

BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR

Épreuve E4 - Sous-épreuve E4.2

Vérification des performances mécaniques et électriques d'un système pluri technologique

Coefficient 3 – Durée 3 heures

Aucun document autorisé

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

**MACHINE DE PRODUCTION
DE CADRES POUR CANAPÉS BZ**

CORRIGÉ

Partie 1 : Comment améliorer la productivité de la machine S.M.S. ?

Partie 1.1 : Détermination des lois de grandeurs cinématiques du *manipulateur M2* compatibles avec les cadences des *stations 1 à 6*.

Question 1.1.1 / 1 Attention : cotes mesurées dépendantes de la reprographie du sujet :
 Voir DT1 Rapport d'échelle des plans : $r = \frac{\text{Cote mesurée sur plans}}{\text{Cote réelle indiquée sur plans}} =$
 $\frac{92}{11340} = 0,00081$
 Rapport d'échelle des plans : $r = \frac{\text{Cote mesurée sur plans}}{\text{Cote réelle indiquée sur plans}} =$
 $\frac{156}{19280} = 0,00081$
 / 1 $x_T = 49 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad x_T = 49 / 0,00081 = 6 \text{ m}$

Question 1.1.2 / 0,5 Temps de cycle à prendre en compte pour l'optimisation :
 Voir DT4 $\Delta T_{\text{stations et chargeur}} = 22 \text{ s}$

Question 1.1.3 / 0,5 Temps de cycle du manipulateur : $\Delta T = 26 \text{ s}$
 Voir DT2, 3 et 4 / 1 Temps de cycle à prendre en compte :

$$\Delta T_2 = \Delta T_4 = \frac{\Delta T - \Delta T_1 - \Delta T_3 - \Delta T_5}{2} = \frac{26 - 5,2 - 3,6 - 1,6}{2} = 7,8 \text{ s}$$

Question 1.1.4 / 1 Temps de cycle à prendre en compte :
 Voir DT2, 3 et 4 $\Delta T_2' = \Delta T_4' = \frac{\Delta T_{\text{stations}} - \Delta T_1 - \Delta T_3 - \Delta T_5}{2} = \frac{22 - 5,2 - 3,6 - 1,6}{2} = 5,8 \text{ s}$

Question 1.1.5 / 1 Les profils doivent permettre de parcourir la distance x_T dans un intervalle de temps inférieur à $\Delta T_2 = \Delta T_4$.
 Voir DT5 Pour rappel distance $x_T = 6 \text{ m}$ et intervalle de temps $\Delta T_2 = \Delta T_4 = 5,8 \text{ s}$.
 / 1 Réponse CHOIX 1 et 2.

Question 1.1.6 / 3

Voir DT5

CHOIX 1 : Accélération forte et vitesse maximum modérée.

Avantages acceptés :

Energie cinétique plus faible car vitesse plus faible.

Vitesse plus faible intéressante pour le moteur qui aura des limites techniques.

Inconvénients acceptés :

Effets dynamiques importants (cause accélération), sollicite la chaîne d'énergie.

Courants moteurs importants pour produire l'accélération souhaitée

CHOIX 2 : Accélération modérée et vitesse maximum importante.

Avantages acceptés :

Effets dynamiques modérés, sollicite moins la chaîne d'énergie.

Inconvénients acceptés :

Energie cinétique plus forte car vitesse plus forte.

Vitesse plus forte pour le moteur qui aura des limites techniques.

Courants moteurs réduits pour produire l'accélération souhaitée.

Question 1.1.7 / 1

Voir DT5

$$a_1 = \frac{v_{max}}{\Delta T_1} = \frac{1,13}{0,5} = 2,26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$a_2 = \frac{0}{3,3} = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$a_3 = \frac{-1,13}{0,5} = -2,26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

/ 0,5

Choix : a_1 et a_3

/ 0,5

Critère 1 : Différent de 0.

ou

Critère 2 : Valeur maximum en valeur absolue.

Partie 1.2 : Détermination de l'effort nécessaire à la mise en mouvement du manipulateur M2 avec son cadre (formé à l'issue de la station 6) selon les lois d'évolution de vitesse choisies en partie 1.1.

