

Partie 1 – Présentation générale

Le sujet porte sur l'étude d'une cabine de soudage (annexe 1 et figure 1) qui permet l'assemblage d'une partie de l'armature d'assise de sièges automobiles.

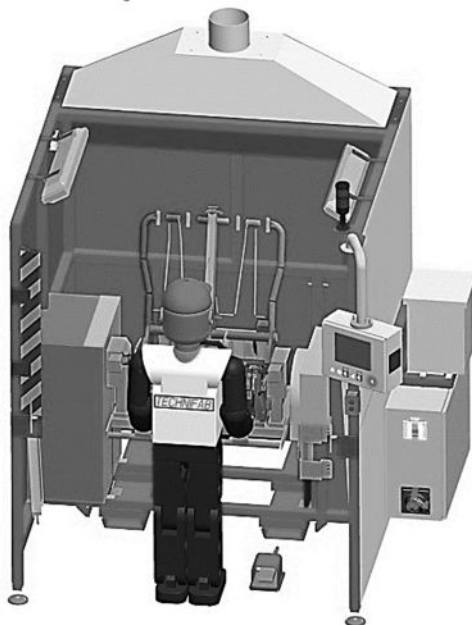


figure 1 : Cabine de soudage

Le siège d'une automobile est composé d'une armature d'assise et d'un dossier, d'une mousse et d'une coiffe (figure 2).



figure 2 : Composition d'un siège automobile

La cabine de soudage permet la mise en place et le soudage de 4 fils sur l'armature d'une banquette arrière de véhicule de tourisme lors de sa fabrication (figure 3). Dans le cas d'une banquette arrière, l'armature d'assise et l'armature de dossier ne font qu'une.

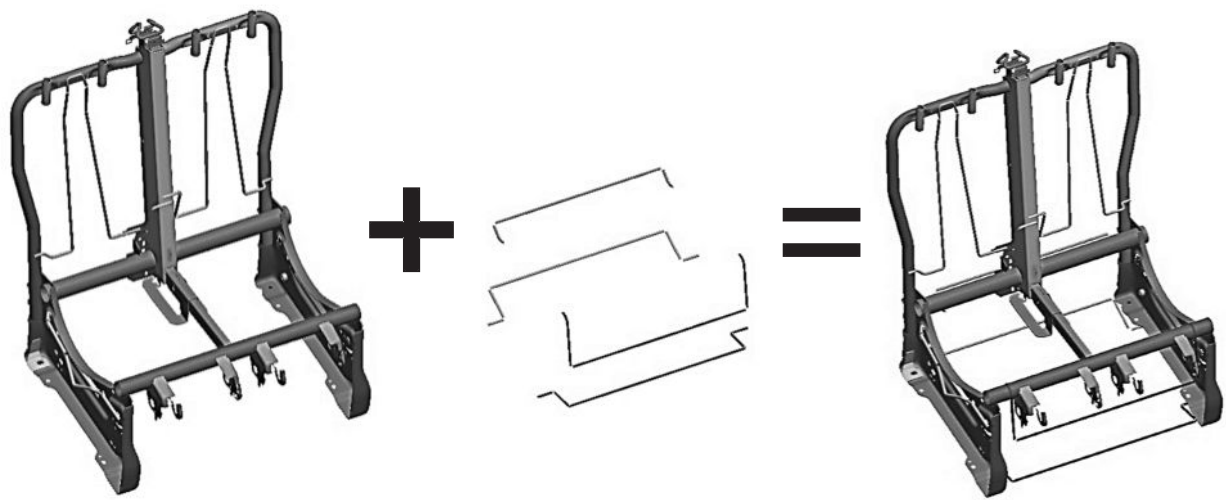


figure 3 : Armature et fils à assembler

La cabine de soudage permet d'assurer une ergonomie optimale du poste de travail en s'adaptant à la taille de l'opérateur et en l'assistant dans les tâches de bridage et de retournement de l'ensemble armature et fils (figure 4).

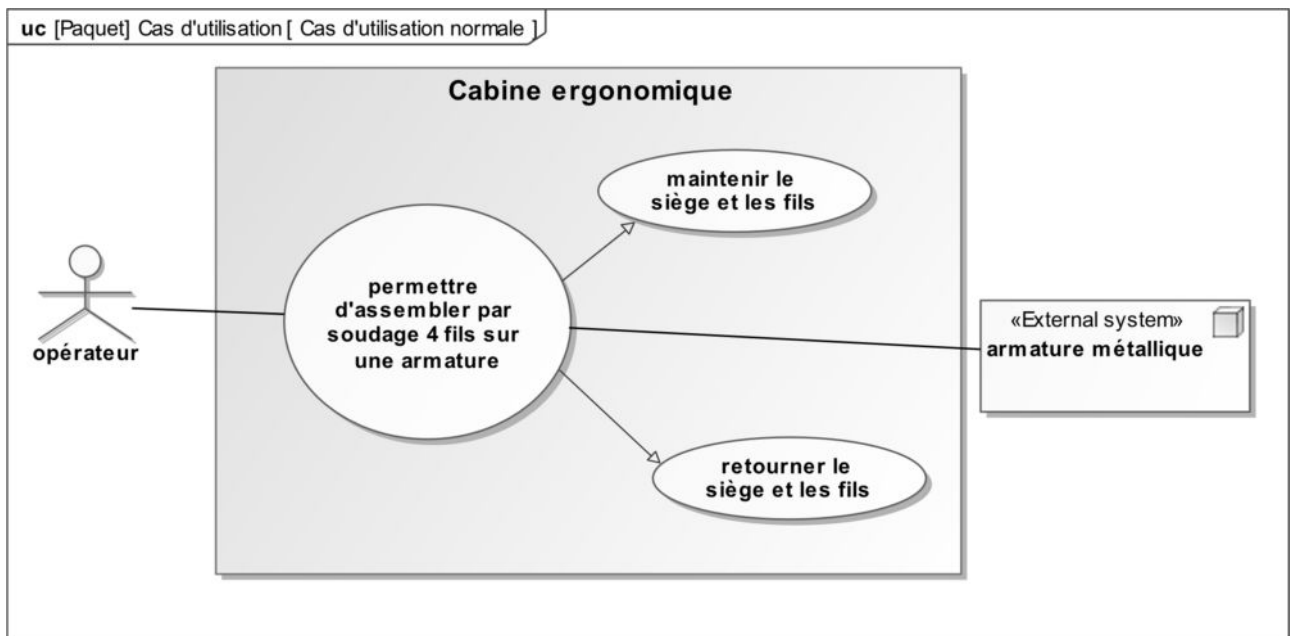


figure 4 : Diagramme des cas d'utilisation

En fin de processus de soudage, l'armature du siège est prête à être habillée.

Le cahier des charges partiel est donné et présente les acteurs en relation avec le système (figure 5) ainsi que certaines exigences fonctionnelles (figure 6) étudiées dans cette étude.

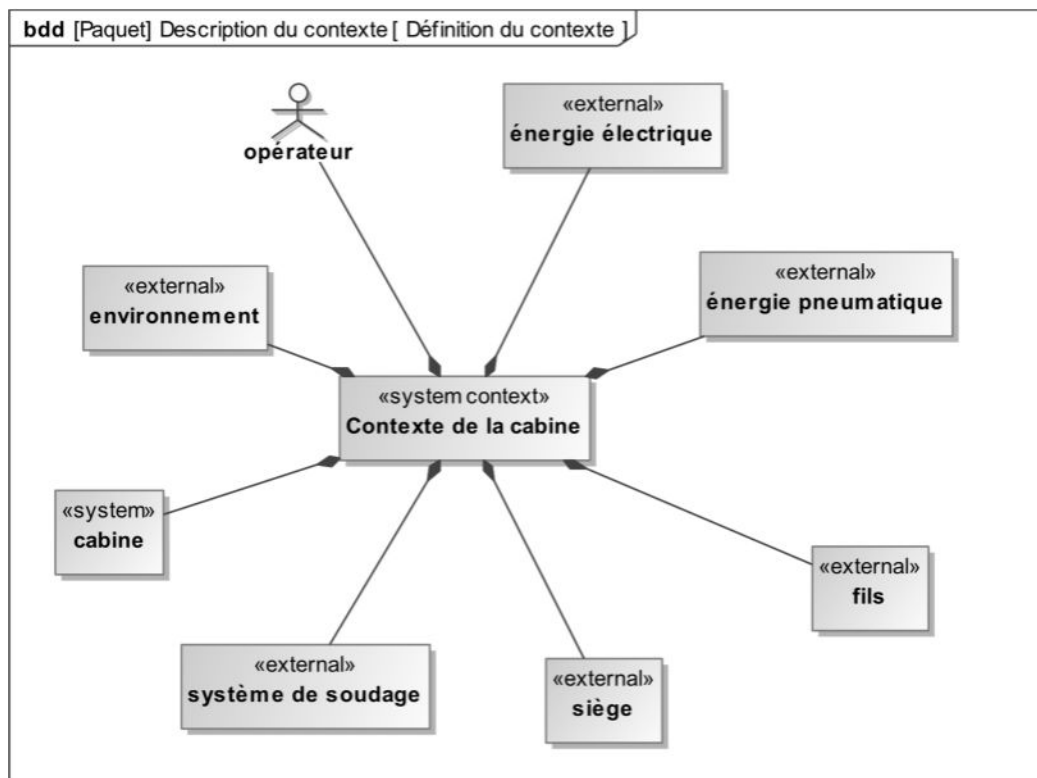


figure 5 : Définition du contexte

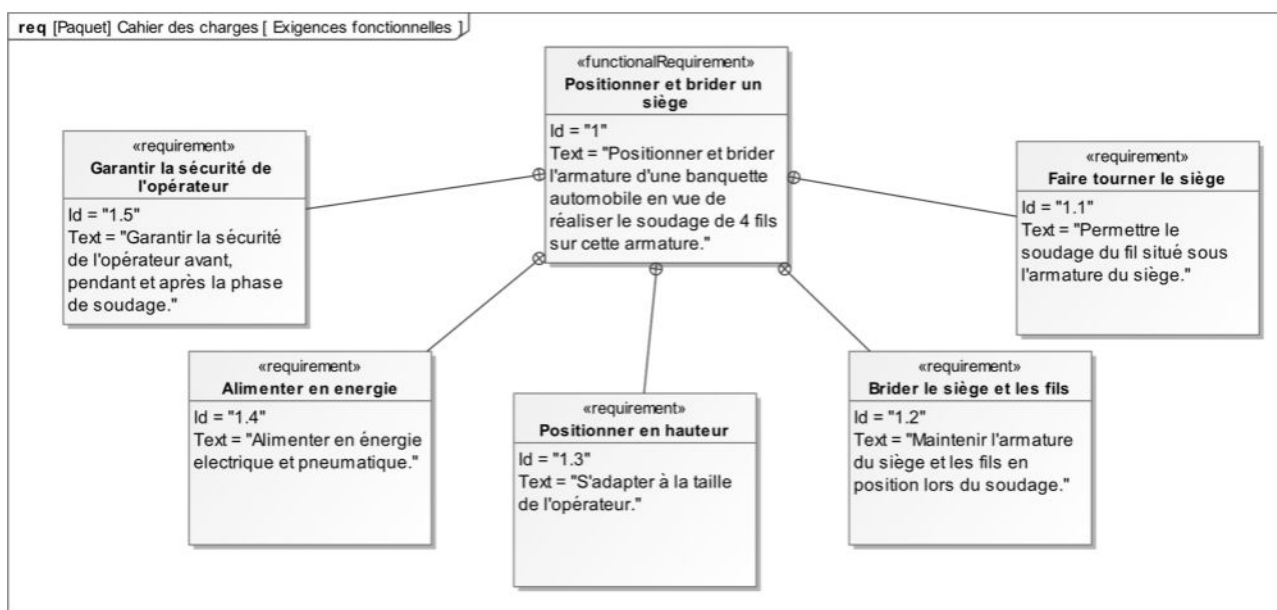


figure 6 : Exigences fonctionnelles

Partie 2 – Exigence « Faire tourner le siège »

Afin de faciliter la tâche de soudage à l'opérateur, il est possible de basculer l'ensemble du berceau dans deux positions de travail, permettant de souder par le dessus ou par le dessous.

Afin de s'adapter à la taille de l'opérateur, le système peut être réglé en hauteur. Ce réglage ne peut s'effectuer que si le berceau est en position horizontale. Un système d'indexage est présent dans la partie gauche de la machine. Cette position est captée par un détecteur de position tout ou rien actionné par une came placée sur l'axe de rotation (figure 7).

2.1 Étude de l'indexage de l'axe de rotation

L'objectif de cette sous-partie est de concevoir la liaison encastrement de la came avec l'axe de rotation.

