

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR MAINTENANCE DES SYSTÈMES
--

E.8- INTÉGRATION D'UN BIEN

OPTION A : SYSTÈMES DE PRODUCTION

OPTION C : SYSTÈMES EOLIENS

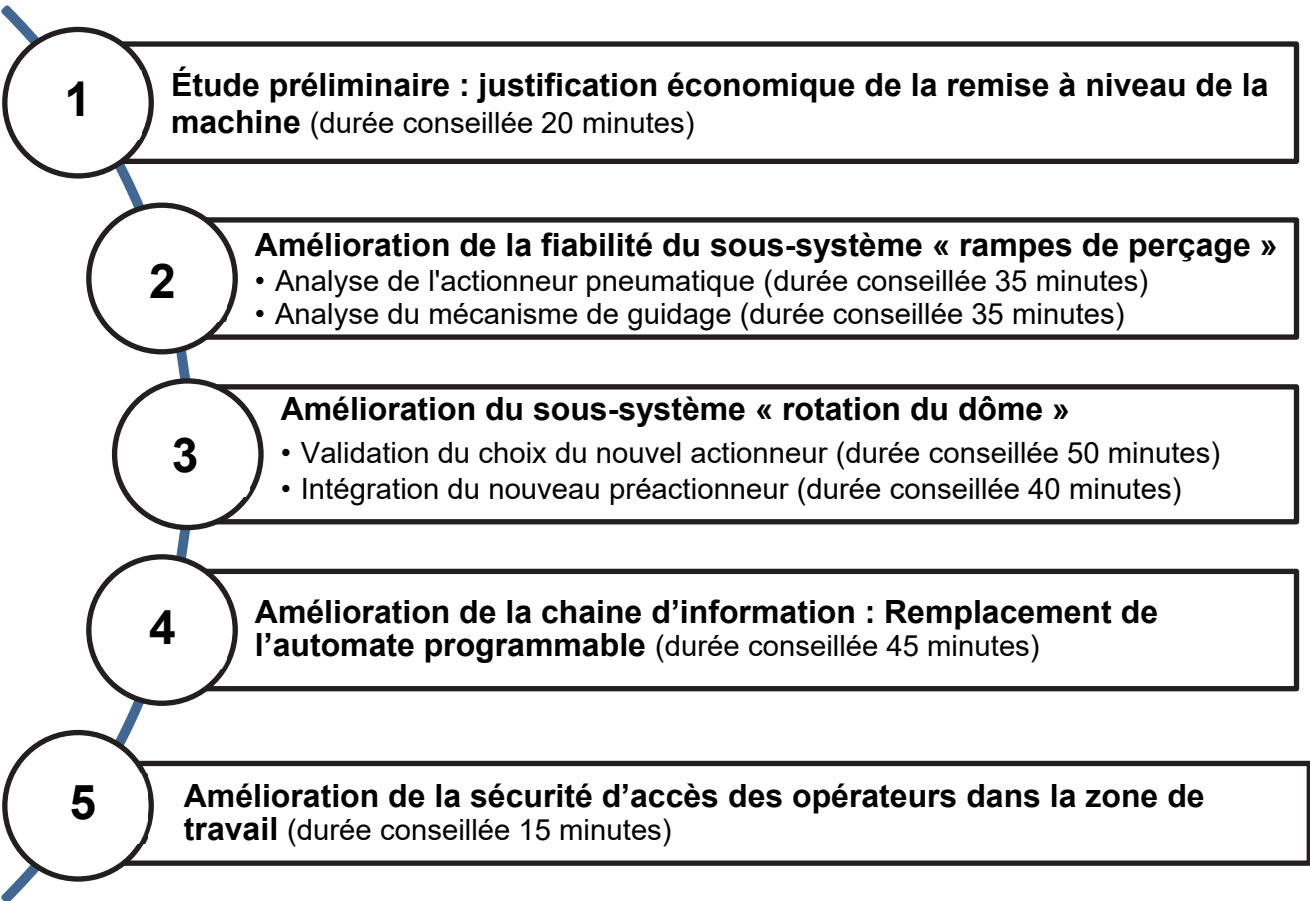
OPTION D : SYSTÈMES ASCENCEURS ET ÉLÉVATEURS

SESSION 2026

ÉLÉMENTS DE CORRECTION

Ce dossier contient les documents DQR1 à DQR9 de la page 2 à la page 10.

Progression de l'étude proposée en 5 parties indépendantes



1	Étude préliminaire : justification économique de la remise à niveau de la machine	
		Durée conseillée : 20 min

La machine à percer les dômes n'ayant plus été utilisée depuis près de 3 ans, il est nécessaire de faire une remise à niveau de plusieurs unités fonctionnelles la composant. On en profitera pour améliorer sa maintenabilité et sa fiabilité et par conséquent sa productivité. Avant d'investir de l'argent dans cette mise à niveau l'équipe veut vérifier l'intérêt de l'utilisation de cette machine par rapport à des opérations de perçage faites de manière manuelle.

Q.1-1	Documents à consulter : DT1 et DT4 (Données technico-économiques)
-------	---

Déterminer, au centime près, le coût de production pour un trou en mode manuel C_{manu} .

Coût production pour un trou en mode manuel	24 trous en 25 min → $(60 \times 24) / t_{\text{manu}} = 1440 / 25 = 57,6 \text{ trous} \cdot \text{h}^{-1}$ (1pt)
	$C_{\text{manu}} = C_{\text{op}} / 57,6 = 28,3 / 57,6$
	$C_{\text{manu}} = 0,49 \text{ € par trou}$ (1pt)

Q.1-2	Documents à consulter : DT1 et DT4 (Données technico-économiques)
-------	---

Déterminer, au centime près, le coût de production pour un trou en mode automatique C_{auto} . En déduire le gain G par trou par rapport au mode manuel.

