

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.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
PILOTAGE DE SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISEE
SESSION 2006

Epreuve E1 : Epreuve scientifique et technique

Sous épreuve A1 Unité U11 : Etude d'un système de production automatisée

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Corrigé

| Réponses de la page | Barème |
|---------------------|--------|
| 3 / 18 | /6 |
| 4 / 18 | /7 |
| 5 / 18 | /26 |
| 6 / 18 | /5 |
| 8 / 18 | /6 |
| 9 / 18 | /5 |
| 10 / 18 | /8 |

| Réponses de la page | Barème |
|---------------------|-------------|
| 11 / 18 | /10 |
| 12 / 18 | /6 |
| 13 / 18 | /6 |
| 14 / 18 | /4 |
| 15 / 18 | /18 |
| 17 / 18 | /10 |
| 18 / 18 | /3 |
| Total : | /120 |
| Note : | /20 |

Problématique N° 1 : Afin d'être en mesure d'expédier plus rapidement les blocs bétons, il est envisagé d'optimiser la palettisation. On demande au pilote de proposer des améliorations permettant de réduire la durée de cette phase 7.

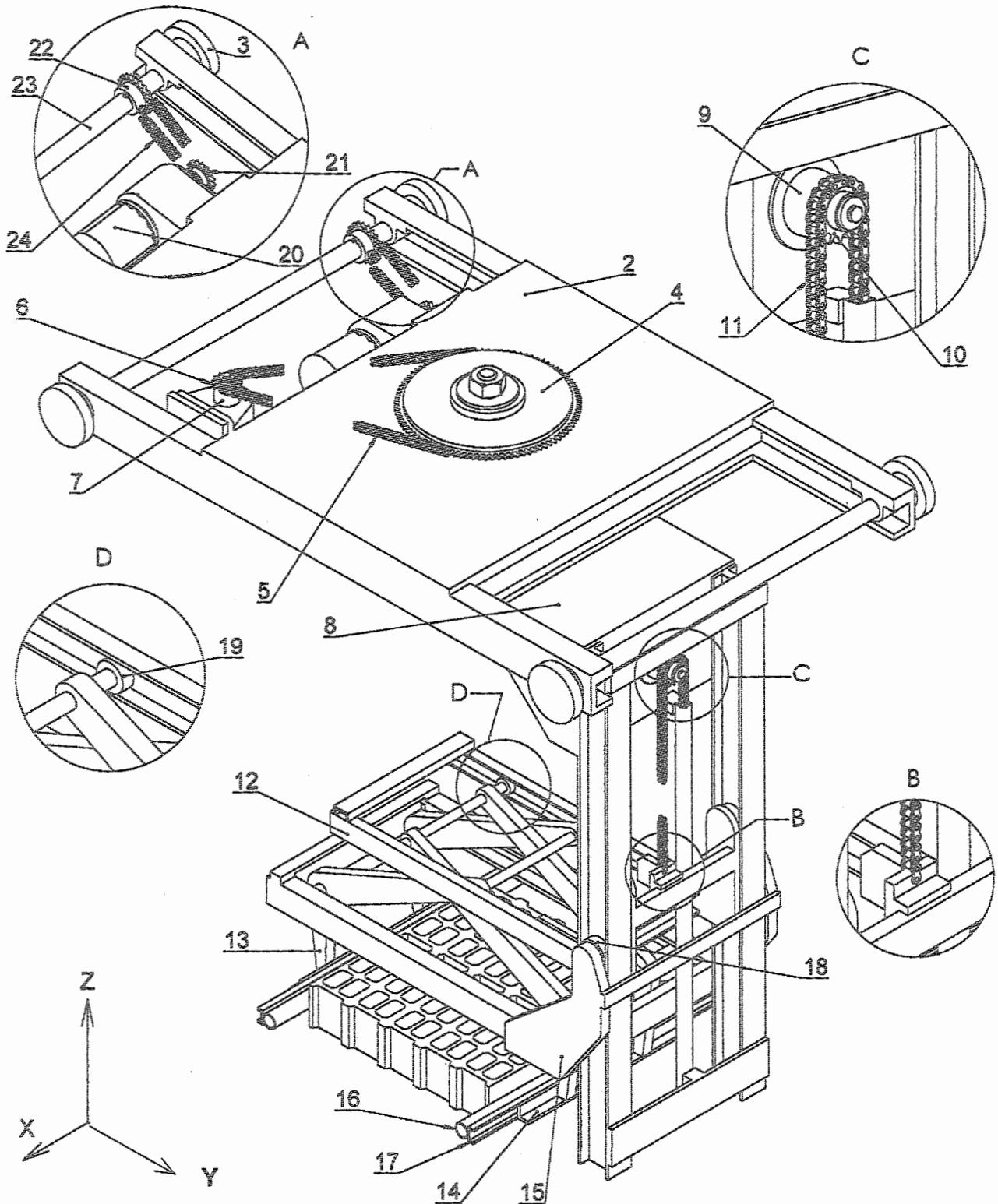
Problématique N° 2 : Le lancement d'une nouvelle production de bordures sur la chaîne de fabrication est à l'étude. Il est demandé au pilote de vérifier que le palettiseur actuel est capable de soulever sans glissement, les couches de bordures, et éventuellement, de proposer des modifications techniques au niveau des mâchoires, pour adapter le mécanisme à cette nouvelle production.

