



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

DANS CE CADRE	Académie :	Session :
	Examen :	Série :
	Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
	Epreuve/sous épreuve :	
	NOM :	
	(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
	Prénoms :	N° du candidat
Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)	
NE RIEN ÉCRIRE	Appréciation du correcteur	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Note :</div>	

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

Baccalauréat Professionnel « Maintenance des Équipements Industriels »

ÉPREUVE E1 : Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve E11 : Analyse et exploitation de données techniques

SESSION 2013

A partir d'un dysfonctionnement identifié sur un bien industriel pluri technologique, l'épreuve permet de vérifier que le candidat a acquis tout ou partie des compétences suivantes :

- CP 2.1 Analyser le fonctionnement et l'organisation d'un système,
- CP 2.2 Analyser les solutions mécaniques réalisant les fonctions opératives.

Les supports retenus sont liés à la spécialité Maintenance des Équipements Industriels

Ce sujet comporte : 18 pages

Dossier présentation

DQR 2/18 à DQR 3/18

Dossier questions-réponses

DQR 4/18 à DQR 18/18

Matériel autorisé :

- Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; B.O.E.N. n°42),
- Le guide du dessinateur industriel,
- Matériel de géométrie (compas, équerre, rapporteur).

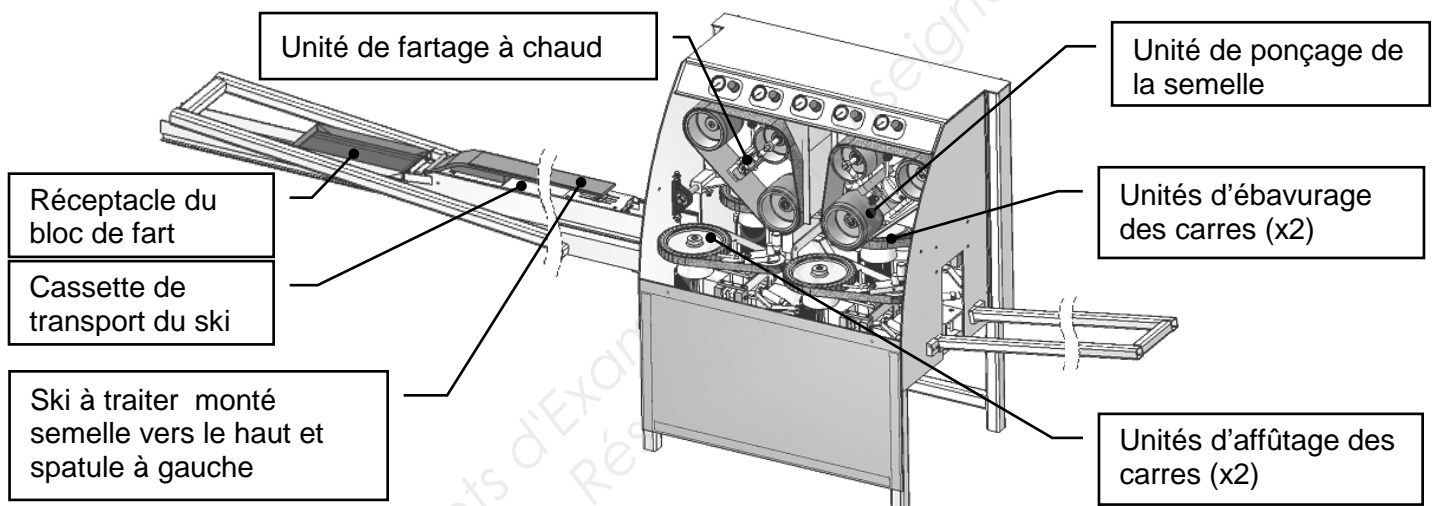
BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 1/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DOSSIER PRÉSENTATION

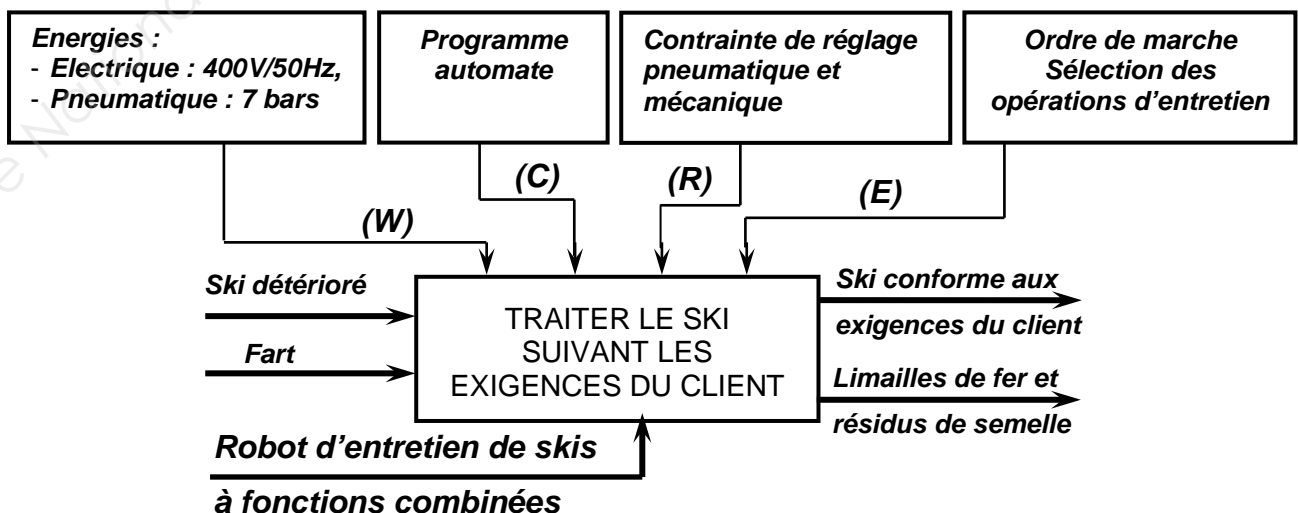
Présentation du robot d'entretien de skis à fonctions combinées :

Cet équipement polyvalent permet aux magasins de location de sports d'hiver de maintenir en bon état leurs skis de location. Il réalise 4 opérations d'entretien : affûtage latéral des carres*, ponçage de la semelle, ébavurage des carres* et fartage à chaud de la semelle. Le ski, bridé sur la cassette de transport par l'intermédiaire d'une ventouse, est véhiculé devant chaque unité pour être entretenu suivant les choix déterminés par l'opérateur.



