

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

PILOTAGE DE SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISEE

Session 2006

Epreuve E1 : Epreuve scientifique et technique

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

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

À partir des documents fournis, le candidat est amené à :

- **DEFINIR** des fonctions techniques qui réalisent une **FONCTION GLOBALE**.
- **DECODER** des documents techniques.
- **ANALYSER** le fonctionnement d'un système.
- **ANALYSER, CRITIQUER, JUSTIFIER** une solution constructive.
- **DECODER** une cinématique en rapport avec le système étudié.
- **DEFINIR** un ou des critères de choix.
- **UTILISER** les lois et les principes de la mécanique appliquée.

Ce sujet comporte **trois dossiers** :

- Ø Un Dossier Technique : D.T. 1/12 à D.T. 12/12
- Ø Un Dossier Ressource : D.R. 1/4 à D.R. 4/4
- Ø Un Dossier Sujet Réponse : D.S.R. 1/18 à D.S.R. 18/18

IMPORTANT

Le Dossier Sujet Réponse complet (D.S.R. 1/18 à D.S.R. 18/18) ne portera pas l'identité du candidat.

Il sera agrafé par les surveillants de salle, dans l'ordre de pagination, à l'intérieur d'une copie d'examen, sous la bande d'anonymat.

**AUCUN DOCUMENT PERSONNEL AUTORISE
CALCULATRICE AUTORISEE**

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

DOSSIER
SUJET - REPONSES

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.

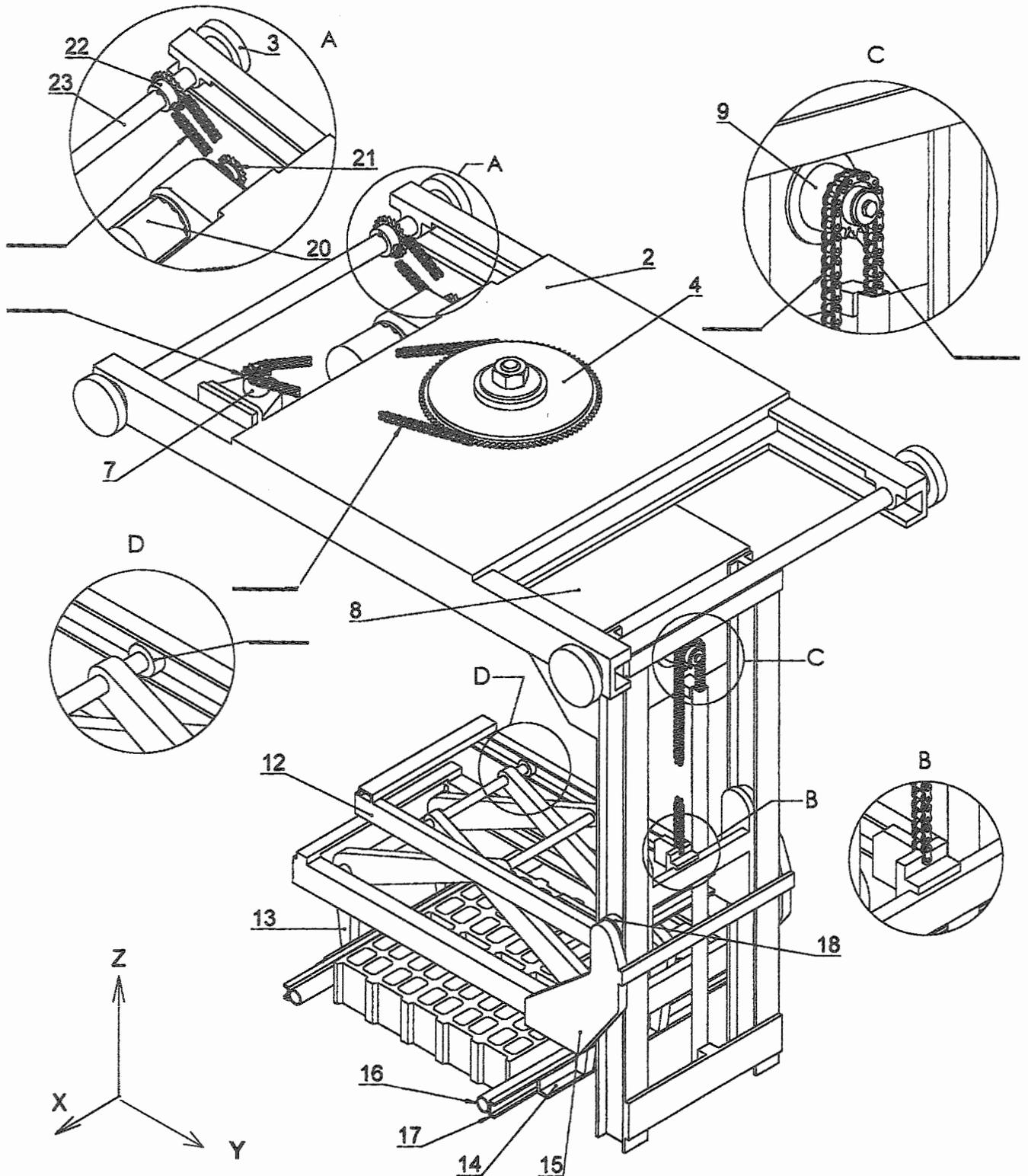
Problématique N° 2 : Le lancement d'une nouvelle production de bordures sur la chaîne de fabrication est à l'étude. Il est demandé au pilote de vérifier que le palettiseur actuel est capable de soulever sans glissement, les couches de bordures, et éventuellement, de proposer des modifications techniques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

