



C1 : PERFORMANCES STATIQUES ET CINÉMATIQUES DES SYSTÈMES COMPOSÉS DE CHAÎNE DE SOLIDES

## TD 20 - Modélisation des systèmes à évènements discrets (C9-2)

15 Juin 2021

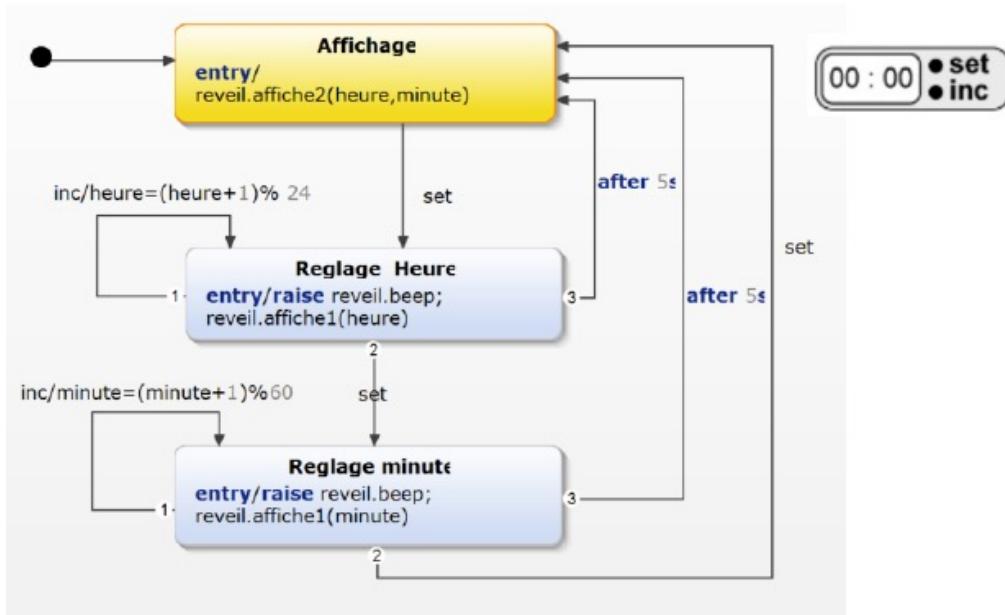
### Compétences

- Analyser;** Appréhender les analyses fonctionnelle et structurelle : Architectures fonctionnelle et structurelle : diagrammes de définition de blocs; chaîne directe; système asservi; commande
- Analyser;** Caractériser des écarts : Identification des écarts
- Modéliser;** Identifier et caractériser les grandeurs physiques : Quantification des écarts
- Modéliser;** Proposer un modèle de connaissance et de comportement : Interprétation des écarts obtenus
- Expérimenter;** Mettre en oeuvre un protocole expérimental : Flux de matière; Flux d'information
- Concevoir;** Concevoir : Systèmes à évènements discrets : Chronogramme

### 1 Quiz

#### 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.

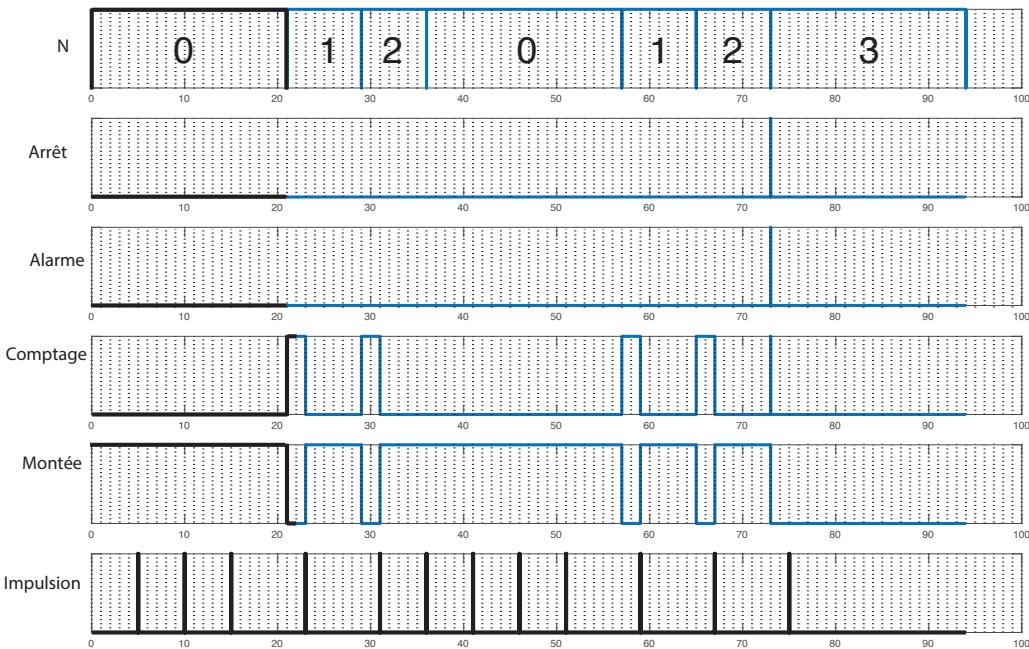
**Q 1 : L'heure affichée est 18h57 au lancement on souhaite afficher 20h, pour cela on réalise la séquence suivante :**



