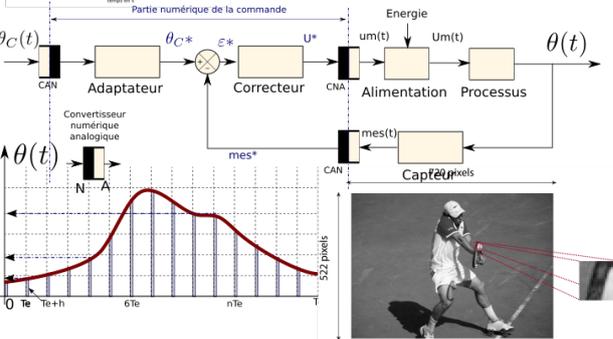


LYCÉE LA MARTINIÈRE MONPLAISIR LYON
 SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGÉNIEUR
 CLASSE PRÉPARATOIRE P.S.I.
 ANNÉE 2023 - 2024



C7 : MODÉLISATION DE LA CHAÎNE D'INFORMATION DES SYSTÈMES

TD 19 - Modélisation des systèmes à événements discrets (C7-3)

Compétences

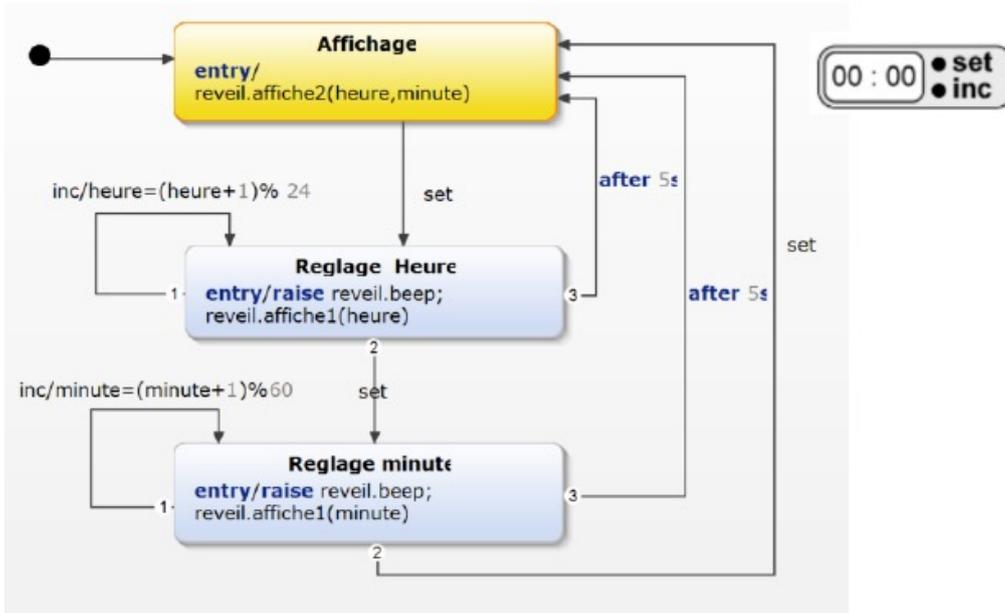
- **Analyser**
 - Interpréter tout ou partie de l'évolution temporelle d'un système séquentiel.
 - Analyser les performances et les écarts
- **Modéliser**
 - Modéliser un correcteur numérique.
 - Décrire le comportement d'un système séquentiel.
 - Vérifier la cohérence du modèle choisi en confrontant les résultats analytiques et/ou numériques aux résultats expérimentaux.
- **Résoudre**
 - Proposer une démarche permettant d'évaluer les performances des systèmes asservis.
 - Proposer une démarche de réglage d'un correcteur.
 - Déterminer la réponse fréquentielle.
 - Mettre en œuvre une démarche de réglage d'un correcteur.
- **Expérimenter**
 - Choisir le protocole en fonction de l'objectif visé.
 - Identifier les erreurs de mesure.
- **Communiquer**
 - Faire preuve d'écoute et confronter des points de vue.
 - Présenter de manière argumentée une synthèse des résultats.
- **Concevoir**
 - Modifier la commande pour faire évoluer le comportement du système.

Exercice 1 : Quiz sur les diagrammes d'états

Source : Robert Papanicolas

a) Réveil

Le diagramme ci-dessous décrit la procédure de réglage d'une réveil.



Le réveil possède de bouton **inc** et **set** pour le réglage.

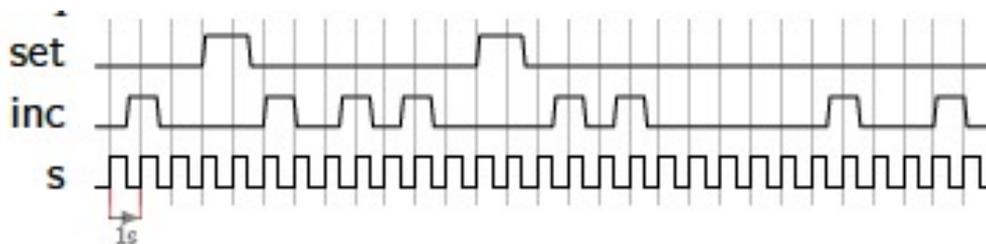
Q 1 : L'heure affichée est 18h57 au lancement on souhaite afficher 20h, pour cela on réalise la séquence suivante :

- A : set, set,inc,inc,set,inc,inc,inc,set
- B : set,inc,inc,set,inc,inc,inc,set
- C : set, set,inc,inc,inc,set,inc,inc,set ,set
- D : inc,set,set,inc,set,set,set,inc

Il est toujours 18h57, on considère la séquence d'appui décrite par le chronogramme ci-dessous.

Q 2 : Quelle heure sera affichée à la fin de la séquence ?

- A : 21h01
- B : 18h57
- C : 21h59
- D : 22h01



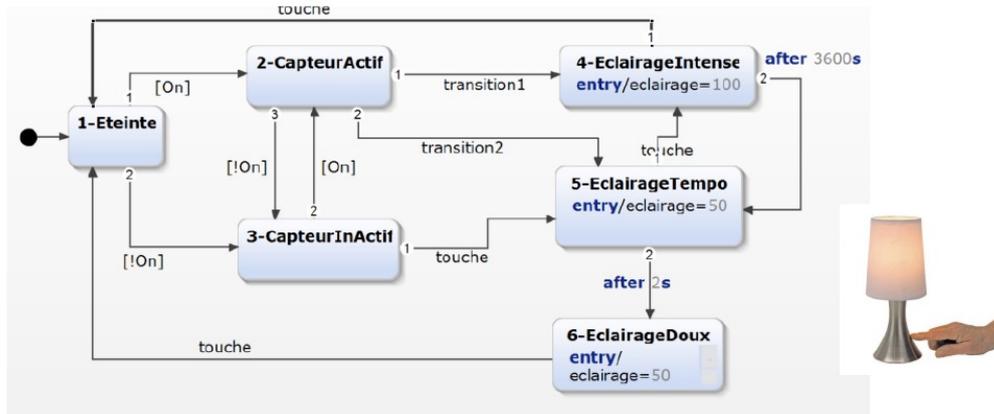
b) Lampe tactile

Le diagramme ci-dessous décrit la procédure de réglage d'une lampe tactile.

À la mise sous tension, la lampe est éteinte. Un interrupteur permet de prendre en compte la luminosité ambiante s'il est appuyé.

- La lampe est branchée et éteinte
 - Lorsque l'interrupteur est sur **On**, le capteur de luminosité est actif.
 - > si la luminosité est inférieure ou égale à **400 lx** la lampe s'éclaire à la puissance maximale dès que l'on touche le pied de celle-ci.
 - > si la luminosité est supérieure à **400 lx** alors la lampe s'éclaire avec un éclairage à mi-puissance dès que le pied est touché. Un deuxième touché dans les 2 s l'allume en lumière forte.
 - Si l'interrupteur est sur **Off (!On)**, la toucher l'allume en lumière faible et un deuxième touché dans les 2 secondes l'allume en lumière forte.
- Lorsque la lampe est éclairée, un touché l'éteint.

Remarque 1 :
!On se lit \overline{On}



Q 3 : La lampe est allumée depuis plus d'une heure, l'utilisateur bascule l'interrupteur de luminosité sur Off =!On. Il appuie successivement 3 fois sur le pied en moins de 2 s.

Quelle est la suite des états actifs ?

- A : 2 - 3 - 5 - 4 - 1
- B : 4 - 1 - 3 - 5 - 4
- C : 6 - 1 - 3 - 5 - 4
- D : 6 - 1 - 2 - 5 - 4

On note **lux** la variable stockant la valeur de la luminosité.

Q 4 : Préciser les deux transitions (transition1 et transition2) du diagramme.

