

# BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

## Etude et Définition de Produits Industriels

Epreuve E1 - Unité U 11

### Etude du comportement mécanique d'un système technique

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve :

**C 12 : Analyser un produit**

**C 13 : Analyser une pièce**

**C 21 : Organiser son travail**

**C 22 : Etudier et choisir une solution**

S 1 : Analyse fonctionnelle et structurelle

S 2 : La compétitivité des produits industriels

S 3 : Représentation d'un produit technique

**S 4 : Comportement des systèmes mécaniques – Vérification et dimensionnement**

S 5 : Solutions constructives – Procédés – Matériaux

S 6 : Ergonomie – Sécurité

Ce sujet comporte :

- Dossier de présentation page 2/16 à 4/16
- Dossier technique page 5/16 à 9/16
- Dossier travail page 10/16 à 16/16

Documents à rendre par le candidat :

- Pages 11/16 à 16/16

**Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat,  
ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant**

Calculatrice et documents personnels autorisés.

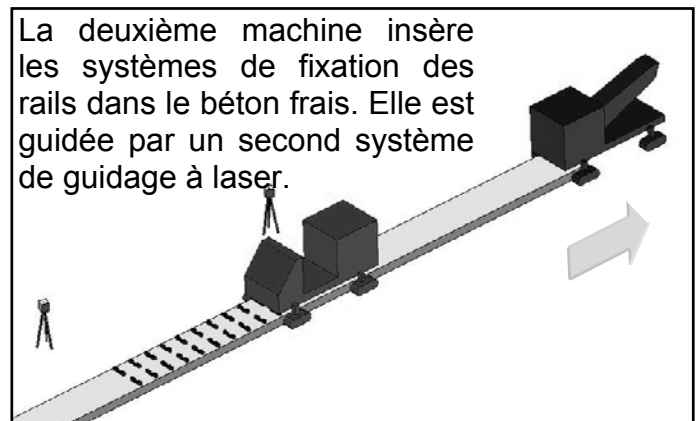
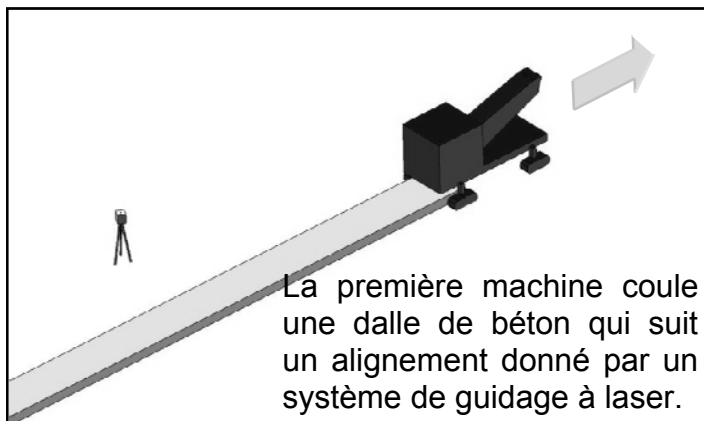
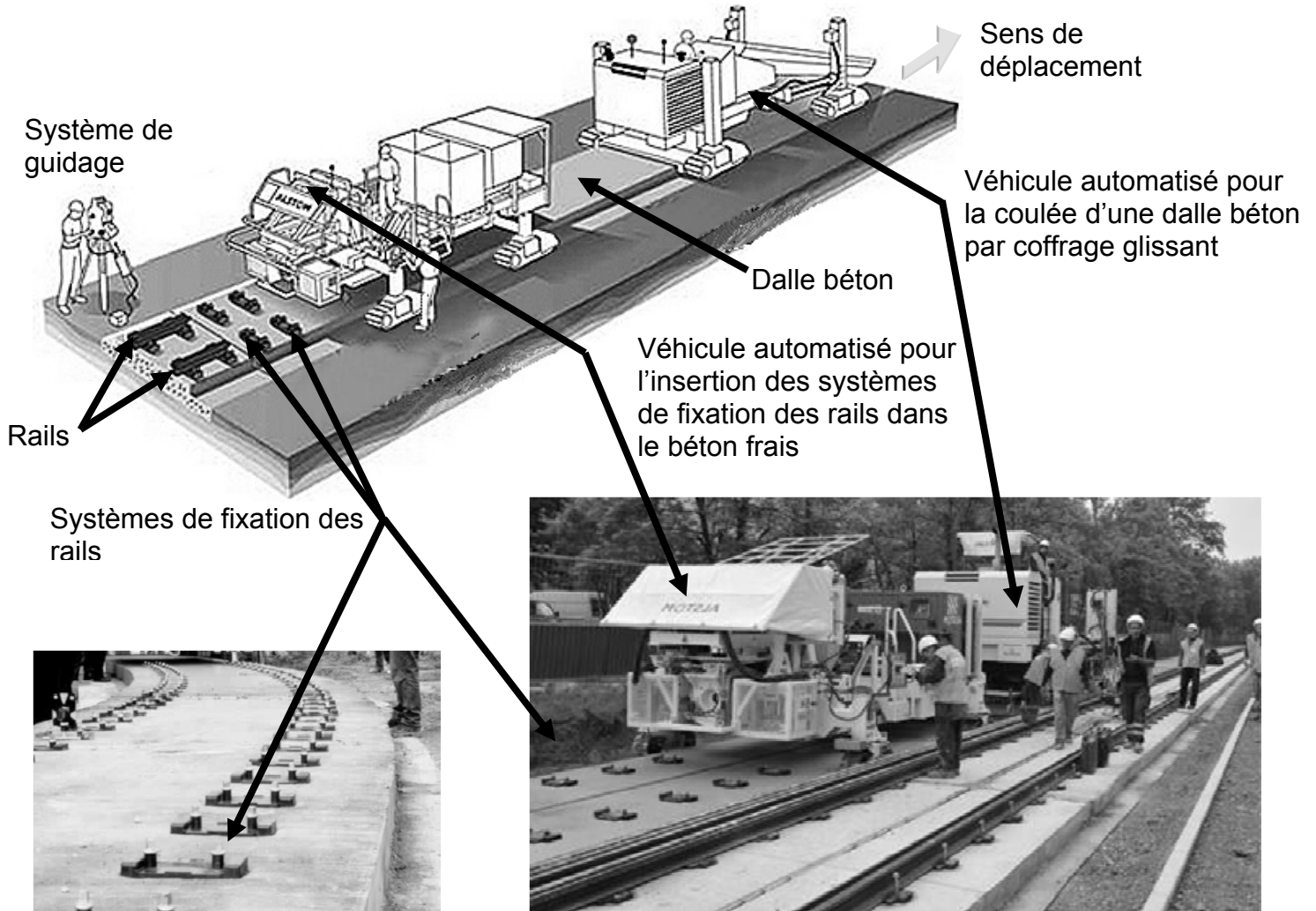
<b>BAC PRO E.D.P.I.</b>	<b>Code : 1206-EDP ST 11</b>	<b>Session 2012</b>	<b>SUJET</b>
<b>Étude du comportement mécanique d'un système technique</b>	<b>Durée : 3 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Page 1/23</b>

# DOSSIER DE PRESENTATION

<b>BAC PRO E.D.P.I.</b>	<b>Code : 1206-EDP ST 11</b>	<b>Session 2012</b>	<b>SUJET</b>
<b>Étude du comportement mécanique d'un système technique</b>	<b>Durée : 3 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Page 2/23</b>

## PRESENTATION GENERALE DE L'APPITRACK

Le système APPITRACK, pour Automatic Plate and Pin Insert for Trackwork soit en français : machine d'insertion de traverses et de tire-fonds pour voies ferrées, est un nouveau procédé automatisé de pose de voies de tramways, métro, grandes lignes . APPITRACK est constituée d'un couple de véhicules qui fonctionnent en tandem. La première machine a pour vocation de couler une dalle de béton qui suit un alignement de voie prédéfini (coffrage glissant). La seconde machine suit la première, quelques mètres derrière et insère avec une grande précision les systèmes de fixation des rails dans le béton frais.

