

**Brevet de Technicien Supérieur
ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR**

ÉPREUVE E 4 : ÉTUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNOLOGIQUE

Sous-Épreuve U42 : Vérification des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique.

SESSION 2019

**Durée : 3 heures
Coefficient : 3**

Aucun document n'est autorisé.

Matériel autorisé :

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Documents remis en début d'épreuve :

- ▶ Dossier Présentation (vert) DP 1 à DP 4
- ▶ Dossier Technique (jaune) DT 1 à DT 12
- ▶ Dossier Réponses (blanc) DR 1 à DR 18

Documents à rendre en fin d'épreuve :

- ▶ Dossier Réponses complété DR 1 à DR 18

Recommandations :

- ▶ Il est indispensable de commencer par lire le **Dossier Présentation**.
- ▶ Pour chaque question du **Dossier Réponses** :
 - Il est impératif de se reporter préalablement aux pages repérées du **Dossier Technique**.
 - Les candidats formuleront les hypothèses qu'ils jugeront nécessaires.

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 PRESENTATION

AFFINAGE DE FROMAGES

Ce dossier comprend les documents DP 1 à DP 4

Présentation fromagerie Arnaud Juraflore

La fromagerie Arnaud Juraflore est située à Poligny dans le Jura, au cœur de la Franche-Comté ; elle produit 100 000 meules de comté par an (meule de comté = fromage de 45 kg) dans 31 fruitières (Coopératives transformant le lait en fromage).

15 % de la production actuelle est destinée à l'export.



Meule de comté

La phase de maturation du fromage est réalisée dans les caves d'affinage, celles du site de Poligny, d'une capacité de 80 000 fromages, sont construites en lignes droites parallèles de 47 m.

Notre étude portera sur les caractéristiques de l'espace de stockage des caves (voir figure 1) et plus particulièrement, sur le robot de soins des meules de Comté pour les opérations de salage (voir figure 2). Il circule linéairement jusqu'à 2 fois par jour, dans les premiers temps d'affinage dans chaque cave.



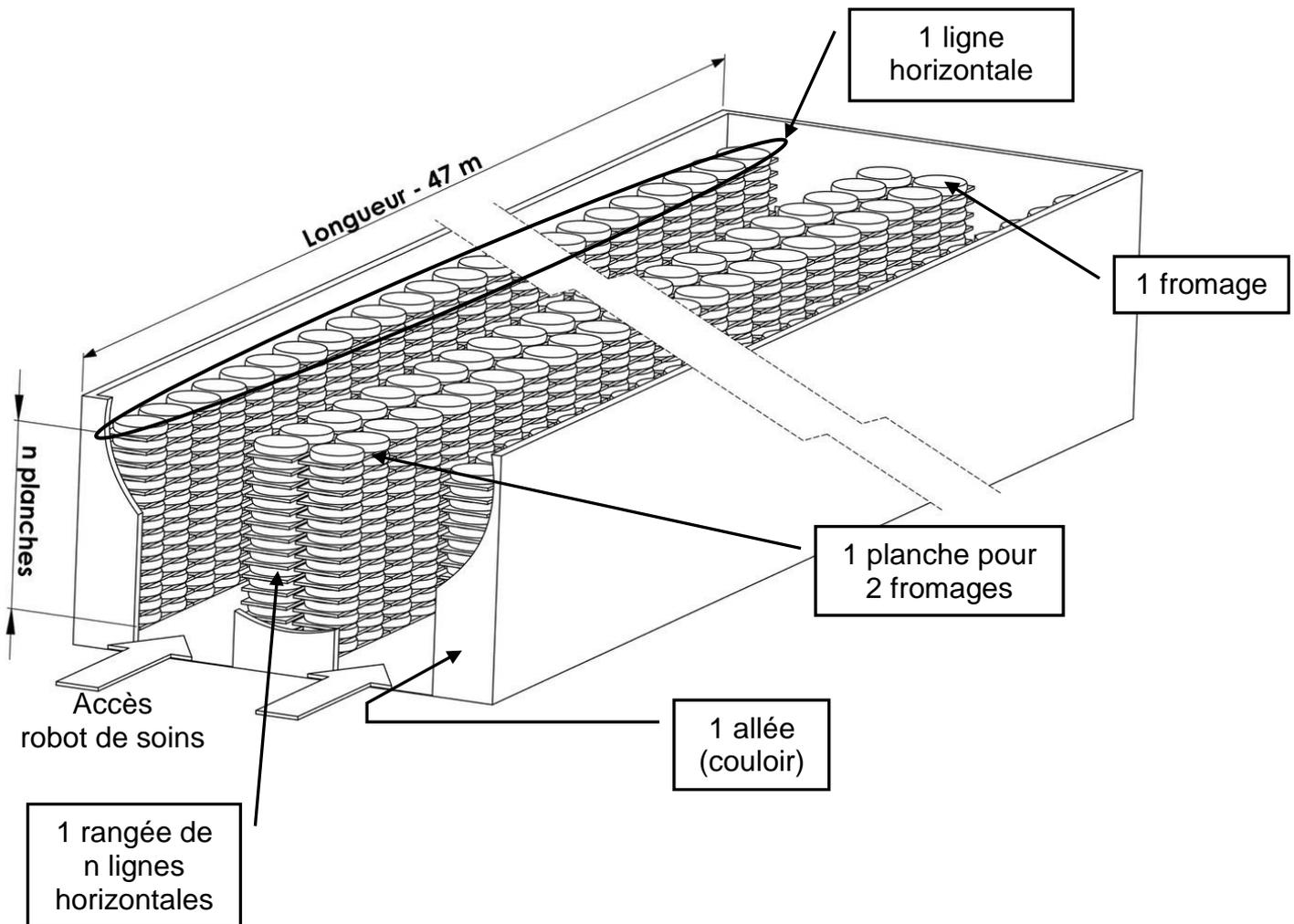
Fig 1 : Robot de soins dans le couloir entre 2 rangées de meules de fromage



Fig 2 : Opération de salage

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code ATVPM:	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER PRESENTATION	Durée : 3 h	Coefficient : 3
			DP 1/4

Fig 3 : Représentation schématique d'une cave d'affinage



Robot de soins

Le robot de soins est destiné à traiter (brossage avec adjonction de saumure) et à manipuler les meules de fromage. Pendant qu'une meule se fait soigner (ou brosser), le robot range la précédente puis va chercher la suivante.

Le robot travaille de manière autonome en avançant dans le couloir de la cave d'affinage en traitant les 2 rangées.

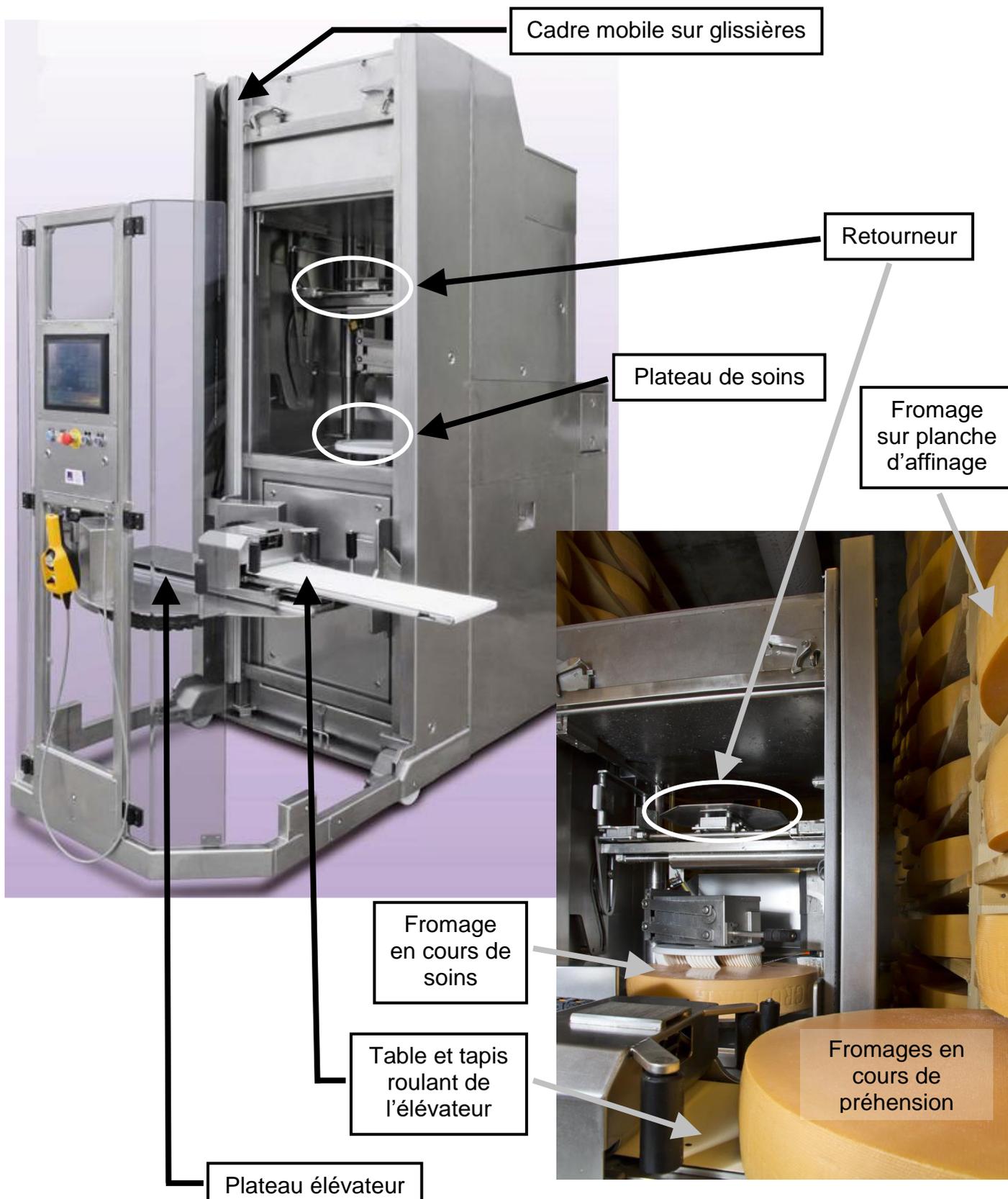
Les largeurs et hauteurs maximales des rayonnages sont fixées préalablement à la définition du robot. Celui-ci peut travailler dans un environnement avec un taux d'humidité de 96 % sans condensation, et un taux d'ammoniac respectant les normes.

