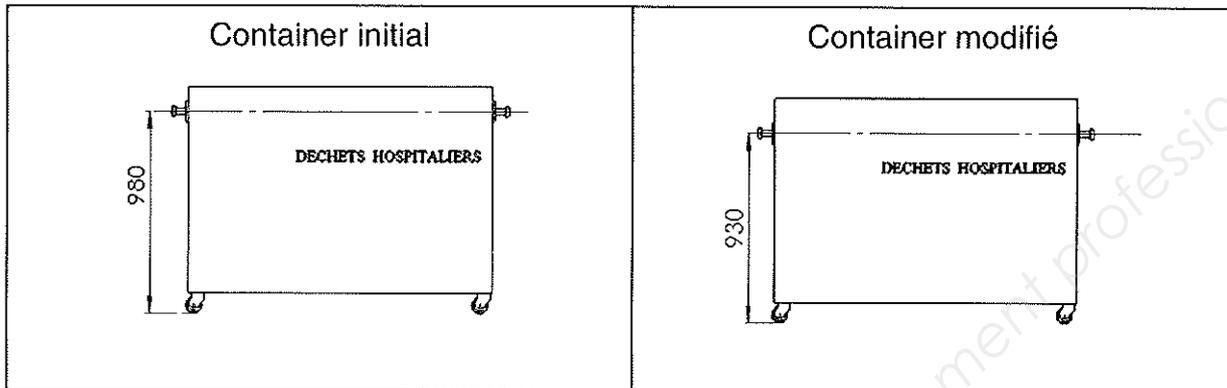


CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

PROBLEMATIQUE 1 :

L'optimisation du chargement des containers dans les camions (rangement sur 2 niveaux) conduit à une modification de la hauteur des containers (voir figures ci-dessous). Avant d'introduire ces nouveaux containers dans la chaîne de production, vous êtes chargé en tant qu'agent de maintenance de vérifier la compatibilité de ces nouveaux containers en phase de chargement sur la balancelle.



Q1	Analyse fonctionnelle	DP1/2 DP 2/2 DT 5/6	Temps conseillé : 20 min	Barème : / 16
-----------	------------------------------	------------------------	-----------------------------	---------------

Q1-1 : Donner la fonction globale du système de manutention de container de déchets hospitaliers :

VIDER le container

Q1-2 : Donner la matière d'œuvre entrante (MOE) du système de manutention de container de déchets hospitaliers :

Container plein (déchets hospitaliers)

Les questions suivantes concernent le module de chargement du container.

Q1-3 : A l'aide du diagramme FAST (*Function Analysis System Technic*), compléter le tableau ci-dessous :

FONCTION de niveau 2	Solutions constructives
Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique de translation	<i>Vérin hydraulique</i>
<i>Transformer une énergie pneumatique en énergie mécanique de translation</i>	Vérin pneumatique de table de transfert
<i>Guider en translation</i>	Ciseaux
Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de translation	<i>Moteur et galet roulant</i>
<i>Guider en translation</i>	Rails de la table de transfert

Q1-4 : Indiquer à l'aide du diagramme FAST, les fonctions élémentaires ainsi que les actionneurs permettant de passer d'une étape à l'autre du chargement :