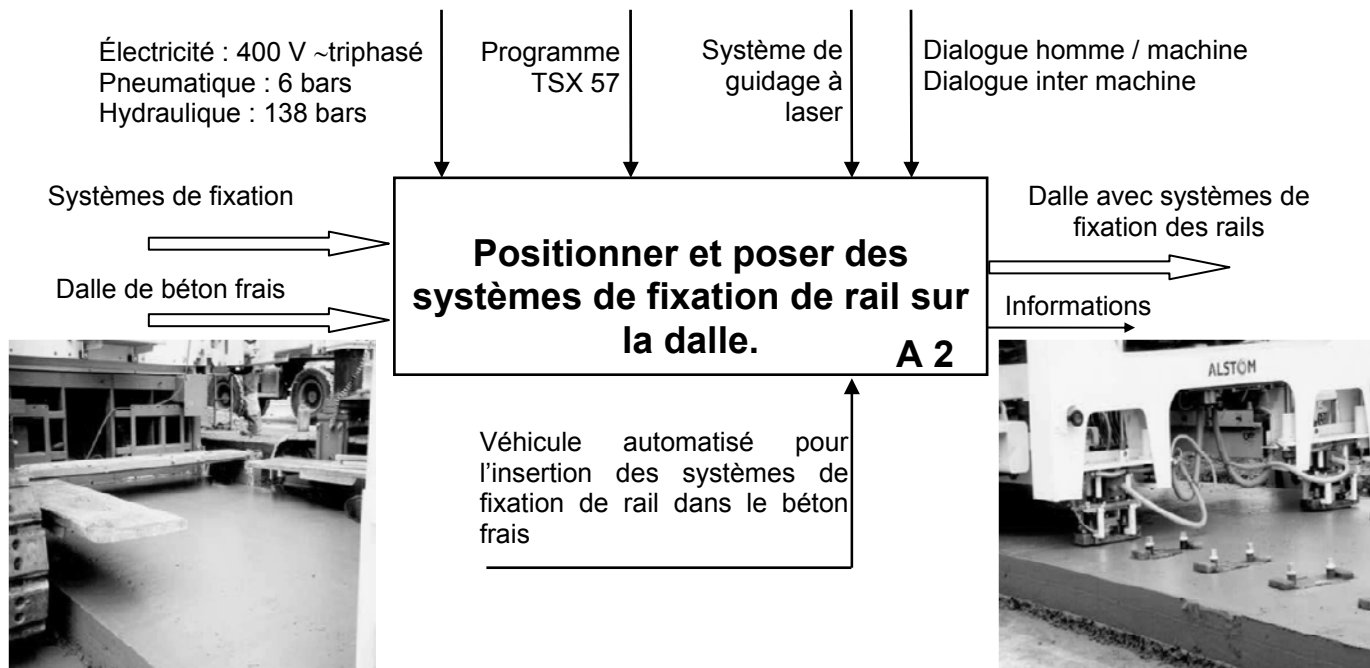


BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 3/23

## PRESENTATION DU SOUS SYSTEME ETUDIE

L'étude est à réaliser sur le deuxième véhicule, véhicule automatisé pour l'insertion des systèmes de fixation des rails dans le béton frais.

## FONCTION GLOBALE DU SOUS SYSTEME

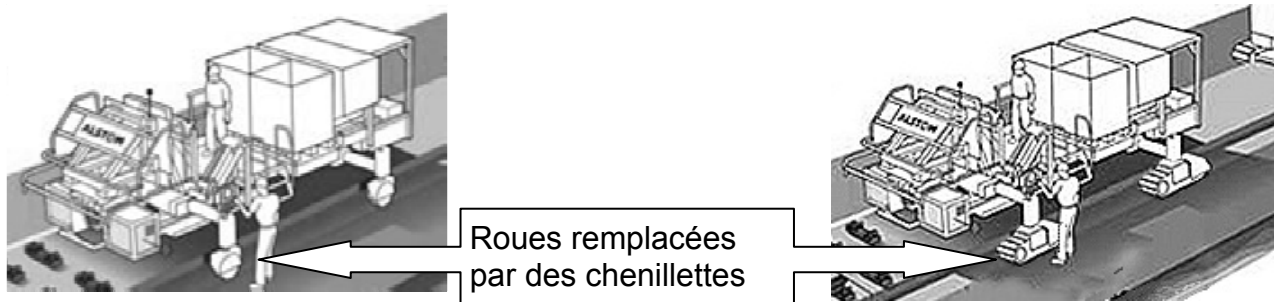


## PROBLEMATIQUE GENERALE

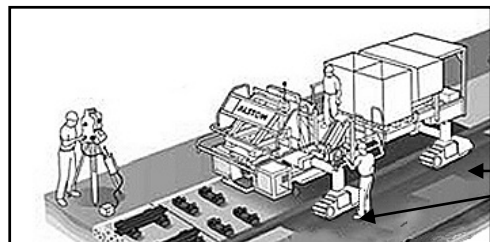
Dans le cadre de l'amélioration du véhicule automatisé pour l'insertion des systèmes de fixation de rail, les roues initialement installées, sont remplacées par des chenillettes. Pour assurer ce changement, il est demandé au candidat :

1 - Le remplacement des roues par des chenilles exige des vérifications : La compatibilité du nouveau vérin (axe d'articulation, indice de vitesse,...)

2 - Après modification, un dysfonctionnement apparaît lors de l'essai de la machine : Les testeurs constatent un entraxe irrégulier entre les systèmes de fixation posés, le résultat du diagnostic détermine un mauvais contact entre la roue codeuse et le galet.

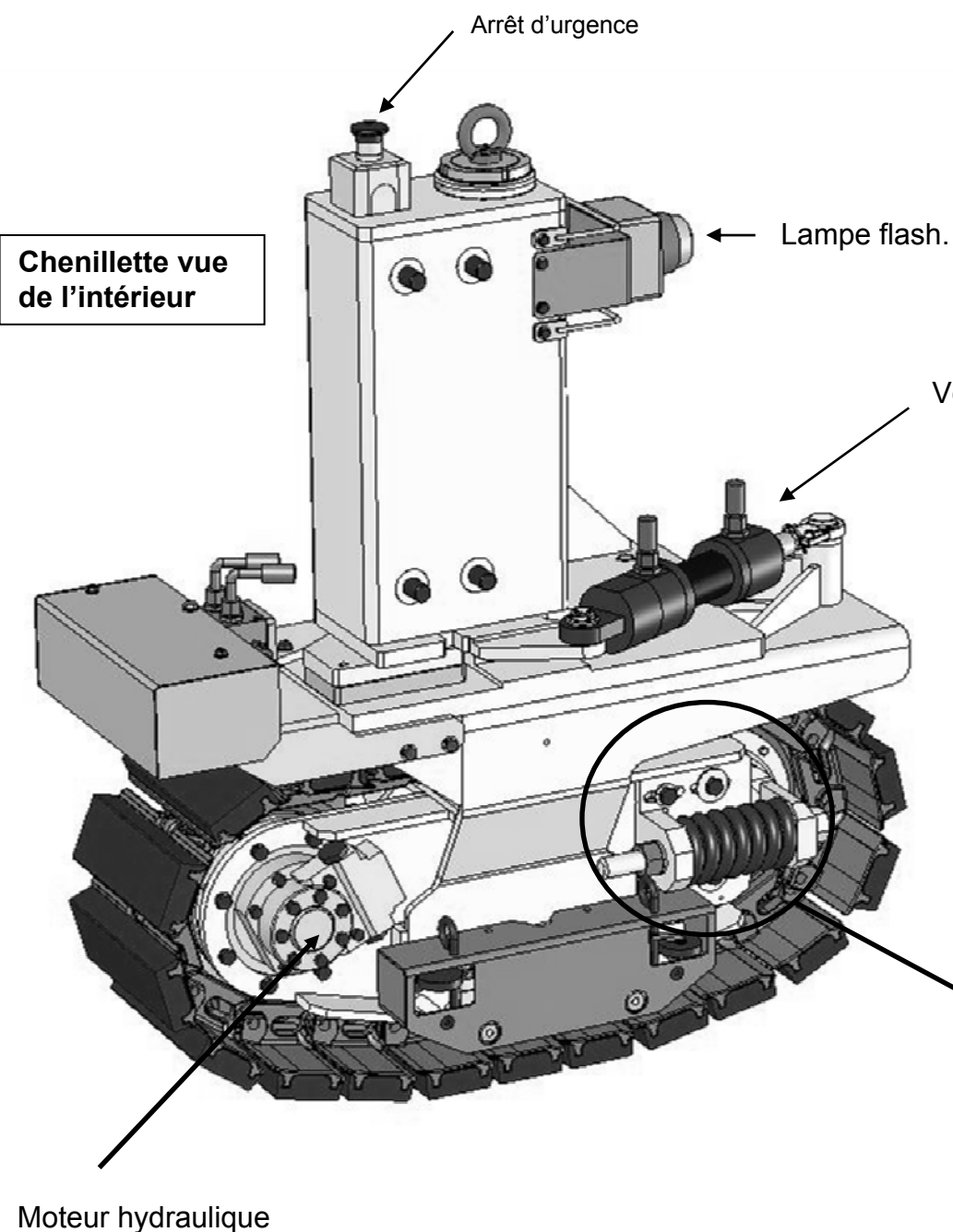


BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 4/23



Pour son déplacement, ce véhicule est équipé de quatre chenillettes motrices et directrices.