Le cycle automatique ne fonctionne qu'en marche avant.

Les colonnes se traitent de bas en haut. Le robot travaille en général avec deux fromages simultanément : un en traitement et l'autre en attente sur le retourneur ou en manutention, ce qui permet d'atteindre la cadence moyenne de 100 fromages par heure (hors temps de panne, de maintenance, de réapprovisionnement...).

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code ATVPM:	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER PRESENTATION	Durée : 3 h	Coefficient : 3
			DP 2/4

Description du robot de soins

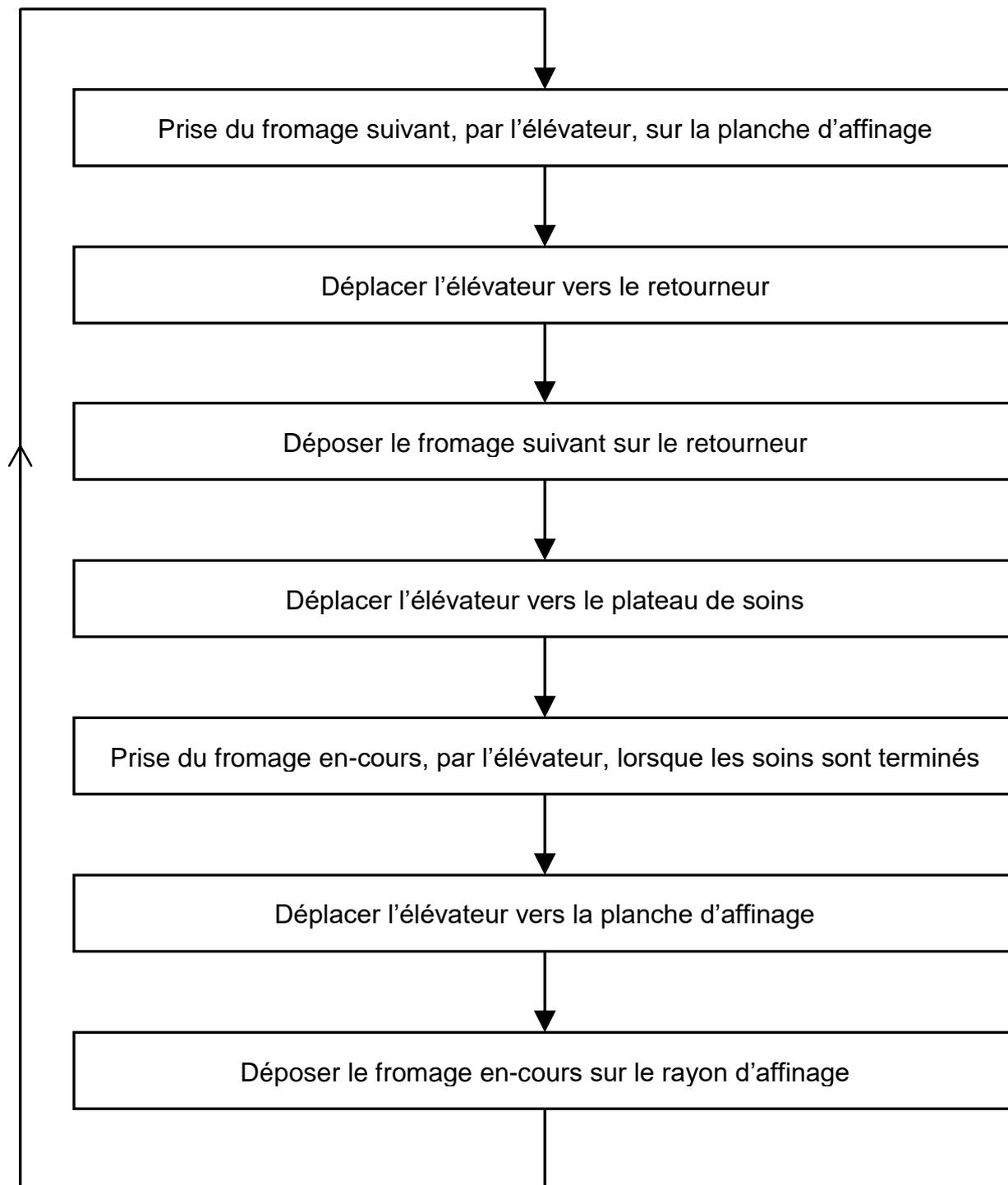


L'élévateur est la partie du robot qui permet de monter ou de descendre les fromages, pour pouvoir :

- les prendre ou les ranger sur leur planche d'affinage ;
- les poser sur le retourneur ;
- les récupérer sur le plateau de soins.

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

Synoptique de fonctionnement du robot de soins



Remarque : 2 fromages sont traités en même temps.

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

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 TECHNIQUE

AFFINAGE DE FROMAGES

Ce dossier comprend les documents DT 1 à DT 12

DT 1 : Documentation motoréducteur 1/3

DT 2 : Documentation motoréducteur 2/3

DT 3 : Documentation motoréducteur 3/3

DT 4 : Configuration du variateur / logiciel de programmation

DT 5 : Variateur (caractéristique) et choix du type de motorisation

DT 6 : Détermination de la puissance moteur

DT 7 : Moteur nouvelle référence

DT 8 : Disjoncteur

DT 9 : Courbes de déclenchement du disjoncteur

DT 10 : Chute de tension

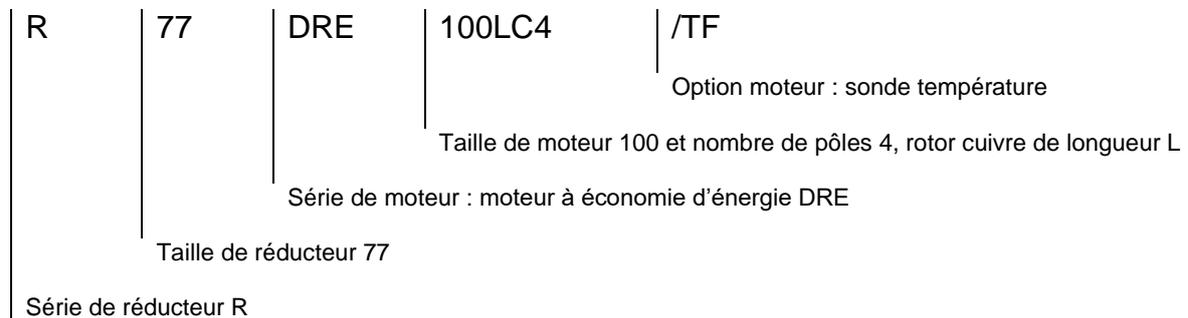
DT 11 : Formulaire moment d'inertie

DT 12 : Schémas de fonctionnement du robot

Documentation motoréducteur (1/3)

Exemple de codification d'un motoréducteur DR

La codification d'un motoréducteur commence toujours par le côté de la sortie. Un motoréducteur jumelé à un couple conique avec sonde de température dans le bobinage moteur portera par exemple la référence



