

**Baccalauréat Professionnel
« Maintenance des Équipements Industriels »**

ÉPREUVE E1 : Épreuve scientifique et technique

**Sous-épreuve E11 (unité 11) :
Analyse et exploitation de données techniques**

SESSION 2013

CORRIGÉ

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 1/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Problématique générale :

Le robot d'entretien de skis à fonctions combinées a été conçu il y a quelques années pour des skis faiblement paraboliques. Or, la tendance actuelle est d'utiliser des skis avec des rayons de courbure de plus en plus importants, ce qui entraîne de plus en plus de dysfonctionnements sur le système.

Cette étude permettra de proposer des améliorations pour augmenter la fiabilité du robot d'entretien de skis à fonctions combinées.

DOSSIER QUESTIONS-RÉPONSES

Note explicative destinée au candidat pour l'utilisation du dossier complet

N° de la question	Intitulé de la question	Document utile pour résoudre la problématique	Temps conseillé au candidat pour répondre à la problématique	Nombre de points pour la totalité de la problématique
-------------------	-------------------------	---	--	---

PARTIE 1 Analyse fonctionnelle et structurelle.

Q1	Analyse fonctionnelle de l'unité d'affûtage des carres	DTR 2/7 DTR 3/7 DTR 6/7 DTR 7/7 DQR 6/18	30 min	/20
----	--	--	--------	-----

Q1.1 A partir de l'actigramme SADT de niveau A45 du système, compléter les éléments demandés ci-dessous :

La Matière d'Oeuvre Entrante : *Carres détériorées*

La Valeur Ajoutée : *L'affûtage des carres*

La Fonction Globale : *Affûter les carres*

Les données de contrôle sont : 1. *Energie électrique 400 V* *Energie Pneumatique 7 Bar*

2. *Contraintes de réglage pneumatique et mécanique*

3. *Ordre de marche et sélection des opérations d'entretien*

Le nom du système : *Unité d'affûtage*

Q1.1 .../7

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 2/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q1.2 Identifier les solutions technologiques permettant de satisfaire les fonctions élémentaires de l'unité d'affûtage nommées ci-dessous :

Quelle solution technique a été choisie pour guider l'unité d'affûtage en rotation ?

Les coussinets à collerette 418

Q1.2 .../4

Quelles solutions techniques ont été choisies pour déplacer l'unité d'affûtage ?

Micro vérin 442+443 + chape rotulée

Bras de force 411 + chape rotulée + vis

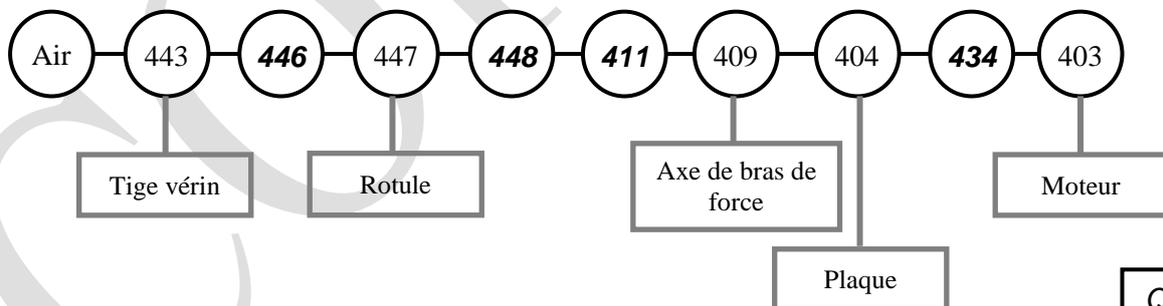
Vis 440 + Axe de bras de force 409 + disque de réglage 410

Q1.3 Identifier les fonctions du ressort 415 :

La fonction du ressort 415 est d'appliquer un effort constant, pour tendre la bande abrasive.

Q1.3 .../3

Q1.4 Compléter la chaîne cinématique fonctionnelle permettant de réaliser la rotation du sous-ensemble "support moteur" :