* Le premier rôle des carres est de permettre au ski de « mordre » à la glace lors des virages. Les carres sont fabriquées en acier afin de résister à l'abrasion et doivent nécessairement être bien affûtées.

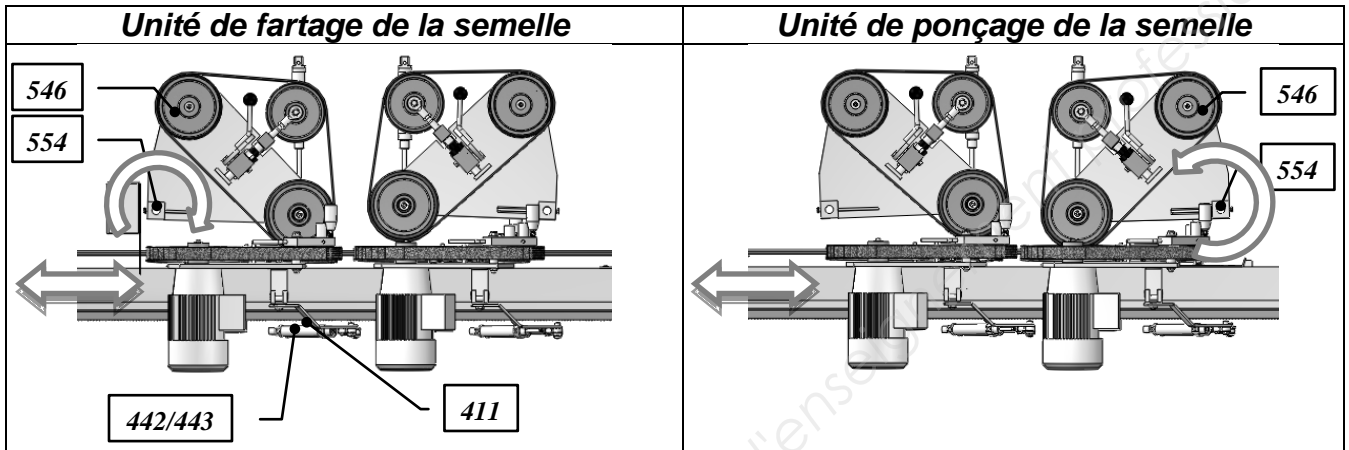
Fonction globale : Nœud A-0



BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 2/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

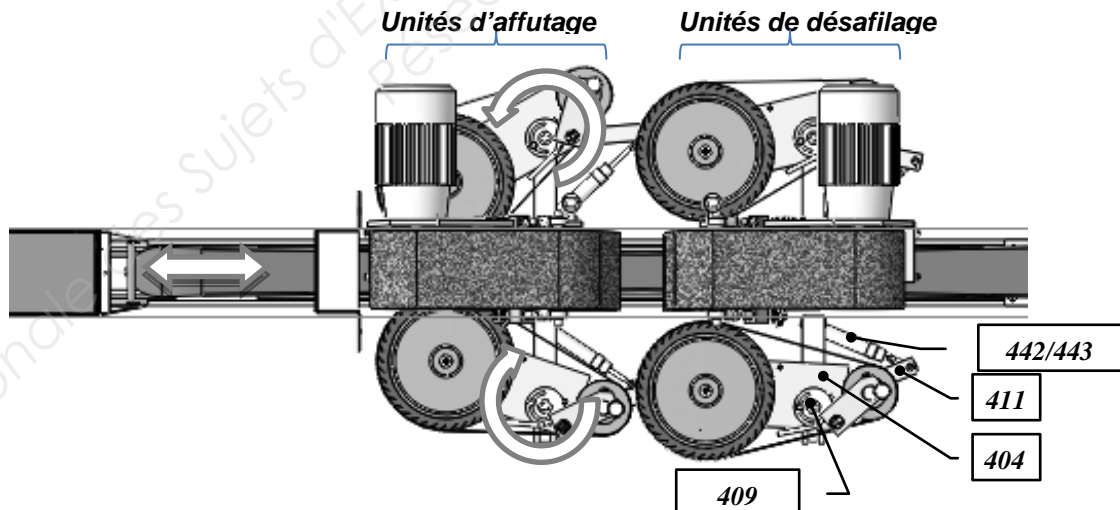
Analyse fonctionnelle :



Principe de fonctionnement des unités de fartage et de ponçage de la semelle :

Un vérin manœuvre le support de l'unité en le faisant pivoter autour de l'axe (554). La bande abrasive permettant d'effectuer l'opération d'entretien (fartage ou ponçage) est mise en rotation par l'intermédiaire du moteur électrique associé au tambour (546).

Unités d'affutage et de désafilage



Principe de fonctionnement des unités d'affutage ou de désafilage : (voir plan DTR 6/7)

Les 2 unités travaillent simultanément, elles sont positionnées symétriquement l'une face à l'autre par rapport à l'axe du ski à traiter. Une bande abrasive permettant de d'effectuer l'opération d'entretien (affûtage ou désafilage) est mise en rotation par l'intermédiaire du moteur électrique (403), celui-ci est monté sur le support (404) qui pivote par rapport au châssis autour de l'axe (409) assemblé à un bras de force (411) qui est actionné lui-même par un vérin pneumatique (442 + 443).

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 3/18

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 :

La Valeur Ajoutée :

La Fonction Globale :

Les données de contrôle sont : 1.

2.

3.

