



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.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

Maintenance des Équipements Industriels

Épreuve E1 : Epreuve scientifique et technique

Sous épreuve E1-E11 : Analyse et exploitation de données techniques

Durée : 4 heures
Coefficient : 3

A partir d'un dysfonctionnement identifié sur un bien industriel pluritechnologique, 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 : 22 pages

- Dossier présentation (DP).....feuilles DP 1/2 à 2/2
- Dossier technique (DT)feuilles DT 1/6 à 6/6
- **Dossier questions-réponses (DQR) à rendre par le candidat....feuilles DQR 1/14 à 14/14**

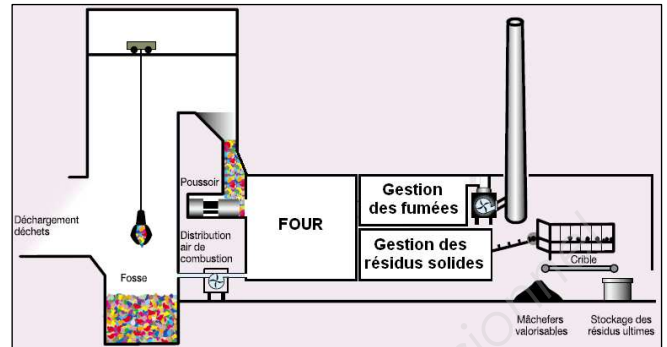
Le dossier questions - réponses est à rendre impérativement, même s'il n'a pas été complété par le candidat. Il ne portera pas l'identité du candidat. Il sera agrafé à une copie d'examen par le surveillant.

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)

Présentation de l'usine d'incinération :

La ville de Toulon est équipée d'une usine d'incinération qui permet de détruire par incinération les ordures ménagères de la ville et des communes avoisinantes.



Présentation de l'unité de traitement des déchets hospitaliers :

Intégrée sur le site de l'usine d'incinération, l'unité de traitement des déchets hospitaliers reçoit par camions des **containers de « Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieuses » (DASRI)**.

Dans ces déchets, on retrouve des seringues, pansements, compresses, échantillons sanguins, etc. Ces déchets présentent un risque infectieux et sont considérés suivant le code de la santé publique comme 'des déchets dangereux'. En conséquence, leur élimination est très réglementée.

En effet, ils ne peuvent pas être mis dans une fosse de stockage, ils doivent être incinérés par un système permettant de vider le container directement dans le four.

Le container sera lavé et désinfecté avant la remise en service de celui-ci.



Photo : Container de Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieuses (DASRI)

Le système de manutention des containers :

Un convoyeur aérien permet de manutentionner automatiquement 8 **chariots porte container**.

Un opérateur est chargé d'alimenter le poste de chargement en container. Un autre opérateur est chargé d'évacuer au poste de déchargement les containers vides.

Chaque chariot est autonome. Il est alimenté électriquement par un système de 'balais frotteurs' en 400 Vac. Un automate TWIDO gère les mouvements.

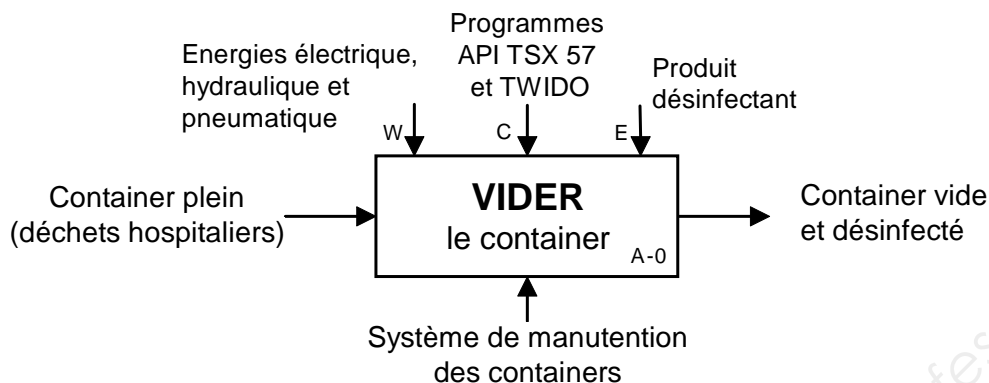
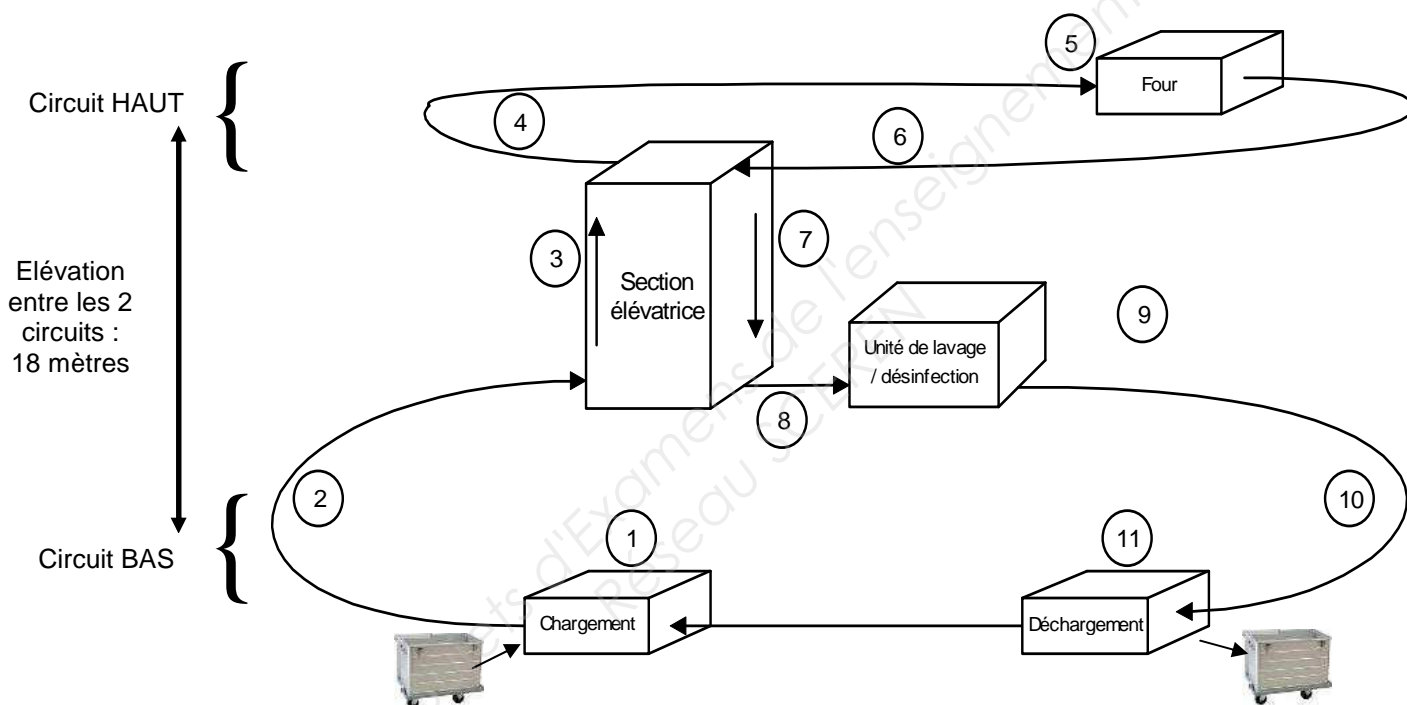
La gestion générale du système de manutention est assurée par un automate TSX 57.