Question 1.2.1

/ 2

Action de pesanteur sur { S } :

$$\overrightarrow{G_{pesanteur/1}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -m \cdot g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -3433,5 \end{pmatrix}$$

/ 1

Dessin sur DR de l'action de pesanteur sur { S } en G

Question 1.2.2

/ 1

Dessin sur DR1 de l'action de traction de { S } en E

DR1

/ 1

Dessin sur DR1 du vecteur accélération $\overrightarrow{a_G}$

Question 1.2.3

/ 1

On applique le P.F.S. à { S } en G ou le théorème de la résultante :

$$\overrightarrow{A_{0/1}} + \overrightarrow{B_{0/1}} + \overrightarrow{C_{0/1}} + \overrightarrow{D_{0/1}} + \overrightarrow{G_{pesanteur/1}} + \overrightarrow{E_{traction/1}} = \overrightarrow{Rd} = m \cdot \overrightarrow{a_G}$$

DR1

Équation en \vec{x} :

/ 1

$$-28,61 + -5,72 + -2,86 + -14,30 + 0 + X_E = 350 \cdot 2,26$$

/ 1

Résolution de l'équation : $X_E = 844 \text{ N}$

Partie 1.3 : Détermination des performances énergétiques nécessaires sur l'élément de motorisation du *manipulateur M2*. Vérification de la capacité de cet élément de motorisation à supporter les contraintes du nouveau cahier des charges.

Question 1.3.1 Voir DT6	/ 1	Choix de $C_3 = C_r$: Justification : M.U.V.A.	$C_3 = C_r = 56 \text{ N} \cdot \text{m}$ Maximum correspondant à la phase de
	/ 1	Choix de $\omega_3 = \omega_r$: Justification :	$\omega_3 = \omega_r = 17,2 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ Maximum correspondant à la fin de M.U.V.A.
	/ 1	Justification :	Cas le plus défavorable combinaison d'effort et flux maximum. Donc puissance maximum Il y a un instant qui correspond aux deux valeurs maximum $t = 0,5 \text{ s}$
Question 1.3.2 Voir DT7	/ 0,5	Rapport de transmission i :	$i = 10$
Question 1.3.3 Voir DT6	/ 1	Calcul de ω_m :	$\omega_m = \omega_r \cdot i = 17,2 \times 10 = 172 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$
	/ 0,5	Conversion de ω_m :	$N_m = \omega_r \cdot \frac{60}{2\pi} = 172 \times \frac{60}{2\pi} = 1642 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$
Question 1.3.4 Voir DT6	/ 1	Calcul de C_m :	$C_m = \frac{C_r}{i \cdot \eta_r} = \frac{56}{10 \times 0,86} = 6,51 \text{ N} \cdot \text{m}$
Question 1.3.5 Voir DT6	/ 1	Calcul de P_m :	$P_m = C_m \cdot \omega_m = 6,51 \times 172 = 1119 \text{ W}$
Question 1.3.6 Voir DT8	/ 0,5	Vitesse nominale N :	$N_n = 1390 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$
	/ 0,5	Couple nominal C :	$C_n = 7,6 \text{ N} \cdot \text{m}$
	/ 0,5	Puissance nominale P :	$P_n \approx 1,1 \text{ kW}$
Question 1.3.7	/ 0,5	Critère de vitesse N :	$N_m > N_n$
	/ 0,5	Critère de couple C :	$C_m < C_n$
	/ 0,5	Critère de puissance P :	$P_m \approx P_n$
	/ 1	Tout ou partie des critères n'est pas respecté. Le moteur n'est pas capable de fournir les performances attendues dans le cadre d'un gain de 2 s sur le temps de translation suivant la direction \vec{x} . Il faut donc s'orienter vers l'analyse de la solution 2.	

Partie 1.4 : Vérification de l'adéquation moteur-variateur du *manipulateur M2* pour la solution à un seul manipulateur et paramétrage du variateur.