Le nom du système :

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 4/18

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 ?

.....
.....

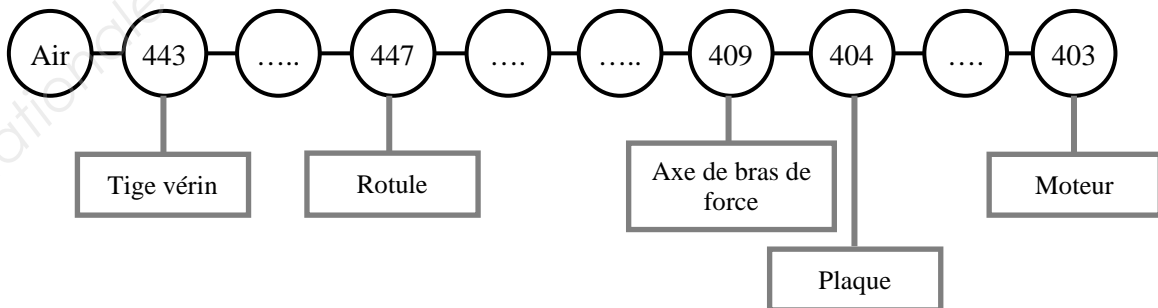
Quelles solutions techniques ont été choisies pour déplacer l'unité d'affûtage ?

.....
.....
.....

Q1.3 Identifier les fonctions du ressort 415 :

.....
.....
.....

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

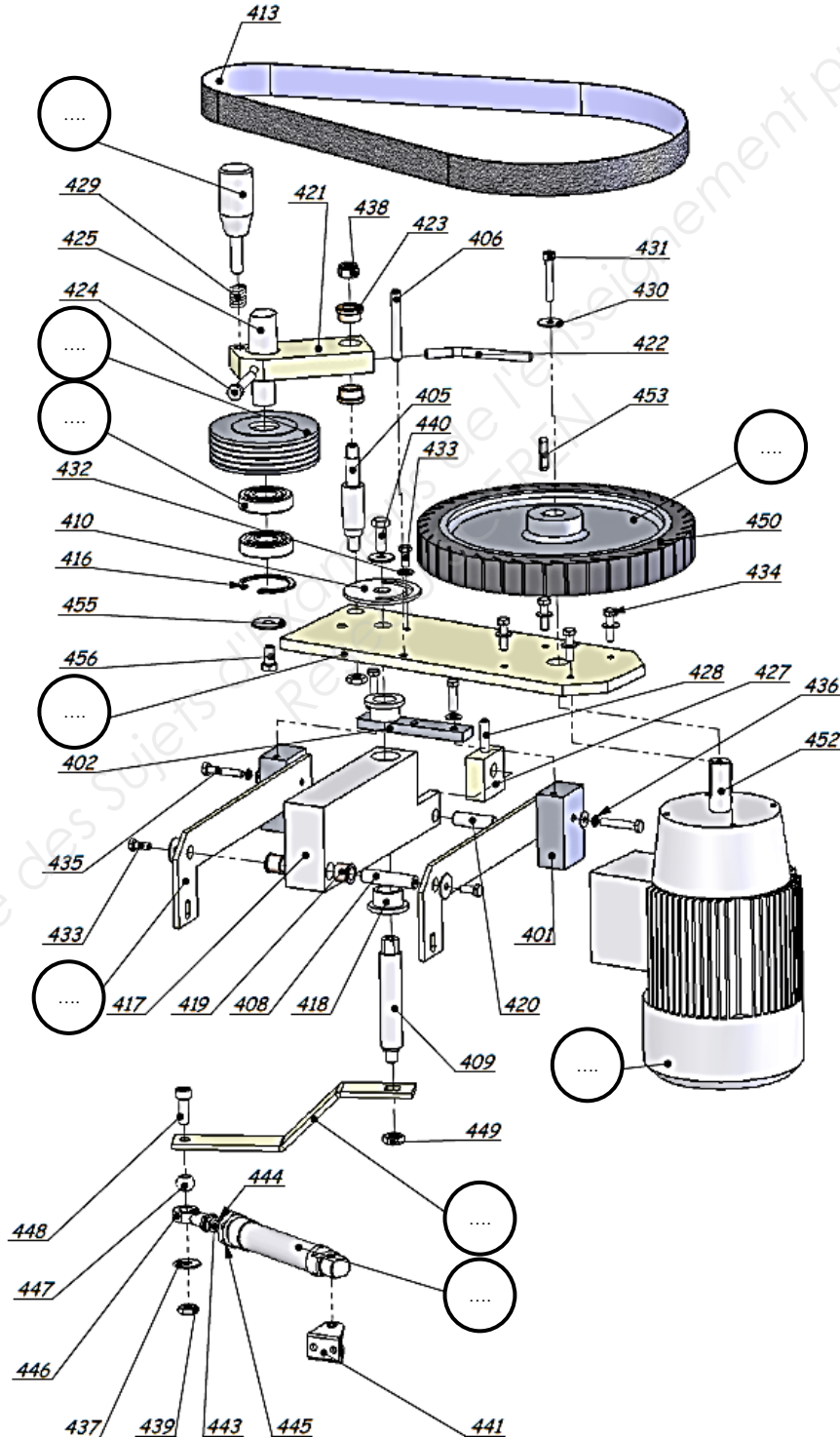


BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 5/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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

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



BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 6/18

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".