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.

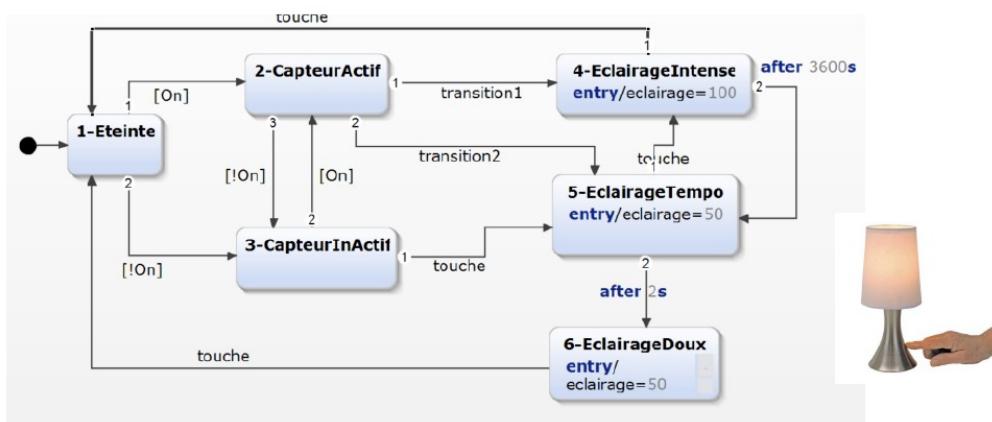
À la mise sous tension, la lampe est éteinte. Un interrupteur permet de prendre en compte la luminosité ambiante s'il est appuyé.

- 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 *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]

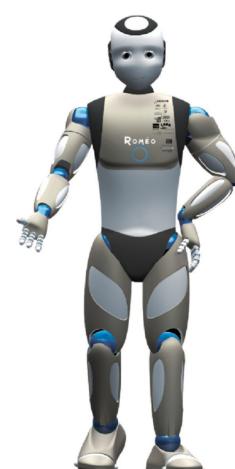
## 2 Robot Roméo

### a) Présentation

Roméo est un robot humanoïde d'assistance à la personne en perte d'autonomie. Il est capable d'intervenir sur les objets du quotidien (ouvrir et fermer une porte, manipuler un verre, une bouteille, un trousseau de clés...). Il peut également aider une personne à se déplacer à domicile et lui porter secours en cas de chute.

Au-delà de ses capacités physiques, Roméo offre une interface homme-machine très intuitive : la voix et les gestes sont les principaux moyens de communication avec le robot qui est capable de comprendre ce qu'on lui dit, d'entretenir un court dialogue et même de percevoir les intentions et les émotions de son interlocuteur pour en déduire les actions qu'il doit mettre en oeuvre.

Le cahier des charges est modélisé à l'aide du diagramme des exigences partiels donné sur la figure 1.