Question 1.4.1 Voir DT9	/ 1	Le DT10 montre que les moteurs peuvent être utilisés en survitesse en augmentant la fréquence des courants statoriques.
	/ 1	Si on veut accélérer le moteur au-delà de sa vitesse nominale, il faut maintenir sa puissance constante (ce qui signifie réduire son couple).
Question 1.4.2 DR2	/ 2 DR2)	Choix du point de fonctionnement + valeur de la fréquence $f = 55 \text{ Hz}$ (voir DR2)
Question 1.4.3 Voir DT10 et 11	/ 1	Fréquence maximale de sortie du variateur : on peut aller de 0 à 500 Hz
	/ 1	La fréquence maximale pour faire tourner le moteur à 1642 tr.min ⁻¹ est $f = 55,5 \text{ Hz}$. Cette valeur entre dans la gamme de fréquence du variateur Δf . Ce dernier est donc compatible avec notre besoin.
Question 1.4.4 Voir DT8 et 9	/ 0 1.3.7)	Couple nominal C_n : $C_n = 7,6 \text{ N} \cdot \text{m}$ (non noté car déjà évaluée en 1.3.7)
	/ 0,5 f=55Hz	Coefficient k_{55} : $k_{55} = 0,92$ d'après la courbe DT10 pour $f=55\text{Hz}$
	/ 1	Coefficient C_{55} : $C_{55} = k_{55} \cdot C_n = 0,92 \times 7,6 = 7 \text{ N} \cdot \text{m}$
	/ 1	Justification: Le couple que doit produire le moteur pendant la phase à vitesse constante ($C'_m = 0,4 \text{ N} \cdot \text{m}$) est très inférieur au couple maximal $C_{55} = 7 \text{ N} \cdot \text{m}$ qu'on peut lui demander. Le moteur peut donc déplacer sa charge sans se détériorer.
Question 1.4.5 Voir DT11	/ 0,5	HSP : HSP = 55 (fréquence nécessaire pour faire aller le bras à la vitesse maximale)
	/ 1	ACC : Il faut 0,5s pour aller de 0 à 55 Hz donc pour aller de 0 à 50 Hz il faut $ACC = \frac{0,5 \times 50}{55} = 0,45$ (c'est certainement un peu faible compte tenu de la masse à mettre en mouvement)
Question 1.4.6 Voir DT11	/ 1	Le même motoréducteur peut être conservé au regard des conditions de fonctionnement requises, à condition d'adapter les paramètres du variateur.

Partie 2 : La machine S.M.S. est-elle conforme aux normes sur la sécurité électrique des personnes ?

Partie 2.1 : Justification du schéma de liaison à la terre de l'installation

Question 2.1.1 Voir DT12	/ 0,5 / 1	Noms des schémas : TT – TN - IT Termes I et T : I : Neutre impédant ou isolé de la terre T : carcasses interconnectées à la terre
Question 2.1.2 DR3	/ 1 / 1	Analyse du schéma : CPI relié à la terre et au neutre Pe relié à la terre Un tel mode de fonctionnement permet la continuité de service en cas d'un seul défaut d'isolement d'un équipement, ce défaut n'est pas dangereux, mais il est signalé. Cela ne coupe pas l'installation. Les agents de maintenance doivent réparer le 1 ^{er} défaut avant qu'un 2 nd défaut n'apparaisse.

Partie 2.2 : Vérification d'absence de danger en cas d'un seul défaut d'isolement

Question 2.2.1	/ 1 pt résultat + unité) / 1 + unité)	$I_{d1} = \frac{V}{R_a + R_b + Z} = \frac{230}{2 + 1,9 + 1500} = \frac{230}{1503,9} = 0,153A$ (0,5 pt formule et/ou AN + 0,5 pt résultat + unité) $U_{c1} = R_b \cdot I_{d1} = 1,9 \times 0,153 = 0,29V$ (0,5 pt formule et/ou AN + 0,5 pt résultat + unité)
Question 2.2.2 Voir DT13	/ 0,5 / 0,5	Nous sommes dans le cas de l'alternatif, locaux secs, donc $U_L = 50V$. Nous avons $U_L \gg U_{c1}$ il n'y a donc aucun danger pour l'homme.
Question 2.2.3	/ 1	Il n'y a aucun dispositif différentiel dans l'installation et les calibres des éléments de protection sont supérieurs à 125 A or le courant de défaut est de 0,153 A. Rien ne coupera l'installation dans ce cas de défaut

Partie 2.3 : Justification du besoin de couper l'installation en cas de défaut d'isolement double simultanée sur 2 phases différente

Question 2.3.1	/ 1 / 1	$I_{d2} = \frac{0,8 \cdot U}{R_{ph1} + R_{pe1} + R_{ph2} + R_{pe2}} = \frac{320}{0,019 + 0,014 + 0,019 + 0,014} = \frac{320}{0,066} = 4848 A$ (0,5 pt formule et/ou AN + 0,5 pt résultat + unité) $U_{c2} = (R_{pe1} + R_{pe2}) \cdot I_{d2} = (0,014 + 0,014) \times 4800 = 135 V$ (0,5 pt formule et/ou AN + 0,5 pt résultat + unité)
Question 2.3.2 Voir DT13	/ 0,5 / 0,5	Nous avons $U_L \ll U_{c2}$ la tension limite conventionnelle est très largement dépassée. L'homme est en danger. Il faut couper l'installation.
Question 2.3.3 Voir DT13	/ 1	Attendu : tension $U_0 = 230 V$, et courant alternatif donc temps de coupure max 0,4 s.