- L'étude préliminaire a pour but de prendre connaissance de la cinématique du palettiseur.
- L'étude répondant à la problématique N° 1, doit permettre, après détermination des durées actuelles de chaque étape de la palettisation, de proposer des solutions pour réduire le temps global de cette phase.
- L'étude N° 2 conduit à la validation du palettiseur, pour le lancement d'une production de bordures, sous réserve de modifications techniques.

Etude préliminaire :Question 1 :

IDENTIFIER certains éléments du palettiseur, en complétant les repères manquants sur la vue 3D ci-dessous. (utiliser les documents DT 11 et DT 12)

16



Question 2 :

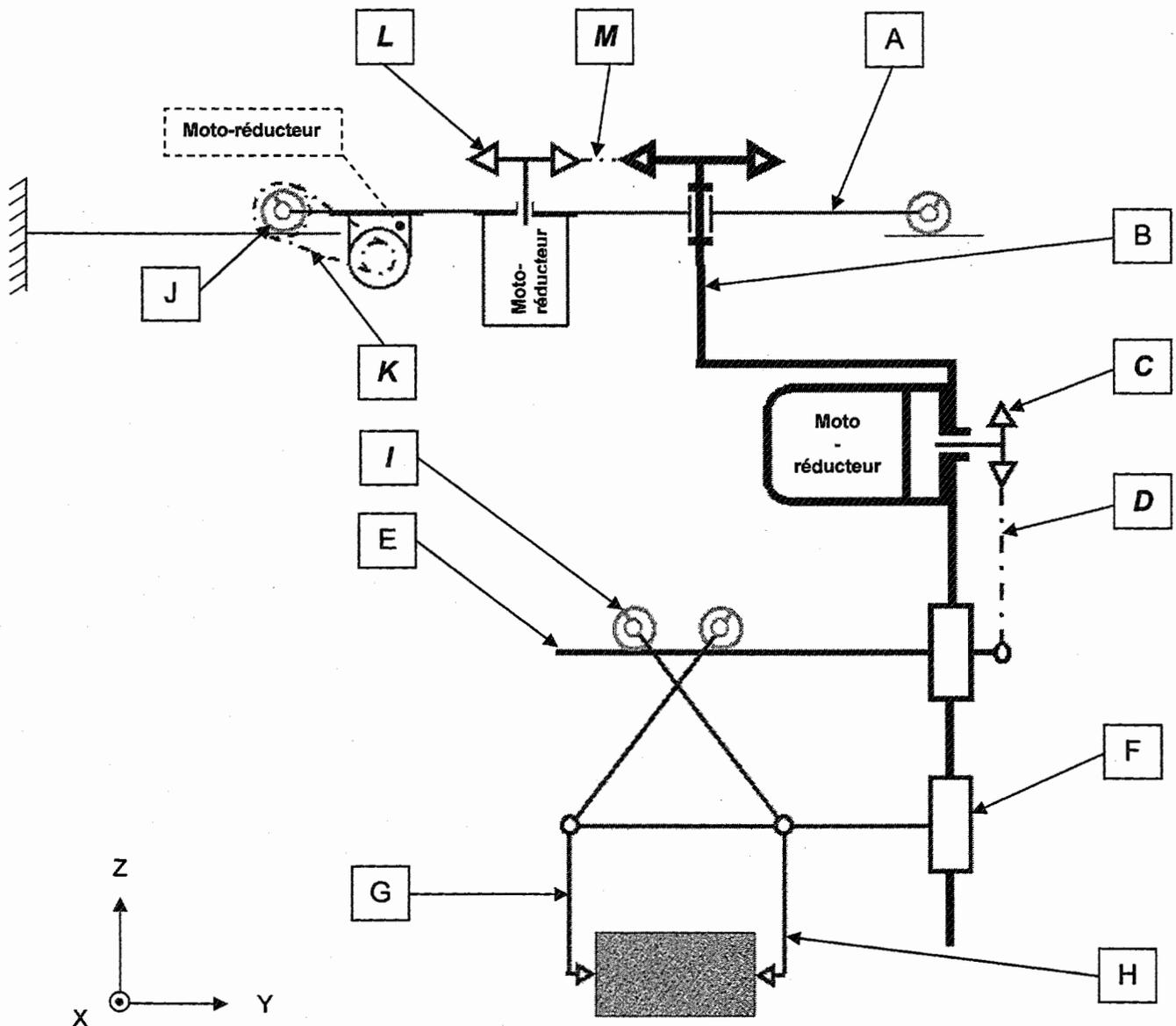
En vous aidant des documents DT 11 et DT 12, et du schéma cinématique ci-dessous, **COMPLÉTER** les sous-ensembles suivants, en utilisant les repères :

4, 7, 9, 12, 15, 16, 17, 20, 22, 23.

$$\begin{array}{l}
 A = \{ 2, 7, 20 \} \\
 B = \{ 8, 4, 9 \} \\
 E = \{ 12 \} \\
 F = \{ 15 \} \\
 G = \{ 13, 16, 17 \} \\
 H = \{ 14, 16, 17 \} \\
 J = \{ 3, 22, 23 \}
 \end{array}$$

Autres sous-ensembles : C = { 10 } ; D = { 11 } ; I = { 19 } ; K = { 24 } ; L = { 6 } ; M = { 5 }

17



Question 3 :

- DETERMINER les fonctions de chaque moto-réducteur.