**Chenillette vue de l'intérieur**

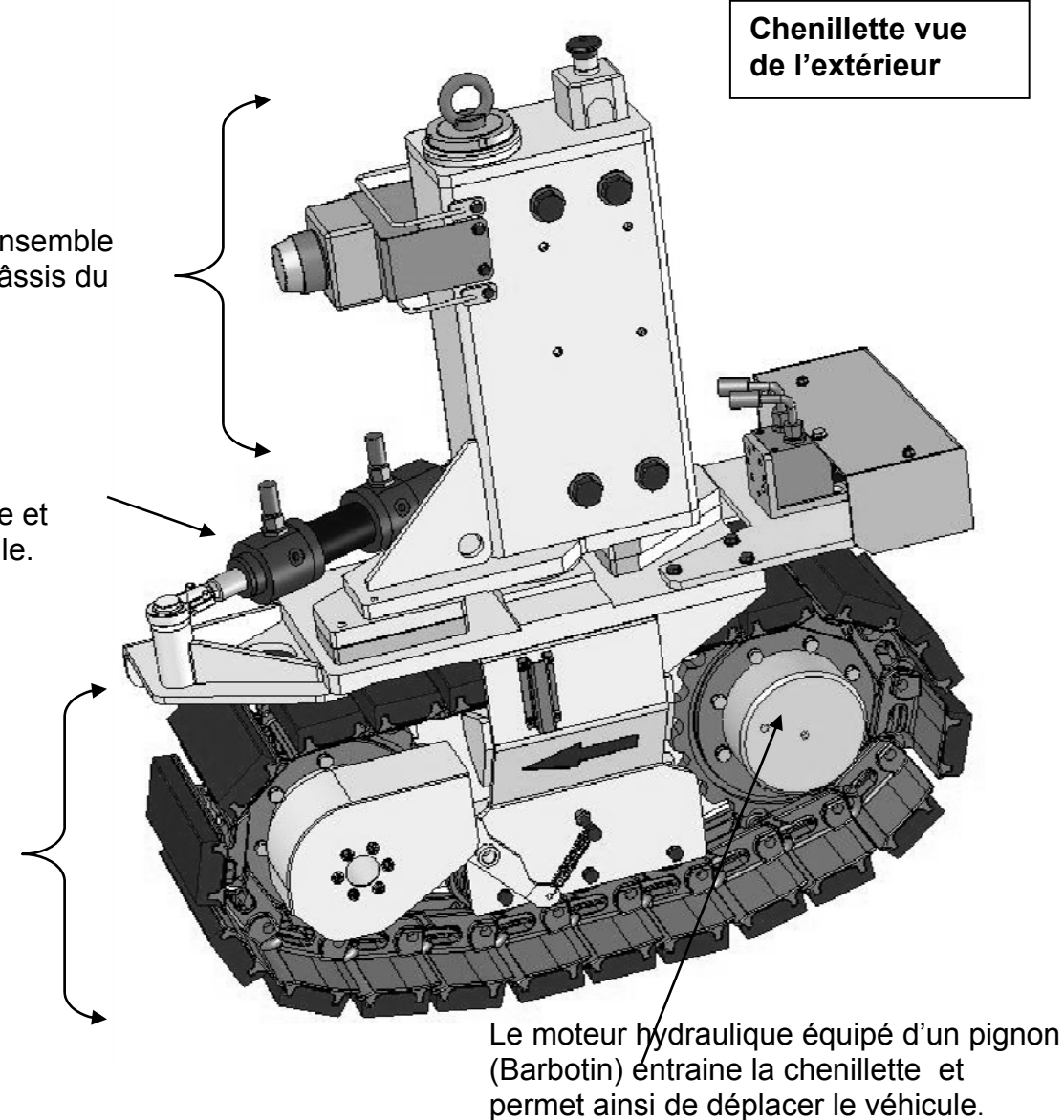


La partie supérieure de l'ensemble chenillette, est fixée au châssis du véhicule.

Le vérin hydraulique modifie l'orientation de la partie inférieure et permet ainsi de diriger ce véhicule.

Partie inférieure.

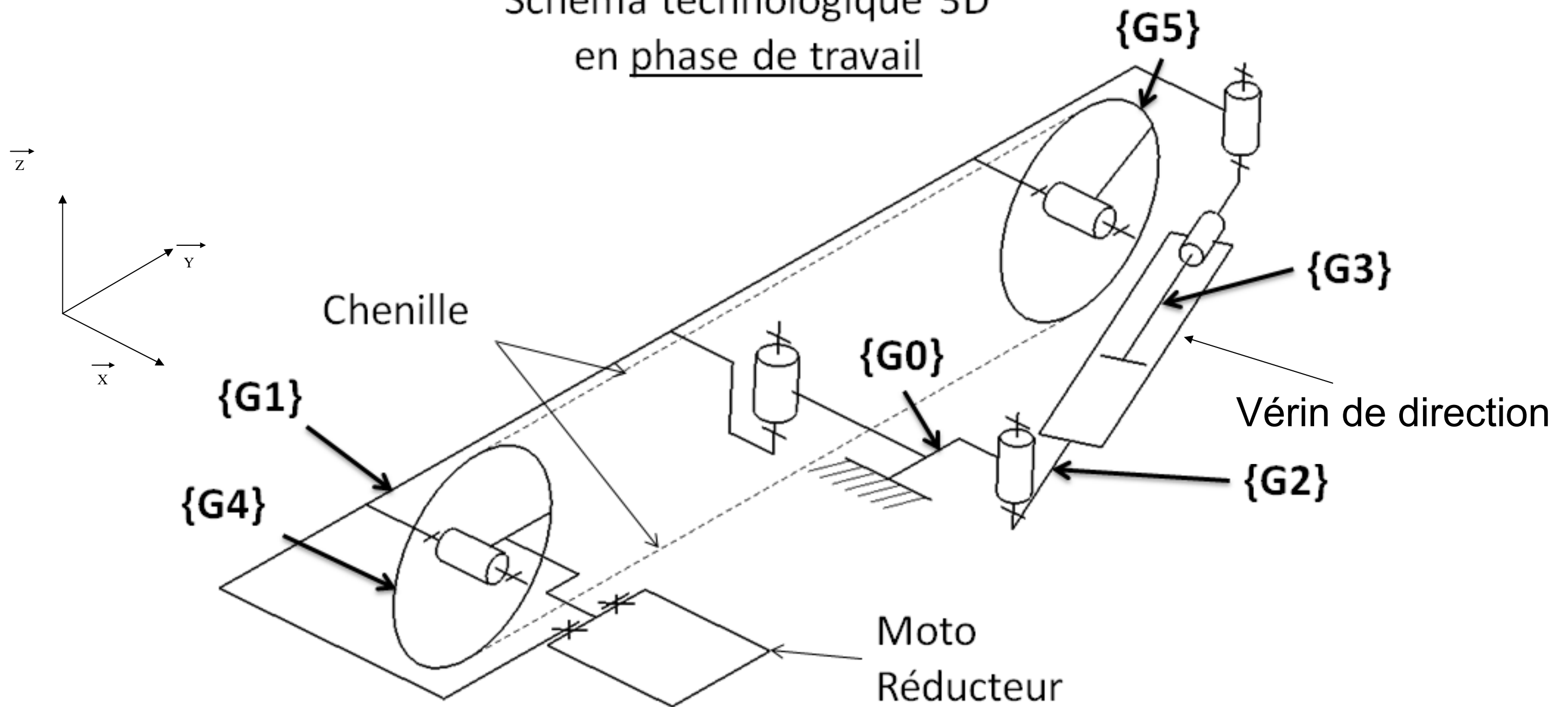
**Chenillette vue de l'extérieur**



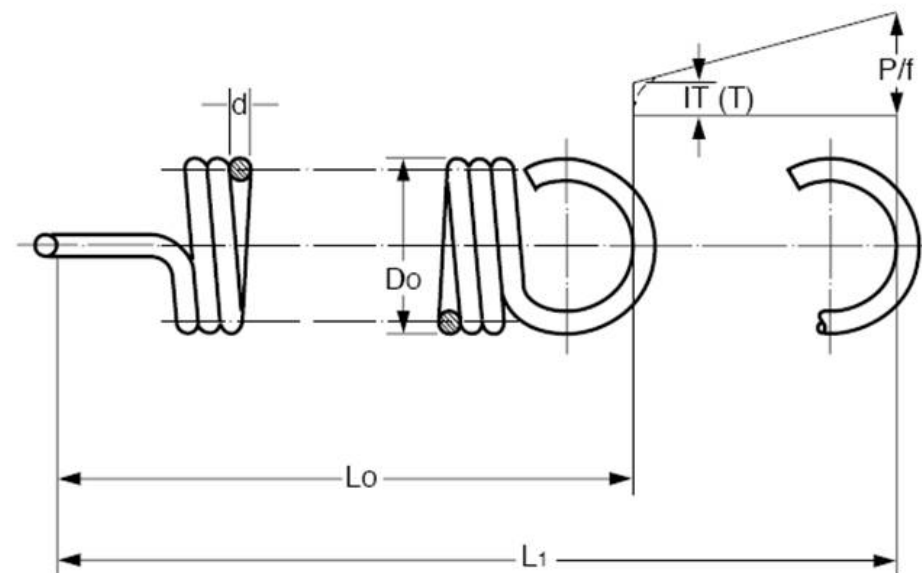
# DOSSIER TECHNIQUE

<b>BAC PRO E.D.P.I.</b>	<b>Code : 1206-EDP ST 11</b>	<b>Session 2012</b>	<b>SUJET</b>
<b>Étude du comportement mécanique d'un système technique</b>	<b>Durée : 3 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Page 6/23</b>

# Schéma technologique 3D en phase de travail



Chenillette APPITRACK



## DOCUMENT CONSTRUCTEUR

Do= Diamètre extérieur

d = Diamètre du fil

Lo =Longueur libre (à l'intérieur des accrochages,  
uniquement pour référence)

L1 = Longueur de l'extension maximum

P1= Charge à L1, Newton

P/f= Raideur N/mm.