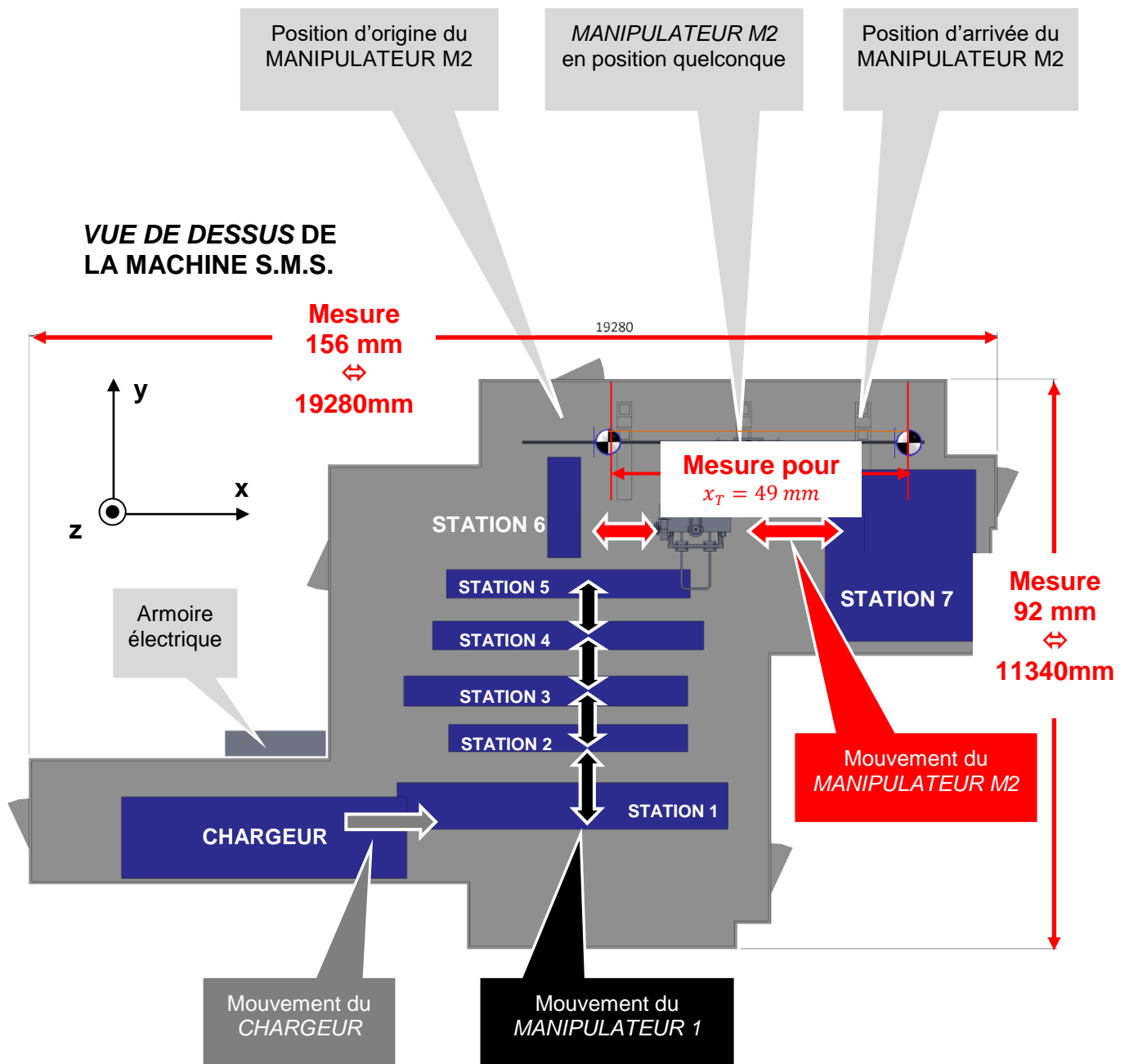
Partie 2.4 : Détermination du temps de fusion des fusibles en tête de l'installation.

