

BACCALAUREAT GENERAL
Session 2011

Série S Sciences de l'Ingénieur

EPREUVE ORALE DE CONTRÔLE

Coefficient : 9

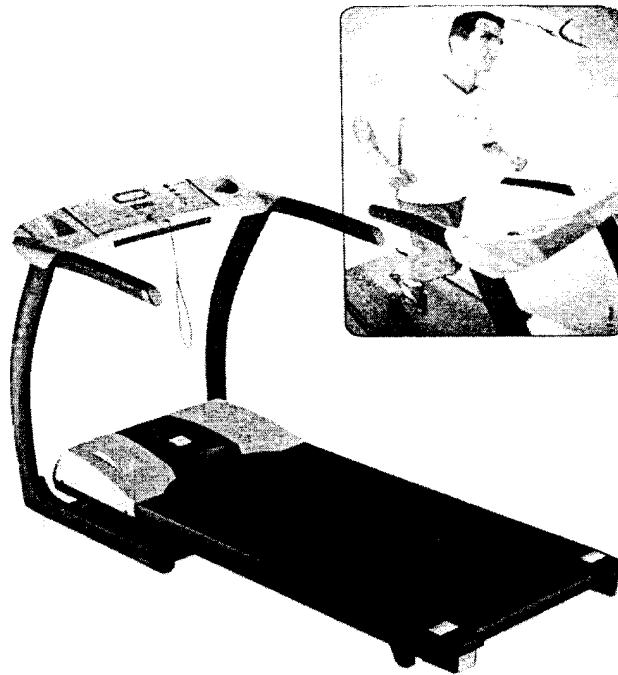
Préparation : 2 heures

Durée de l'épreuve : 30 min

Aucun document n'est autorisé.

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante, conformément à la circulaire n°99-181 du 16 novembre 1999.

TAPIS DE COURSE



Composition du sujet :

- Un dossier **TECHNIQUE** (pages 1/15 à 8/15)
- Un dossier **GUIDE POUR LA PRESENTATION ET COMMENTAIRE DES RESULTATS** (pages 9/15 à 11/15)

Déroulement de l'épreuve :

A l'issue des 2 heures de préparation, le candidat expose le résultat de ses travaux pendant 15 minutes, en s'appuyant le cas échéant et si nécessaire sur les documents réponses qui ne seront pas évalués. Puis pendant 15 minutes, des questions relatives au contenu des travaux présentés, portant sur les connaissances nécessaires à la résolution des problèmes à résoudre sont posées au candidat.

Présentation du système

Expression du besoin

Le tapis de course permet la pratique de la course pédestre en milieu urbain, sans contraintes météorologiques ni pollution et avec un meilleur amorti pour l'utilisateur que sur les revêtements citadins. Il peut être utilisé en salle de gymnastique spécialisée ou dans un logement personnel, en toute sécurité. Il rend service au sportif confirmé ou à l'utilisateur pratiquant régulièrement le cardio training.

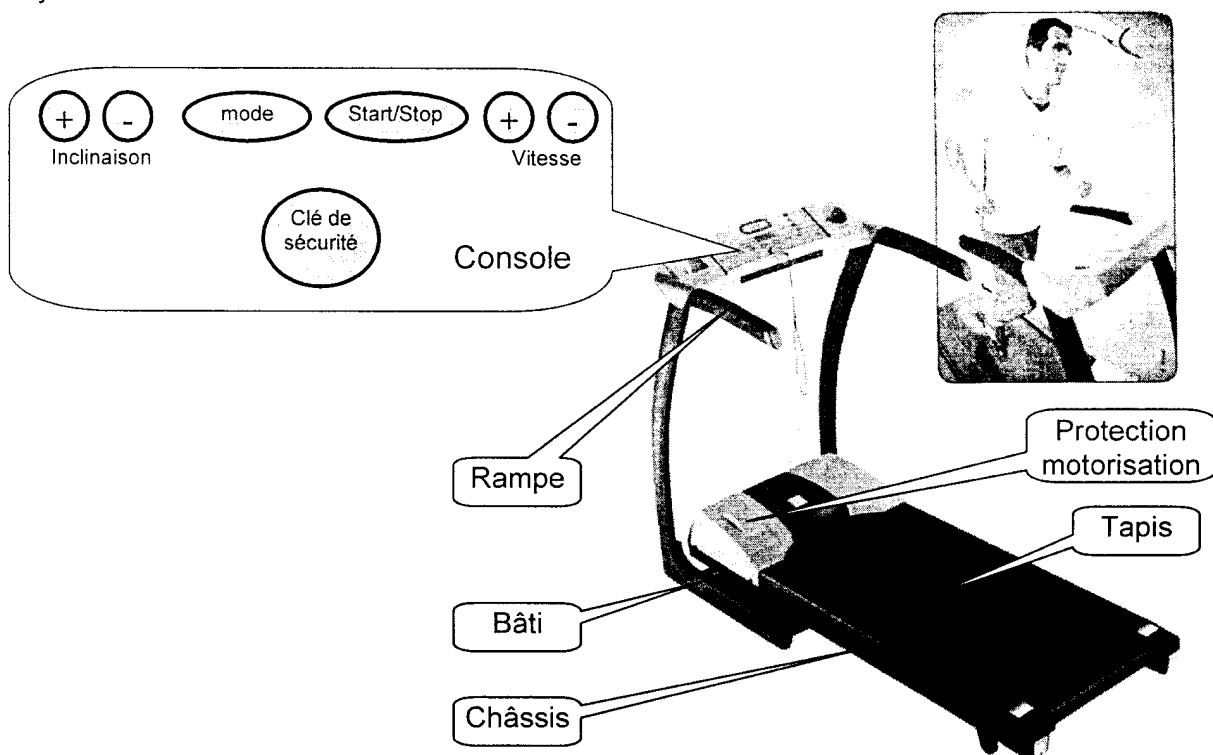
(On définit par "cardio training" tous les exercices effectués "à l'intérieur" et visant à l'amélioration des capacités cardiovasculaires et cardiorespiratoires).

Produit

Face à ses concurrents, la société Décathlon commercialise le tapis de course TC 450 de très bon rapport qualité prix. La variation possible de la vitesse de défilement et de l'inclinaison du tapis permet un travail physique évolutif.

C'est un produit Fitness Domyos testé en fiabilité par rapport aux normes EN957.

- Résistance du tapis (on laisse tomber 100 000 fois une masse de 100 kg sur le tapis en rotation) ;
- Fatigue des boutons ;
- Ouverture et fermeture des bras ;
- Système d'inclinaison.



Caractéristiques fonctionnelles

- Le confort d'utilisation est favorisé par une surface de course (*taille de la bande de roulement sur laquelle on court*) importante (45 x 127 cm) ;
- Deux rampes facilitent le maintien en position de l'utilisateur ;
- Pour le rangement un système basculant permet le pliage et dépliage facilités par un piston d'assistance ;
- Des roulettes de transport assurent son déplacement ;
- Des vis de réglage permettent l'alignement et le réglage de la tension du tapis.