| Moto-réducteur | Fonction assurée |
|----------------|--|
| Rep 7 | <i>Assure la rotation de la tourelle Rep 8. (sous-ensemble B)</i> |
| Rep 9 | <i>Assure le levage de la charge. (sous-ensembles E, F, G, H + charge)</i> |
| Rep 20 | <i>Assure le déplacement horizontal du chariot. (sous-ensemble A)</i> |

- PRECISER les mouvements qu'ils imposent à la charge. (blocs bétons)
- INDIQUER l'amplitude de ces mouvements. (s'aider des documents DT 10, DT 11 et DT 12)

| Moto-réducteur | Translations | | | Rotations | | | Amplitude maximum du déplacement de la charge |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
| | T _x | T _y | T _z | R _x | R _y | R _z | |
| Rep 7 | | | | | | X | 90° |
| Rep 9 | | | X | | | | 1,5 m |
| Rep 20 | | X | | | | | 3 m |

/6

Question 4 :

- IDENTIFIER la nature des mouvements entre les sous-ensembles.
- INDIQUER le nom des liaisons entre ces sous-ensembles.
- PRECISER leur axe dans l'espace.

| Sous-ensembles | Translations | | | Rotations | | | Nom de la liaison | Axe |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------|
| | T _x | T _y | T _z | R _x | R _y | R _z | | |
| B / A | | | | | | X | <i>Liaison PIVOT</i> | <i>axe Z</i> |
| E / B | | | X | | | | <i>Liaison GLISSIERE</i> | <i>axe Z</i> |
| F / B | | | X | | | | <i>Liaison GLISSIERE</i> | <i>axe Z</i> |
| G / F | | | | X | | | <i>Liaison PIVOT</i> | <i>axe X</i> |
| H / F | | | | X | | | <i>Liaison PIVOT</i> | <i>axe X</i> |

/10

Question 5 :

- PLACER les sous-ensembles C , D , I , K , L et M sur le schéma cinématique Doc DSR4.
- COMPLETER le schéma cinématique en symbolisant les liaisons mécaniques G / F et E / B. (utiliser le document ressource DR 2)

/10

Résolution de la problématique N° 1 :

Cette étude doit permettre, après détermination des durées actuelles de chape étape, de proposer des solutions pour réduire le temps global nécessaire à la palettisation.

Question 6 :

- CALCULER la vitesse de descente de la pince.
- CALCULER la durée T1 nécessaire à la descente de la pince.

- Données :**
- Fréquence moyenne de rotation de l'arbre de sortie du moto-réducteur de levage Rep 7 : $N = 78 \text{ tr.min}^{-1}$.
 - Pignon de levage Rep 10 : $Z_{10} = 15$ dents.
 - Caractéristiques de la chaîne de levage Rep 11 : voir document ressource DR 3.
 - Hauteur de levage = 1.5 mètre.
 - Formulaire : voir document ressource DR 4.

Calcul de la vitesse de descente :

$$V = N \cdot p \cdot Z_d / 60 \quad \text{avec } N = 78 \text{ tr.min}^{-1}, p = 0,0254 \text{ m},$$

$$Z_d = Z_{10} = 15 \text{ dents}$$

$$V = 78 \cdot 0,0254 \cdot 15 / 60$$

$$V = 0,4953 \text{ m.s}^{-1}$$

Résultat :Vitesse de descente = **0,495 m.s⁻¹**

/2

Calcul de la durée T1 : $x(t) = v_0 \cdot t + x(0)$ avec $x(t) = 1,5 \text{ m}$, $v_0 = V = 0,495 \text{ m.s}^{-1}$ et $x(0) = 0$

$$t = x(t) / V$$

$$t = 1,5 / 0,495 = 3,03 \text{ s}$$

Durée T1 = **3,03 s**

/2

Question 7 :

REPORTER les valeurs T1, T2, T7 et T8 sur le chronogramme Doc DSR 7, sachant que T1 = T2 = T7 = T8.