Question 2.4.1 Voir DT14	/ 1,5	calibre : 125 A Courbe : gG Taille : couteau 00 (0,5 pt par critère de choix)
Question 2.4.2 DR4	/ 1	Exploitation 0,5 pt – Résultat 0,5pt $t_f = 1,7 \text{ ms}$

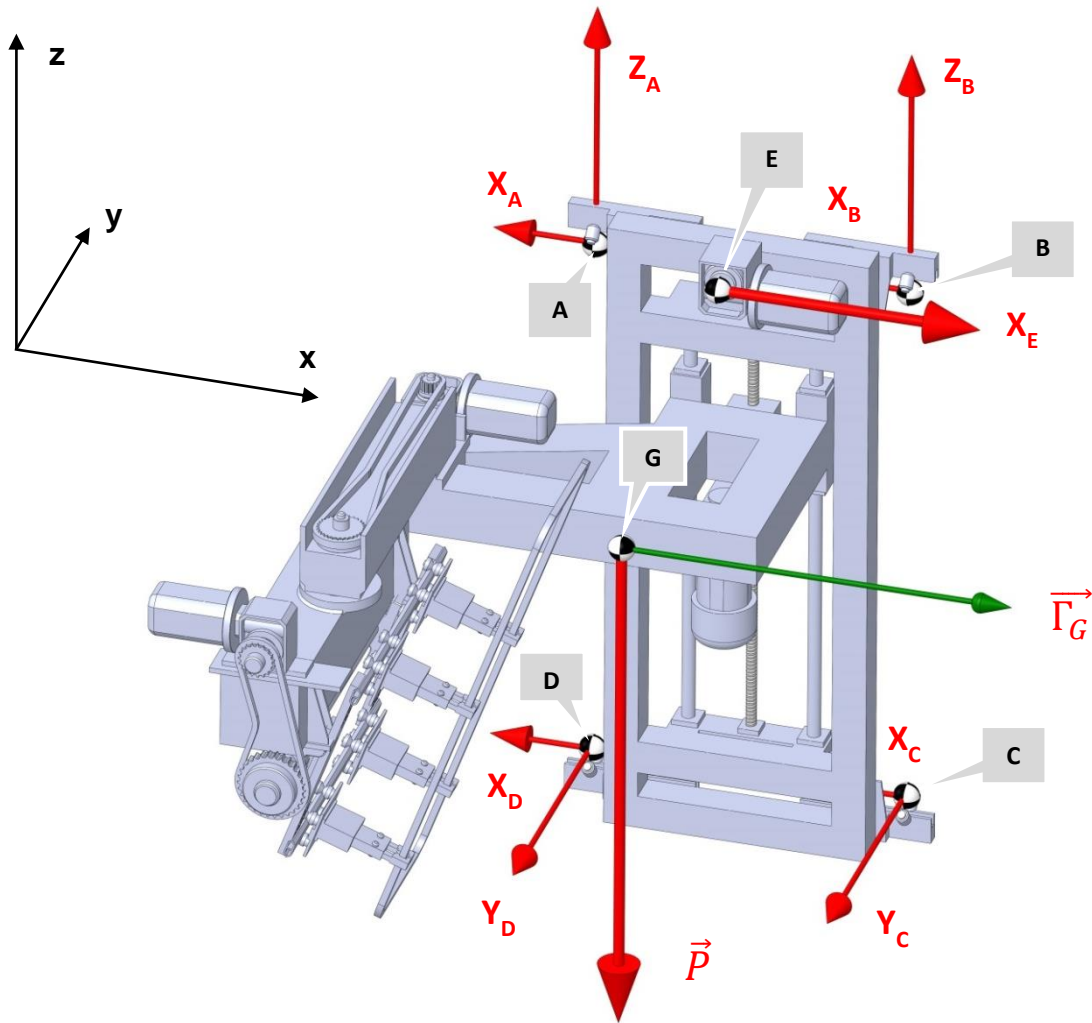
Partie 2.5 : Conclusion quant à la sécurité des personnes

Question 2.5.1 Voir DT14	/ 1	On se rend compte que le fonctionnement avec la continuité de service est respecté. En effet, 1 seul défaut sur la machine ne coupe pas l'installation. En admettant que le CPI soit bien réglé, un signalement de ce défaut est fait et l'agent de maintenance est prévenu.
	/ 1	Lors d'un second défaut, l'installation est coupée par le fusible qui agit dans des temps très largement inférieurs à ceux imposés par la norme. L'installation est donc conforme de ce point de vue.