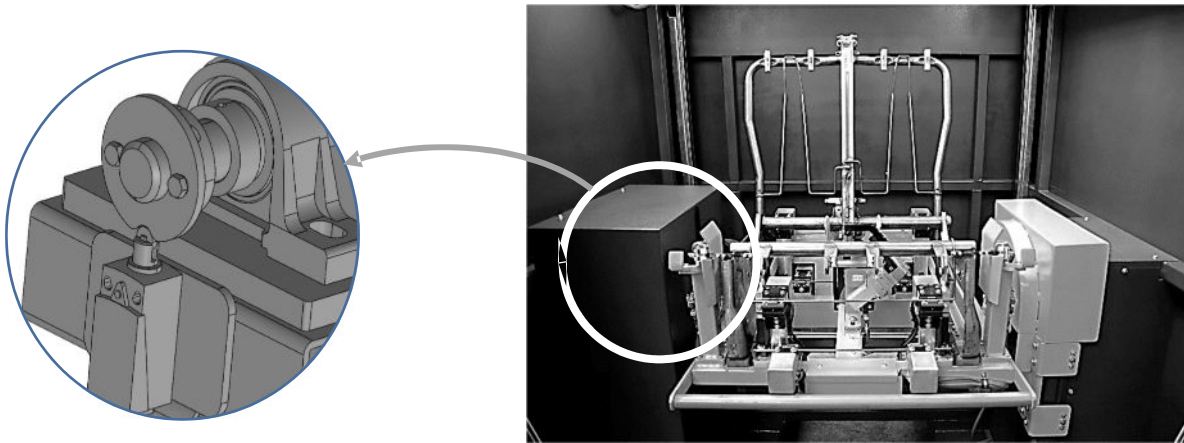


figure 7 : Détail de la zone étudiée

On donne le schéma technologique de la solution retenue :

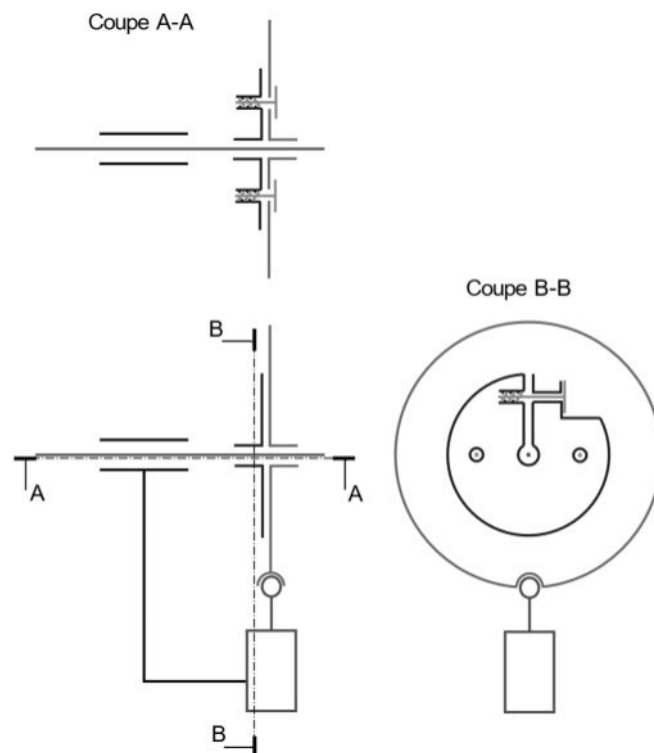


figure 8 : Schéma technologique

Q 1. Compléter sur le document réponse DR1 les coupes A-A et B-B en définissant la solution d'encastrement retenue, présentée dans le schéma technologique (figure 8).

Q 2. Proposer un ajustement entre la came et l'axe au niveau de l'encastrement réalisé.

2.2 Étude de l'équilibrage de l'ensemble tournant

Afin de limiter au maximum les efforts fournis par l'opérateur lors de la phase de retournement, il est nécessaire d'équilibrer statiquement l'ensemble tournant composé du berceau et du siège en positionnant une masse d'équilibrage MA (figure 9).

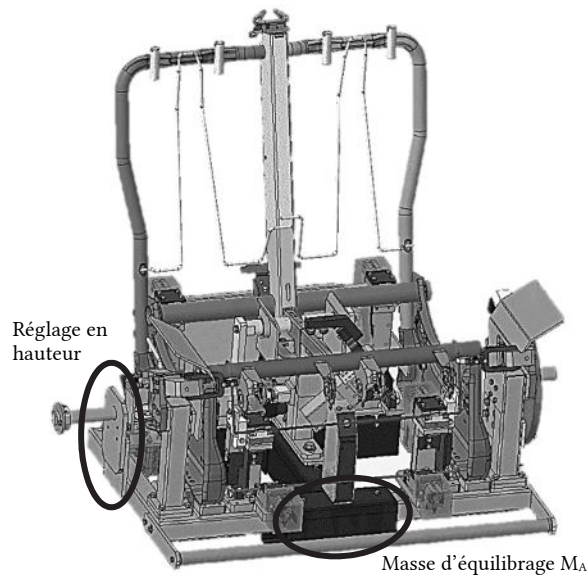


figure 9 : Ensemble tournant à équilibrer

Q 3. Pour équilibrer statiquement un ensemble tournant, où doit se trouver le centre de gravité de l'ensemble ?

On propose un modèle simplifié d'étude pour lequel on connaît la masse M_G et la position du centre de gravité G de l'ensemble tournant E_T (berceau + siège) avant équilibrage statique.

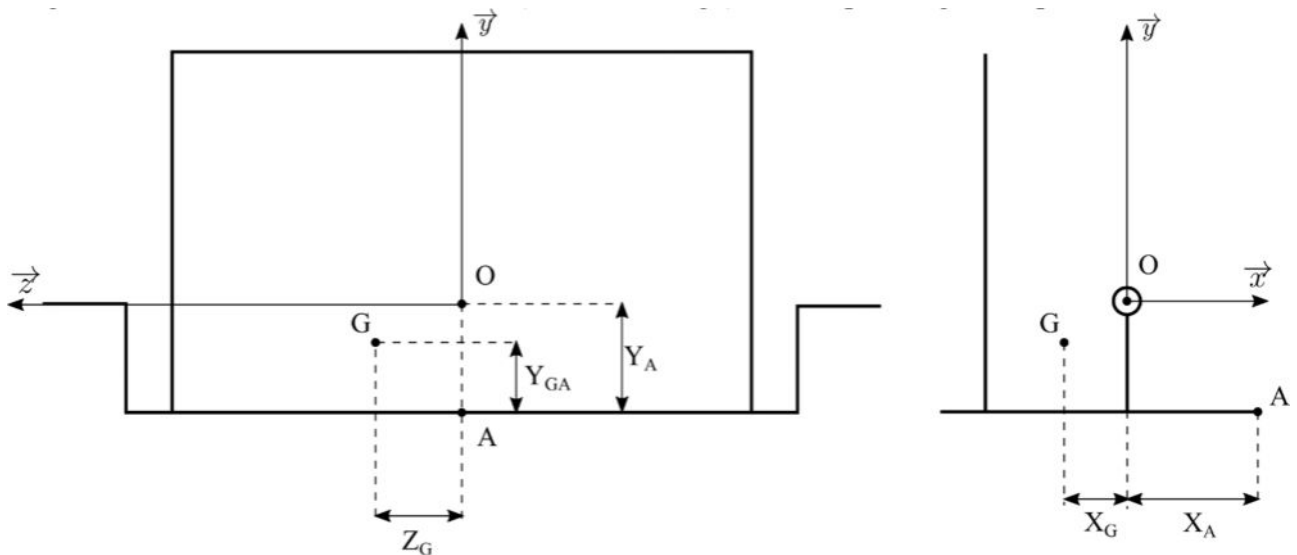


figure 10 : Modèle simplifié pour l'étude de l'équilibrage

$$\overrightarrow{OA} = X_A \cdot \vec{x} - Y_A \cdot \vec{y} \quad ; \quad \overrightarrow{OG} = -X_G \cdot \vec{x} - (Y_A - Y_{GA}) \cdot \vec{y} + Z_G \cdot \vec{z}$$

La solution retenue consiste à :

- ajouter une masse d'équilibrage M_A au point A, afin de positionner le centre de gravité G dans le plan $(O, \vec{y}, \vec{z})$
- régler Y_A , hauteur suivant $\vec{y}$ du vecteur $\overrightarrow{OA}$, afin de positionner le centre de gravité sur l'axe $(O, \vec{z})$.

On considère l'ensemble tournant dans sa position horizontale (figure 10). Dans cette position particulière, la pesanteur est portée par la direction $\vec{y}$.

Q 4. En utilisant la méthode barycentrique permettant de déterminer un centre de gravité, établir les deux équations en projection sur $\vec{x}$ et $\vec{y}$ liant respectivement X_A , X_G , M_A , M_G et Y_A , Y_G , M_A , M_G .

Q 5. En déduire l'expression de M_A en fonction de X_A , X_G et M_G puis l'expression de Y_A en fonction de X_A , X_G et Y_{GA} .

On note M_{GT} la nouvelle masse et G_T le nouveau centre de gravité de l'ensemble E_T .

Q 6. Donner l'expression de M_{GT} en fonction de M_G et de M_A .

Donner les coordonnées $(X_{GT}; Y_{GT}; Z_{GT})$ du nouveau centre de gravité G_T de l'ensemble tournant E_T .

Partie 3 – Exigence « Brider le siège et les fils »

3.1 Étude de la genouillère de bridage

La genouillère de bridage permet de maintenir en position le siège sur le berceau de soudage (figure 11 et 12).

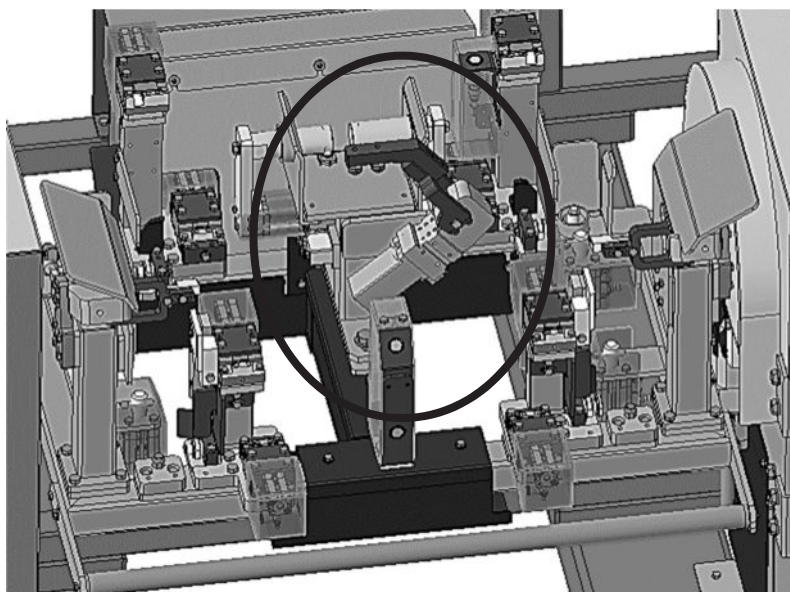


figure 11 : Genouillère en situation Fermée Mi-course Ouverte

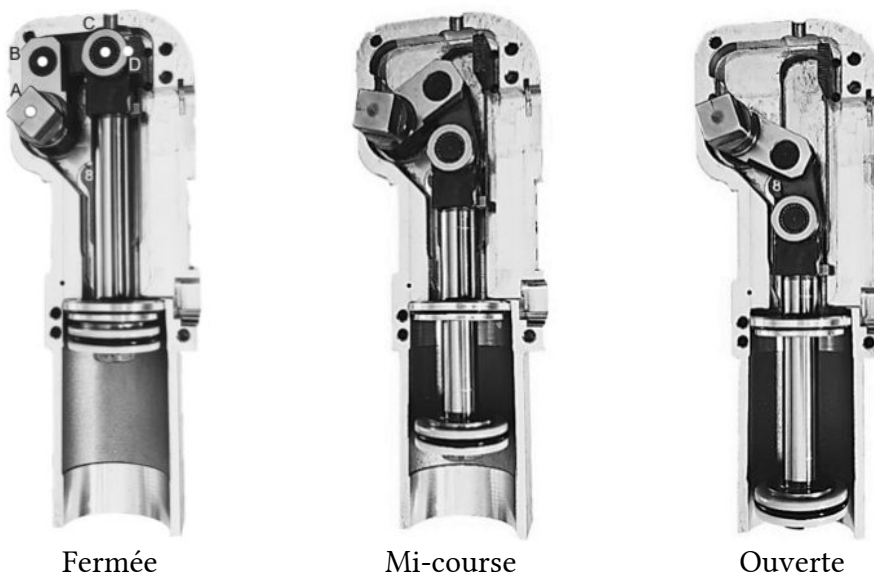


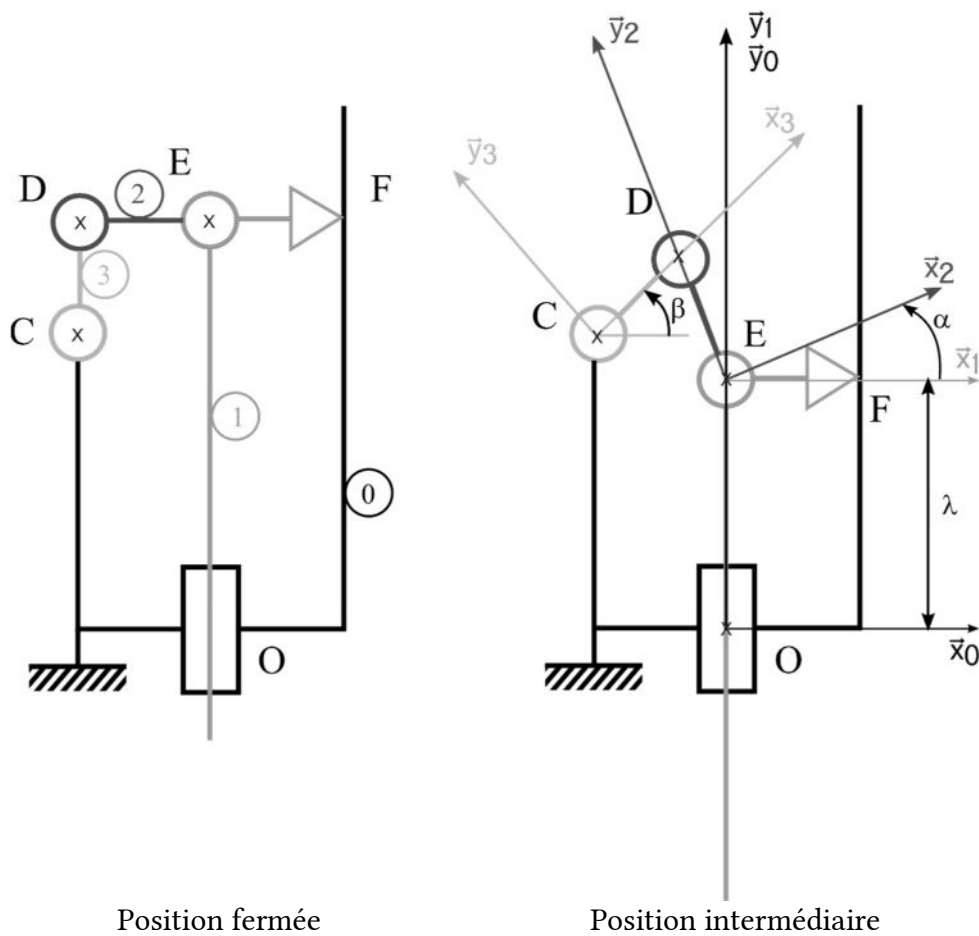
figure 12 : Positions de la genouillère

Le schéma cinématique plan de la genouillère de bridage utilisée dans le système est donné figure 13.