- A :
 - transition1=touche[lux=<400]
 - transition2=touche[lux>400]
- B :
 - transition1=touche[lux>400]
 - transition2=touche[lux=<400]
- C :
 - transition1=touche[lux<400]
 - transition2=touche[lux>400]
- D :
 - transition1=lux=<400[touche]
 - transition2=lux>400[touche]

Exercice 2 : Etude d'un automate d'exploration de l'hémastase par chronométrie

Source : CCP MP 2015

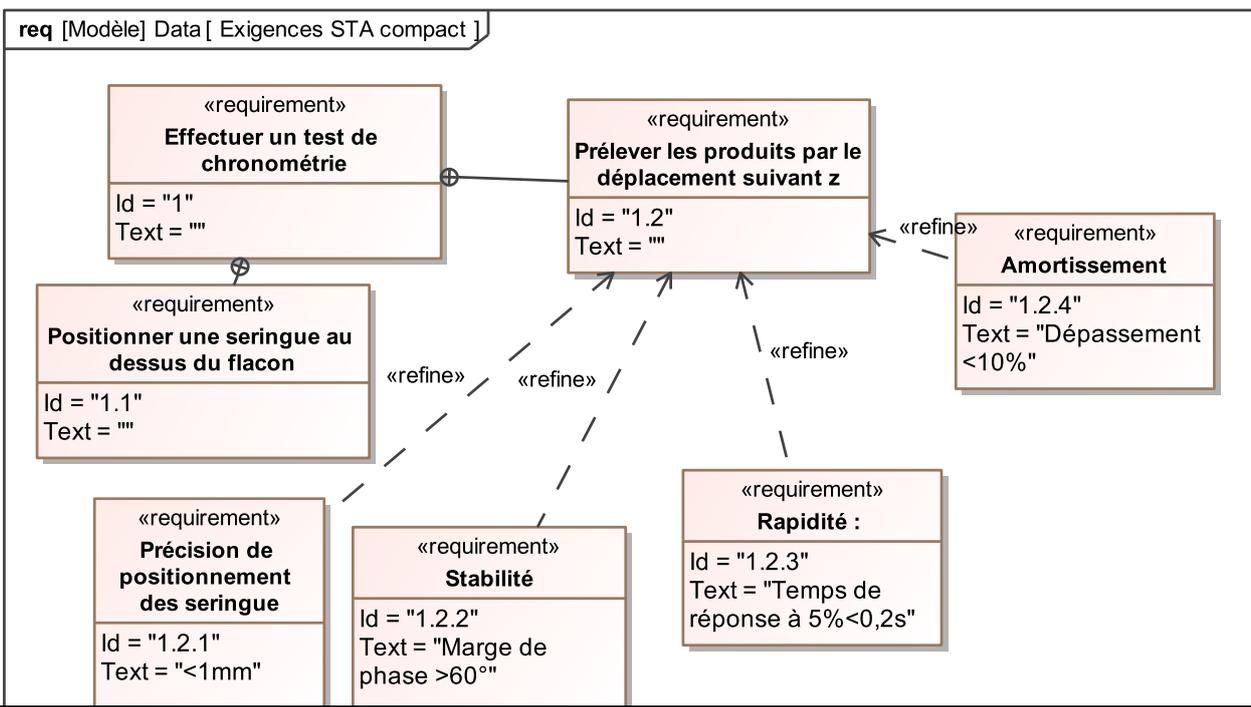
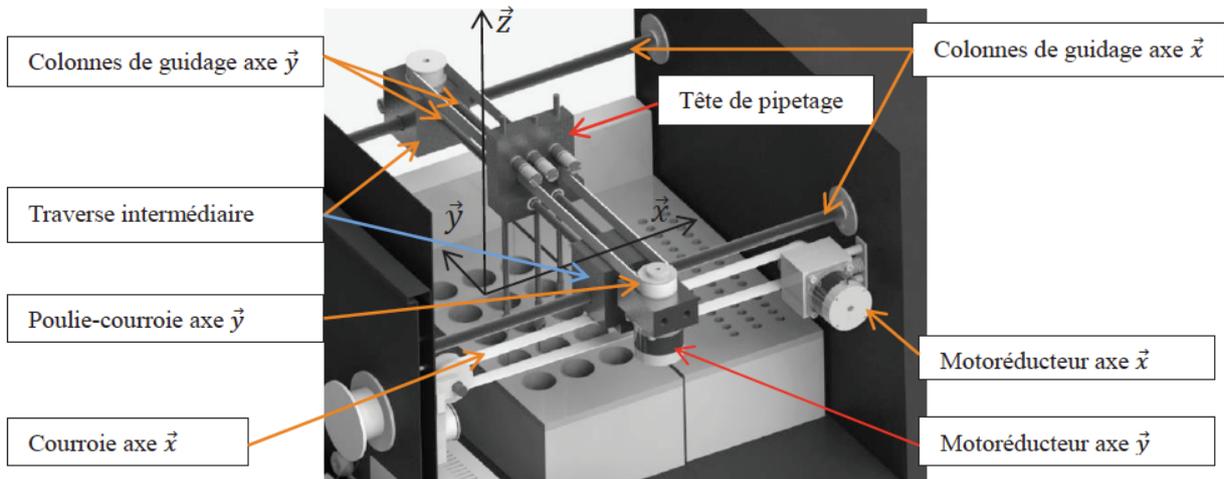
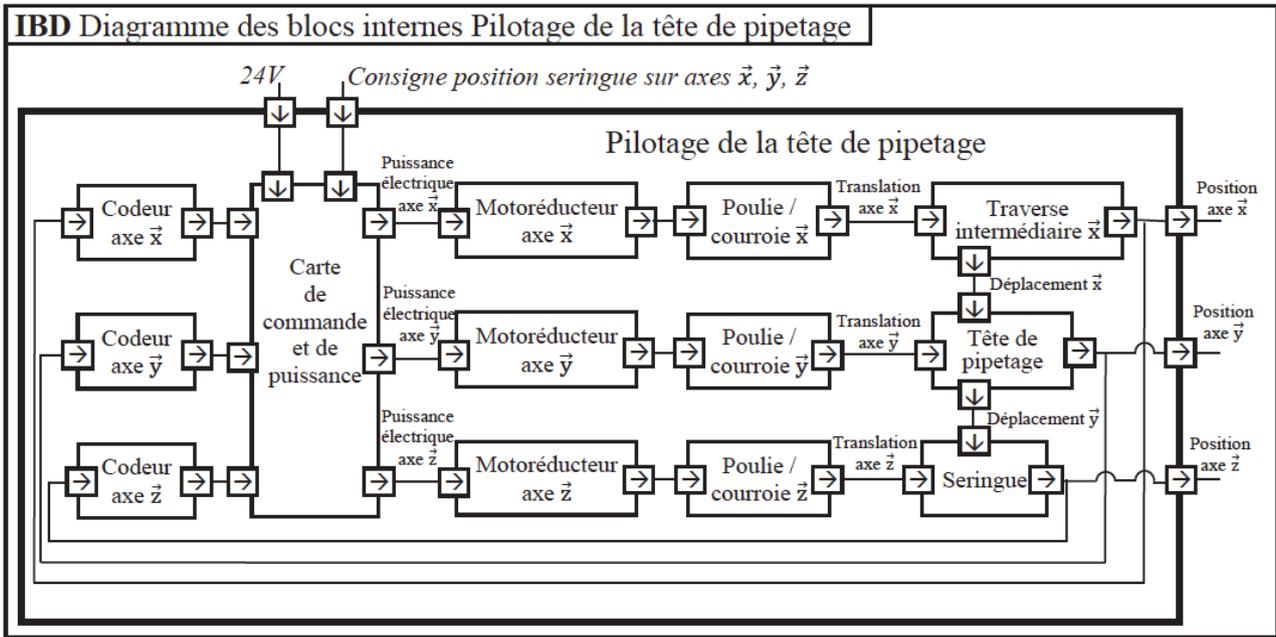
1 Présentation

La société Stago est un laboratoire pharmaceutique de l'industrie du Diagnostic In Vitro (DIV) entièrement dédiée à l'exploration de l'hémostasie et de la thrombose. L'hémostasie est le processus physiologique qui permet d'interrompre le saignement pour éviter l'hémorragie. L'objet de cette étude, le STA Compact, est un automate de laboratoire destiné à l'analyse de l'hémostasie.

Le STA Compact permet de réaliser, entre autre, des tests de chronométrie afin de mesurer un temps de coagulation.

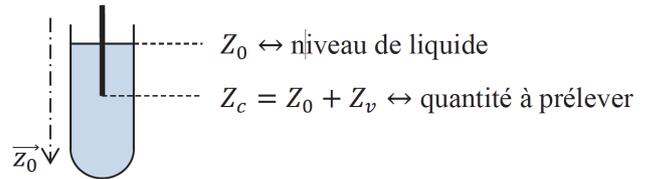
La tête de pipetage, dont le diagramme de bloc interne est fourni figure 1, est guidée en translation suivant \vec{y} par rapport à une traverse intermédiaire, elle-même guidée en translation suivant \vec{x} par rapport au bâti.

Les déplacements verticaux des aiguilles de la tête de pipetage (axe \vec{z}) sont assurés par un ensemble motoréducteur à courant continu et système pignon-crémaillère.



2 Précision du volume prélevé

Lorsque la tête de pipetage a atteint la position souhaitée, définie par les coordonnées X_M et Y_M , l'aiguille de la seringue est plongée dans le liquide à prélever. La hauteur immergée de l'aiguille, Z_v , définit la quantité de produit qui sera aspirée.



Chaque flacon n'étant pas rempli de la même façon, le niveau n'est donc pas connu précisément. Un capteur capacitif détecte au fur et à mesure de la descente de l'aiguille la présence de liquide. Il délivre une information binaire (notée *Niv*). Lorsque l'aiguille est en contact avec le liquide, le capteur change d'état et inversement.

Un codeur incrémental, donnant 2 000 impulsions par tour de l'axe moteur, indique la position de l'aiguille par la variable Z_{cap} (position mesurée en mm).

La période d'échantillonnage de cette information est $T_e = 10ms$.