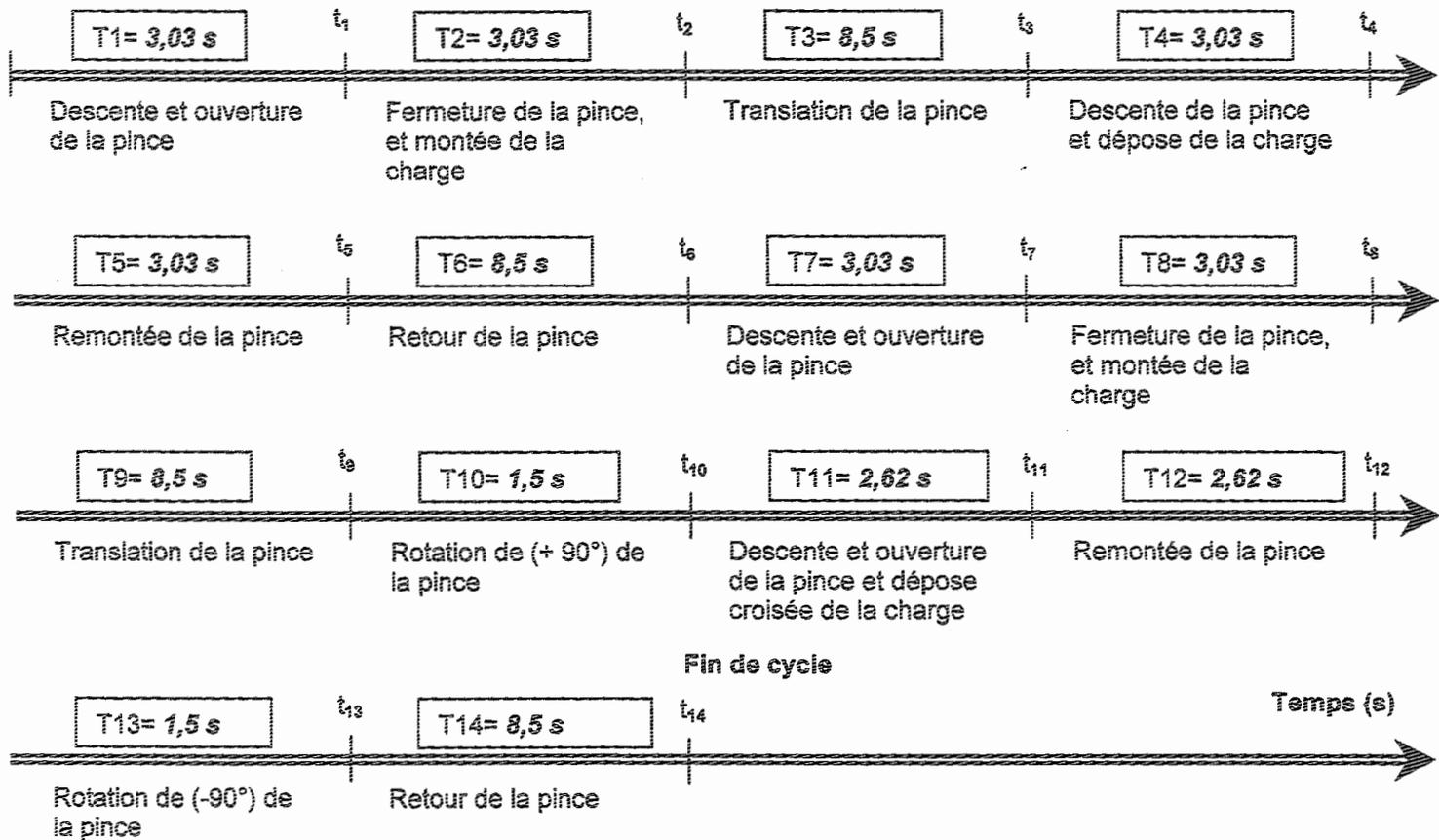
/1

Chronogramme de la phase de palettisation (phase 7) :

Chargement d'une palette en 6 couches croisées de 10 blocs bétons.

Position de départ : La pince est en position haute, au dessus des 2 planches à décharger.
(5 blocs par planche)

Début
de cycle



Ce cycle permet d'empiler 20 blocs (2 x 10) sur 2 couches croisées.

Question 8 :

DEDUIRE des résultats précédents, les valeurs des durées T4 et T5.

Résultat :

Durée T4 = 3,03 s ; Durée T5 = 3,03 s

REPORTER les valeurs T4 et T5 sur le chronogramme Doc DSR 7, sachant que T4 = T5 .

12

A chaque nouvelle superposition de couche, le déplacement effectué par la pince, pour décharger les blocs bétons, diminue de leur hauteur, soit 20 cm.

Question 9 :

CALCULER les durées T11 et T12.

Calculs : $x(t) = v_0 \cdot t + x(0)$ avec $x(t) = 1,5 - 0,2 = 1,3 \text{ m}$, $v_0 = V = 0,495 \text{ m.s}^{-1}$ et $x(0) = 0$
 $t = x(t) / V$

$$t = 1,3 / 0,495 = 2,62 \text{ s}$$

Résultats :

Durée T11 = 2,62 s ; Durée T12 = 2,62 s

REPORTER les valeurs T11 et T12 sur le chronogramme Doc DSR 7, sachant que T11 = T12 .

12

Question 10 :

CALCULER la réduction des durées de descente de la charge, et de remontée de la pince, à chaque nouvelle superposition de couche.

Calcul : $3,03 - 2,62 = 0,41 \text{ s}$

Résultat :