Le paramétrage décrit ci-dessous sera utilisé :

- le solide ① est en translation de direction $\vec{y}_0$
- le solide ② est en rotation d'axe avec le solide ①. On pose : $\alpha = \widehat{(\vec{x}_1, \vec{x}_2)}$,
- le solide ③ est en rotation d'axe $(D, \vec{z})$ avec le solide ②,

- le solide ③ est en rotation d'axe $(C, \vec{z})$ avec le solide ①. on pose : $\beta = \widehat{(\vec{x}_3, \vec{x}_1)}$
- $\vec{CD} = l_3 \cdot \vec{x}_3$, $\vec{DE} = -l_2 \cdot \vec{y}_2$, $\vec{EF} = l_1 \cdot \vec{x}_1$, $\vec{OE} = \lambda \cdot \vec{y}_0$ et $\vec{OC} = l_x \cdot \vec{x}_0 + l_y \cdot \vec{y}_0$



Position fermée
figure 13 : Schéma cinématique de la genouillère

- Q 7. Écrire la fermeture géométrique permettant de déterminer la loi entrée/sortie de la genouillère.
- Q 8. Projeter cette équation vectorielle dans le repère $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$.
- Q 9. En déduire une relation entre β et λ .

Afin de garantir un bridage irréversible, il faut que les 3 points D, E, F soient alignés, comme le montrent les positions fermées des figures 12 et 13. Dans cette configuration particulière, le piston n'est soumis à aucune action mécanique verticale.

- Q 10. En réalisant une étude statique simple, justifier que dans le cas où les 3 points D, E et F sont alignés, le piston ① n'est soumis à aucune action mécanique extérieure selon la direction $\vec{y}_0$.

3.2 Étude pneumatique

La cabine de soudure dispose d'une genouillère de bridage, de différents vérins d'indexation et d'une alimentation pneumatique. Tous ces dispositifs utilisent le même type de distributeur.

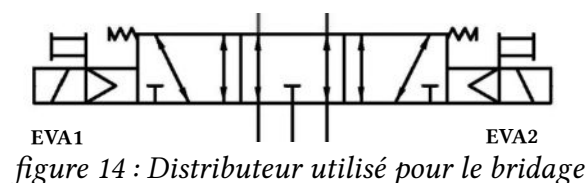


figure 14 : Distributeur utilisé pour le bridage

- Q 11. Donner la désignation normalisée de ce distributeur (figure 14).

Q 12. Compléter le schéma pneumatique des deux ensembles brides A et B sur le DR2. Le distributeur A permet d'actionner la bride A1 et les 2 brides A2.

Le distributeur B permet d'actionner les deux brides B1.

3.3 Étude électrique

On souhaite dimensionner l'alimentation électrique de la cabine de soudure. Le schéma électrique unifilaire d'alimentation de la cabine de soudage est fourni en annexe 2.

Q 13. Pour quelle raison est-il nécessaire d'utiliser le transformateur T0508 ?

D'autres solutions seraient-elles possibles ?

On souhaite dimensionner ce transformateur. Pour cela, il est nécessaire de faire un bilan des puissances consommées par l'ensemble des récepteurs. On considérera le facteur de puissance de chaque récepteur « $\cos \varphi$ » et les rendements des convertisseurs égaux à 1.

La puissance et les courants maximums de tous les récepteurs sont indiqués sur le schéma électrique en annexe 2.

On tiendra compte d'une prévision d'évolution de l'ensemble des charges de +20 %.

Q 14. Déterminer la puissance apparente S, en VA, du transformateur à installer.

On a extrait, du schéma électrique de la cabine de soudure, la partie représentant l'élément Q2.

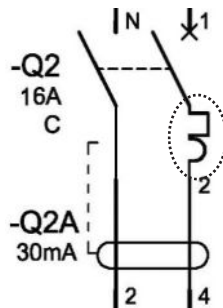


figure 15 : Représentation électrique de l'élément Q2

Q 15. Quel est le nom et la fonction de l'élément Q2 représenté sur la figure 15 ?

Quelle est la signification des deux symboles entourés en pointillé ?

Que représentent les indications 16 A, C et 30 mA indiquées figure 15 ?

3.4 Étude de la partie commande

On donne en annexe 3 le graphe d'état de fonctionnement normal du système.

Q 16. Compléter les chronogrammes d'évolution du système sur le DR3.

On souhaite ajouter un état « défaut de bridage » lorsque le bridage A, B, ou C n'est pas validé. Pour sortir de l'état « défaut de bridage », il sera nécessaire d'appuyer sur DCY afin de passer dans l'état « Remise à l'état initial ».

Q 17. Compléter, sur le DR6, le graphe d'état « fonctionnement » en ajoutant l'état « défaut de bridage » et les transitions associées.

Partie 4 – Exigence « Positionner en hauteur »

Le réglage en hauteur du berceau permet d'adapter le poste de travail à la morphologie de chaque opérateur (figure 16).

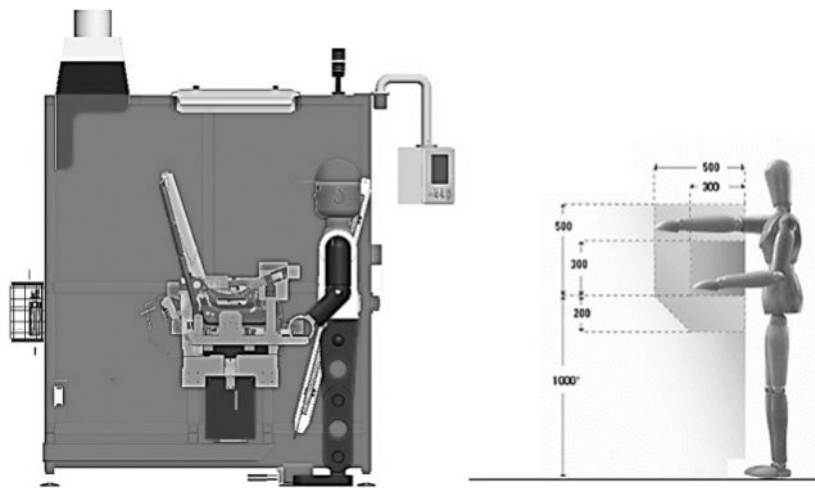


figure 16 : Position préconisée

L'opérateur règle la hauteur de son poste de travail en appuyant sur les boutons « haut » ou « bas » positionnés à sa droite.

Le réglage de cette hauteur est réalisé par deux vérins linéaires électriques dont les positions sont asservies l'une par rapport à l'autre.

4.1 Horizontalité du poste de travail

Pendant toute la phase de mouvement, le poste de travail doit rester horizontal afin de ne pas forcer sur les deux liaisons glissières, droite et gauche et sur les vérins linéaires électriques.

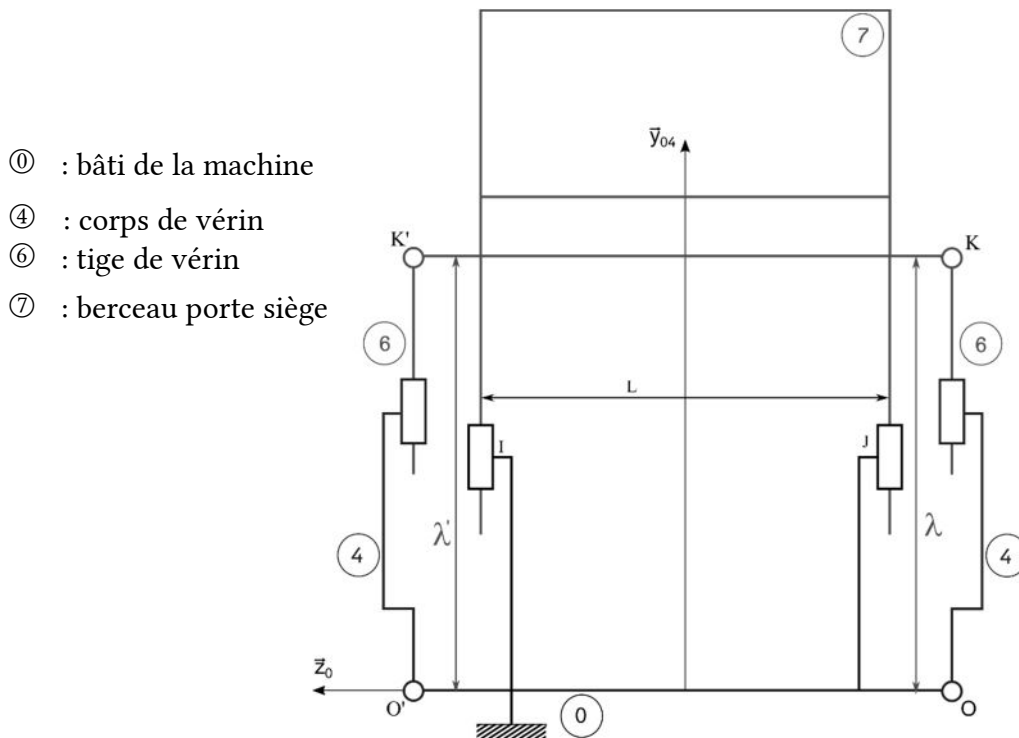


figure 17 : Schéma cinématique du système de réglage de la hauteur

La hauteur de chaque vérin est notée λ et λ' (figure 17). On notera $\Delta\lambda = (\lambda - \lambda')$ l'écart de longueur de sortie des tiges des vérins droit et gauche. La distance entre les centres I et J des guidages verticaux, notée L, est égale à 1 000 mm.

Q 18. Déterminer l'écart de longueur maximum $\Delta\lambda_{\max}$ acceptable pour que la table garde un angle d'inclinaison inférieur à $0,1^\circ$ qui sera absorbé par le jeu existant dans les liaisons glissières.

Afin d'assurer un écart de longueur entre les deux vérins compatibles avec l'inclinaison maximum tolérée, il faudra garantir un positionnement des vérins aux alentours du millimètre.

4.2 Étude dynamique

On souhaite valider les performances attendues concernant la précision du positionnement et la synchronisation des 2 vérins.

Il est donc nécessaire de modéliser l'ensemble « vérins + (berceau + siège + fils) » pour obtenir une commande optimale. Soit le schéma simplifié de cet ensemble :

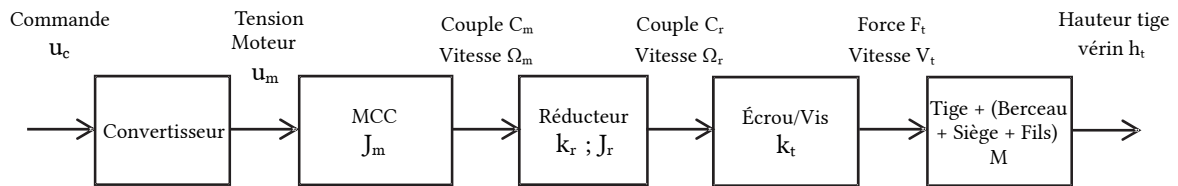


figure 18 : Schéma fonctionnel d'un vérin linéaire et de sa charge

On définit les grandeurs caractéristiques suivantes :

u_c : tension de commande,

u_m : tension d'alimentation du moteur,

C_m : couple moteur,

Ω_m : vitesse angulaire moteur,

C_r : couple en sortie de réducteur,

Ω_r : vitesse angulaire réducteur,

F_t : force de poussée du vérin,

V_t : vitesse de sortie du vérin,

J_m : inertie moteur,

k_r : rapport de réduction,

J_r : inertie du réducteur sur son arbre de sortie,

k_t : rapport de transmission écrou/vis,

M : masse de l'ensemble tige + (berceau + siège + fils).

Nous allons étudier le mouvement de la masse mobile (berceau + siège + fils) et déterminer le couple nécessaire à fournir par les moteurs des vérins pour positionner la charge.

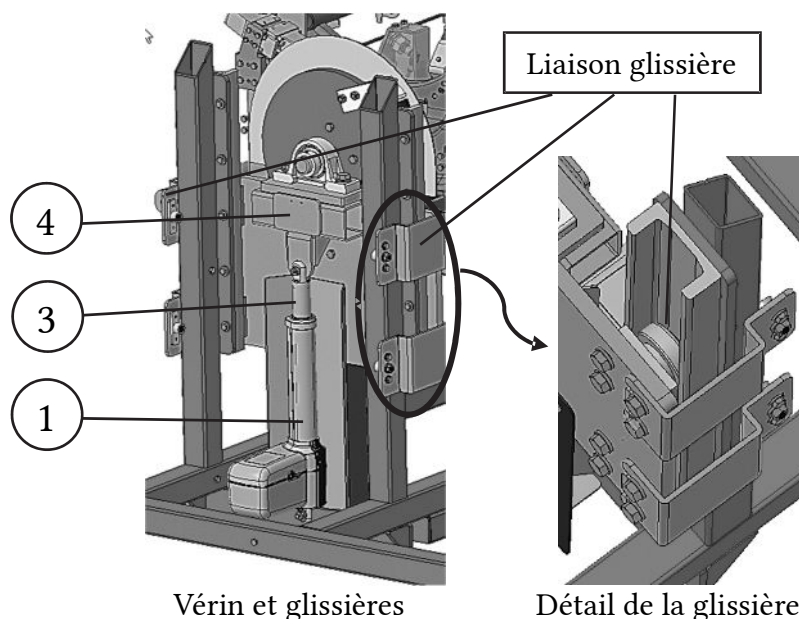
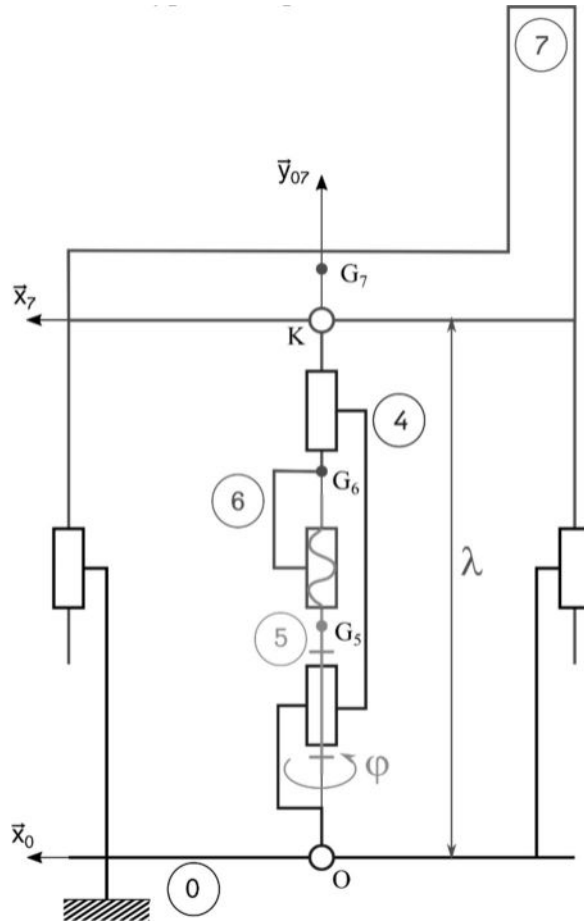


figure 19 : Système de levage

Le berceau ayant été équilibré statiquement afin de faciliter sa rotation, on choisit de simplifier l'étude en se ramenant à un mécanisme plan composé de deux liaisons glissières et d'un vérin (figures 19 et 20).