- L'étude préliminaire qui suit, 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 de la production.
- L'étude de la problématique N° 2 conduit à la validation du palettiseur, pour le lancement d'une production de bordures de trottoir en ciment, 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)

/6



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.

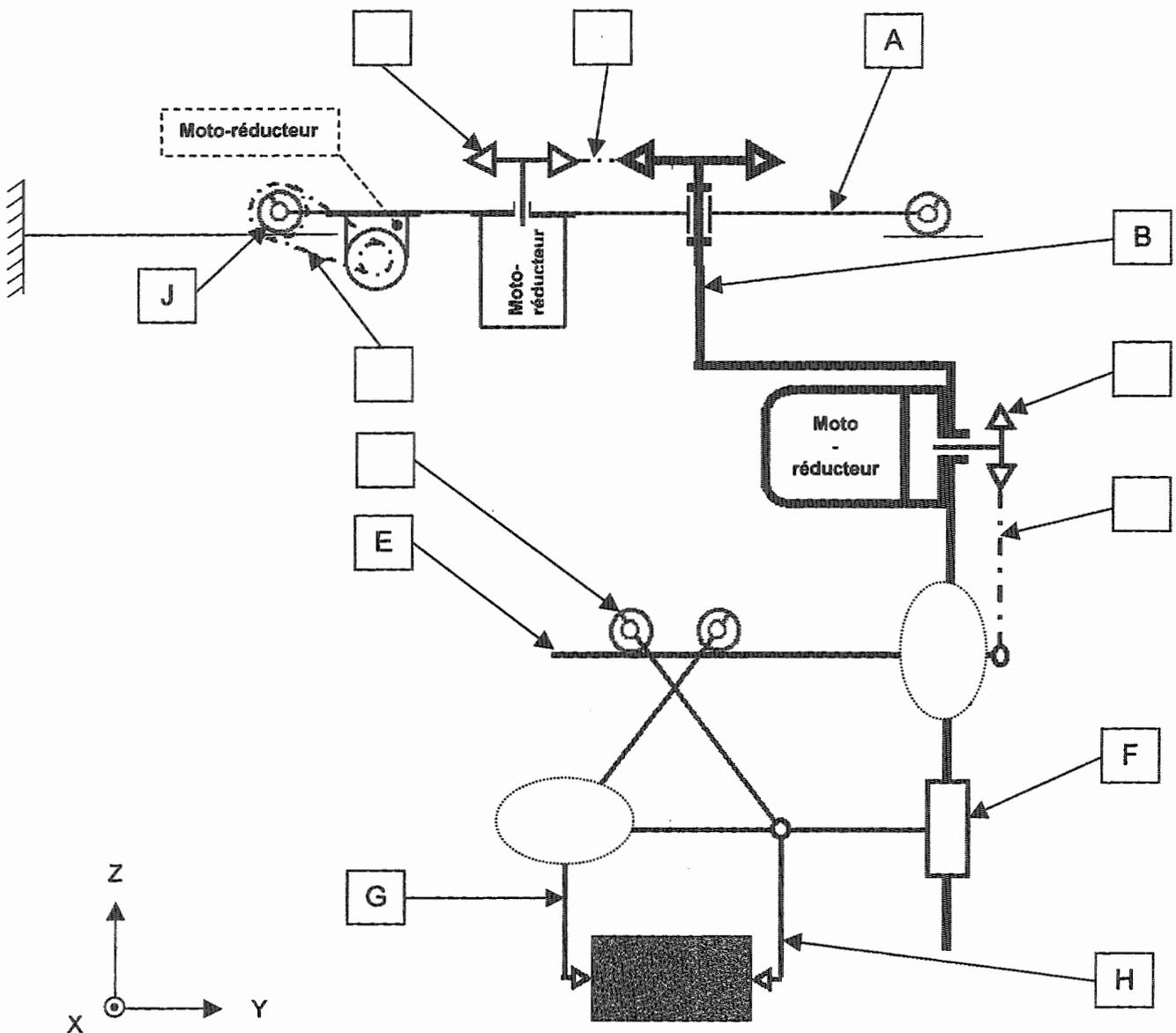
$$A = \{ 2, \underline{\hspace{2cm}} \} \quad B = \{ 8, \underline{\hspace{2cm}} \} \quad E = \{ \underline{\hspace{2cm}} \}$$

$$F = \{ \underline{\hspace{2cm}} \} \quad G = \{ 13, \underline{\hspace{2cm}} \} \quad H = \{ 14, \underline{\hspace{2cm}} \}$$

$$J = \{ 3, \underline{\hspace{2cm}} \}$$

Sous-ensembles complets : 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	
Rep 9	
Rep 20	

- 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							
Rep 9							
Rep 20							

/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								
E / B								
F / B								
G / F								
H / F								

/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 :

Résultat :

Vitesse de descente =

/2

Calcul de la durée T1 :

Durée T1 =

/2

Question 7 :