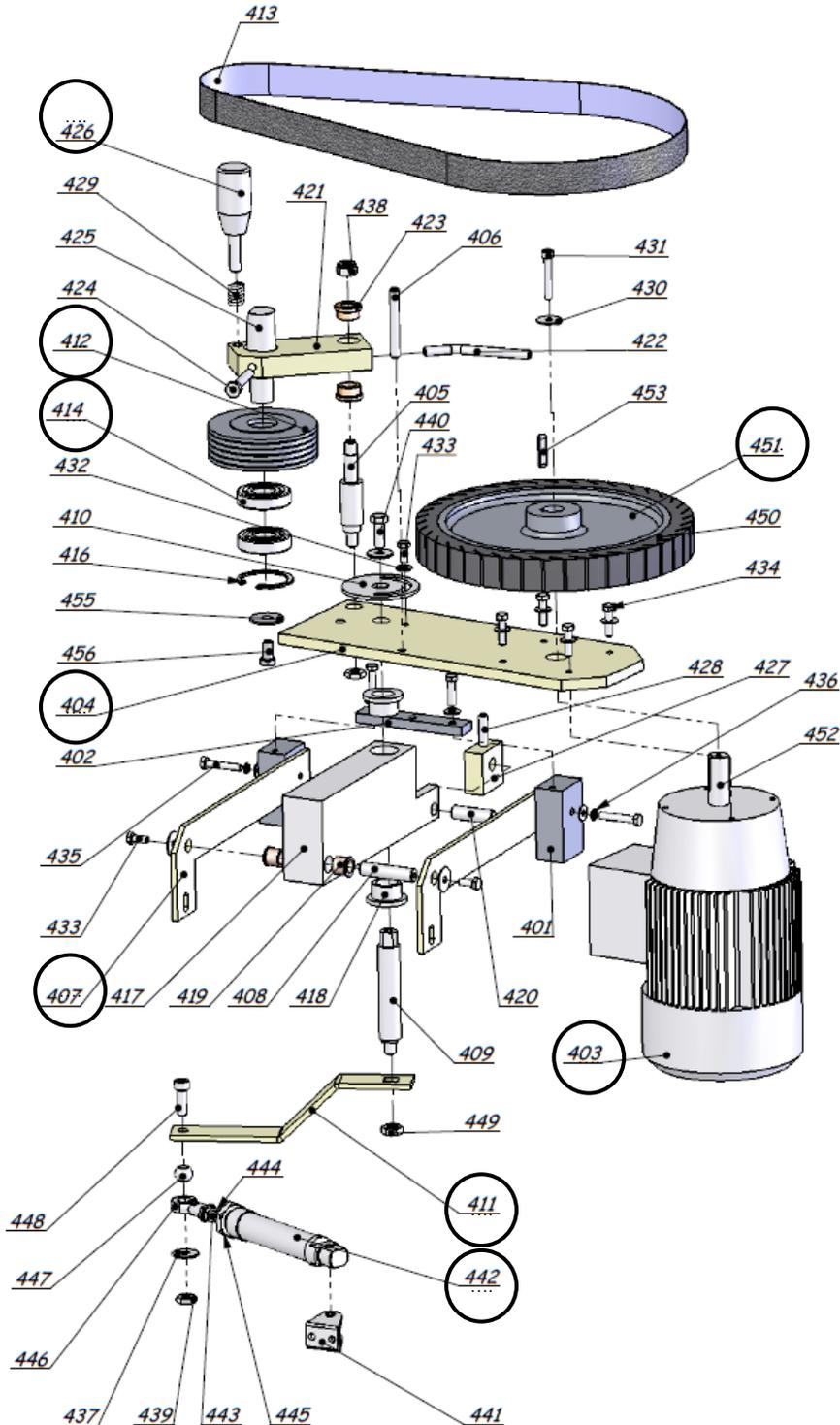
Q1.4 .../6

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 3/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q2	Analyse structurelle de l'unité d'affûtage des carres	DTR 2/7, DTR 6/7, DTR7/7	50 min	/58
----	---	--------------------------	--------	-----

Q2.1 Compléter les repères des pièces manquantes dans les bulles de l'éclaté ci-dessous :



Q2.1 .../22

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 4/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q2.2 Analyse des classes d'équivalence de l'unité d'affûtage.

En vous aidant de l'éclaté page DQR 6/18 et des documents techniques et ressources DTR 6/7 et DTR 7/7, compléter les repères manquants dans chacune des classes d'équivalences :

Remarque : Afin de faciliter votre analyse, le sous ensemble "support tendeur" sera intégré au sous-ensemble "support de l'unité d'affûtage".

$$\text{Pièces à exclure} = \{ 413 + 414_{(x2)} + 415 + 429 \}$$

<i>Bleu</i>	CE1 _(fixe) = { 401 _(x2) + 402 + 408 + 418 _(x2) + 419 _(x2) + 420 + 427 + 428 + 430 _(x2) + 432 _(x4) + 433 _(x2) + 434 _(x2) + 436 _(x2) + 441 + 407 _(x2) ... + 417 ... + 435 _(x2) ... }
-------------	--

<i>Jaune</i>	CE2 _(support moteur) = { 403 + 404 + 405 + 406 + 409 + 410 + 411 + 421 + 422 + 423 _(x2) + 424 + 425 + 426 + 432 _(x5) + 433 _(x1) + 434 _(x4) + 437 _(x2) + 438 + 439 + 440 + 447 + 448 + 449 _(x2) + 454 + 455 + 456 }
--------------	---

<i>Rouge</i>	CE3 _(arbre moteur) = { 430 _(x1) + 431 + 450 + 451 + 452 + 453 }
--------------	---

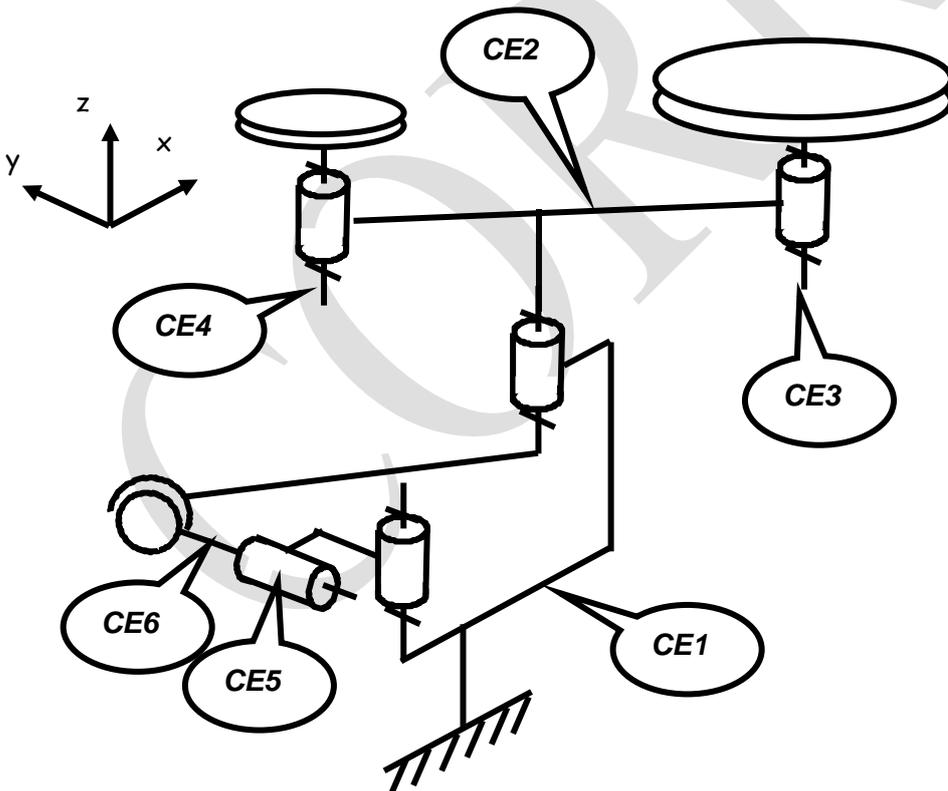
<i>Vert</i>	CE4 _(poulie tendeur) = { 412 + 416 ... }
-------------	--