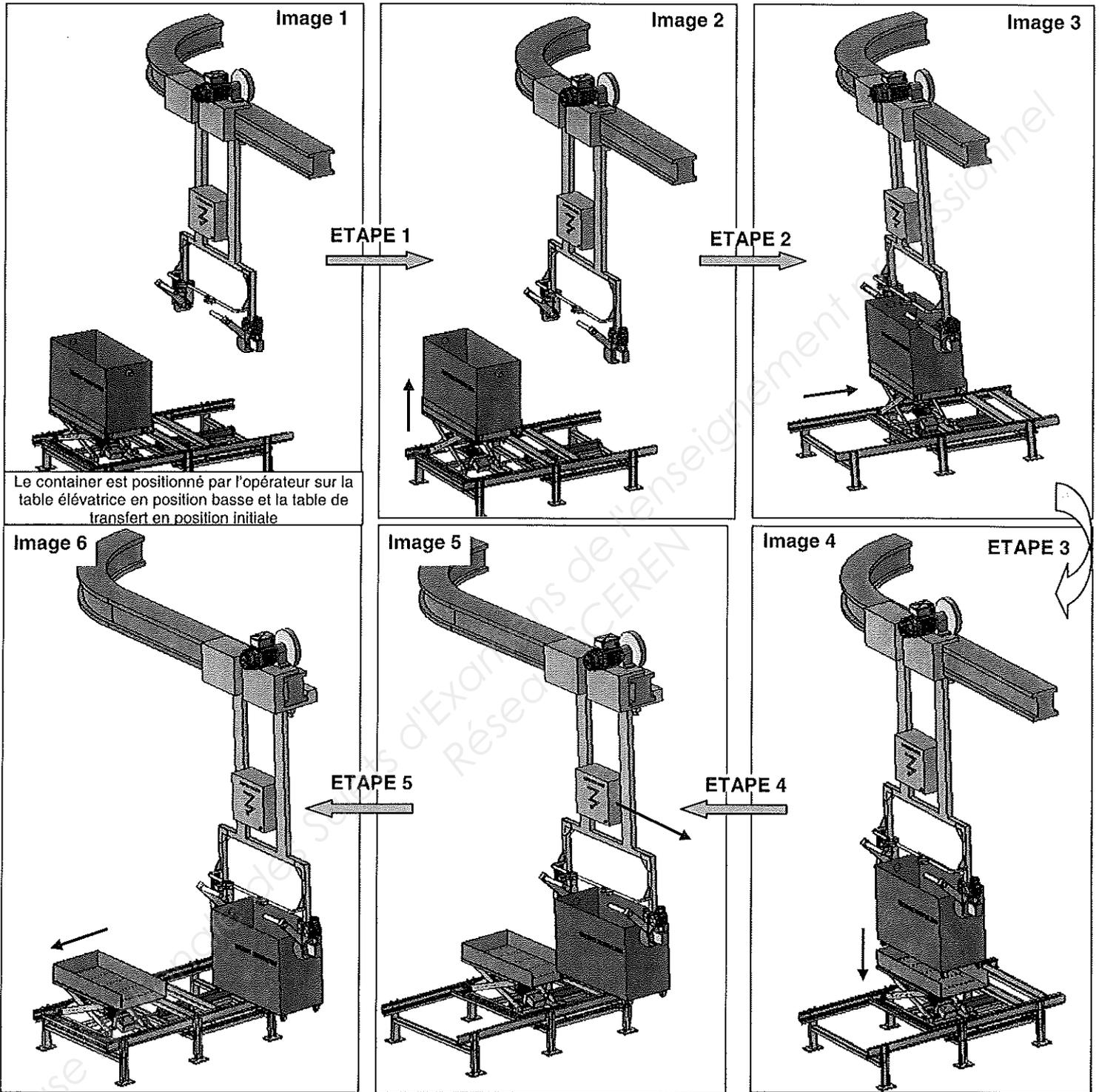


Image 1	<p>Etape 1</p> <p>Fonction : Translater verticalement la table élévatrice</p> <p>Actionneur : Vérin hydraulique</p>	Image 2	<p>Etape 2</p> <p>Fonction : ...Translater horizontalement la table de transfert...</p> <p>Actionneur : Vérin pneumatique de la table de transfert.....</p>	Image 3	<p>Etape 3</p> <p>Fonction : Descendre verticalement la table élévatrice</p>
Image 6	<p>Etape 5</p> <p>Fonction : Translater horizontalement la table de transfert</p> <p>Actionneur : Vérin pneumatique de la table de transfert...</p>	Image 5	<p>Etape 4</p> <p>Fonction :Translater la balancelle suivant le rail ...</p> <p>Actionneur : ...Moteur et galet roulant...</p>	Image 4	<p>Actionneur : Vérin hydraulique</p>

Epreuve E1-E11 1206-MEI ST 11	DOSSIER CORRIGE	DC 3 / 14
----------------------------------	-----------------	-----------

Q2	Analyse cinématique de la fonction « Charger le container sur la balancelle »	DT 3/6 DT 4/6	Temps conseillé: 45 min	Barème : / 34
----	--	------------------	----------------------------	---------------

Dans cette partie on se propose de vérifier que la course du vérin hydraulique actuel est suffisante pour charger les nouveaux containers.

Hypothèses :

- Le problème est plan
- Les liaisons sont supposées parfaites.

Q2-1 : A quelle classe d'équivalence appartient le groupe hydraulique ? :

Le groupe hydraulique appartient à la même classe d'équivalence que le bras primaire

Q2-2 : Entourer le type du raccordement hydraulique (non représenté sur la perspective) entre le groupe hydraulique et le vérin.

Tuyauterie rigide



Q2-3 : Justifier sur le plan cinématique la réponse précédente :

Le raccordement est flexible car le groupe hydraulique et le corps du vérin n'appartiennent pas à la même classe d'équivalence

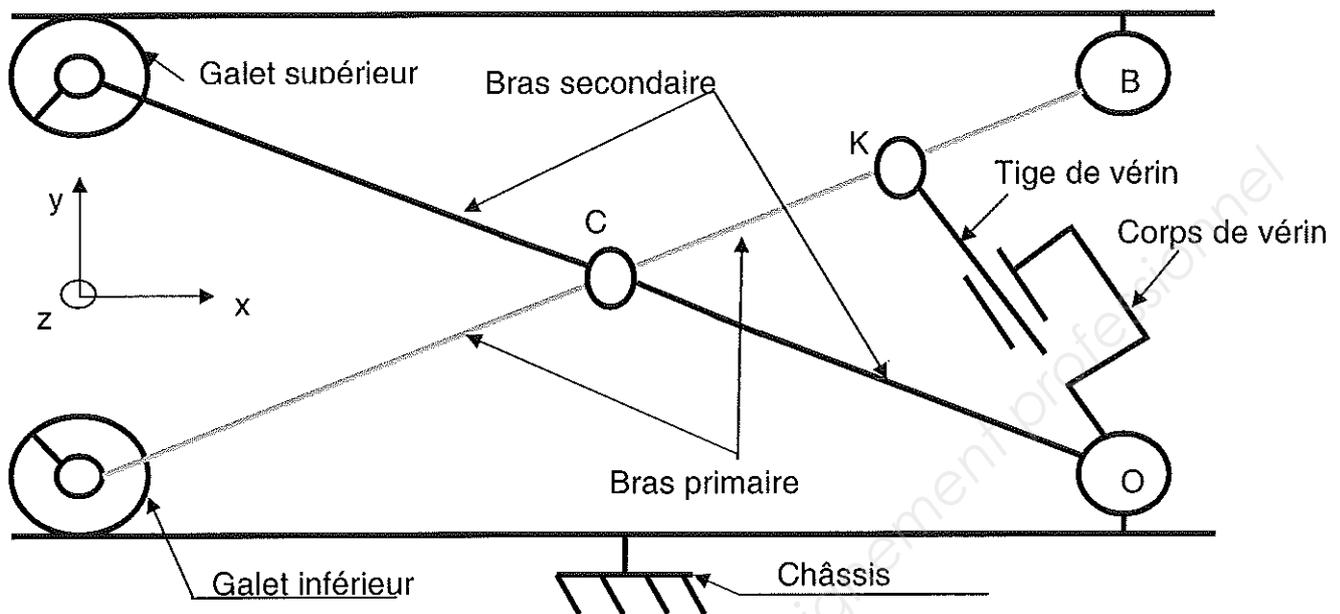
Q2-4 : Compléter le tableau suivant :

Classes d'équivalence	Nature du mouvement
Table / Châssis	Mouvement de translation verticale
Bras primaire / Châssis	Mouvement plan

Q2-5 : Compléter le tableau des liaisons de la table élévatrice ci-dessous :

Liaison	Nom de la liaison	Caractéristiques de la liaison
Liaison Corps/Châssis	PIVOT	Axe \vec{z}
Liaison Bras primaire/Galet inférieur	PIVOT	Axe \vec{z}
Liaison Galet inférieur/Châssis	PONCTUELLE	Normale \vec{y}
Liaison Bras primaire/Table	PIVOT	Axe \vec{z}
Liaison Galet supérieur/Bras secondaire	PIVOT	Axe \vec{z}
Liaison Tige/Bras primaire	PIVOT	Axe \vec{z}
Liaison Bras primaire/Bras secondaire	PIVOT	Axe \vec{z}
Liaison Tige/Corps de vérin	PIVOT GLISSANT	Axe (OK)
Liaison Galet supérieur/Table	PONCTUELLE	Normale \vec{y}

Q2-6 : Compléter le schéma cinématique 2D de la table élévatrice dans les 3 zones cerclées.



