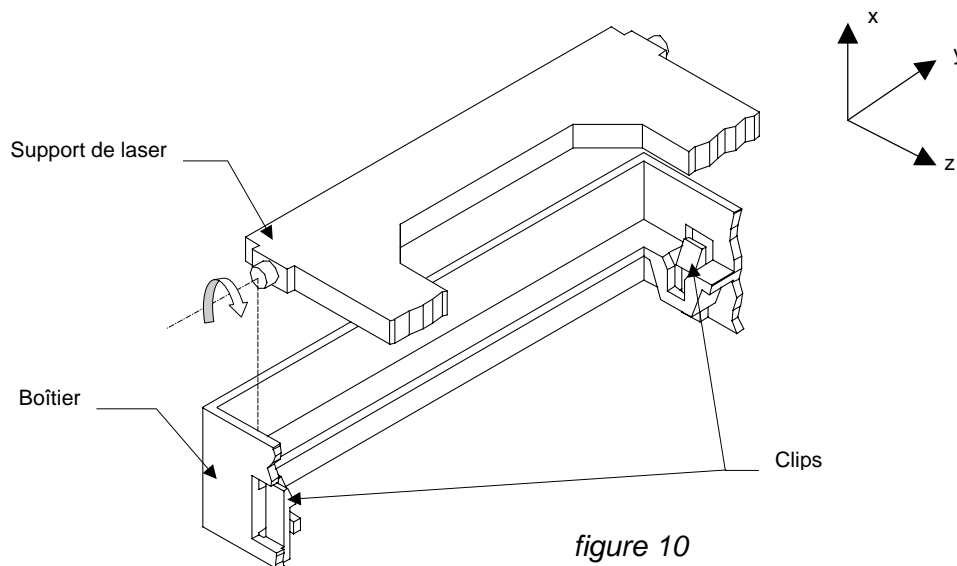


figure 10

Objectif 1 : Validation du profil exact du clips.

Données :

Le matériau envisagé est un ABS, de résistance $R_{pe} = 65 \text{ MPa}$.

A partir des résultats d'un pré-dimensionnement deux profils de clips sont envisagés et on souhaite les comparer.

On réalise une simulation informatique utilisant *le calcul par éléments finis* :

- A partir des deux profils, on réalise le maillage du clips.

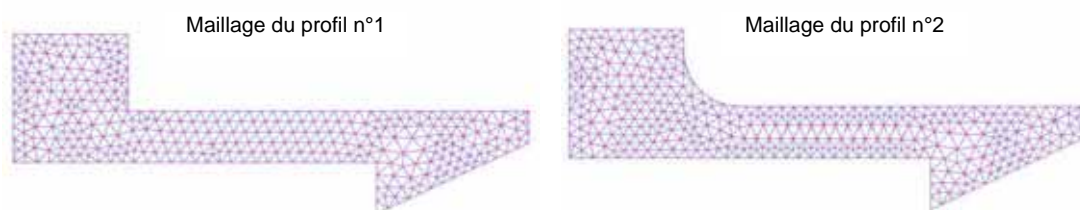
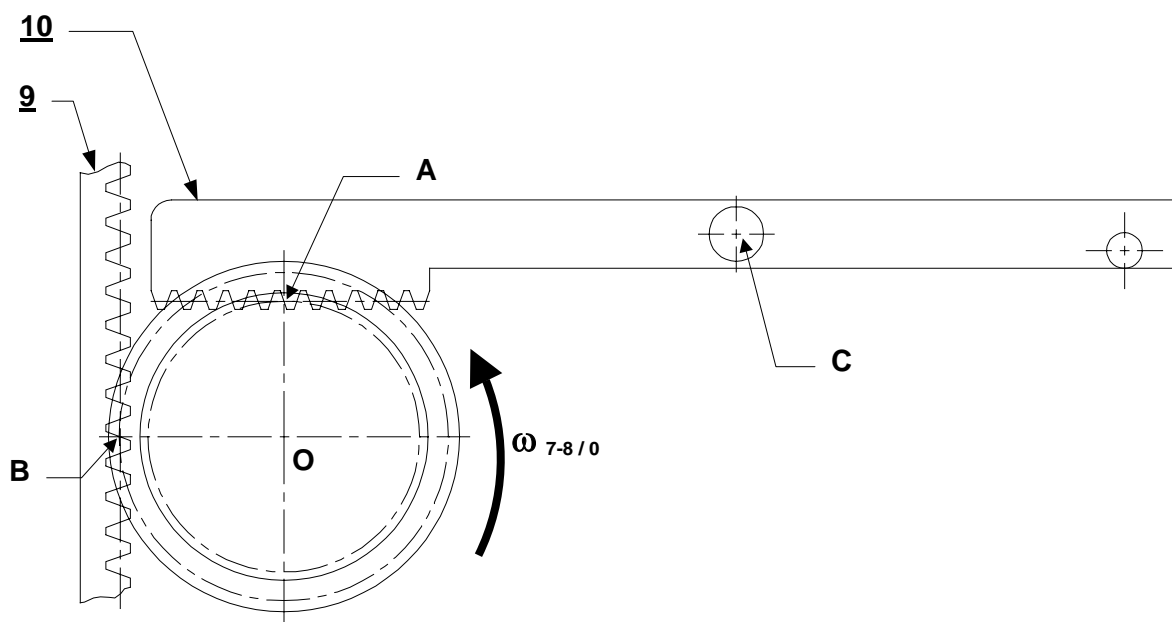