<i>Orange</i>	CE5 _(corps vérin) = { 442 + 445 }
---------------	--

<i>Marron</i>	CE6 _(tige vérin) = { 443 + 444 .. + 446 .. }
---------------	---

Q2.2 .../22

Q2.3 Compléter et colorier sur le schéma cinématique ci-dessous les repères des différentes classes d'équivalences, puis indiquer le nom de la liaison entre CE1 et CE2 dans le tableau des mobilités :



Liaison entre CE1 et CE2	
$T_x = 0$	$R_x = 0$
$T_y = 0$	$R_y = 0$
$T_z = 0$	$R_z = 1$

Q2.3 .../14

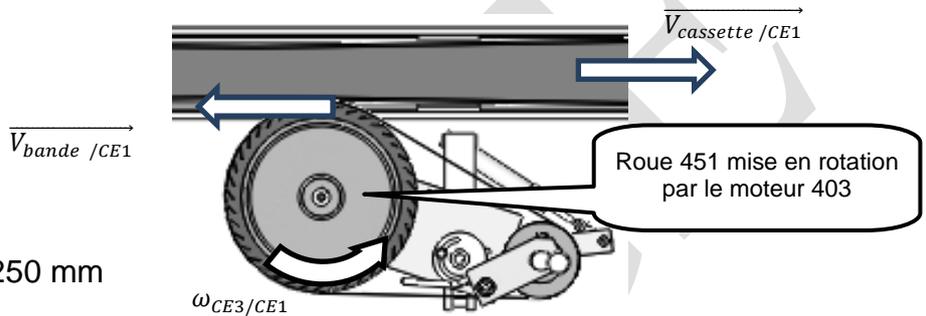
BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 5/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE 2 Vérification et dimensionnement.

Q3	Recherche de la vitesse linéaire de ponçage	DTR 4/7	30 min	/15
----	---	---------	--------	-----

Les carres des skis paraboliques sont fabriquées en acier C67S. On souhaite comparer la vitesse d'affûtage par rapport aux spécifications du constructeur :



Données :

Roue d'affûtage (450 + 451) : \varnothing ext = 250 mm

Moteur (403) : $N_{CE3/CE1} = 1000$ tr/min

Q3.1 Calculer la vitesse linéaire de déplacement de la bande abrasive $\|\vec{V}_{bande / CE1}\|$: Q3.1 .../3

Calcul de la vitesse angulaire du moteur :

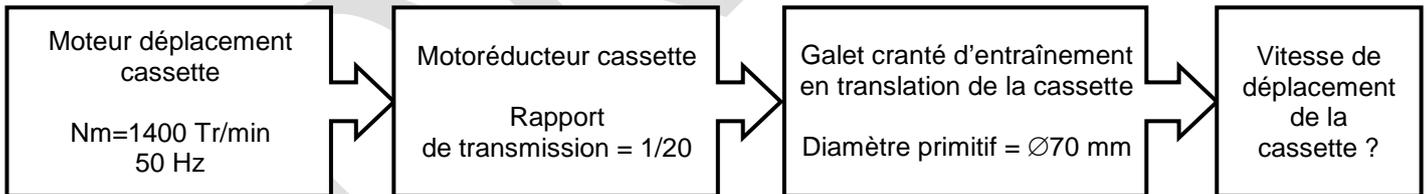
$$\omega = \frac{\pi \cdot N}{30} = \frac{\pi \cdot 1000}{30} = 104,71 \text{ rad/s}$$

Calcul de la vitesse linéaire de la bande :

$$V = \omega \cdot R = 104,71 \times 0,125 = 13,1 \text{ m/s}$$

$\|\vec{V}_{bande / CE1}\| = 13,1 \text{ m/s}$

Q3.2 Calculer la vitesse linéaire de déplacement de la cassette $\vec{V}_{cassette / CE1}$:



Calcul de la vitesse de rotation en sortie du moto réducteur :

$$N_{galet} = N_m \cdot r = \frac{1400}{20} = 70 \text{ Tr/min}$$

Calcul de la vitesse angulaire en sortie du moto réducteur :

$$\omega = \frac{\pi \cdot N}{30} = \frac{\pi \times 70}{30} = 7,33 \text{ rad/s}$$

Calcul de la vitesse linéaire de la cassette :

$$V = \omega \cdot R = 7,33 \times 0,035 = 0,256 \text{ m/s}$$

$\|\vec{V}_{cassette / CE1}\| = 0,256 \text{ m/s}$

Q3.2 .../3

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 6/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q3.3 Calculer la vitesse linéaire $\overrightarrow{V_{Bande /cassette}}$ due aux déplacements conjugués de la cassette et du dispositif d'affûtage, en utilisant l'une des deux formules ci-dessous (loi de composition des vitesses) :

- $\|\overrightarrow{V_{Bande /cassette}}\| = \|\overrightarrow{V_{bande /CE1}}\| - \|\overrightarrow{V_{cassette/CE1}}\|$
- $\|\overrightarrow{V_{Bande /cassette}}\| = \|\overrightarrow{V_{bande /CE1}}\| + \|\overrightarrow{V_{cassette/CE1}}\|$

Q3.3 / 3

$$\|\overrightarrow{V_{Bande /cassette}}\| = 13,1 + 0,256 = 13,4 \text{ m/s}$$

$$\|\overrightarrow{V_{bande /cassette}}\| = 13,4 \text{ m/s}$$

Q3.4 Rechercher la plage de vitesse recommandée par le constructeur pour des carres en acier C67S :

Selon le tableau fourni par le constructeur la vitesse de travail pour ce type de carres doit être comprise entre 13 m/s et 20 m/s

Q3.4 / 3

Q3.5 $\|\overrightarrow{V_{Bande /cassette}}\|$ est-elle adaptée pour l'affûtage des skis paraboliques ?

Dans notre cas la vitesse de travail doit être comprise entre 13 m/s et 20 m/s, les anomalies de ponçage ne sont donc pas liées à un problème de vitesse.

