

DANS CE CADRE	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)	
NE RIEN ÉCRIRE	Appréciation du correcteur	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content;"> <p>Note :</p> </div>	

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

BTS ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR

ÉPREUVE E.4 : ÉTUDE D'UN SYSTÈME PLURITECHNOLOGIQUE

Sous épreuve : vérification des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique

Unité U42

DOSSIER REPONSES

AFFINAGE DE FROMAGES

Ce dossier comprend les documents DR 1 à DR 18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PRESENTATION DE L'ETUDE.

Pour augmenter la capacité d'affinage des caves, il a été décidé de modifier les robots de soins pour permettre de traiter plus de meules de fromage en un temps identique. Ainsi il faut :

- vérifier que le cycle de montée des meules de fromage permet de ne pas perdre de temps malgré l'augmentation du nombre de rayonnages ; c'est-à-dire un temps de déplacement inférieur à 5 s pour un déplacement de 3,41 m de la meule de fromage ;
- vérifier que la motorisation et sa commande permettent d'atteindre les objectifs fixés ;
- vérifier que la protection de l'installation reste conforme aux normes en vigueur.

L'étude comporte 5 parties :

Partie 1 : vérification du paramétrage du système de levage actuel

Problématique : le profil de vitesse configuré sur le variateur de contrôle de la montée d'une meule de fromage, permet-il de respecter le nouveau cahier des charges ?

Partie 2 : modification du profil de vitesse moteur

Problématique : quelle devra être la vitesse de rotation du moteur permettant un temps de déplacement vertical pour la pose d'une meule conforme au nouveau cahier des charges ?

Partie 3 : étude des performances du moteur

Problématique : quel devront être le couple de démarrage et le couple nominal du moteur pour pouvoir obtenir le profil de vitesse voulu ?

Partie 4 : détermination des nouvelles références du moteur et du variateur

Problématique : quel ensemble motoréducteur et variateur permettra d'atteindre les performances désirées ?

Partie 5 : alimentation électrique

Problématique : l'alimentation du variateur et de son moteur permet-elle de respecter les normes en vigueur ?

Temps conseillés

Lecture sujet	10 min
Partie 1 :	20 min
Partie 2 :	20 min
Partie 3 :	60 min
Partie 4 :	40 min
Partie 5 :	30 min

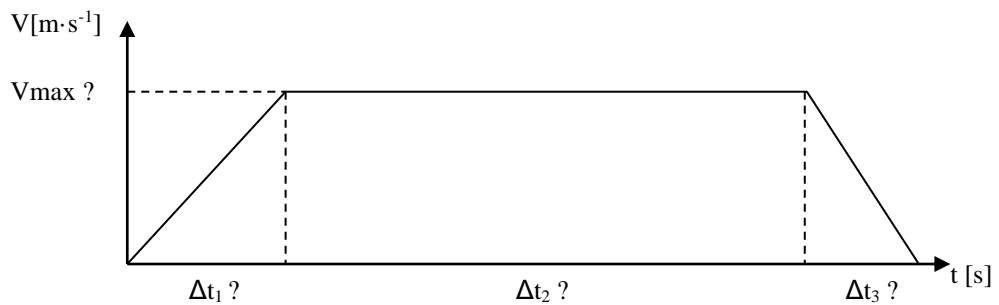
BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 1/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie 1 : vérification du paramétrage du système de levage actuel.

Problématique : le profil de vitesse configuré sur le variateur de contrôle de la montée d'une meule de fromage, permet-il de respecter le nouveau cahier des charges ?

Dans un premier temps, on considère que l'évolution de la vitesse lors de la montée de la meule de fromage est la suivante :



On se propose dans cette partie de retrouver, à partir des réglages initiaux du variateur et les caractéristiques du moteur, les temps d'accélération Δt_1 , de décélération Δt_3 , le temps de fonctionnement à vitesse constante Δt_2 et la vitesse maximale de montée V_{max} .

La référence du motoréducteur est : FA37 DRE 90M4 pour une vitesse en sortie nominale de $128 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$.

Détermination de la vitesse de montée de la machine

Question 1.1

Voir DT1 à DT3

Déterminer le nombre de **paires** de pôles du moteur, la vitesse nominale du moteur, la puissance nominale du moteur, le coefficient de transmission i et le rapport de réduction k .

Cadre réponse 1.1

Nb de **paires** de pôles :

Vitesse nominale du moteur :

Coefficient de transmission i :

Puissance nominale du moteur :

Rapport de réduction k :

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 2/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Étude des paramètres du variateur de vitesse du moteur de l'élève.