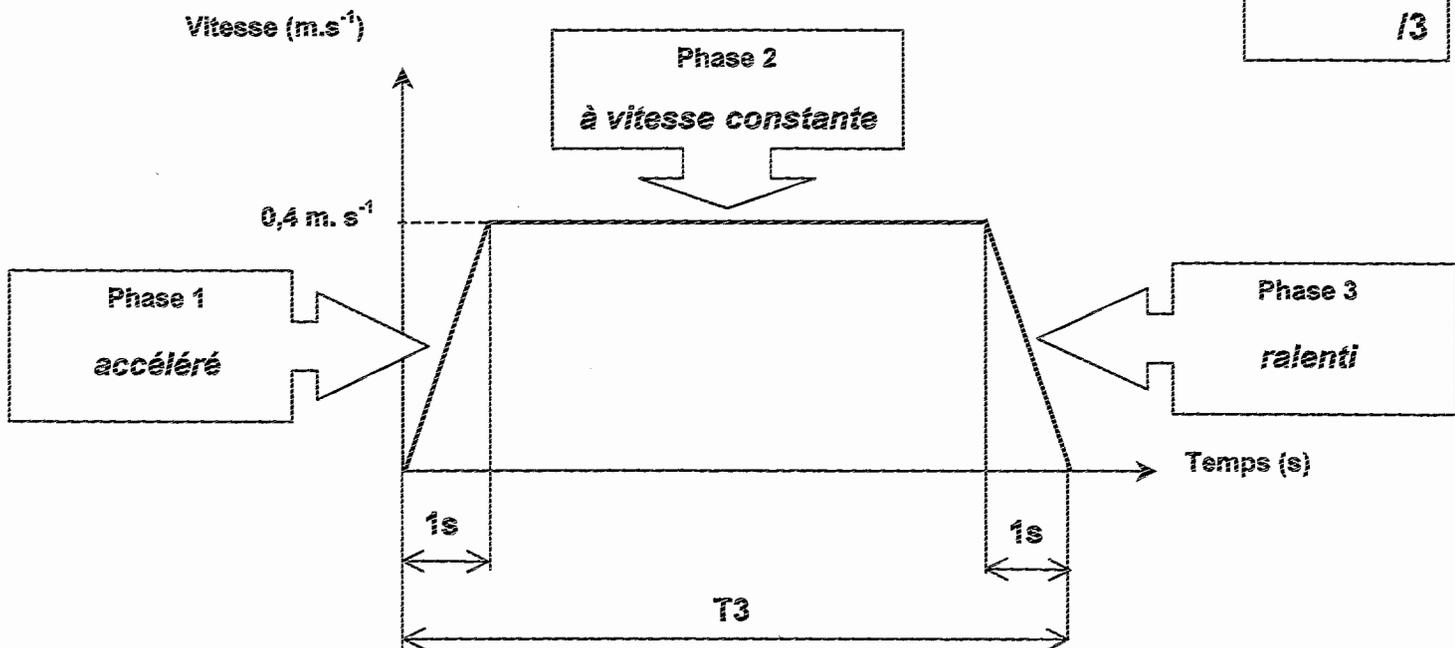
Réduction de durée = 0,41 s

12

Le déplacement horizontal de la charge s'effectue durant les durées T3, T6, T9 et T14, sur une distance de 3 mètres.

Question 11 :

Sur le graphe des vitesses ci-dessous, **PRÉCISER** le type de mouvement pour chaque phase de cette translation. (ralenti, accéléré, à vitesse constante)

**Question 12 :**

- CALCULER l'accélération.
- EN DEDUIRE la décélération.

Données :

- Graphe des vitesses.
- Formulaire : voir document ressource DR 4.

Calcul de l'accélération : $v(t) = a \cdot t + v_0$ avec $v(t) = 0,4 \text{ m.s}^{-1}$, $t = 1 \text{ s}$ et $v(0) = 0$

$$a = v(t) / t$$

$$a = 0,4 / 1 = 0,4 \text{ m.s}^{-2}$$

Résultats :

Accélération = $0,4 \text{ m.s}^{-2}$; Décélération = $-0,4 \text{ m.s}^{-2}$

12

Question 13 :

- CALCULER la distance parcourue par le chariot Rep 2, pendant la phase 1.
- CALCULER la distance parcourue par le chariot Rep 2, pendant la phase 3.
- EN DEDUIRE la distance à parcourir par le chariot, durant la phase 2.

Données :

- Graphe des vitesses.
- Formulaire : voir document ressource DR 4.
- Document technique DT10.

Calcul de la distance parcourue pendant la phase 1 :

$$x(t) = 1/2 \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x(0) \quad \text{avec } v_0 = 0 \text{ et } x(0) = 0$$

$$= 1/2 \cdot 0,4 \cdot 1^2$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

Résultat :

Distance PHASE 1 = **0,2 m**

Calcul de la distance parcourue pendant la phase 3 :

$$x(t) = 1/2 \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x(0) \quad \text{avec } v_0 = 0,4 \text{ m.s}^{-1} \text{ et } x(0) = 0$$

$$= 1/2 \cdot (-0,4) \cdot 1^2 + 0,4 \cdot 1$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

Résultat :

Distance PHASE 3 = **0,2 m**

Calcul de la distance parcourue pendant la phase 2 :

$$3 - 0,2 - 0,2 = 2,6 \text{ m}$$

Résultat :

Distance PHASE 2 = **2,6 m**

16

Question 14 :

CALCULER la durée de la phase 2.

Calcul : $x(t) = v_0 \cdot t$ avec $x(t) = 2,6 \text{ m}$ et $v_0 = 0,4 \text{ m.s}^{-1}$

$$t = x(t) / v_0$$

$$t = 2,6 / 0,4 = 6,5 \text{ s}$$

Résultat :

Durée PHASE 2 = **6,5 s**

12

Question 15 :

CALCULER la durée T3 du déplacement horizontal de la charge.

Calcul : $1 + 6,5 + 1 = 8,5 \text{ s}$

Résultat :

Durée T3 = 8,5 s

12

REPORTER les valeurs des durées T3, T6, T9, et T14, sur le chronogramme Doc DRS 7, sachant que T3 = T6 = T9 = T14.

11

Question 16 :

CALCULER la vitesse moyenne de translation du chariot Rep 2.

Donnée : - Durée T3 = 9 s.