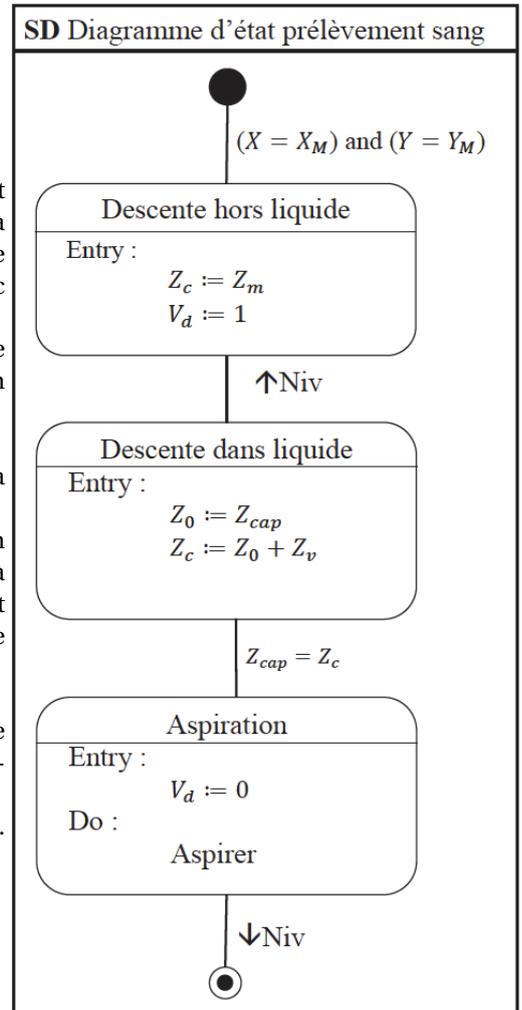
Le moteur est mis en marche dès qu'une valeur est affectée à la consigne de position Z_c ; l'ordre de mise en marche est noté V_d .

En début de descente, le niveau est inconnu, la consigne de position initiale Z_m est imposée : $Z_c = Z_m$. La seringue descend (V_d est assigné à 1). Au passage du niveau détecté par le capteur inductif, correspondant au contact de l'aiguille avec le liquide, la position Z_0 , donnée par le codeur incrémental, est mémorisée.

La consigne de position est alors modifiée à une valeur $Z_c = Z_0 + Z_v$.

L'aspiration débute lorsque la consigne est atteinte et s'arrête quand le détecteur de niveau ne perçoit plus de liquide en contact avec la seringue.

Le cycle de cette opération est décrit par le diagramme d'état ci-contre.



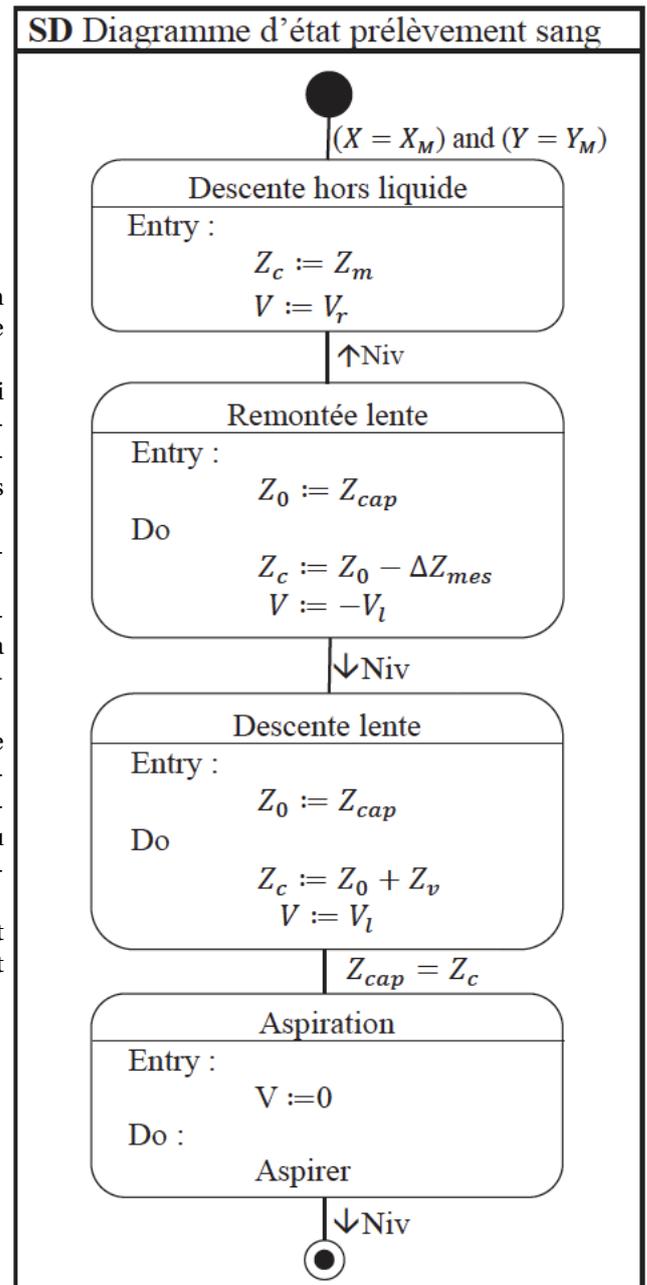
On rappelle les données suivantes :

- la vitesse maximale de rotation du moteur supposée égale à la vitesse nominale est : $N_{maxi} = 4150tr \cdot min^{-1}$;
- le rapport de réduction du réducteur est $k_r = \frac{\omega_r}{\omega_m} = \frac{1}{19,2}$ où ω_m et ω_r sont les vitesses en sortie du moteur et du réducteur ;
- le rayon du pignon (système pignon-crémaillère) est $R_p = 10mm$.

Q 5 : Calculer les erreurs de mesure de Z_0 dues à l'échantillonnage d'une part et à la conversion analogique numérique du codeur incrémental d'autre part. En déduire l'erreur maximale de position notée ΔZ_{mes} . Cette erreur est-elle compatible avec le cahier des charges ?

Pour pallier ce défaut de mesure, le constructeur met en place une nouvelle procédure explicitée par le diagramme (figure ci-contre) :

- le moteur peut avoir deux vitesses de rotation qui correspondent à une vitesse lente de la tête de pipetage ($-V_l$ en montée, $+V_l$ en descente) et une vitesse rapide ($-V_r$ en montée, $+V_r$ en descente); ces valeurs seront affectées à la variable V ;
- la consigne initiale de position $Z_c = Z_{ml}$ reste inchangée;
- lors de la détection de niveau, la position correspondante Z_{cap} est détectée et mémorisée, puis la tête remonte. La consigne est réglée à $Z_c = Z_0 - \Delta Z_{mes}$;
- lorsque le niveau est de nouveau détecté, l'aiguille s'arrête et le système mémorise la nouvelle position Z_0 donnée par le codeur, la consigne de position est alors modifiée à la valeur $Z_c = Z_0 + Z_v$ où Z_v est la hauteur définie précédemment correspondant au volume à prélever.
- A vitesse lente, la vitesse de rotation du moteur est $N_{lent} = 1500 \text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$. Le diamètre du flacon est $d_f = 15 \text{mm}$.



Q 6 : Calculer la nouvelle erreur maximale de position $\Delta Z'_{mes}$ avec l'application de cette nouvelle procédure. Donner l'erreur de volume correspondante.

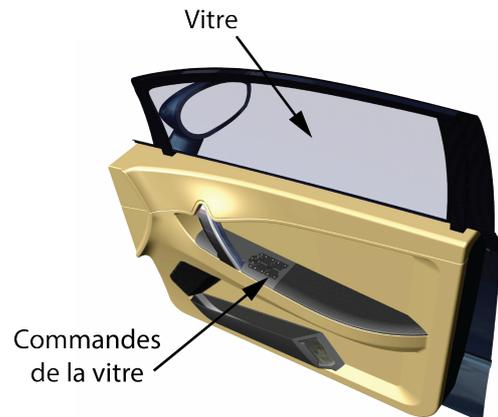
Q 7 : Faire une synthèse des choix qui ont été faits pour satisfaire le critère de précision du volume prélevé.

Exercice 3 : Système de commande d'un lève vitre électrique

Source : CCINP PSI 2017

1 Présentation

On s'intéresse ici au pilotage automatisé des vitres des portières d'une automobile. L'utilisateur demande simplement à ce que l'ouvrant se déplace jusqu'à une position prédéfinie. Une brève action de sa part entraîne le déplacement complet de l'ouvrant. Pour le lève-vitre électrique séquentiel, l'utilisateur demande à ce que la vitre remonte complètement, par une courte action sur l'interrupteur. Dès lors, le système de contrôle/commande gère le déplacement de l'ouvrant dans le cas normal, mais aussi en cas de dysfonctionnement (perte de fonctionnalité ou présence d'un obstacle sur le trajet de la vitre). Il faut donc assurer un fonctionnement sûr et robuste du système d'ouvrant piloté automatisé pour éviter que le système blesse un occupant. Dans ce mode de fonctionnement l'utilisateur peut également arrêter l'ouverture de la vitre en ré-appuyant sur l'interrupteur.



Le diagramme des exigences de la figure 2 liste quelques performances attendues pour le lève-vitre électrique. On s'intéressera ici à l'exigence 6 qui concerne la prise en charge d'un éventuel pincement du doigt. Il faudra aussi veiller à respecter l'exigence 4.3 qui nécessite d'actionner la vitre avec un seul bouton.