Coût production pour un trou en mode automatique	24 trous en 5 min → $(60 \times 24) / t_{\text{auto}} = 1440 / 5 = 288 \text{ trous} \cdot \text{h}^{-1}$ (1pt)
	$C_{\text{auto}} = C_{\text{op}} / 288 = 28,3 / 288$
	$C_{\text{auto}} = 0,1 \text{ € par trou}$ (1pt)
Gain G	$G = C_{\text{manu}} - C_{\text{auto}} = 0,49 - 0,1$
	$G = 0,39 \text{ € par trou}$ (1pt)

Q.1-3	Document à consulter : DT4 (Données technico-économiques)
-------	---

Déterminer, à l'unité près, le nombre de trous n_{trou} à percer pour amortir les coûts de mise en œuvre de la machine à percer automatisée (hors coût de maintenance)

Nombre de trous n_{trou} à percer pour amortir les coûts de mise en œuvre de la machine.	$n_{\text{trou}} = I/G = 21\,000/0,39$ (1pt)
	$n_{\text{trou}} = 53\,846 \text{ trous}$ (1pt)

Q.1-4	Document à consulter : DT4 (Données technico-économiques)
-------	--

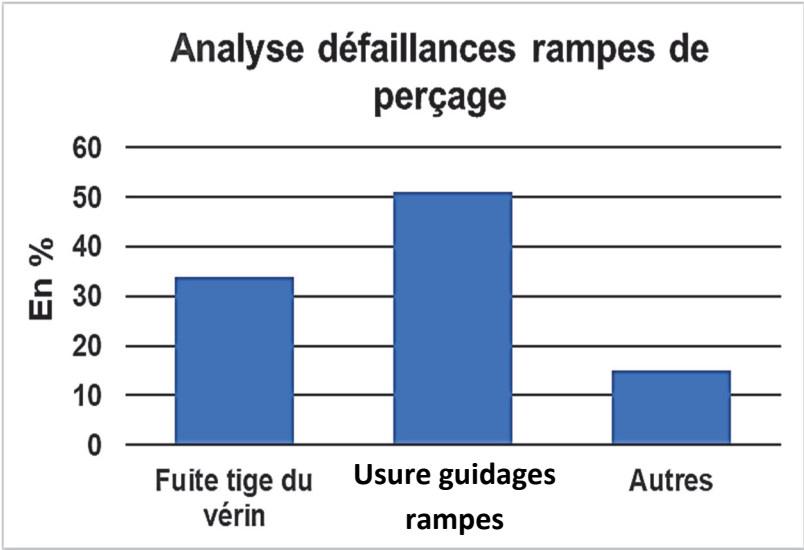
Déterminer le temps d’amortissement t_{amor} de la machine dans les conditions de la question précédente.
Conclure quant à l’intérêt économique de sa mise en œuvre, **préciser** si le coût de maintenance estimé et l’indisponibilité de la machine peuvent changer le résultat de manière conséquente.

Temps d’amortissement t_{amor} de la machine	Sur la base de 3 900 dômes / an on a 3900x24 = 93 600 trous / an $t_{\text{amor}} = n_{\text{trou}}/93\,600 = 53\,846 / 93\,600$ $t_{\text{amor}} = 0,57$ année soit environ 7 mois (1pt)
Conclusion	Sous réserve de produire 3 900 dômes / an le coût de la mise à niveau de la machine serait amorti en l’espace de 7 mois ce qui est tout à fait raisonnable. (1pt)
Influence du coût de maintenance et d’indisponibilité	Coût annuel de maintenance 3500 € = + 1 mois de durée d’amortissement. Coûts d’indisponibilité = impact plus important mais avec 3900 dômes / an le temps requis de production de cette machine doit être, sur l’année, bien inférieur au temps d’ouverture et les opérations de maintenance ne devraient pas amputer ce temps requis de manière importante. (1pt)

2	Amélioration de la fiabilité du sous-système « rampes de perçage »	
		Durée conseillée : 70 min

On a, à partir de l’historique de maintenance de la machine à percer les dômes, établi la répartition (ci-contre) des causes de défaillance sur les rampes de perçage.

On propose dans cette partie d’améliorer la fiabilité de ce sous-système.



On souhaite vérifier si l’actionneur présent sur la rampe est correctement dimensionné et le cas échéant faire une proposition pour un nouvel actionneur et ses accessoires en conformité avec les exigences.

Q.2-1	Document à consulter : DT2, DT4
-------	--

Déterminer la valeur minimale de la force de charge $\|\vec{F}_C\|$ d’un vérin de mise en mouvement d’une rampe de perçage si la masse de cette dernière est $m = 86\text{ kg}$ (perceuses comprises) avec un effort de coupe sur une perceuse de $\|\vec{F}_f\| = 150\text{ N}$

Détermination de la charge du vérin	$\ \vec{F}_C\ = \ \vec{F}_{f-6}\ + \ \vec{P}\ = \ \vec{F}_{f-6}\ + m.g = 150 \times 6 + 86 \times 9,81$ (0,5pt) $\ \vec{F}_C\ = 1\,743,7\text{ N}$ (0,5pt) (0,5pt) (0,5pt)
-------------------------------------	--

Q.2-2	Documents à consulter : DT3 et DT4
-------	---

Pour une valeur supposée $\|\vec{F}_C\| = 1\,750\text{ N}$ **déterminer** le taux de charge maxi du vérin si ce dernier est un modèle de type DSBC de $\varnothing 80\text{ mm}$, alimenté sous une pression de 0,6 MPa.
(Rappel : le taux de charge $\tau\% = 100 \times \frac{\|\vec{F}_{\text{charge}}\|}{\|\vec{F}_{\text{poussée}}\|}$, tient compte du rendement mécanique du vérin et de la contre pression à l’échappement).

Comparer le taux de charge de ce vérin avec la valeur du niveau de l’exigence correspondante du **DT3**. **Conclure** en expliquant quelles peuvent être les conséquences, en matière de maintenance, du non-respect de cette exigence.

Calcul du taux de charge du vérin	Sur DT4 Vérin DSBC de $\varnothing 80\text{ mm}$, alimenté sous une pression de 0,6 MPa, force de poussée (avance) 3016 N $\tau\% = 100 \times \frac{\ \vec{F}_{\text{charge}}\ }{\ \vec{F}_{\text{poussée}}\ } = 100 \times \frac{\ \vec{F}_C\ }{\ \vec{F}_p\ } = 100 \times \frac{1750}{3016}$ $\tau\% = 58\%$ (1pt)
Comparaison du taux de charge avec les exigences	$\tau\% = 58\% > 50\%$ (exigence id 1.5.1 DT3) donc non compatible. (1pt)
Conclusion	Un vérin avec un taux de charge supérieur aux exigences va avoir une durée de vie diminuée par rapport à celle prévue et présente un risque supplémentaire de défaillances. (1pt)

Q.2-3	Document à consulter : DT4
-------	----------------------------

Calculer le taux de charge pour un vérin DSBC Ø 100 mm et **vérifier** sa compatibilité avec le taux maxi de 50%.