Description du fonctionnement

La console permet :

- La mise en place de la clé magnétique de sécurité (coupe contact) ;
- La mise en marche et l'arrêt (bouton start /stop) ;
- La sélection de 6 programmes d'entraînement : 1 manuel destiné à un entraînement constant et 5 programmes préréglés P1, P2, P3, P4, P5 suivant différents cycles de vitesse (touche mode) ;
- L'affichage de la vitesse, du temps, de la distance parcourue, de l'inclinaison (afficheur numérique) ;
- Le réglage de l'inclinaison et de la vitesse de défilement du tapis (touches digitales + et -).

Fonctionnement en mode manuel :

La mise sous tension du tapis se fait à vide (sans charge), lorsque la clé magnétique de sécurité est en place. Après avoir appuyé sur le bouton « start », le tapis démarre et se stabilise à une vitesse de 1 km /h. L'utilisateur, clé de sécurité attachée à ses vêtements, monte en courant sur le tapis qui glisse sur une planche en bois plastifiée. La cadence de course de l'utilisateur est imposée par le tapis. Celui-ci peut faire varier la vitesse de déplacement et l'inclinaison du tapis par impulsions sur les touches concernées. En cas de rupture de contact de la clé magnétique (chute), le tapis s'arrête.

Fonctionnement en mode programmé :

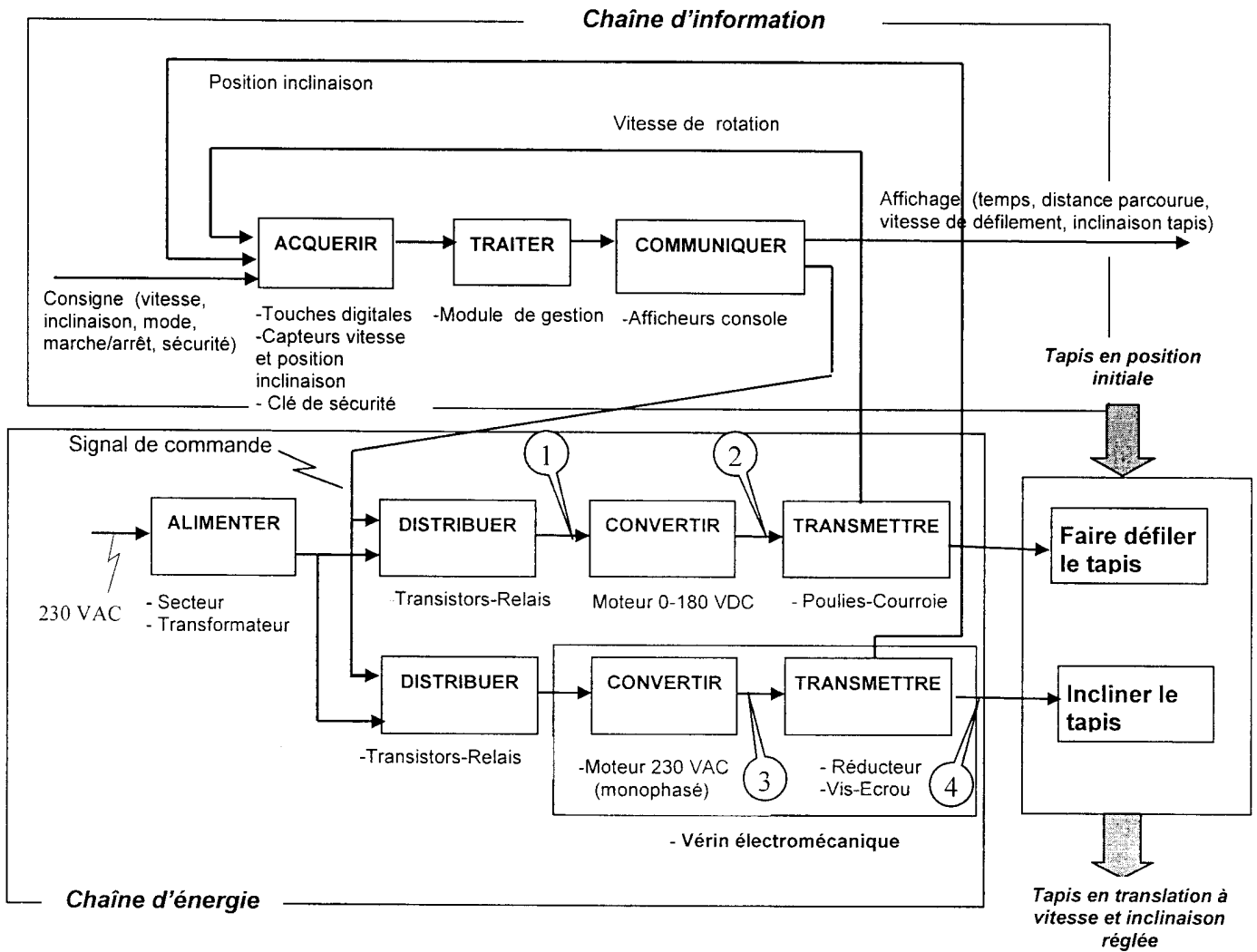
Insérer la clé de sécurité, sélectionner le programme préréglé par les touches « + ou - », appuyer sur la touche « mode » puis sur le bouton « start ». La procédure d'utilisation reste la même qu'en mode manuel.

Pour assurer un fonctionnement performant, le constructeur a défini les contraintes présentées ci-dessous qui sont les supports des deux études suivantes :

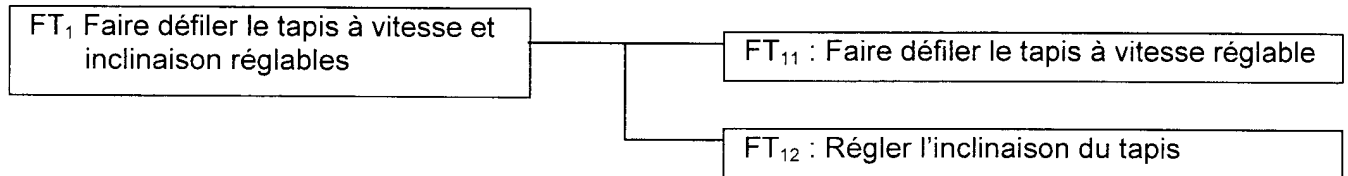
C1 L'inclinaison du tapis peut atteindre une pente de **10 %**.

C2 Pour limiter les vibrations musculaires de l'utilisateur, des **amortisseurs en néoprène** (supports cylindriques élastiques) sont insérés entre la planche support du tapis et le châssis. Pour obtenir un rapport stabilité / souplesse optimal, l'écrasement des supports cylindriques, sous le poids maximal admissible, doit être limité à **4 mm**.