A l'aide du logiciel de programmation du variateur, on relève les paramètres suivants :

C00011 : 1420	C03502 : 1	C02522 : 1108	C02525 : mm
C03500/1 : 100	C03503 : 1	C02523 : 100	C02524 : 272

Question 1.2

Voir DT4

Déterminer, à l'aide de la documentation du logiciel de programmation et des paramètres ci-dessus, la vitesse nominale de rotation du moteur et les temps d'accélération et de décélération.

Cadre réponse 1.2

La vitesse nominale de rotation du **moteur** :

Le temps d'accélération :

Le temps de décélération :

Question 1.3

Voir DT4 et

DR 2

(Question 1.1)

Rappeler et **justifier** les réglages des paramètres C02522, C02523, en utilisant les caractéristiques du rapport de transmission et les caractéristiques mécaniques de la machine.

Cadre réponse 1.3

C02522=

C02523=

Justification

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 3/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.4 | **Rappeler et déterminer**, à l'aide de la documentation du logiciel de programmation, et des paramètres C02524 et C02525, le déplacement pour un tour en sortie du réducteur.
Voir DT4

Cadre réponse 1.4

C02524=

C02525=

Déplacement pour un tour en sortie du réducteur :

Question 1.5 | En utilisant les paramètres du variateur, **calculer** la vitesse de montée des meules de fromage qui correspond à la vitesse de référence machine dans la documentation du variateur. Le résultat sera exprimé en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Voir DT4

Cadre réponse 1.5

Détermination du temps de déplacement vertical pour la pose d'une meule de fromage

La course maximale pour la pose d'une meule de fromage est de **3,41 m**.
Le temps de déplacement vertical maximal pour la pose d'une meule est de **5 s**.
Pour la suite du problème, on suppose :

$$\Delta t_1 = 1 \text{ s}$$

$$\Delta t_3 = 1 \text{ s}$$

$$V_{\text{max}} = 0,58 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Question 1.6 | **Calculer** la distance parcourue pendant la phase d'accélération. Les phases d'accélération et phases de décélération sont des mouvements rectilignes uniformément variés.

Cadre réponse 1.6

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 4/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.7

Calculer le temps de déplacement vertical à vitesse constante Δt_2 pour une pose d'une meule de fromage lorsque la course totale est de 3,41 m.

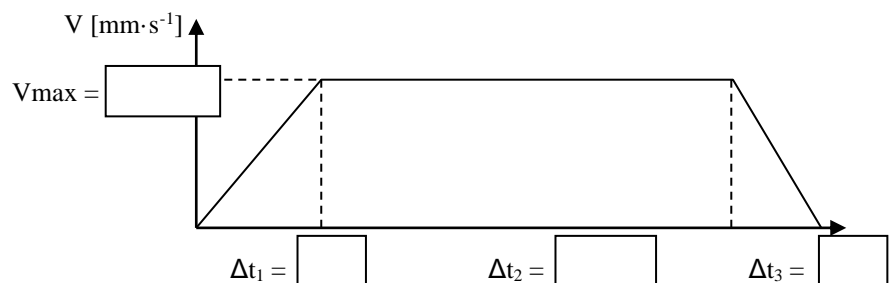
Cadre réponse 1.7

Quels que soient les résultats précédents, on prendra $\Delta t_2 = 4,9$ s pour la question 1.8

Question 1.8

Indiquer sur le diagramme suivant : V_{\max} , les temps Δt_1 , Δt_2 et Δt_3 . **Comparer** le temps de pose d'une meule de fromage avec cette configuration du variateur et pour une course de 3,41 m avec l'exigence du cahier des charges. **Conclure**.