On fera l'hypothèse que toutes les liaisons sont parfaites.



① : bâti de la machine,

④ : corps de vérin,

⑤ : vis du vérin,

⑥ : tige de vérin,

⑦ : berceau porte siège.

Données :

Masse du solide ⑤ : m_5 ,

Inertie du solide ⑤ autour de l'axe $(G_5, \vec{y}_0)$: J_5 ,

figure 20 : Schéma cinématique simplifié du réglage de hauteur

Masse du solide ⑥ : m_6 ,

Masse du solide ⑦ : m_7 .

$$\vec{OA} = \lambda \cdot \vec{y}_{07} \quad ,$$

$$\vec{AG}_7 = a \cdot \vec{y}_{07}$$

Q 19. Exprimer les énergies cinétiques des solides ⑦, ⑥, ⑤ notés respectivement $T(7/R_0)$, $T(6/R_0)$, $T(5/R_0)$ par rapport au repère $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$

Q 20. En déduire l'expression du moment d'inertie J_T de l'ensemble mobile $\{5 + 6 + 7\}$ ramené à l'axe moteur $(G_5, \vec{y}_0)$.

Le couple en sortie de réducteur C_r s'exerce sur l'axe de la vis ⑤.

Q 21. Déterminer les expressions des puissances extérieures et intérieures développées par les efforts qui s'exercent sur l'ensemble mobile $\{5 + 6 + 7\}$.

Q 22. En déduire la relation qui relie le couple C_r et l'accélération $\ddot{\lambda}$ du berceau.

4.3 Modélisation du moteur à courant continu du vérin.

Q 23. Proposer un schéma électrique de l'induit du Moteur à Courant Continu (MCC) en faisant apparaître :

R : résistance de l'induit [Ω],
 L : inductance de l'induit [H],
 $e(t)$: la force contre électromotrice [V],
 $u_m(t)$: tension aux bornes de l'induit [V],
 $i_m(t)$: courant induit du moteur [A].

Q 24. Donner l'équation électrique des grandeurs instantanées de ce moteur : tension $u_m(t)$ en fonction du courant $i_m(t)$ et $e(t)$. En déduire l'équation dans le domaine de Laplace reliant : $U_M(p)$, $I_M(p)$ et $E(p)$.

Pour la suite de l'étude, les grandeurs suivantes sont introduites :

$C_{mr}(t)$: couple résistant [$N \cdot m$],
 $\Omega_m(t)$: vitesse angulaire moteur [$rad \cdot s^{-1}$],
 $u_m(t)$: tension moteur [V],
 $i_m(t)$: courant induit du moteur [A],
 J_T : moment d'inertie total du système mobile ramené sur l'axe moteur [$kg \cdot m^2$],
 K : constante de couple [$N \cdot m \cdot A^{-1}$] ou constante de force contre électromotrice [$V \cdot rad^{-1} \cdot s$].

On considère le couple résistant $C_{mr}(t)$ ramené sur l'axe moteur constant.

Q 25. Exprimer la relation entre $C_m(t)$, $C_{mr}(t)$, $\Omega_m(t)$ et J . En déduire l'équation reliant : $C_M(p)$ et $\Omega_M(p)$ dans le domaine de Laplace.

On propose le schéma bloc suivant pour modéliser le moteur :

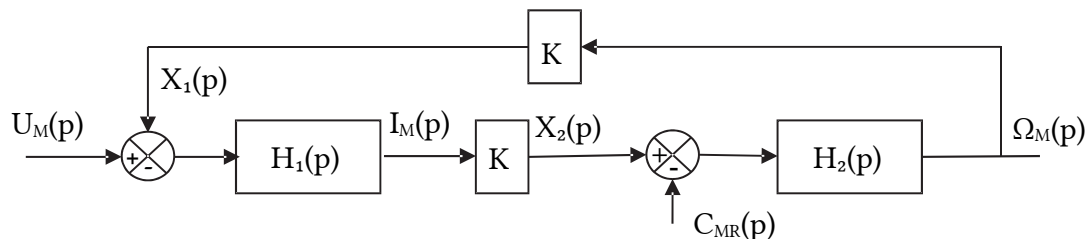


figure 21 : Schéma bloc du moteur

Q 26. Donner le nom et l'unité des deux grandeurs physiques $x_1(t)$, $x_2(t)$ dont les transformées de Laplace sont notées respectivement $X_1(p)$, $X_2(p)$ (figure 21).

Q 27. À partir des équations de fonctionnement du MCC, retrouver l'expression des deux fonctions de transfert $H_1(p)$ et $H_2(p)$ (figure 21).

On néglige maintenant le couple résistant $C_{mr}(t)$ ainsi que l'inductance L du moteur.

Q 28. Déterminer alors le schéma bloc simplifié ayant pour entrée $U_M(p)$ et pour sortie $\Omega_M(p)$. En déduire la fonction de transfert $H(p) = \frac{\Omega_M(p)}{U_M(p)}$ et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme

$$H(p) = \frac{K'}{1 + \tau_m \cdot p} \quad . \text{ Exprimer alors } K' \text{ et } \tau_m.$$

4.4 Étude du positionnement

On souhaite d'abord étudier le positionnement de la tige du vérin.

Les performances attendues sont les suivantes :

- stabilité : marge de phase $> 45^\circ$,
- précision : écart par rapport à la consigne $< 1 \text{ mm}$.

Un codeur incrémental à 2 voies en quadrature est placé sur l'axe de rotation moteur.

Q 29. Donner le principe de fonctionnement d'un tel codeur. Qualifier les signaux des deux voies du codeur en proposant un chronogramme.

On donne ci-dessous le schéma de principe d'un vérin électrique.

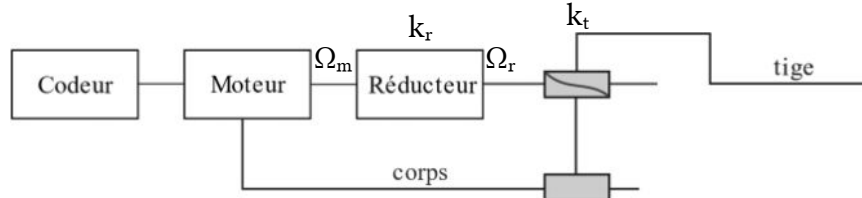


figure 22 : Schéma de principe du schéma électrique

Avec $k_r = 1/3,5$ (rapport de réduction du réducteur) ; $k_t = 12,7 \text{ mm} \cdot \text{tr}^{-1}$ (rapport de transmission écrou/vis).

Q 30. En vous aidant de la figure 22, déterminer la résolution (nombre d'impulsions par tour) du codeur nécessaire pour obtenir une mesure du déplacement de la tige du vérin avec une précision minimale de 1 mm.

Ce codeur associé à son conditionneur fournit une grandeur analogique V_c , image de l'angle de rotation du rotor θ_m comme le montre la figure 23 où :

- I_{mp} est le nombre d'impulsions en sortie du codeur,
- N est une valeur numérique.

Q 31. Indiquer le nom et la fonction des composants manquants (figure 21) à utiliser pour obtenir cette grandeur.

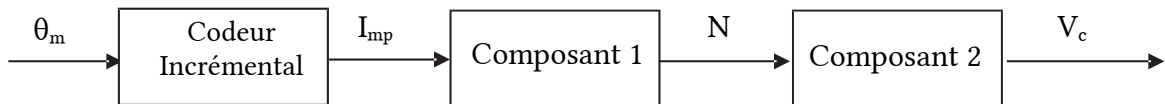


figure 23 : Schéma fonctionnel de la chaîne de mesure

Le schéma bloc de l'asservissement en position est le suivant :

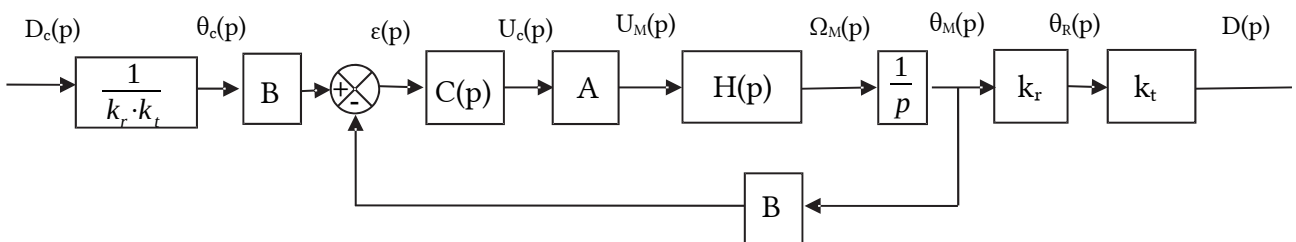


figure 24 : Schéma bloc de la régulation de position

Avec

D_c : consigne de position [mm],

θ_c : consigne d'angle demandée [°],

B : gain de la chaîne de mesure de la position angulaire de l'arbre de sortie du moteur,

$\epsilon(p)$: erreur,

$C(p)$: correcteur,

$U_c(p)$: tension de commande du variateur [V],

A : gain du variateur de commande du MCC,

Ω_M : vitesse de rotation de l'arbre de sortie du moteur [$^\circ \cdot s^{-1}$],

θ_M : angle de l'arbre de sortie du moteur [$^\circ$],

k_r : rapport de réduction du réducteur,

θ_R : angle de l'arbre de sortie du réducteur [$^\circ$],

k_t : rapport de transmission vis/écrou [mm| | |

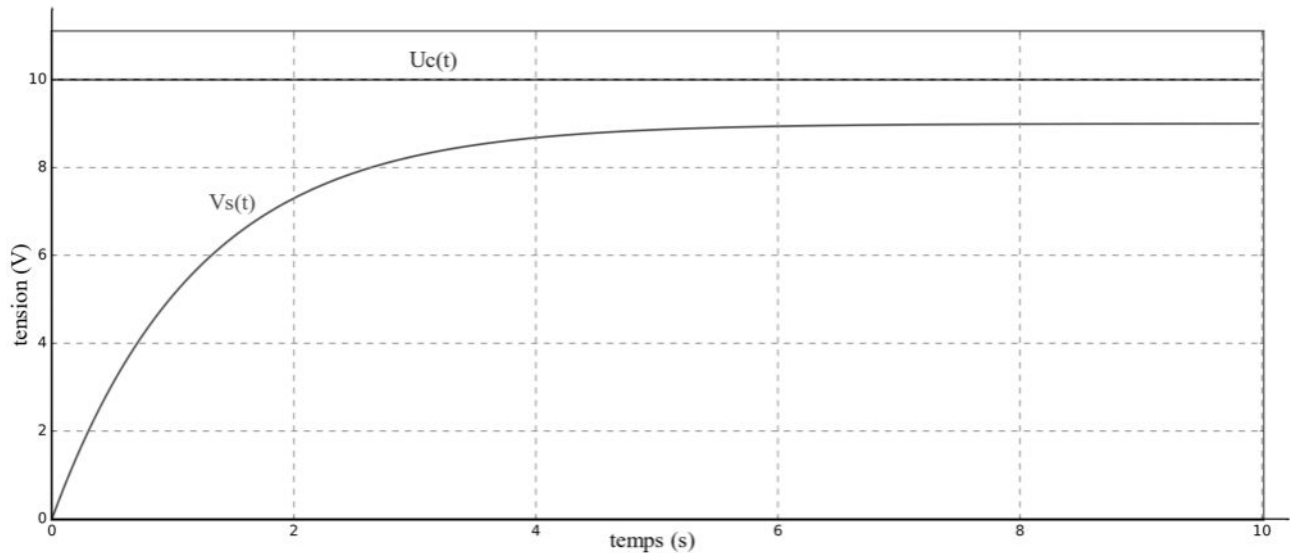


figure 28 : Consigne et réponse indicielle du système présenté à la figure 27

Q 35. Déduire graphiquement, à partir du DR4, la constante de temps τ_m et le gain A_0 définis à la question Q 33.. Indiquer sur le DR4 les grandeurs utiles.

En déduire la valeur du correcteur C pour respecter la performance de stabilité attendue.

Q 36. Calculer l'erreur statique $\varepsilon(p)$ de ce système asservi.

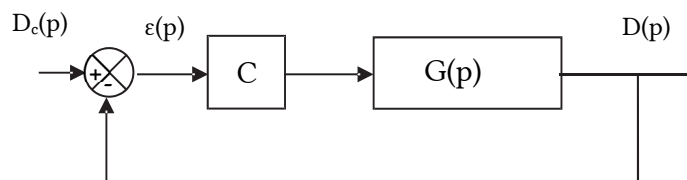


figure 29 : Système bouclé

En déduire que, si on utilise un codeur 8 pts/tour, la performance de précision attendue est respectée.