Q3.5 / 3

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 7/16

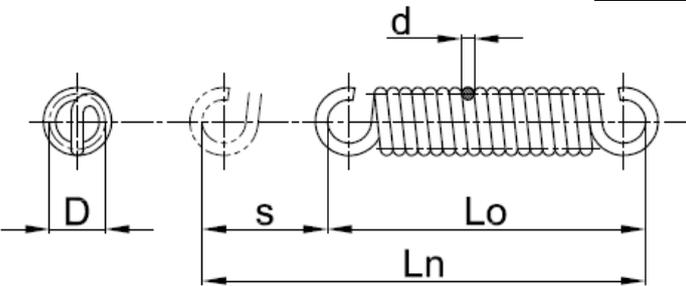
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4	Recherche de la force exercée par le dispositif de tension sur la courroie (statique graphique)	DTR 4/7, DTR 6/7, DTR 7/7	50 min	/48
----	---	------------------------------	-----------	-----

Lors de l'affûtage des skis paraboliques, des vibrations apparaissent au niveau du dispositif de tension de la bande abrasive, dues à la courbure du ski parabolique. Un nouveau ressort plus raide est implanté. Nous décidons de rechercher la force de tension exercée sur la bande abrasive.

Q4.1 Calculer en fonction des caractéristiques du ressort de traction cylindrique la force qu'exerce celui-ci sur le dispositif tendeur :

Caractéristiques du nouveau ressort de tension de bande :



- Diamètre du fil : d = 1 mm
- Diamètre moyen : D = 8 mm
- Longueur libre : L0 = 75 mm
- Longueur sous charge : Ln = 125 mm
- Charge appliquée (à rechercher) : F (en N)
- Nb de spire : n = 50
- Flèche : s = Ln - L0
- Module de Coulomb : G = 80 000 MPa

$$F = ((125-75) \times 80\,000 \times 1^4) / (8 \times 50 \times 8^3)$$

$$F = 4\,000\,000 / 204\,800$$

Q4.1 .../6

F = **19,53 N**

Q4.2 Déterminer graphiquement les efforts appliqués au dispositif de tension :

HYPOTHESES ET MODELISATION

- l'étude se fera dans le plan et la position de la fig.1 et fig. 2
- le frottement sera négligé dans toutes les liaisons pivot
- les poids des différents composants seront négligés
- La force de traction du ressort est appliquée au point D (voir la fig. 2).

Pour la suite de l'étude, nous admettrons que la norme $\|D_{415/406}\| = 20\text{ N}$

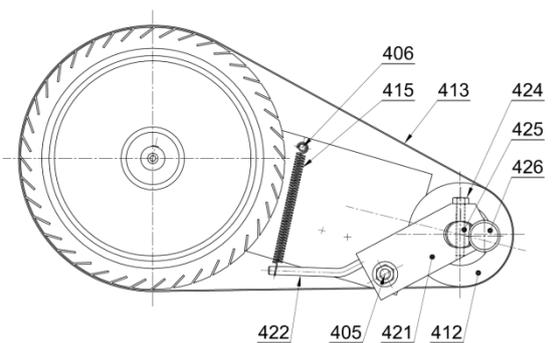


Fig. 1

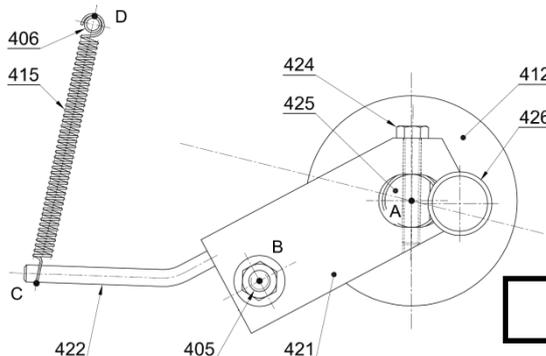


Fig. 2

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 8/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4.2.1 Isoler le ressort 415. Dresser le bilan des forces extérieures agissant sur 415, en remplissant le tableau ci-dessous :

Q4.2.1 .../ 6

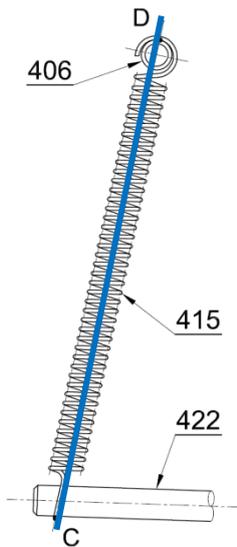


Fig. 3

Noms des forces	Point d'application	Direction	Sens	Intensité [N]
$\vec{D}_{406/415}$	D	\parallel (CD)	\nearrow	20
$\vec{C}_{422/415}$	C	\parallel (CD)	\searrow	20

Q4.2.2 En utilisant le PFS, déduire le support de $\vec{D}_{406/415}$:

Q4.2.2 .../ 4

Le solide 415 est en équilibre sous l'action de² forces, alors :

Ces forces ont la même direction (CD), la même intensité (20 N) et sont de sens contraires.

.....

.....

.....

Q4.2.3 Tracer en bleu sur la fig. 3 la direction de l'effort exercé par le ressort.

Q4.2.3 .../ 2

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 9/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4.2.4 Isoler l'ensemble du dispositif de tension (voir fig. 5). Dresser le bilan des forces extérieures agissant sur l'ensemble $S = \{421+422+424+425+426+429+455+456\}$, en complétant le tableau ci-dessous :

Noms des forces	Point d'application	Direction	Sens	Intensité [N]
$\vec{C}_{415/S}$	C			20
$\vec{B}_{405/S}$	B	?	?	?
$\vec{A}_{412/S}$	A		?	?