Cadre réponse 1.8



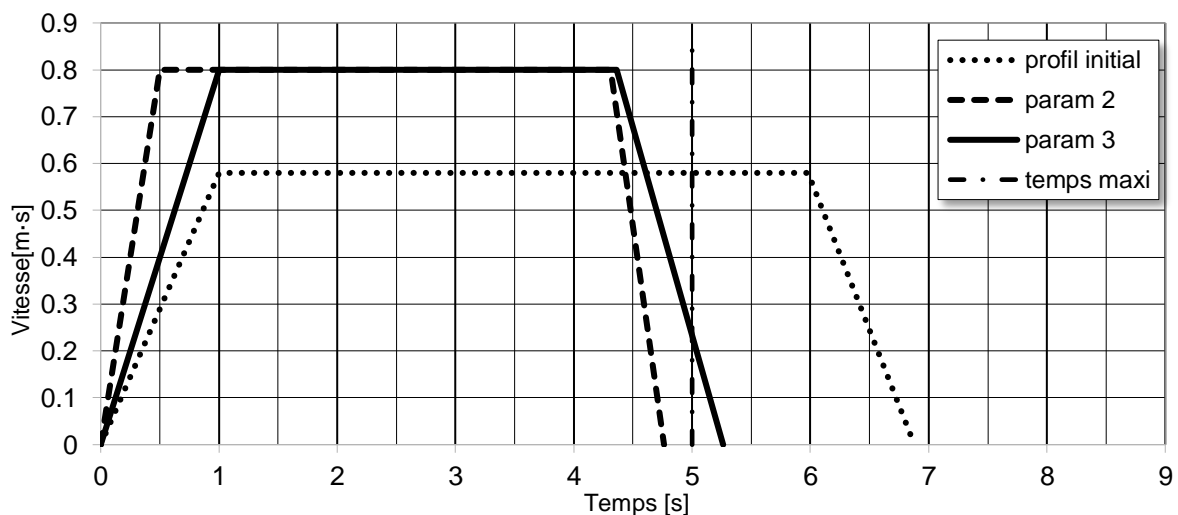
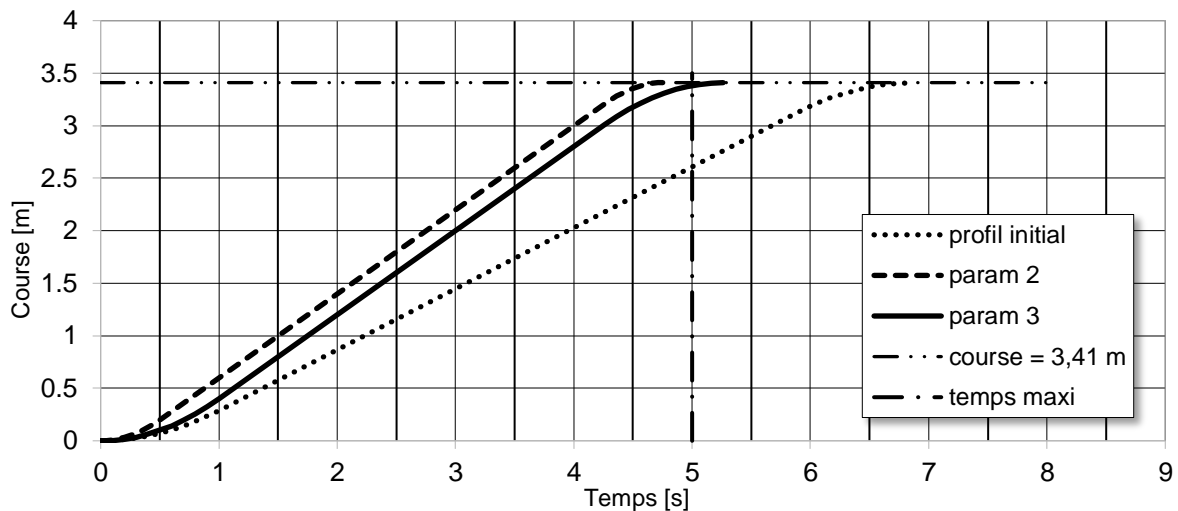
BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 5/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie 2 : modification du profil de vitesse moteur

Problématique : quelle devra être la vitesse de rotation du moteur permettant un temps de déplacement vertical pour la pose d'une meule conforme au nouveau cahier des charges ?

Pour diminuer le temps de montée malgré l'augmentation du nombre de rayonnages (hauteur de 3,41 m), il est nécessaire de modifier les paramètres du mouvement. Une simulation permet d'obtenir les trois profils suivant :



	profil initial	param 2	param 3	
Vmax	0,58	0,8	0,8	[m·s ⁻¹]
accélération	0,58	1,6	0,8	[m·s ⁻²]
temps accélération	1	0,5	1	[s]
décélération	0,58	1,6	0,8	[m·s ⁻²]
temps décélération	1	0,5	1	[s]

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 2.1 | **Justifier** le choix du paramétrage 2.

Cadre réponse 2.1

Question 2.2 | **Calculer** le périmètre P du cercle primitif de la poulie d'entraînement et en déduire son rayon R .