Calcul du taux de charge vérin DSBC Ø 100 mm	Sur DT4 Vérin DSBC de Ø 100 mm, alimenté sous une pression de 0,6 MPa, force de poussée 4712 N (0,5pt)		
+			
Compatibilité	$\tau\% = 100 \times \frac{\ \vec{F}_{charge}\ }{\ \vec{F}_{poussée}\ } = 100 \times \frac{\ \vec{F}_C\ }{\ \vec{F}_p\ } = 100 \times \frac{1750}{4712}$	(1pt)	
	$\tau\% = 37\% < 50\% \text{ donc conforme aux exigences.}$	(0,5pt)	

Q.2-4	Documents à consulter : DT4 et DT5
-------	------------------------------------

Une analyse du mécanisme des rampes de perçage (solution 1 du DT4) a montré que ce dernier est hyperstatique (situation d'un assemblage pour lequel le fonctionnement se fait avec plus de contraintes que ce qui est strictement nécessaire). C'est la cause probable d'une majorité des défaillances constatées.

À partir des éléments fournis **vérifier**, en complétant le tableau ci-dessous, que la solution 2 envisagée (DT4) permet au mécanisme d'être isostatique (h = 0).

Vérification de l'isostatisme	Solution 2			
	Nombre de classes d'équivalence (bâti compris)		n = 3 (0,5pt)	
	Nombre de mobilités utiles		m_u = 1 (0,5pt)	Quelle est la mobilité utile : Translation suivant (C, $\vec{y}$) de la rampe de perceuses 1 (0,5pt)
	Nombre de mobilités internes (non utiles mais présentes)		m_i = 1 (0,5pt)	Quelle est la mobilité interne : Rotation suivant (B, $\vec{y}$) de la tige de vérin 2 (0,5pt)
	Inconnues statiques	Liaison	Li	Σ Li = 5 + 1 + 4 = 10 (0,5pt)
		L₀₋₁	5 (0,5pt)	
		L₁₋₂	1 (0,5pt)	
		L₀₋₂	4 (0,5pt)	
Degré d'hyperstatisme h :				
h = ΣLi – 6(n-1) + m_u + m_i				
h = 10 – 6(3 – 1) + 1 + 1				
h = 0				
(0,5pt)				

Q.2-5	Document à consulter : DT4
-------	----------------------------

Indiquer quels sont les impacts sur les opérations de maintenance induites par le choix des accessoires de liaison du vérin à la rampe et au châssis de la solution 2 retenue.

Impacts sur les opérations de maintenance	Système isostatique = meilleures conditions de fonctionnement = moins d'usure. De plus les accessoires de liaison du vérin (flasque fixe + accouplement élastique) de la solution 2 = moins de surveillance et d'entretien que ceux de la solution 1 = (moins de surfaces frottantes = risques d'usure et de défaillances = moins d'opérations de montage/démontage). (2pt)
---	--

3	Amélioration du sous-système « rotation du dôme »	
		Durée conseillée : 90 min

Actuellement la rotation de 180° du dôme, entre 2 séries de 12 perçages, est effectuée par un actionneur pneumatique (vérin double effet) avec une transformation de mouvement par un système roues + chaîne à rouleaux (DT5). Ce système génère régulièrement des à-coups au démarrage et à l'arrêt qui sont responsables d'un glissement du dôme sur ses plots de support (voir DT6-Détail A) et par conséquent un désaxage du dôme par rapport à sa position de référence pour le perçage.

Le principe de l'étude suivante est de comparer ce système avec une proposition de remplacement du vérin pneumatique par un moteur électrique alimenté par un variateur de vitesse électronique(DT5) permettant de gérer les accélérations tout en conservant la transmission par roues et chaînes.

3-1	Validation du choix du nouvel actionneur
-----	---

Q.3-1-1	Document à consulter : DT6 (Détail A : plateau support de dôme)
---------	---

Calculer la valeur de la composante normale, au point A, N(plot→dôme), action d'un plot sur le dôme de masse 35 kg si l'on considère que la charge est également répartie entre les 4 plots d'entraînement. On prendra g = 9,81 m·s⁻².

Calcul de la composante normale en A	$N(\text{plot} \rightarrow \text{dôme}) = \frac{\ \vec{P}_{\text{dôme}}\ }{4} = \frac{m_{\text{dôme}} \cdot g}{4} = \frac{35 \times 9,81}{4}$ (1pt) $N(\text{plot} \rightarrow \text{dôme}) = 86 \text{ N} \quad (1\text{pt})$
--------------------------------------	---

Q.3-1-2 Document à consulter : **DT6 (Détail A : plateau support de dôme)**

À partir de $N(\text{plot} \rightarrow \text{dôme})$ **calculer** la valeur de l'action tangentielle correspondante $T(\text{plot} \rightarrow \text{dôme})$ pour un facteur d'adhérence dôme/plot $\mu_0 = 0,5$ (à la limite du glissement).
En déduire, en N.m, la norme (valeur) du moment du couple maxi transmissible par les plots au dôme sans glissement $\|\overrightarrow{Cdôme}\|_{\text{maxi}}$.

Calcul de la composante tangentielle en A	A la limite du glissement on a : $\frac{T(\text{plot} \rightarrow \text{dôme})}{N(\text{plot} \rightarrow \text{dôme})} = \tan \varphi = \mu_0 \rightarrow$ (1pt) $T(\text{plot} \rightarrow \text{dôme}) = \mu_0 . N(\text{plot} \rightarrow \text{dôme}) = 0,5 \times 86$ $T(\text{plot} \rightarrow \text{dôme}) = 43 \text{ N}$ (1pt)
Calcul du moment du couple maxi transmissible par les plots sans glissement	$\ \overrightarrow{Cdôme}\ _{\text{maxi}} = 4 . T(\text{plot} \rightarrow \text{dôme}) . \frac{D_p}{2} = 4 \times 43 \times \frac{0,23}{2}$ (1pt) $\ \overrightarrow{Cdôme}\ _{\text{maxi}} = 19,8 \text{ N.m}$ (1pt)

Q.3-1-3 Documents à consulter : **DT6**

En utilisant les données du cycle de perçage **déterminer** la durée t_{R180} disponible pour une rotation du dôme de + ou – 180° si l'on souhaite tenir l'objectif d'une durée totale du cycle de 5 min.

