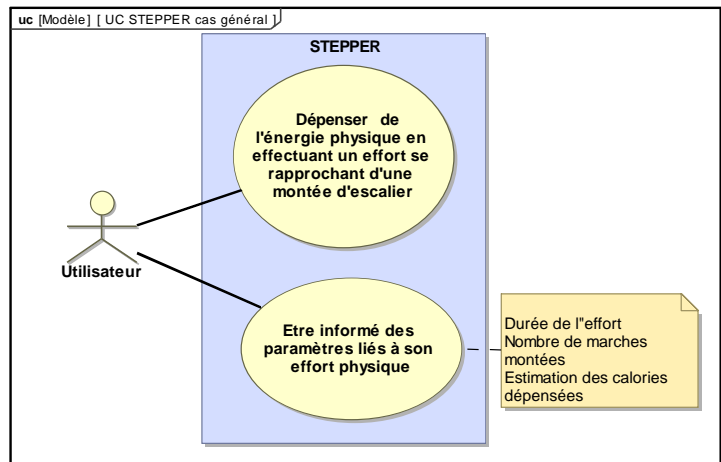


## PRÉSENTATION DU STEPPER

Au sens de l'OMS, la santé est un état de bien-être physique, mental et social. Le sport contribue à maintenir ce bon état de santé. L'accès à une pratique sportive pour tous est un enjeu primordial pour notre société.

Le sujet porte sur l'étude d'un stepper qui se pratique en salle ou à domicile. L'entraînement efficace réalisé par le stepper est une pratique reconnue pour l'amélioration de l'état de santé.



Le stepper est un appareil qui reproduit à l'infini le mouvement effectué quand on monte des marches sans les à-coups habituels. Idéal pour se muscler jambes et fessiers et se maintenir en bonne condition physique.

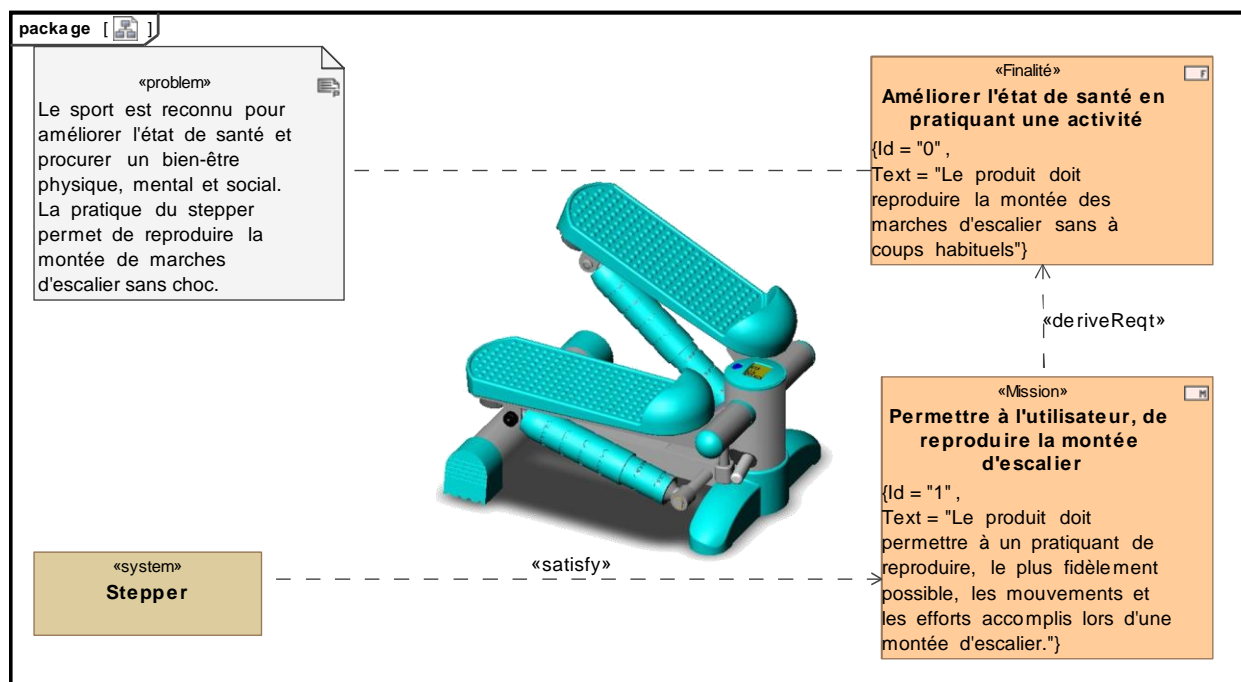


Figure 1 : mission et cas d'utilisation du stepper

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :  
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