Voir DT12

Cadre réponse 2.2

$P =$

$R =$

On prendra pour la suite un diamètre primitif de poulie motrice d_p de 86,6 mm et $i = 11,08$, quels que soient les résultats des questions précédentes.

Question 2.3 | **Déterminer** la fréquence de rotation ω_p de la poulie d'entraînement.

Voir DT12

Cadre réponse 2.3

$\omega_p =$

Question 2.4 | **Déterminer** la fréquence de rotation ω_m de l'arbre du moteur.

Voir DT12

Cadre réponse 2.4

$\omega_m =$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 7/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie 3 : détermination des performances du moteur.

Problématique : quels devront être les couples de démarrage et nominal du moteur pour pouvoir obtenir le profil de vitesse voulu ?

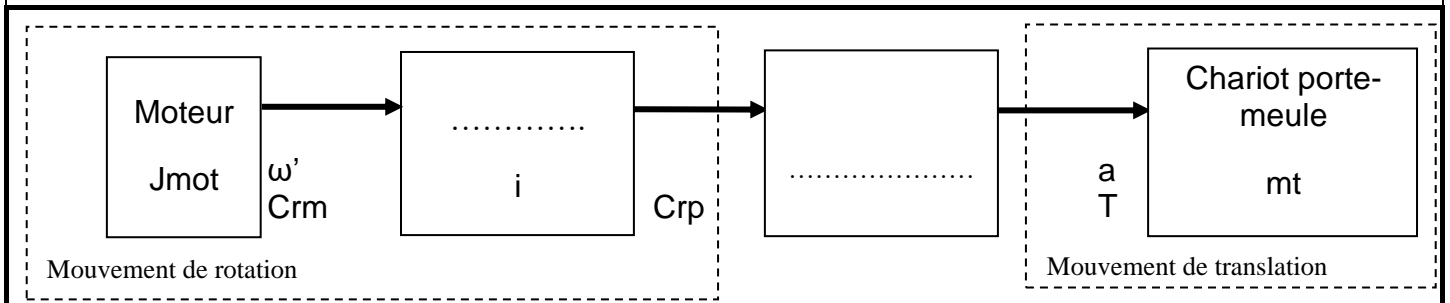
En décomposant le système isolé défini, on obtient la chaîne d'énergie ci-dessous avec :

- **T** : tension de la courroie
- **a** : accélération du chariot porte-meule
- **J_{mot}** : moment d'inertie du moteur
- **J_{E/p}** : moment d'inertie du chariot porte-meule ramené sur l'axe de la poulie
- **J_{E/m}** : moment d'inertie du chariot porte-meule ramené sur l'axe du moteur
- **ω'** : accélération angulaire de l'arbre du moteur
- **Cr_m** : couple résistant au niveau du moteur
- **Cr_p** : couple résistant au niveau de la poulie
- **i** : coefficient de transmission
- **mt** : masse totale en translation

Question 3.1 | **Nommer** les éléments de la chaîne d'énergie dans le schéma ci-dessous.

Voir DT12

Cadre réponse 3.1



Question 3.2 | **Préciser** le sens de déplacement du chariot porte-meule pour une rotation de la poulie motrice dans le sens horaire.

Voir DT12

Cadre réponse 3.2

Question 3.3 | **Préciser** le type de courroie utilisé et **justifier** ce choix.

Voir DT12

Cadre réponse 3.3

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 8/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Détermination de la tension de la courroie pour connaître le couple sur la poulie d'entraînement.
 Pour connaître le couple résistant sur l'arbre moteur Crm, il faut déterminer le couple résistant sur l'axe de la poulie Crp qui dépend de la tension dans la courroie T. On cherchera la condition la plus contraignante.

Données :

masse d'une meule de fromage $m_1 = 40 \text{ kg}$;

masse du plateau élévateur $m_2 = 80 \text{ kg}$;

masse du cadre mobile $m_3 = 30 \text{ kg}$;

\vec{P}_1 poids de la meule de fromage ;

\vec{P}_2 poids du plateau ;

\vec{P}_3 poids du cadre mobile.