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

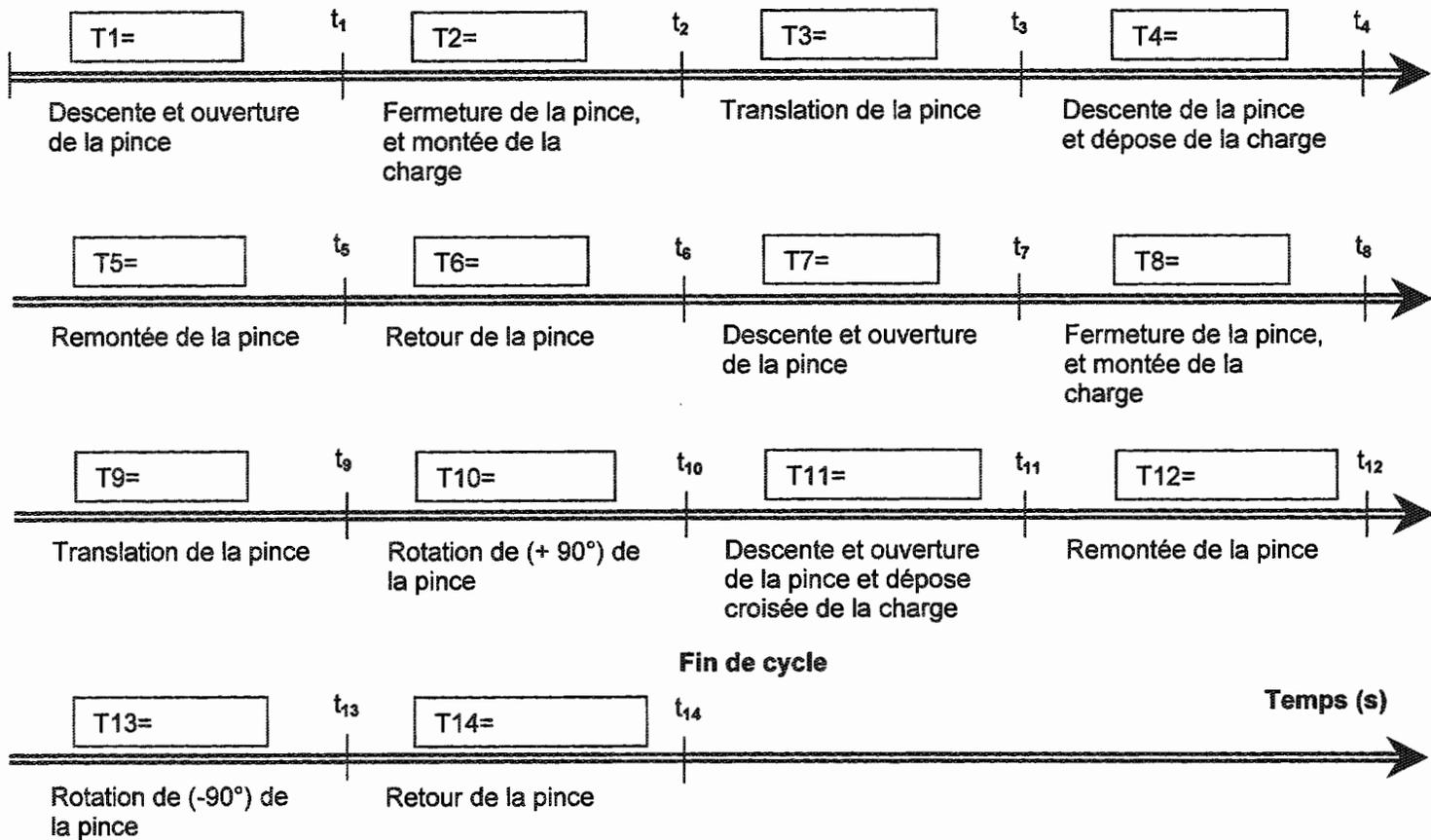
/1

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** = ; Durée **T5** =

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 :

Résultats :

Durée **T11** = ; Durée **T12** =

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 :

Résultat :