Photo : Chariot porte container

Données complémentaires :

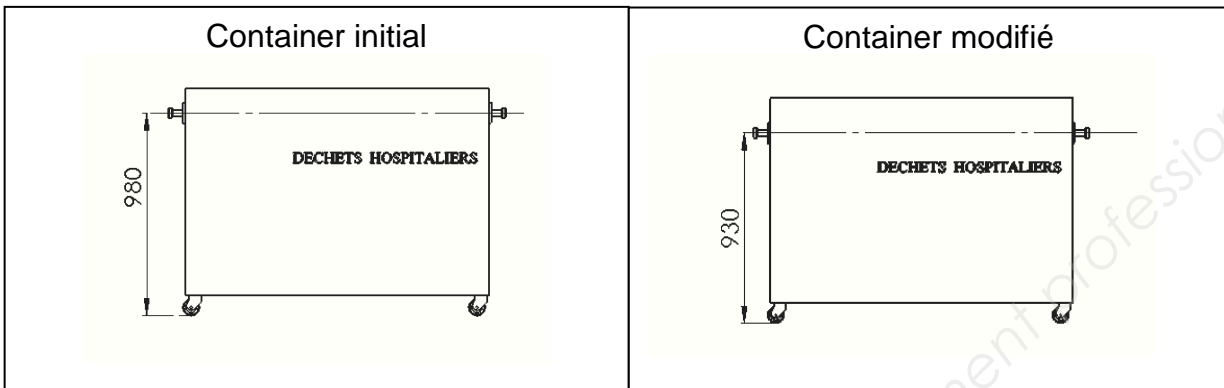
- ☞ Containers en aluminium
- ☞ Masse (à vide) : 73 Kg
- ☞ Dimensions (hors tout) : 1630 x 690 x 1115 mm
- ☞ 8 chariots porte container
- ☞ 8144 T de déchets (DASRI) traités annuellement

Fonction globale du système de manutention des containers :**Schéma de principe du système de manutention des containers :****es différentes étapes de la manutention des containers :**

- ① - **Chargement** par accrochage du container sur le chariot à l'aide d'une table élévatrice
- ② - **Transfert** du chariot porte container vers la section élévatrice
- ③ - **Élévation** du chariot porte container du circuit bas vers le circuit haut (Montée de 18 mètres)
- ④ - **Transfert** du chariot porte container vers le four
- ⑤ - **Déchargement des déchets** dans le four par basculement du container
- ⑥ - **Retour** du chariot porte container vers la section élévatrice
- ⑦ - **Descente** du chariot porte container du circuit haut vers le circuit bas (Descente de 18 mètres)
- ⑧ - **Transfert** du chariot porte container vers unité de lavage et **retournement** du container
- ⑨ - **Lavage** et **désinfection** du container
- ⑩ - **Retournement** du container et **transfert** du chariot porte container vers le déchargement
- ⑪ - **Déchargement** par décrochage du container du chariot à l'aide d'une table élévatrice

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 : 25 min	Barème : / 16
-----------	------------------------------	------------------------	-----------------------------	---------------

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

.....
.....