DT1 : PLAN DE MASSE DE LA MACHINE S.M.S.

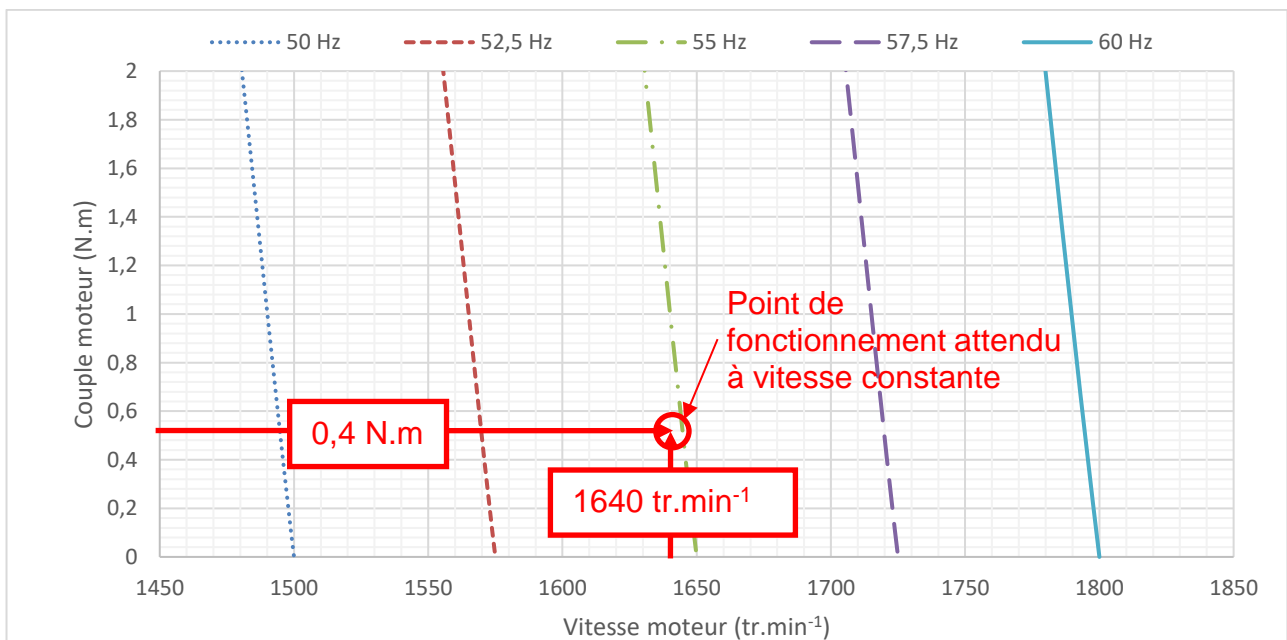


DR1 : Questions 1.2.1 et 1.2.2