Séries de réducteur à arbres parallèles

Désignation	
F..	Exécution à pattes
FA..B	Exécution à pattes avec arbre creux
FH..B	Exécution à pattes avec arbre creux et frette de serrage
FV..B	Exécution à pattes avec arbre creux cannelé DIN5480
FF..	Exécution à flasque
FAF	Exécution à flasque bride B5 avec arbre creux
FA	Arbre creux

Séries des moteurs triphasés

Désignation	
DRS	Moteur standard Efficiency (IE1),50Hz
DRE	Moteur à économie d'énergie Efficiency (IE2),50Hz
DRP	Moteur à économie d'énergie Premium Efficiency (IE3),50Hz
..71 à 315	Tailles : 71 / 80 / 90 / 100 / 112 / 132 / 160 / 180 / 200 / 225 / 315 (mm)
.. K à L	Longueurs : K = très court / S = court / M = moyen / L = long MC/LC = longueurs des rotors cuivre
Nombre de pôles	2 – 4 – 6 – 8

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 1/12

Documentation motoréducteur (2/3)

Moteur DRE S1 IE2

Type de moteur DRE	P_N [kW]	M_N [Nm]	n_N [tr/min]	I_N 400 V [A]	I_N 380-420 V [A]	$\cos \varphi$	Classe IE	$\eta_{75\%}$ $\eta_{100\%}$ [%] ¹⁾	I_A/I_N	M_A/M_N M_H/M_N	m [kg] ²⁾	J_{Mot} [10 ⁻⁴ kgm ²]
DRE80M4	0.75	5.0	1435	1.68	1.75	0.79	IE2	81.3 81	6.2	2.8 2.1	14.3	21.5
DRE90M4	1.1	7.4	1420	2.45	2.55	0.79	IE2	83.5 82.4	5.9	2.8 2.3	18.4	35.5
DRE90L4	1.5	10	1430	3.35	3.45	0.77	IE2	84.7 84	6.6	3.2 2.8	21.5	43.5
DRE100M4	2.2	14.7	1425	4.6	4.7	0.80	IE2	86.7 85.4	6.4	3.3 2.7	26	56
DRE100LC4	3	19.7	1455	6.2	6.3	0.81	IE2	87.1 86.3	7.5	2.7 2.4	31	90
DRE112M4	3	19.7	1455	6	6.2	0.83	IE2	87.4 86.5	7.3	2.4 2	41.5	146
DRE132S4	4.0	26.0	1460	8	8.2	0.82	IE2	88.2 87.4	8	2.7 2.4	46.5	190
DRE132M4	5.5	36	1455	10.5	11	0.85	IE2	89.6 88.3	7.7	2.6 1.9	60	255
DRE132MC4	7.5	48.5	1470	14.8	15.2	0.82	IE2	89.5 89.0	8.2	2.2 1.8	63	340
DRE160S4	7.5	49	1465	14.7	15.3	0.82	IE2	90.3 89.3	6.5	2.4 1.8	80	370
DRE160M4	9.2	60	1470	18.3	18.7	0.80	IE2	90.7 90	7.7	2.9 2.2	89	450
DRE160MC4	11	71	1475	21.5	22	0.81	IE2	90.6 90	7.7	2.6 1.9	84	590
DRE180S4	11	71	1470	21	21.5	0.83	IE2	90.4 90.2	7.2	2.6 2.2	122	900

P_N Puissance nominale

M_N Couple nominal

n_N vitesse nominale

I_N courant nominal absorbé par le moteur alimenté en triphasé 400V

I_A/I_N courant de démarrage / courant nominal

M_A / M_N couple de démarrage / couple nominal

M_H / M_N couple d'accélération / couple nominal

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 2/12

Configuration du variateur - logiciel de programmation

Paramètres de l'application

Retour | Présentation

C 400/415 V, LU = 285 V **1**

Actionneur - vitesse

Fonctions de base

Mode de fonctionnement frein
C Autom. avec module de freinage

Commande du frein →

Temps d'arrêt rapide C [] s Tps décélération arr. C [] s

Quickstop → Arrêt normal →

Mode manuel → Limiter →

MCKDoverview →

Type C []

Position de mont. C Moteur : horaire

Vitesse de référé. C 1420 min-1 **2**

Couple de référé. C 0,000 Nm

Numérateur rap. de réduct. C 1108 **4**

Dénominateur rap. de réduct. C 100 **5**

C3001S0_n

Activer consigne fixe 1 v. Entrée numérique 4

Temps d'accél. de base C 1 s **7**

Mode de déplacement C []

Gain pour consigne de vit. C [] %

Consigne fixe 1 C 100 **6**

Temps de décél. de base C 1 s **8**

Temps de jerk de base C [] s

Générateur de rampe →

Requête de suivi de vite. Entrée numérique 2

Suivi de vitesse →

Interface du moteur →

Vitesse de référence machine C []

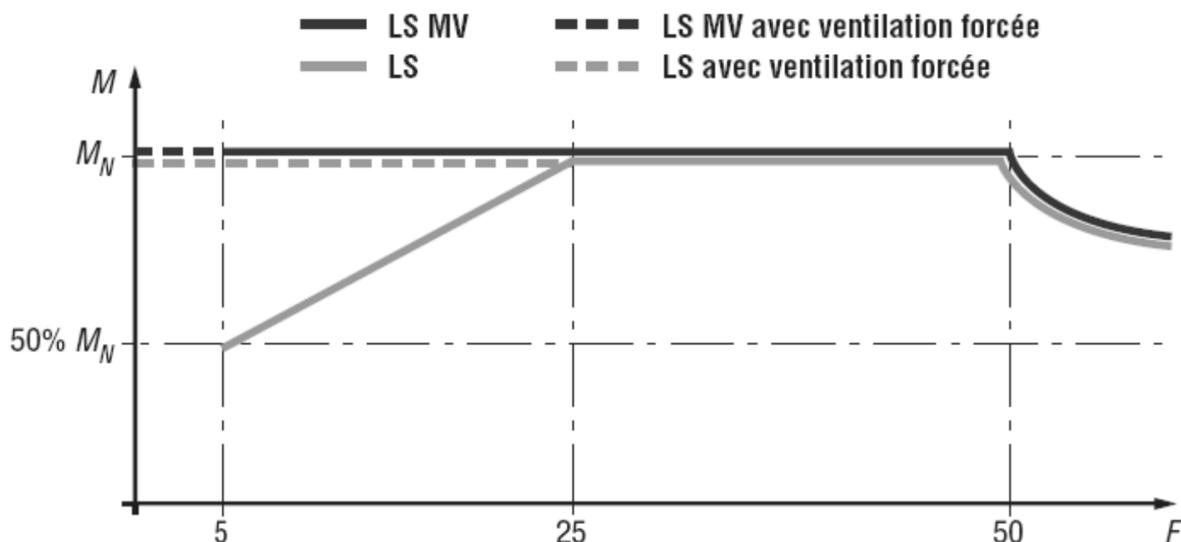
Constante de pas. C 272 **9** mm **3**

Repère	paramètre	description	unité
1	C00173	tension composée du réseau	V
2	C00011	vitesse nominale du moteur = vitesse de référence du moteur	Tr·min ⁻¹
3	C02525	unité réelle de la machine à utiliser pour le réglage de grandeurs physiques (exemples : vitesses, accélérations et décélérations)	
4	C02522	numérateur du coefficient de transmission (exprimé sous forme d'une fraction : numérateur / dénominateur)	-
5	C02523	dénominateur du coefficient de transmission (exprimé sous forme d'une fraction : numérateur / dénominateur)	-
6	C03500/1	consigne fixe, elle est activée par application du niveau HAUT sur l'entrée numérique DI4, elle est exprimée en % de la vitesse de référence.	%
7	C03502	temps d'accélération pour la montée en vitesse de l'entraînement	s
8	C03503	temps de décélération pour le freinage de l'entraînement	s
9	C02524	distance parcourue côté machine pendant un tour de l'arbre de sortie réducteur.	
$\text{Vitesse de référence machine} = C00011 / (C02522 / C02523) * C02524 / 60$			

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 4/12

Variateur (caractéristique)

Caractéristique couple-vitesse d'un moteur asynchrone commandé par un variateur à U/f constant