Q1-2 : Donner la matière d'œuvre entrante (MOE) du système de manutention de container de 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	.....
.....	Vérin pneumatique de table de transfert
.....	Ciseaux
Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de translation	.....
.....	Rails de la table de transfert

Q1-4 : A l'aide du diagramme FAST, indiquer dans le tableau ci-dessous, les fonctions ainsi que les actionneurs permettant de passer d'une étape à l'autre du chargement.

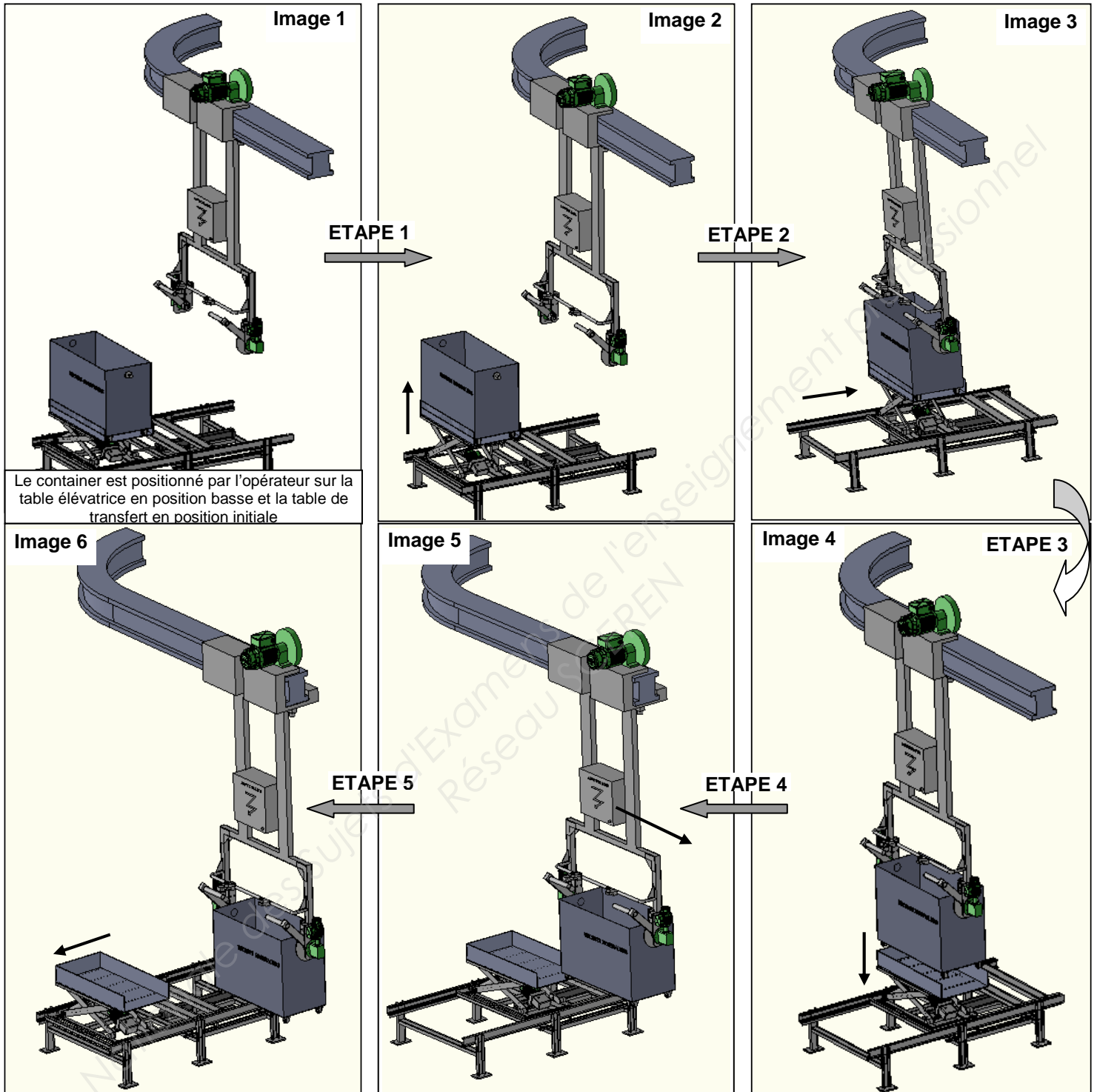


Image 1	<p>Etape 1</p> <p>Fonction : Translater verticalement la table élévatrice</p> <p>Actionneur : Vérin hydraulique</p>	Image 2	<p>Etape 2</p> <p>Fonction :</p> <p>Actionneur :</p>	Image 3	<p>Etape 3</p> <p>Fonction :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Actionneur :</p>
	Image 6		<p>Etape 5</p> <p>Fonction :</p> <p>Actionneur :</p>		Image 5	Etape 4 Fonction : ..... Actionneur : .....	Image 4	Fonction : ..... ..... .....

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 ?

.....

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

Tuyauterie rigide

Flexible

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

.....
.....