Analyse fonctionnelle



La chaîne d'énergie met en évidence deux chaînes fonctionnelles pour réaliser la fonction technique : « Faire défiler le tapis à vitesse et inclinaison réglables »



Première étude : L'objet de cette étude est de valider le choix du vérin électromécanique du système d'inclinaison du tapis et de sa commande.

Une commande par impulsions (de 0 à 12) incrémente ou décrémente l'inclinaison du tapis suivant 13 positions. L'actionneur est un vérin électromécanique compact standard composé d'un moteur monophasé 230 VAC, d'un réducteur et d'un système vis écrou. Lors de la commande de la montée, le stator, solidaire de la vis en rotation, articulé au châssis et l'écrou articulé au levier, entraînent l'inclinaison de l'ensemble de défilement du tapis (fixé sur le châssis) par un système articulé (voir document DT1)

Question 1

Indiquer la nature de l'énergie et du mouvement aux points 3 et 4 repérés sur l'analyse fonctionnelle.

Contrainte C1: l'inclinaison du tapis peut atteindre une pente de 10 %.

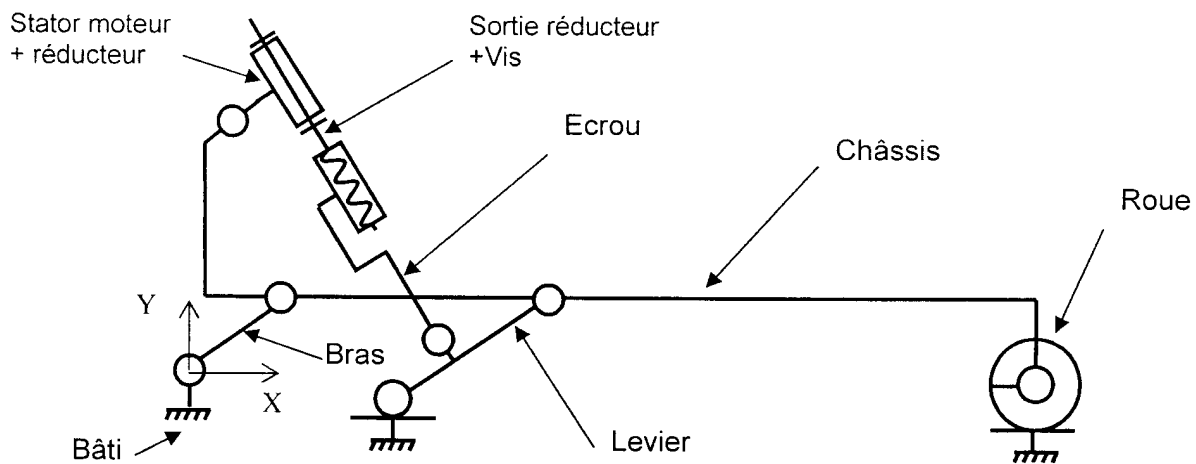
Questions 2

2.1 Calculer en degrés l'angle d'inclinaison maximum du châssis support du tapis par rapport au bâti.

2.2 Relever la valeur correspondante de l'angle maximal sur la courbe caractéristique (document DT2).

Conclure à partir de la condition définie par la contrainte C1.

Schéma cinématique du système d'inclinaison



Questions 3

3.1 Indiquer le nom des liaisons : bras / bâti ; levier / bâti ; vis / écrou ; écrou / levier.

3.2 Définir la nature des mouvements : du bras, du levier et du châssis par rapport au repère fixe lié au bâti. (Translation / rotation / translation circulaire / hélicoïdale / plan général)

3.3 Justifier le rôle de la roue.

Données du constructeur : Vérin électromécanique JS STAR

Moteur monophasé 230VAC; fréquence d'alimentation: $f = 50$ Hz. Nombres de paires de pôle: $p = 2$.

Fréquence de rotation de l'arbre moteur (N en tr/s = f / p)

Puissance utile nominale sur l'arbre moteur $P_u = 736$ W ; Rendement mécanique global $\eta_m = 0,3$

Rapport de réduction : $N_{vis} / N_{moteur} = 1 / 32$. Course maxi = 120 mm.

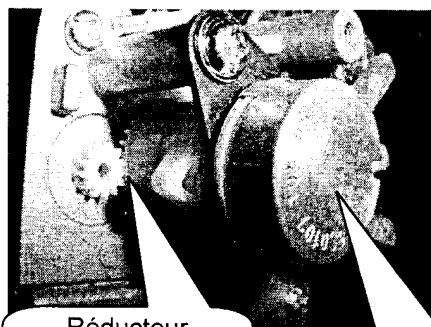
Diamètre vis = 18 mm. Pas de la vis = 3 mm.

Puissance mécanique disponible sur l'axe de la vis : $P_m = F_a \cdot V$ (F_a effort axial transmissible par la vis, V vitesse linéaire relative de déplacement axial dans le système vis écrou)

Capteur de position intégré : Potentiomètre monotour 10 kΩ Rapport de réduction $r = 0,000586$

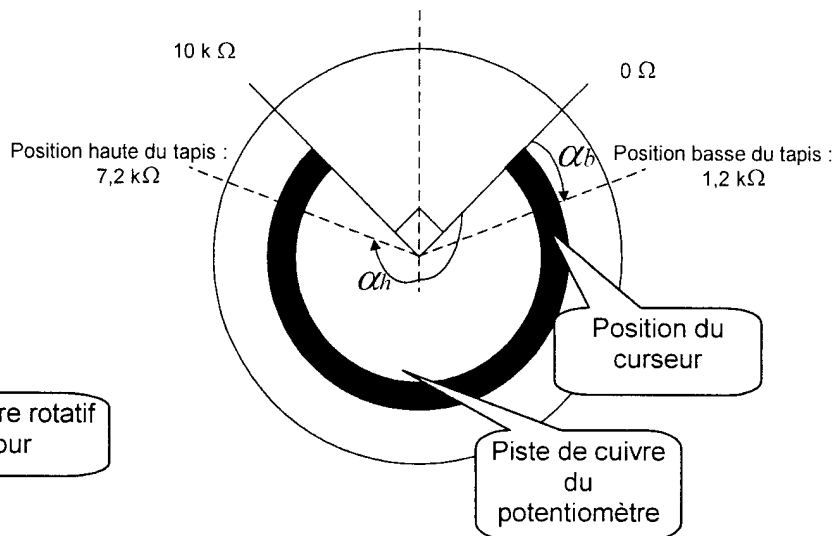
($r = N_{potentiomètre} / N_{rotor\ moteur}$)

La position de l'inclinaison du tapis est contrôlée par un capteur dont le signal est issu d'un potentiomètre rotatif monotour.