Calcul de la durée de rotation du dôme	Durée du cycle complet de perçage = 5min = 300 s. $300 = 60 + 4 \times 5 + 2 \times 26 + 2 \times 10 + 140 + t_{R180} \rightarrow$ $t_{R180} = 300 - 292$ (2pt) $t_{R180} = 8 \text{ s}$
--	---

Q.3-1-4 Documents à consulter : **DT5, DT6 (Descrip. du cycle de perçage) et DT7**

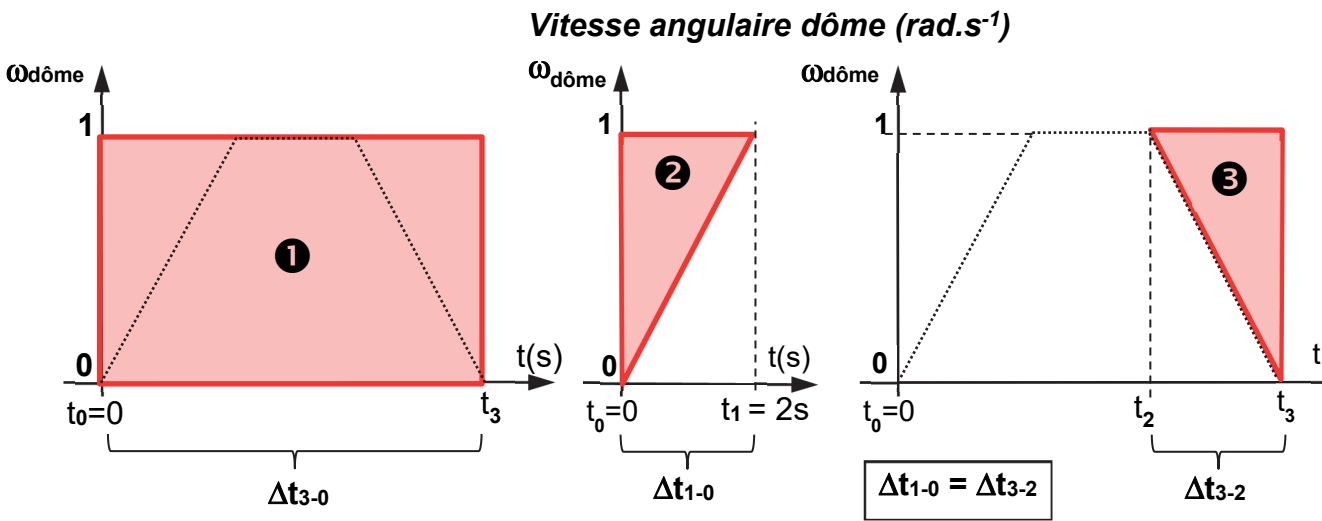
Des essais sur la version actuelle de mise en mouvement de rotation (vérin + chaîne) ont permis d'évaluer la valeur de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ du dôme. Cette valeur est régulièrement supérieure à $1,2 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$ alors qu'une étude dynamique a donné une valeur limite avant glissement du dôme sur les plots de $0,85 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$. On souhaite limiter, avec une marge de sécurité, cette accélération à $0,5 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$.

Déterminer dans ces conditions, à partir du graphe de représentation de la vitesse angulaire du dôme donné sur le document **DT6**, la vitesse angulaire maxi ω_{maxi} du dôme.
Déterminer, en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$, la fréquence de rotation du dôme N_{maxi} correspondante.
Indiquer quels sont les organes ou fonctions permettant de régler cette accélération ou la fréquence de rotation du dôme dans la version actuelle du système.

Détermination vitesse angulaire maxi du dôme	On a ω_{maxi} atteinte en 2 s avec une accélération $\ddot{\theta} = 0,5 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$. $\omega_{\text{maxi}} = \ddot{\theta} . t_1 \rightarrow \omega_{\text{maxi}} = 0,5 \times 2$ (1pt) $\omega_{\text{maxi}} = 1 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$
Détermination fréquence de rotation maxi du dôme	$\omega_{\text{maxi}} = \frac{2\pi . N_{\text{maxi}}}{60} \rightarrow N_{\text{maxi}} = \frac{60 . \omega_{\text{maxi}}}{2\pi} \rightarrow N_{\text{maxi}} = \frac{60 \times 1}{2\pi}$ (1pt) $N_{\text{maxi}} = 9,55 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$
Organes de réglage de la vitesse et de l'accélération	Pour le réglage de la fréquence de rotation du dôme il faut régler la vitesse de translation du vérin à l'aide de 2 Réducteurs de Débit Unidirectionnels (RDU) en sortie d'air (+180° et -180°). En fin de rotation l'amortissement intégré au vérin peut jouer ce rôle en revanche en début de mouvement on peut difficilement maîtriser l'accélération. (1pt)

Q.3-1-5 Document à consulter : **DT6 (Description du cycle de perçage)**

On souhaite déterminer la durée totale de la rotation de +180° pour une vitesse angulaire ω_{maxi} du dôme de $1 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ et avec une phase de décélération ayant les mêmes caractéristiques que la phase d'accélération (même durée, même valeur absolue d'accélération).
L'aire sous la courbe de vitesse (forme de trapèze, voir DT6) représente **180 degrés** de déplacement du dôme soit **π radians**. On décompose cette aire comme étant celle du rectangle **❶** diminuée des aires des triangles **❷** et **❸** (voir ci-dessous).



Exprimer, en fonction de ω_{maxi} et Δt_{3-0} l'aire **A1** du rectangle ❶.

Calculer, en radians, les aires des triangles ❷ et ❸. En déduire une expression de l'aire totale du trapèze.