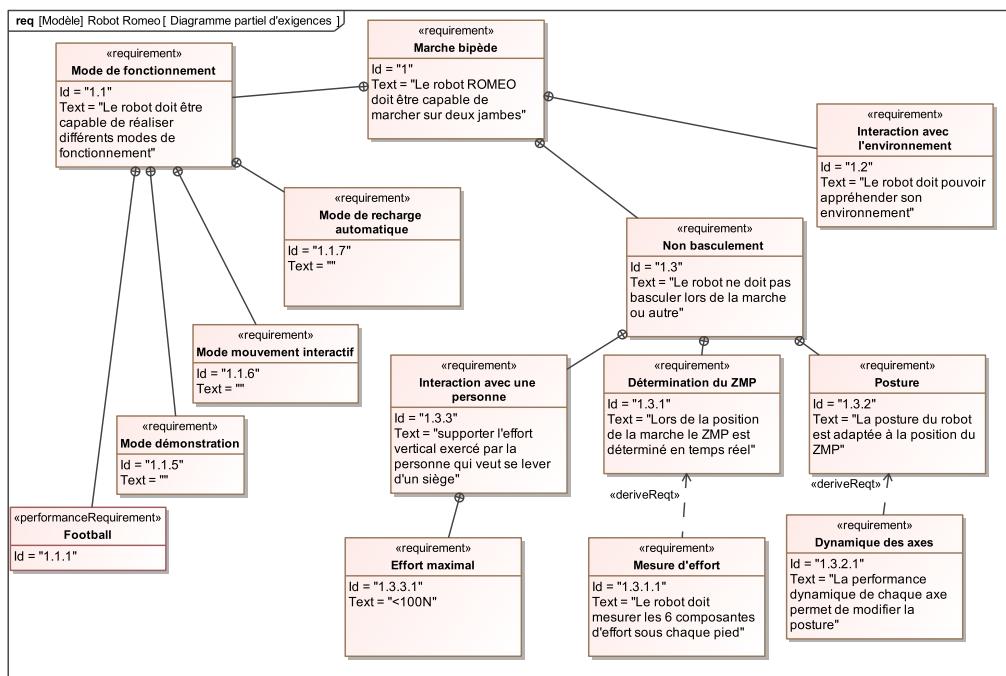


FIGURE 1 – Diagramme des exigences partiel du robot ROMEO

### b) Description structurelle

Le robot Roméo mesure 1,43 m. Cette petite taille permet de limiter son poids à environ 40 kg (batteries incluses) et donc d'être moins dangereux pour ses propres articulations et pour les personnes qui l'entourent. Ses proportions sont similaires à un individu de corpulence moyenne.

Concernant sa motricité, il est doté de :

- 4 actionneurs au niveau du cou,
- 6 actionneurs dans chaque jambe,
- 7 actionneurs dans chaque bras,
- 1 articulation élastique passive sur chaque pied.

Au total, Roméo est composé de 32 moteurs à courant continu, répartis dans 4 catégories de puissances différentes (11 W, 20 W, 60 W, 150 W).

Ses yeux sont aussi motorisés afin de modifier leurs orientations et ainsi augmenter leur champ visuel.