Choix du type de motorisation

Moteurs	Asynchrone			Courant continu		Brushless		
	Variateur*	B.O. V/F	B.O. vectoriel	B.F.	B.O.	B.F.	B.O.	B.F.
Régulation de vitesse		1-5%	0.1-0.5%	0.01-0.05%	2-3%	0.01-1%	$\geq 1\%$	0.01-1%
Réponse en vitesse		1-2Hz	1-10Hz	20-100Hz	10-20Hz	0.5-2Hz	Up to 20Hz	300Hz
Régulation de couple		10-20%	2-10%	0.5-1%	2-5%	2-5%	-	10-30%
Réponse en couple		5-10Hz	75-200Hz	200-1000Hz	10-20Hz	20-100Hz	-	
Contrôle de position		Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui
Robuste		Oui			Peu		Oui	
Encombrement		Moyen			Encombrant		Compact	
Maintenance		Pas de maintenance			Maintenance périodique		Pas de maintenance	
Rendement		Moyen			Moyen		Très bon	Très bon
Coût moteur		Bas			Moyen		Moyen	Elevé
Coût variateur		Bas			Bas		Bas	Elevé
Inertie		Elevée			Elevée		Très faible	
Ventilation forcée		Nécessaire à basse vitesse			Oui		Non	

(*) B.O. et B.F. pour respectivement boucle ouverte et boucle fermée

A noter que les performances peuvent varier fortement entre différents constructeurs de variateurs

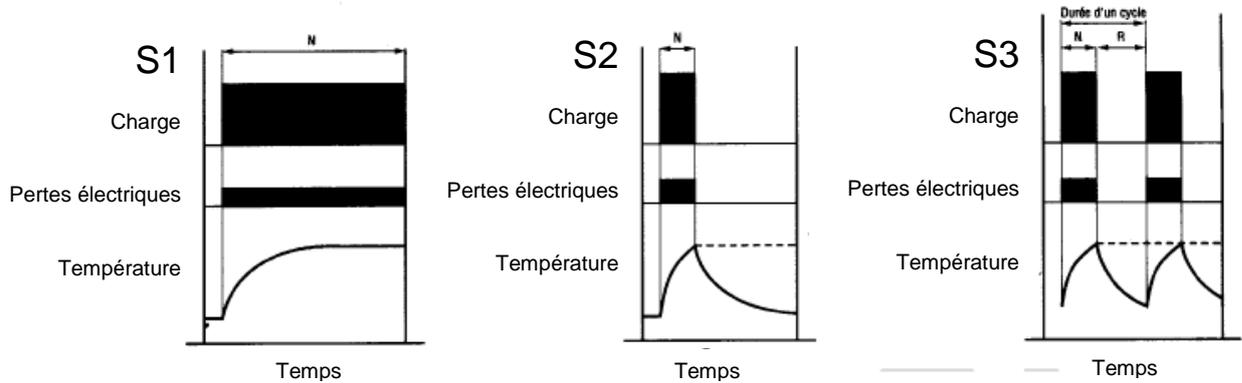
- La régulation de vitesse dépend fortement du type de capteur de mesure utilisé.
- La régulation en boucle ouverte est dépendante du moteur utilisé.
- Les temps de réponse sont rarement indiqués et peuvent induire en erreur.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 5/12

Détermination de la puissance moteur

Coefficient de puissance

Pour déterminer la puissance efficace, il est nécessaire de déterminer le type de service du moteur en fonction de la fréquence de ces accélérations, de la présence de décélérations ou de cycle de fonctionnement. Les différents types de services sont :



Une fois le type de service déterminé, on peut calculer la puissance.

a) **Service continu - Service type S1** : Fonctionnement à charge constante nominale d'une durée suffisante pour que l'équilibre thermique soit atteint. Facteur de correction pour ce service S1 = 1

b) **Service temporaire - Service type S2** : Fonctionnement à charge constante nominale pendant un temps déterminé N, moindre que celui requis pour atteindre l'équilibre thermique, suivi d'un repos d'une durée suffisante pour rétablir à 2° C près l'égalité de température entre la machine et le fluide de refroidissement. Facteur de correction pour ce service S2.

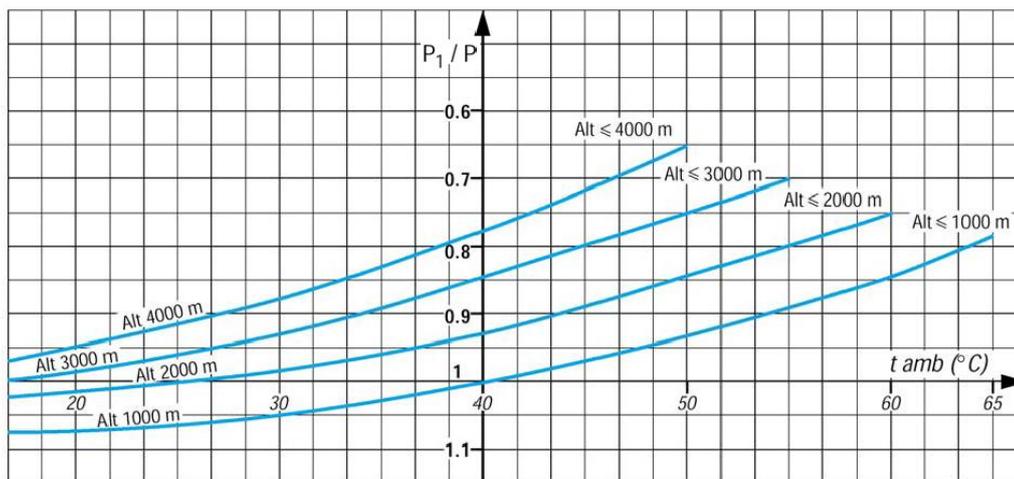
Temps de marche par période de 90 min	10 min	30 min	60 min	90 min
Facteur de correction	1,6	1,3	1,1	1

c) **Service Intermittent périodique - Service type S3** : Suite de cycles de service identiques comprenant chacun une période de fonctionnement à charge constante nominale N et une période de repos R. Dans ce service, le cycle est tel que le courant de démarrage n'affecte pas l'échauffement de façon significative. Facteur de correction pour ce service S3.

Facteur de marche N/N+R	15 %	25 %	40 %	60 %
Facteur de correction	1,6	1,4	1,2	1,1

(Facteur de marche = temps d'utilisation moteur / temps d'utilisation moteur + temps de repos)

Coefficient correcteur de température



P_1 puissance disponible
 P puissance nominale

Exemple si nous utilisons un moteur à une altitude de 2000m sous une température de 50°C, pour un moteur d'une puissance de 1kW, la puissance disponible suite au déclassement sera de $1000 \times 0,85 = 850W$.

Calcul puissance disponible en sortie du moteur

Exemple : pour fournir une puissance de 1105W, un moteur utilisé en service S2 avec un temps de marche de 30 minutes sur 90 minutes (facteur correction service = 1,3) à une altitude de 2000m sous une température de 50°C (facteur correction température 0,85), devra avoir une puissance de : $1105 / (0,85 \times 1,3) = 1000W$, soit 1 kW.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 6/12

Moteur, nouvelle référence

Vitesse nominale		A 1500 tr/min	A 2000 tr/min	A 3000 tr/min	Référence moteur	Référence variateur
Nn (tr/min)	Pn (kW)	P (kW)	P (kW)	P (kW)		
Alimentation 400 Vac						
6000	0,21	0,07	0,09	0,13	NX205EYUR6000	650S-43125020-B01P00-A1
6000	0,39	0,15	0,19	0,27	NX210EYPR6000	650S-43125020-B01P00-A1
3700	0,65	0,29	0,38	0,55	NX310EYPH6000	650S-43125020-B01P00-A1
6000	0,88	0,29	0,38	0,55	NX310EYKR6000	650S-43125020-B01P00-A1
1750	0,67	0,58			NX420EYVR6000	650S-43125020-B01P00-A1
3500	1,19	0,58	0,74	1,06	NX420EYPR6000	650S-43155020-B01P00-A1
6000	1,65	0,58	0,74	1,06	NX420EYKR6000	650S-43155020-B01P00-A1
2250	1,19	0,83	1,1		NX430EYQR6000	650S-43125020-B01P00-A1
3150	1,55	0,83	1,1	1,5	NX430EYMR6000	650S-43155020-B01P00-A1
3500	1,67	0,83	1,1	1,5	NX430EYLR6000	650S-43155020-B01P00-A1
1500	1,21	1,21			NX620EYIR6000	650S-43125020-B01P00-A1
3350	2,33	1,21	1,53	2,17	NX620EYRR6000	650S-43155020-B01P00-A1
5800	2,41	1,21	1,53	2,17	NX620EYKR6000	650S-43190030-B01P00-A1
3000	3,12	1,8	2,24	3,12	NX630EYWR6000	650S-43190030-B01P00-A1
1620	2,53	2,36			NX820EYXR6000	650S-43155020-B01P00-A1
3500	4,89	2,36	3	4,33	NX820EYRR6000	650S-43216030-B01P00-A1
1650	4,22	3,9			NX840EYRR6000	650S-43290030-B01P00-A1
3000	6,39	3,9	4,73	6,39	NX840EYWR6000	650S-43216030-B01P00-A1
1400	5,26				NX860EYWR6000	650S-43216030-B01P00-A1