À partir de l'expression de l'aire du trapèze **déterminer**, pour une rotation totale de $+180^\circ$ la valeur de la durée Δt_{3-0} .

Expression aire du rectangle ❶.	A1 = $\Delta t_{3-0} \cdot \omega_{\text{maxi}}$ (1pt)
Calculs des aires A2 et A3 des triangles	A2 = $\Delta t_{1-0} \cdot \omega_{\text{maxi}} / 2 = 2 \times 1 / 2 = 1 \text{ rad}$ (1pt) A3 = $\Delta t_{3-2} \cdot \omega_{\text{maxi}} / 2 = 2 \times 1 / 2 = 1 \text{ rad}$
Expression de l'aire totale du trapèze	$\pi = A1 - A2 - A3 = \Delta t_{3-0} \cdot \omega_{\text{maxi}} - 1 - 1$ $\Delta t_{3-0} \cdot \omega_{\text{maxi}} = \pi + 2 \Rightarrow \Delta t_{3-0} = (\pi + 2) / \omega_{\text{maxi}}$ (1pt)
Détermination de la durée de la rotation Δt_{3-0} .	$\Delta t_{3-0} = 5,14 \text{ s}$

Q.3-1-6	Document à consulter : aucun
----------------	-------------------------------------

Vérifier si la valeur de Δt_{3-0} est compatible avec la valeur t_{R180} déterminée à la **Q.3-1-3**.

Conclure quant aux valeurs d'accélération et de vitesse angulaire maxi pour le dôme.

Compatibilité de la durée de rotation Δt_{3-0} avec les exigences	On a $\Delta t_{3-0} < t_{R180}$ (8s) donc conforme aux exigences et qui peut permettre un cycle de perçage pour 24 trous de 5 min. (1pt)
Conclusion	$\ddot{\theta} < 0,5 \text{ rad.s}^{-2}$, largement plus faible que la valeur mesurée ($1,2 \text{ rad.s}^{-2}$) et que la limite au glissement. Vitesse de rotation maxi de l'ordre de 10 tr.min^{-1} qui permet de respecter une durée de rotation du dôme sur 180° en moins de 8s et donc un cycle de perçage pour 24 trous de 5 min. (1pt)

Q.3-1-7	Document à consulter : Aucun
----------------	-------------------------------------

Justifier en quoi la nouvelle solution envisagée (motoréducteur + variateur de vitesse électronique) est une amélioration d'un point de vue maintenance.

Justification nouvelle solution d'un point de vue maintenance	La solution améliorative proposée : - gestion par programmation des accélérations et décélérations ; - gestion de la vitesse plus souple et plus flexible qu'une solution pneumatique. Point de vue de la maintenance, le motoréducteur avec variateur de vitesse + transmission par chaîne = (2pt) - moins de réglages que la version pneumatique ; - moins d'entretien régulier (sauf pour la transmission par chaîne, idem dans les 2 solutions) = moins d'interventions et d'interruption de production.
---	---

3-2	Intégration du nouveau préactionneur
------------	---

La solution envisagée mettra donc en œuvre un motoréducteur commandé par un variateur de vitesse électronique. La fréquence de rotation maxi du dôme sera obtenue par un paramétrage du variateur de vitesse.

Pour la suite de cette étude la fréquence de rotation du dôme sera **$N_{\text{dôme}} = 10 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$** .

Des essais ont montré qu'un couple $\|\overrightarrow{Cdôme}\| = 30 \text{ N} \cdot \text{m}$ sera nécessaire en sortie du motoréducteur pour la rotation du dôme.

Le choix du motoréducteur a été effectué dans la gamme S37 du fabricant SEW, motoréducteurs à roues et vis sans fin de référence **S37 DR2S 63MS4** et de caractéristiques suivantes :

$P_m = 0,18 \text{ kW}$
 $N_a = 19 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$
 $M_a = 57 \text{ N} \cdot \text{m}$.

Q.3-2-1	Document à consulter : DT7
----------------	-----------------------------------

Préciser la signification des grandeurs physiques **P_m** , **N_a** et **M_a** .

Calculer, en kW, la puissance utile sur l'arbre de sortie du motoréducteur nécessaire à la rotation du dôme.

Signification des grandeurs physiques	P_m : Puissance utile nominale du motoréducteur en kW N_a : Fréquence de rotation de sortie du motoréducteur en tr.min^{-1} M_a : Couple utile de sortie du motoréducteur N.m (1pt)
Calcul de la puissance utile en sortie du motoréducteur	$P_m = \ \overrightarrow{Cdôme}\ \times 2\pi N_a / 60$ (2pt) $P_m = 30 \times 2\pi 10 / 60$ $P_m = 31,4 \text{ W}$ (1pt)

Q.3-2-2	Documents à consulter : DT2 et DT7
---------	------------------------------------

Vérifier le choix de ce motoréducteur en comparant les grandeurs physiques annoncées par le fabricant à celles précédemment calculées ou fournies.

Vérification du choix du motoréducteur	Le motoréducteur de référence S37 DR2S 63MS4 convient car : P_m calculé = 31 W < P_m = 180 W (0,18 kW). N_{dôme} = 10 tr·min⁻¹ < N_a = 19 tr·min⁻¹ (pour 50Hz). Cette vitesse peut donc être obtenue par un réglage du variateur de vitesse en diminuant la fréquence. (2pt) $\ \vec{C_{dôme}}\ = 30 \text{ N.m} < M_a = 57 \text{ N.m}$ On peut même conclure que le motoréducteur est surdimensionné du point de vue de la puissance utile.
--	--

Q.3-2-3	Documents à consulter : DT2 et DT8
---------	------------------------------------

Le choix du variateur de vitesse s’est porté dans la gamme MOVITRAC du fabricant SEW. Cette gamme de variateur est adaptée à la commande du motoréducteur **S37 DR2S 63MS4**. Deux références ont été proposées par le technicien de maintenance chargé d’effectuer le choix de ce variateur :

- Référence 1 : **MC 07 B 0003- 2 B 1- 4- 00** ;
- Référence 2 : **MC 07 B 0004- 2 B 1- 4- 00**.

Justifier la codification « 2 » pour les 2 références.

Justifier la codification « 1- » pour les 2 références.

Préciser la signification « 0003- » dans la codification de la référence 1.