1.1

## EXERCICE 1 - ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DU STEPPER

**Problématique** : pour reproduire une hauteur de marche franchie plus importante, le constructeur du stepper envisage d'augmenter le débattement angulaire des pédales tout en conservant les vérins amortisseurs actuellement utilisés. Cette modification est-elle possible ?

Le stepper est constitué de deux ensembles {pédale 3 + vérin amortisseur 1,2} identiques implantés symétriquement sur un châssis 0. La réponse à la problématique nécessite l'étude d'un seul de ces deux ensembles comme l'illustre la figure 2.

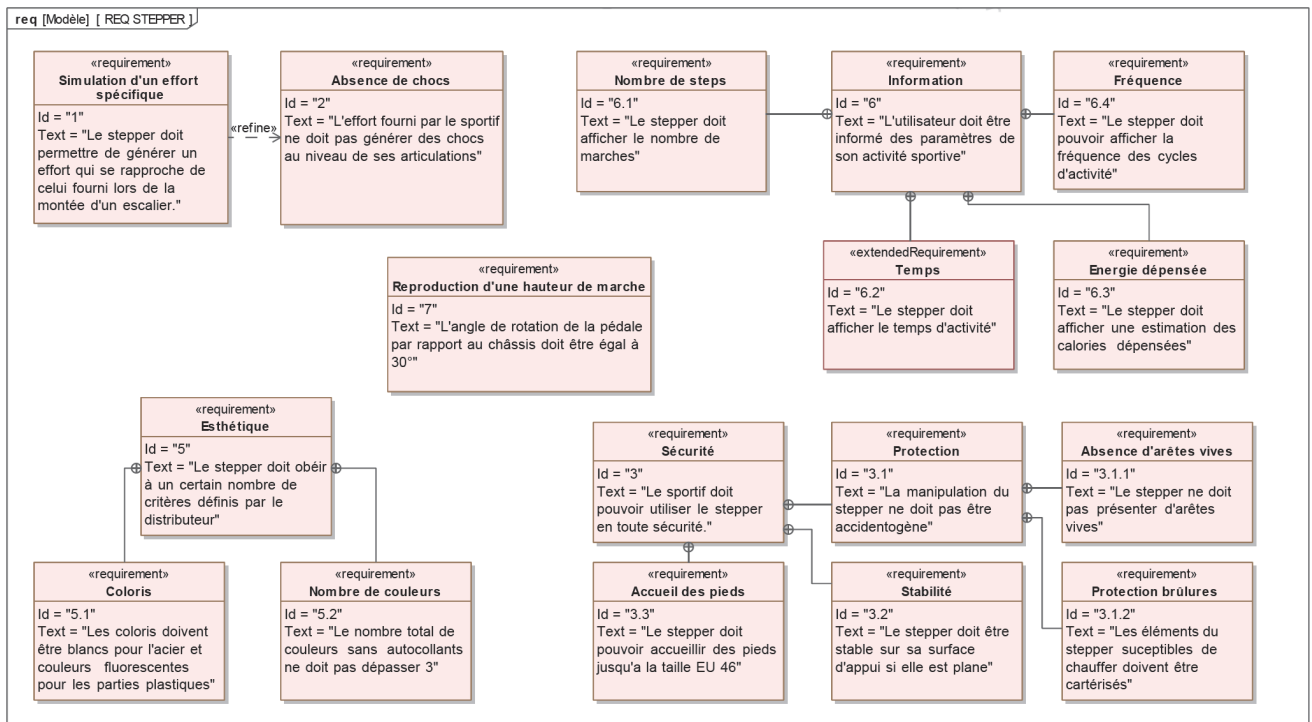
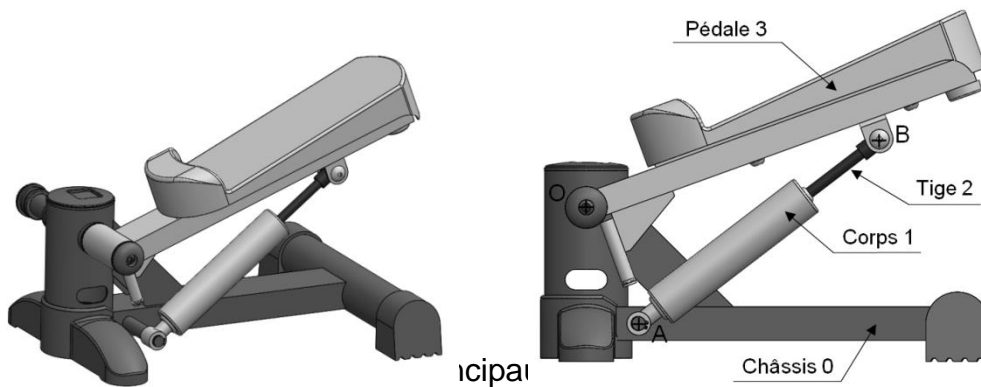