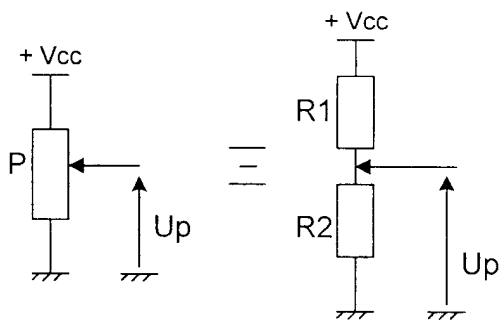


Réducteur arbre moteur / axe potentiomètre

Potentiomètre rotatif monotour



Le schéma suivant indique le branchement électrique du potentiomètre, la tension V_{cc} est égale à 5V :



Lorsque le tapis est en position basse alors :
 $R1 = 8,8 \text{ k}\Omega$ et $R2 = 1,2 \text{ k}\Omega$

Lorsque le tapis est en position haute alors :
 $R1 = 2,8 \text{ k}\Omega$ et $R2 = 7,2 \text{ k}\Omega$

Quelle que soit la position du tapis on peut écrire :
 $P = R1 + R2 = 10 \text{ k}\Omega$

Questions 4

4.1 Etablir la relation de U_p en fonction de $R1$, $R2$ et V_{cc} (schéma équivalent du potentiomètre).

4.2 Calculer U_p pour les positions extrêmes du tapis.

4.3 Déterminer les angles α_b et α_h (schéma interne du potentiomètre).

Pour la suite on considèrera que pour passer de la position basse à la position haute du tapis la variation angulaire du potentiomètre est égale à 162° .

4.4 Calculer le nombres de tours réalisés par le moteur pour le déplacement angulaire du potentiomètre de 162° (voir les données du constructeur).

4.5 En déduire la course du vérin.

4.6 Vérifier cette valeur sur la courbe caractéristique (document DT2), puis **Valider** le choix du vérin à partir des données constructeur.

L'effort maximal sur le vérin électromécanique correspond à la position initiale (basse) pour une charge maximale d'utilisation (poids maxi utilisateur 1300N + poids ensemble de mise en translation du tapis 500N)

Hypothèses :

- La répartition des charges et la géométrie du système permettent d'effectuer une étude dans le plan ;
- L'étude s'effectue à la position initiale ;
- Les liaisons sont supposées parfaites ;

Le levier isolé est soumis à 3 efforts aux points A, B, C (voir document DT3). La résolution par logiciel a mis en évidence la norme de l'effort appliqué au point C : $C_{\text{châssis/levier}} = 1500N$.

Questions 5

5.1 Déterminer graphiquement la norme de l'effort appliqué au point B : $B_{\text{écrou/levier}}$ en appliquant le principe fondamental de la statique (document réponse DR1) **Vérifier** cette valeur sur la courbe caractéristique.

5.2 Calculer la fréquence de rotation du moteur puis de la vis (voir les données du constructeur).

5.3 Déterminer la vitesse du déplacement de l'écrou pour l'inclinaison complète en fonctionnement continu.

5.4 En déduire la puissance développée par le vérin électromécanique.

5.5 Vérifier que la puissance utile donnée par le constructeur est très largement supérieure à la puissance développée.

Question 6

Valider le choix du vérin électromécanique au regard des paramètres déterminés précédemment.
Expliquer pourquoi la puissance utile n'est pas le paramètre prépondérant dans ce choix.

La tension U_p issue du montage potentiométrique est l'image de la position d'inclinaison du tapis, cette tension est dirigée vers un convertisseur analogique-numérique (CAN) pour être traitée par l'unité de commande.

La conversion s'effectue sur un octet.

Pour la suite, on considèrera que la tension U_p varie entre 0,6 v (position 0) et 3,6 v (position 12) par tranche d'égale valeur.

Le quantum est donné par l'expression suivante : $q = V_{ref} / (2^n)$ avec $V_{ref} = 5v$.

Questions 7

7.1 Calculer le quantum en précisant son unité.

7.2 Donner l'expression de la valeur de sortie du CAN notée N en fonction de l'entrée et du quantum.

7.3 Déterminer l'augmentation de la tension U_p en volts pour passer de la position 0 à la position 1.

7.4 Calculer N en décimal (partie entière) puis en hexadécimal et enfin en binaire pour les positions d'inclinaisons « 0, 3, 8 et 12 » (document réponse DR2)

Le module de commande gère l'inclinaison du tapis pour chaque position en comparant les valeurs numériques (N) issues du CAN, images de l'inclinaison, avec des valeurs mémorisées (VAL) et commande ainsi le sens et la marche du moteur.

7.5 Compléter l'algorithme partiel donné sur le document réponse DR2, pour les données suivantes :

- I : valeur de l'inclinaison sélectionnée par l'utilisateur ;
- MEM : Valeur précédente de l'inclinaison ;
- N : Valeur hexadécimale image de l'inclinaison et présente en sortie du CAN ;
- VAL : Valeur hexadécimale correspondante à l'inclinaison souhaitée ;

Sens_moteur : variable binaire qui précise le sens de rotation du moteur d'inclinaison

Sens_moteur = 0 descente ;

Sens_moteur = 1 montée ;

Moteur : variable binaire qui précise l'état du moteur

Moteur = 0 arrêt ;

Moteur = 1 marche.

Deuxième étude : L'objet de cette étude est de déterminer les amortisseurs

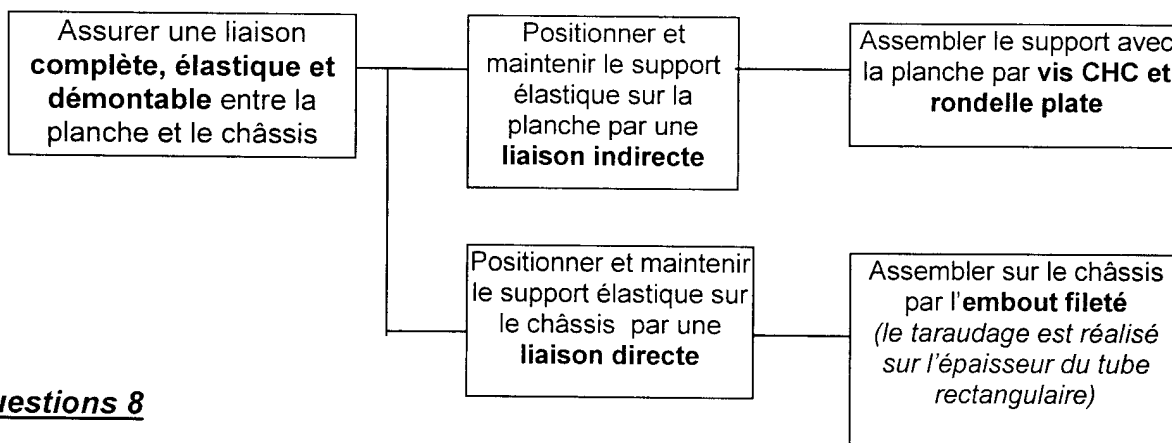
Pour améliorer la souplesse d'utilisation (amortir les chocs dus aux pas de course de l'utilisateur) le constructeur prévoit de positionner, entre la planche en bois plastifiée où se déroule le tapis et le châssis, 8 supports cylindriques élastiques en composite acier néoprène (documentation DT4 et DT5)

Contrainte **C2** : l'écrasement des supports cylindriques, sous le poids maxi (1300N)
doit être **< 4 mm**

Hypothèses :

- Le poids de l'utilisateur est réparti uniformément sur les 8 amortisseurs.
- Le poids de la planche et du tapis sont négligeables.