Préciser la signification « 0004- » dans la codification de la référence 2.

Codification 2	2 : Tension de raccordement : 200 à 240 Volts
Codification 1-	1- : Mode de raccordement : monophasé
Signification 0003-	0003- : Puissance utile moteur : 0003 = 0,25kW (1pt) (ou 0,3kw)
Signification 0004-	0004- : Puissance utile moteur : 0004 = 0,37kW (1pt) (ou 0,3kw)

Q.3-2-4	Document à consulter : DT8
---------	----------------------------

Indiquer quel variateur de vitesse le technicien doit retenir comme préactionneur pour le motoréducteur en indiquant les grandeurs physiques qui permettent de **justifier** ce choix.

Variateur de vitesse à retenir et grandeurs physiques permettant la justification.	C’est le variateur de référence : MC 07 B 0003- 2 B 1- 4- 00 qui convient le mieux. (1pt) La puissance utile du motoréducteur vaut P_m = 0,18 kW. Ce variateur convient pour une puissance de 0,25 kW. Il est alimenté en 230 V monophasé ce qui correspond à la tension d’alimentation de la machine à percer les dômes. (1pt)
--	---

Q.3-2-5	Document à consulter : DT8
---------	----------------------------

En vous appuyant sur le schéma de puissance relatif au raccordement du variateur de vitesse vers le motoréducteur présent sur le document **DT8** :

- **Indiquer** si le variateur de vitesse est alimenté sous une tension monophasée ou triphasée.
- **Analyser** le schéma de câblage du disjoncteur moteur **Q8** et **justifier** le mode de raccordement de celui-ci.

Type d’alimentation du variateur	Le variateur est alimenté en monophasé 230V – 50 Hz (1pt)
Justification mode de raccordement de Q8	Le raccordement est effectué de cette façon pour éviter le déclenchement en cas de déséquilibre de courant dans les 3 pôles du disjoncteur moteur. (1pt)

Q.3-2-6	Document à consulter : aucun
---------	------------------------------

Le motoréducteur tourne à la fréquence de rotation de **N_a = 19 tr·min⁻¹** pour une fréquence **f** du réseau électrique de 50 Hz.

Calculer la fréquence **f_v** délivrée par le variateur de vitesse pour obtenir la fréquence de rotation souhaitée **N_{dôme} = 10 tr·min⁻¹**.

Calcul de la fréquence délivrée par le variateur	f_v = f x N_{réducteur} / N_a f_v = 50 x 10 / 19 = 26,31 Hz (1pt)
--	---

Q.3-2-7	Document à consulter : DT9
---------	----------------------------

La protection électrique du circuit de puissance de l’ensemble motoréducteur + variateur de vitesse est assurée par un disjoncteur-moteur **Q8** de la gamme **GV2 ME**.

Donner les critères qui permettent le choix du disjoncteur-moteur afin qu’il soit compatible avec les grandeurs électriques du motoréducteur.

Choisir parmi les tailles proposées (référence fabricant) le disjoncteur-moteur Q8.

Critères de choix du disjoncteur-moteur Q8	Le disjoncteur est placé à l’entrée du variateur. Il faut que le disjoncteur laisse passer le courant absorbé par le variateur soit 4,3 A. (1,5pt)
Choix du disjoncteur-moteur Q8	GV2ME10 car il a une plage de réglage de 4 à 6,3 A. (1,5pt)

Q.3-2-8	Document à consulter : aucun
---------	-------------------------------------

Il est à présent nécessaire d'effectuer une consignation électrique afin de pouvoir réaliser le câblage électrique pour implanter le variateur de vitesse dans le coffret électrique et le motoréducteur sur le système.

Le technicien du service maintenance a pu vérifier les critères suivants sur la machine à percer les dômes :

- absence de source de réalimentation, de tension induite, de condensateur,
- longueur du câble d'alimentation de la machine inférieure à 15 m.

Lister les étapes de la consignation électrique en vue de la réalisation du câblage électrique.

Etapes de la consignation électrique	Étape 1 : Pré-identification. Étape 2 : Séparation de l'appareil de coupure principal. Étape 3 : Condamnation en position d'ouverture. Étape 4 : Identification. Étape 5 : Vérification d'Absence de Tension. Étape 6 : MALT et en CC (éventuellement) (0,5pt / étape)
--------------------------------------	---

4	Amélioration de la chaine d'information : Remplacement de l'automate programmable et analyse partielle du grafcet nécessaire au programme automate.	
		Durée conseillée : 45 min

La présence actuelle d'un automate et d'un logiciel obsolète interdisent toute modification du programme ainsi qu'une évolution fonctionnelle et temporelle de l'équipement.

*Le nouvel automate proposé par le technicien de maintenance chargé d'effectuer le choix est de la marque « Schneider electric » et du type **M340**.*

*La référence du processeur est : **BMXP341000**, le module de sortie sera à relais.*

Q.4-1	Documents à consulter : DT9 et DT10
-------	--

Indiquer le nombre d'entrées nécessaires au fonctionnement de la machine, prévoir une marge avec 2 entrées supplémentaires.

Indiquer le nombre de sorties nécessaires au fonctionnement de la machine, prévoir une marge avec 2 sorties supplémentaire.

Vérifier si le processeur peut gérer le nombre d'entrées et de sorties.

Nombre d'entrées	Nombre d'entrées : 12 + 2 = 14 entrées (1pt)
Nombre de sorties	Nombre de sorties : 13 + 2 = 15 sorties (1pt)
Gestion E/S Processeur	Oui le processeur peut gérer 512 entrées et 1024 sorties TOR. Uniquement des entrées TOR sur DT9. (1pt)