T =Tension initiale

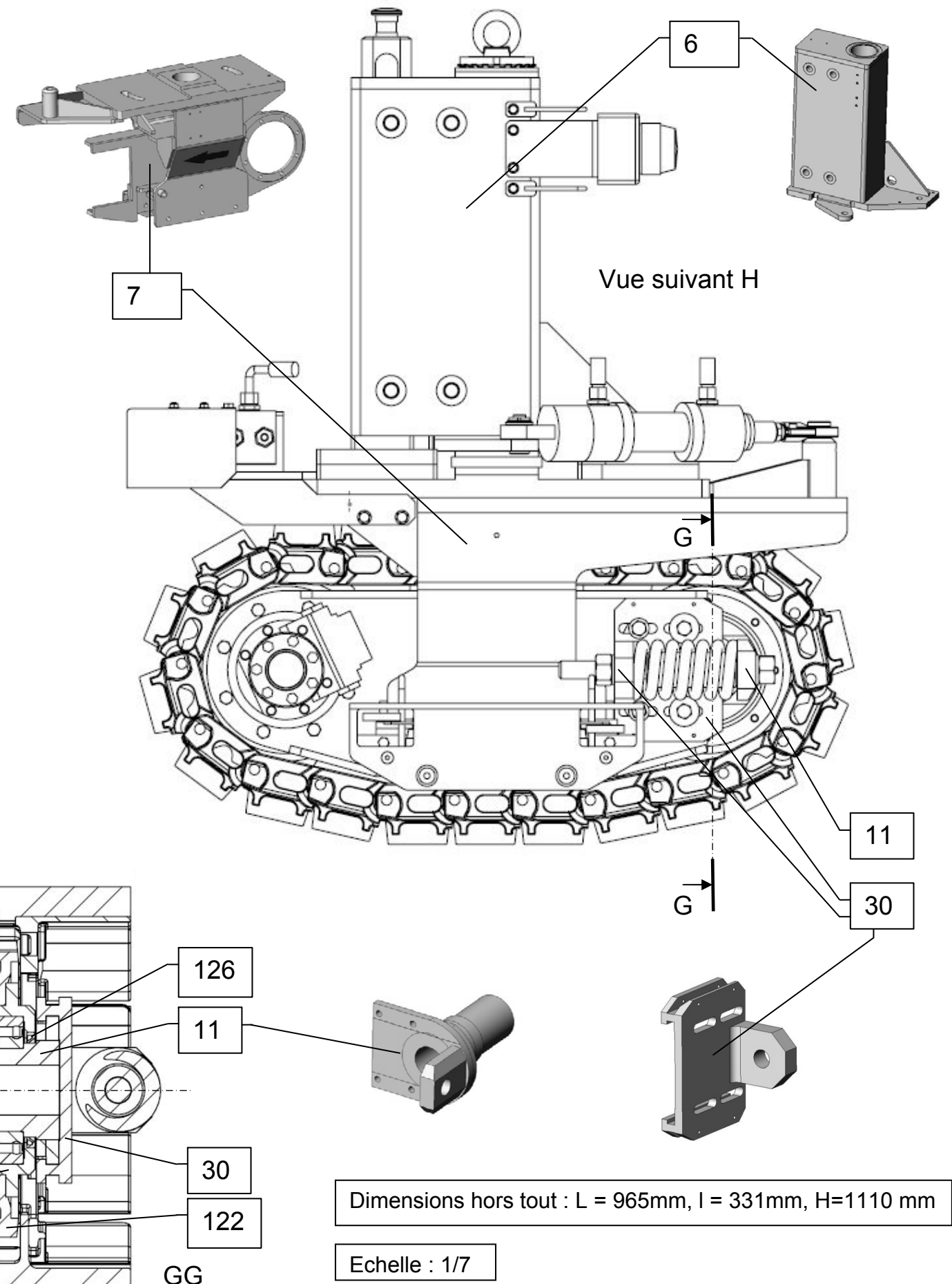
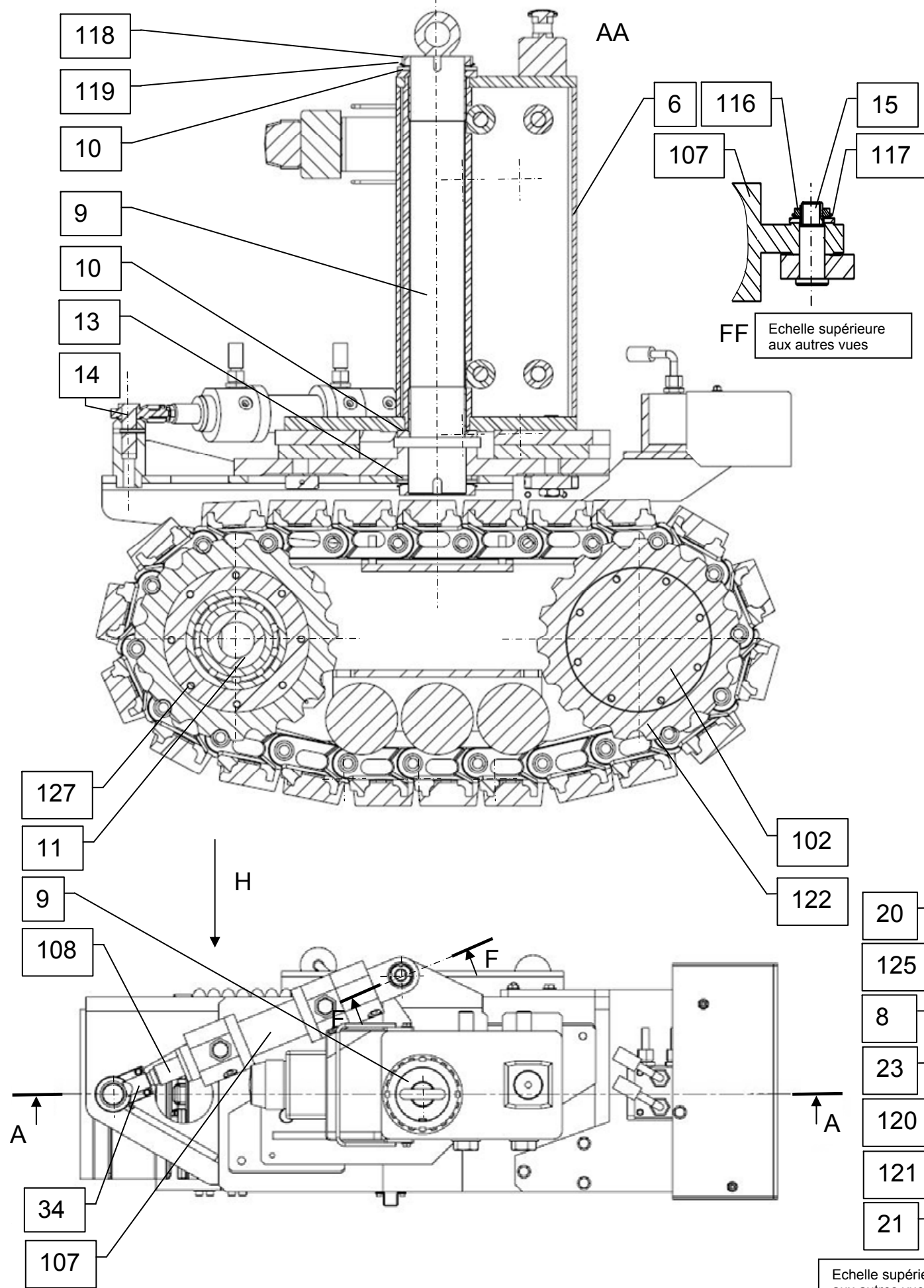
LTv = Longueur en position travail  
Def = Déflexion (LTv – Lo)  
P = Charge ressort (N)