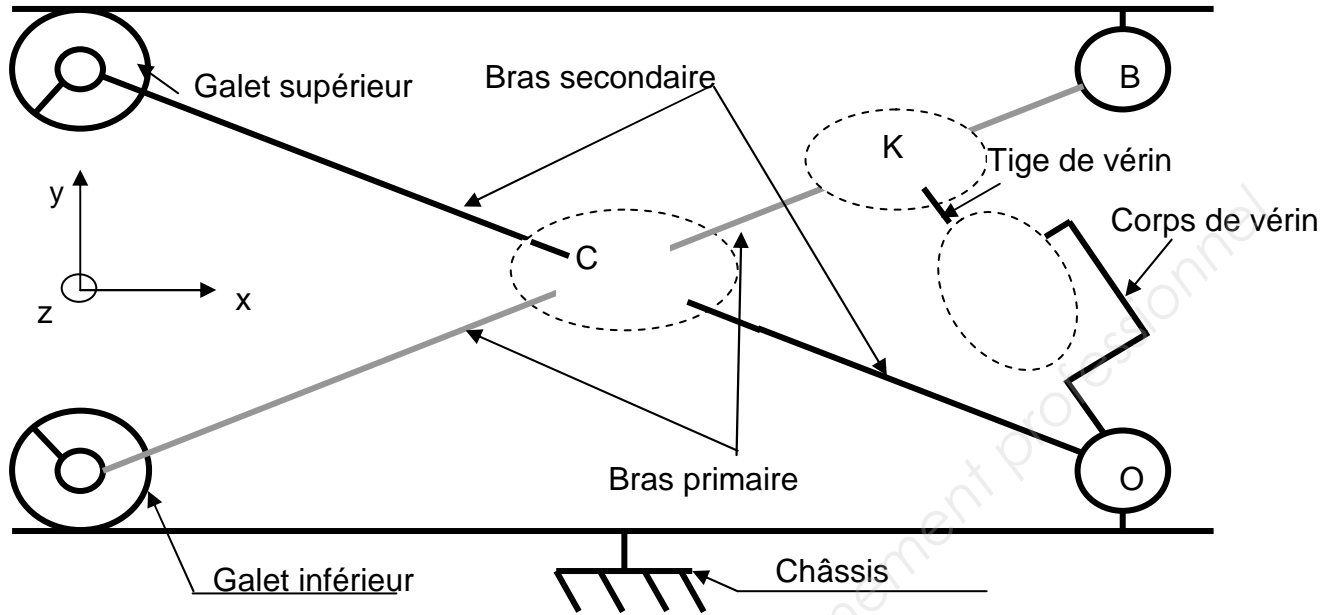
Q2-4 : Compléter le tableau suivant :

Classes d'équivalence	Nature du mouvement
Table / Châssis	
Bras primaire / Châssis	

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	.....
Liaison Galet supérieur/Bras secondaire	PIVOT	.....
Liaison Tige/Bras primaire	PIVOT	.....
Liaison Bras primaire/Bras secondaire	.....	.....
Liaison Tige/Corps de vérin	.....	Axe (OK)
Liaison Galet supérieur/Table	.....	.....

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 = mm

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

.....
 Course = mm

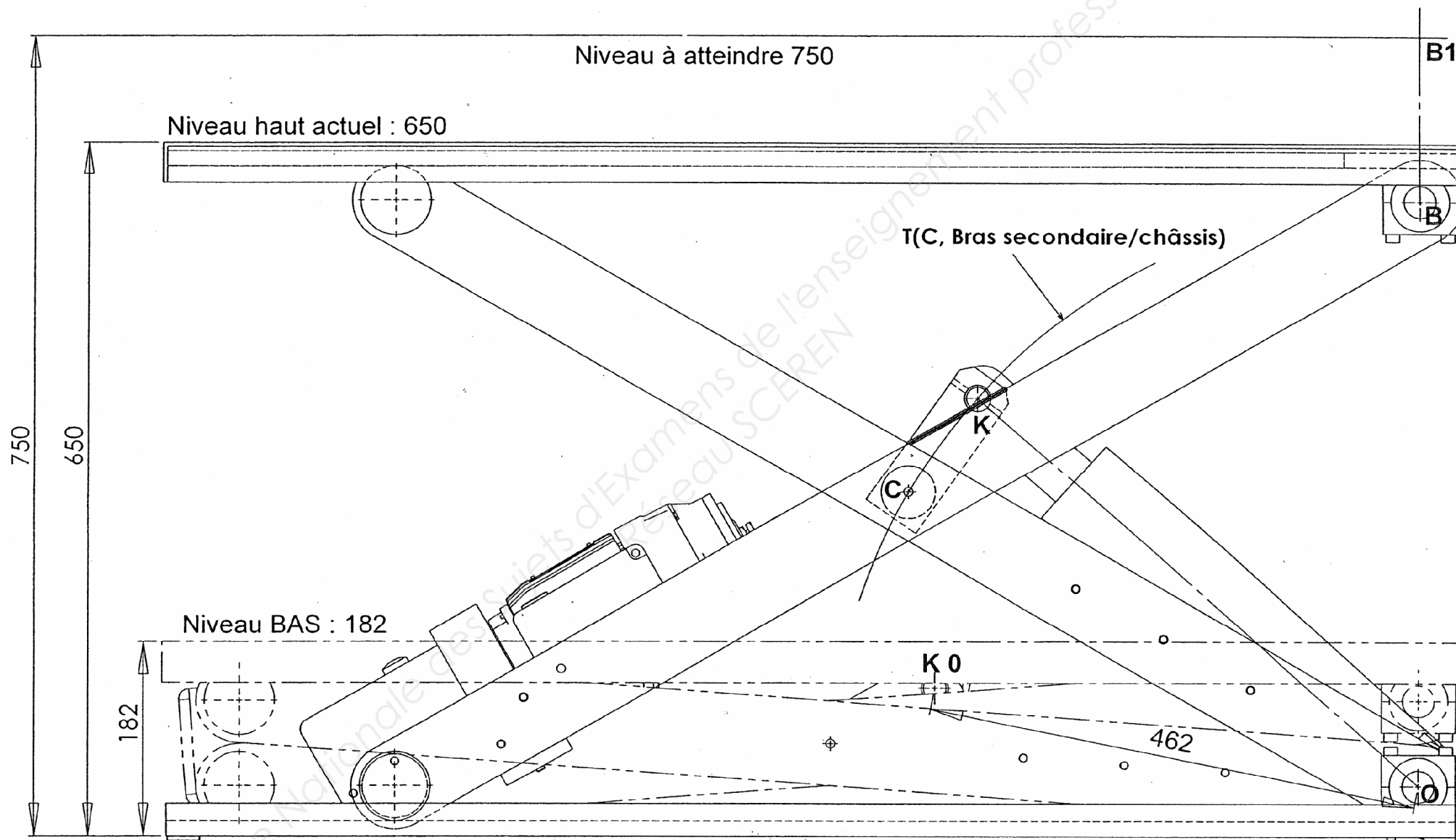
Q2-9 : En supposant que OK1 = 600 mm et à l'aide de la documentation sur le vérin hydraulique, compléter le tableau ci-dessous :