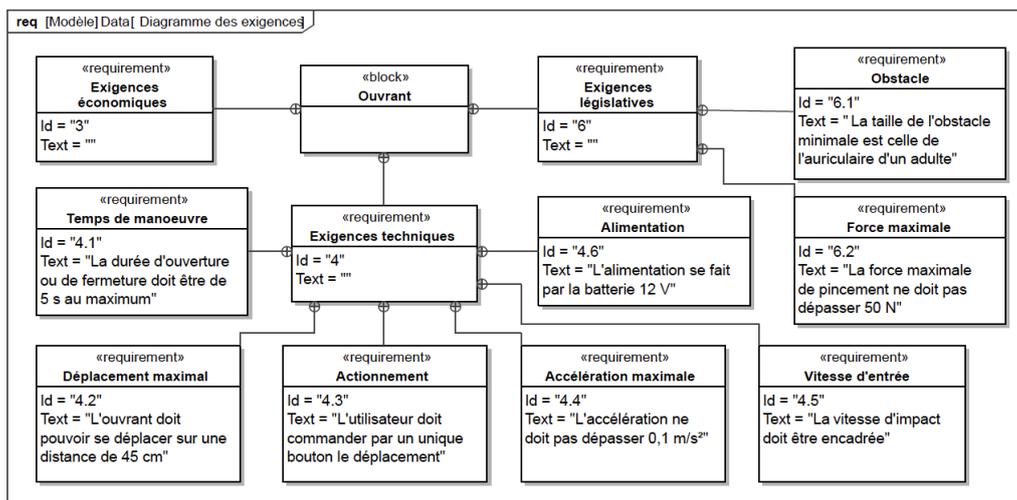


FIGURE 2 – Diagramme des exigences du lève-vitre électrique

2 Modélisation de la mise en place d'un algorithme de commande

Pour détecter la présence d'un obstacle la solution proposée par le constructeur repose sur l'estimation d'une variation de la mesure de vitesse de montée de la vitre. Celle-ci est mesurée à l'aide de capteurs à effet Hall situés près du moteur (figure 3). Une roue magnétique possédant 2 paires de pôles Nord-Sud est solidaire de l'axe du rotor du moteur. Deux capteurs à effet Hall sont placés en quadrature et repèrent les changements de champ magnétique (fronts montants et descendants) de la roue en fonction de la rotation du moteur.

On utilise alors les mesures de variation de durée entre deux impulsions successives pour en déduire une image de la vitesse instantanée. Après la détection d'une impulsion, un prédicteur temporel permet de déterminer le temps auquel la prochaine impulsion est attendue. Si la nouvelle impulsion intervient avant le temps prédit, alors il n'y a pas de blocage, sinon un blocage est détecté et une alarme est déclenchée. En réalité, cette technique conduit à de fausses détections et une modification permettant d'améliorer la robustesse est de ne déclencher l'alarme qu'au bout de 3 dépassements du temps prédit. Cet algorithme est résumé sur la figure 4 pour lequel :

- **appui bouton haut** est un événement qui survient quand le bouton « monter la vitre » est actionné,

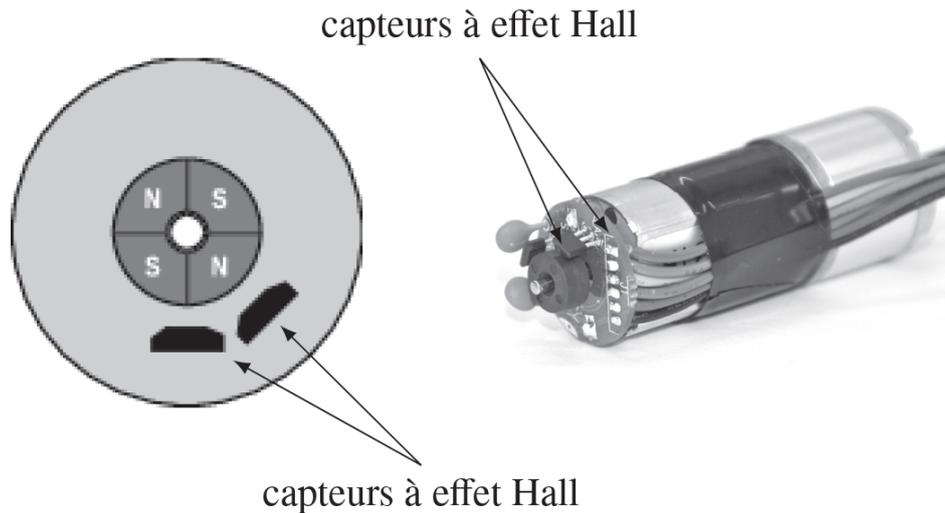


FIGURE 3 – Principe d'un capteur à effet Hall

- **M+** est la variable permettant de faire tourner le moteur dans le sens de la montée de la vitre,
- **M0** permet d'arrêter le moteur,
- **impulsion** est un événement qui survient à chaque nouvelle impulsion envoyée par les capteurs,
- **fin course haut** est un événement permettant de détecter l'arrivée en position haute de la vitre,
- **prediction()** est une fonction qui renvoie le temps auquel la prochaine impulsion est attendue,
- **alarme** permet d'activer l'alarme.

Q 8 : Donner l'expression des deux conditions notées « $t1$ » et « $t2$ » permettant de passer de l'état "montée" à l'état "arrêt" directement.

Q 9 : Compléter le chronogramme (figure 5) en indiquant par des créneaux les durées pendant lesquelles un état est activé et l'évolution du contenu de la variable N. La durée de l'alarme et de l'arrêt est supposée très faible et sera représentée par un dirac (une impulsion).

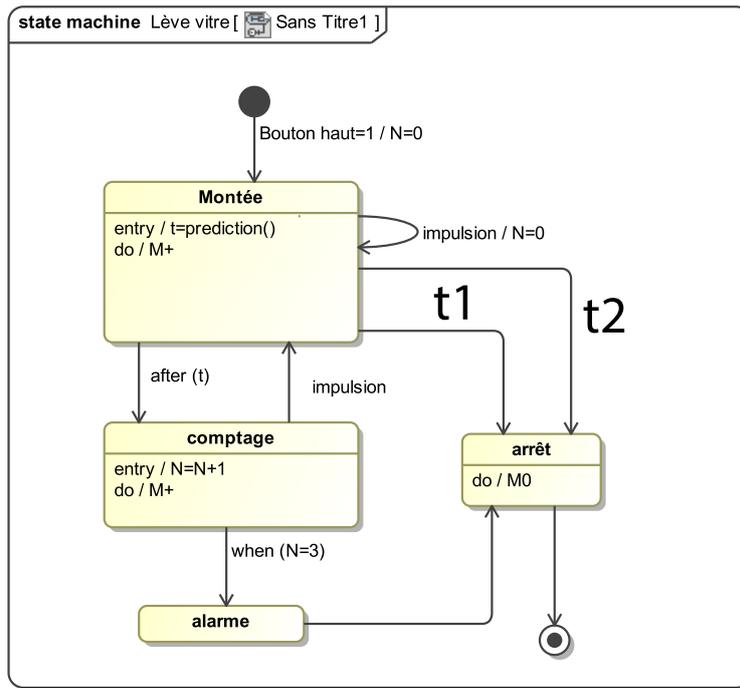


FIGURE 4 – Diagramme d'état de l'algorithme en version simplifiée

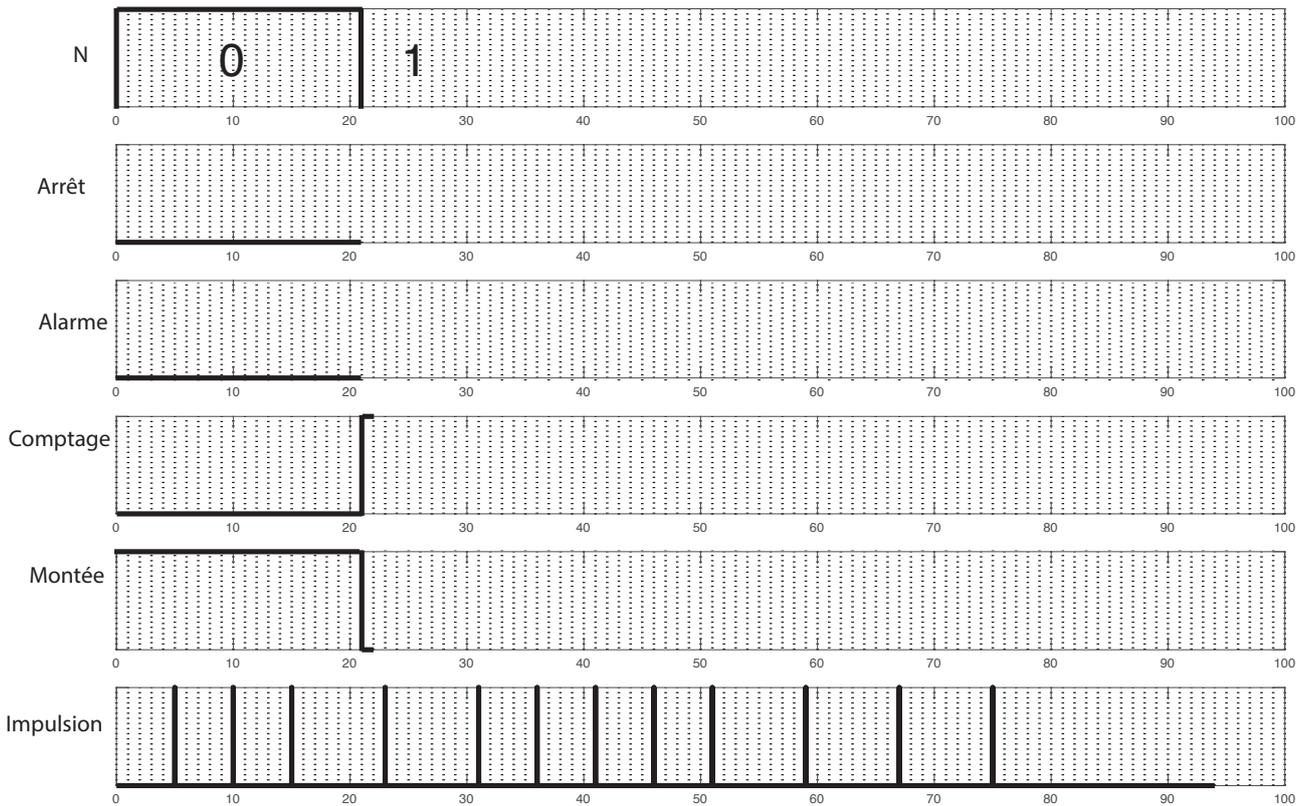


FIGURE 5 – Chronogramme

Exercice 4 : Exolift, système d'aide à la montée d'échelle au sein d'un parc éolien