Q4.2.4 ... / 10

Q4.2.5 En utilisant le PFS, tracer sur la fig. 5 les directions de toutes les forces. En déduire le support de la force $\vec{B}_{405/S}$ (liaison pivot en B) :

Le solide S est en équilibre sous l'action de ...**3**... forces alors :

Q4.2.5 ... / 4

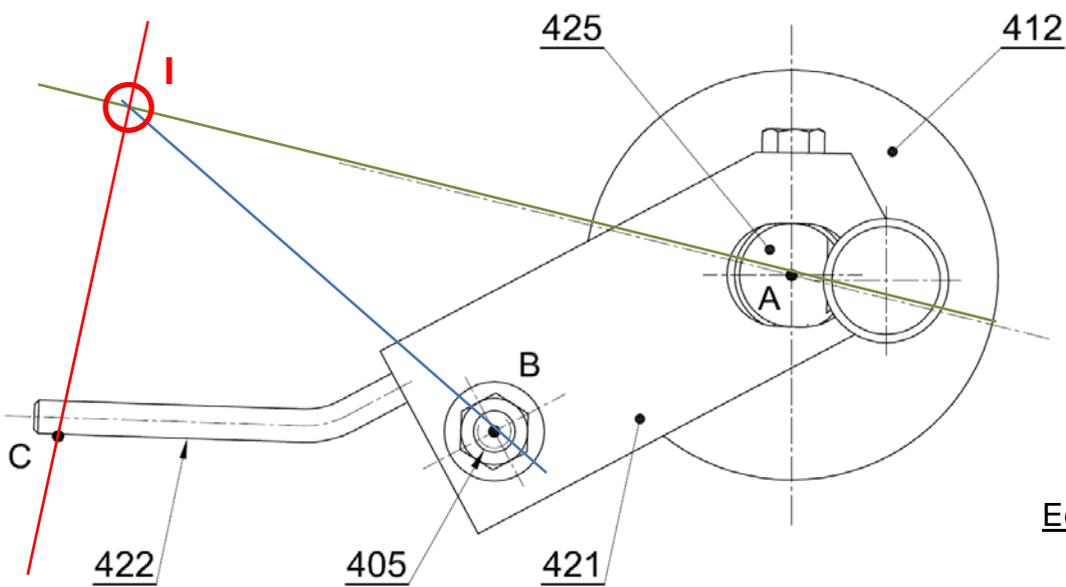
Les directions des forces sont concourantes en un seul point (I)

La somme vectorielle des forces est nulle.

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 10/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4.2.6 Déterminer graphiquement l'intensité des forces s'exerçant sur l'ensemble du dispositif de tension $S = \{421+422+424+425+426+429+455+456\}$:



Q4.2.6 / 10

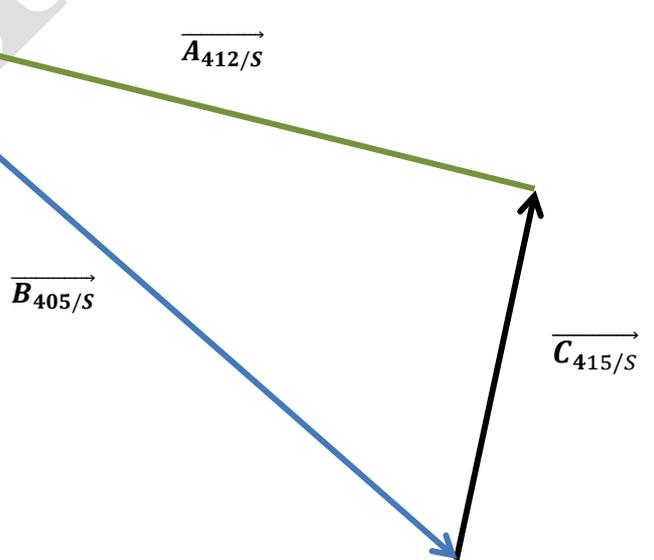
Fig. 5

Echelle du dynamique

10 mm \Leftrightarrow 4 N

$$\|\vec{B}_{405/S}\| = 105,7 \times 4/10 = 42,3 \text{ N}$$

$$\|\vec{A}_{412/S}\| = 92,7 \times 4 / 10 = 37 \text{ N}$$



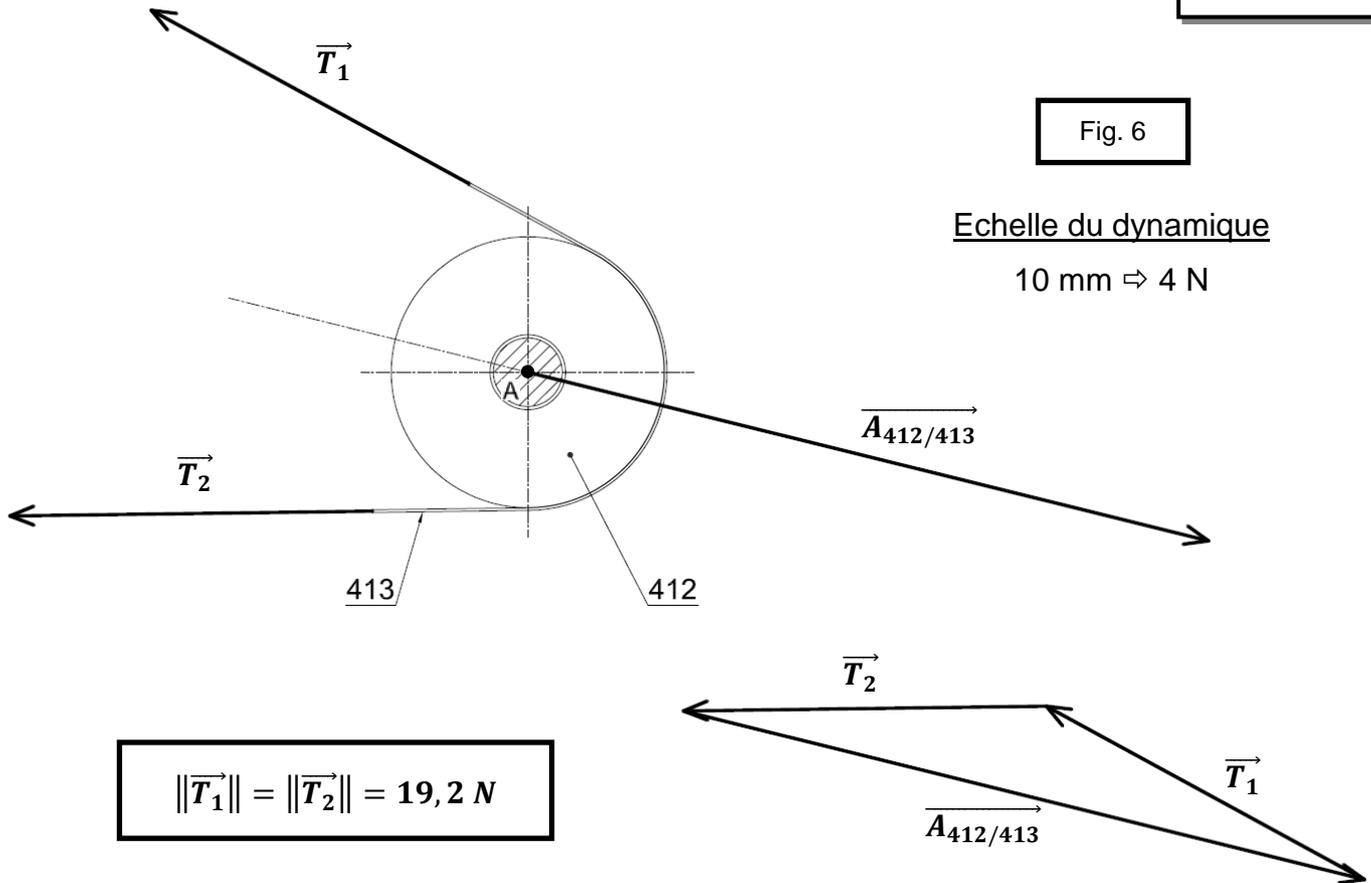
BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 11/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4.2.7 Pour la suite, nous admettons les données de l'étude statique présentée ci-dessous (fig. 6).