La hauteur des nouveaux containers étant plus petite, il faut donc vérifier que la course du vérin hydraulique suffit à monter suffisamment la table élévatrice.

Sur le dessin de la page suivante DQR 5, on donne :

- Le point B1 correspondant à la position à atteindre pour les nouveaux containers
- T (C, Bras secondaire / Châssis)
- Les distances BC, BK et OC sont invariables.
- La cote de 462 mm correspond à OK tige rentrée (position basse de la table).

Q2-7 : Trouver, par construction graphique sur le dessin page DQR 5, la position du point C dans la nouvelle position à atteindre (point nommé C1).

En déduire, la position du point K dans cette nouvelle position (point nommé K1).

Q2-8 : Mesurer la distance OK1. $OK1 \text{ mesuré} = 120 \text{ mm}$

OK1 = 600 mm

Calculer la course du vérin hydraulique dans la nouvelle position à atteindre :

$$\begin{aligned} \text{Course} &= C \text{ tige sortie} - C \text{ tige rentrée} \\ &= OK_0 - OK_1 = 600 - 462 = 138 \text{ mm} \end{aligned}$$

Course = 138 mm

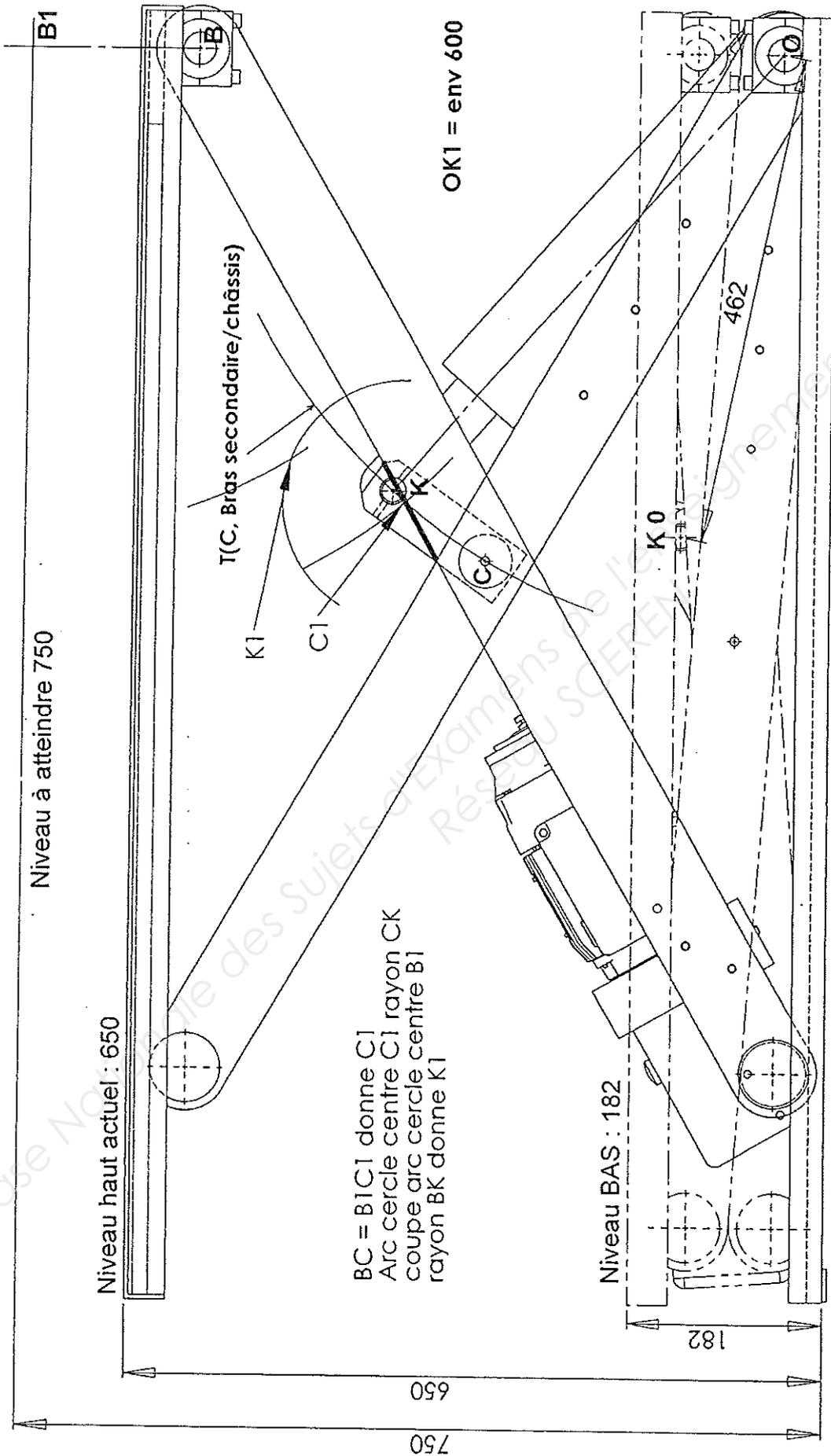
Q2-9 : En supposant que $OK_1 = 600 \text{ mm}$ et à l'aide de la documentation sur le vérin hydraulique, compléter le tableau ci-dessous.

Capacité du vérin hydraulique Réf 5030	Etude de notre application
C tige rentrée = 460 mm	C tige rentrée [OK ₀] = 462 mm
Course = 300 mm	Course = 138 mm
C maxi tige sortie = 300 + 460 = 760 mm	C tige sortie [OK ₁] = 600 mm

Q2-10 : Le vérin hydraulique en place permet-il d'accepter la modification envisagée ? OUI

Justifier la réponse :

Pour les nouveaux containers la distance tige sortie du vérin hydraulique doit être de 600 mm et le vérin utilisé (ref 5030) permet une distance tige sortie maxi de 760 mm donc on peut envisager la modification des containers sans avoir à remplacer le vérin hydraulique.



Echelle : 1:5

PROBLEMATIQUE 2 :

On constate lors du retournement du container un décalage angulaire entre les 2 bras, entraînant un mauvais positionnement du container dans la phase de basculement.