Source : Banque PT SIA 2019

1 Introduction

a) Présentation

Dans une problématique d'entretien du parc éolien, les techniciens sont appelés à monter et descendre plusieurs fois par jour des échelles pouvant mesurer jusqu'à 80 mètres. L'entreprise française Fixator, fabricant de treuils et de plateformes suspendues dans le domaine du bâtiment et des travaux publics (BTP) depuis plus de 90 ans, a mis à profit son expérience pour concevoir un système autonome d'aide à la montée, Exolift. Ce système portable sur batterie fonctionne indépendamment de l'éolienne (si le parc éolien est mis hors tension pour des raisons de sécurité, les techniciens de maintenance peuvent profiter pleinement de leur aide à la montée, contrairement aux systèmes installés à demeure sur l'échelle de l'éolienne). Exolift permet ainsi de réduire les temps d'arrêt des éoliennes. Exolift est également un équipement qui minimise l'investissement initial pour les exploitants des parcs éoliens car il s'utilise sur une simple sangle installée à demeure sur l'échelle, réduisant le temps d'installation et le coût matériel.

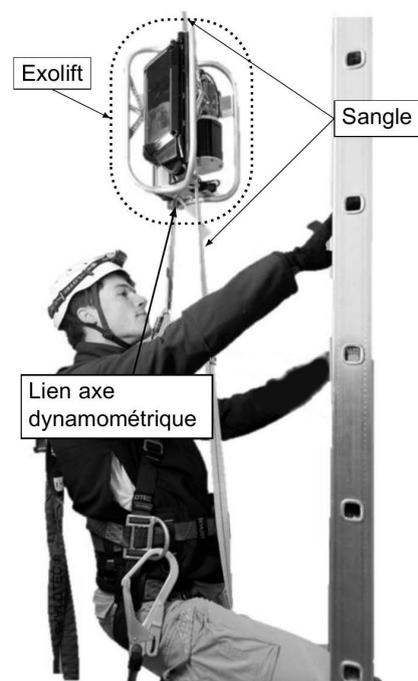


FIGURE 6 – Exolift utilisé sur une échelle

b) Analyse structurelle

D'une manière générale, l'Exolift utilise le phénomène d'adhérence entre la sangle et un galet motorisé. La sangle étant fixée à l'échelle, lorsque le galet va tourner, l'ensemble Exolift va alors se déplacer le long de la sangle et supporter une partie du poids de l'utilisateur à la montée, comme à la descente (figure 6).

Il est principalement constitué (figure 7) d'un cadre 1, d'un panneau de commande 2, d'une batterie 3, d'un moteur électrique 4, d'un réducteur avec renvoi d'angle 5 et d'un galet motorisé 6. Le panneau de contrôle/commande permet à l'utilisateur d'obtenir des informations sur l'état du système (par le biais de 5 leds multicolores) et d'envoyer des ordres de commande (marche/arrêt via un interrupteur, monter/descendre via une manette de commande, arrêt d'urgence...). L'Exolift comporte également un axe dynamométrique 7, permettant de mesurer l'action mécanique de l'utilisateur sur l'Exolift, et un capteur à effet Hall au niveau de l'arbre du moteur permettant de mesurer la vitesse angulaire du moteur (uniquement pour des questions de sécurité). Un capteur de fin de course est positionné aux extrémités de l'échelle afin de stopper l'Exolift. Enfin, une option sur l'Exolift permet de le renvoyer à vide en haut ou en bas de l'échelle afin qu'une autre personne puisse l'utiliser. Toutes ces commandes et informations sont traitées par une carte électronique embarquée qui se charge de générer la commande du moteur tout en assurant la sécurité de l'utilisateur.

Le diagramme de définition des blocs (figure 8) présente les différents sous-systèmes et composants de l'Exolift.

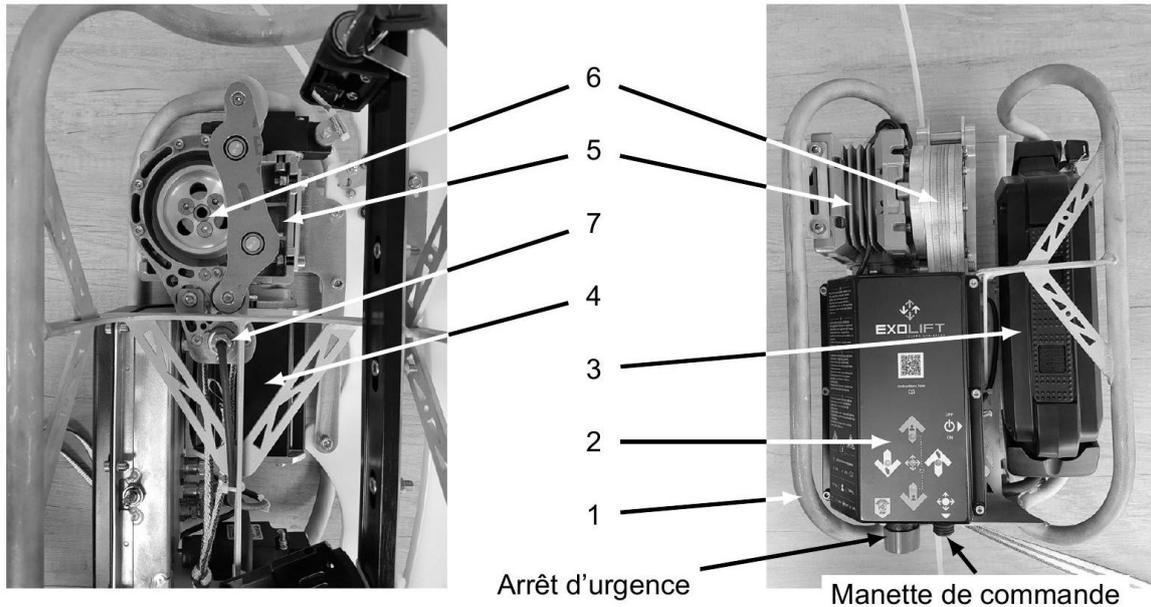


FIGURE 7 – À gauche, vue de l’Exolift suivant l’axe du galet (sans la batterie) ; à droite, vue de face avec la batterie

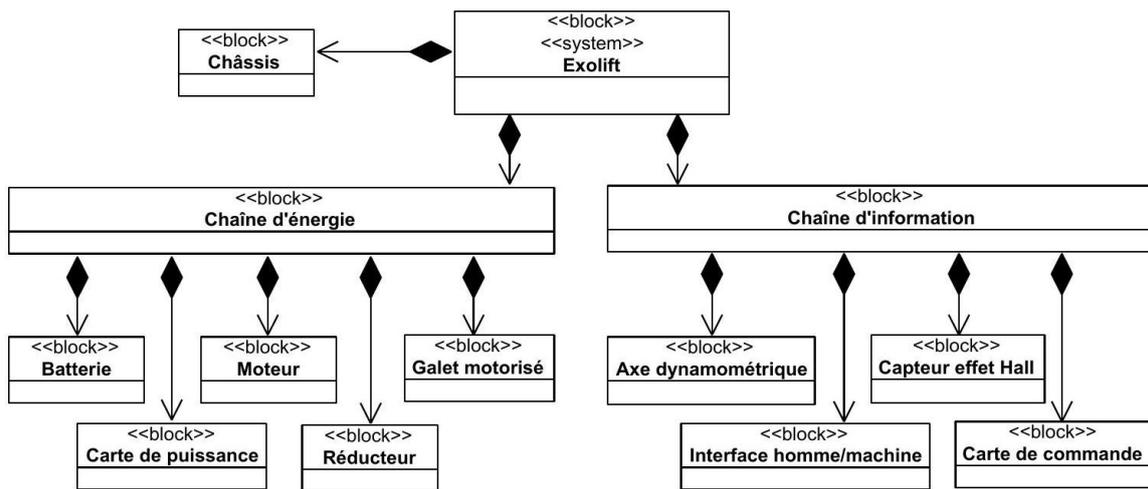


FIGURE 8 – Diagramme de définition des blocs partiel de l’Exolift

2 Étude de l’opération de pesée



Objectif 1 :

- Analyser le déroulement de la pesée initiale (exigence 1.3.3.1).

La commande de l’Exolift dépend du poids de l’utilisateur P_u . C’est pourquoi avant toute utilisation de l’Exolift, une opération de pesée est effectuée. Pendant cette opération, l’utilisateur doit se suspendre pendant au moins 3 secondes afin que l’axe dynamométrique puisse mesurer P_u . Cette valeur sera ensuite comparée à des valeurs limites de réglage (valeurs minimale notée F_{min} et maximale notée F_{max}) pour vérifier que la prise de mesure s’est exécutée correctement. Les diagrammes d’états suivants (figures 10 et 11) présentent la commande de l’Exolift permettant de réaliser la pesée, dont les évènements et actions sont précisés ci-dessous.