Calcul : $V_{moyenne} = x(t) / t$ avec $x(t) = 3 \text{ m}$ et $t = 9 \text{ s}$
 $V_{moyenne} = 3 / 9$
 $V_{moyenne} = 0,333 \text{ m.s}^{-1}$

Résultat :

Vitesse moyenne CHARIOT = 0,333 m.s⁻¹

13

La rotation de la tourelle Rep 8 s'effectue sur un angle de 90°

Question 17 :

CALCULER la fréquence de rotation de la tourelle Rep 8.

Données : - Fréquence moyenne de rotation en sortie du moto-réducteur Rep 7 = $N_7 = 75 \text{ tr.min}^{-1}$.
 - Roue dentée Rep 4 : $Z_4 = 90$ dents.
 - Pignon d'entraînement Rep 6 : $Z_6 = 12$ dents.

Calcul : $N_6 \cdot Z_6 = N_4 \cdot Z_4$ avec $N_6 = N_7 = 75 \text{ tr.min}^{-1}$, $Z_6 = 12$ dents, $N_4 = N_8$,
 $Z_4 = 90$ dents

$N_8 = N_6 \cdot Z_6 / Z_4$
 $N_8 = 75 \cdot 12 / 90 = 10 \text{ tr.min}^{-1}$

Résultat :

Fréquence de rotation $N_8 = 10 \text{ tr.min}^{-1}$

14

Question 18 :

CALCULER la durée **T10** nécessaire à cette rotation de la tourelle Rep 8.

Calcul :

$$T_{10} = 90 / (10 \cdot 360 / 60)$$

$$T_{10} = 90 / 60$$

$$T_{10} = 1,5 \text{ s}$$

Résultat :

Durée **T10 = 1,5 s**

REPORTER les valeurs **T10** et **T13** sur le chronogramme Doc DSR 7, sachant que **T10 = T13**.

12

Question 19:

CALCULER la durée totale du cycle 1, nécessaire à la superposition des 2 premières couches de blocs bétons.

Calcul :

$$T_{\text{CYCLE 1}} = (T_1 + T_2 + T_7 + T_8) + (T_4 + T_5) + (T_{11} + T_{12}) + (T_3 + T_6 + T_9 + T_{14}) + (T_{10} + T_{13})$$

$$T_{\text{CYCLE 1}} = 4 \cdot 3,03 + 2 \cdot 3,03 + 2 \cdot 2,62 + 4 \cdot 8,5 + 2 \cdot 1,5$$

$$T_{\text{CYCLE 1}} = 12,12 + 6,06 + 5,24 + 34 + 3$$

$$T_{\text{CYCLE 1}} = 60,42 \text{ s}$$

Résultat :

Durée **T_{CYCLE 1} = 60,42 s**

12

Question 20:

QUEL EST LE NOMBRE DE CYCLES nécessaires pour charger une palette ?

Réponse :

Nombre de cycles = **3**

12

Question 21:

PROPOSER une solution permettant de réduire la durée de palettisation, sachant que pour des raisons économiques, il n'est pas souhaitable de remplacer les moto-réducteurs.

Solution proposée :

- 1) **Augmenter les vitesses de descente et de remontée de la pince.**
(augmenter le nombre de dents du pignon de levage Rep 10)
- 2) **Augmenter les vitesses de déplacement du chariot.**
(changer les pignons Rep 21 et (ou) Rep 22)
- 3) **Faire la rotation de la tourelle en temps masqué.**

14

La capacité du descenseur étant de 20 planches de 5 blocs bétons (soit 100 blocs) et chaque palette nécessitant 6 couches de 10 blocs bétons (soit 60 blocs), une attente est donc nécessaire pour assurer l'approvisionnement.

Cette attente, répartie par palette, est estimée à 144 s.

Question 22:

CALCULER le nombre de palettes réalisées en 8 heures de fonctionnement avec une durée de palettisation initiale $T_{\text{PALETTISATION}} = 175 \text{ s}$.

Calculs : $8 \times 3600 / (175 + 144) = 28800 / 319 = 90,2 \text{ palettes}$

Résultat :

Nombre de palettes réalisées = $N_{\text{PALETTES}} = 90,2 \text{ palettes}$

12

Plusieurs modifications ont permis de réduire la durée de palettisation. (voir question 21)

Question 23 :

- **CALCULER** le nombre de palettes réalisées en 8 heures de fonctionnement avec une durée de palettisation optimisée.
- **EN DEDUIRE** le gain de production ainsi obtenu.

Donnée : - Durée de palettisation optimisée = $T_{\text{PALETTISATION OPTIMISEE}} = 143 \text{ s.}$

Calcul du nombre de palettes réalisées :

$$8 \times 3600 / (143 + 144) = 28800 / 287 = 100,3 \text{ palettes}$$

Résultat :

Nombre de palettes réalisées = $N^{\text{PALETTES}} = 100,3 \text{ palettes}$

Calcul du gain de production : $100 - 90 = 10 \text{ palettes}$

Résultat :

Gain de production = 10 palettes

14

Résolution de la problématique N° 2 :

Cette étude a pour but de s'assurer que les mâchoires du palettiseur sont capables de soulever, sans risque de glissement, les nouveaux blocs produits.

Caractéristiques des bordures :

- Longueur : 1 m.
- Largeur : 12 cm.
- Hauteur : 20 cm.
- Poids unitaire : 55 daN.

Caractéristiques des palettes :

- 4 couches croisées de 8 bordures chacune. (soit 18 blocs)
- Poids d'une palette : environ 1750 daN.

L'étude statique se fera dans le plan de symétrie des mâchoires.