figure 11

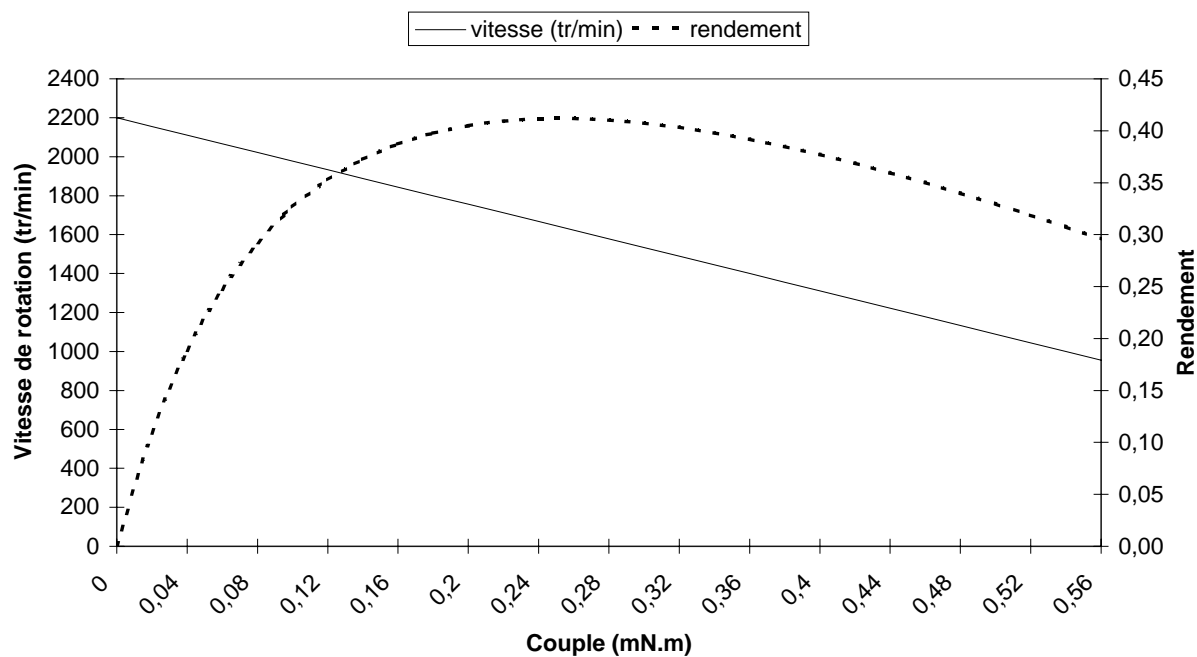
- Ensuite on définit les liaisons (encastrement à la base du clips) et les efforts extérieurs appliqués.
- En résultats le logiciel donne une carte en couleur permettant de visualiser la distribution des valeurs de contrainte dans la pièce (*document technique DT1*).

Question 5-1 : Analyser les résultats obtenus par le logiciel de calcul par éléments finis, *document technique DT1*, et indiquer pour chacun des profils, si la solution peut être validée au regard des contraintes engendrées dans la pièce. Justifier vos réponses.

Question 5-2 : Comment peut on expliquer la différence de la valeur de la contrainte maximum entre les deux profils.



Mabuchi motor RF300CA-11440, 2V



$\beta =$