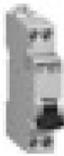
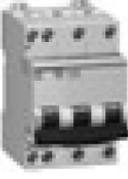
BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 7/12

Disjoncteurs *i*DPN N Clario 6 A...40 A, 6 kA, courbes C, D



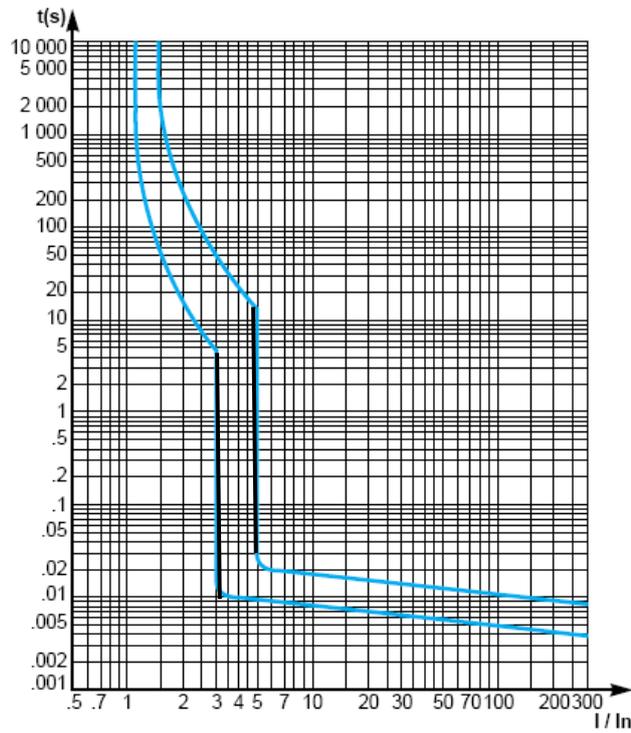
Caractéristiques techniques

EN 60898 : 6 kA, coupure du neutre intégrée
déclenchement magnétique : courbe C : 5...10 I_n, courbe D : 10...14 I_n
peignes et éléments de raccordement page 6
auxiliaires électriques comme C60, page 10
< 6 A voir catalogue général

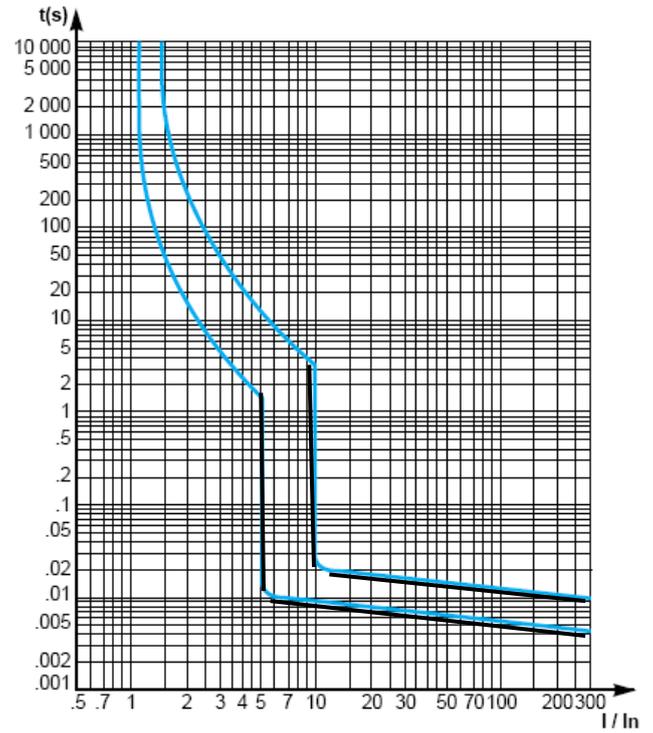
	pôles	I _n (A) 30 °C	courbe C		courbe D		mod. 18 mm
			références	E-No	références	E-No	
 21557	1PN	6	21555	805 116 500	21565	805 816 100	1
		10	21556	805 118 500	21566	805 818 100	1
		13	21725	805 129 500	21726	805 829 100	1
		16	21557	805 119 500	21567	805 819 100	1
		20	21558	805 120 500	21568	805 820 100	1
		25	21559	805 121 500	21569	805 821 100	1
		32	21560	805 122 500	21570	805 822 100	1
		40	21561	805 123 500	21571	805 823 100	1
 21578	3P	6	21575	805 176 300	21585	805 876 000	3
		10	21576	805 178 300	21586	805 878 000	3
		13	21727	805 189 300	21728	805 889 000	3
		16	21577	805 179 300	21587	805 879 000	3
		20	21578	805 180 300	21588	805 880 000	3
		25	21579	805 181 300	21589	805 881 000	3
		32	21580	805 182 300	21590	805 882 000	3
 21600	3PN	6	21595	805 176 100	21605	805 876 100	3
		10	21596	805 178 100	21606	805 878 100	3
		13	21729	805 189 100	21730	805 889 100	3
		16	21597	805 179 100	21607	805 879 100	3
		20	21598	805 180 100	21608	805 880 100	3
		25	21599	805 181 100	21609	805 881 100	3
		32	21600	805 182 100	21610	805 882 100	3
40	21601	805 183 100	21611	805 883 100	3		

Courbes de déclenchement disjoncteur

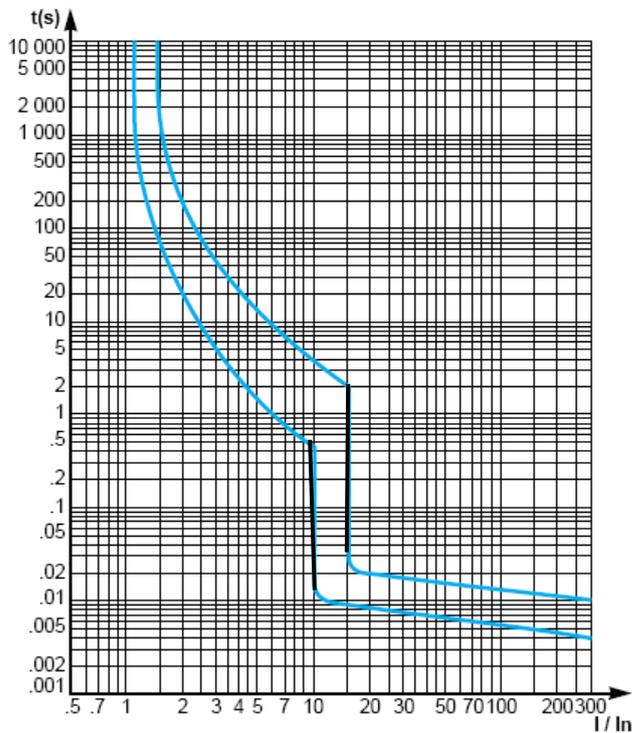
DPN/ courbe B



Déclic-DPN-DPN N/ courbe C



DPN N/ courbe D



BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 9/12

Chute de tension

Extrait du Guide de l'installation électrique "SCHNEIDER Electric"

Calcul de la chute de tension

Le tableau B5-2 ci-après donne les formules usuelles qui permettent de calculer la chute de tension dans un circuit donné par km de longueur.

I_B : courant d'emploi en ampère.

L : longueur du câble en km.

R : résistance linéaire d'un conducteur en Ω / km .

$$R = \frac{22,5 \Omega \text{mm}^2 \cdot \text{km}^{-1}}{S(\text{section en mm}^2)} \text{ pour âme en cuivre}$$

X : réactance linéique d'un conducteur en $\Omega \cdot \text{km}^{-1}$; X est négligeable pour les câbles de section inférieure à 50 mm^2 .

En l'absence d'autre indication on prendra $X = 0,08 \Omega \cdot \text{km}^{-1}$.

φ : déphasage du courant sur la tension dans le circuit considéré ; généralement :

- Eclairage : $\cos \varphi = 1$.
- Force motrice :
 - En démarrage : $\cos \varphi = 0,35$.
 - En service normal : $\cos \varphi = 0,5$.

U_n : tension nominale entre phases.

V_n : tension nominale entre phase et neutre.

Circuit	Chute de tension	
	En volt	En %
Monophasé : deux phases	$\Delta U = 2 \times I_B \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$	$\frac{100 \times \Delta U}{U_n}$
Monophasé : phase et neutre	$\Delta U = 2 \times I_B \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$	$\frac{100 \times \Delta U}{U_n}$
Triphasé équilibré : trois phases (avec ou sans neutre)	$\Delta U = \sqrt{3} \times I_B \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$	$\frac{100 \times \Delta U}{U_n}$

Tableau B5-2 : Formules de calcul de chute de tension.