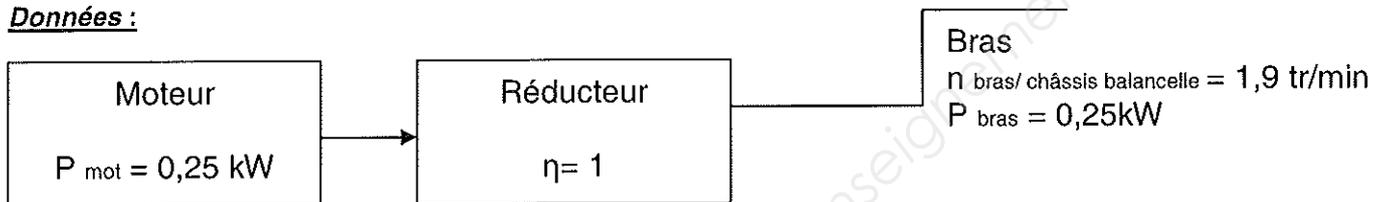
Pour résoudre ce problème le service de maintenance choisit d'effectuer le retournement du container avec un bras unique. Pour apporter cette amélioration, il faut donc effectuer les modifications en deux parties :

- Vérifier si un seul moteur suffit à retourner le container.
- Etudier les solutions constructives permettant de solidariser les deux bras.

Q3	Analyse énergétique	DT 2/6 DT 3/6	Temps conseillé : 20 min	Barème : / 11
-----------	----------------------------	------------------	-----------------------------	---------------

Rappels : $P = C \cdot \omega$ $\omega = \pi \cdot n / 30$ (avec P en W ; C en Nm ; ω en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$ et n en tr/min)

Données :



Q3-1 : Calculer le couple développé par le bras :

$$\omega = \pi \cdot n / 30 = \pi \cdot 1,9 / 30 = 0,199 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

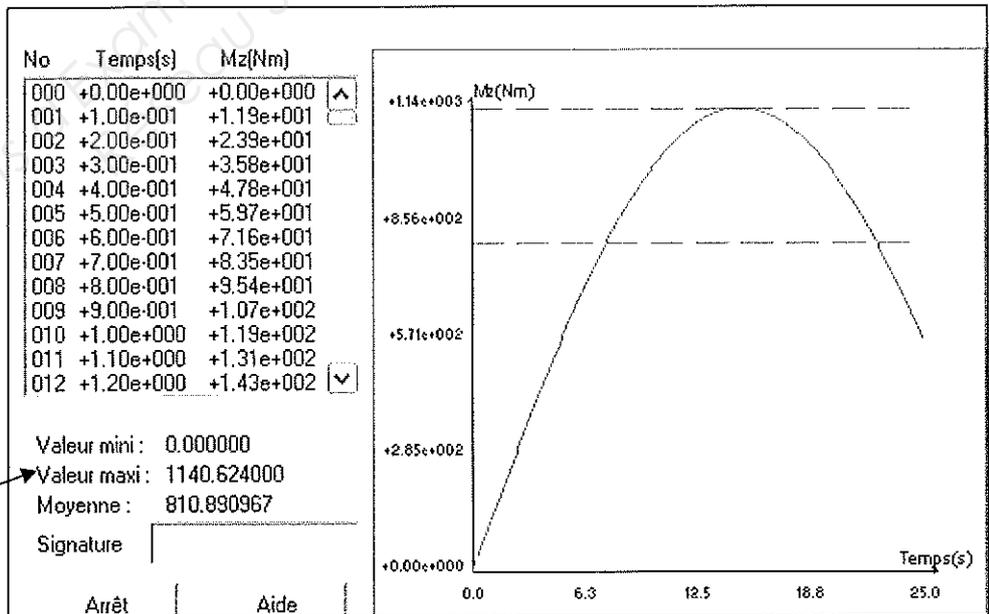
$$C = P / \omega = 250 / 0,199 = 1256 \text{ Nm}$$

C bras = 1256 Nm

Un logiciel de simulation informatique donne le graphe ci contre représentant la variation du couple résistant sur le bras pendant le basculement du container. Poids du container de 3000 N

Q3-2 : Lire la valeur maxi de ce couple résistant (arrondir le résultat au Nm) :

C résistant Maxi = 1141 Nm



Q3-3 : Le remplacement des 2 moteurs par un seul est-il envisageable ?

Rayer la mauvaise réponse.
 OUI

~~NON~~

Q3-4 : Justifier la réponse précédente :

C résistant Maxi < C bras développé par un seul moteur donc le remplacement des 2 moteurs par un seul est envisageable.

Après avoir validé le remplacement des 2 moteurs par un seul, il faut maintenant solidariser les 2 bras.

Q4	Etude de la fonction « Solidariser les deux bras »	DT 2/6 DT 3/6 Guide	Temps conseillé : 20 min	Barème : /11
-----------	---	------------------------	-----------------------------	--------------

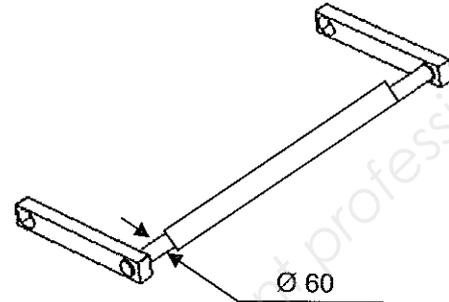
Q4-1 : Relever et indiquer le diamètre du bras.

Compléter le dessin ci-contre à main levée en proposant une solution permettant de solidariser les 2 bras.

Le service de maintenance décide de **souder** un tube sur les 2 bras existants. Afin de réaliser la commande de ce tube, répondre aux questions ci-dessous.

Q4-2 : Choisir dans l'extrait de catalogue ci-dessous les dimensions du tube à commander.