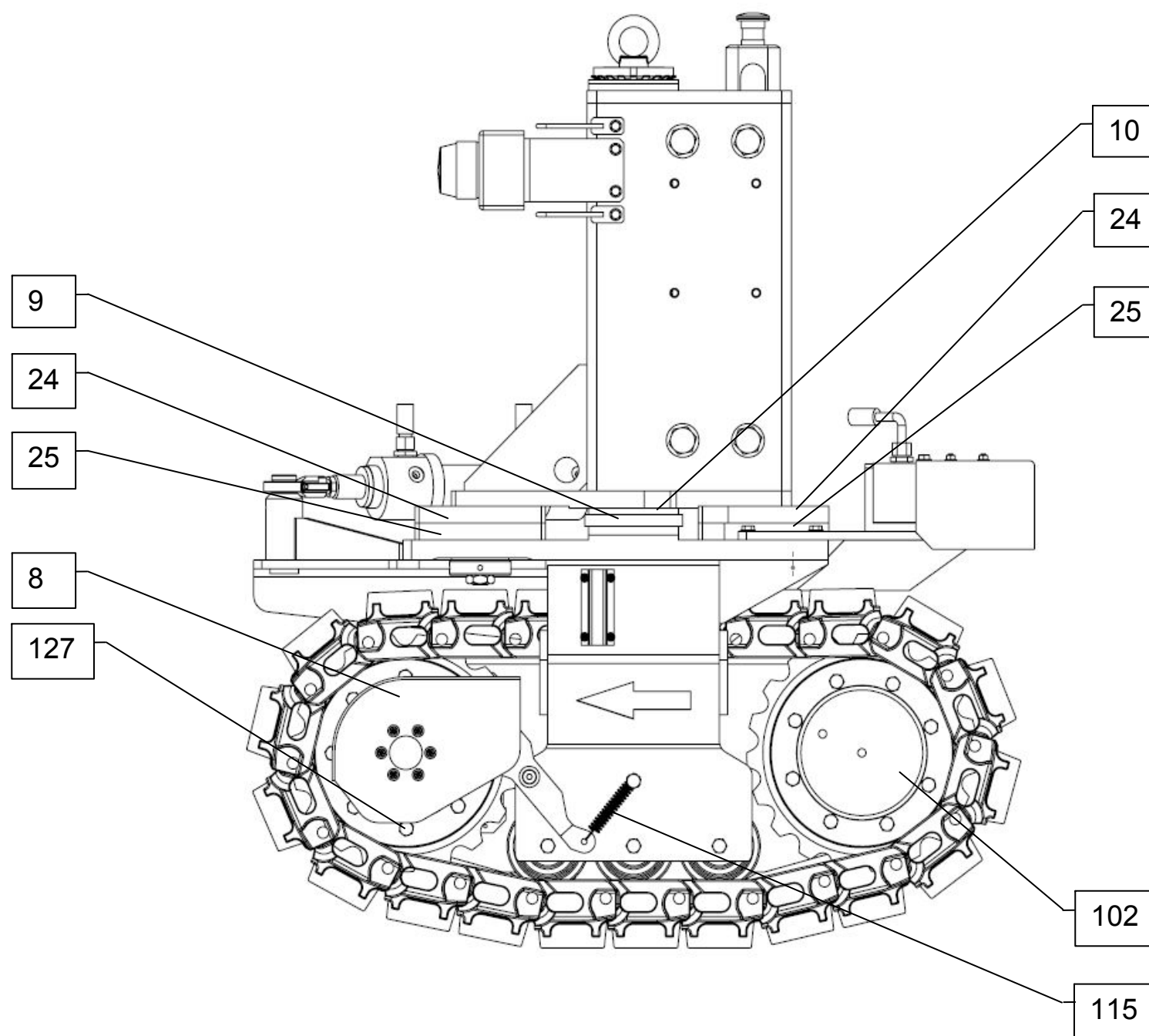
$$P = T + [(P/f) \times Def]$$

### LA CORDE A PIANO DIN 17223

Do Ø ext. mm	d Ø de fil mm	Lo Lo libre mm	L1 Lo en ch. mm	T tens. init N	Pi charge N	P/f Raid. N/mm	Référence	
20.00	1.80	46.00	87.90	13.05	87.00	1.78	T32250	
		56.80	123.80			1.11	T32260	
		73.00	178.00			0.71	T32270	
		100.00	267.00			0.44	T32280	
		136.00	387.00			0.29	T32290	
10.00	2.00	31.60	37.46	32.94	220.00	31.80	T32300	
		43.60	52.98			19.90	T32310	
		61.60	76.30			12.80	T32320	
14.00		38.00	52.70	25.25	164.00	9.42	T32330	
		50.00	73.60			5.88	T32340	
		68.00	104.90			3.77	T32350	
		98.00	157.00			2.35	T32360	
22.00		50.80	95.50	16.11	107.00	2.03	T32370	
		62.80	134.30			1.27	T32380	
		80.80	192.80			0.81	T32390	
		111.00	290.00			0.51	T32400	
		151.00	419.00			0.34	T32410	
28.00		2.50	64.30	119.90	23.79	157.00	2.39	T32610
			79.30	168.20			1.50	T32620
			102.00	241.00			0.96	T32630
			139.00	361.00			0.60	T32640
			189.00	522.00			0.40	T32650







Nomenclature partielle (DT 8/16 et 9/16)

127	16	Vis à tête hexagonale ISO 4014 – M10 x 35 – 8.8		
126	1	Joint .....		
125	1	Joint.....		
122	2	Barbotin		
121	1	Rondelle frein ISO 2982 - Type MB – 16 – S 235		
120	1	Ecrou à encoches ISO 2982 - KM 16 – S 235		
119	1	Rondelle SKF MB15		
118	1	Ecrou SKF KM15		
117	1	Rondelle SKF MB3		
116	1	Ecrou SKF KM3		
115	1	Ressort de traction		
108	1	Tige de vérin		
107	1	Corps de vérin		
102	1	Réducteur Roue Hydraulique MG 100 Bonfiglioli		
034	1	Rotule		
030	1	Support système de tension		
025	2	Pavé de friction		
024	2	Pavé d'appui		
023	1	Entretoise roulement		
021	1	Flasque 2 roulement		
020	1	Flasque roulement		
015	1	Arbre de direction L=37		
014	1	Arbre de direction L=68		
013	2	Rondelle Ø80		
012	1	Rondelle Ø75		
011	1	Système de tension		
010	2	Rondelle Bronze Ø110-Ø76		
009	1	Arbre chenille		
008	1	Protection codeur		
007	1	Tôle support chenille		
006	1	support chenille		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation
CHENILLETTE MOTRICE ET DIRECTRICE				

Echelle : 1/7

# DOSSIER DE TRAVAIL

<b>BAC PRO E.D.P.I.</b>	<b>Code : 1206-EDP ST 11</b>	<b>Session 2012</b>	<b>SUJET</b>
<b>Étude du comportement mécanique d'un système technique</b>	<b>Durée : 3 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Page 11/23</b>

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)

**Note :**

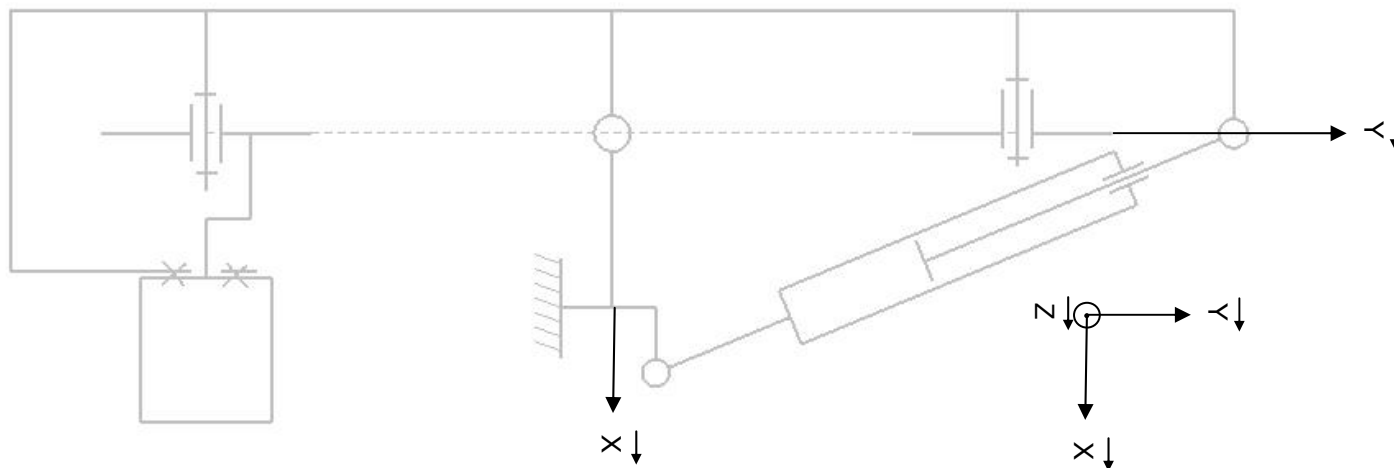
Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

## 1 - Analyse Structurelle du système

Q1	Analyse Structurelle du système	DT 6/16, 8/16, 9/16	Temps conseillé : 20 min	
----	---------------------------------	---------------------	--------------------------	--

Q1.1 : En utilisant les pages 6, 8, 9 du dossier technique, colorier les différentes classes d'équivalences en repassant sur les traits existants.

Utiliser les couleurs suivantes : {G0} en noir, {G1} en bleu, {G2} en rouge et {G3} en vert.



Q1.2 : Donner le nom de chaque groupe cinématique :

$$\{.....\} : \{7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 23, 25, 30, 102(\text{pf}), 118, 119, 120, 121\}$$
$$\{G0\} : \{6, 10, 15, 24, 109, 116, 117\}$$
$$\{\dots\} : \{107\}$$
$$\{.....\} : \{102(\text{pm}), 122\text{b}, 127\text{b},\}$$
$$\{G3\} : \{34, 108\}$$
$$\{.....\} : \{20, 21, 122a, 125, 126, 127a, \}$$

(pf): partie fixe, (pm): partie mobile.

<b>BAC PRO E.D.P.I.</b>	<b>Code : 1206-EDP ST 11</b>	<b>Session 2012</b>	<b>SUJET</b>
<b>Étude du comportement mécanique d'un système technique</b>	<b>Durée : 3 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Page 12/23</b>

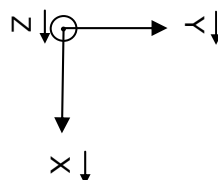
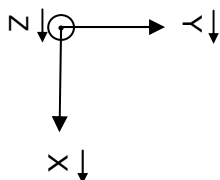
# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Il est à noter que devant le nombre important de composants, les groupes cinématiques sont composés seulement des principales pièces. La **chenille est exclue**.

Q1.3 : Compléter les tableaux des liaisons cinématiques (écrire 1 lorsque le mouvement est possible, 0 lorsqu'il est impossible).