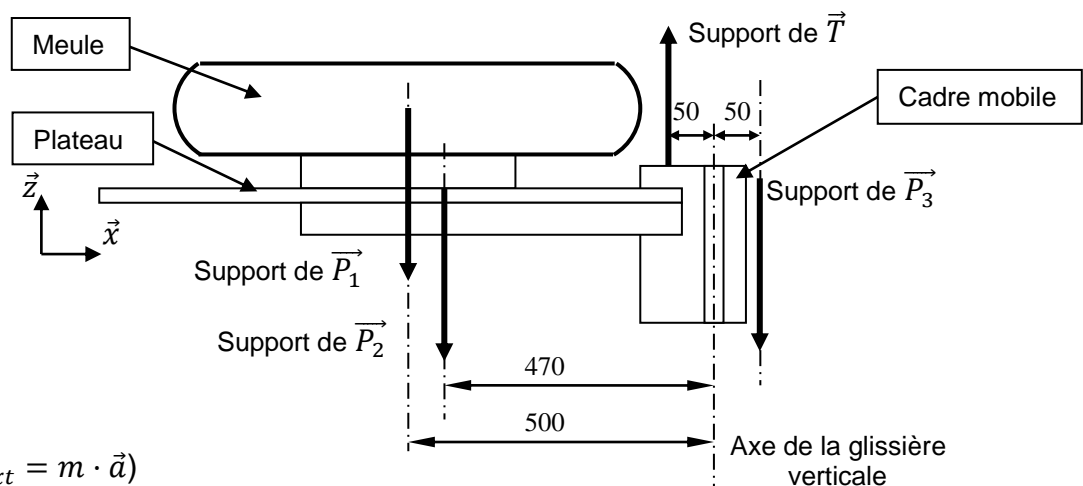
On isole l'ensemble mobile E {cadre mobile + plateau élévateur + meule de fromage}.

Rappel : $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Question 3.4

Déterminer la tension dans la courroie pendant la phase d'accélération pour ranger une meule de fromage sur une planche à 3,41 m de hauteur (accélération verticale $a = 1,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$).

Voir DT12



(Rappel PFD : $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$)

Cadre réponse 3.4

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 9/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

La simulation du fonctionnement du système sur logiciel requiert la valeur du moment d'inertie ramené à l'arbre moteur.

Question 3.5

Voir DT11 et
DT12

Montrer que le moment d'inertie équivalent de l'ensemble mobile en translation $J_{E/p}$ ramené sur l'axe de la poulie est de l'ordre de $0,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$.

Cadre réponse 3.5

Question 3.6

Voir DT11

Calculer le moment d'inertie équivalent de l'ensemble mobile $J_{E/m}$ ramené sur l'axe moteur.

Cadre réponse 3.6

Question 3.7

Voir DT2

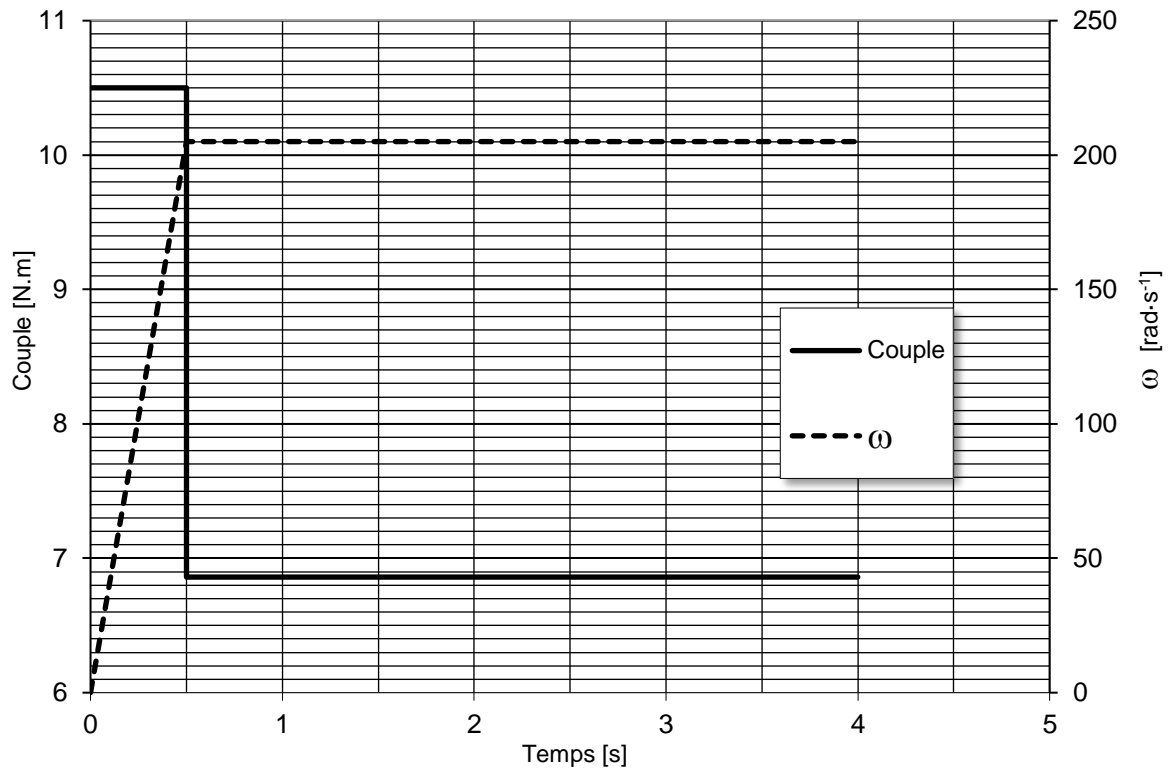
Déterminer le moment d'inertie équivalent total sur l'arbre moteur
 $J_T = J_{E/m} + J_{\text{mot}}$.