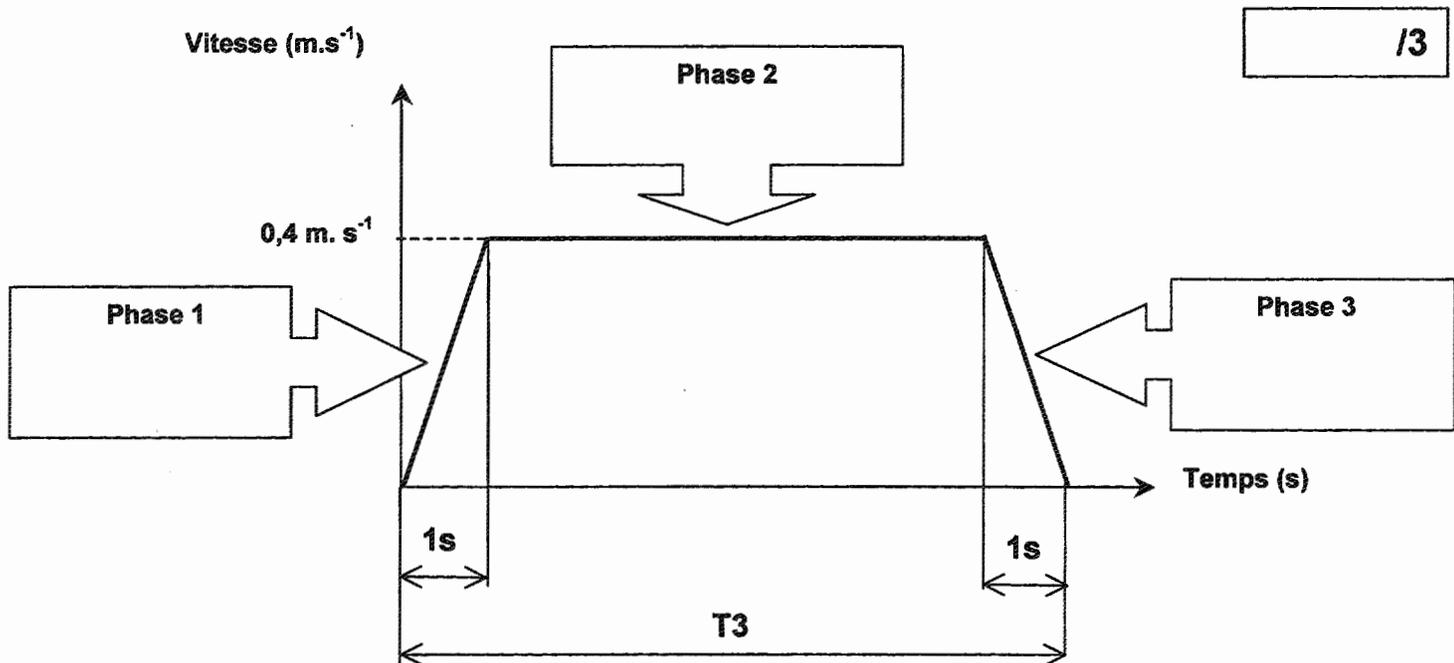
Réduction de durée =

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, **PRECISER** 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 :

Résultats :

Accélération = ; Décélération =

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 DT 10.

Calcul de la distance parcourue pendant la phase 1 :

Résultat :

Distance PHASE 1 =

Calcul de la distance parcourue pendant la phase 3 :

Résultat :

Distance PHASE 3 =

Calcul de la distance parcourue pendant la phase 2 :

Résultat :

Distance PHASE 2 =

/6

Question 14 :

CALCULER la durée de la phase 2.

Calcul :

Résultat :

Durée PHASE 2 =

/2

Question 15 :

CALCULER la durée **T3** du déplacement horizontal de la charge.

Calcul :

Résultat :

Durée **T3** =

/2

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

/1

Question 16 :

CALCULER la vitesse moyenne de translation du chariot Rep 2.

Donnée : - Durée **T3 = 9 s**.

Calcul :

Résultat :

Vitesse moyenne CHARIOT =

/3

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 :

Résultat :

Fréquence de rotation $N_8 =$

/4

Question 18 :

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

Calcul :

Résultat :

Durée **T10** =

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 :

Résultat :

Durée $T_{\text{CYCLE 1}}$ =

12

Question 20:

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

Réponse :

Nombre de cycles =

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 :

/4

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 :

Résultat :

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

/2

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 :

Résultat :

Nombre de palettes réalisées = $N'_{\text{PALETTES}} =$

Calcul du gain de production :

Résultat :