Documentation : *Acieries de la Seine*



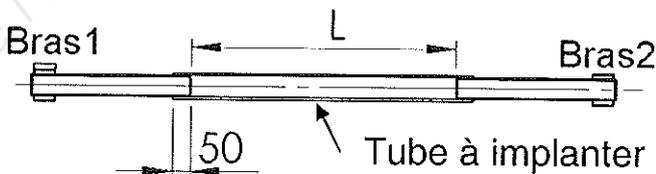
Diamètre extérieur	Epaisseur	Diamètre intérieur	Masse linéique en kg	Référence norme	Diamètre extérieur	Epaisseur	Diamètre intérieur	Masse linéique en kg	Référence norme
6	1 1,5 2	4 3 2	0,12 0,17 0,20	6-7 6-7 6-7	16,75	2,75 3,05	11,25 10,65	0,95 1,03	6-7 6-7
8	1 1,5 2 2,5	6 5 4 3	0,17 0,24 0,30 0,34	6-7 6-7 6-7 6-7	17,2	2 2,3 2,6 2,9 3,2 3,6	13,2 12,6 12 11,4 10,8 10	0,75 0,85 0,94 1,02 1,10 1,21	2-6-7 4-5 6-7 2-6-7 6-7 6-7
52	3 4 5	46 44 42	3,63 4,73 5,80	6-7 6-7 6-7	63,5	2,9 3,6 4 4,5 5 6,3 8	57,7 56,3 55,53 54,5 53,5 50,9 47,5	4,33 5,32 5,897 6,49 7,21 8,89 10,90	3-5 8 3-5 3-5 3-5-8 3-5 3-5-8
54	2 2,5 2,6 4 5 6,3 7,1 8	50 49 48,8 46 44 41,4 39,8 38	2,56 3,17 3,30 4,93 6,04 7,41 8,21 9,08	6-7 6-7 1-3-5-8 3-5 3-5-8 8 3 3-5-8	64	2	60	3,06	7-12
					75	17,5	40	27,50	9 C

Ø intérieur= 60 mm

Ø extérieur= 64 mm

Q4-3 : Sachant que le recouvrement du tube sur un bras doit être de 50 mm, après avoir mesuré L sur DT2/6, calculer la longueur du tube à commander.

Remarque : Le dessin ci-dessous n'est pas à l'échelle



Calcul :

$$L = 950 \text{ mm}$$

$$L_{\text{tube}} = L + 2 \times 50$$

$$= 950 + 100 = 1050 \text{ mm}$$

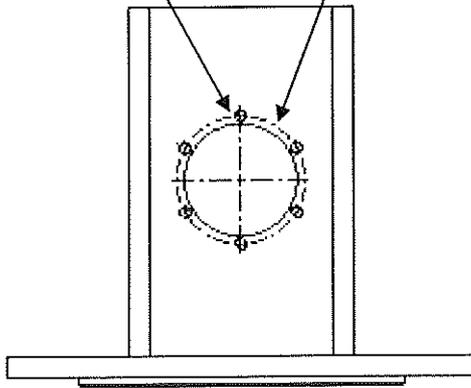
$$L_{\text{tube}} = 1050 \text{ mm}$$

Q4-4 : Sachant que les bras existants sont en acier, entourer dans la liste ci-dessous la matière du tube à commander.

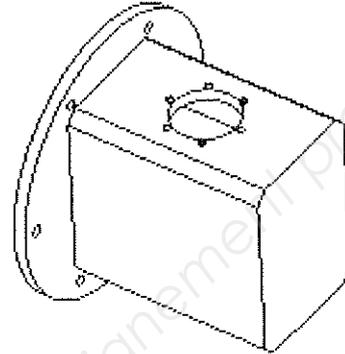
Le second moteur étant supprimé, le service de maintenance décide de conserver le réducteur afin de continuer d'assurer le guidage en rotation des éléments tournants. Il faut donc obturer le trou laissé vacant par le moteur et assurer une étanchéité entre le chapeau et le carter du réducteur afin d'éviter l'entrée d'eau dans celui-ci pendant la phase de lavage.

6 trous M6 à 60°

R 32



Vue de dessus
du carter



Perspective du
carter

Q5	Etude de la fonction « Obturer le réducteur »	Guide	Temps conseillé : 35 min	Barème : /19
----	---	-------	-----------------------------	--------------

Q5-1 : Proposer par un croquis à main levée dans le cadre ci-dessous, une solution technologique permettant de répondre à la fonction « Obturer le trou du réducteur »

Proposition de solution :

6 trous ϕ 6,6
à 60°

R 32

5

ϕ 80

Remarque :
Ceci est une proposition. On validera toute proposition pertinence validant la fonction.

Q5-2 : Faire apparaître sur le croquis réalisé ci-dessus toute la cotation nécessaire à la fabrication de la pièce.

Q5-3 : Donner la nature de l'étanchéité entre l'obturateur et le réducteur en entourant la bonne réponse.

Etanchéité STATIQUE

Etanchéité DYNAMIQUE

Q5-4 : Proposer une solution technologique permettant d'assurer l'étanchéité entre l'obturateur et le réducteur.

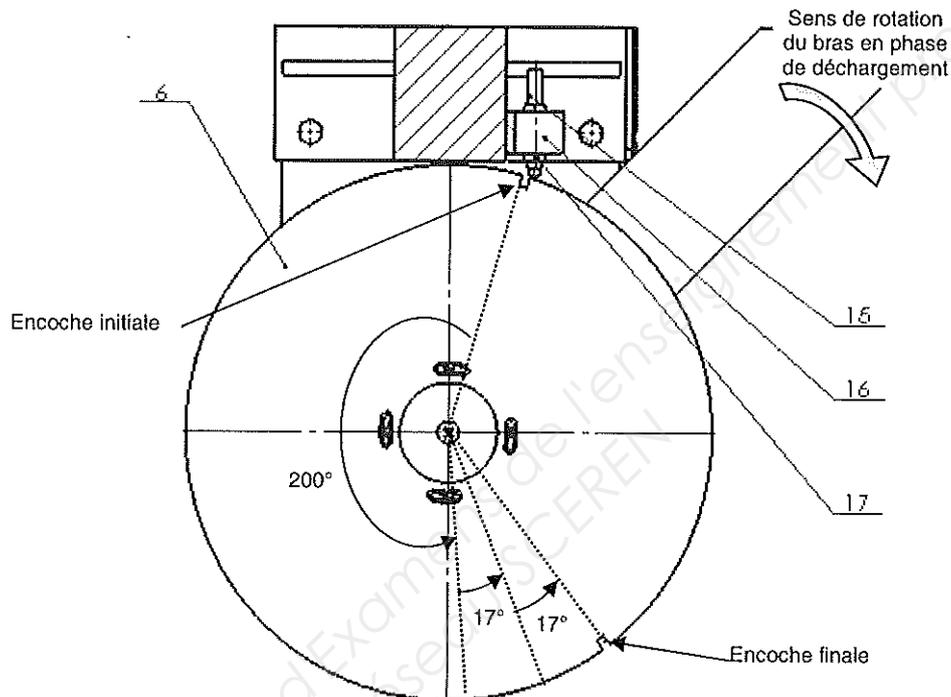
Pâte à joint ou joint papier

PROBLEMATIQUE 3 :

Lors du retournement du container, on a pu constater à plusieurs reprises que des déchets restaient coincés. Ceci a eu pour conséquence d'encombrer la station de lavage. Afin de remédier à ce problème il a été décidé ce qui suit : initialement prévu en 1 seul temps, le basculement du container se fera désormais en 3 temps créant ainsi des « à coups » dans le mouvement. Ces « à coups » favoriseront l'éjection des déchets.