Limite maximale de la chute de tension

La norme NFC 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas les valeurs du tableau B5-1 ci-après.

Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation

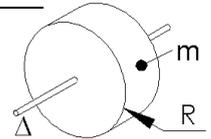
	Eclairage	Autres usages (force motrice)
Alimentation par le réseau BT de distribution publique	3%	5%
Alimentation par poste privé HT/BT	6%	8%

Tableau B5-1 : limite maximale de la chute de tension.

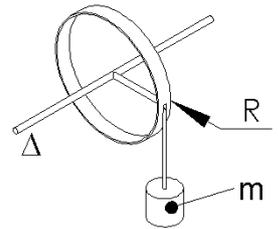
BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 10/12

Formulaire moment d'inertie

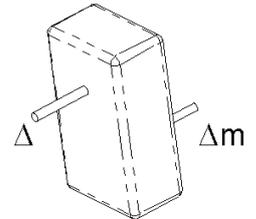
Moment d'inertie d'une pièce cylindrique par rapport à son axe Δ : $J_{\Delta} = \frac{m \cdot R^2}{2}$



Moment d'inertie d'une charge exercée sur une poulie par rapport à son axe Δ : $J_{\Delta} = m \cdot R^2$



Moment d'inertie d'un solide en sortie de réducteur de rapport de transmission k par rapport de à l'axe moteur Δm : $J_{\Delta m} = J_{\Delta} \cdot k^2$



BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER TECHNIQUE	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DT 11/12

Schéma cinématique du motoréducteur de l'élévateur

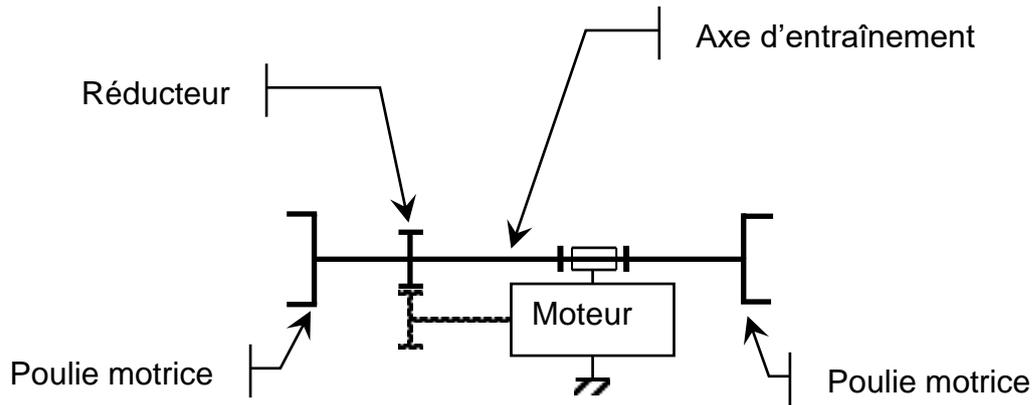
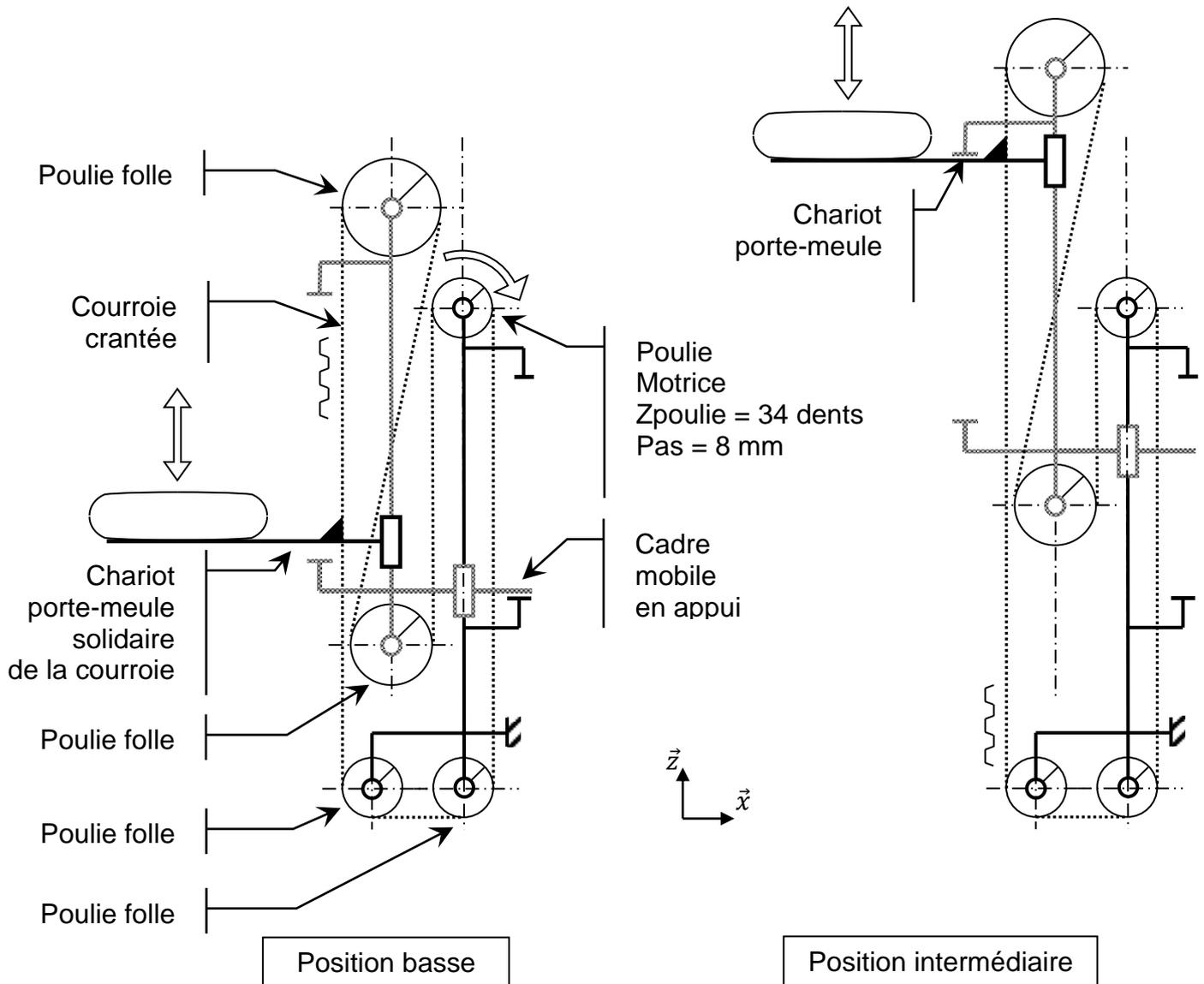


Schéma cinématique système jumelé poulies-courroies de l'élévateur



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

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;"> Note : </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

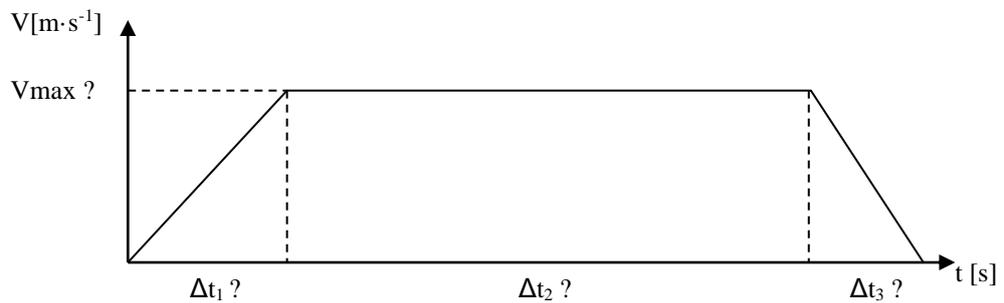
BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 1/18

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

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.