Gain de production =

/4

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

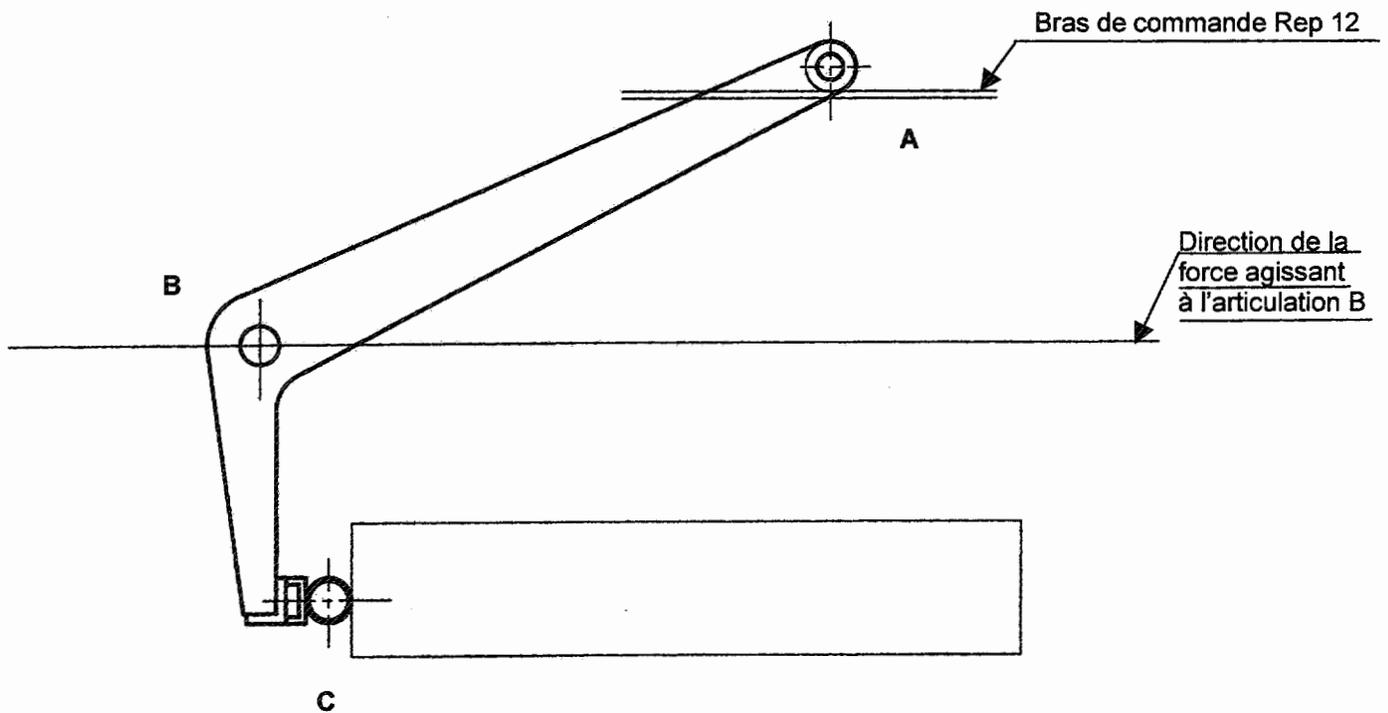
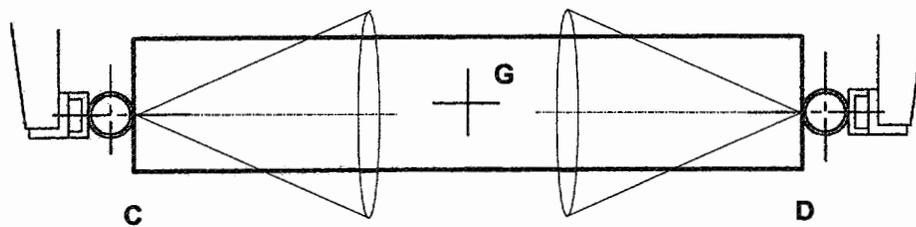
/9

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

/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 :

Résultats :

en C :

en D :

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 :

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 :

Résultats :

Demi-angle minimum du cône d'adhérence = φ =

Coefficient d'adhérence minimum =

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)