Capacité du vérin hydraulique Réf 5030	Etude de notre application
C tige rentrée =mm	C tige rentrée [OK0]= .....mm
Course =mm	Course =mm
C maxi tige sortie =.....mm	C tige sortie [OK1]=.....mm

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

Justifier la réponse :

.....



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.

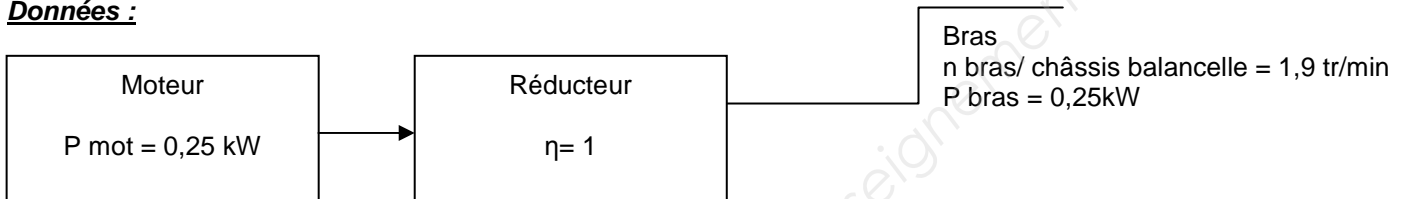
Pour résoudre ce problème le service de maintenance choisit d'effectuer le retournement du container avec un bras unique. Pour apporter cette amélioration, il faut donc effectuer les modifications en deux parties :

- 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 :

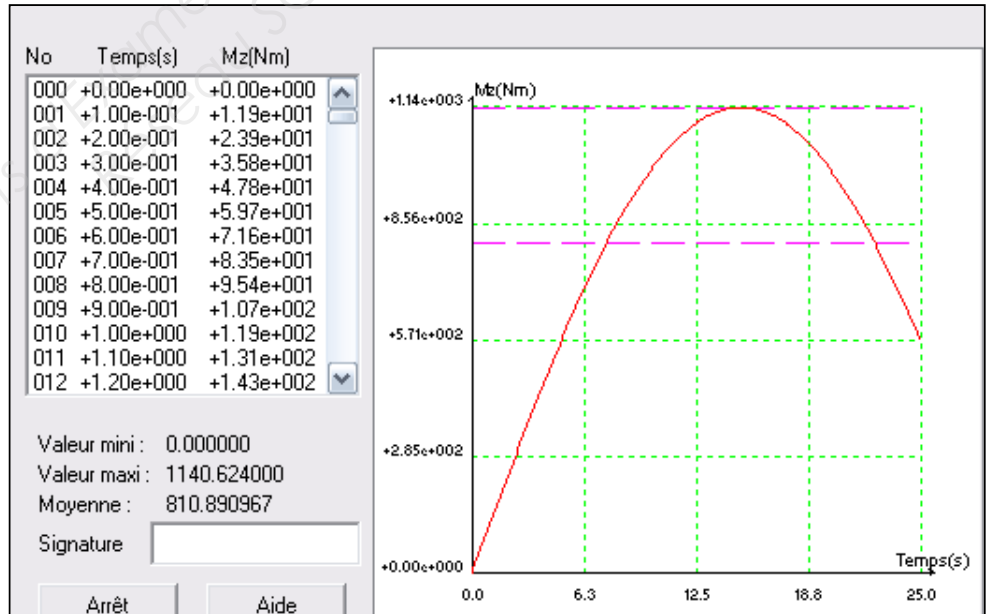
.....

C bras = 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 = Nm



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

Rayer la mauvaise réponse.

OUI

NON

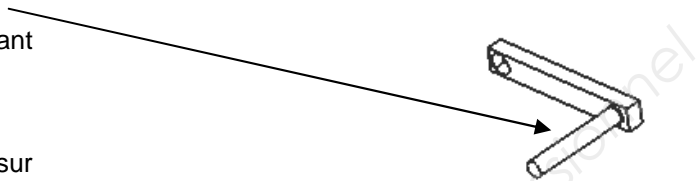
Q3-4 : Justifier la réponse précédente :

.....