Figure 3 : diagramme des exigences

### Modélisation cinématique et paramétrage du système :



On associe le repère fixe  $R_0=(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  au châssis 0, le repère  $R_1=(A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  au corps 1 et le repère  $R_3=(O, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$  à la pédale 3.

$\alpha_1(t)$  : paramètre de position du corps 1 par rapport au châssis 0.

$\alpha_3(t)$  : paramètre de position de la pédale 3 par rapport au châssis 0.

$\lambda(t)$  : paramètre de position de la tige 2 par rapport au corps 1.

On donne les caractéristiques géométriques suivantes :

$$\vec{OB} = x_B \cdot \vec{x}_3 + y_B \cdot \vec{y}_3 \quad \vec{AB} = \lambda(t) \cdot \vec{x}_1 \quad \vec{OA} = x_A \cdot \vec{x}_0 + y_A \cdot \vec{y}_0$$

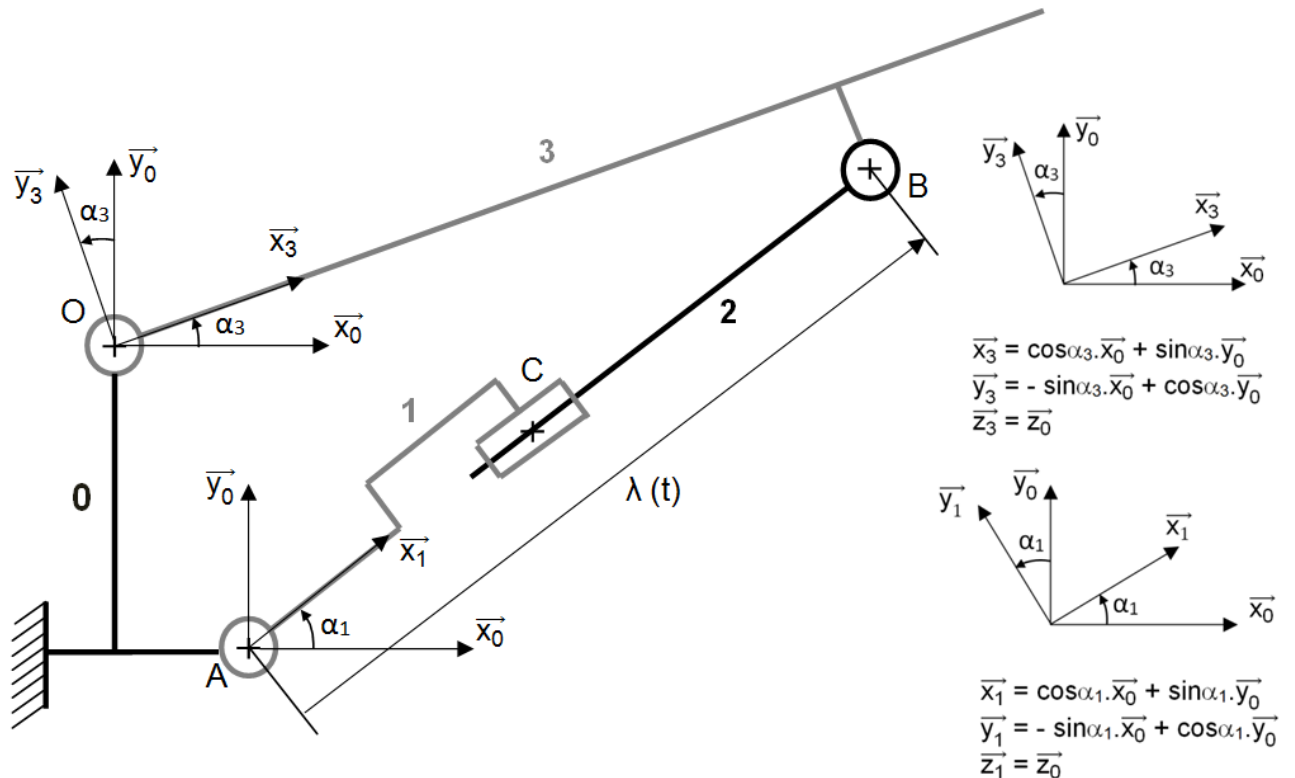


Figure 4 : schéma cinématique du stepper

**Question 1-1** Citer l'exigence du cahier des charges concernant l'angle de rotation de la pédale par rapport au châssis.

**Question 1-2** Compléter le tableau du document réponse DR1 en spécifiant le nom ainsi que la caractéristique géométrique de chacune des liaisons figurant sur le schéma cinématique.



La structure cinématique du stepper correspond à une chaîne fermée de solides pour laquelle il est possible de déterminer la loi d'entrée sortie géométrique par une technique dite de « fermeture géométrique ».