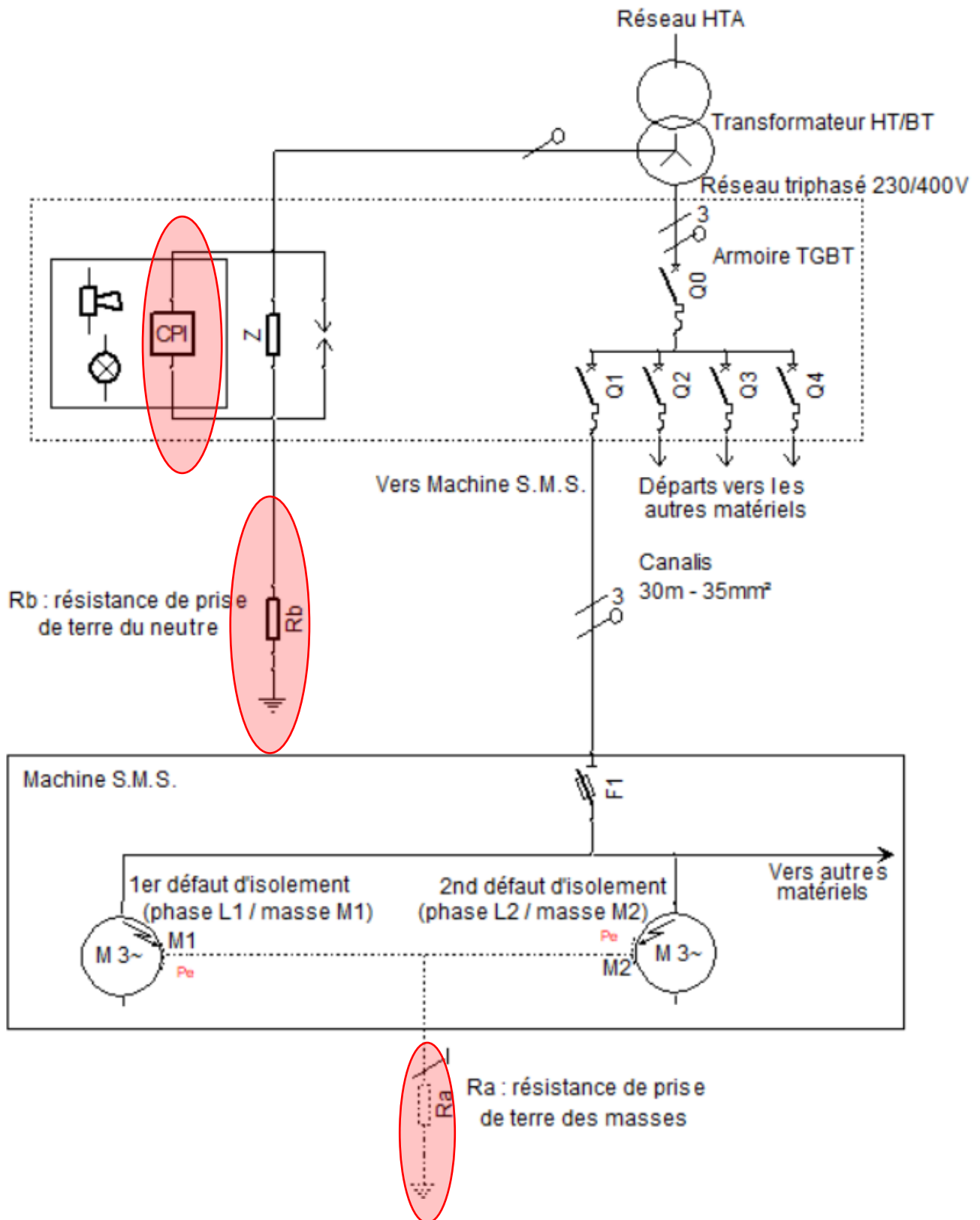
DR2 : Question 1.4.2

Caractéristiques de fonctionnement du moteur pour différentes fréquences d'alimentation