4.5 Commande du moteur à courant continu du vérin

On utilise la structure suivante pour commander le MCC

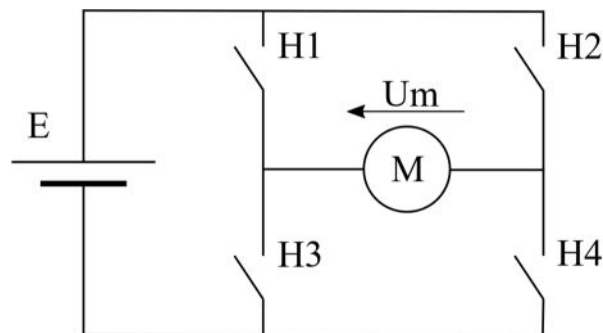


figure 30 : Schéma de principe de commande du MCC

Le vérin électrique (figure 22) ayant pour transmetteurs un réducteur et un système vis-écrou, sa chaîne d'énergie est irréversible.

Q 37. Dans quels quadrants de fonctionnement, dans le plan couple-vitesse, le moteur MCC doit-il pouvoir fonctionner ? Justifier votre réponse. Donner le nom du convertisseur statique de la figure 30.

Q 38. Proposer un chronogramme de commande des interrupteurs H1, H2, H3 et H4 permettant de faire varier la vitesse du moteur, dans le cas où le berceau monte ($U_m > 0$). Préciser le type d'interrupteurs à utiliser pour permettre ce fonctionnement.

Partie 5 – Exigence « Garantir la sécurité de l’opérateur »

5.1 Analyse de la sécurité

La démarche générale d’un concepteur pour atteindre la sécurité des machines est illustrée sur la figure 31.

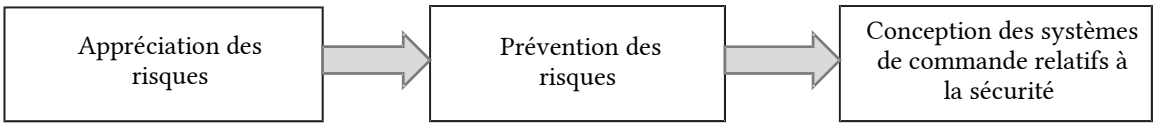


figure 31 : Démarche générale

L’appréciation du risque selon la norme « NF EN ISO 12 100 » vise 3 objectifs :

- réduire ou éliminer le risque,
- choisir le niveau adéquat de sécurité,
- assurer la protection des personnes.

Trois grandes catégories de phénomènes dangereux ont été identifiées : mécaniques (écrasement, choc...) ; électriques (électrocution...) ; physico-chimiques (projection de substances dangereuses, brûlures...).

L’estimation du risque se fera, pour chaque situation dangereuse, par une analyse de :

- la gravité de la lésion ou du dommage (facteur S),
- la fréquence et la durée d’exposition dans la zone (facteur F),
- la possibilité d’éviter ou de limiter le phénomène dangereux (facteur P).

L’objectif du concepteur est de garantir que les défauts des parties d’un système de commande relatives à la sécurité ou des perturbations extérieures ne peuvent pas conduire à une situation dangereuse sur la machine.

On souhaite évaluer les risques de la cabine de soudure selon la norme « NF EN ISO 13 849-1 » en utilisant le diagramme situé en annexe 4.

Q 39. Définir le niveau de performance requis (PLr) du système de commande de la cabine de soudure. Pour cela, compléter le DR4 en entourant à chaque fois la lettre de sélection (S1 ou S2) puis (F1 ou F2) et enfin (P1 ou P2).

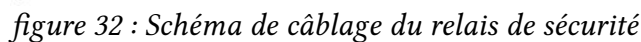
Les circuits de commande à mettre en œuvre pour assurer la sécurité d’une machine sont classés en 5 catégories d’un niveau croissant de performances : B, 1, 2, 3 et 4. (annexe 5) Cette classification est une aide à la conception des circuits afin d’éviter une situation dangereuse dans le cas d’une défaillance au niveau d’une chaîne fonctionnelle mise en œuvre pour assurer la sécurité sur une machine.

On associe l’indice PLr à la catégorie de la façon suivante :

Indice PLr	a	b	c	d	e
Catégorie	B	1	2	3	4

On souhaite maintenant vérifier que les solutions de sécurité choisies du circuit de commande pour cette cabine de soudage respectent bien les exigences décrites dans la 3^e colonne du tableau de l’annexe 5.

Une solution utilisant un relais de sécurité a été choisie pour gérer les arrêts d’urgence de cette cabine de soudage, dont le schéma de câblage est donné figure 32.



Q 40. À partir du schéma de câblage de la figure 32, compléter les chronogrammes sur le DR7 pour les 3 situations de fonctionnement suivantes :

- Conclure en précisant dans chaque situation sur le DR7 si :

- On place une barrière immatérielle pour sécuriser la zone de chargement. Ce dispositif fonctionne par émission d'un « rideau » constitué de faisceaux de lumière infrarouge inoffensive devant la zone dangereuse. Dès qu'un faisceau est occulté par l'intrusion d'une personne (d'une main) dans la zone contrôlée, le circuit électronique de la barrière immatérielle permet d'arrêter les mouvements dangereux de la partie opérative.

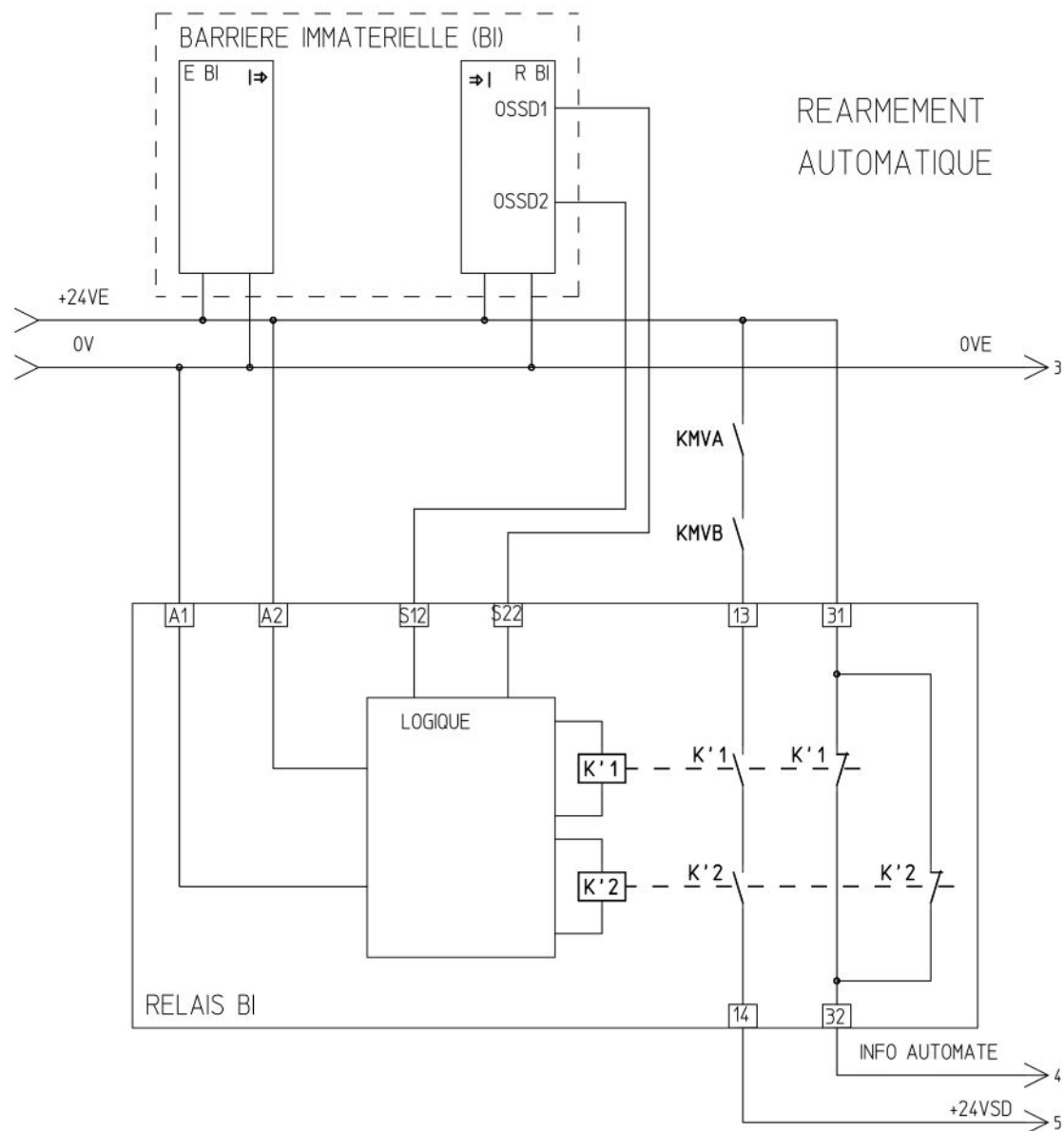


figure 33 : Schéma de câblage de la barrière immatérielle (BI)

Lorsqu'aucun objet n'est détecté et si le faisceau est bien détecté, les sorties OSSD1 et OSSD2 du récepteur de la BI sont à « 1 ». La logique de commande du relais BI permet de commander les 2 relais K'1 et K'2 s'il n'y a pas de défaut.

Q 41. À partir du schéma de câblage de la figure 33, compléter les chronogrammes sur le DR7. Conclure, sur le document réponse, sur la fonction sécurité de la barrière immatérielle. Préciser sur le chronogramme les instants où la cabine ne peut plus être commandée.

Q 42. Les solutions de sécurité choisies pour le circuit de commande respectent-elles les exigences décrites en relation avec votre indice PLr, déterminé à la question Q 39. ? Justifier la réponse.