Déterminer la tension de la bande à l'aide du dynamique fig. 6 :

Q4.2.7 .../4



Données :

Pour limiter les vibrations lors de l'affutage des skis paraboliques, le constructeur de la bande abrasive impose une tension comprise entre 15 N et 25 N.

Q4.2.8 Le nouveau ressort mis en place permet-il de limiter les vibrations pendant l'affutage ?

Argumenter :

Le nouveau ressort permet obtenir une tension de bande de 19,2 N, qui est comprise dans la plage d'utilisation constructeur.

Q4.2.8 .../2

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 12/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q5	Recherche de la pression de tarage du vérin des unités d'affutage	DTR 4/7	30 min	/15
----	---	---------	--------	-----

Lors de l'opération d'affutage, l'opérateur se rend compte que le ski n'est pas assez affuté. Nous désirons une force de 7 N sur le ski au point K.

Une étude statique préalable nous donne un effort de poussée sur vérin (442, 443) de 11 N au point I.

Remarque : le vérin (442, 443) travaille en sortie de tige et la chambre avant est alimentée par une contre pression de 3,5 bars, afin de limiter la vitesse d'impact du dispositif sur le ski.

Votre équipe vous demande de rechercher la pression nécessaire pour assurer l'effort d'affûtage.

Données :

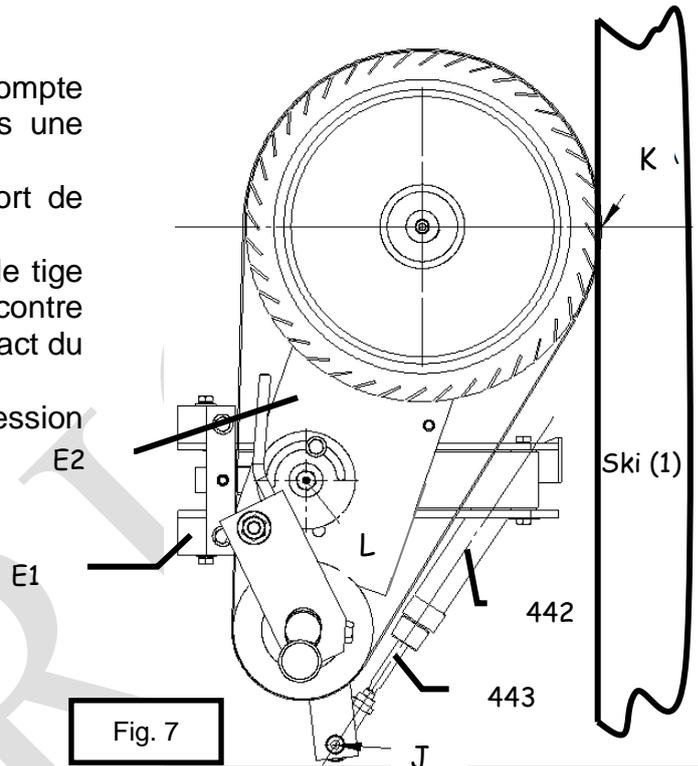
Piston Ø 20 mm

Tige Ø 8 mm

Pression disponible dans l'atelier 8 bars

Contrepression chambre avant : 3,5 bars

Force au point I : $\|\vec{I}_{E1/442}\| = 11 \text{ N}$



Dans cette partie, nous allons déterminer la pression de tarage de la chambre arrière du vérin (442+443) en tenant compte de la contre pression dans la chambre avant.

Q5.1 Calculer la poussée due à la contrepression dans la chambre avant du vérin :

$$S_{AV} = \pi \times (R^2 - r^2) = 3,14 \times (10^2 - 4^2) = 264 \text{ mm}^2$$

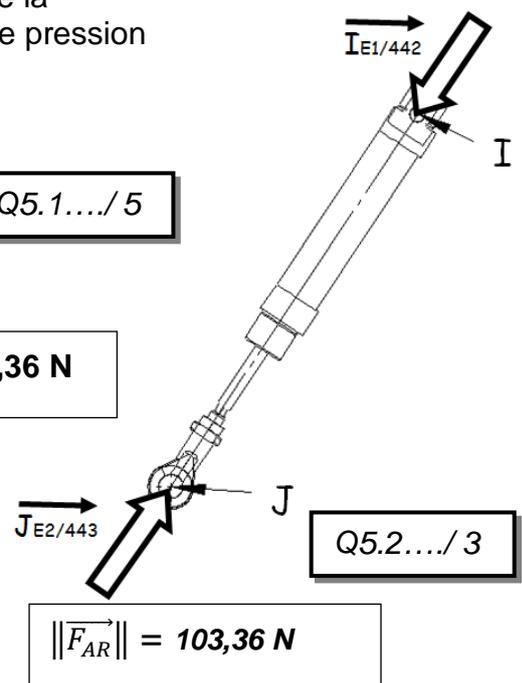
$$F_{AV} = P_{AV} \times S_{AV} = 0,35 \times 264 = 92,36 \text{ N}$$