Une modification de la roue codeuse s'impose par la réalisation de 2 encoches supplémentaires.

Q6	Modification de la roue codeuse	DT 2/6 DT 4/6	Temps conseillé : 20 min	Barème : /12
-----------	---------------------------------	------------------	-----------------------------	--------------



Q6-1 : Positionner sur le schéma ci-dessus les 2 encoches supplémentaires sachant que le 1^{er} arrêt s'effectuera à 200° et le second à 217°.

Q6-2 : On désire démonter la roue codeuse en vue de l'usinage de ces 2 encoches, compléter, la gamme de démontage ci-dessous en précisant le nom et le repère des pièces :

Etape	Action	Outils éventuel
1	Dévisser les 4 vis FZ M 10-30 (repère 11)	Tournevis cruciforme
2	Déposer le crochet gauche (repère 10)	
3	Dévisser la vis FZ M 8-60 (repère 14)	Tournevis cruciforme
4	Déposer le verrou (repère 8) et la clavette (repère 13)	
5	Dévisser les 4 vis CHC M 4-12 (repère 9)	Clé à six pans
6	Déposer la roue codeuse 6	

Q7

Etude cinématique : Amélioration du temps de parcours.

DT 1/5

Temps conseillé :
40 min

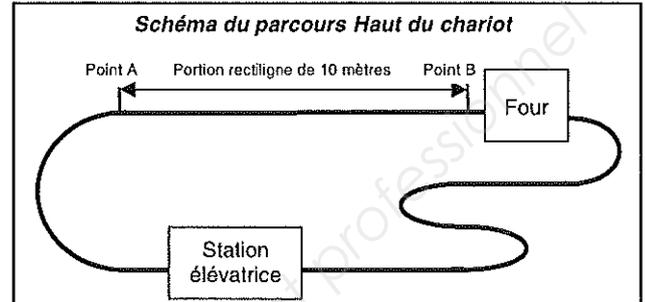
Barème : /25

La création de ces « à coups » engendre une perte de temps sur le parcours du chariot. Afin de maintenir la cadence de production, le service de maintenance doit trouver une solution afin de récupérer cette perte de temps.

Rappel : $\omega = \pi.n / 30$ (avec ω en rad.s^{-1} et n en tr/min)

Hypothèses et données :

- Le bras est en mouvement circulaire uniforme
- n bras/ châssis balancelle = 1,9 tr/min
- angle de rotation du bras est de 234° soit $4,08 \text{ rad}$



Q7-1 : Calculer la vitesse de angulaire ω bras/ châssis balancelle.

$$\omega = \pi.n / 30 = \pi \times 1,9 / 30 = 0,199 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\omega \text{ bras/ châssis balancelle} = 0,2 \text{ rad.s}^{-1}$$

Q7-2 : Calculer le temps initial « t_i » de rotation du bras.

$$t_i = 4,08 / 0,2 = 20,4 \text{ s}$$

$$t_i = 20,4 \text{ s}$$

Q7-3 : En admettant « t_i » = 20 s et sachant que chaque arrêt supplémentaire dure 2,5 s, calculer le temps final « t_f » après modification.

$$t_f = t_i + 2 \times 2,5 = 20 + 5 = 25 \text{ s}$$

$$t_f = 25 \text{ s}$$

Afin de récupérer cette perte de temps (5 s) après modification, le service de maintenance opte pour le remplacement du moteur de l'autorail. Actuellement à 1 seule vitesse ($n = 1500 \text{ tr/min}$), le nouveau moteur comportera 2 vitesses ($n_1 = 1500 \text{ tr/min}$ et $n_2 = 3000 \text{ tr/min}$). L'objectif étant d'utiliser la grande vitesse sur la portion rectiligne du circuit haut.

Rappels :

$$\omega = \pi.n / 30$$

$$V = \omega \times R$$

(avec ω en rad.s^{-1} ; n en tr/min ; V en m/s et R en m)

Données :

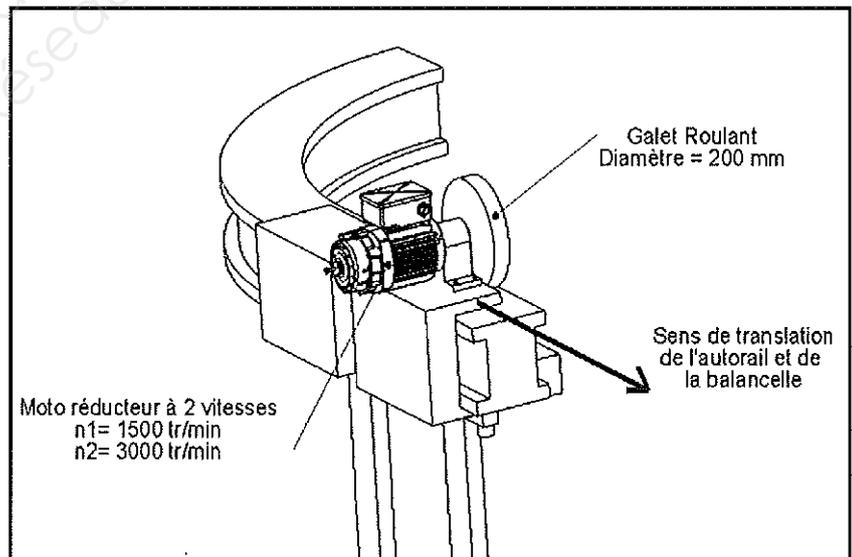
$$r \text{ réducteur} = 1 / 30$$

$$\varnothing \text{ galet roulant} = 200 \text{ mm}$$

Vitesses du moteur :

Petite vitesse : $n_1 = 1500 \text{ tr/min}$

Grande vitesse : $n_2 = 3000 \text{ tr/min}$



Q7-4 : Calculer la vitesse de sortie n_2 galet en grande vitesse (GV) en tr/min .