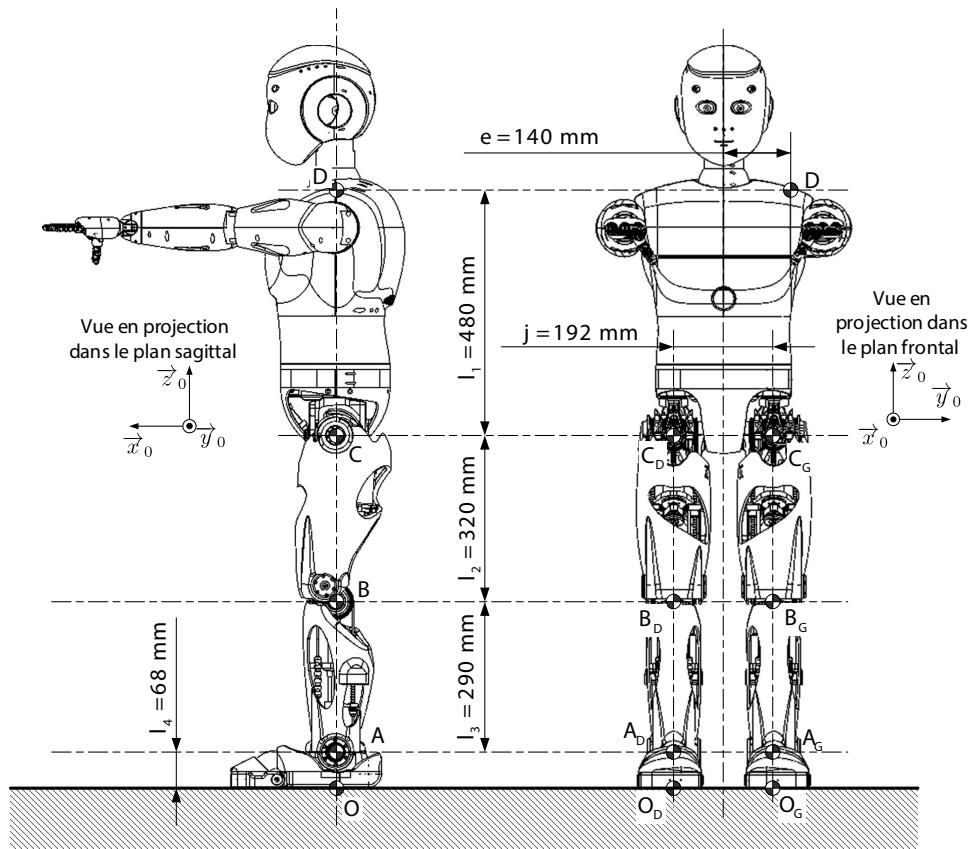


FIGURE 2 – Paramétrage dimensionnel du robot

### c) Scénario d'assistance

L'étude suivante concerne le robot dans une phase d'assistance spécifique consistant à aider une personne à se lever de sa chaise. Le protocole se décompose en ces termes :

Appel vocal ou électronique du robot	Roméo se rapproche et se positionne correctement pour aider la personne	Roméo adapte la hauteur de son épaule grâce à une génuflexion
La personne pose une main sur l'épaule de Roméo pour s'aider de cet appui	Roméo contrôle ses articulations pour assurer son équilibre tout en soutenant l'effort de la personne	

#### d) Modélisation séquentielle du robot

##### Objectif 1 :

Dans cette partie on se propose de modéliser le comportement séquentiel du robot à l'aide d'un diagramme à d'état pour traduire le comportement de l'exigence 1.1.1 de la figure 1.

On donne le diagramme d'état du robot romeo sur la figure 3.

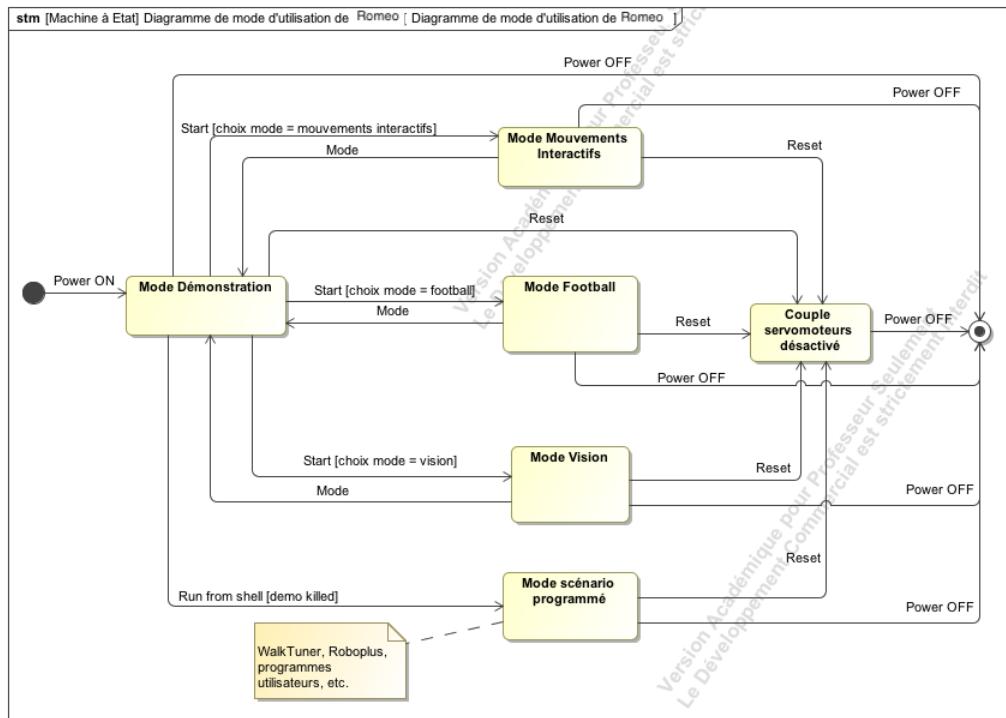


FIGURE 3 – Diagramme d'état du robot romeo.