Respecter les fonctions techniques définies ci dessous.



Questions 8

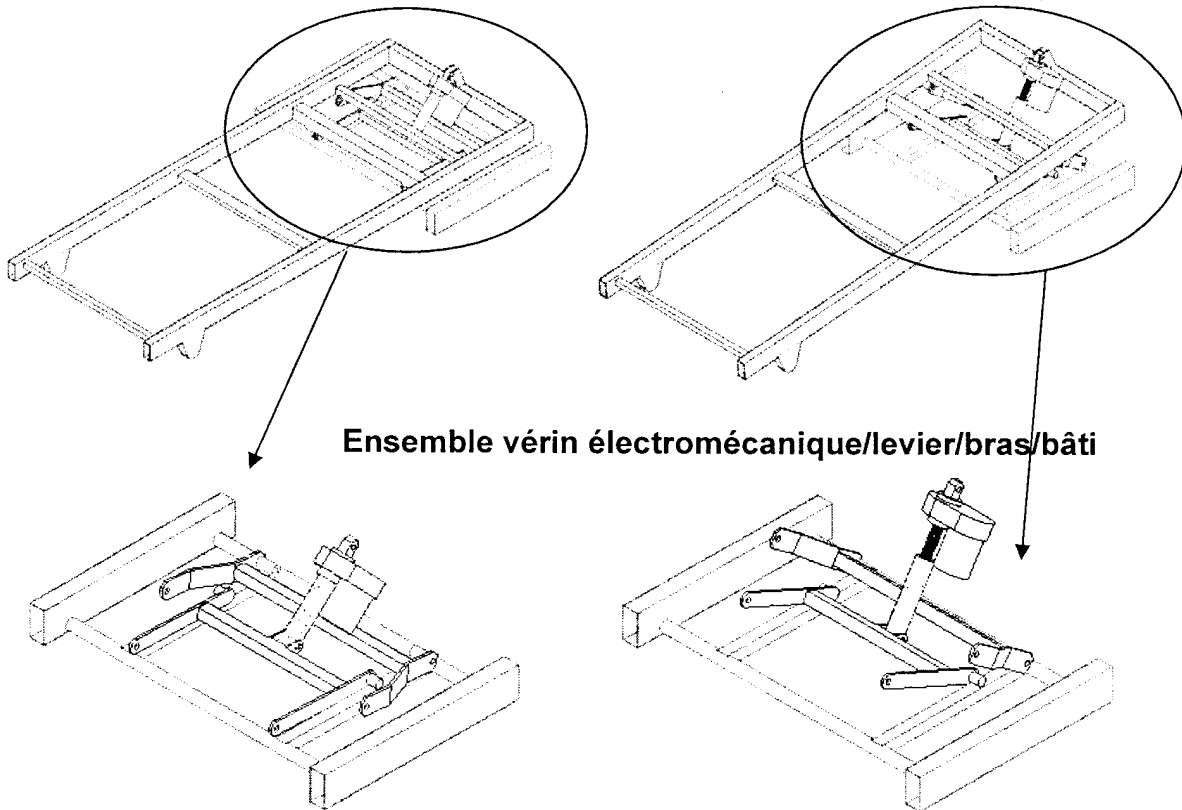
8.1 Exprimer la nature de la sollicitation principale subie par chaque support cylindrique élastique.

8.2 Indiquer la référence complète du support cylindrique élastique(DT4) en déterminant les valeurs acceptables pour la charge et la rigidité (écrasement maxi) et les contraintes dimensionnelles (DT5).

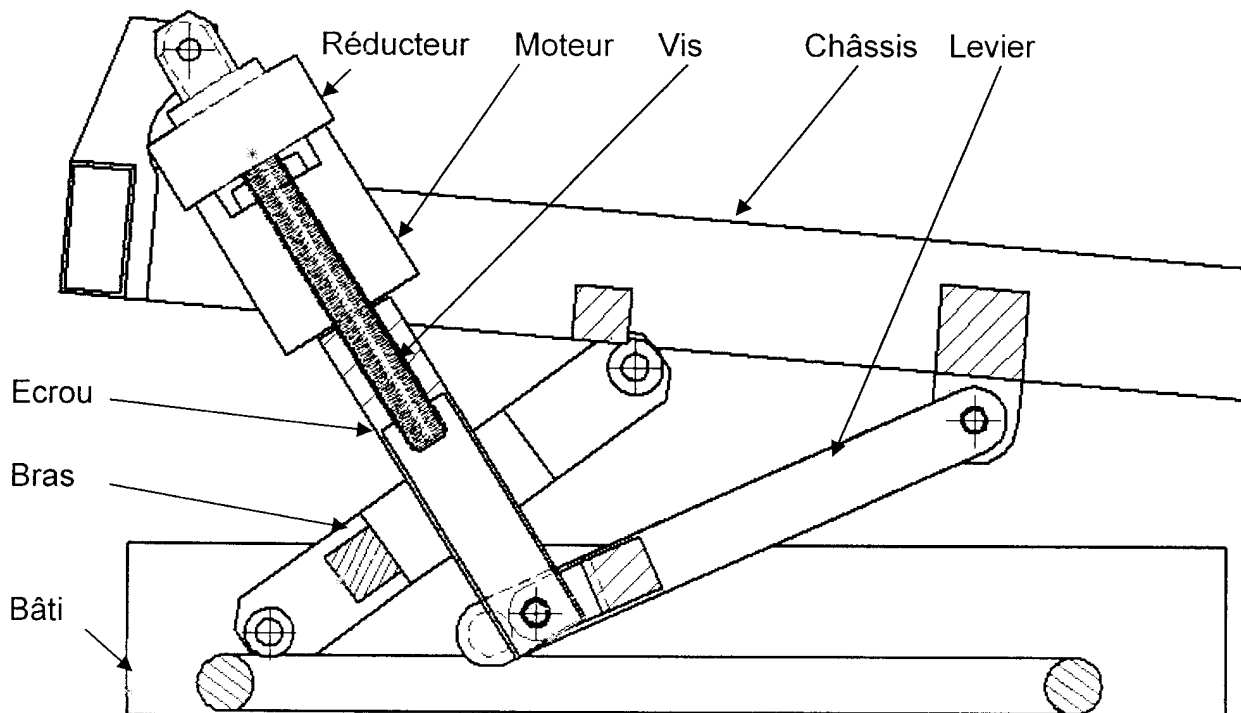
position basse

Système d'inclinaison

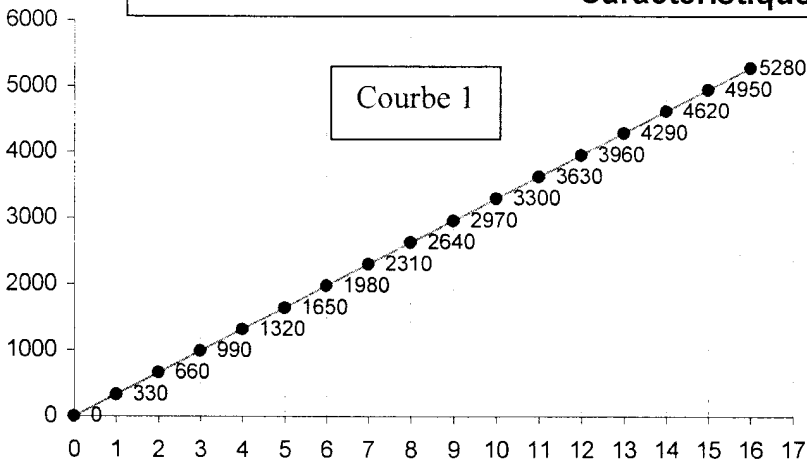
position haute



Système d'inclinaison position haute (vue en coupe : plan médian)