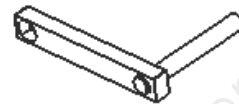
Après avoir validé le remplacement des 2 moteurs par un seul, il faut maintenant solidariser les 2 bras.

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.



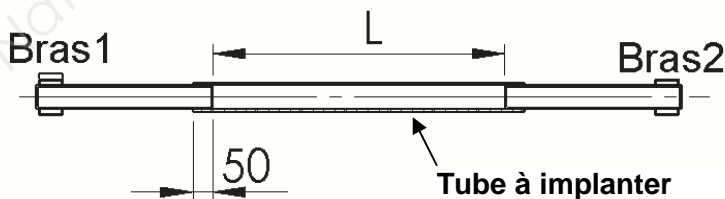
Q4-2 : Choisir dans l'extrait de catalogue ci-dessous les dimensions du tube à commander.

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
Ø intérieur=	mm	Ø extérieur=	mm		75	17,5	40	27,50	9 C

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



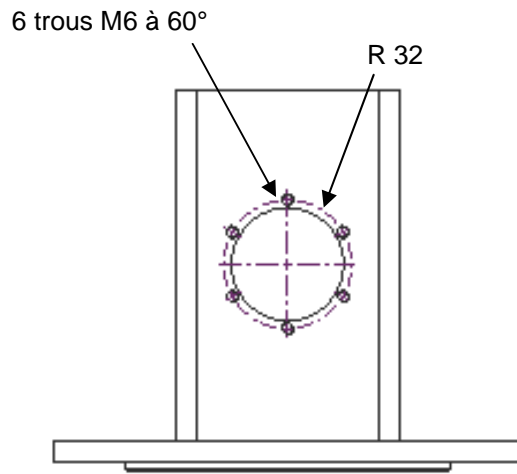
Calcul :

.....

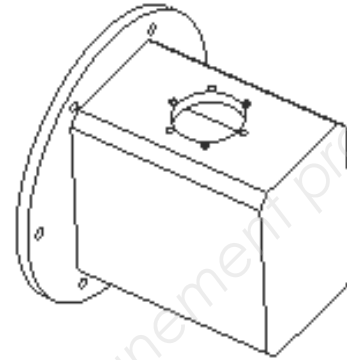
L tube=	mm
---------	----

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.



Vue de dessus
du carter



Perspective du
carter

Q5	Etude de la fonction « Obturer le réducteur »	Guide	Temps conseillé : 30 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 »

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.

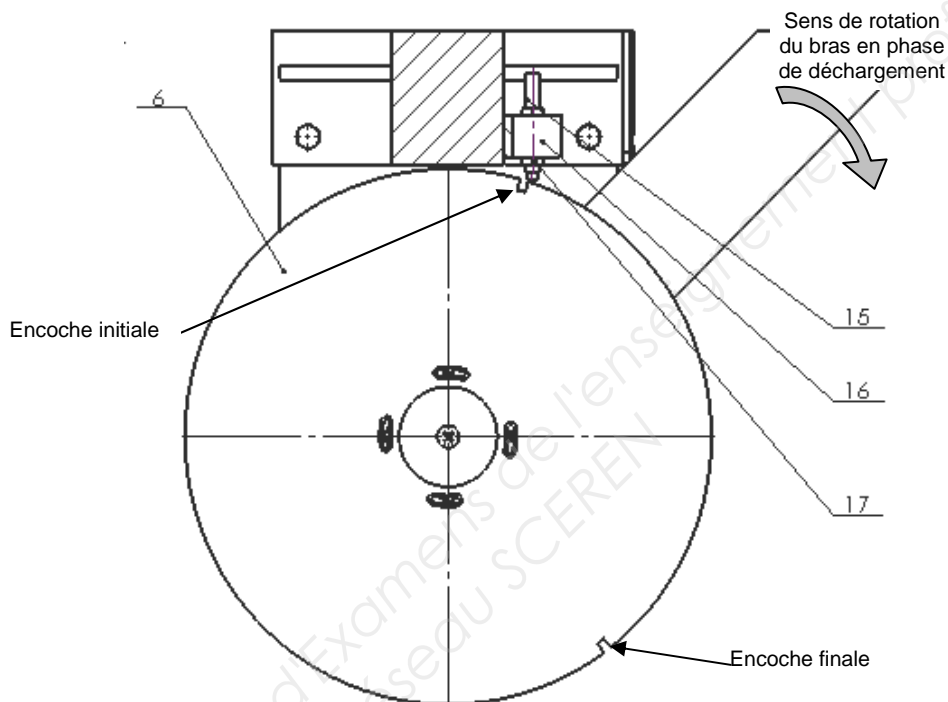
.....
.....

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		
2		
3		
4		
5		
6	Déposer la roue codeuse 6	

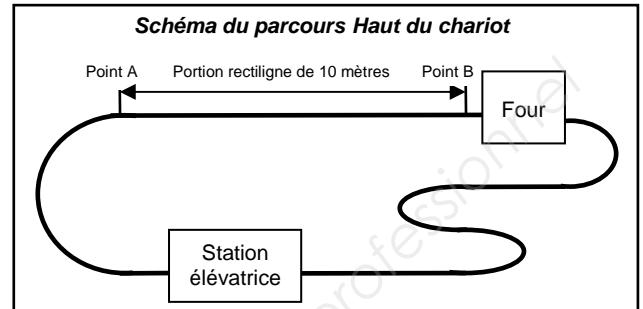
Q7	Etude cinématique : Amélioration du temps de parcours.	DT 1/6	Temps conseillé : 40 min	Barème : /25
-----------	---	--------	-----------------------------	--------------

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 rad



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

.....