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

Bleu CE1_(fixe) = { 401_(x2) + 402 + 408 + 418_(x2) + 419_(x2) + 420 + 427 + 428 + 430_(x2) + 432_(x4) + 433_(x2) + 434_(x2) + 436_(x2) + 441 + + + }

Jaune 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 }

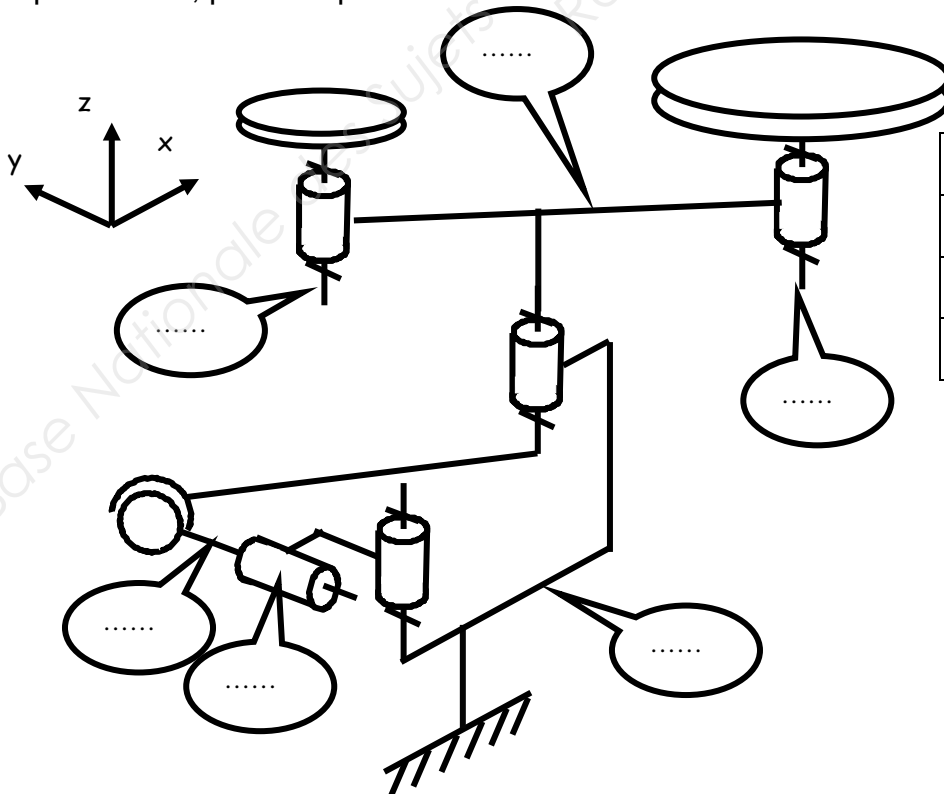
Rouge CE3_(arbre moteur) = { 430_(x1) + 431 + 450 + 451 + 452 + 453 }

Vert CE4_(poulie tendeur) = { 412 + }

Orange CE5_(corps vérin) = { 442 + 445 }

Marron CE6_(tige vérin) = { 443 + + }

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 :



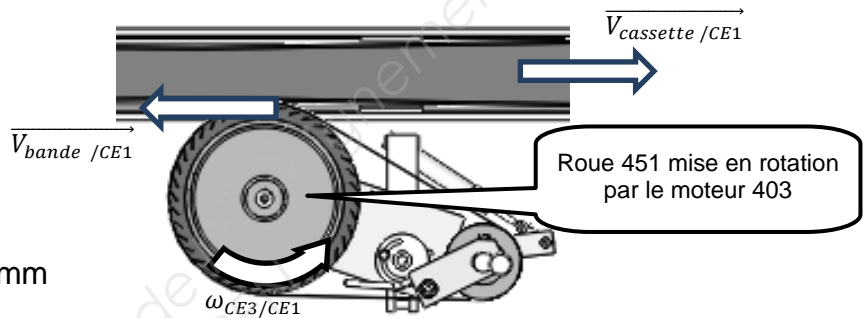
Liaison entre CE1 et CE2	
T _x =	R _x =
T _y =	R _y =
T _z =	R _z =

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 $\|\vec{V}_{bande / CE1}\|$:

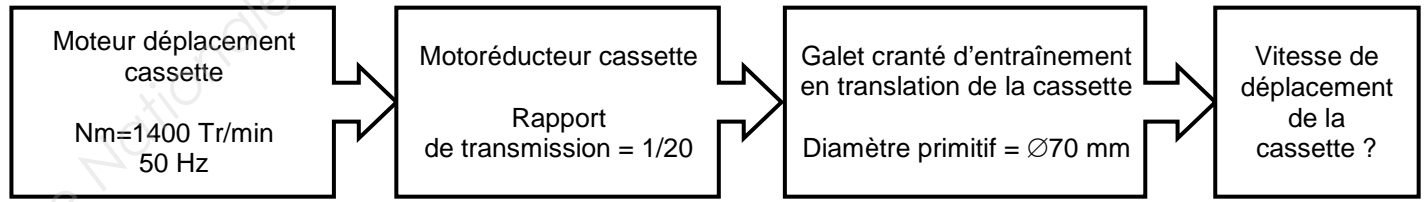
.....

.....

.....

$\|\vec{V}_{bande / CE1}\| = \dots\dots\dots$

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



.....

.....

.....

.....

$\|\vec{V}_{cassette / CE1}\| = \dots\dots\dots$

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 8/18

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) :

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

.....
.....
.....

$\ \overrightarrow{V_{bande /cassette}}\ = \dots\dots\dots$
--

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

.....
.....
.....

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

.....
.....
.....

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 9/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

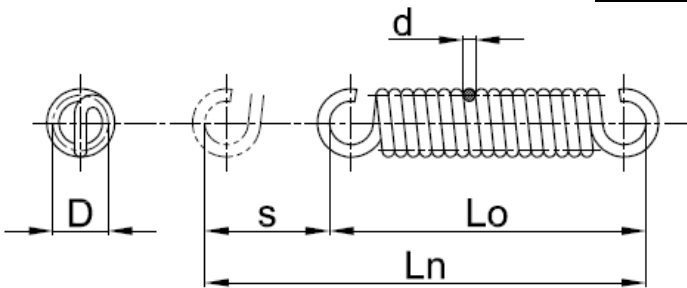
Q4	Recherche de la force exercée par le dispositif de tension sur la courroie (statique graphique)	DTR 4/7, DTR 6/7, DTR 7/7	50 min	/48
----	---	------------------------------	-----------	-----