**Question 1-3** *En s'appuyant sur la problématique énoncée et sur la modélisation cinématique proposée, identifier le paramètre d'entrée et le paramètre de sortie du système, puis exprimer la relation vectorielle traduisant la fermeture géométrique de la chaîne de solides passant par les points O, A et B.*

**Question 1-4** *En exploitant les projections sur les axes  $\vec{x}_0$  et  $\vec{y}_0$  de la relation vectorielle exprimée à la question 1.3, retrouver la loi d'entrée-sortie  $\lambda(t)$  en fonction de  $\alpha_3(t)$  et des paramètres géométriques constants  $x_A$ ,  $y_A$ ,  $x_B$  et  $y_B$  :*

$$\lambda(t) = \sqrt{(x_B \cdot \cos \alpha_3 - y_B \cdot \sin \alpha_3 - x_A)^2 + (x_B \cdot \sin \alpha_3 + y_B \cdot \cos \alpha_3 - y_A)^2}$$

L'exigence de débattement angulaire de la pédale 3 par rapport au châssis 0 issue du cahier des charges de la version modifiée du stepper impose :  $-10^\circ < \alpha_3 < +20^\circ$

L'application numérique de la loi d'entrée-sortie a été réalisée. La courbe obtenue est tracée sur la figure 5.

La course maximale du vérin amortisseur utilisé sur le stepper est de 80 mm.

**Question 1-5** *Déterminer la course du vérin amortisseur nécessaire pour respecter l'exigence du cahier des charges puis conclure sur la possibilité de réalisation de cette modification constructive au regard du critère exploité.*