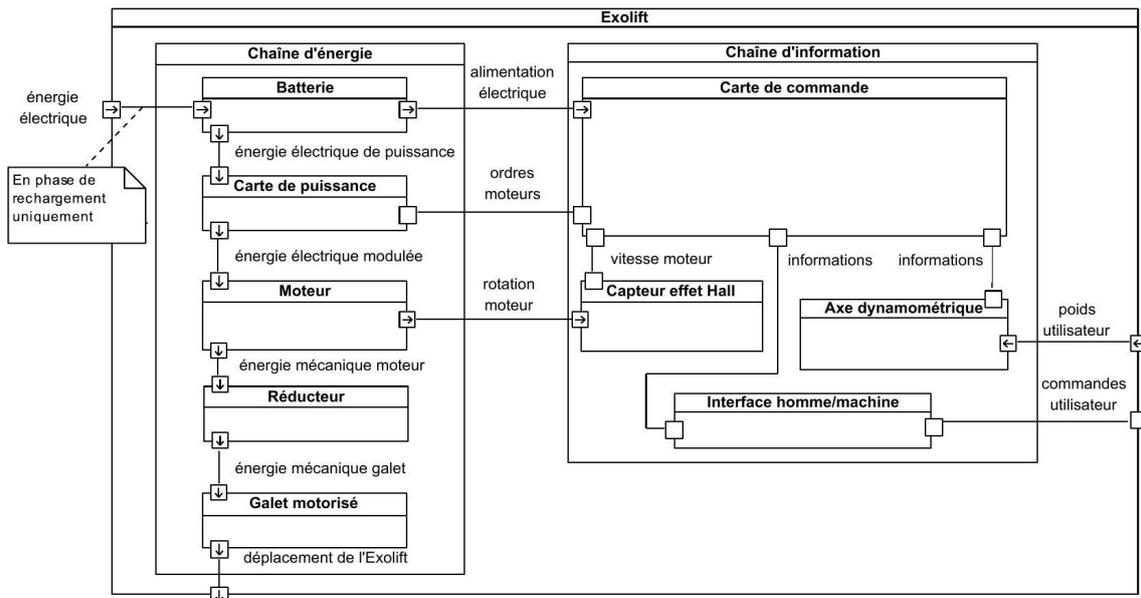


FIGURE 9 – Diagramme de blocs interne partiel de l'Exolift

a) Évènements

ON : l'Exolift est alimenté

OFF : l'Exolift est éteint

$P_{mes} = 0$: la pesée n'est pas encore faite

$P_{mes} = 1$: la pesée s'est bien déroulée

défaul=1 : la pesée ne s'est pas bien effectuée

$r = 1$: une demande de renvoi de l'Exolift a été effectuée

$m = 0$: la manette est relâchée (figure 7)

$m = 1$: la manette est enfoncée

$m = \text{haut}$: la manette est levée

$m = \text{bas}$: la manette est baissée

b) Actions

allumer une led : cette action est monostable, c'est-à-dire que lorsqu'elle n'apparaît pas dans un état, la led est éteinte. Les leds peuvent s'allumer en vert ou en rouge.

BIP : un BIP sonore est émis.

La durée des transitions est négligée et lorsque l'utilisateur se suspend sans toucher l'échelle, le poids mesuré P_u sera considéré comme compris entre F_{\min} et F_{\max} .

Le scénario étudié est le suivant :

- à $t = 0$ s, l'utilisateur appuie sur ON et se suspend;
- à $t = 1$ s, il enfonce la manette;
- à $t = 2$ s, il remonte sur l'échelle pour vérifier son matériel, la valeur moyenne mesurée de P_u sera donc inférieure à F_{\min} ;
- à $t = 5$ s, il se suspend;
- à $t = 8$ s, il enfonce la manette;
- à $t = 12$ s, il remonte sur l'échelle.

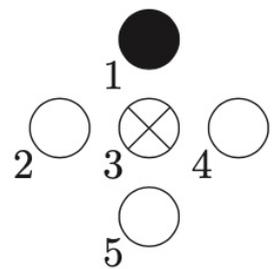
Q 10 : Compléter le DR2 en indiquant, pour chaque instant, les leds allumées ainsi que les valeurs de P_{mes} et défaut.

instants	$t = 0\text{ s}$	$t = 1\text{ s}$	$t = 2\text{ s}$	$t = 3\text{ s}$	$t = 4\text{ s}$
leds					
Pmes	0	0			
défaut	0	0			

instants	$t = 5\text{ s}$	$t = 6\text{ s}$	$t = 7\text{ s}$	$t = 8\text{ s}$	$t = 9\text{ s}$
leds					
Pmes					
défaut					

instants	$t = 10\text{ s}$	$t = 11\text{ s}$	$t = 12\text{ s}$	$t = 13\text{ s}$	$t = 14\text{ s}$
leds					
Pmes					
défaut					

Pour remplir les couleurs des leds allumées, noircir les leds allumées en vert, faire une croix sur celles allumées en rouge et ne pas modifier les leds éteintes. L'exemple ci-contre représente le cas où la led 1 est allumée en vert, la led 3 est allumée en rouge et les autres leds sont éteintes.