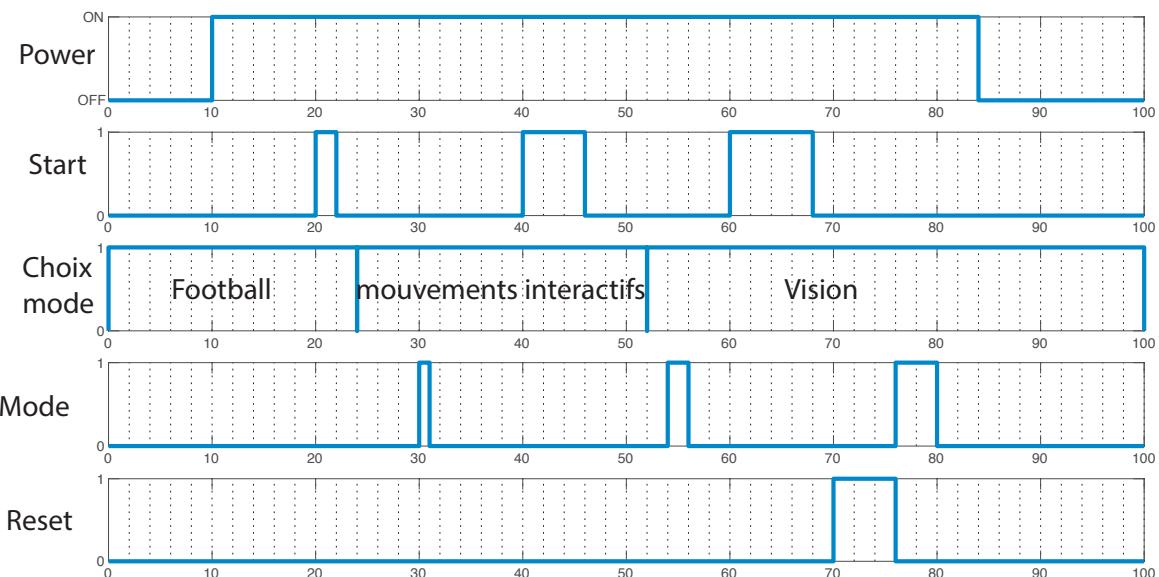
Le système possède 4 entrées tout ou rien :

- POWER;
- Start;
- Mode;
- Reset.