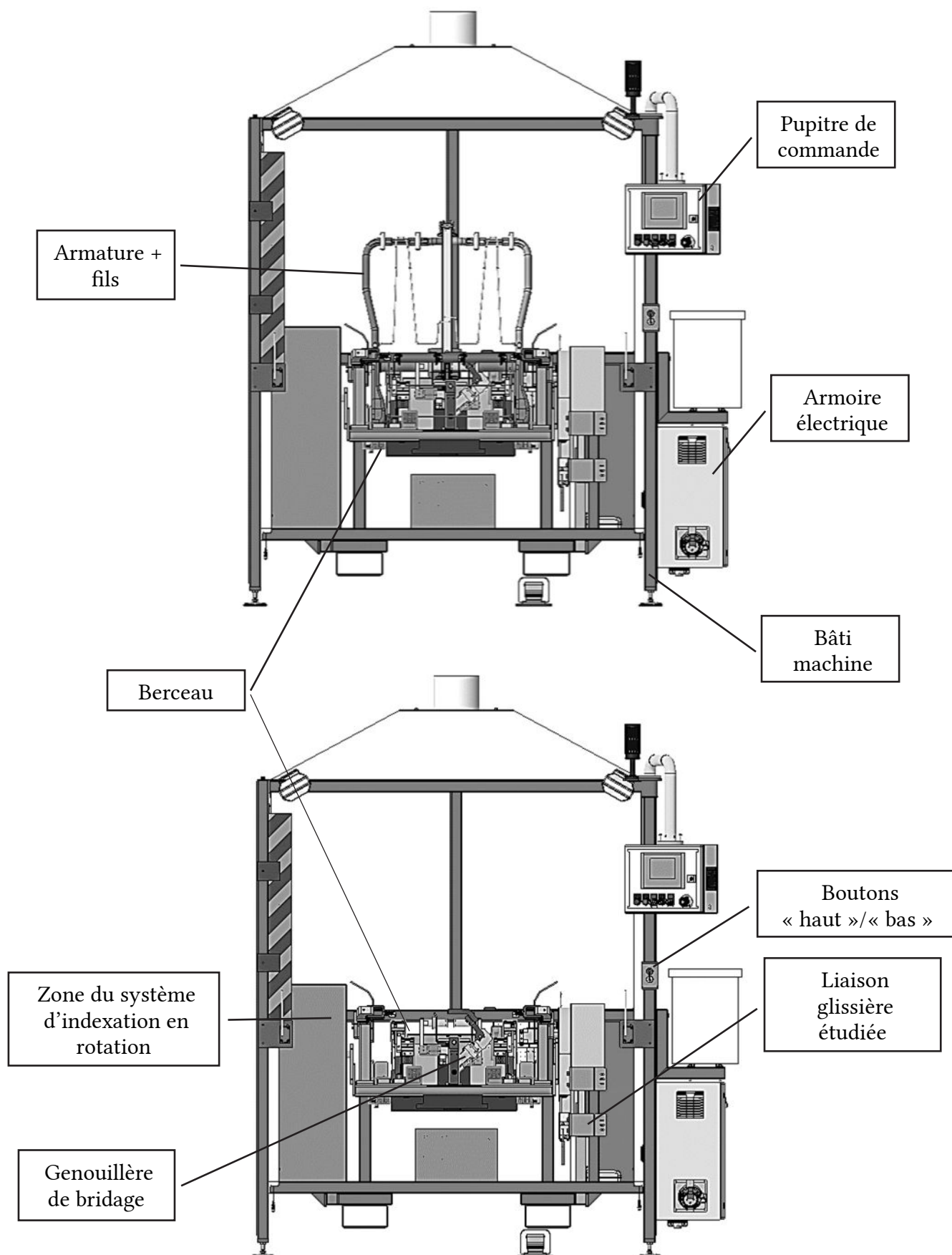
Fin de l'énoncé

Annexes

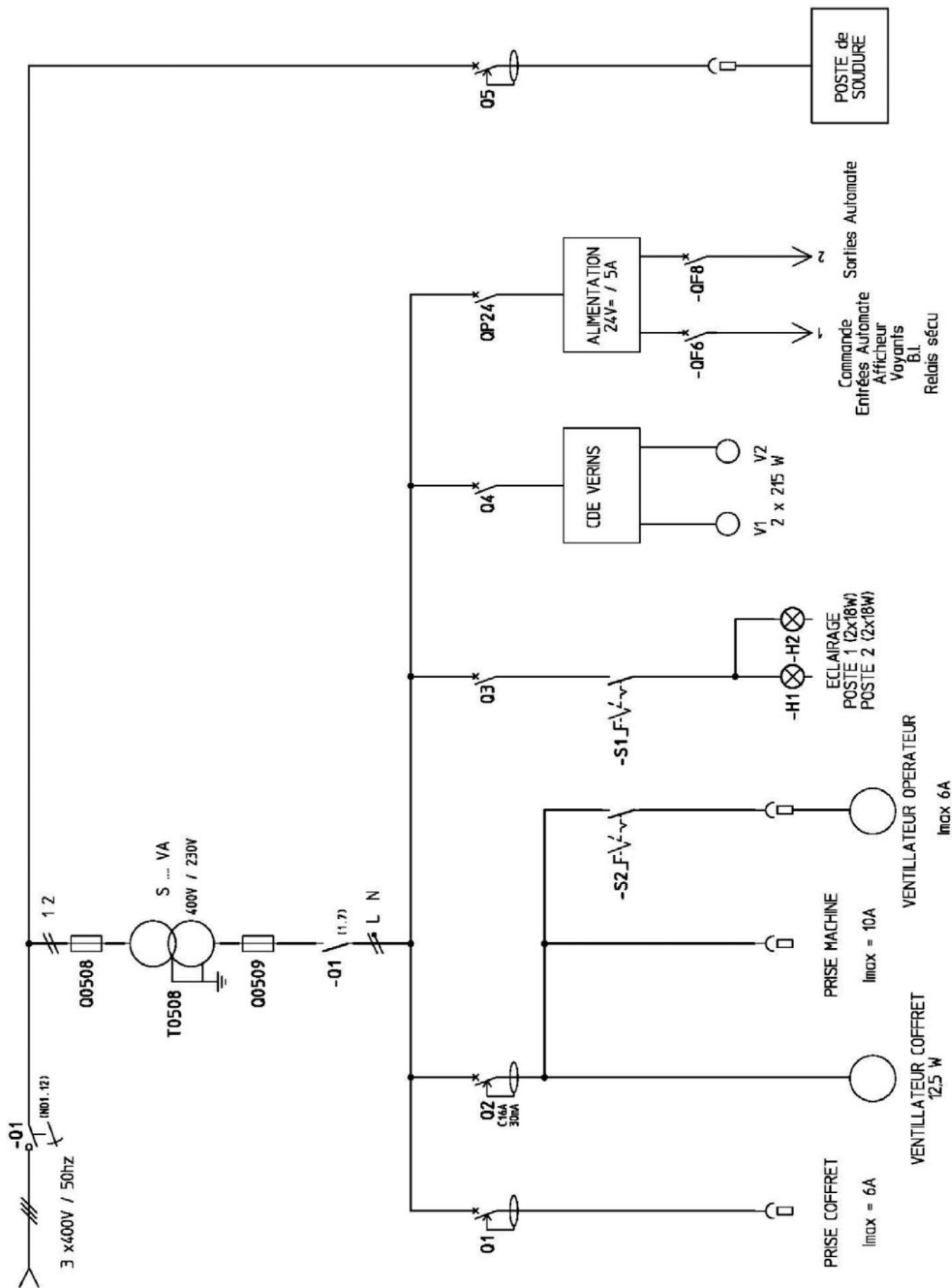
Table des matières

Annexe 1 : Structure de la cabine de soudage.....	2
Annexe 2 : Schéma électrique unifilaire.....	3
Annexe 3 : Graphe d'état du fonctionnement normal.....	4
Annexe 4 : L'évaluation du risque.....	5
Annexe 5 : Caractéristiques des catégories selon la norme NF EN ISO 13 849-1.....	6

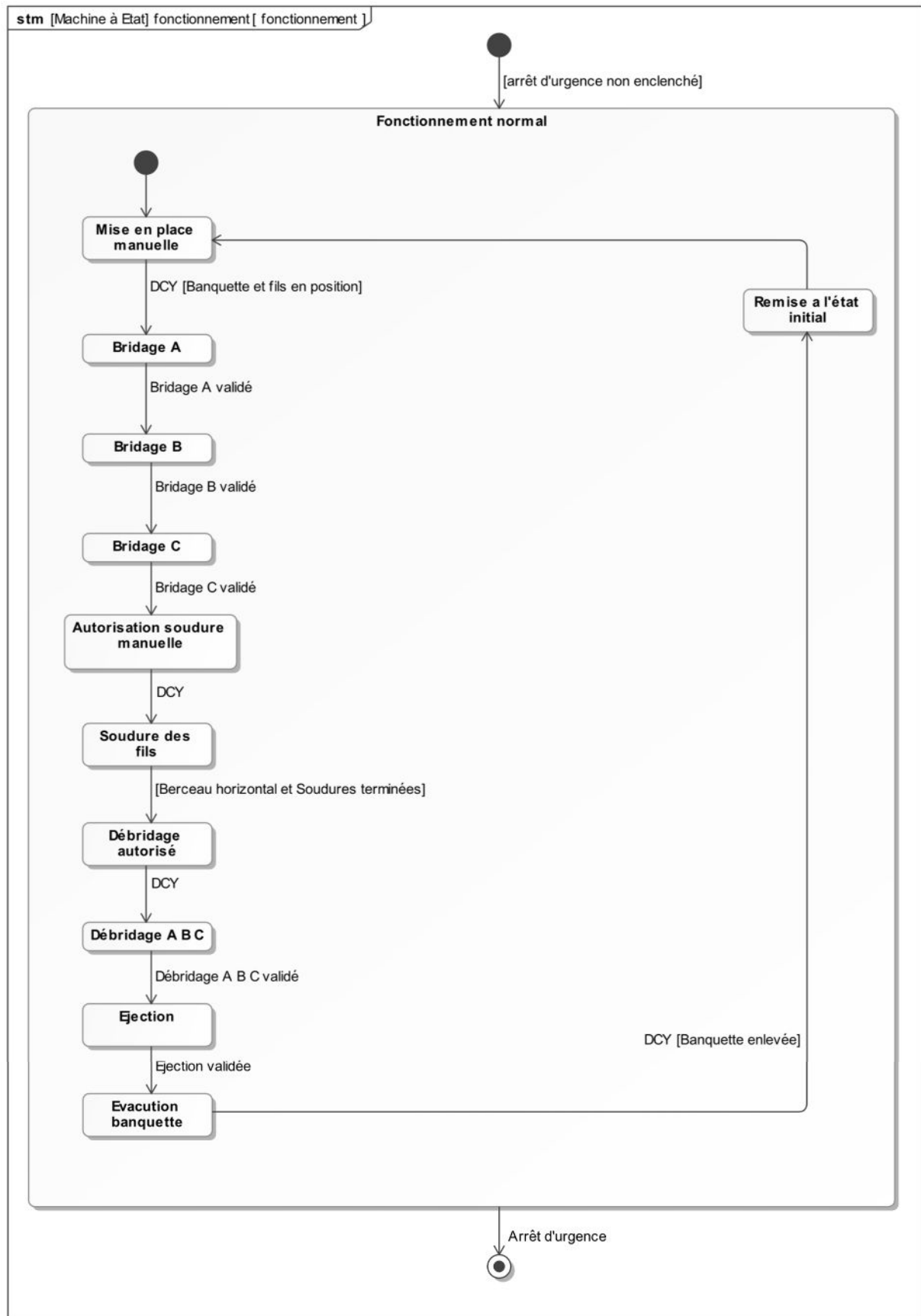
Annexe 1 : Structure de la cabine de soudage



Annexe 2 : Schéma électrique unifilaire



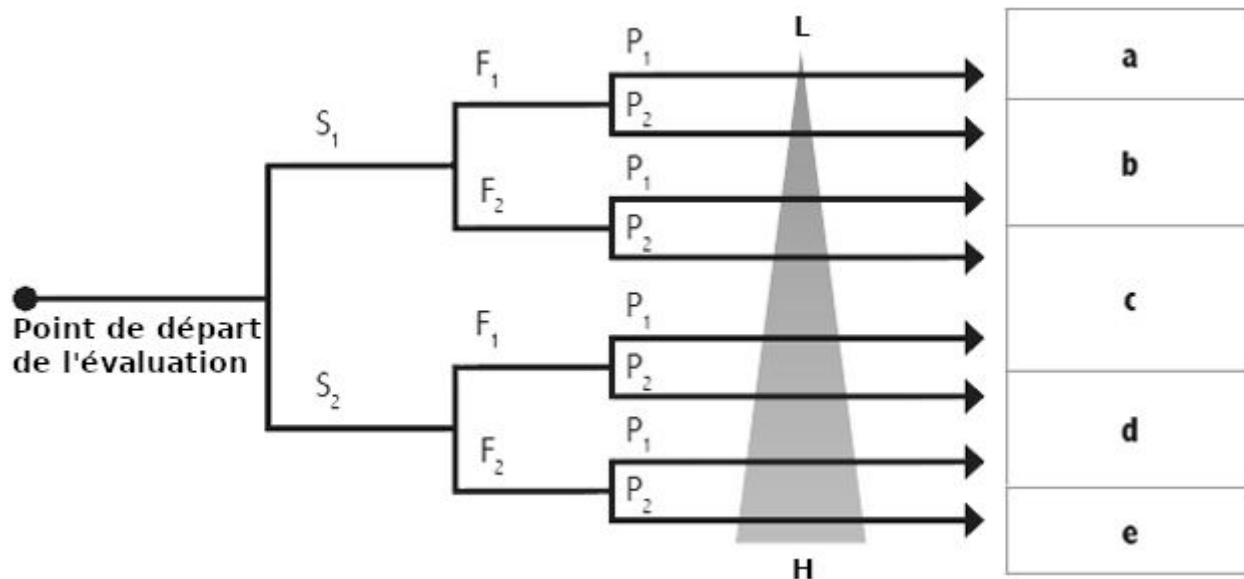
Annexe 3 : Graphe d'état du fonctionnement normal



Annexe 4 : L'évaluation du risque

Mise en évidence du principe d'estimation du niveau de performance requis (PLr) pour une machine selon la norme NF EN ISO 13849-1

Graphique de référence :



L : Contribution faible à la réduction du risque,

H : Contribution élevée à la réduction du risque.

Paramètres de risque à considérer :

S : Gravité de la blessure :

- S1 : Blessures légères (normalement réversible),
- S2 : Blessure grave normalement irréversible y compris le décès).

F : Fréquence et/ou durée d'exposition au phénomène dangereux :

- F1 : Rare à assez fréquent et /ou courte durée d'exposition,
- F2 : Fréquente à continue et/ou longue durée d'exposition.

P : Possibilité d'éviter le phénomène dangereux ou de limiter le dommage :

- P1 : Possible sous certaines conditions,
- P2 : Rarement possible,

Annexe 5 : Caractéristiques des catégories selon la norme NF EN ISO 13 849-1

Catégories	Base principale de la sécurité	Exigences du système de commande	Comportement en cas de défaut	Structure typique d'un circuit de sécurité en cas de défaut	Exemples pratiques de circuits de sécurité	Commentaires
B	Par la sélection de composants conformes aux normes pertinentes	Contrôle correspondant aux règles de l'art en la matière.	Perte possible de la fonction de sécurité.			<ul style="list-style-type: none">■ Pas de redondance sur l'entrée (commande).■ Pas de redondance interne assurée par le relais à contacts liés mécaniquement.■ Pas de redondance sur la sortie.
1	Par la sélection de composants et de principes de sécurité	Utilisation de composants éprouvés et de principes de sécurité éprouvés.	Perte possible de la fonction de sécurité avec une probabilité plus faible qu'en B.			<ul style="list-style-type: none">■ Redondance ou pas de redondance sur les entrées.■ La boucle de retour permet d'assurer un test cyclique sur la sortie (périodicité à définir selon l'application).
2	Par la sélection de composants et de principes de sécurité	Test par cycle. La périodicité du test doit être adaptée à la machine et à son application.	Défaut détecté à chaque test.			<ul style="list-style-type: none">■ Redondance sur les entrées.■ Redondance sur les sorties.
3	Par la structure des circuits de sécurité	Un défaut unique ne doit pas mener à la perte de la fonction sécurité. Ce défaut doit être détecté, si cela est raisonnablement faisable.	Fonction de sécurité garantie, sauf en cas d'accumulation de défauts.			<ul style="list-style-type: none">■ Redondance sur les entrées.■ Redondance sur les sorties.
4	Par la structure des circuits de sécurité	Un défaut unique ne doit pas mener à la perte de la fonction sécurité. Ce défaut doit être détecté dès, ou avant, la sollicitation suivante de la fonction de sécurité. Une accumulation de défauts ne doit pas mener à la perte de la fonction de sécurité.	Fonction de sécurité toujours garantie.			<ul style="list-style-type: none">■ Redondance sur les entrées.■ Redondance sur les sorties.■ La boucle de retour permet d'assurer un test cyclique sur les sorties.