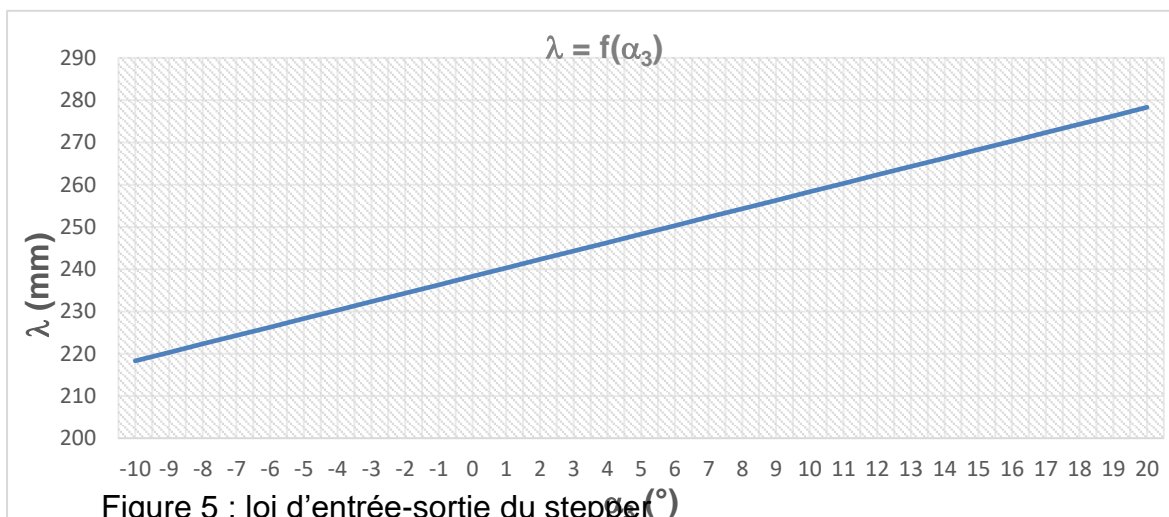


Figure 5 : loi d'entrée-sortie du stepper (°)



## EXERCICE 2 - MODIFICATION DU COMPORTEMENT DU STEPPER

**Problématique** : on veut faire évoluer le stepper classique en un stepper connecté. Le stepper connecté en plus de son afficheur LCD standard permettra de transmettre sans fils sur un téléphone mobile les informations relatives à l'activité physique avec beaucoup plus de détails, et un suivi des exercices au fil des séances. Cet ajout de fonctionnalité permettra-t-il encore l'utilisation de deux piles type AAA comme source d'alimentation ?

Diagramme de définition des blocs de la chaine d'information :

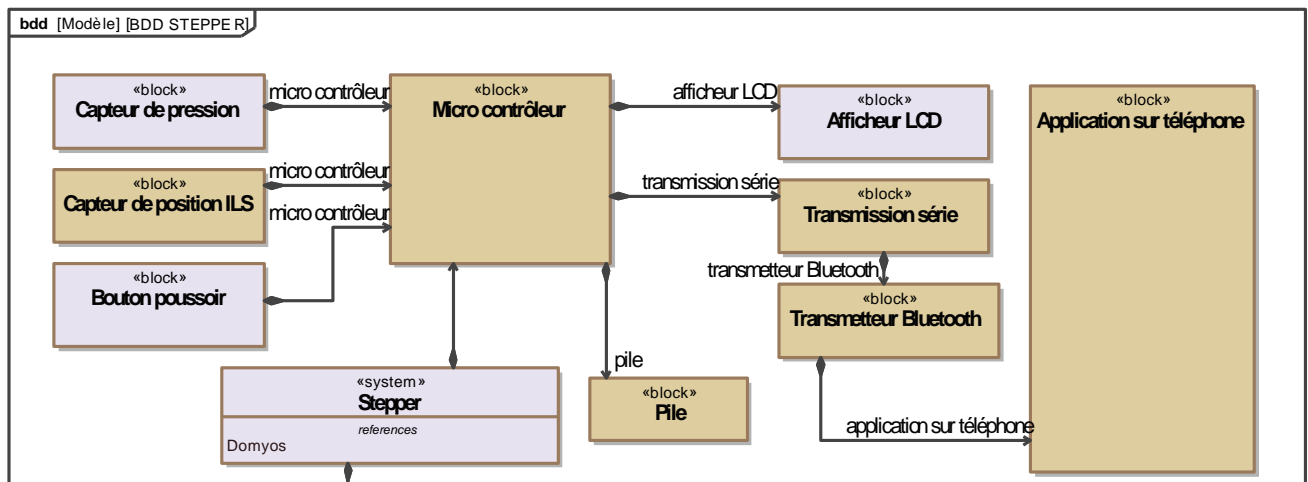


Figure 1 : chaîne d'information

### Capter le nombre de marches (Step)

Le système fonctionne avec deux piles en série de type AAA, de tension nominale de 1,5V et d'une capacité de 1,25 A·h. Le fonctionnement sur pile nécessite de limiter au maximum les dépenses d'énergie pour obtenir une durée de vie d'environ un an.