$$\|\vec{F}_{AV}\| = 92,36 \text{ N}$$

Q5.2 Calculer la force $\|\vec{F}_{AR}\|$ que devra développer la pression dans la chambre arrière pour affûter les carres correctement :

$$\|\vec{F}_{AR}\| = \|\vec{F}_{AV}\| + \|\vec{I}_{E1/442}\|$$

$$F_{AR} = F_{AV} + \|\vec{I}_{E1/442}\| = 92,36 + 11 = 103,36 \text{ N}$$



$$\|\vec{F}_{AR}\| = 103,36 \text{ N}$$

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 13/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q5.3 Calculer la surface active de la chambre AR du piston :

$$S_{AR} = \pi \times (R^2) = 3,1416 \times (10^2) = 314,16 \text{ mm}^2$$

$$S_{AR} = 314,16 \text{ mm}^2$$

Q5.3.../3

Q5.4 Calculer la pression nécessaire dans la chambre AR (pression de tarage) pour obtenir $\|\vec{F}_{AR}\|$:

$$P_{AR} = F_{AR} / S_{AR} = 103,36 / 314,16 = 0,329 \text{ N/mm}^2 \text{ soit environ } 3,3 \text{ bars}$$

$$P_{AR} = \dots\dots\dots$$

Q5.4.../4

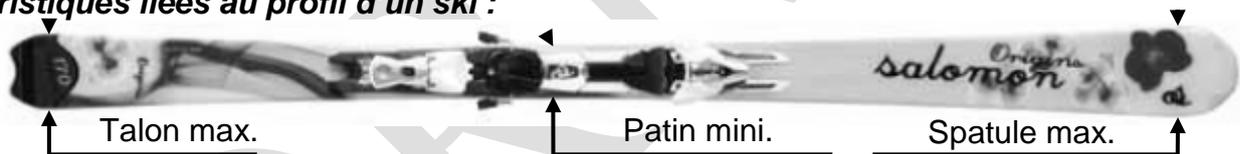
PARTIE 3 Amélioration.

Q6	Etude cinématique de l'unité d'affutage	DTR 5/7 DTR 6/7, DTR 7/7	50 min	/44
----	---	-----------------------------	--------	-----

Le service maintenance décèle un usinage trop important des carres entre le patin et le talon, et conclut qu'il est nécessaire de réduire la vitesse linéaire de la bande abrasive lorsque les unités d'affûtage reculent en fin d'affutage du ski.

Le bureau d'études décide d'implanter un capteur de déplacement rectiligne analogique (communément appelé "règle potentiométrique"), placé sous le vérin (**442+443**), entre le bras de force (**411**) de l'unité d'affûtage avant et le bâti de la machine. Cette modification permettra de détecter le profil du ski pendant l'usinage (différence de largeur entre le talon, le patin et la spatule).

Caractéristiques liées au profil d'un ski :



Le choix du bureau d'études s'est porté sur la règle référencée VS/50/UU pour des raisons d'encombrement et de course utile. Cette règle devra être fixée entre la chape du vérin (point J) et sur le châssis (point H à définir).

- Données :**
- la course du piston est de 44mm
 - Le vérin travaille en sortie de tige
 - Les liaisons au point I est une liaison rotule
 - aux points L, J et H sont des liaisons pivots

Q6.1 Déterminer le mouvement du bras(411) par rapport au châssis(1) (voir fig. 8 page suivante) :

Mvt 411/1 : **Rotation de centre L et d'axe z**

Q6.1 .../6

Q6.2 Déterminer et représenter sur la fig. 8 la trajectoire $T_{J \in 411/1}$:

Arc de cercle de centre L et de rayon CJ

Q6.2 .../8

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 14/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q6.3 Déterminer le point J' correspondant à la position du point J lorsque la tige du vérin est sortie.