Nom :
Prénom :

Documents réponse

Liste des documents réponse

Document réponse 1 : Q 1.....2

Document réponse 2 : Q 12.....3

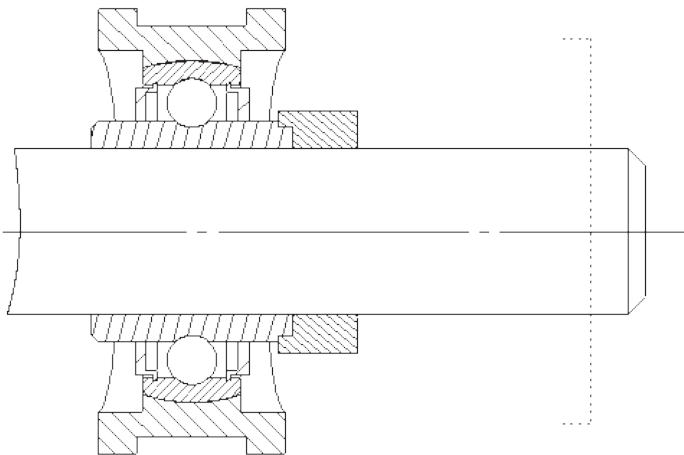
Document réponse 3 : Q 16.....4

Document réponse 4 : Q 35. & Q 39.....5

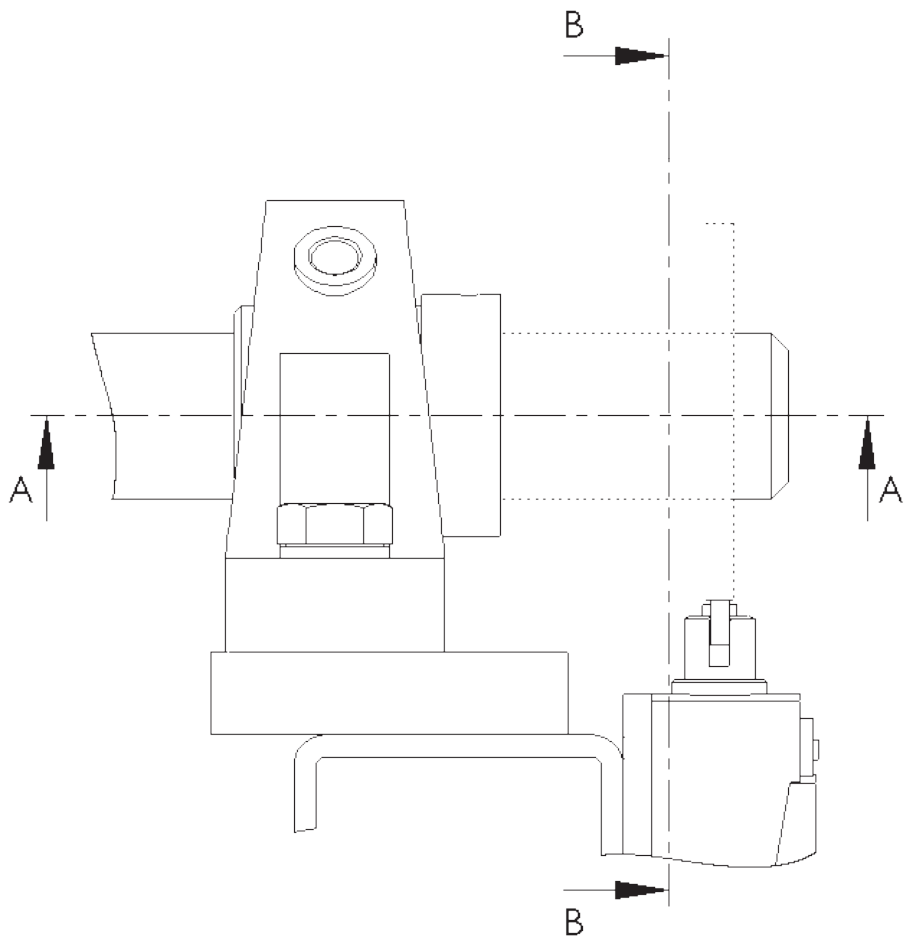
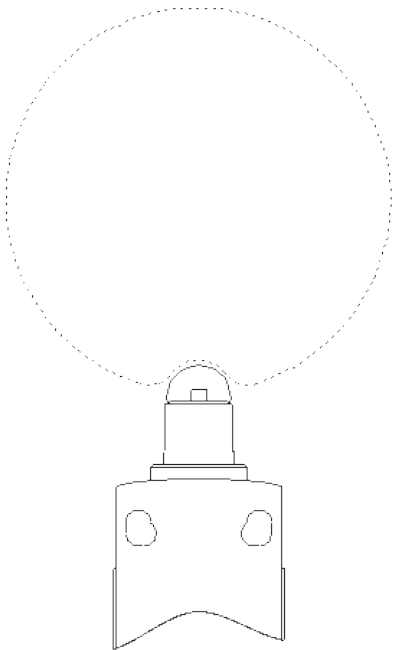
Document réponse 5 : Q 34.....6

Document réponse 6 : Q 17.....7

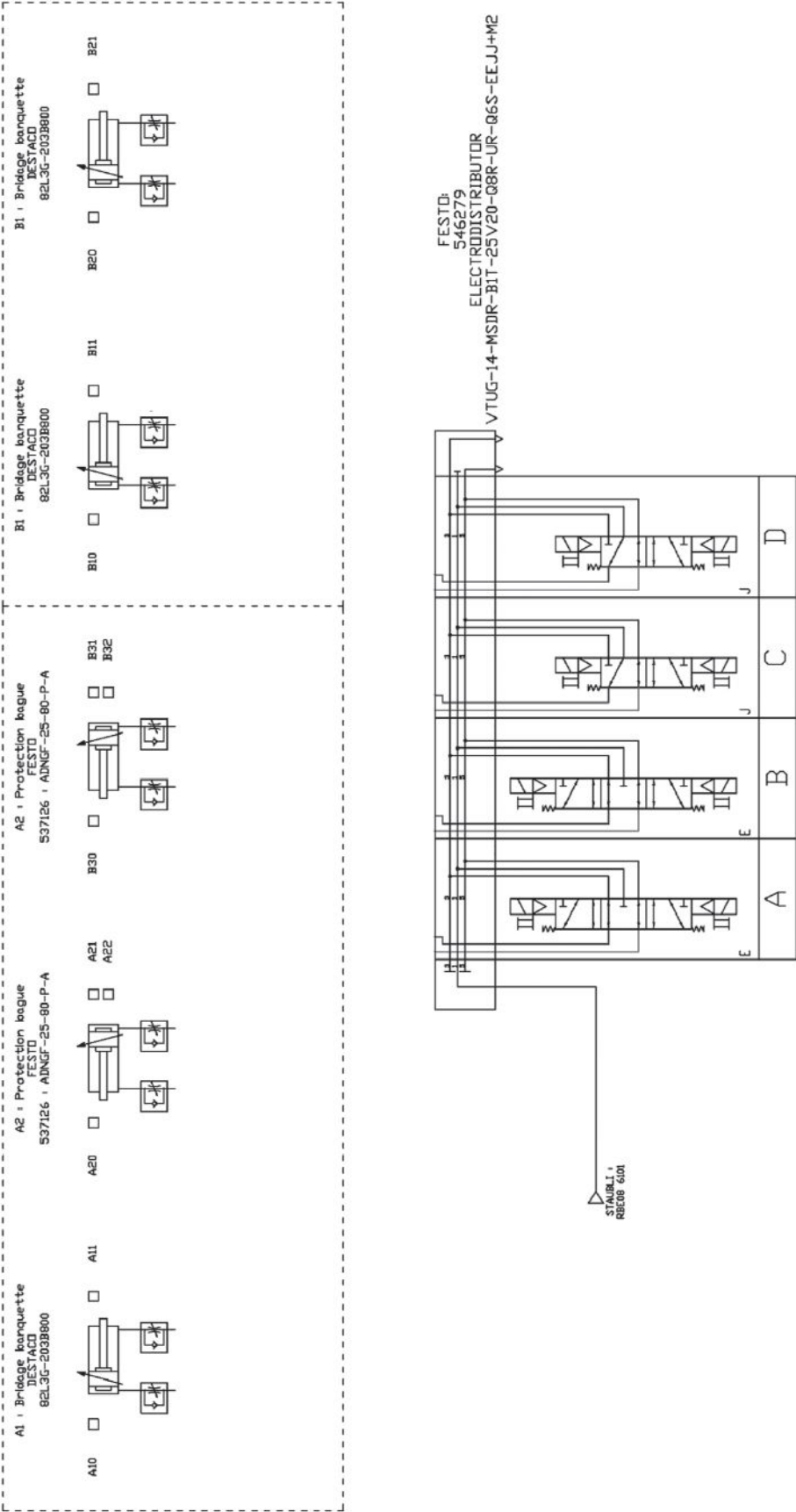
Document réponse 7 : Q 40. & Q 41.....8

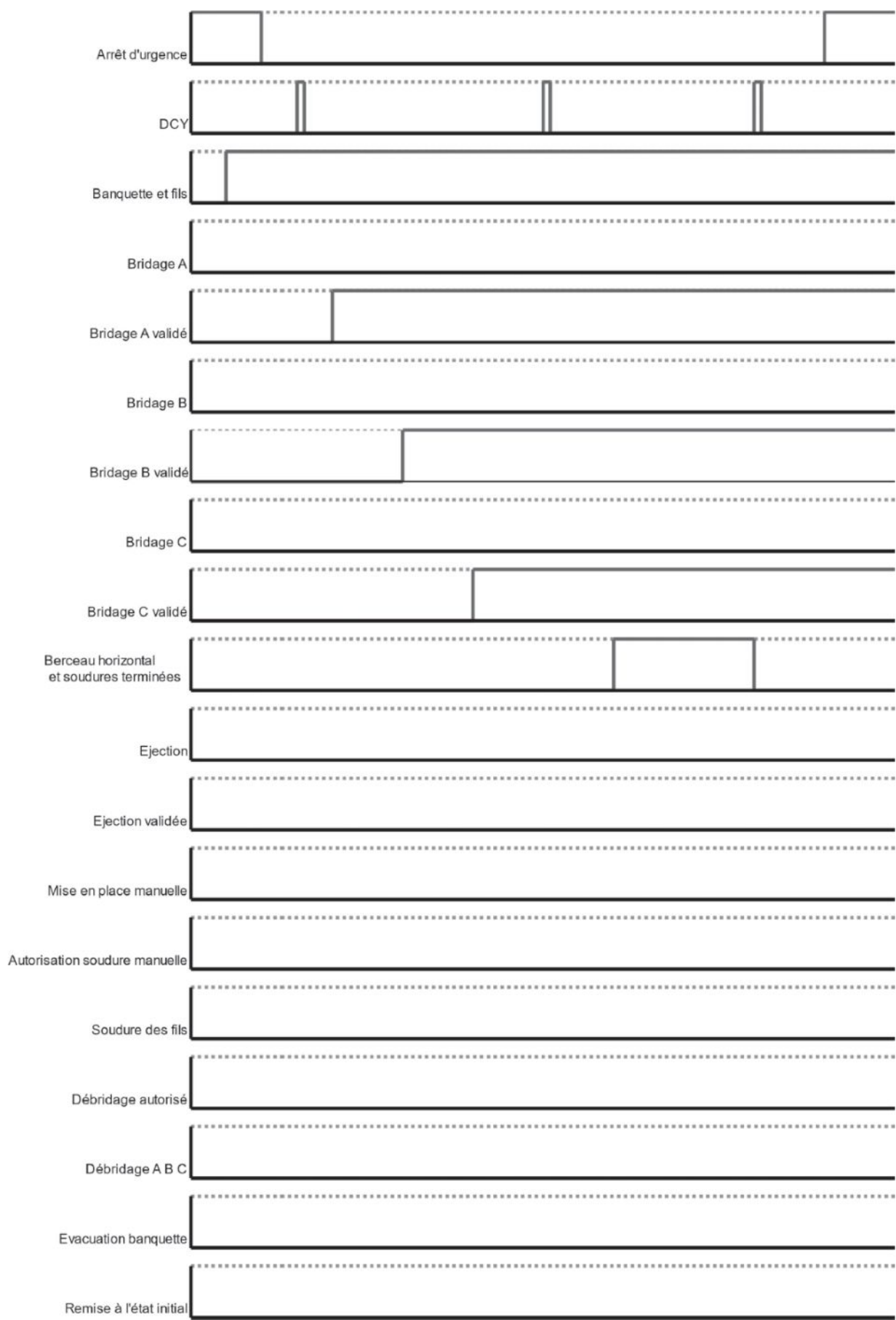


COUPE A-A

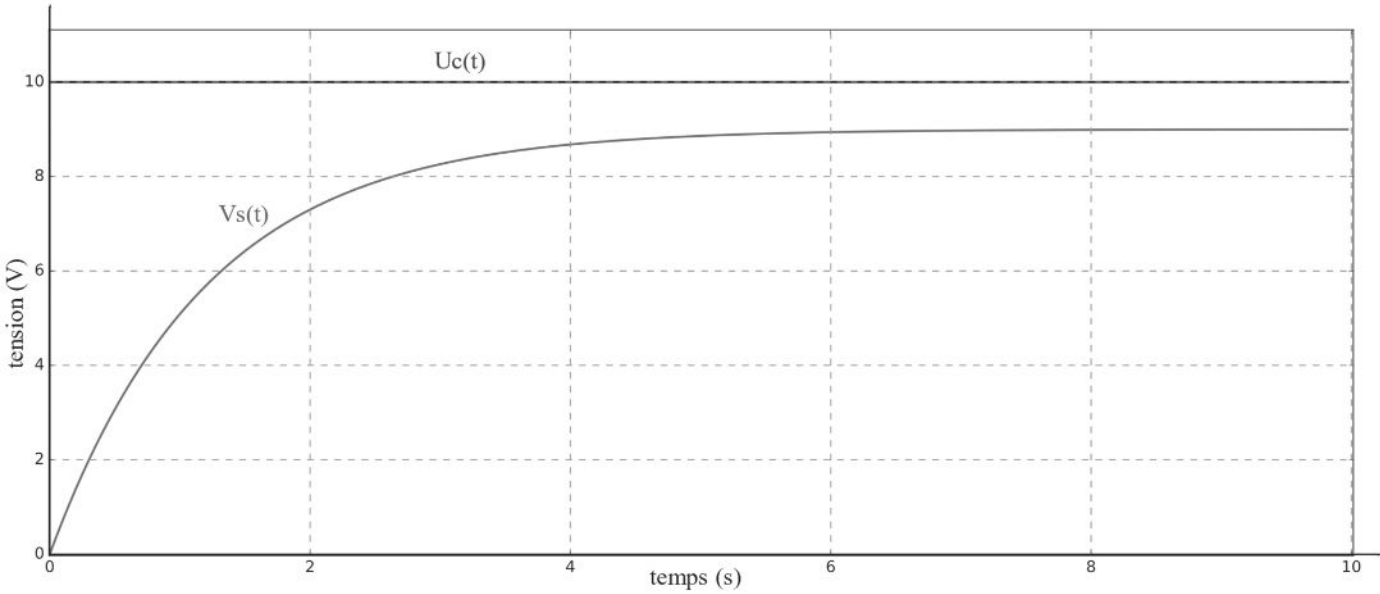


COUPE B-B





Q 35.