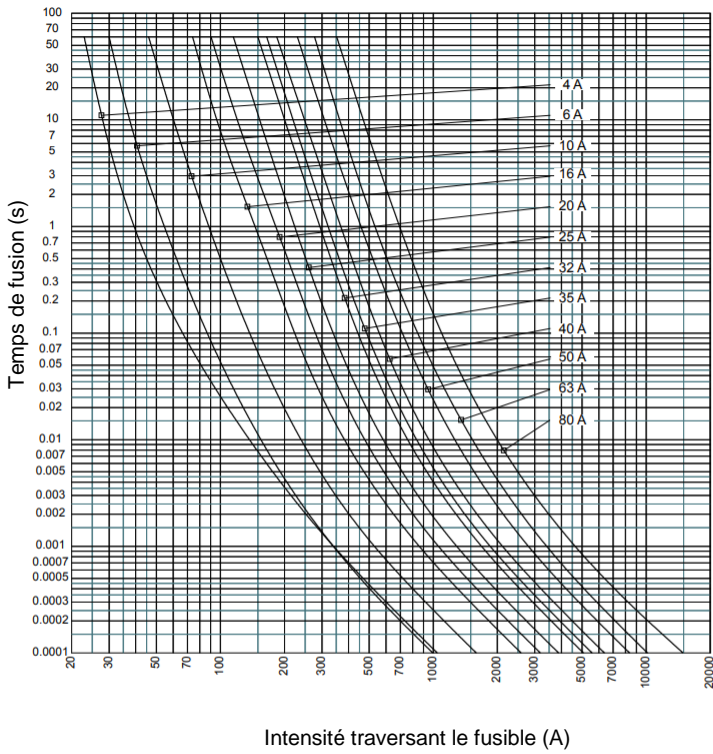
DR3 : Question 2.1.2

Schéma unifilaire partiel de l'installation électrique de l'usine

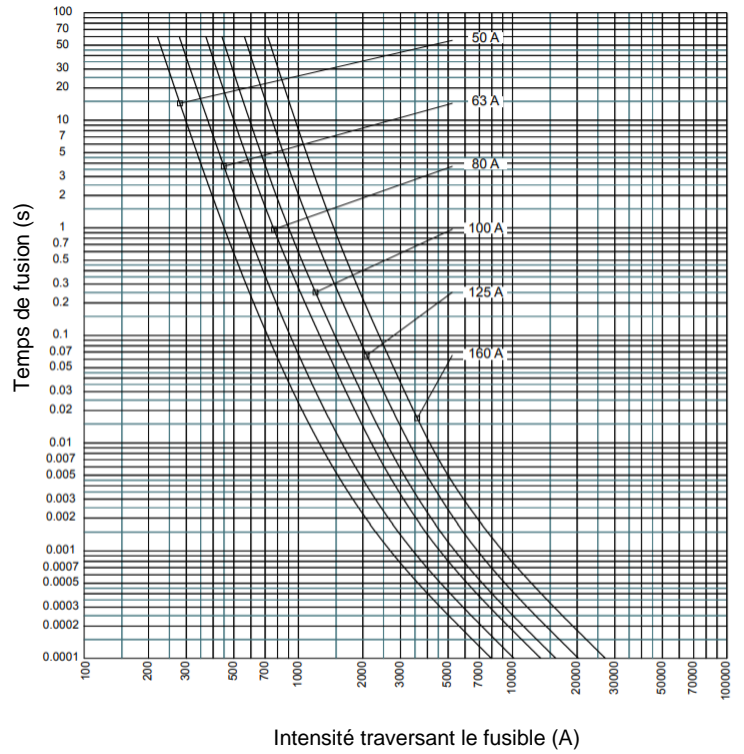


DR4 : Question 2.4.2

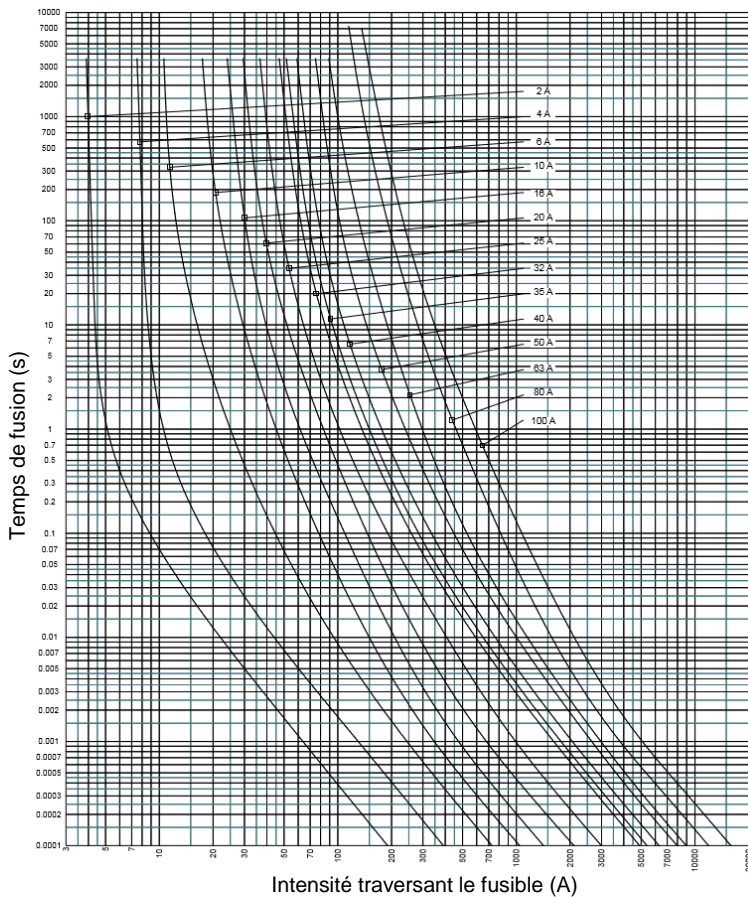
Courbes de fusion des fusibles aM
Taille 000



Taille 00



Courbe de fusion des fusibles gG
Taille 000



Taille 00