Cadre réponse 3.7

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 10/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A l'aide des paramètres précédents, il est possible de simuler le fonctionnement du système sur logiciel et on obtient le graphique suivant.



On appelle C_{acc} le couple moteur pendant la phase de démarrage et C_m le couple moteur à vitesse constante.

Question 3.8 | **Relever** sur le graphique ci-dessus les valeurs de C_{acc} et C_m .

Cadre réponse 3.8

$C_{acc} =$

$C_m =$

Question 3.9 | **Préciser** comment, à partir de ces valeurs, on pourra choisir le couple de démarrage du moteur C_{dem} et le couple nominal C_n du moteur.

Cadre réponse 3.9

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 11/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Problématique : est-ce que l'ensemble motoréducteur et variateur actuel permettra d'obtenir le profil de vitesse désirée ?

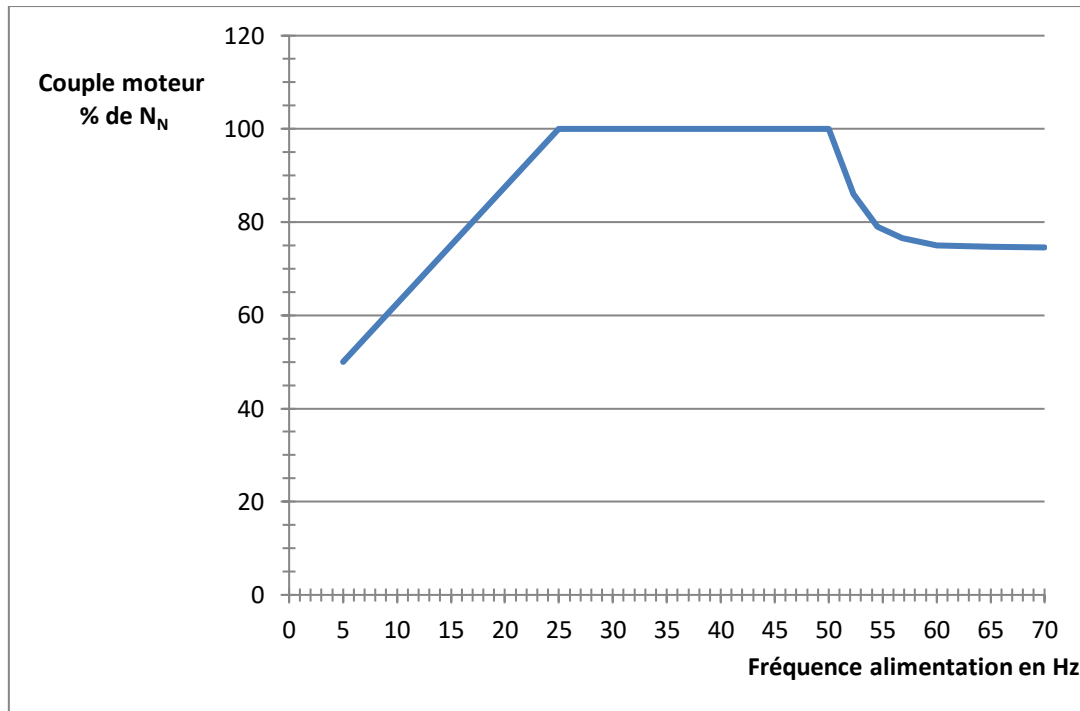
La motorisation actuelle est un motoréducteur FA37 DRE 90M4 associé à un variateur de fréquence qui garde le rapport U/F constant.