Q.4-2	Documents à consulter : DT11 et DQR8
-------	---

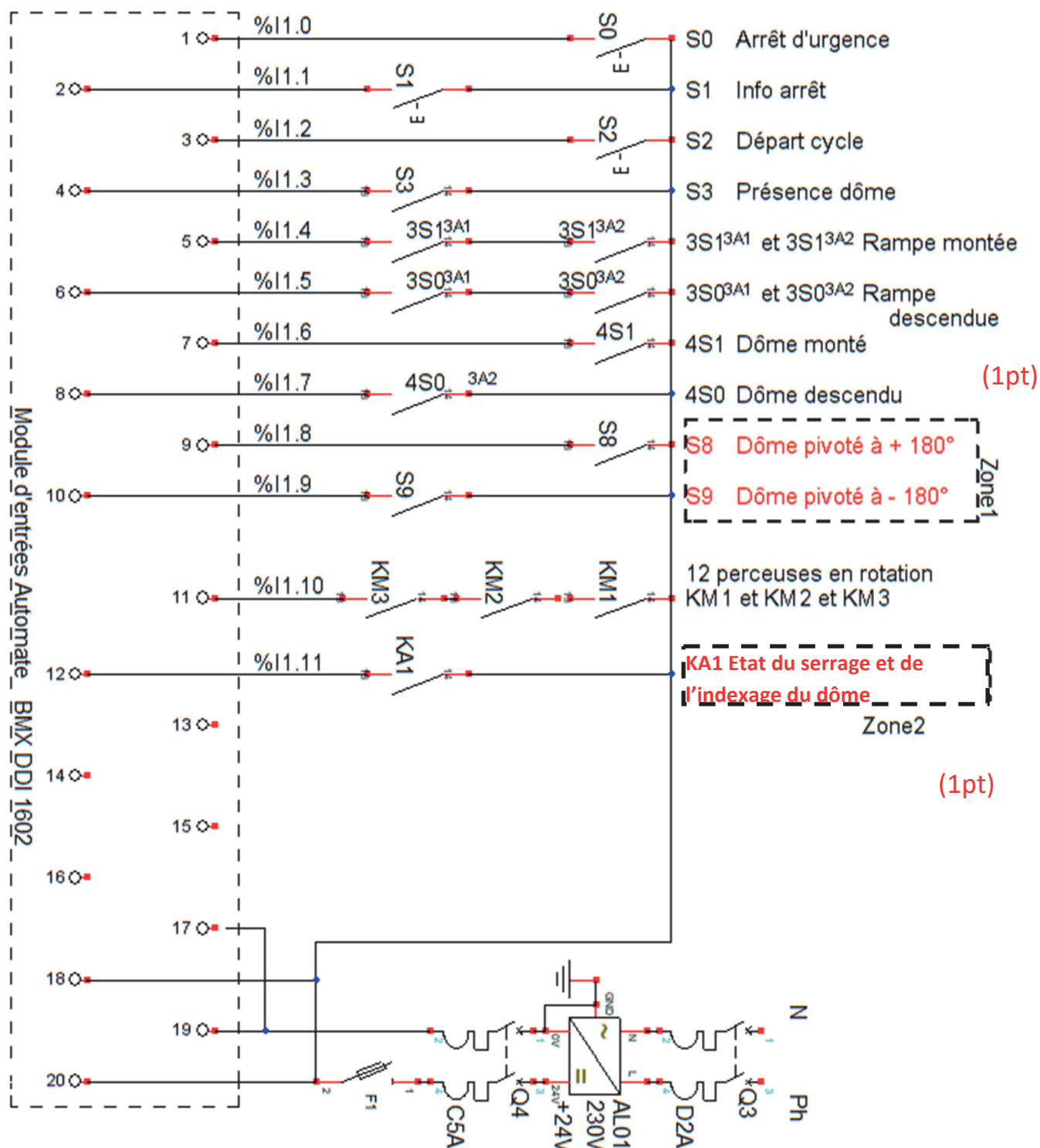
Justifier le choix de la référence **BMX DDI 1602** du module d'entrées TOR.

Justifier le choix de la référence **BMX DRA 1605** du module de sorties TOR.

Justification de la référence BMX DDI 1602	Module de 16 entrées 14 nécessaires donc OK. Alimentation 24 Vcc (1pt)
Justification de la référence BMX DRA 1605	Module de 16 sorties à relais donc supérieur à 15 donc OK. (1pt)