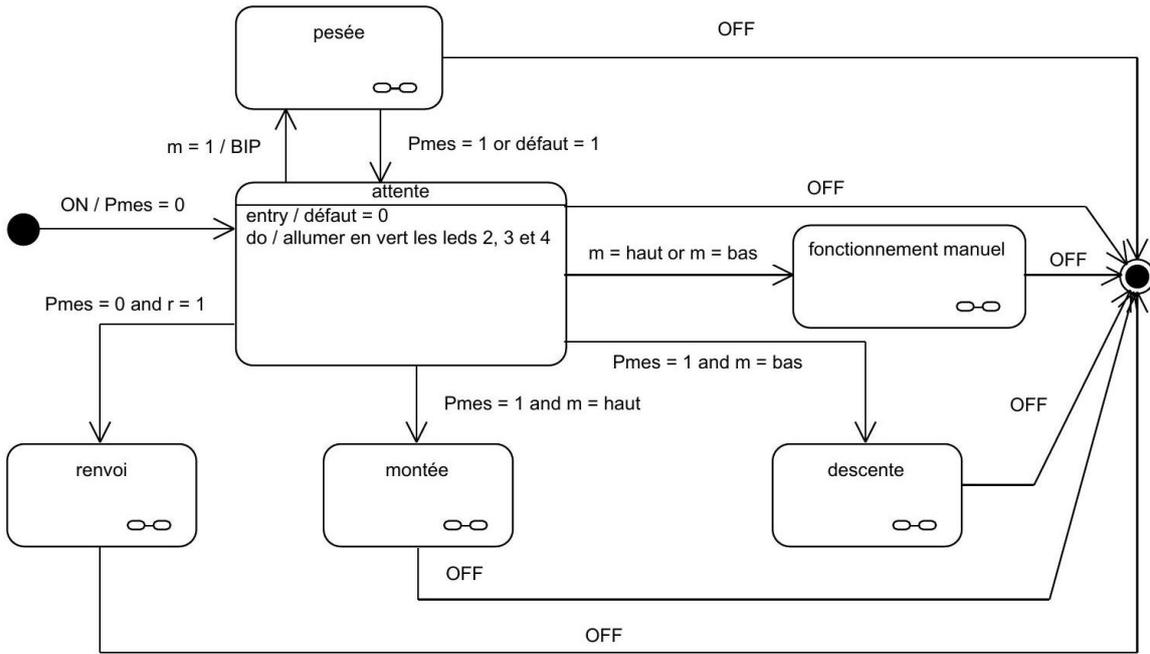


FIGURE 10 – Diagramme d'états de la commande de l'Exolift

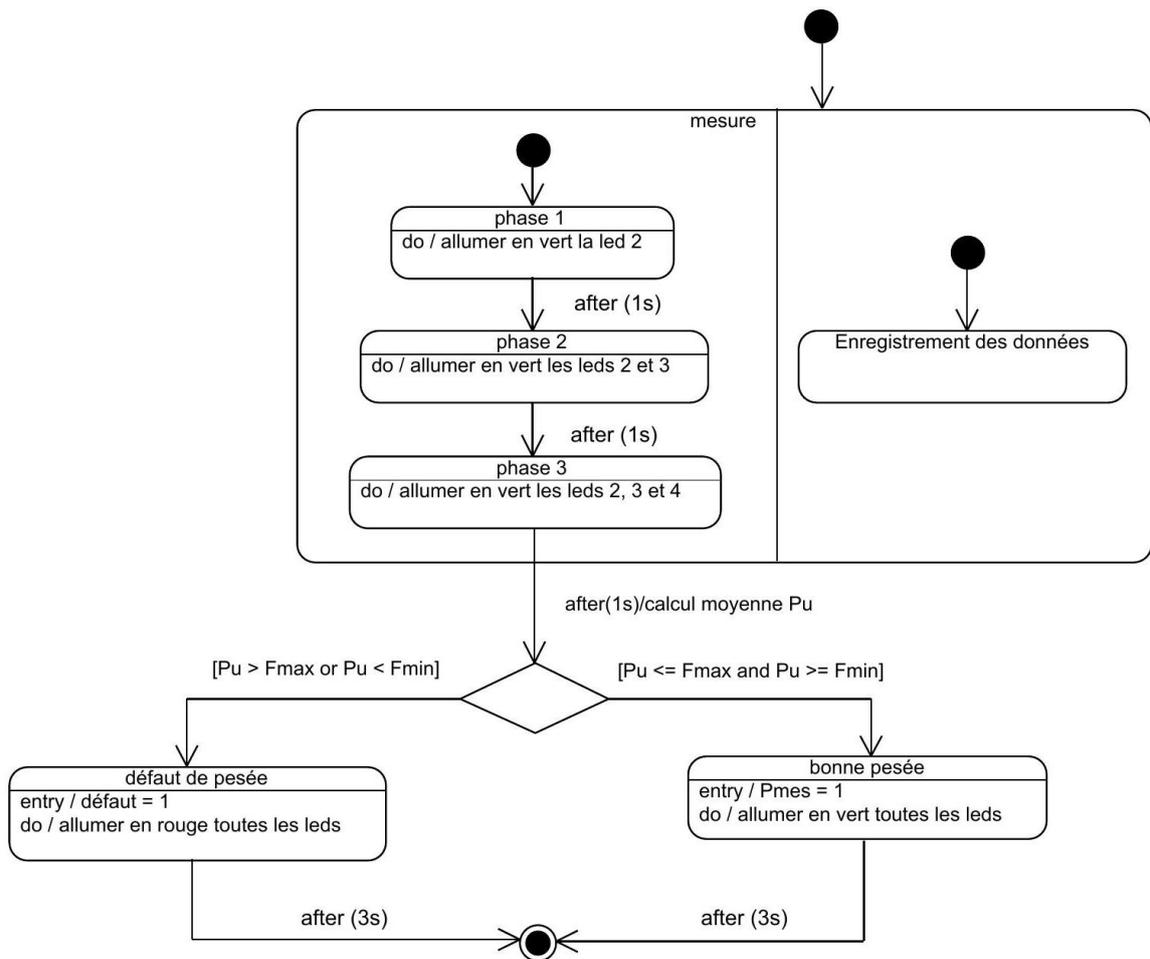


FIGURE 11 – Diagramme d'états de l'état composite pesée

3 D6 - Diagramme d'exigences extrait du cahier des charges de l'Exolift

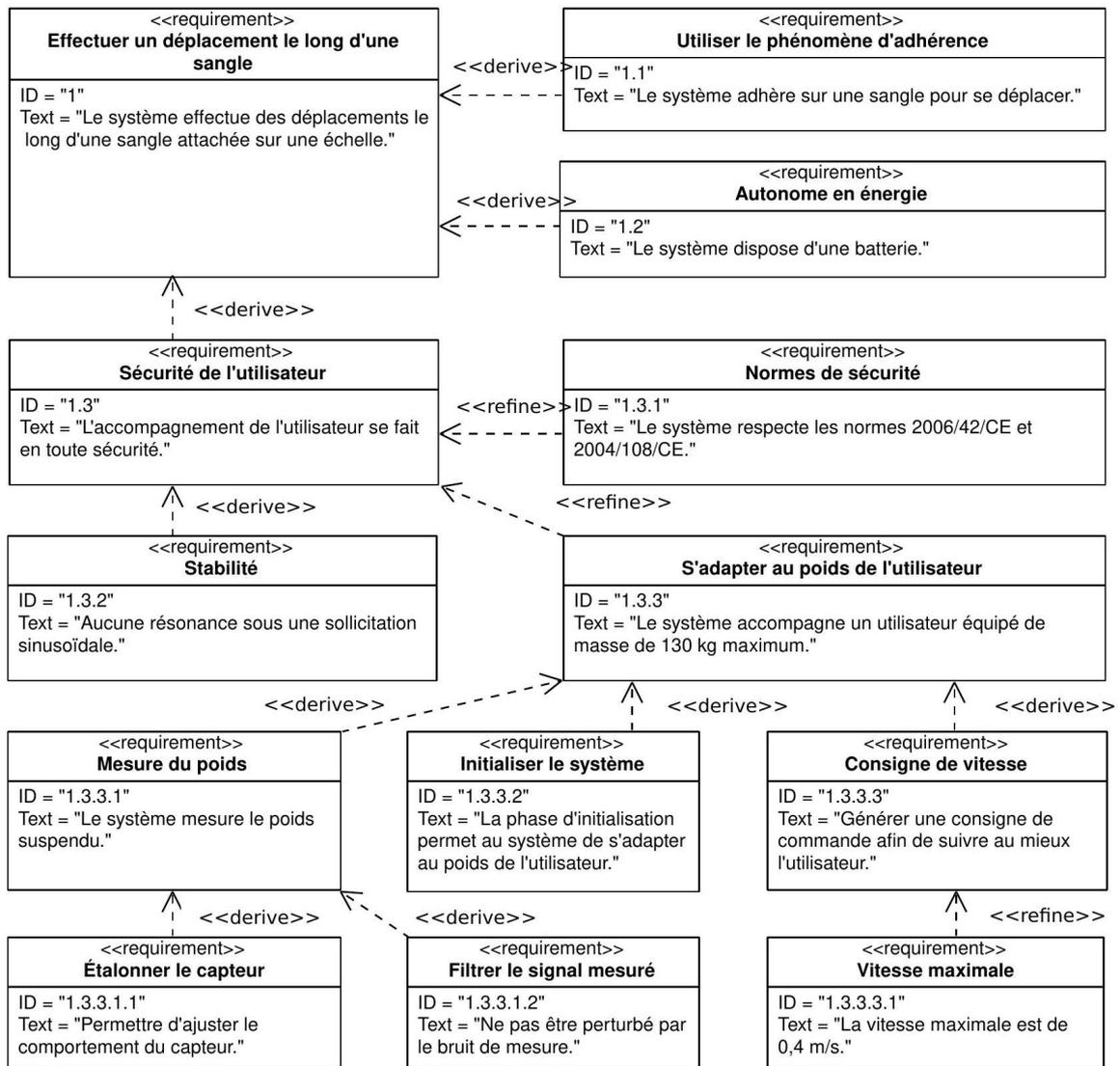


FIGURE 12 – Diagramme d'exigences extrait du cahier des charges de l'Exolift

Corrigé

Exercice 1 : Quiz sur les diagrammes d'états

Q 1 : L'heure affichée est 18h57 au lancement on souhaite afficher 20h, pour cela on réalise la séquence suivante :

- A : set, set,inc,inc,set,inc,inc,inc,set
- B : set,inc,inc,set,inc,inc,inc,set
- C : set, set,inc,inc,inc,set,inc,inc,set ,set
- D : inc,set,set,inc,set,set,set,inc

B : set,inc,inc,set,inc,inc,inc,set VRAI C'est la séquence normale de réglage. Pour la séquence

C : set, set,inc,inc,inc,set,inc,inc,set ,set

Elle ne fonctionnerait que si on attend plus de 5 secondes avant le 3e set comme ce n'est pas précisé la séquence n'est pas valide.

Q 2 : Quelle heure sera affichée à la fin de la séquence ?

- A : 21h01
- B : 18h57
- C : 21h59
- D : 22h01

C : 21h59 VRAI

Q 3 : La lampe est allumée depuis plus d'une heure, l'utilisateur bascule l'interrupteur de luminosité sur Off =!On. Il appuie successivement 3 fois sur le pied en moins de 2 s.

Quelle est la suite des états actifs ?

- A : 2 - 3 - 5 - 4 - 1
- B : 4 - 1 - 3 - 5 - 4
- C : 6 - 1 - 3 - 5 - 4
- D : 6 - 1 - 2 - 5 - 4

C : 6 - 1 - 3 - 5 - 4 VRAI

Q 4 : Préciser les deux transitions (transition1 et transition2) du diagramme.

- A :
 - transition1=touche[lux=<400]
 - transition2=touche[lux>400]
- B :
 - transition1=touche[lux>400]
 - transition2=touche[lux=<400]
- C :
 - transition1=touche[lux<400]
 - transition2=touche[lux>400]
- D :
 - transition1=lux=<400[touche]
 - transition2=lux>400[touche]

A : VRAI

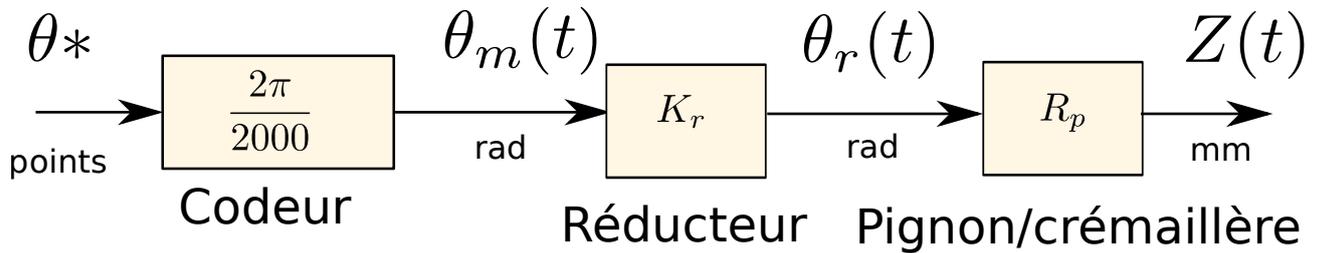
Exercice 2 : Etude d'un automate d'exploration de l'hémastase par chronométrie

1 Étude d'un automate d'exploration de l'hémastase par chronométrie

Q 5 : Calculer les erreurs de mesure de Z_0 dues à l'échantillonnage d'une part et à la conversion analogique nu-

mérique du codeur incrémental d'autre part. En déduire l'erreur maximale de position notée ΔZ_{mes} . Cette erreur est-elle compatible avec le cahier des charges?