DOCUMENT TECHNIQUE DT1
Caractéristiques



Courbe 1
Fréquence moteur/vitesse tapis

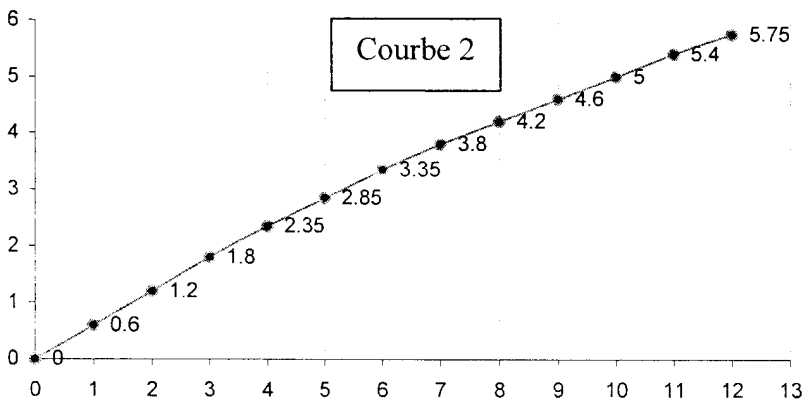
Abscisses :

Vitesse linéaire de défilement du tapis en km/h

Ordonnées :

Fréquence de rotation du moteur d'entraînement du tapis à vide en tr/min

Exemple : 7km/h → 2310 tr /min



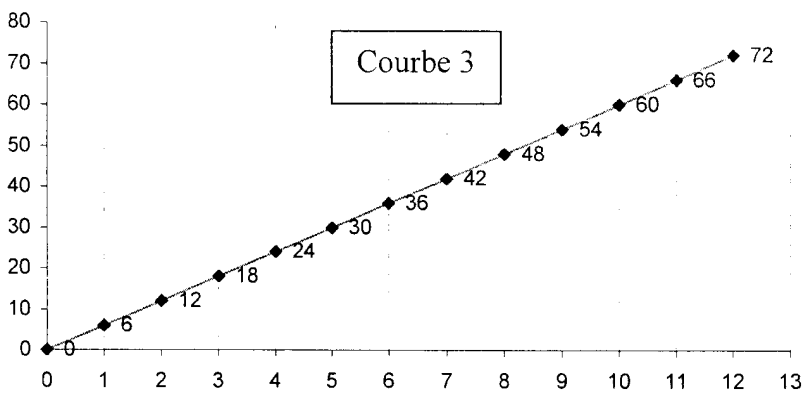
Courbe 2
Angle/inclinaison

Abscisses :

Position de l'inclinaison du tapis par **incrément de 1**

Ordonnées :

Angle d'inclinaison du tapis en degré.



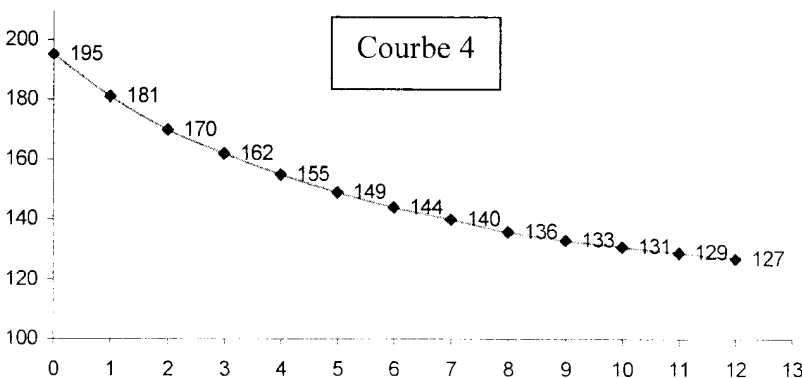
Courbe 3
Course /inclinaison

Abscisses :

Position de l'inclinaison du tapis par **incrément de 1**

Ordonnées :

Déplacement relatif dans la liaison vis écrou du vérin électromécanique en mm.



Courbe 4
Charge/inclinaison

Abscisses :

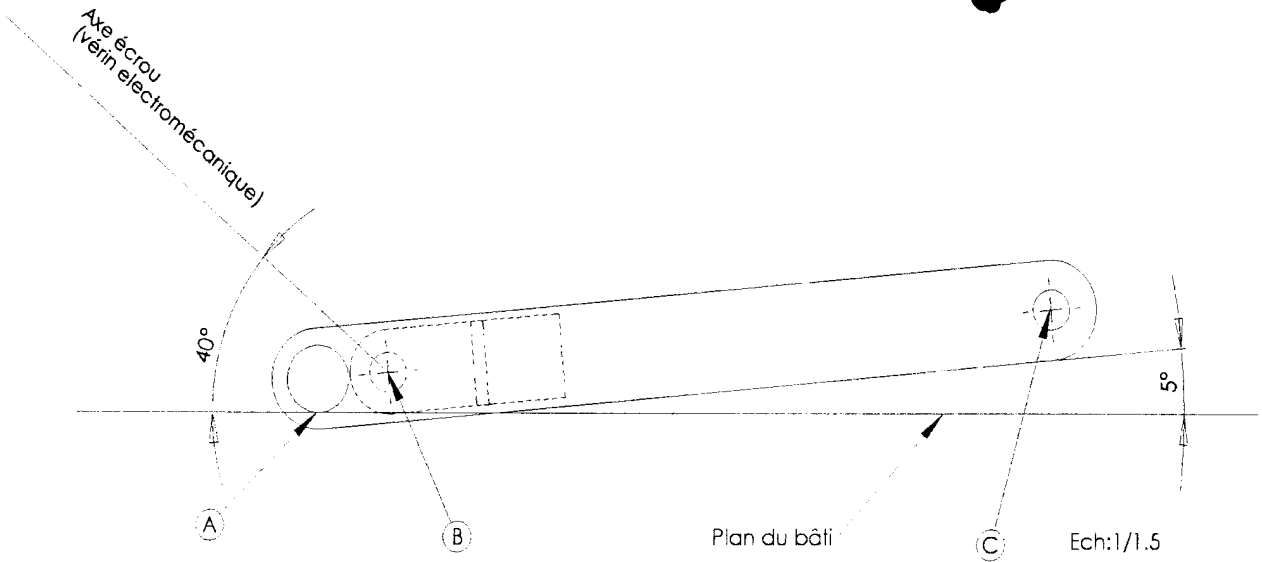
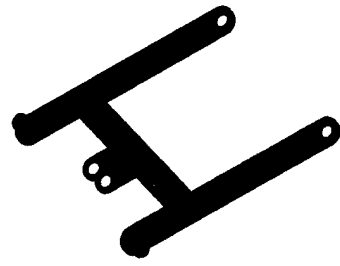
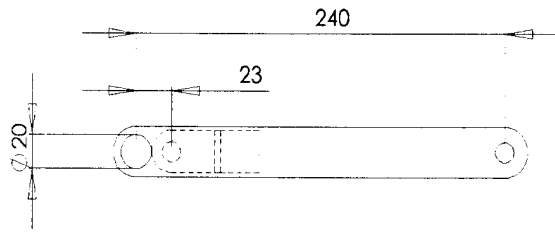
Position de l'inclinaison du tapis par **incrément de 1**