$$n_2 \text{ galet GV} = n_2 \times r \text{ réducteur} = 3000 \times 1 / 30 = 100 \text{ tr/min}$$

$$n_2 \text{ galet GV} = 100 \text{ tr/min}$$

Q7-5 : Calculer la vitesse angulaire ω_2 galet en grande vitesse (GV).

$$\omega_2 \text{ moteur GV} = \pi.n_2 \text{ galet GV} / 30 = \pi \times 100 / 30 = 10,5 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\omega_2 \text{ galet GV} = 10,5 \text{ rad.s}^{-1}$$

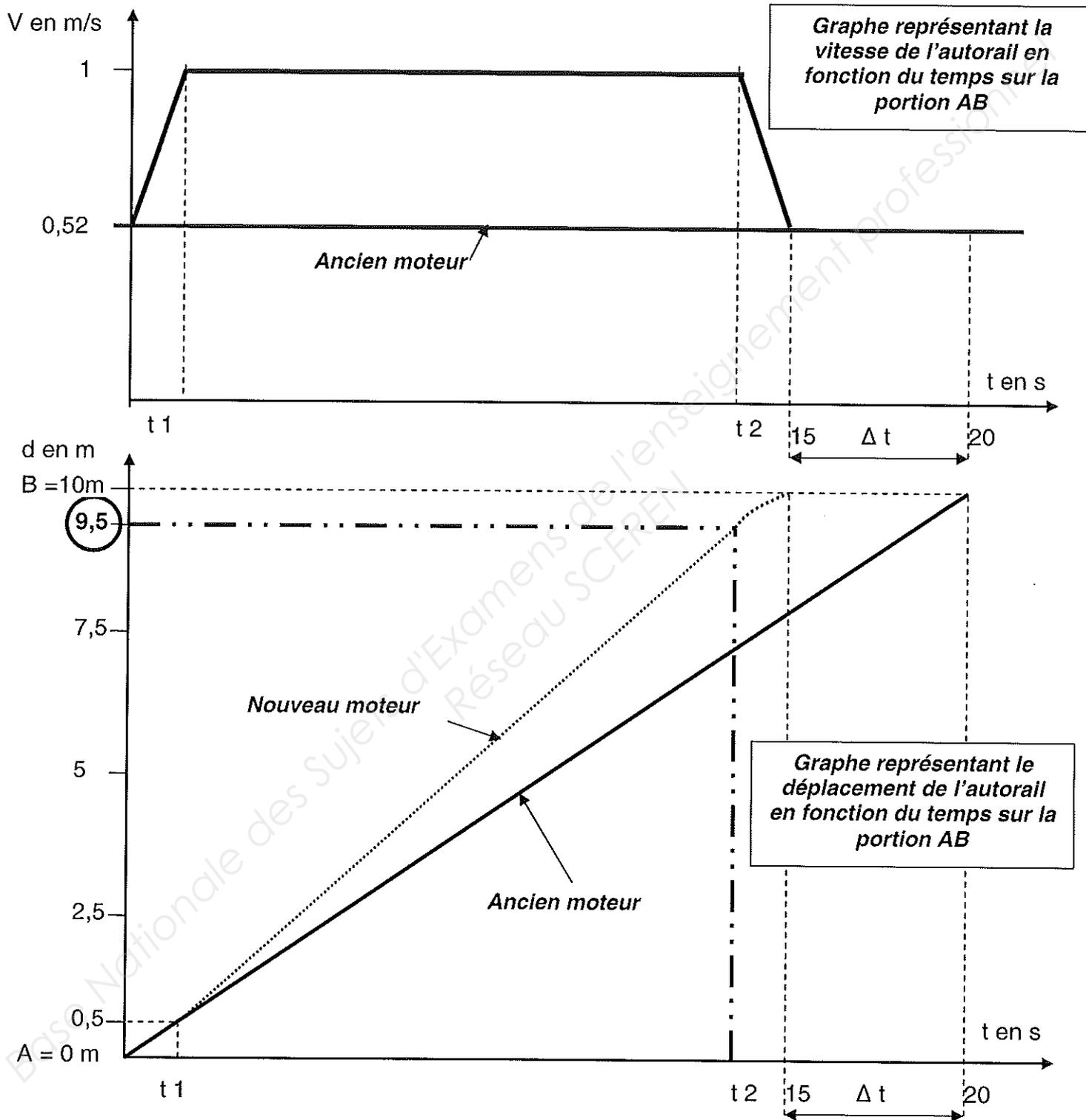
Q7-6 : Calculer la vitesse linéaire de l'autorail en grande vitesse.

$$V = \omega \times R = 10,5 \times 0,1 = 1,05 \text{ m/s}$$

$$V \text{ autorail GV} = 1,05 \text{ m.s}^{-1}$$

Les graphes ci-dessous représentent la vitesse linéaire et le déplacement de l'autorail en fonction du temps.

Q7-7 : En admettant $V_{\text{autorail}} = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et que l'intervalle de temps $[t_1 t_2]$ correspond au MRU (Mouvement Rectiligne Uniforme) de la grande vitesse, compléter le graphe $V_{\text{autorail}} = f(t)$.

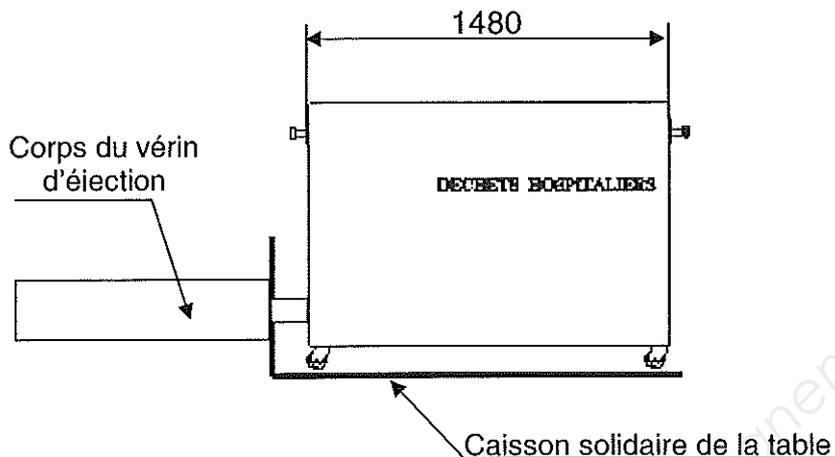


Q7-8 : Lire sur le graphe ci-dessus, la position du capteur 2 par rapport au point A qui commandera le passage de la grande vitesse GV à la petite vitesse PV sur le nouveau moteur.
(Laisser les traits de construction apparents)

Position du capteur 2 par rapport à A = 9,5 m

PROBLEMATIQUE 4 :

Le service CHSCT demande de faciliter le travail de l'opérateur lors du déplacement du container au poste déchargement. La solution retenue est un vérin pneumatique qui pousse le container favorisant ainsi l'éjection du container de la table élévatrice.