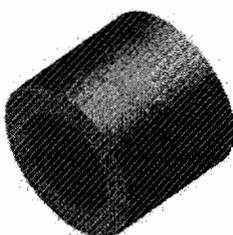
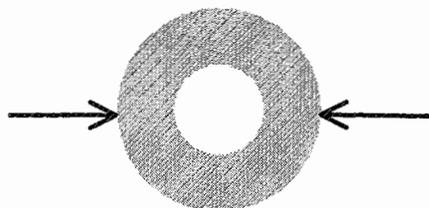
Série :	Charge radiale admissible : (charge linéique en daN / mètre)	Coefficient d'adhérence : (contact avec éléments en béton)		Choix :
NORMALE caoutchouc naturel + gaine textile	250	avec texture extérieure sur	béton brut :	0,8
			béton lisse :	0,6
		sans texture extérieure sur	béton brut :	0,6
			béton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



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

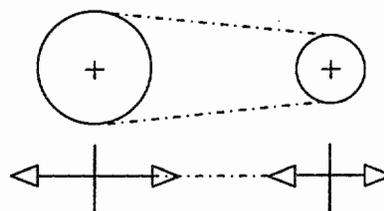
**DOSSIER
RESSOURCES**

Schémas cinématiques des liaisons usuelles entre 2 solides :

Nom de la liaison	Translations	Rotations	Degrés de liberté	Principales représentations planes (orthogonales)	Représentation en perspective	Exemple
Encastrement ou liaison fixe	0	0	0			
Pivot	0	1	1			
Glissière	1	0	1			
Hélicoïdale	1 + 1 Combinées (fonction du pas)	1	1			
Pivot glissant	1	1	2			
Spérique ou rotule à doigt	0	2	2			
Rôtule ou sphérique	0	3	3			
Appui plan	2	1	3			
Linéaire rectiligne *	2	2	4			
Sphère cylindre ou linéaire annulaire	1	3	4			
Sphère-plan ou ponctuelle	2	3	5			

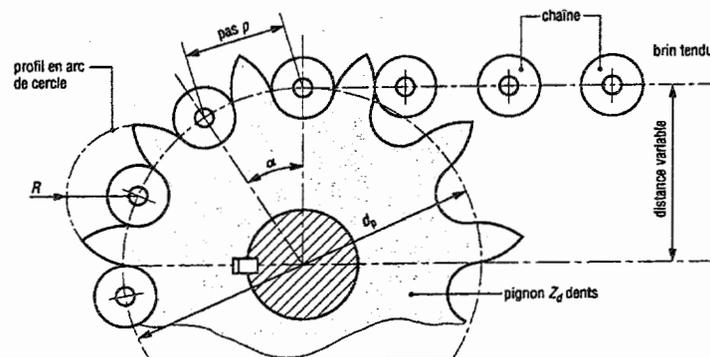
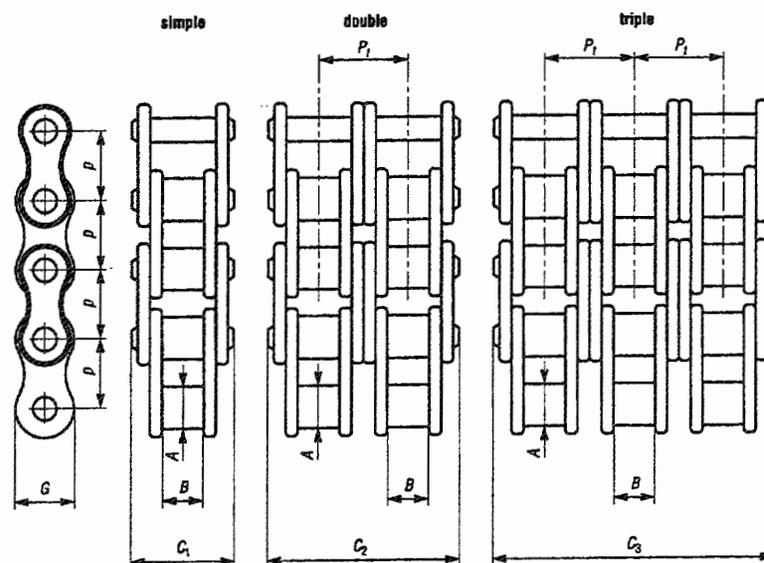
(*) ancienne normalisation NF E 04-015.