Le principe d'acquisition d'une marche (1 step) est le suivant :

À chaque action sur la pédale du stepper, le piston du vérin change de position. Le piston est magnétique. Sur le corps du vérin amortisseur est placé un interrupteur à lames souples (ILS). Cet interrupteur se ferme en présence d'un champ magnétique, et s'ouvre en l'absence de champ magnétique.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

La structure d'acquisition est la suivante :

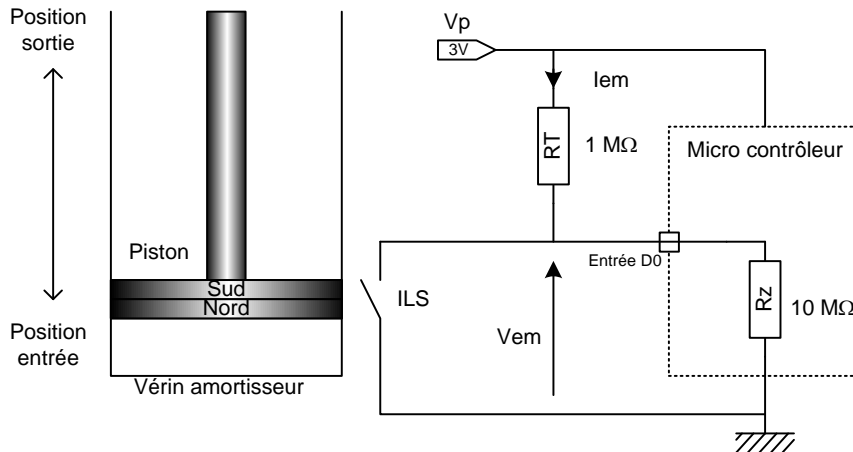


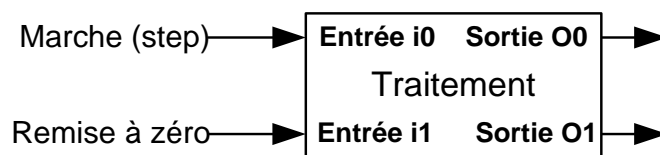
Figure 2 : Schéma électrique du capteur

**Question 2-1** *Indiquer l'état de l'interrupteur ILS pour la position entrée et la position sortie du piston du vérin. Calculer l'intensité du courant "Iem" et la différence de potentiel "Vem" pour les deux positions du vérin.*

**Fonction « Compter les marches » :**

L'entrée "marche" correspond à l'entrée du capteur de la partie précédente.

L'entrée "Remise à zéro" permet de mettre à zéro le comptage des marches.



La sortie O0, est une sortie numérique de type entier non signé format 16 bits représentant le nombre de "marches" (maximum 65536).

La sortie O1 pilote l'alimentation de l'afficheur LCD et de la transmission sans fils :

- Si la sortie O1 est à 0, alors le microcontrôleur est en veille, l'afficheur LCD et l'émetteur Bluetooth ne sont pas alimentés.
- La sortie O1 passe à 0 si les entrées i0 ou i1 sont inactives durant plus de 10 minutes.
- La sortie O1 passe à 1 si l'entrée i0 ou i1 change d'état.



On donne le graphe d'états gérant le comptage et l'alimentation :