On désire vérifier s'il permet d'atteindre les objectifs fixés et tout particulièrement une vitesse de $2000 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ pour un couple résistant de $6,8 \text{ Nm}$.

Question 3.10 | **Calculer** la fréquence d'alimentation du moteur pour avoir une vitesse de synchronisme de : $2000 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$.

Cadre réponse 3.10

On donne la caractéristique couple moteur fonction de la fréquence d'alimentation du variateur pour une commande U/f constant.



BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 12/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 3.11 | **Relever** dans la documentation du moteur le couple nominal du moteur, puis en utilisant la caractéristique couple moteur fonction de la fréquence d'alimentation du variateur, **justifier** la nécessité de changer de moteur.
Voir DT2

Cadre réponse 3.11

Couple nominal moteur :

Partie 4 : détermination des nouvelles références du moteur et du variateur

Problématique : quel ensemble motoréducteur et variateur permettra d'atteindre les performances désirées ?

Les contraintes vis-à-vis du choix du moteur et de son variateur sont :

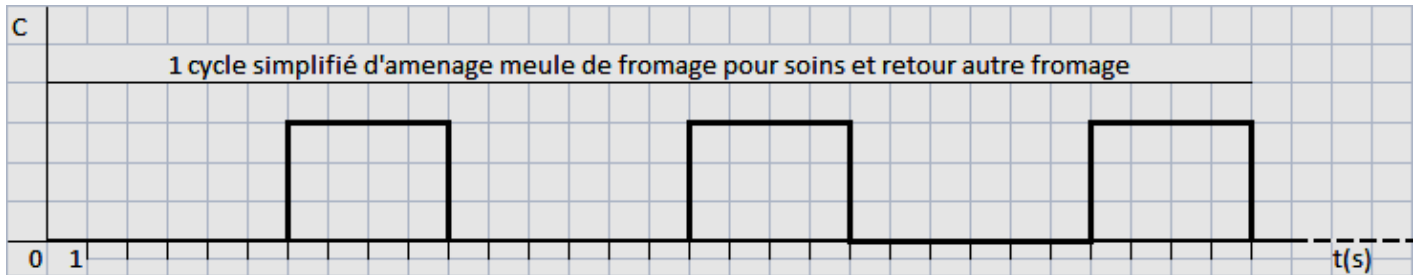
- pas de ventilation forcée (vitesse de rotation du moteur rapide) ;
- moteur robuste sans maintenance ;
- le moteur devra être le plus compact possible ;
- le moteur devra avoir le meilleur rendement possible ;
- le variateur n'assure pas le positionnement ;
- régulation de vitesse.

Les contraintes pour déterminer la puissance du moteur sont :

- la vitesse maximale nécessaire pendant un cycle de fonctionnement est de $2000 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$;
- pour éviter les problèmes dus aux surcharges, on utilisera un coefficient de sécurité de 1,5 et on choisira un moteur ayant un couple nominal minimum de 12 Nm à $2000 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$;
- le moteur doit pouvoir monter la charge pour une température dans la cave de 20°C sachant que l'altitude de la cave est de 350 m ;
- le couple moteur pendant un cycle de montée et de descente d'une meule de fromage est simplifié ainsi.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 13/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



Question 4.1

En utilisant la documentation, **choisir** et **justifier** le type de moteur et le type de variateur.

Voir DT5

Cadre réponse 4.1

Type de moteur :

Type de variateur :

Question 4.2

Déterminer le type de service du moteur. **Justifier** votre réponse.

Voir DT6

Cadre réponse 4.2

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 14/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 4.3

Voir DT6

Calculer la puissance mécanique nécessaire en sortie du moteur pour entraîner la charge à la vitesse de 2 000 tr·min⁻¹.

Cadre réponse 4.3

Question 4.4

Voir DT6

En utilisant la documentation, **dimensionner** la puissance utile du moteur pour entraîner la charge dans les conditions d'utilisations précédentes.

Cadre réponse 4.4

Facteur de marche =

Facteur correction cycle : k1 =

Facteur correction température : k2 ≈

(si l'altitude est inférieure à 1000 m, on utilise la courbe 1000 m)

Calcul puissance nécessaire :

Question 4.5

Voir DT7

Le moteur référence NX630EYWR6000 alimenté en 400 V a été choisi. En utilisant la documentation, **justifier** ce choix.