Schématisation des transmissions par roues dentées et chaînes :



Transmission par roues dentées et chaînes :

Norme ISO 606



Caractéristiques des principales chaînes à rouleaux											
symbole	pas p mm	A mm	B mm	P_t mm	G mm	C_1 mm	C_2 mm	C_3 mm	charge de rupture (daN)*		
									simple	double	triple
05B	8	5,00	3,00	5,64	7,11	8,6	14,3	19,9	440	785	1 110
06B	9,52	6,35	5,72	10,24	8,26	13,5	23,8	34,0	895	1 700	2 490
08B	12,7	8,51	7,75	13,92	11,81	17,0	31,0	44,9	1 785	3 115	4 450
10B	15,87	10,16	9,65	16,59	14,73	19,6	36,2	52,8	2 225	4 450	6 675
12B	19,05	12,07	11,68	19,46	16,13	22,7	42,2	61,7	2 890	5 780	8 670
16B	25,40	15,88	17,02	31,88	21,08	36,1	68,0	99,9	6 000	10 600	16 000
20B	31,75	19,05	19,56	36,45	25,20	43,2	79,7	116,1	9 500	17 000	25 000

Exemple de désignation : Chaîne de transmission ISO 606 - 08 B 1

Symbole ← → nombre de brins

Formule utile :

$$V = N \cdot p \cdot Z_d / 60$$

V = vitesse linéaire de la chaîne (m.s⁻¹)

N = fréquence de rotation (tr.min⁻¹)

p = pas (m)

Z_d = nombre de dents de la roue
(ou du pignon)

FORMULAIRE :**Mouvement de translation rectiligne uniforme :**

- Equation des espaces en fonction du temps :

$$x(t) = v_0 \cdot t + x(o)$$

$x(t)$ = espace (m)
 v_0 = vitesse initiale = constante (m.s⁻¹)
 t = temps (s)
 $x(o)$ = espace initial (m)

- Equation des vitesses en fonction du temps :

$$v = \frac{x(t) - x(o)}{t} = v_0 = \text{constante}$$

$x(t)$ = espace (m)
 v_0 = vitesse initiale (m.s⁻¹)
 t = temps (s)
 $x(o)$ = espace initial (m)

- Accélération : *L'accélération est nulle.*

Mouvement de translation rectiligne uniformément varié :

- Equation des espaces en fonction du temps :

$$x(t) = 1/2 \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x(o)$$

$x(t)$ = espace (m)
 a = accélération (m.s⁻²)
 v_0 = vitesse initiale = constante (m.s⁻¹)
 t = temps (s)
 $x(o)$ = espace initial (m)

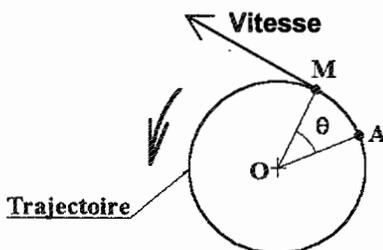
- Equation des vitesses en fonction du temps :

$$v(t) = a \cdot t + v_0$$

$v(t)$ = vitesse à l'instant t (m.s⁻¹)
 a = accélération (m.s⁻²)
 v_0 = vitesse initiale (m.s⁻¹)
 t = temps (s)

- Accélération :
(ou décélération)

a = accélération = *constante*.
(ou décélération)

Relation entre fréquence de rotation et vitesse linéaire :

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{60} = \frac{\pi \cdot R \cdot N}{30}$$

V = vitesse linéaire (m . s⁻¹)
 D = diamètre de la trajectoire circulaire (m)
 N = fréquence de rotation (tr.min⁻¹)
 R = rayon de la trajectoire circulaire (m)