Question 24 :

- ISOLER le sous-ensemble constitué par :
 - la mâchoire avant Rep 13.
 - le support de garniture Rep 17.
 - la garniture de préhension Rep 16.
- REPRESENTER les forces extérieures sur l'isolement . (voir Doc DSR 16)
- FAIRE l'inventaire de ces forces à l'aide du tableau ci-dessous.

} Poids
négligés

| Forces | Point d'application | Direction | Sens | Intensité |
|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------|
| $\vec{A}_{12/13}$ | A | verticale | vers le haut | ? |
| $\vec{B}_{15/13}$ | B | horizontale | vers la droite | ? |
| $\vec{C}_{CHARGE/13}$ | C | I - C | vers le bas | ? |

/9

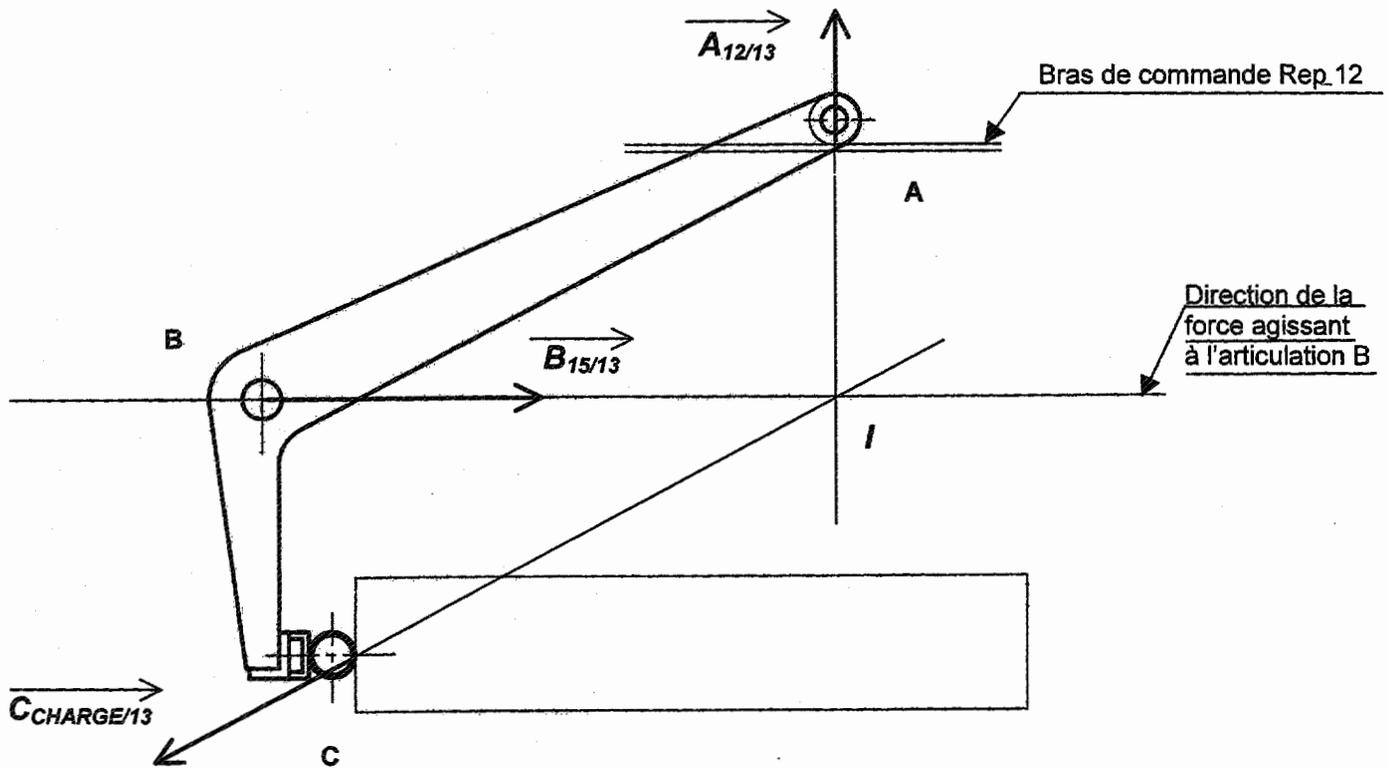
Question 25 :

- ISOLER l'ensemble constitué par les 8 bordures.
- REPRESENTER les forces extérieures sur l'isolement . (voir Doc DSR 16)
- FAIRE l'inventaire de ces forces à l'aide du tableau ci-dessous.