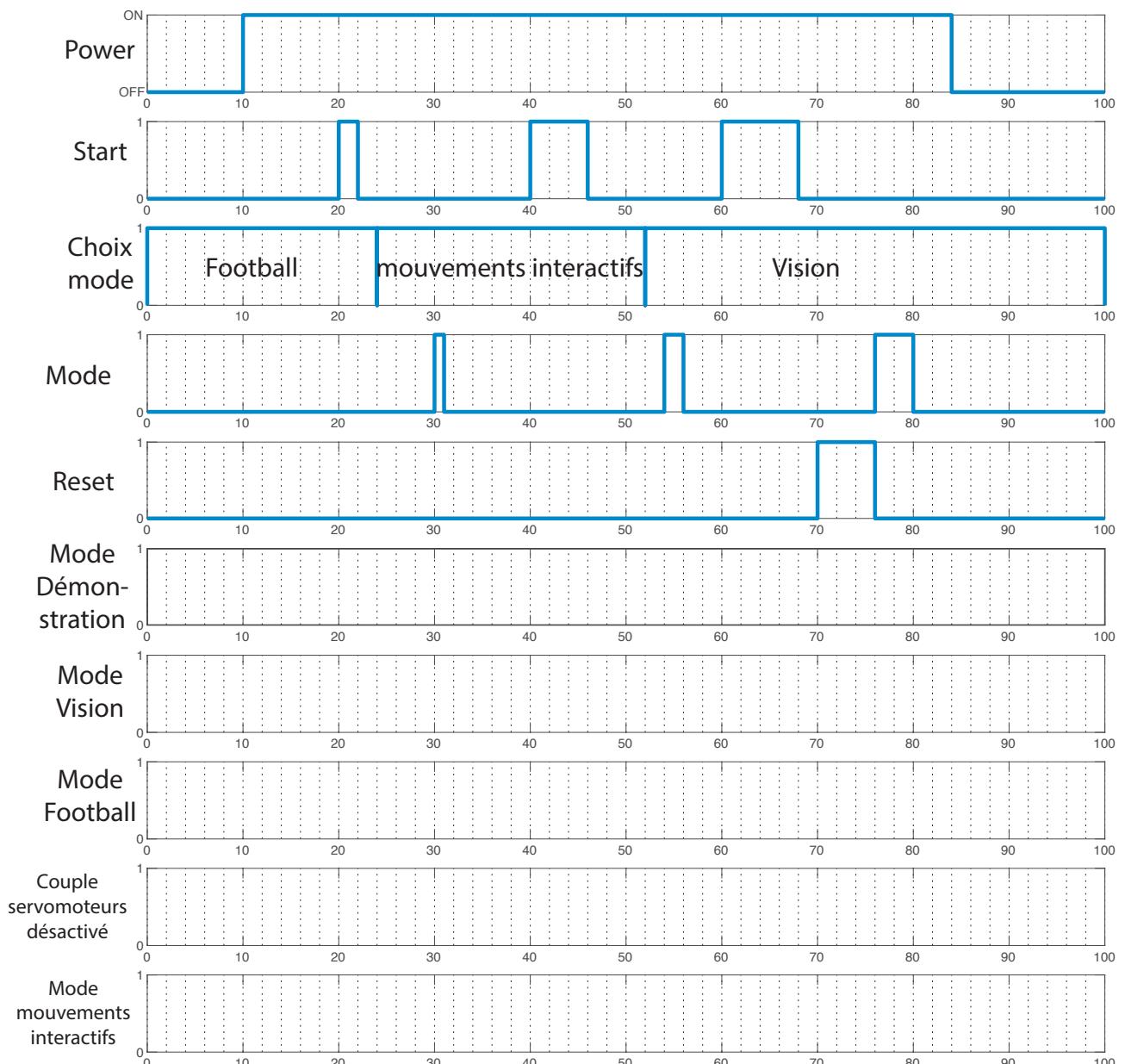
L'entrée "Choix Mode" permet de définir de mode d'évolution du robot et peut correspondre à :

- Football;
- Mouvements interactifs;
- Vision.

On donne ci-dessous le chronogramme décrivant un scénario d'évolution des différentes entrées du système.



**Q 5 : Remplir la chronogramme traduisant le comportement du diagramme d'état permettant de décrire l'activation des différents états du système.**



### 3 Lève vitre électrique

#### a) 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 prédefinie. 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 automatiquement pour éviter que le système blesse un occupant. Dans ce mode de fonctionnement l'utilisateur peut également arrêter l'ouverture de la vitre en réappuyant sur l'interrupteur.

Le diagramme des exigences de la figure 4 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.

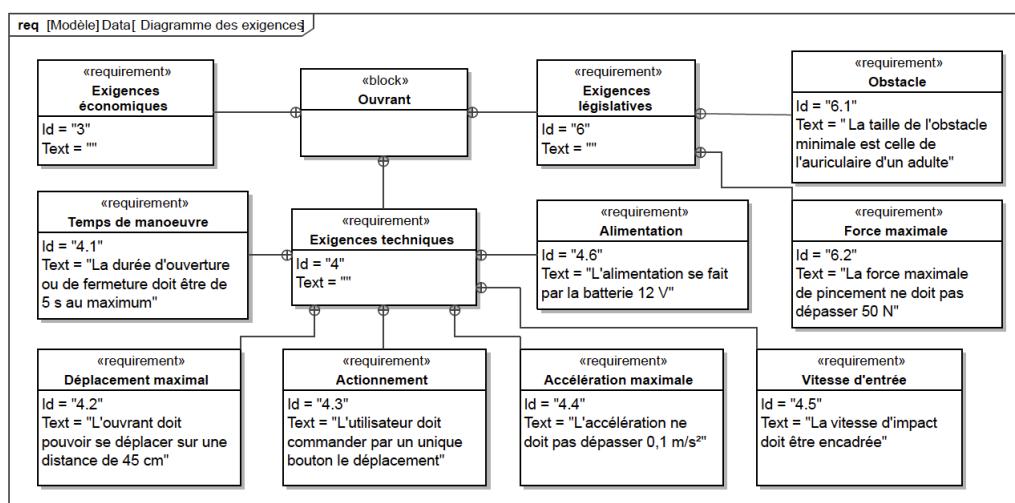
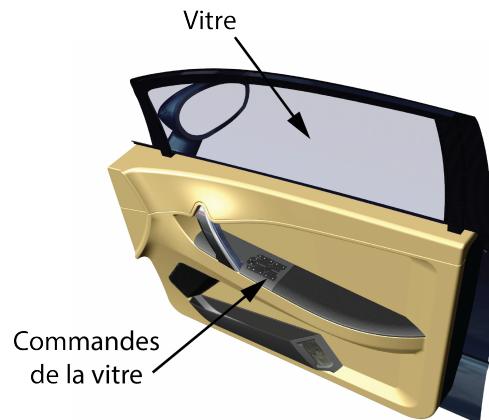