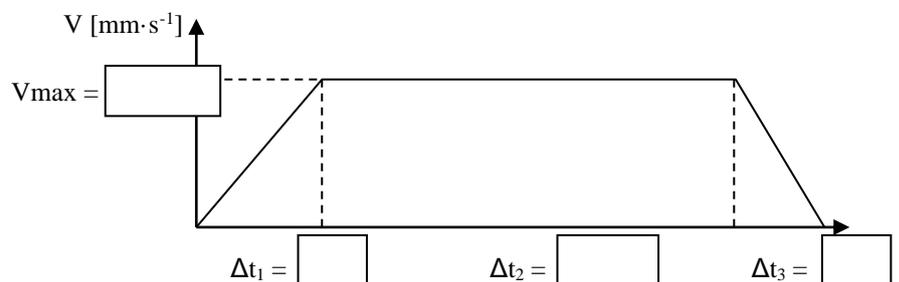
Cadre réponse 1.7

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



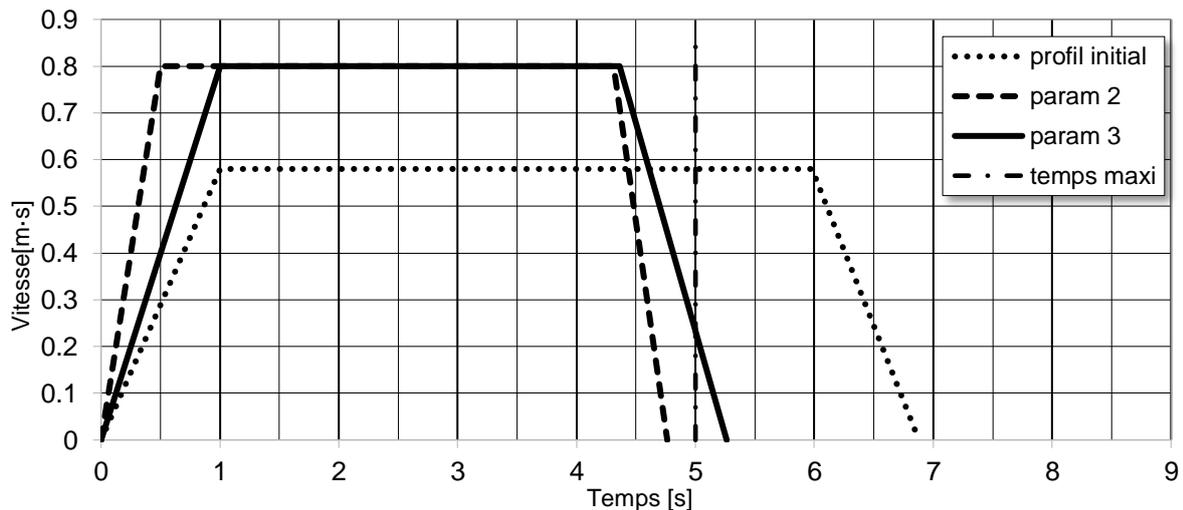
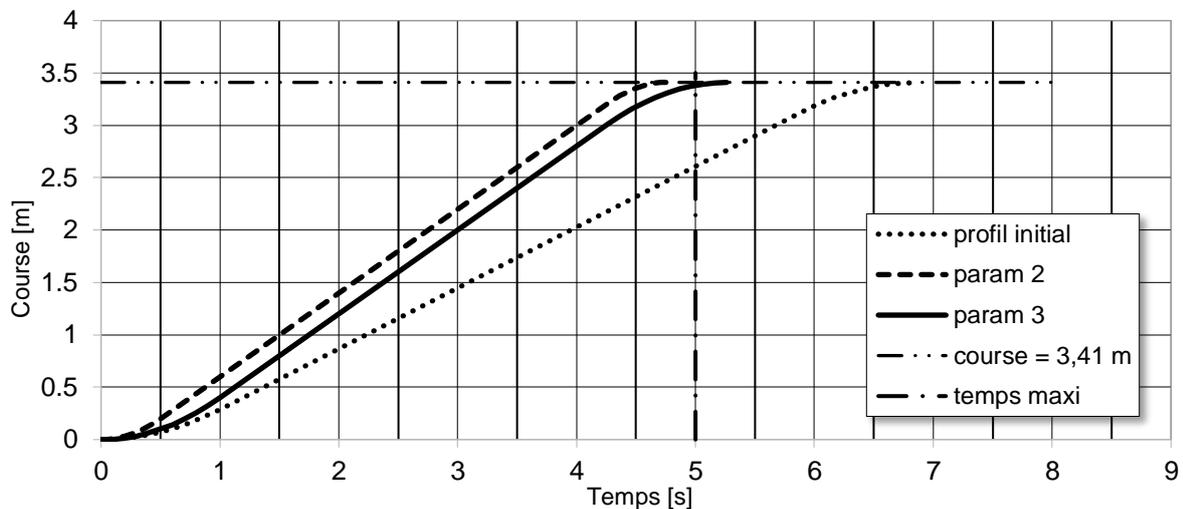
BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM	Session 2019	SUJET
EPREUVE U42	DOSSIER RÉPONSES	Durée : 3h	Coefficient : 3
			DR 5/18

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 ?

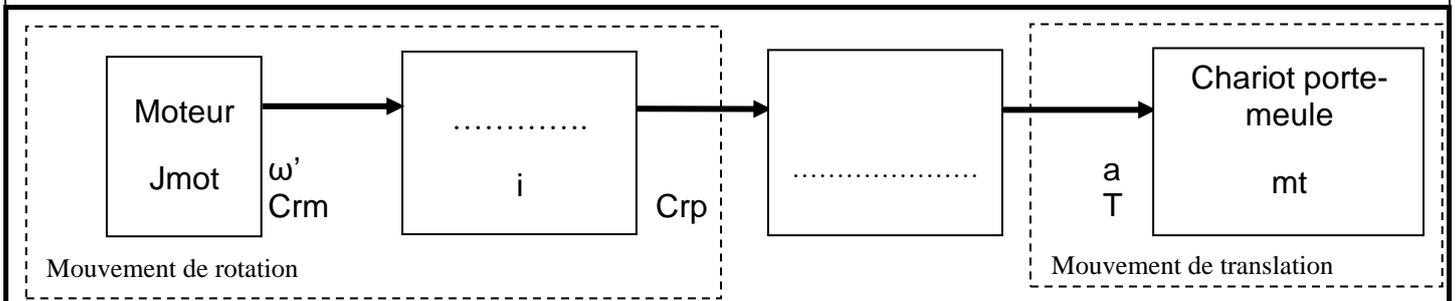
En décomposant le système isolé défini, on obtient la chaîne d'énergie ci-dessous avec :

- **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.

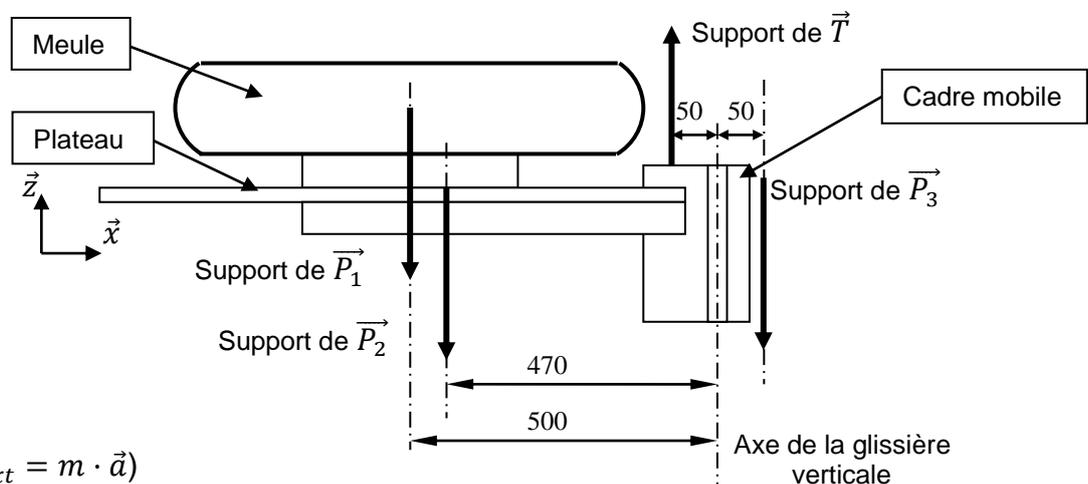
On isole l'ensemble mobile E {cadre mobile + plateau élévateur + meule de fromage}.