Q8	Détermination et choix du vérin	DT 4/6	Temps conseillé : 15 min	Barème : /13
-----------	---------------------------------	--------	-----------------------------	--------------

Rappel : $p = F / S$ (avec p en MPa ; F en N et S en mm²)

Données :

- $p = 0,4$ MPa
- F vérin minimum = 100 daN

Pour extraire correctement le container de la table élévatrice, on estime que la course du vérin doit être au moins égale à 40% de la longueur du container.

Q8-1 : Calculer la course mini du vérin à implanter.

$$\text{Course mini} = L \text{ container} \times 0,4 = 1480 \times 0,4 = 592 \text{ mm}$$

Course mini= **592 mm**

Q8-2 : Calculer la surface mini du piston du vérin à implanter.

$$S \text{ mini} = F \text{ vérin mini} / p = 1000 / 0,4 = 2500 \text{ mm}^2$$

S mini= **2500 mm²**

Q8-3 : En déduire le diamètre mini du piston du vérin à implanter.

$$\varnothing \text{ mini} = \sqrt{(4 \times S \text{ mini} / \pi)} = \sqrt{(4 \times 2500 / \pi)} = 56,4 \text{ mm}$$

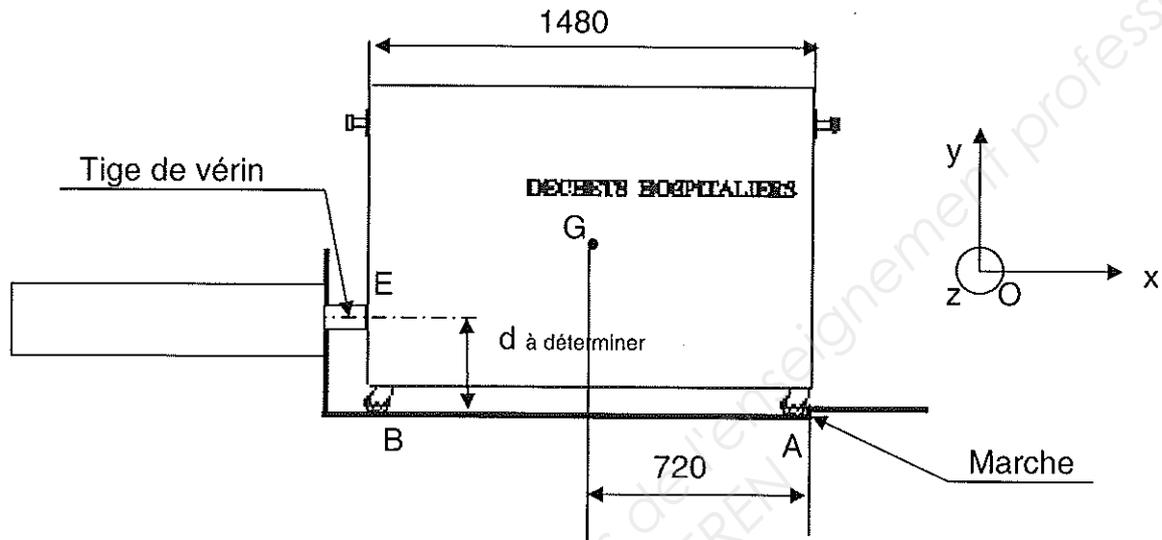
\varnothing mini= **56,4 mm**

Q8-4 : En admettant que C mini = 592 mm et \varnothing mini = 56 mm, choisir dans la documentation constructeur fournie le vérin à commander en complétant le tableau ci-dessous.

Marque	JOUCOMATIC
Référence	PCN 63 A 600-DIM
Codes	437 01 031
\varnothing	63 mm
Course	600 mm

Lors de la phase de descente de la table hydraulique, il arrive parfois qu'elle ne s'arrête pas au niveau du sol mais légèrement plus bas (environ 10 mm) ce qui provoque un petit obstacle (marche) lors de l'éjection du container.

On cherche à déterminer la position du vérin afin d'éviter le basculement du container lors du franchissement de cette marche.



Hypothèses et données :

- F vérin = 1060 N (en tenant compte du taux de charge du vérin).
- A la limite du basculement, il n'y a plus contact de la roue arrière donc $B \text{ table/container} = 0$
- P container = 730 N

On isole le container à la limite du basculement.

Q9-1 : Compléter le tableau des actions mécaniques extérieures sur le container à la limite du basculement (mettre un ? lorsqu'une donnée est inconnue).

Efforts	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité
\rightarrow P container	G		\downarrow	730 N
\rightarrow A marche/container	A	?	?	?
\rightarrow Action vérin/container	E	\rightarrow	\rightarrow	1060 N

Dans notre cas, la résolution graphique ne peut s'appliquer car on ne connaît pas la position exacte du vérin puisque c'est que l'on cherche à déterminer.

Il faut donc résoudre analytiquement la suite du problème.

Q9-2 : Calculer le moment en A de P container ; $M(A, P \text{ container})$:

$$M(A, P \text{ container}) = 0,74 \times 730 = 540,2 \text{ Nm}$$

$$M(A, P \text{ container}) = 540,2 \text{ Nm}$$

Q9-3 : Ecrire le théorème du moment résultant en A, traduisant l'équilibre du container à la limite du basculement :

$$M(A, P \text{ container}) + M(A, A \text{ marche/container}) + M(A, \text{Action vérin/container}) = 0$$

Q9-4 : En projetant l'équation du moment résultant en A par rapport à z, calculer la distance d maxi pour qu'il n'y ait pas basculement :

$$M(A, P \text{ container}) + M(A, A \text{ marche/container}) + M(A, \text{Action vérin/container}) = 0$$

$$540,2 + 0 - d \times 1060 = 0$$

$$d = 540,2 / 1060$$

$$d = 0,5096 \text{ m}$$

$$d \text{ maxi} = 510 \text{ mm}$$