Q 39.

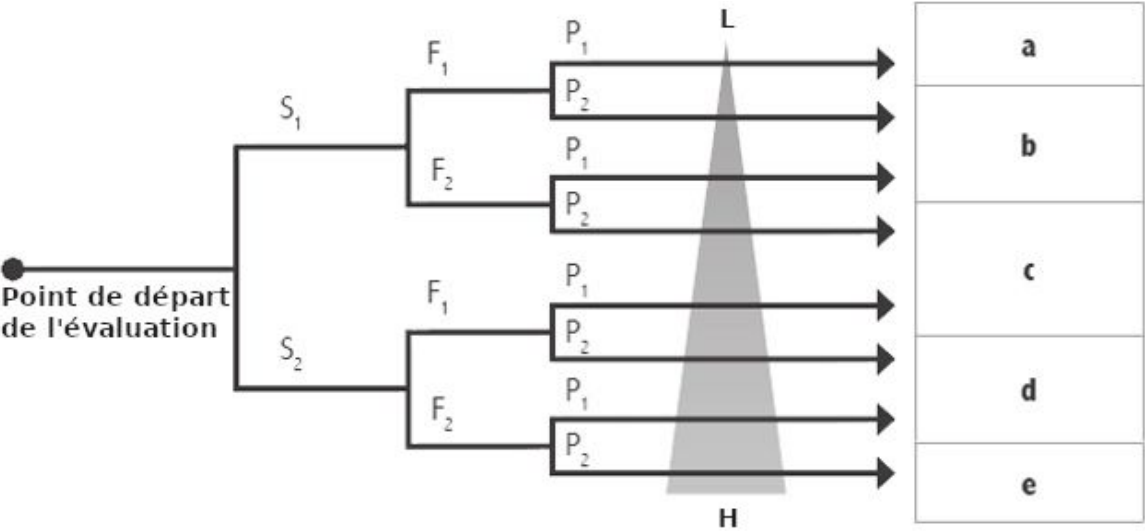
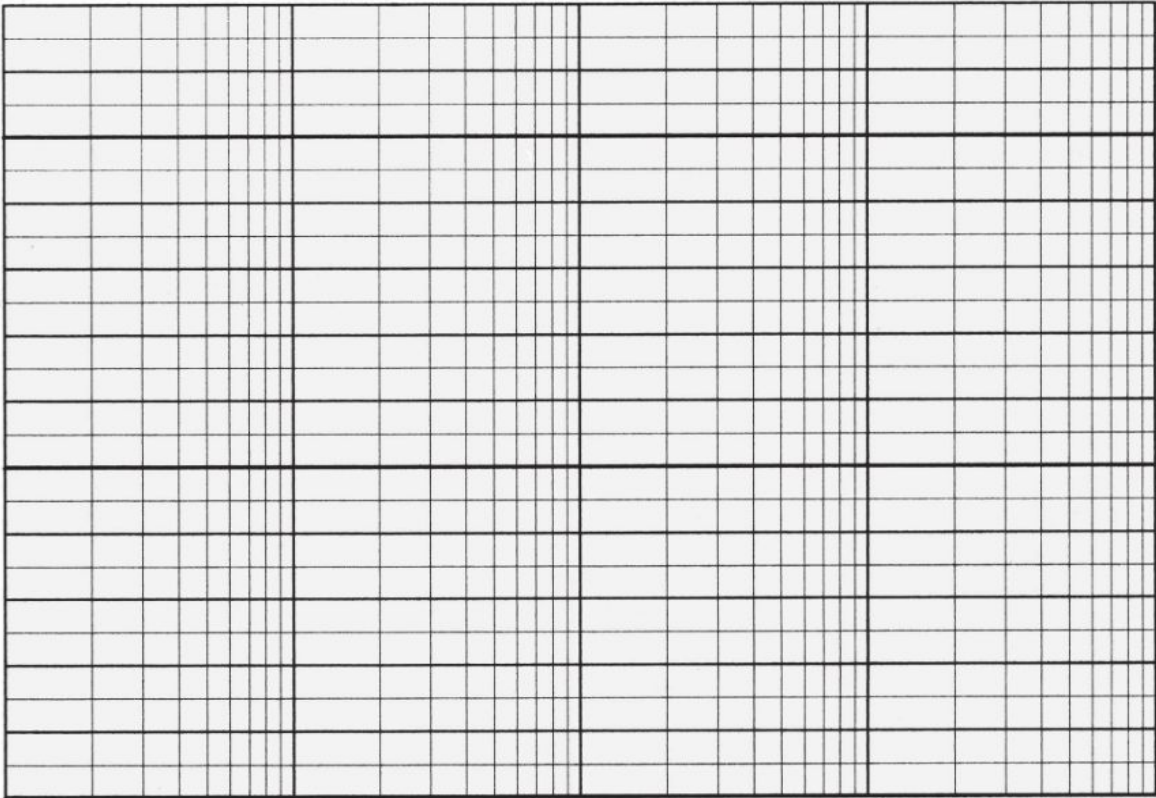
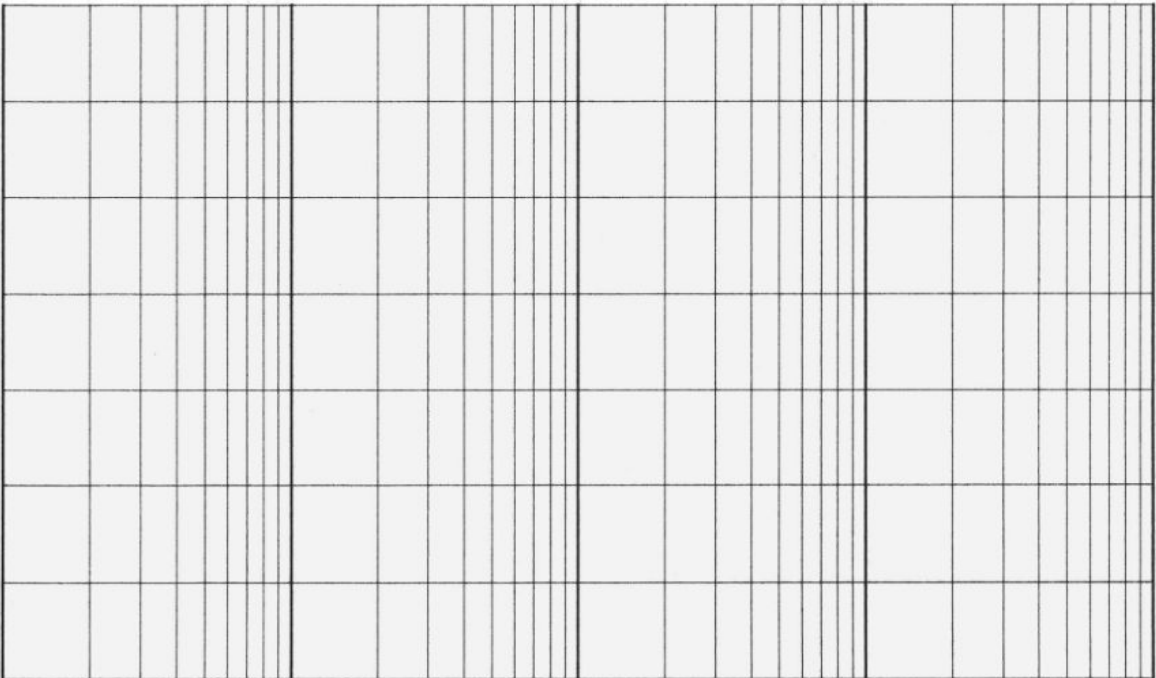


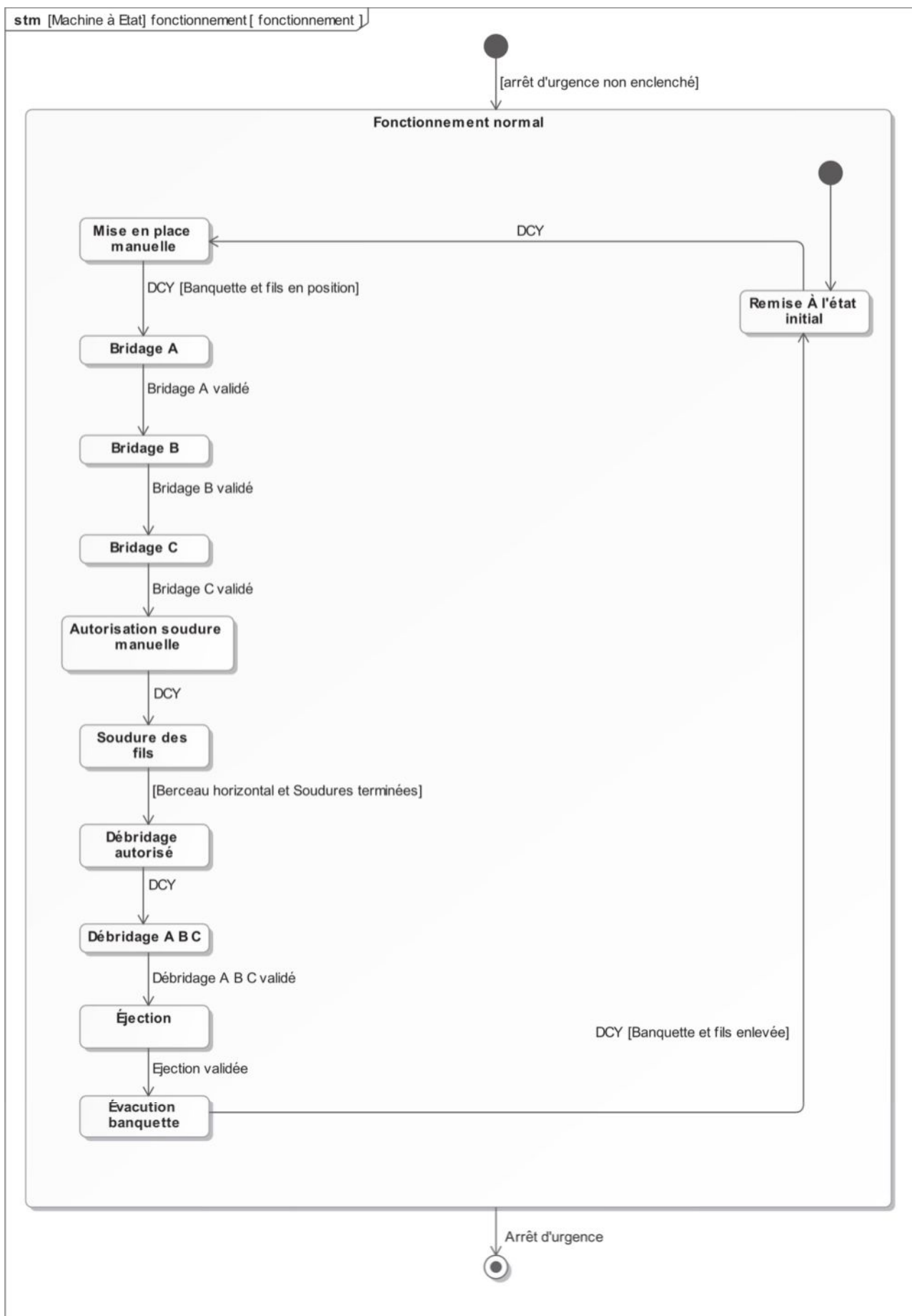
Diagramme de Gain en Db



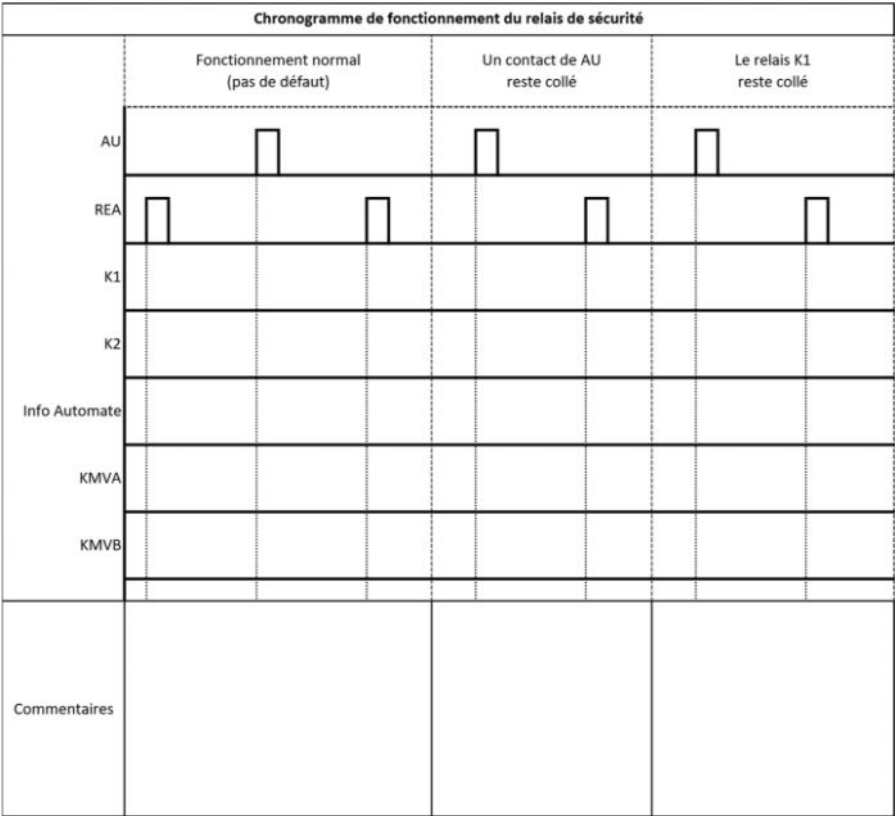
Pulsation en rad/s

Diagramme de Phase en degrés





Q 40.



Q 41.