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 : $d = 1 \text{ mm}$
- Diamètre moyen : $D = 8 \text{ mm}$
- Longueur libre : $L_0 = 75 \text{ mm}$
- Longueur sous charge : $L_n = 125 \text{ mm}$
- Charge appliquée (à rechercher) : $F \text{ (en N)}$
- Nb de spire : $n = 50$
- Flèche : $s = L_n - L_0$
- Module de Coulomb : $G = 80\,000 \text{ MPa}$



$F = \dots\dots\dots$

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 $\|\vec{D}_{415/406}\| = 20 \text{ N}$

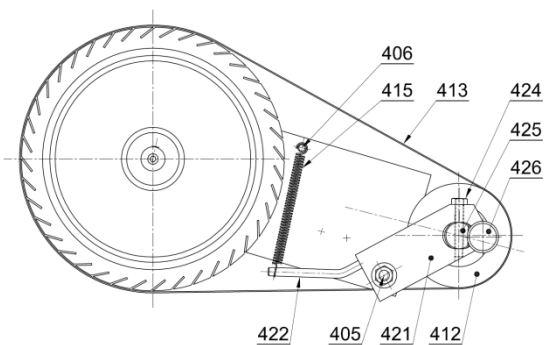


Fig. 1

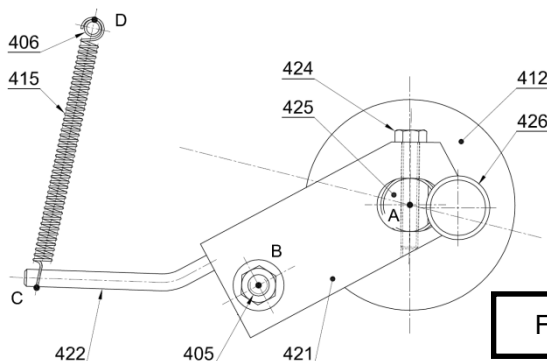


Fig. 2

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 10/18

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 :

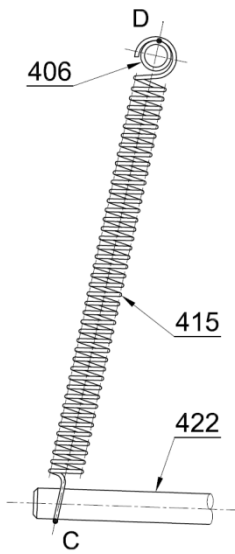


Fig. 3

Noms des forces	Point d'application	Direction	Sens	Intensité [N]
.....	D		
.....	C		

Q4.2.2 En utilisant le PFS, déduire le support de $\overrightarrow{D_{406/415}}$:

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

.....

.....

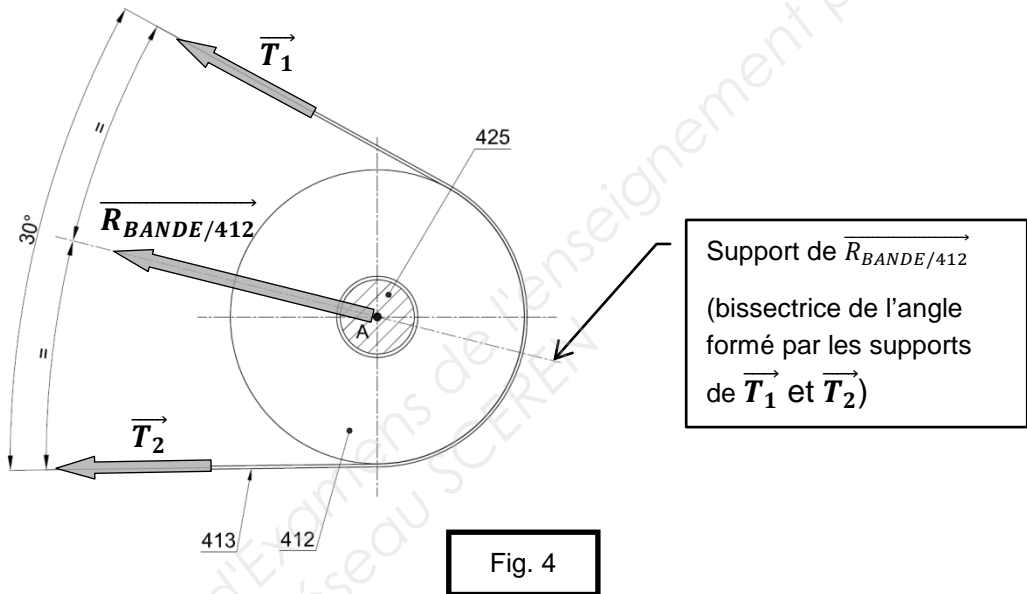
.....

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Remarque préliminaire :

Notons $\vec{R}_{BANDE/412}$ la résultante des efforts \vec{T}_1 et \vec{T}_2 causés par la tension de la bande abrasive sur la poulie 412, telle que : $\vec{R}_{BANDE/412} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$:



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
	B		
$\vec{A}_{412/S}$	A	\	

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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 forces, alors :