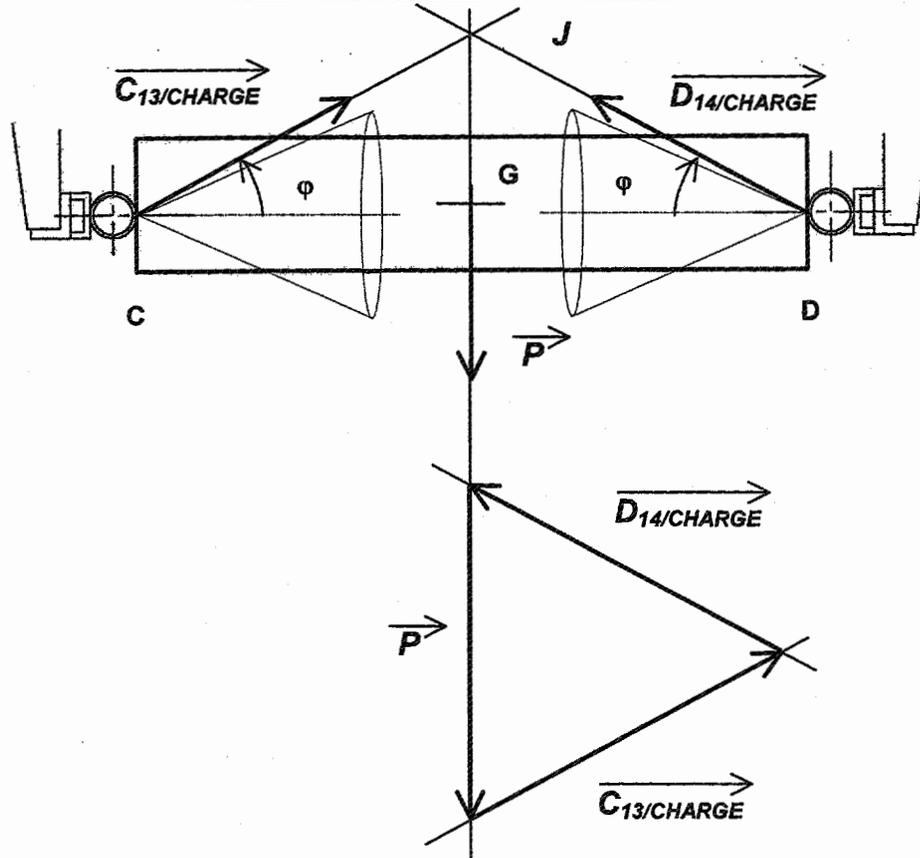
| Forces | Point d'application | Direction | Sens | Intensité |
|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-------------------------|
| \vec{P} | G | verticale | vers le bas | 8 x 55 = 440 daN |
| $\vec{C}_{13/CHARGE}$ | C | C - J | vers le haut | ? |
| $\vec{D}_{14/CHARGE}$ | D | D - J | vers le haut | ? |

/9

Mâchoire avant Rep 13 + Support de garniture Rep 17 + Garniture de préhension Rep 16 isolés :



Ensemble de 8 bordures isolé :



Echelle des forces : 1 mm pour 10 daN

Question 26 :

DETERMINER graphiquement les forces inconnues, agissant en C et D, sur l'ensemble constitué des 8 bordures.

Calculs : $C_{13/CHARGE}$ $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ mesure 47 mm donc $C_{13/CHARGE} = 47 \times 10 = 470 \text{ daN}$

$D_{14/CHARGE}$ $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ mesure 47 mm donc $D_{14/CHARGE} = 47 \times 10 = 470 \text{ daN}$

Résultats :

en C : $C_{13/CHARGE} = 470 \text{ daN}$

en D : $D_{14/CHARGE} = 470 \text{ daN}$

14

Le coefficient d'adhérence entre les garnitures actuelles et les bordures est de 0,46 .

(la surface de ces bordures est moins rugueuse que pour les parpaings)

Les cônes d'adhérence correspondant à ce coefficient sont représentés en C et D, sur l'isolement des bordures. (voir Doc DSR 16)

Question 27:

L'ADHERENCE est-elle suffisante entre les garnitures et les bordures ?

Réponse : Oui Non (cocher la case correspondant à votre réponse)

JUSTIFIER votre réponse :

Les forces $C_{13/CHARGE}$ $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ et $D_{14/CHARGE}$ $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ sortent des cônes d'adhérence.

12

Question 28 :

- **MESURER** graphiquement le demi-angle minimum du cône d'adhérence pour que les mâchoires puissent soulever la charge sans glissement .
- **CALCULER** le coefficient d'adhérence correspondant.

Calculs : coefficient d'adhérence = $\tan \varphi = \tan 28^\circ = 0,53$

Résultats :

Demi-angle minimum du cône d'adhérence = $\varphi = 28^\circ$

Coefficient d'adhérence minimum = 0,53

14

Question 29:

CHOISIR dans le tableau ci-dessous, le type de garnitures qui assureront une adhérence suffisante avec les bordures en béton. (cocher la case correspondant à votre choix)

| Série : | Charge radiale admissible : (charge linéique en daN / mètre) | Coefficient d'adhérence : (contact avec éléments en béton) | | Choix : |
|--|---|---|-------------------|---------|
| NORMALE caoutchouc naturel + gaine textile | 250 | avec texture extérieure sur | béton brut : 0,8 | |
| | | | béton lisse : 0,6 | |
| | | sans texture extérieure sur | béton brut : 0,6 | |
| | | | béton lisse : 0,4 | |
| RENFORCEE caoutchouc naturel + 1 armature métallique | 500 | avec texture extérieure sur | béton brut : 0,8 | |
| | | | béton lisse : 0,6 | X |
| | | sans texture extérieure sur | béton brut : 0,6 | |
| | | | béton lisse : 0,4 | |
| FORTE caoutchouc naturel + 2 armatures métalliques | 750 | avec texture extérieure sur | béton brut : 0,8 | |
| | | | béton lisse : 0,6 | |
| | | sans texture extérieure sur | béton brut : 0,6 | |
| | | | béton lisse : 0,4 | |

Charge radiale

Sans texture extérieure

Avec texture extérieure

/3