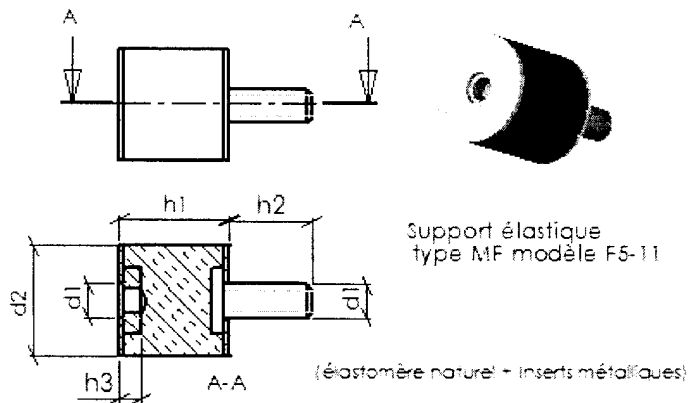
Ordonnées :

Effort axial résultant sur la vis en daN (à charge maxi)

DOCUMENT TECHNIQUE DT3

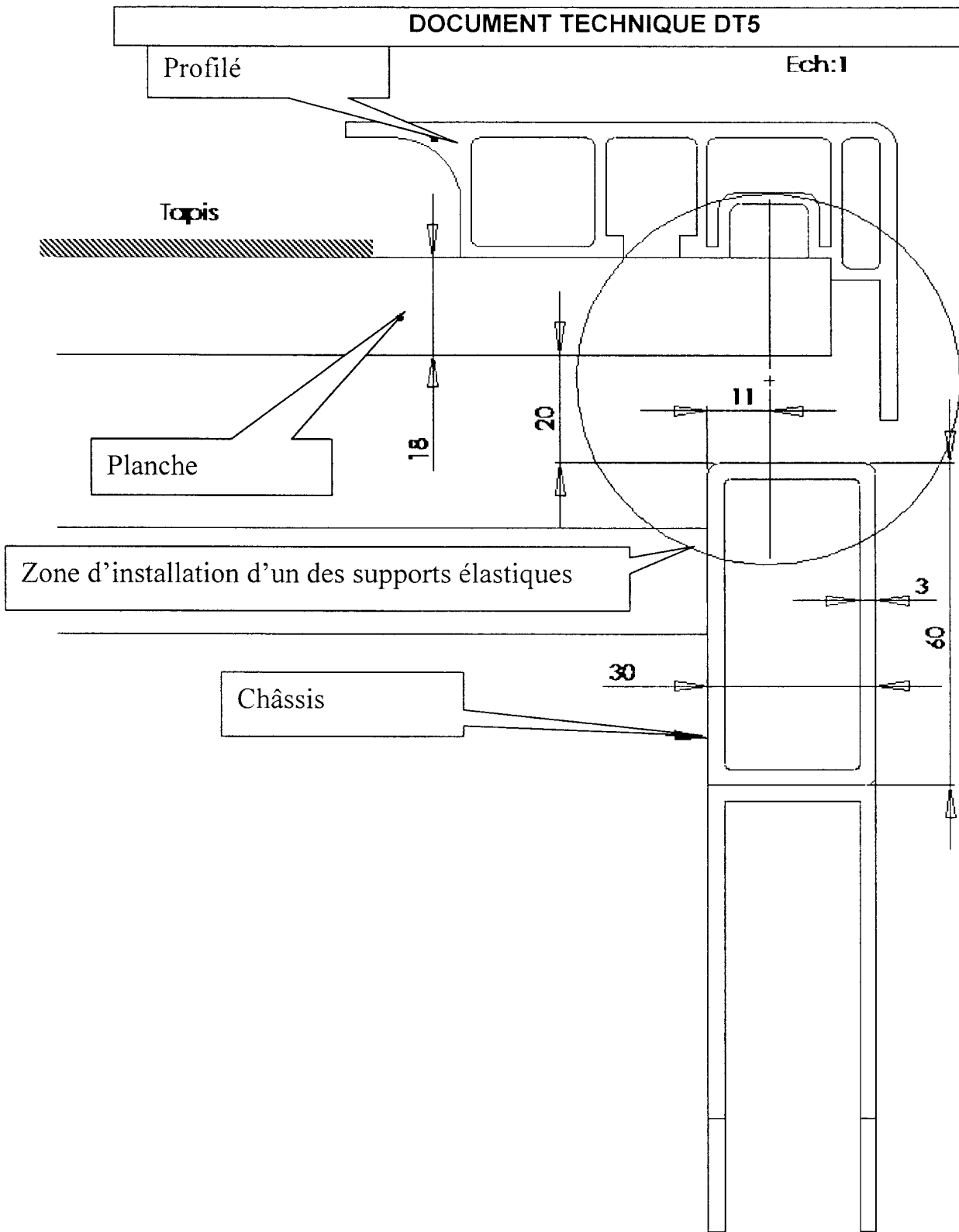
levier isolé

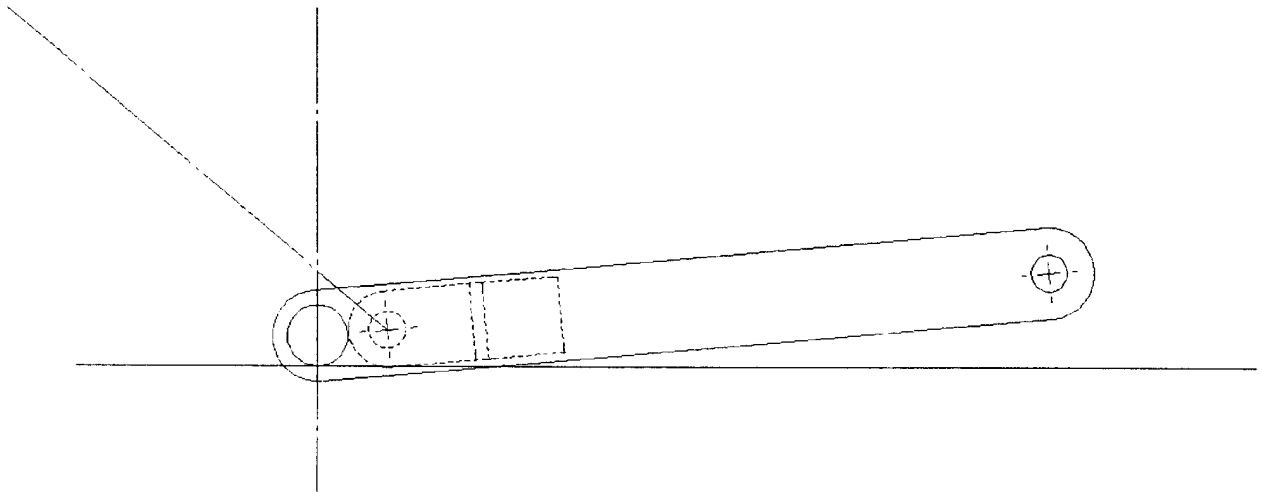




Référence						Compression		Cisaillement	
	d1	d2	h1	h2	h3	charge maxi (daN)	Rigidité (daN/cm)	charge maxi (daN)	Rigidité (daN/cm)
F5-11-16-10	M5	16	10	12	3	20	130	3	16
F5-11-16-20	M5	16	20	12	3	15	38	3	6
F5-11-20-20	M6	20	20	15	6	30	66	5	14
F5-11-20-30	M6	20	30	15	6	25	36	5	10
F5-11-25-30	M8	25	30	20	6	50	66	8	13
F5-11-25-40	M8	25	40	20	6	50	50	8	10
F5-11-30-30	M8	30	30	23	6	70	88	11	18
F5-11-30-40	M8	30	40	23	6	60	67	11	15

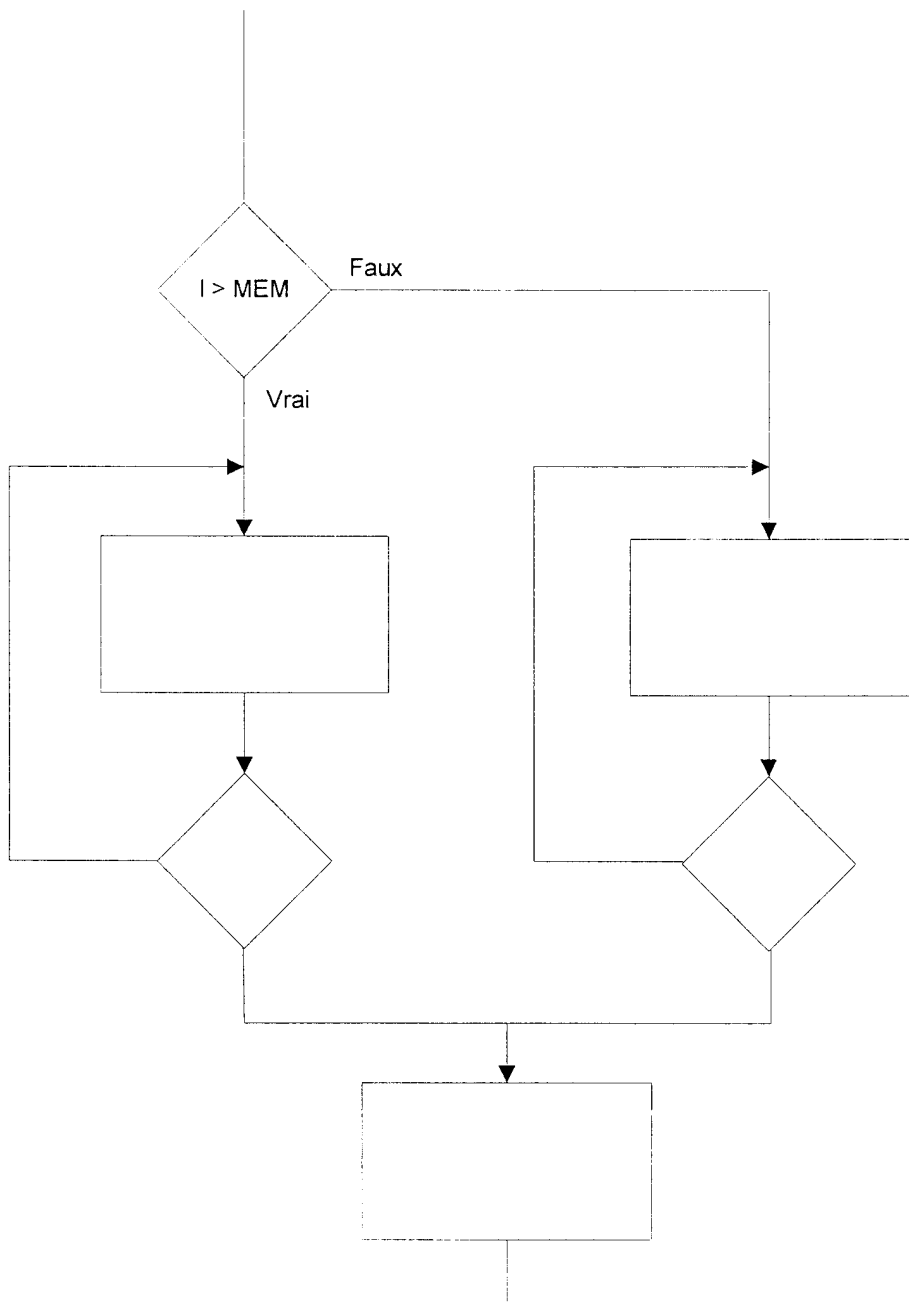
(La rigidité caractérise la charge à appliquer en daN pour une déformation du support élastique de 1cm)





DOCUMENT REPONSE DR2

Inclinaison	Tension Up en volt	N en décimal	N en hexadécimal	N en binaire
0	0,6		\$	%
3			\$	%
8			\$	%
12	3,6		\$	%



Ce document a été téléchargé sur le site ressource

www.gecif.net

Téléchargez librement sur Gecif.net :

- ✍ **des cours et des TP de Génie Electrique**
- ✍ **des exercices et des évaluations avec corrections**
- ✍ **des ressources Automgen, ISIS Proteus et Flowcode**
- ✍ **des QCM pour réviser les cours et vous entraîner**
- ✍ **des logiciels d'électronique pour les installer chez vous**
- ✍ **des dossiers techniques de systèmes originaux**
- ✍ **des fiches pratiques sur tous les domaines des sciences de l'ingénieur**
- ✍ **des sujets de BAC avec la correction officielle**
- ✍ **et bien plus encore sur Gecif.net !**