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

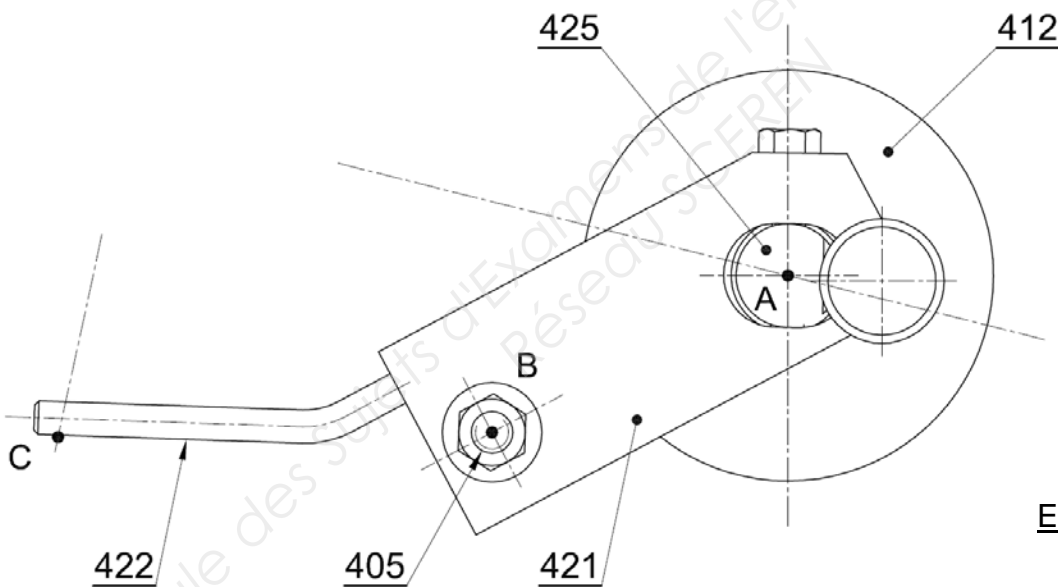
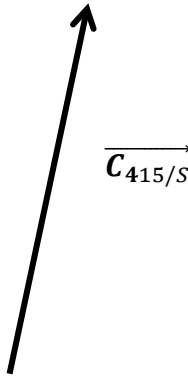


Fig. 5

Echelle du dynamique
10 mm \Leftrightarrow 4 N

$\|\vec{B}_{405/S}\| = \dots\dots\dots$

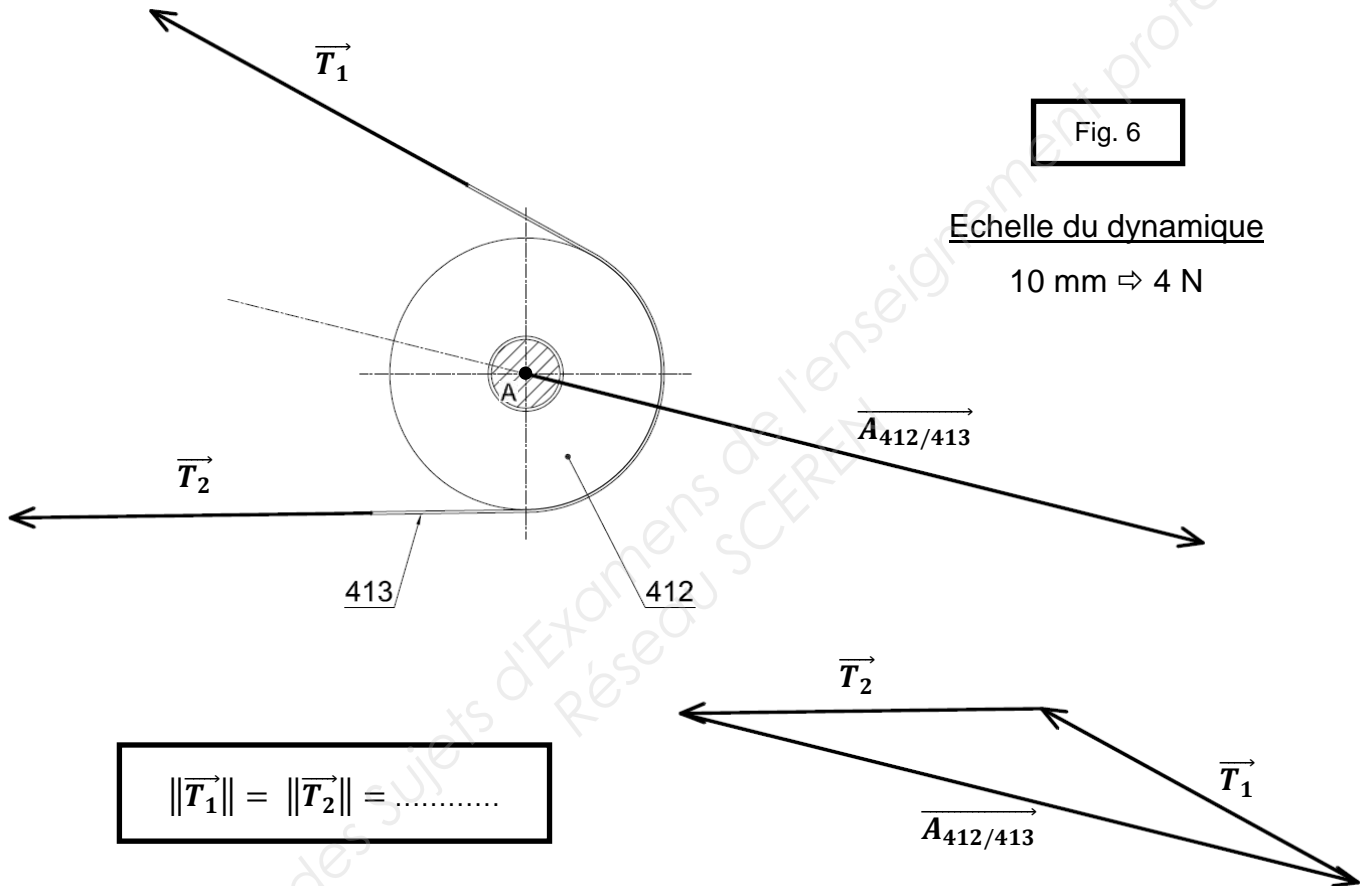
$\|\vec{A}_{412/S}\| = \dots\dots\dots$



BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 13/18

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 :



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 :

.....

.....

.....

.....

BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 14/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q5	Recherche de la pression de tarage du vérin des unités d'affutage	DTR 4/7, DTR 6/7, DTR 7/7	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.