Cadre réponse 4.5

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 15/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

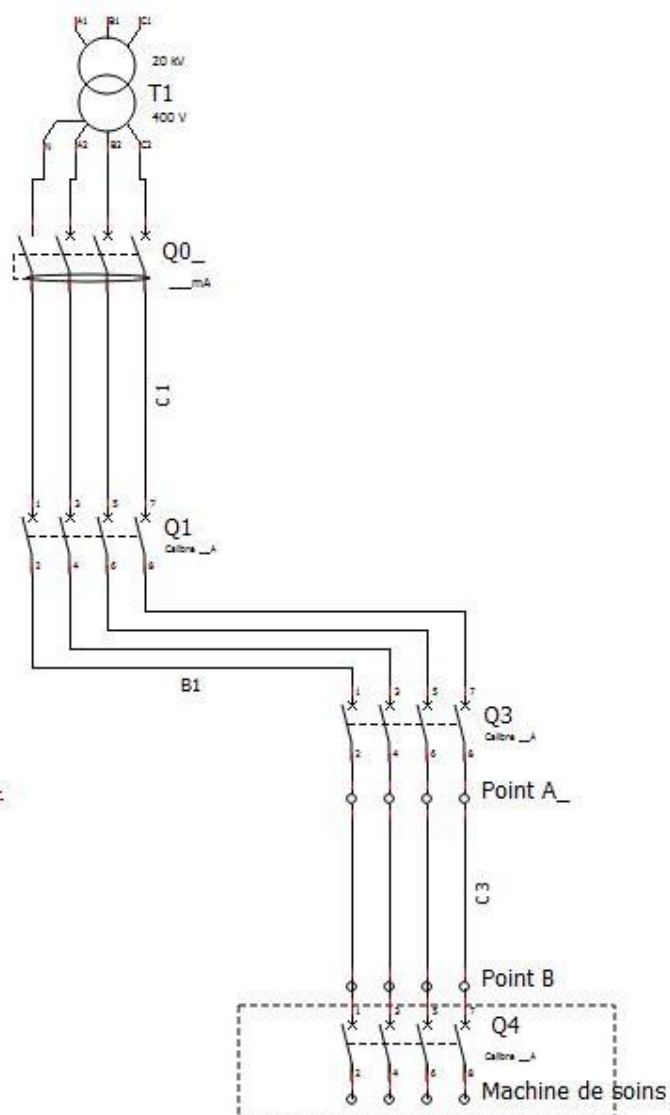
Question 4.6

Donner la référence du variateur à associer.

Voir DT7

Cadre réponse 4.6

Partie 5 : alimentation électrique



Problématique : l'alimentation du variateur et de son moteur permet-elle de respecter les normes en vigueur ?

Vérification de la protection de la machine et de son alimentation.

Le système est alimenté en triphasé + neutre par un câble C3 entre les points A et B.

Caractéristiques du câble C3 :

- longueur 50 m sur un enrouleur ;
- la section des conducteurs en cuivre est 1,5 mm².

La chute de tension à l'origine du câble (au point A) est de 1,2 %.

La machine est actuellement protégée par un disjoncteur repère Q4 DPN N référence 21597.

La machine de soins constituée principalement de moteur absorbe un courant en fonctionnement de 15,5 A.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 5.1

Voir DT8

En étudiant la documentation du disjoncteur Q4, **préciser** le calibre, le nombre de pôles et le type de courbe du disjoncteur.

Cadre réponse 5.1

Calibre :

Nombre de pôles :

Courbe :

Question 5.2

Voir DT9

Pendant la phase de démarrage du moteur de l'élève, le courant absorbé est de 63 A pendant 0,5 s. **Préciser** si le disjoncteur ne se déclenche pas avant la fin du démarrage, en utilisant la courbe de déclenchement du disjoncteur. **Justifier** votre réponse.

Cadre réponse 5.2

Question 5.3

Voir DT10

Calculer la chute de tension en service normal dans le câble d'alimentation de la machine C3. **Exprimer** le résultat en %.

Cadre réponse 5.3

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 17/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 5.4

Calculer la chute de tension globale après le câble d'alimentation C3.

Voir DT10

Cadre réponse 5.4

Question 5.5

Sachant que l'entreprise n'est pas propriétaire de son poste de transformation HTA / BT, est-il nécessaire de modifier l'alimentation de la machine ? **Justifier** votre réponse.

Voir DT10

Cadre réponse 5.5

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	DR 18/18