- Erreur due à la conversion analogique numérique :
On modélise la chaîne d'acquisition comme le schéma ci-dessous :



Ainsi la résolution de la chaîne d'acquisition (res en mm/pt) est donnée par :

$$res = \frac{Z(t)}{\theta^*} = R_p \cdot K_r \cdot \frac{2\pi}{2000} = 1,6 \times 10^{-3} mm/pt < 1mm$$

- Erreur due à l'échantillonnage :
l'erreur due à l'échantillonnage est directement due à la vitesse de déplacement. On se place dans le cas le plus défavorable c'est à dire que la vitesse de déplacement maximum est constante et maximale (N_{maxi}) :

$$\frac{dZ(t)}{dt} = R_p \cdot \omega_r(t) = R_p \cdot K_r \cdot \omega_m = R_p \cdot \omega_r(t) = R_p \cdot K_r \cdot \frac{N_{maxi} \cdot 2\pi}{60}$$

On considère la vitesse comme étant constante sur une période d'échantillonnage (T_e) et donc :

$$\frac{dZ(t)}{dt} = \frac{\Delta Z}{T_e}$$

d'où :

$$\Delta Z = T_e \cdot R_p \cdot K_r \cdot \frac{N_{maxi} \cdot 2\pi}{60} = 2,26mm > 1mm$$

Ainsi avec le critère reposant sur l'échantillonnage le cahier des charges n'est pas vérifié.

Q 6 : Calculer la nouvelle erreur maximale de position $\Delta Z'_{mes}$ avec l'application de cette nouvelle procédure. Donner l'erreur de volume correspondante.

On ne se préoccupe ici que de modifier l'erreur d'échantillonnage puisque celle due à la quantification était correcte.

On calcule $\Delta Z'_{mes}$ en remplaçant N_{maxi} par N_{lent}

$$\Delta Z = T_e \cdot R_p \cdot K_r \cdot \frac{N_{lent} \cdot 2\pi}{60} = 0,82mm < 1mm$$

Le cahier des charges est bien respecté.

On obtient une erreur de volume de :

$$\Delta V = Z'_{mes} \frac{\pi D_f^2}{4} = 144mm^3$$

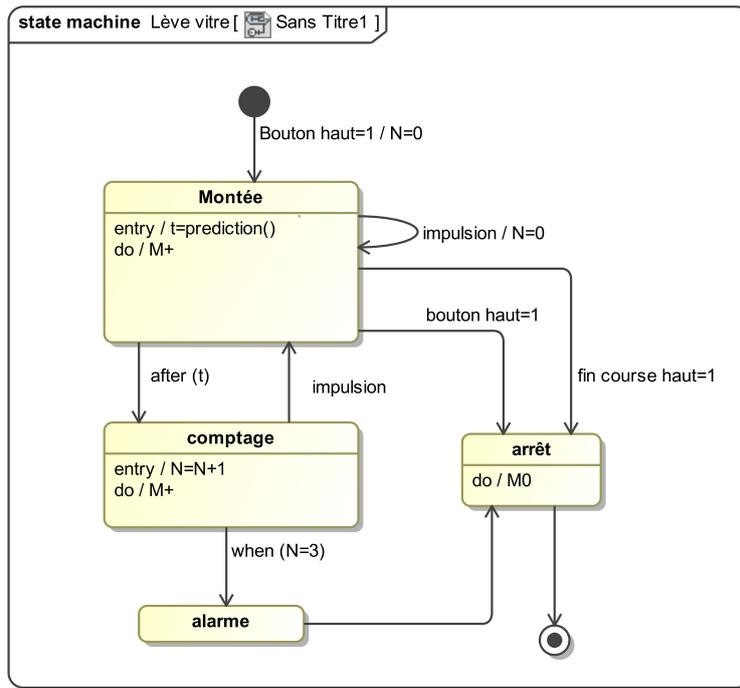
Q 7 : Faire une synthèse des choix qui ont été faits pour satisfaire le critère de précision du volume prélevé.

Dans un premier temps choix d'un correcteur PI pour respecter la précision de positionnement de l'aiguille. Dans un second temps, utilisation d'un moteur permettant d'avoir une vitesse d'approche rapide puis une vitesse de descente lente

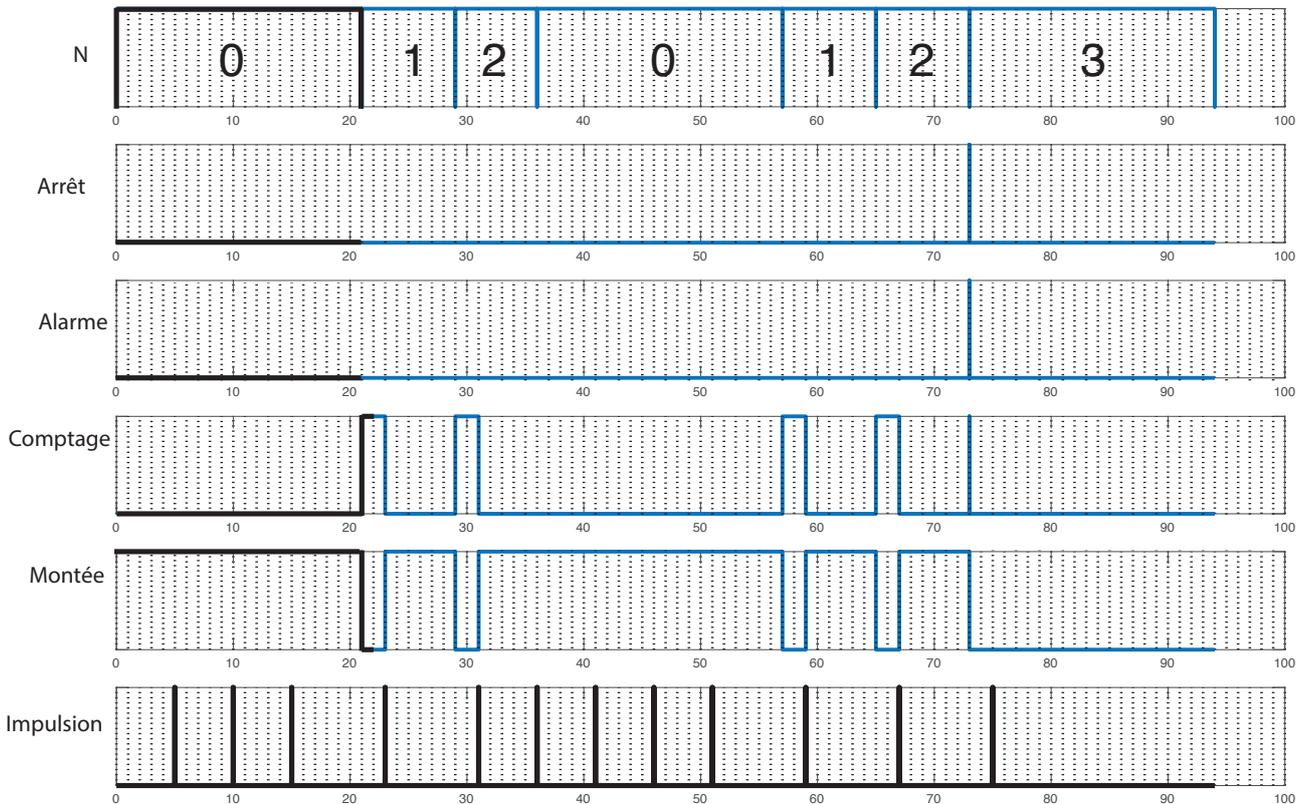
Exercice 3 : Système de commande d'un lève vitre électrique

2 Corrigé : Lève vitre électrique

Q 8 : Donner l'expression des deux conditions notées « t1 » et « t2 » permettant de passer de l'état "montée" à l'état "arrêt" directement.

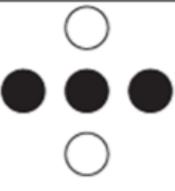
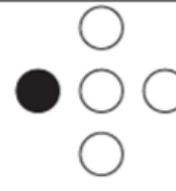
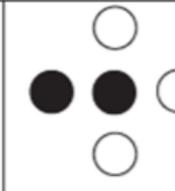
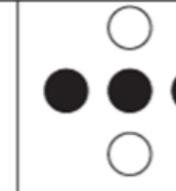


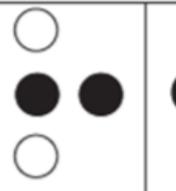
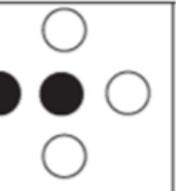
Q 9 : Compléter le chronogramme (figure 5) en indiquant par des créneaux les durées pendant lesquelles un état est activé et l'évolution du contenu de la variable N. La durée de l'alarme et de l'arrêt est supposée très faible et sera représentée par un dirac (une impulsion).

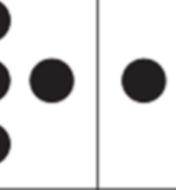
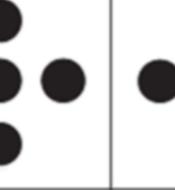
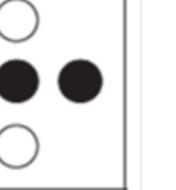


Exercice 4 : Exolift, système d'aide à la montée d'échelle au sein d'un parc éolien

Q 10 : Compléter le DR2 en indiquant, pour chaque instant, les leds allumées ainsi que les valeurs de Pmes et défaut.

instants	$t = 0\text{ s}$	$t = 1\text{ s}$	$t = 2\text{ s}$	$t = 3\text{ s}$	$t = 4\text{ s}$
leds					
Pmes	0	0	0	0	0
défaut	0	0	0	0	1

instants	$t = 5\text{ s}$	$t = 6\text{ s}$	$t = 7\text{ s}$	$t = 8\text{ s}$	$t = 9\text{ s}$
leds					
Pmes	0	0	0	0	0
défaut	1	1	0	0	0

instants	$t = 10\text{ s}$	$t = 11\text{ s}$	$t = 12\text{ s}$	$t = 13\text{ s}$	$t = 14\text{ s}$
leds					
Pmes	0	1	1	1	1
défaut	0	0	0	0	0