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

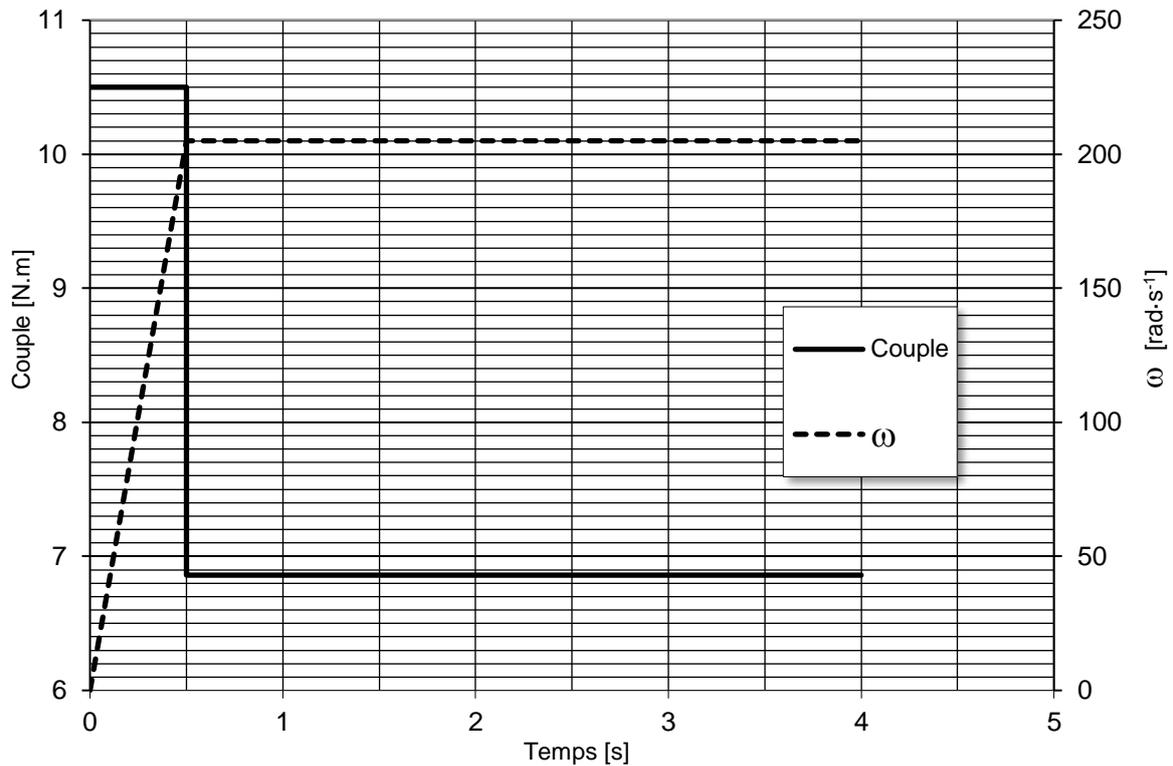
Déterminer le moment d'inertie équivalent total sur l'arbre moteur
 $J_T = J_{E/m} + J_{\text{mot}}$.

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 ?

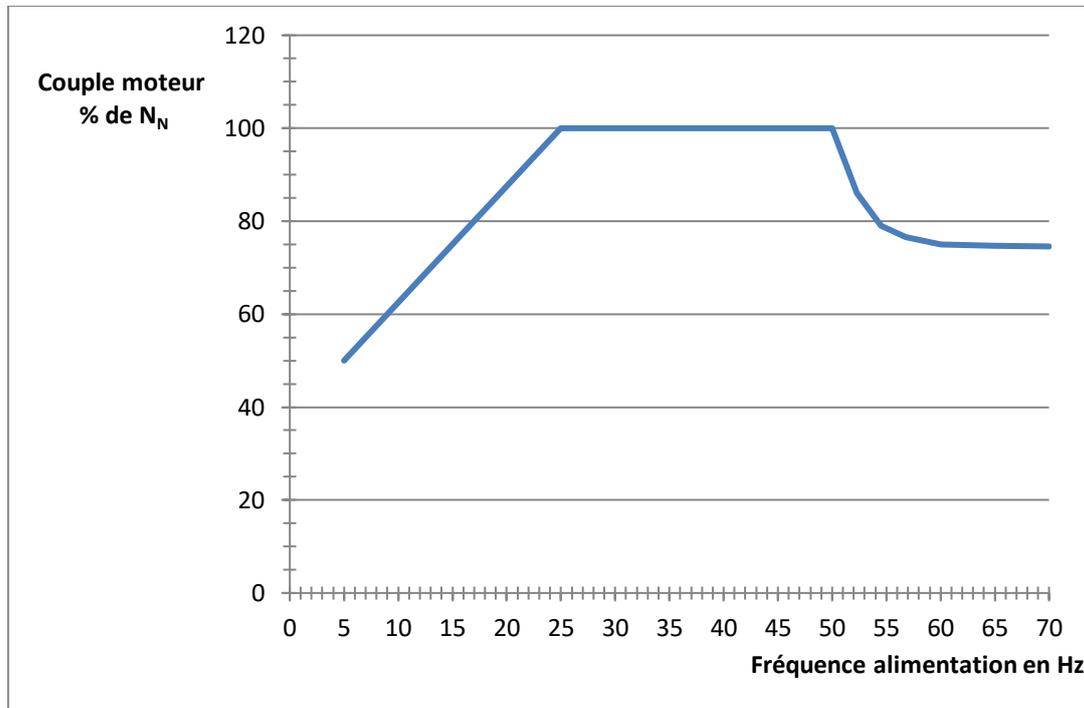
La motorisation actuelle est un motoréducteur FA37 DRE 90M4 associé à un variateur de fréquence qui garde le rapport U/F constant.

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 :

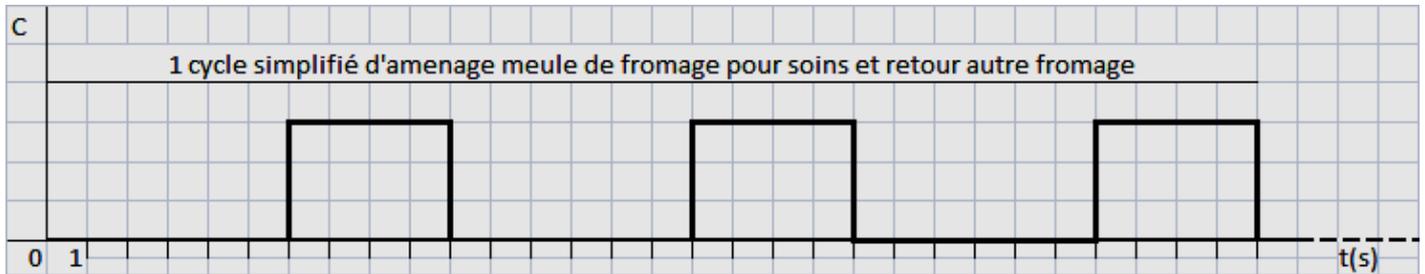
- pas de ventilation forcée (vitesse de rotation du moteur rapide) ;
- moteur robuste sans maintenance ;
- le moteur devra être le plus compact possible ;
- le moteur devra avoir le meilleur rendement possible ;
- le variateur n'assure pas le positionnement ;
- régulation de vitesse.

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

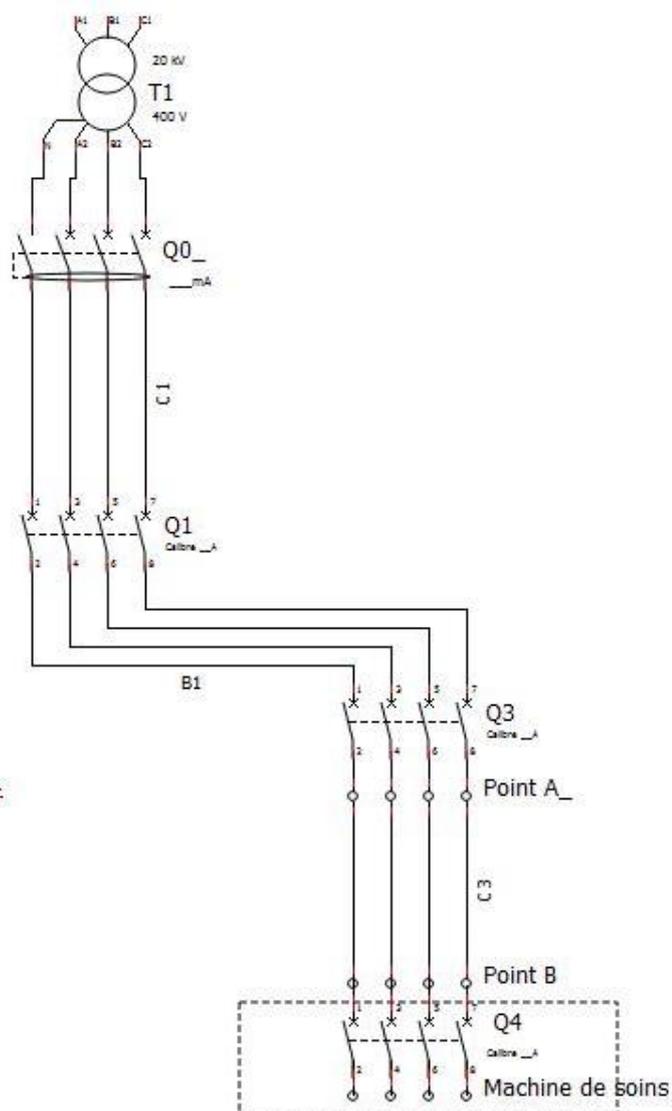
Question 4.6

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'élévateur, 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