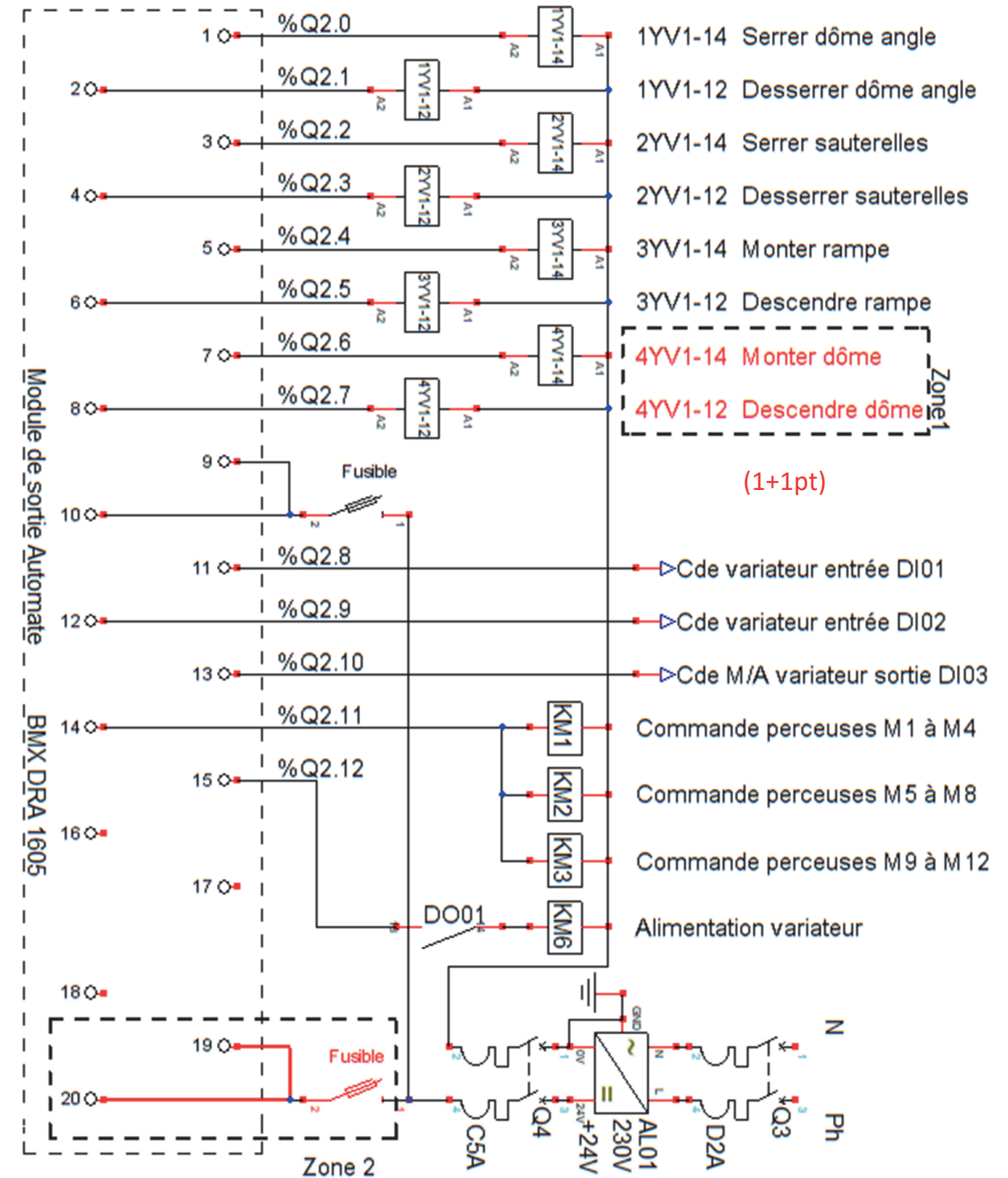
Q.4-3 Document à consulter : DT9

Compléter les zones 1 et 2 sur le schéma de câblage du module d'entrée ci-dessous.



Q.4-4 Documents à consulter : DT10

Compléter les zones 1 et 2 sur le schéma de câblage du module de sortie ci-dessous.



Q.4-5	Document à consulter : aucun
-------	-------------------------------------

On relève les informations suivantes sur l’A.P.I. et sur le PC de programmation

A.P.I. 192.168.17.22	PC 192.168.17.28
255.255.255.0	255.255.255.0

Donner l’adresse réseau de l’ensemble.
Expliquer pourquoi l’automate et le PC peuvent communiquer ensemble.
Donner une adresse possible pour l’ajout d’une Interface de dialogue Homme/Machine.

Adresse réseau de l’ensemble	192.168.17.0 (1pt)
Communication automate / PC	Automate et PC ont la même adresse réseau. (1pt)
Adresse possible IHM	192.168.17.XXX sauf 0, 22, 28 et 255 (Broadcast) (1pt)

Q.4-6	Documents à consulter : DT9, DT10 et DT11
-------	--

Analyse partielle du grafcet : le fonctionnement de la machine à percer les dômes est défini par le grafcet point de vue système.

Citer les noms des contacts qui font évoluer le Grafcet de l’étape X1 vers l’étape X2.
Citer le nom de la commande du préactionneur associé à l’étape X2.
Effectuer une critique du point de vue de la sureté de fonctionnement de la transition entre les étapes X1 et X2 du grafcet dans le cas où l’action « Monter rampe » est demandée alors que les perceuses ne sont pas en rotation.
Décrire l’incidence sur l’aspect maintenance si cette action se réalise.

Contacts transition X1 vers X2	KA1 - KM1 - KM2 - KM3 (1pt)
Commande du préactionneur étape X2	3YV1-14 (1pt)
Critique sûreté de fonctionnement	Si on effectue une montée des perceuses alors que celles-ci ne sont pas toutes en rotation ➔ collision outil de perçage avec le dôme à percer. (1pt)
Description incidence aspect maintenance	Détérioration du dôme et de l’outil, mais risque également de détérioration de la perceuse, du guidage de la rampe de perceuses, des sauterelles de maintien du dôme ou du vérin de motorisation de la rampe. (1pt)

	Amélioration de la sécurité d’accès dans la zone de travail	
5		Durée conseillée : 15 min

L’accès à la zone de travail durant le fonctionnement de la machine, peut entraîner des lésions, principalement aux mains et aux bras. On souhaite protéger cette zone par deux barrières immatérielles associées à un relais de sécurité.
Les poteaux repérés P peuvent servir de supports aux réflecteurs ou aux émetteurs.
*Le service maintenance a retenu pour cette application des barrières immatérielles de la gamme **XUSL** associées à un module de sécurité. L’ensemble sera alimenté en 24 V continu.*

Q.5-1	Documents à consulter : DT12
-------	-------------------------------------

Justifier ou non la compatibilité des distances L1 et L2 avec la gamme de barrières proposée.

Compatibilité des distances L1 et L2.	Les valeurs de L1 et L2 sont inférieures à 4 m qui est la limite de portée des faisceaux à minima. (1pt)
---------------------------------------	---

Q.5-2	Documents à consulter : DT12
-------	-------------------------------------

Les vérifications des conditions de protection ont montré que :

- la zone de protection doit être établie à partir d’une hauteur « basse » d’au plus 15 cm du sol et jusqu’à une hauteur « haute » d’au moins 90 cm du sol ;
- la fonction détection de la main devra être mise en œuvre.

À partir des éléments présentés **déterminer** la référence et le nombre de barrières immatérielles nécessaires.

Référence et nombres de barrières immatérielles	Référence de la barrière immatérielle : XUSL2E30H76N (ou plus) pour une hauteur protégée de 76 cm + installation à 15 cm du sol = 91 cm (hauteur 90 cm demandée). (1pt) Nb de barrières : 2 car il y a 2 cotés à surveiller. (1pt)
---	---

Q.5-3	Documents à consulter : DT12
-------	-------------------------------------

Critiquer le fait que les armoires pneumatique et électrique soient implantées à l’intérieur de la zone protégée par les barrières. Proposer une ou plusieurs solutions d’amélioration.

Critique de l’implantation des armoires et solutions d’amélioration	Les armoires de commande se situant à l’intérieur de la zone protégée représentent une gêne lors des opérations de maintenance et/ou de réglage car le technicien se retrouve dans la zone : risques de blessures et arrêts de cycle intempestifs. Solutions : déplacer les armoires en dehors des zones protégées (fermées à clef), le long des murs 1 et 2 par exemple ou déplacer le bouton de réarmement hors de la zone protégée. (1pt)
---	---