ω bras/ châssis balancelle =	rad.s^{-1}
-------------------------------------	---------------------

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

.....

$t_i =$	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.

.....

$t_f =$	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 :

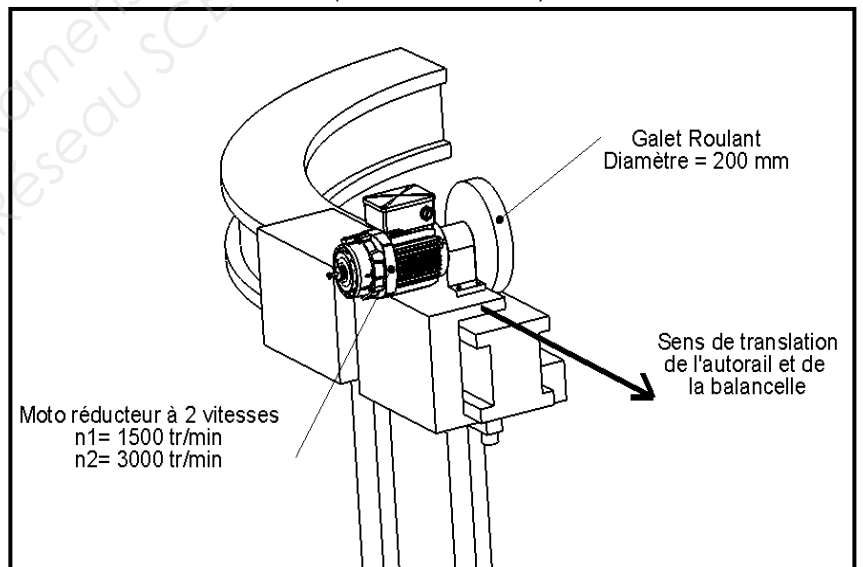
r réducteur = 1 / 30

\varnothing galet roulant = 200 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 galet GV=	tr/min
-----------------	-----------------

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

.....

ω_2 galet GV=	rad.s^{-1}
----------------------	---------------------

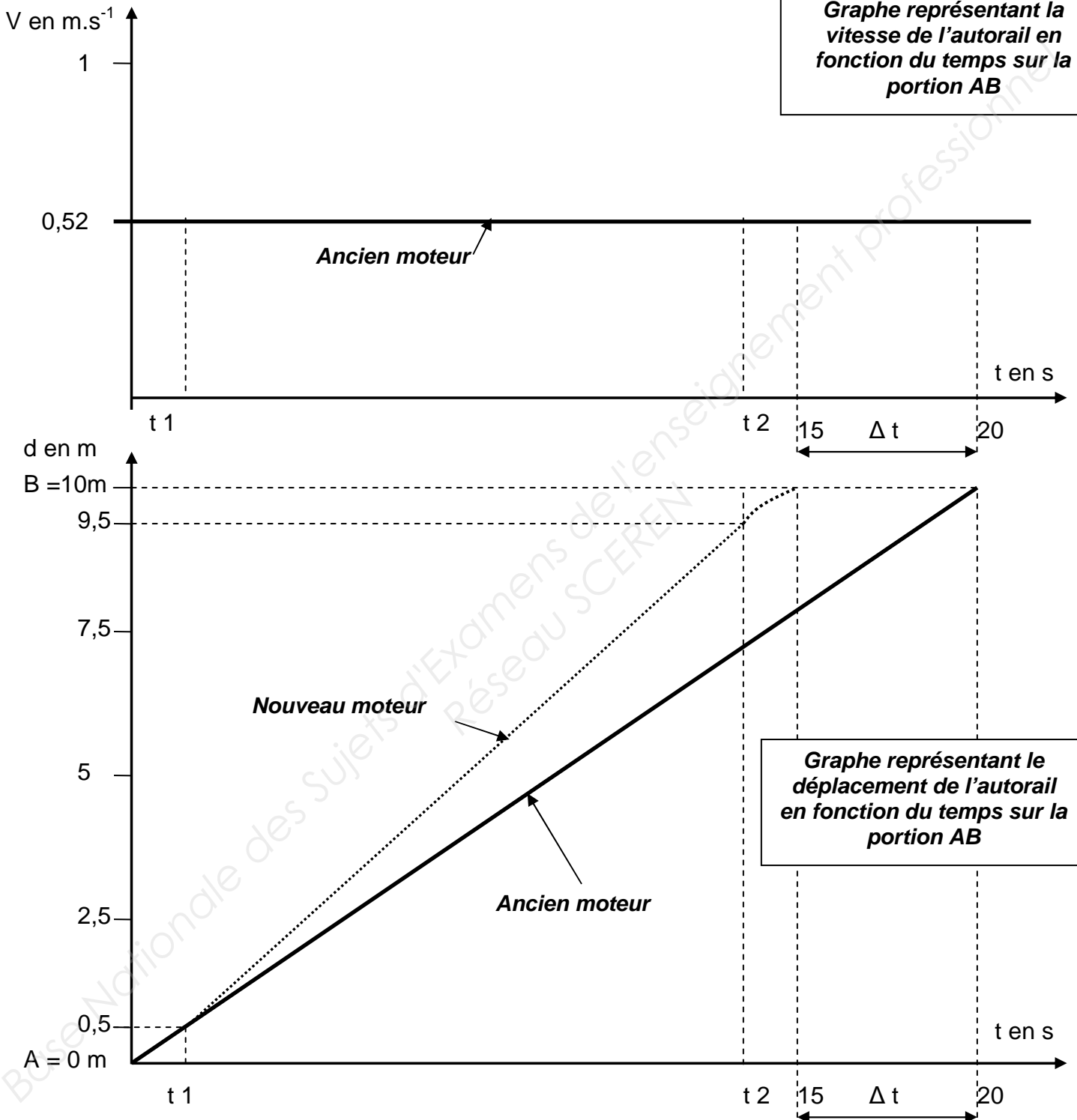
Q7-6 : Calculer la vitesse linéaire de l'autorail en grande vitesse.