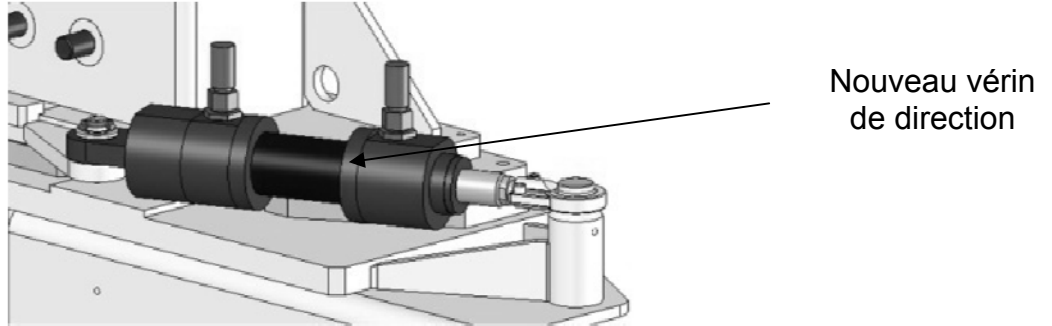
Liaison entre {G0} et {G1}			
Tx		Rx	
Ty		Ry	
Tz		Rz	
Nom liaison :			
Symboles plan :			

Liaison entre {G0} et {G1}			
Tx		Rx	
Ty		Ry	
Tz		Rz	
Nom liaison :			
Symboles plan :			



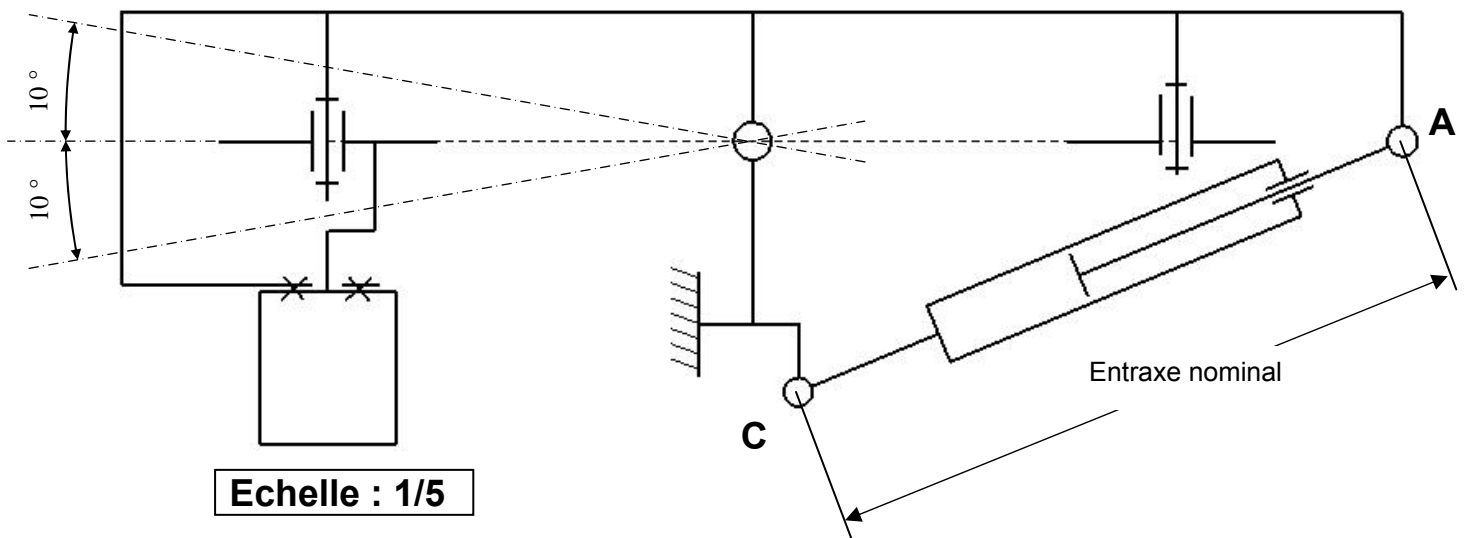
# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**2 - Le remplacement des roues par des chenilles exige des vérifications :** La compatibilité du nouveau vérin (entraxe, axe d'articulation, indice de vitesse, il a été décidé également d'accroître l'angle de braquage qui passe de  $\pm 7^\circ$  à  $\pm 10^\circ$ ...)



Q2	Validation du nouveau vérin	DT 6/16,8/16 9/16	Temps conseillé : 80 min	
----	-----------------------------	----------------------	-----------------------------	--

## Q2.1 : Validation de la compatibilité dimensionnelle du vérin.



Q2.1.1 : Ci-dessus, déterminer graphiquement les positions extrêmes du point A. Nommer les A<sub>max</sub> et A<sub>min</sub>.

Q2.1.2 : En déduire les entraxes maximal et minimal du vérin :  
Coter à l'échelle 1 : 1, C A<sub>mini</sub> et C A<sub>maxi</sub> sur le schéma ci-dessus.  
(Travailler avec les valeurs mesurées suivantes : C A<sub>mini</sub> = 80 mm et C A<sub>maxi</sub> = 92 mm)

Entraxe maximal : \_\_\_\_\_ ; Entraxe minimal : \_\_\_\_\_

BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 14/23

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

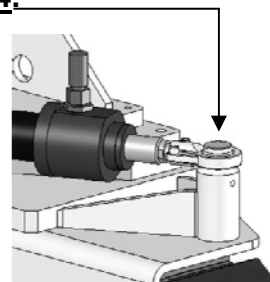
Q2.1.3 : Sachant que le vérin actuel a un entraxe minimum de 400 mm et une course de 60 mm, est-ce que ce nouveau composant permettra d'obtenir l'angle de braquage voulu.

### Q2.2 : Vérification de la résistance mécanique de l'arbre d'articulation 14.

Données :

- Ø intérieur vérin : 40 mm
- Ø tige vérin : 28 mm
- Ø arbre 14 : 20 mm
- Pression de service : 100 bars
- Matière arbre 14 : S355 (acier mi-durs avec  $R_{eG} = 0.7 \times R_e$ )
- Coefficient de sécurité :  $\gamma = 5$

Rappel :  $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$   
 $1 \text{ bar} = 0.1 \text{ N/mm}^2$   
 $1 \text{ bar} = 1 \text{ daN/cm}^2$   
 $P = F/S$



Q2.2.1 : Calculer la section S du piston sollicitée lorsque le vérin sort.

S =

Q2.2.2 : Déterminer l'effort maxi du vérin avec la pression de service.

F =

Q2.2.3 : Donner le type de sollicitation que supporte l'arbre 14. Entourer la bonne réponse.

Traction

Compression

Cisaillement

Q2.2.4 : Donner la valeur de la limite élastique  $R_e$  pour l'arbre 14. Préciser l'unité.

$R_e =$

Q2.2.5 : Calculer  $R_{eG}$  (résistance élastique au cisaillement)

$R_{eG} =$

Q2.2.6 : Calculer  $R_{pG}$  (résistance pratique au cisaillement).

$R_{pG} =$

BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 15/23

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q2.2.7 : Écrire la condition de résistance.

.....

Q2.2.8 : Calculer la section  $S_{\text{arbre}}$  qui permet d'avoir cette condition :  $\tau = T/S$ . (prendre  $T=12560\text{N}$  et  $R_{pg}=50\text{ MPa}$ ).

$S_{\text{arbre}} =$

Q2.2.9 : Déterminer le diamètre mini  $d$  de l'arbre 14. (Prendre  $s=251\text{ mm}^2$ )

$d =$

Q2.2.10 : L'arbre 14 est-il conforme, justifier.

BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 16/23



## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Le bureau d'études sait par expérience, que pour qu'il y ait de bonnes conditions de glissement entre les patins et le sol lors d'une rotation de la chenillette, la condition suivante doit être respectée :

être respectée :  $\overrightarrow{\|V_{B1/0}\|} \leq 25 \text{ mm/s}$

- B étant le point le plus éloigné de l'axe de rotation. Connaissant la vitesse de sortie de tige du vérin  $\|V_{A3/2}\|$ , nous vous proposons de vérifier cette condition.