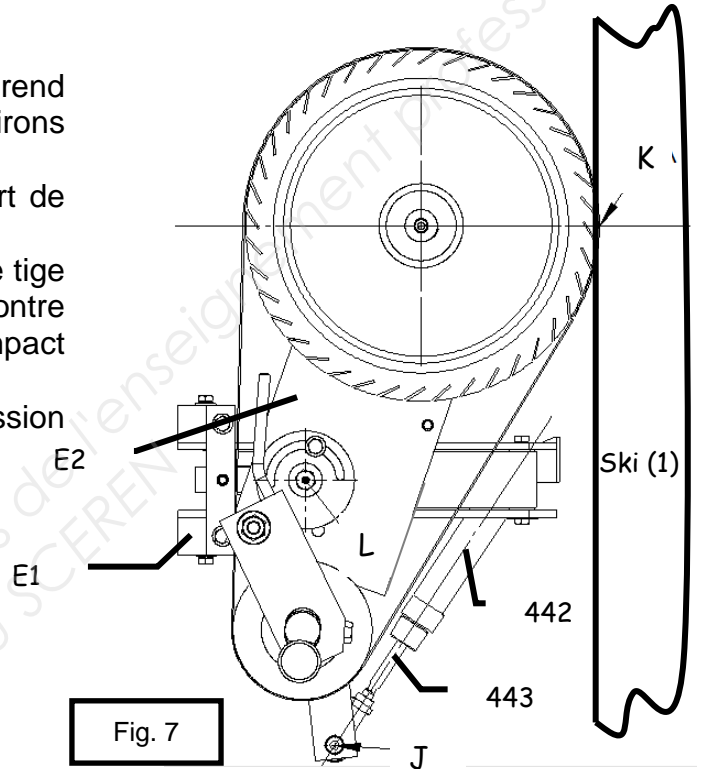
Une étude statique préalable nous donne un effort de poussée sur vérin (442, 443) de 11 N au point I.

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 :

.....

.....

.....

$\|\vec{F}_{AV}\| = \dots\dots\dots$

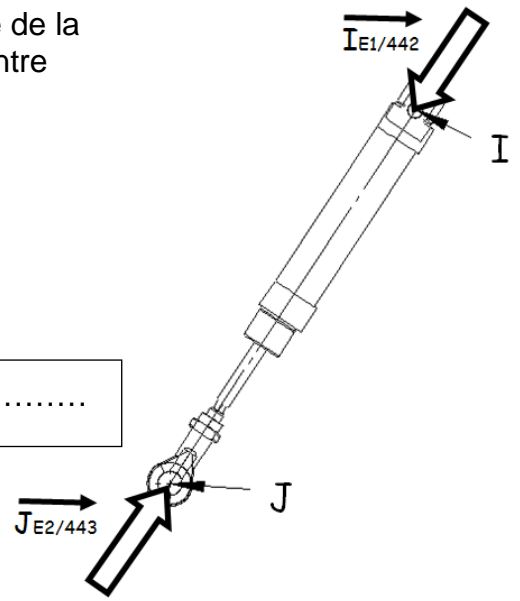
Q5.2 Calculer la force $\|\vec{F}_{AR}\|$ que devra développer la pression dans la chambre arrière pour affûter les carres correctement :

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

.....

.....

$\|\vec{F}_{AR}\| = \dots\dots\dots$



BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 15/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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

.....

 $S_{AR} = \dots\dots\dots$

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

.....

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

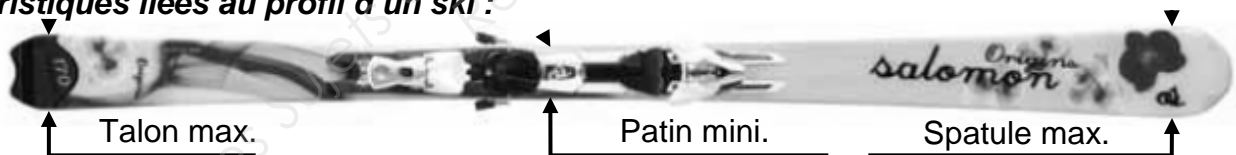
PARTIE 3 Amélioration.

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 :

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

.....

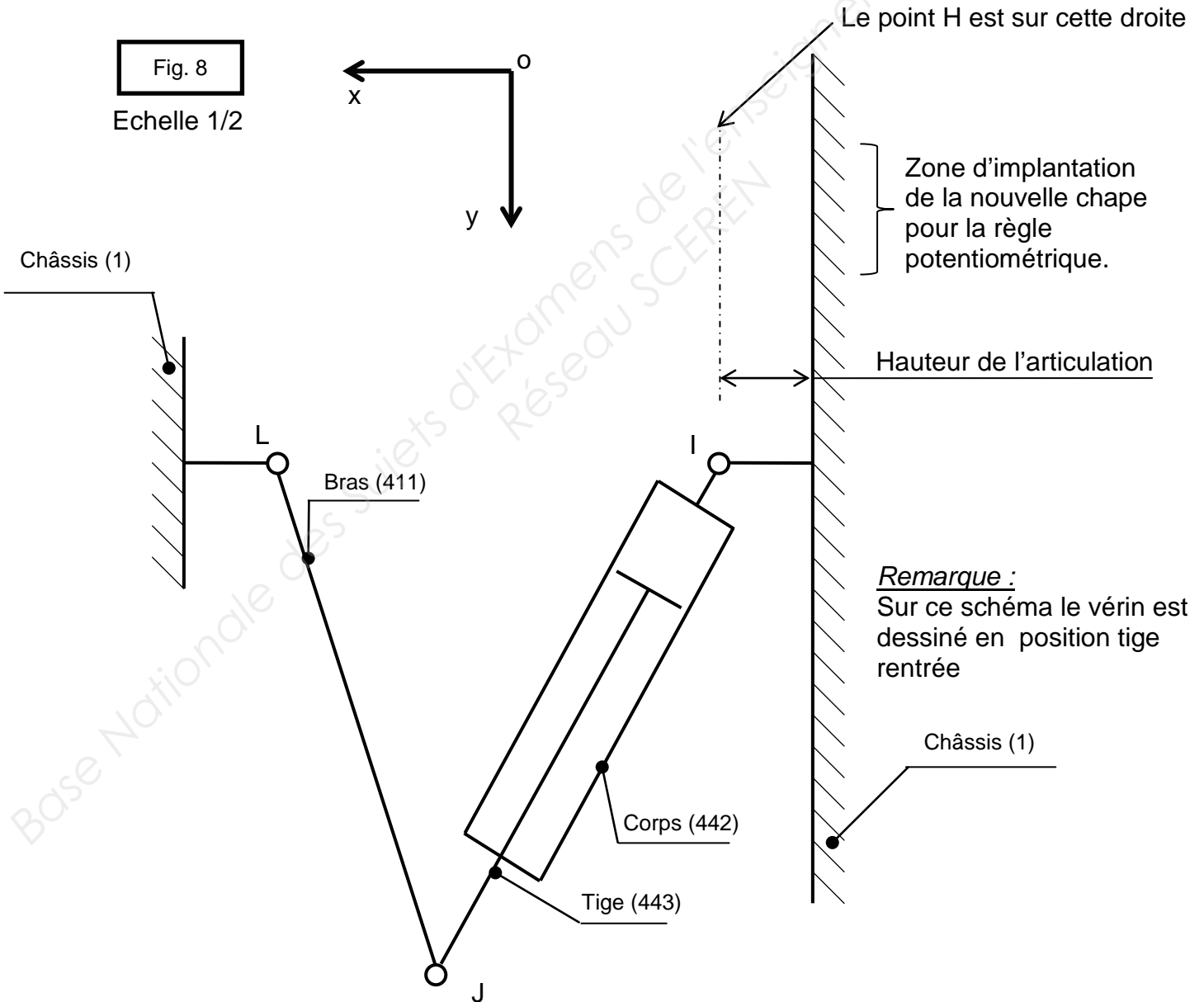
BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 16/18