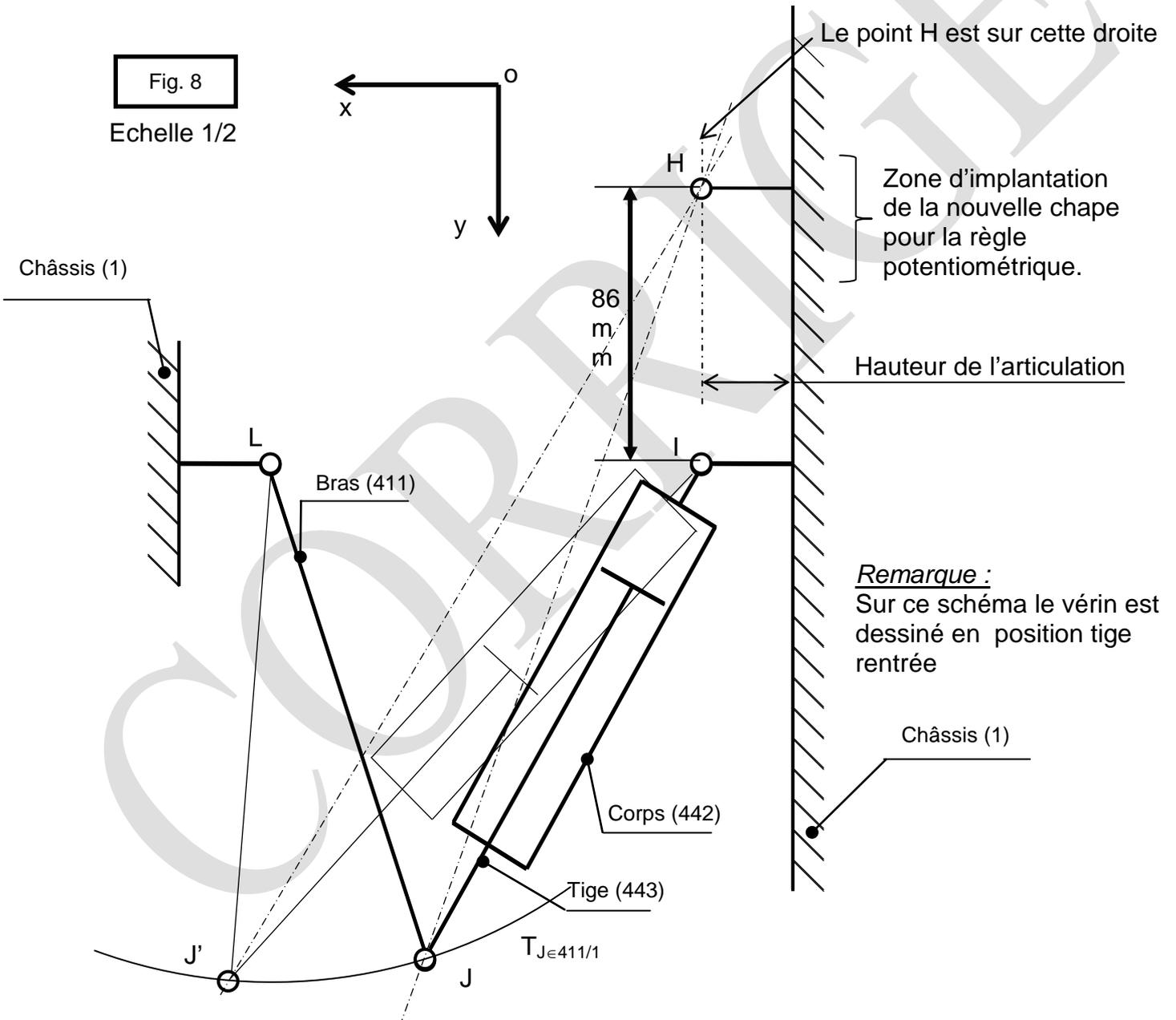
Q6.3 .../ 6

Q6.4 Déterminer la position du point H correspondant aux limites d'utilisation de la règle potentiométrique suivante : tige sortie (J'H) = 300 mm.

Q6.4 .../ 6

Q6.5 Sur la fig. 8, tracer la nouvelle chape au point H et indiquer la dimension séparant les points H et I (coter sur la figure) :

Q6.5 .../ 6



BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 15/16

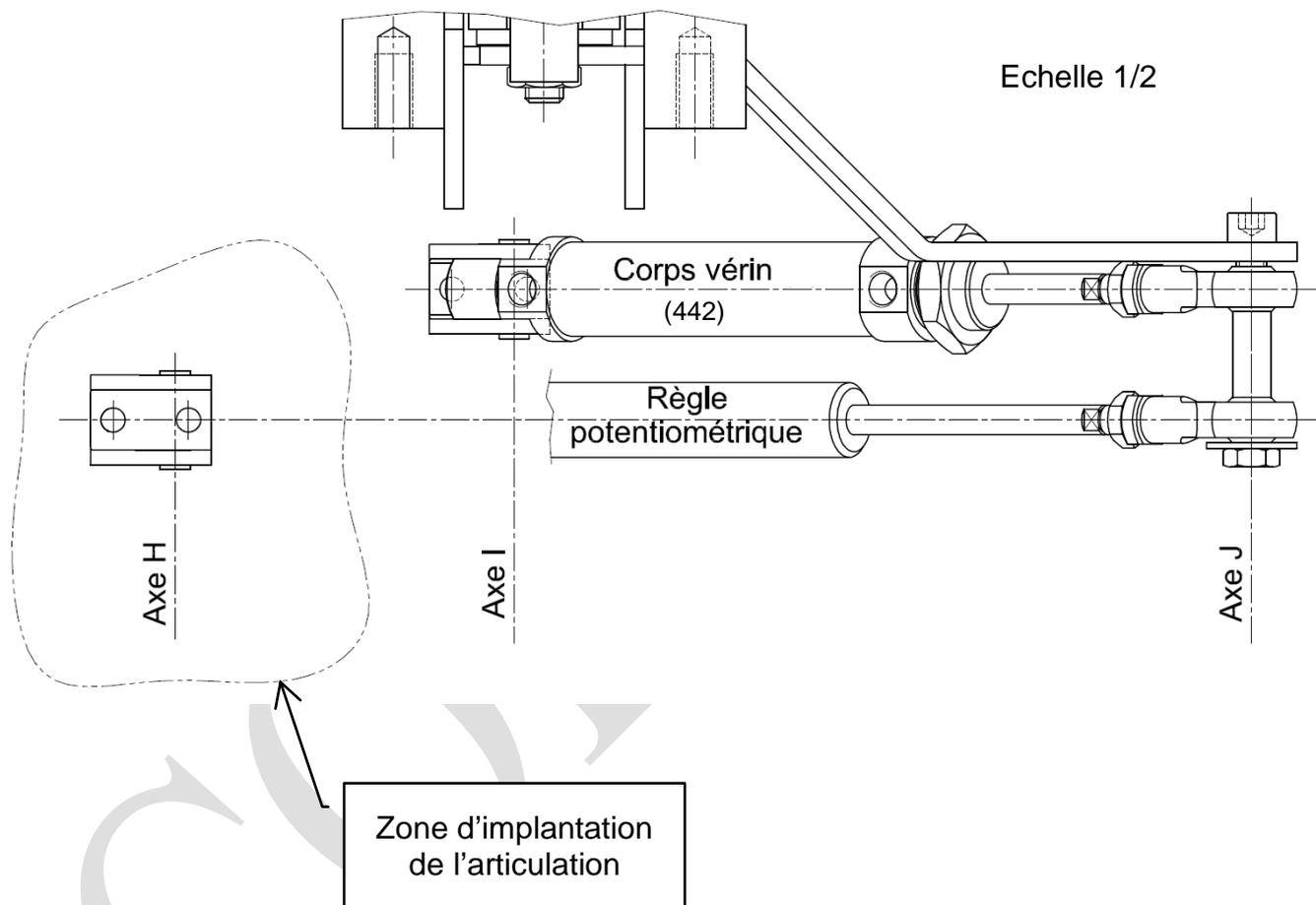
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q6.6 Afin de mettre à jour le dossier technique, on vous demande de représenter sur l'extrait de plan ci-dessous l'articulation de la règle potentiométrique.

Le choix s'est porté sur l'articulation référence IMC02025. Elle sera implantée sur l'axe H et aura la même orientation que la chape actuelle du vérin d'affûtage.

Q6.6 / 12

Echelle 1/2



BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Corrigé
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC 16/16