FIGURE 4 – Diagramme des exigences du lève-vitre électrique

#### b) 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 5). 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 prévu, 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 prévu. Cet algorithme est résumé sur la figure 6 pour lequel :

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

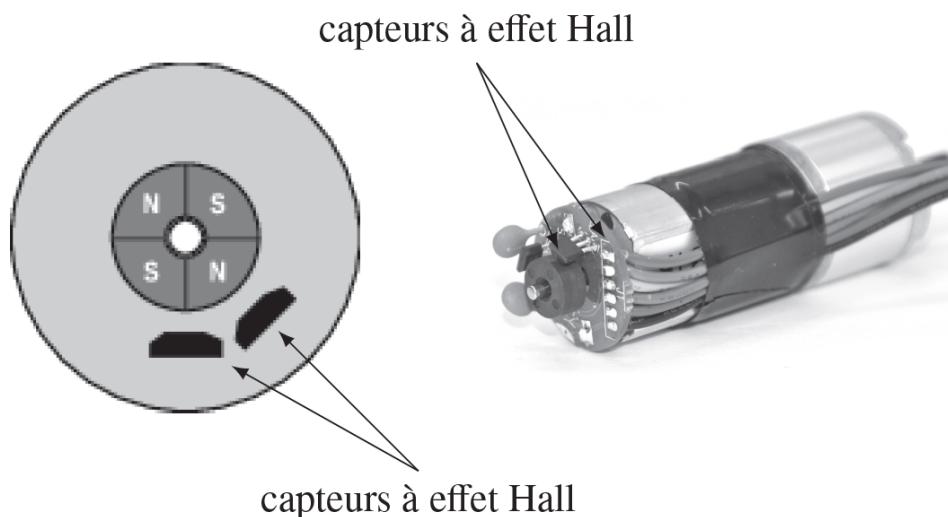