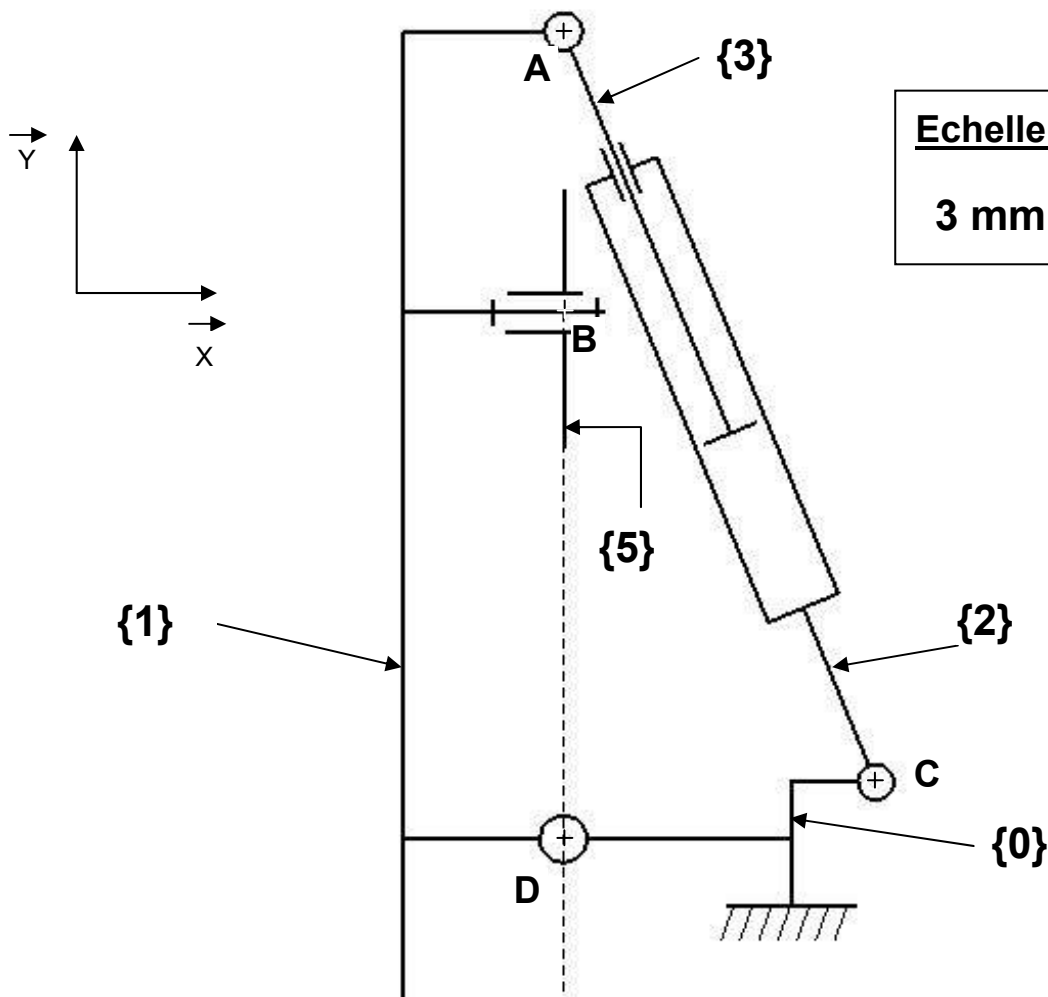
**Q2.3 : Vérification des conditions de glissement des patins lors de la rotation de chenillette.**

**Donnée :**

$\overrightarrow{\|V_{A3/2}\|} = 10 \text{ mm/s}$

**Echelle des vitesses :**

$3 \text{ mm} \hat{=} 1 \text{ mm/s}$



BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 17/23

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q2.3.1 : Tracer sur le schéma précédent la trajectoire du point A appartenant à 3 par rapport à 2. Nommer la  $T_{A3/2}$ .

Q2.3.2 : Tracer  $\vec{V}_{A3/2}$  (tige de vérin sortante) en tenant compte de l'échelle des vitesses.

Q2.3.3 : Tracer et identifier la trajectoire  $T_{A3/0}$ .

Q2.3.4 : Tracer la droite d'action (direction) de  $\vec{V}_{A3/0}$ .

Q2.3.5 : Tracer et identifier la trajectoire  $T_{A2/0}$ .

Q2.3.6 : Tracer la droite d'action de  $\vec{V}_{A2/0}$ .

Q2.3.7 : En s'appuyant sur la somme vectorielle  $\vec{V}_{A3/2} + \vec{V}_{A2/0} = \vec{V}_{A3/0}$ , tracer  $\vec{V}_{A2/0}$  et  $\vec{V}_{A3/0}$ .

Q2.3.8 : Déterminer graphiquement  $\|\vec{V}_{A3/0}\|$ .

$\|\vec{V}_{A3/0}\| =$

Q2.3.9 : Pouvez-vous en déduire  $\|\vec{V}_{A1/0}\|$ . Prendre  $\|\vec{V}_{A3/0}\| = 26 \text{ mm/s}$

$\|\vec{V}_{A1/0}\| =$

Q2.3.10 : Déterminer graphiquement  $\|\vec{V}_{B1/0}\|$  à l'aide du triangle de proportionnalité (champ de vitesses)

$\|\vec{V}_{B1/0}\| =$

Q2.3.11 : A la vue du résultat trouvé précédemment, conclure sur le respect de la condition de glissement entre les patins et le sol.

### 3 – Vérification de la vitesse de déplacement du véhicule

Rappel :  $1 \text{ tr/mn} = 2 \pi / 60 \text{ rd/s}$   
 $1 \text{ km/h} = 10^6 / 3600 \text{ mm/s}$

L'entraînement des chenilles est obtenu par un motoréducteur hydraulique (repère 102) appelé : 'Réducteur Roue Hydraulique MG 100 Bonfiglioli' dans la nomenclature. Ses caractéristiques lui permettent une vitesse de rotation de 65 tr/mn. Le diamètre nominal du Barbotin est de 280 mm, l'épaisseur de la chenille de 63 mm.

Q3	Vérification de la vitesse de déplacement	DT 6/16, 8/16 et 9/16	Temps conseillé : 20 min	
----	---	-----------------------	--------------------------	--

BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 18/23

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q 3 : Vérifier par le calcul, que la vitesse de déplacement du véhicule ne dépassera pas 5 km/h.

---

---

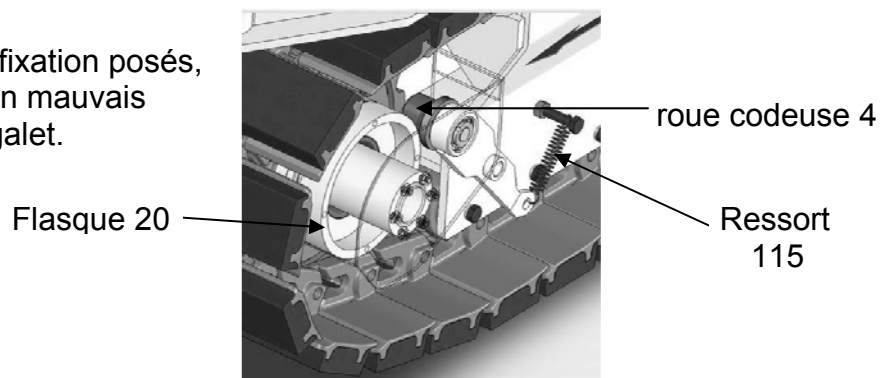
---

---

---

## 4 – Après modification, un dysfonctionnement apparaît lors de l'essai de la machine :

Les testeurs constatent un entraxe non constant entre les systèmes de fixation posés, le résultat du diagnostic détermine un mauvais contact entre la roue codeuse et le galet.



Q4	Modification du ressort de tension	DT 7/16, 8/16 et 9/16	Temps conseillé : 60 min	
----	------------------------------------	-----------------------	--------------------------	--

### Hypothèses :

- Mécanisme assimilé à un système plan.
- Le poids des pièces est négligé.
- Liaisons considérées comme parfaites et frottements négligés.

### Données :

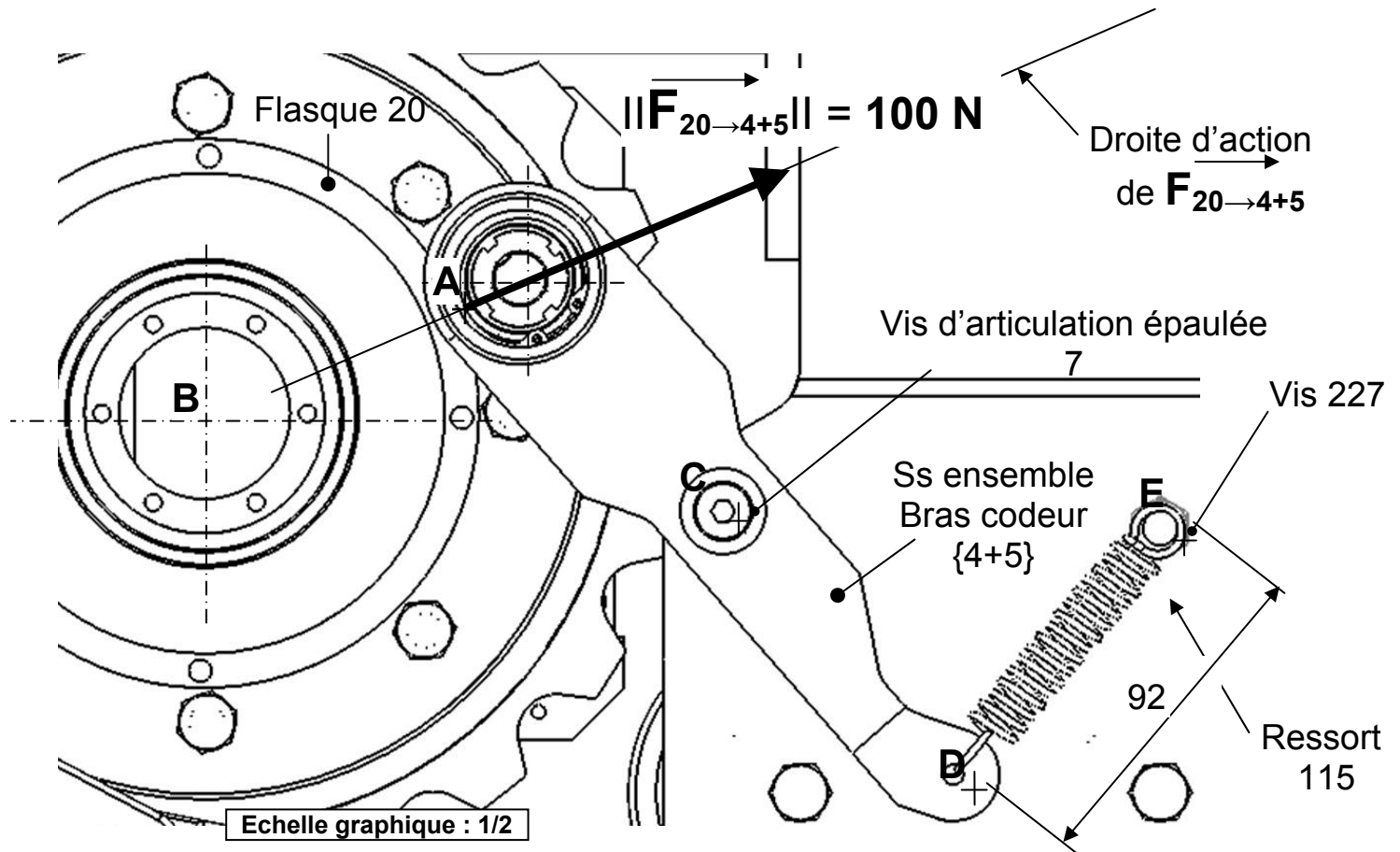
- Effort de contact :  $\vec{F}_{20 \rightarrow 4+5} = 100 \text{ N}$ .
- Droite d'action (direction) et sens de  $\vec{F}_{20 \rightarrow 4+5}$ .