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.

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

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) :

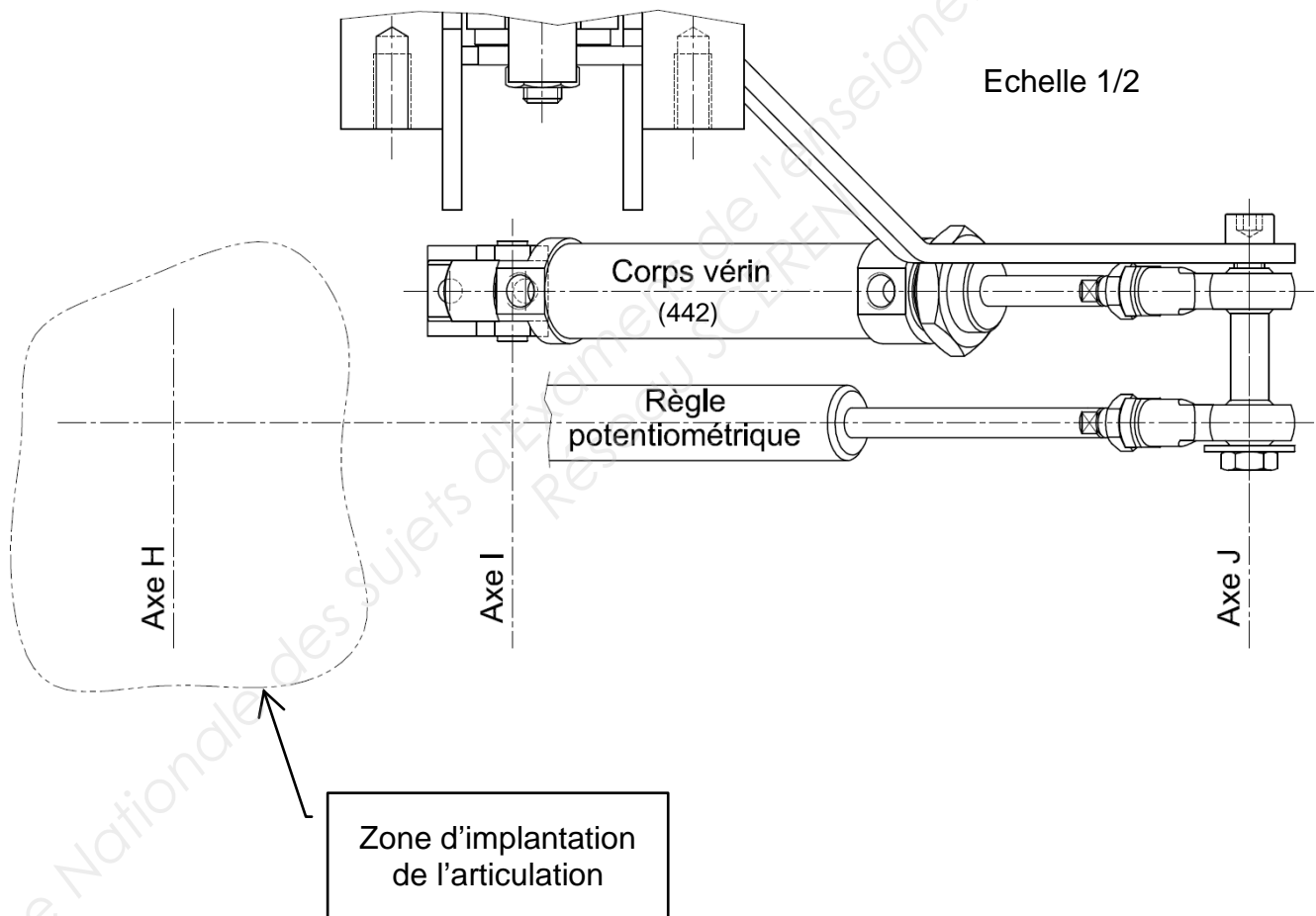


BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 17/18

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.



BAC PRO MEI	Code : 1306-MEI ST 11	Session 2013	Dossier Questions Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR 18/18