FIGURE 5 – Principe d'un capteur à effet Hall

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

**Q 7 : Compléter le chronogramme (figure 7) 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).**

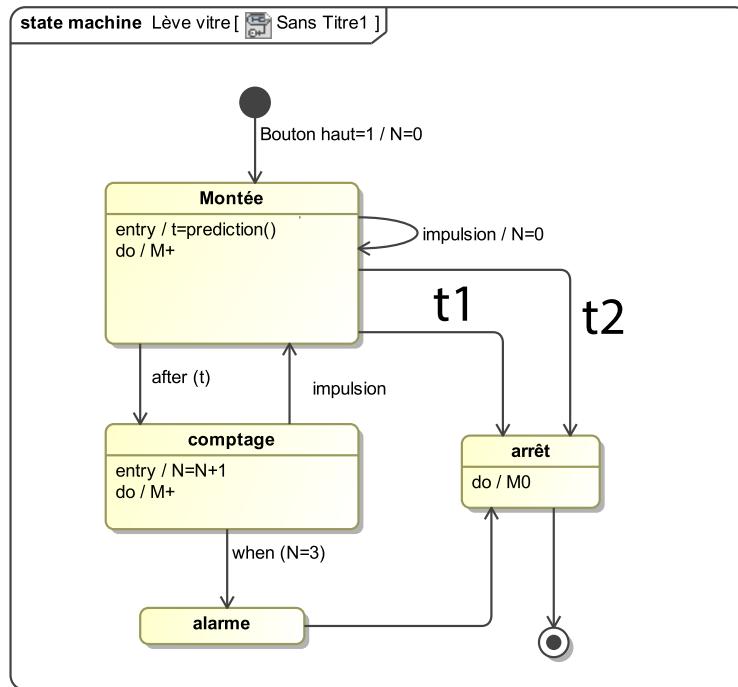


FIGURE 6 – Diagramme d'état de l'algorithme en version simplifiée

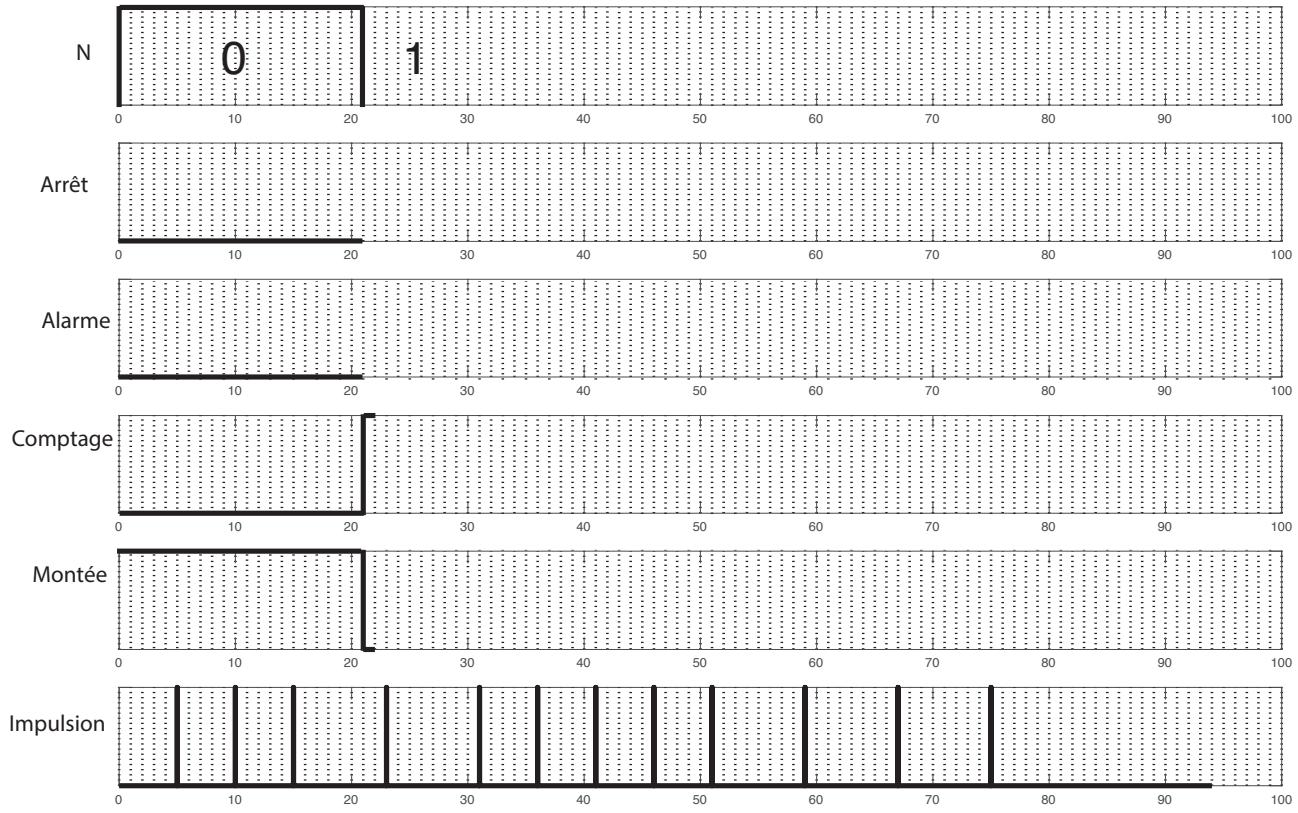


FIGURE 7 – Chronogramme