On isole le ressort de traction 115. Sur le dessin ci-dessous, on vous demande :

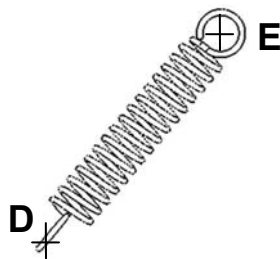
Q4.1 : Entourer les lettres des points d'application des actions qui vont s'exercer sur le ressort.

BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 19/23

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**



Q4.2 : Tracer en vert sur le schéma ci-dessous la droite d'action (direction) des actions mécaniques qui sont appliquées au ressort 115.



BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 20/23

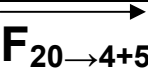
## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4.3 : Compléter le tableau pour les actions qui s'appliquent au ressort. Mettre un point d'interrogation pour chaque inconnue.

Force (Action mécanique)	Point d'application	Direction (droite d'action)	Sens	Intensité

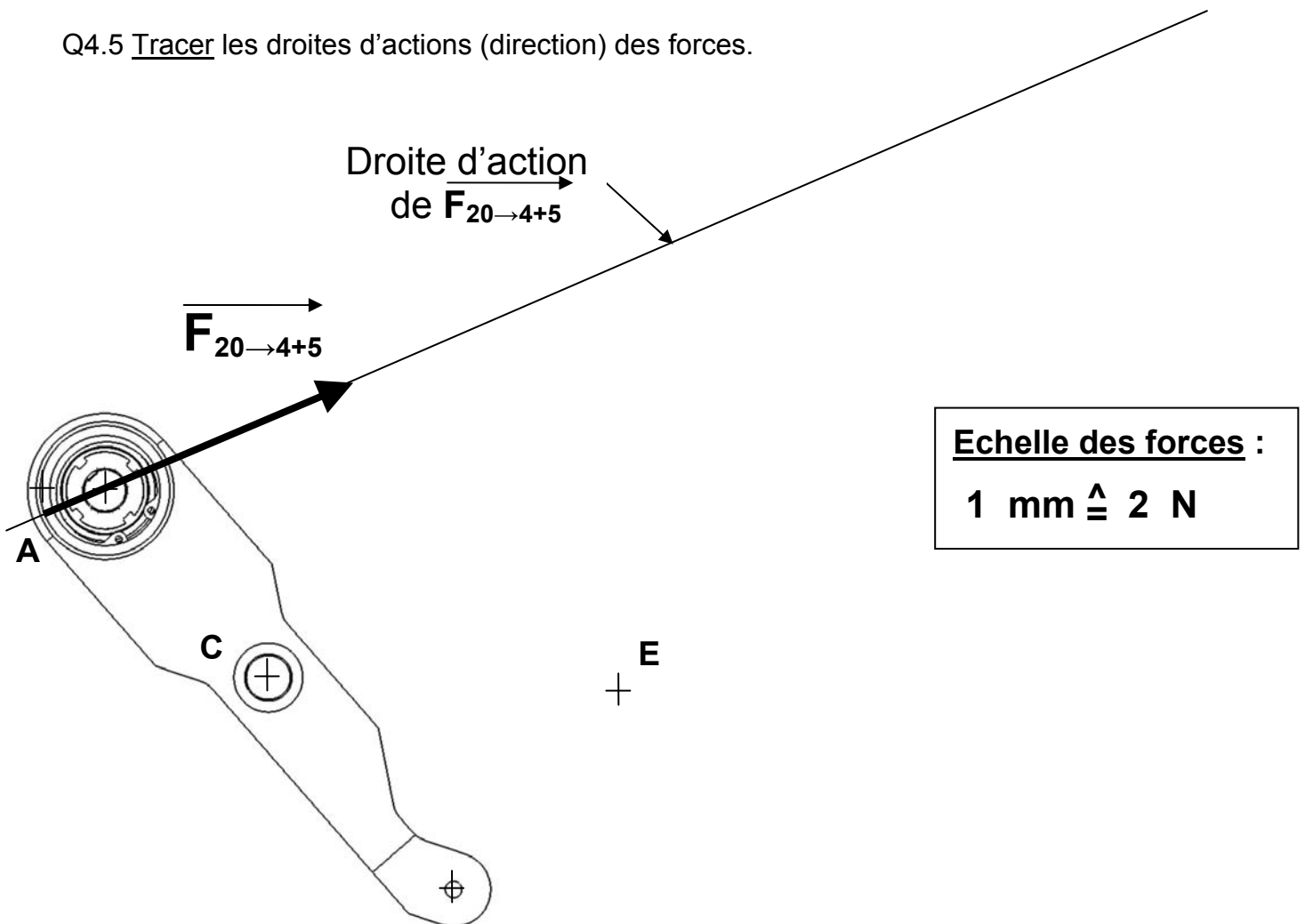
Afin de déterminer l'intensité de la force résultante du ressort, on isole le sous ensemble bras codeur {4+5} qui est soumis à trois actions mécaniques de contact.

Q4.4 : Compléter le tableau pour les actions de contact qui s'appliquent au bras codeur {4+5}. Mettre un point d'interrogation pour chaque inconnue.

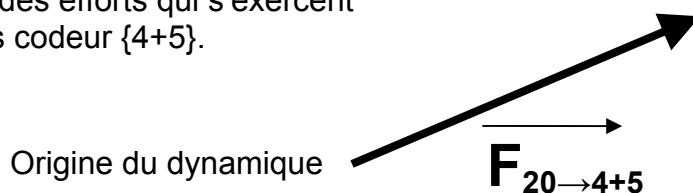
Action de contact (Forces)	Point d'application	Droite d'action (Direction)	Sens	Intensité
				<b>100 N</b>

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4.5 Tracer les droites d'actions (direction) des forces.



Q4.6 Déterminer graphiquement ci-dessous,  
à l'aide du dynamique des forces,  
l'intensité des efforts qui s'exercent  
sur le bras codeur {4+5}.



Q4.7 : Compléter les intensités des forces trouvées à partir de votre dynamique.

$\|\vec{F}_{7 \rightarrow 4+5}\| = \dots\dots\dots \text{ N}$

$\|\vec{F}_{115 \rightarrow 4+5}\| = \dots\dots\dots \text{ N}$

BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 22/23

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Avant de déterminer le nouveau ressort qui permettra d'obtenir la charge souhaitée, vous allez calculer la charge délivrée par le ressort actuel dans sa position de travail. Vous travaillerez avec sa référence et la documentation constructeur disponible DT 7/16.

Q4.8 : Déterminer par le calcul la charge du ressort 115 actuel sachant que sa longueur de travail  $L_{TV} = 92$  mm et que sa référence est : T 32260. Utiliser la formule fournie sur le document constructeur.

Charge ressort actuel = ..... N

Q4.9 : Déterminer maintenant le ressort modifié permettant de s'approcher au mieux de la charge souhaitée. Pour cela, on admettra que cette charge  $IIF_{115 \rightarrow 4+5} = 86$  N. Choisir tout d'abord les ressorts compatibles avec la longueur de travail  $L_{TV}$  au moins égale à 92mm, soit  $L_1$  supérieure à 92 mm et une longueur libre  $L_0$  inférieure à 92 mm, puis calculer pour chacun d'eux la 'charge ressort'.

Données :

- $IIF_{115 \rightarrow 4+5} = 86$  N
- documentation constructeur DT 8/17
- Longueur de travail  $L_{TV}$  : 92 mm

Référence des ressorts compatibles dimensionnellement :	Charge délivrée à $L_{TV}$ : 92 mm

Q4.10 : Justifier le choix.

BAC PRO E.D.P.I.	Code : 1206-EDP ST 11	Session 2012	SUJET
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 23/23