.....

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



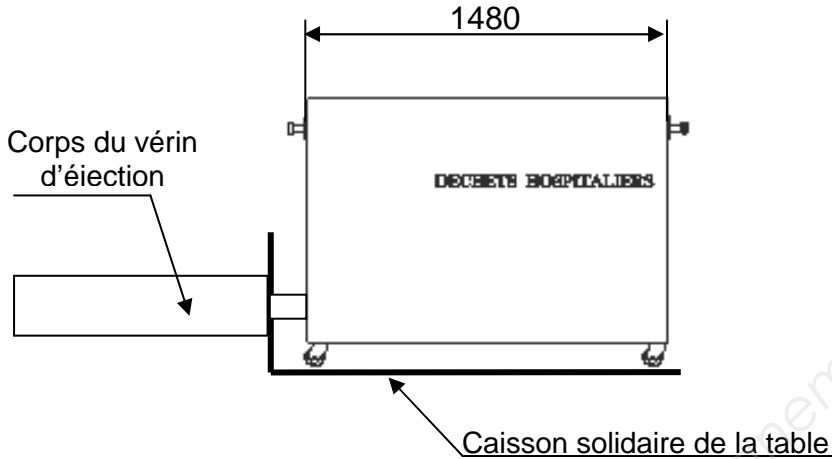
Q7-8 : Lire sur le graphe ci-dessus, la position du capteur 2 par rapport au point A qui commandera le passage de la grande vitesse GV à la petite vitesse PV sur le nouveau moteur.

(Laisser les traits de construction apparents)

Position du capteur 2 par rapport à A = 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.

.....
.....

Course mini=	mm
--------------	----

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

.....
.....

S mini=	mm ²
---------	-----------------

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

.....
.....

Ø mini=	mm
---------	----

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

Marque	
Référence	
Codes	
Ø	
Course	

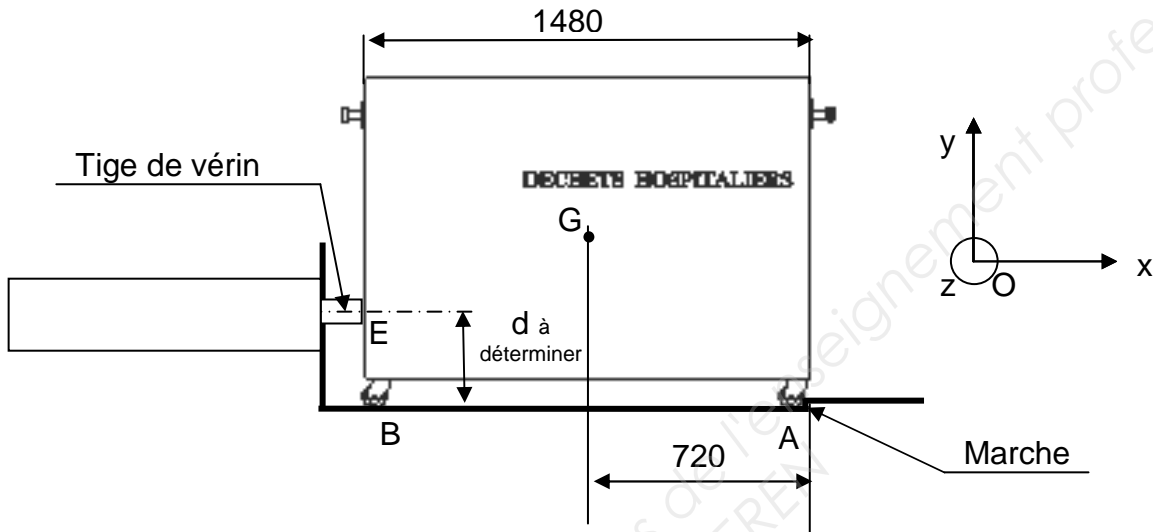
Q9 Implantation du vérin : Etude statique

Temps conseillé :
25 min

Barème : /19

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 :**

- $F_{\text{vérin}} = 1060 \text{ N}$ (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 $B_{\text{table/container}} = 0$
- $P_{\text{container}} = 730 \text{ N}$

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
$\overrightarrow{P_{\text{container}}}$				
$\overrightarrow{A_{\text{marche/container}}}$				
$\overrightarrow{A_{\text{vérin/container}}}$				

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 $\vec{P}_{\text{container}}$; $M(A, \vec{P}_{\text{container}})$:

$M(A, \vec{P}_{\text{container}}) =$ Nm

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

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 :

d maxi = mm