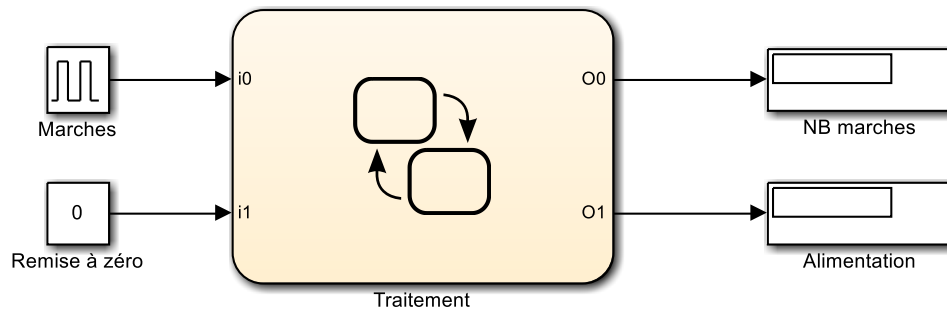


Figure 3 : graphe d'états

**Question 2-2** **Compléter** les parties du graphe d'états en pointillé sur le document  
Figure 3 réponse 1.

DR2

### **Fonction « Communiquer » :**

Le stepper va communiquer avec une application sur téléphone mobile au travers des modules de communication Bluetooth.

L'information transmise sera essentiellement le nombre de "marches" (voir figure 1)

L'application déduit du nombre de "marches" :

- le nombre total de "marches" ;
- le rythme de "marches" ;
- la durée de l'exercice ;
- le nombre de calories brûlées.

Protocole de transmission :

La liaison utilisée entre le traitement et le module Bluetooth est une liaison série :

- la vitesse de transmission, en Bauds (bits par seconde) de 9600 Bd ;
- le début de transmission commence par un « bit start » (toujours à « 0 ») ;
- le nombre de bits transmis est de 8 bits ;
- pas de bit de parité ;
- la fin de la transmission 1 « bit Stop » (toujours à « 1 ») ;
- l'ordre de transmission : on commence par le bit de poids faible jusqu'au bit de poids fort ;
- le niveau de tension TTL niveau haut 3 V, niveau bas 0 V.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Structure de la trame de communication :

Durant l'exercice physique, à chaque "marche", le stepper envoie une trame au module Bluetooth qui sera reçu par le téléphone mobile et interprété par l'application du téléphone.

La trame est structurée comme indiqué sur la figure 4 :

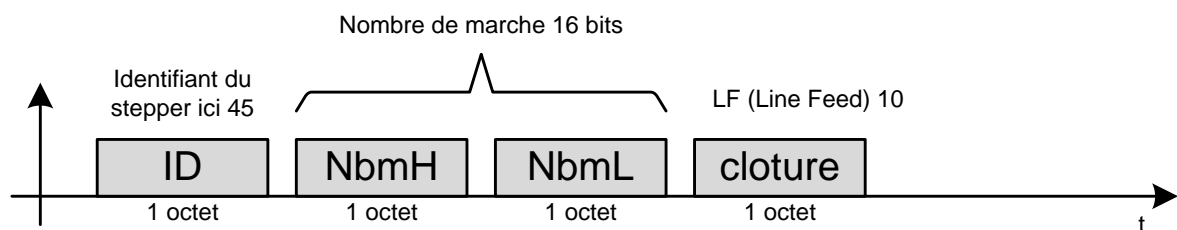


Figure 4 : structure de la trame

**Question 2-3** *Convertir l'identifiant 45 (en base décimale) en binaire format 8 bits.*  
 Figure 4 **Compléter le chronogramme sur le document réponse 2 représentant le début de la trame de transmission série.**  
 DR2

### Consommation énergétique :

On considère que le stepper sera utilisé en moyenne 15 minutes par jour tout au long de l'année.

Du fait de l'ajout des fonctions acquisition, comptage et transmission Bluetooth, la consommation du stepper est de :

- 10  $\mu$ A en phase de veille ;
- 9 mA en phase de d'activité.

Le cahier des charges (voir problématique) prévoit que les deux piles AAA (LR3) doivent permettre une autonomie d'environ une année.

On rappelle, 1 C (1 coulomb) = 1 A · s

**Question 2-4** *Calculer la quantité d'électricité (en coulomb) consommée durant une année. Conclure sur le respect du cahier des charges concernant l'autonomie énergétique du stepper.*  
 Figure 4



## DOCUMENTS RÉPONSES

---

**DR1 :**

**Question 1-2**

Liaisons entre	Nom et caractéristique de la liaison
L <sub>01</sub> : Corps 1 / Châssis 0	
L <sub>12</sub> : Tige 2 / Corps 1	
L <sub>23</sub> : Pédale 3 / Tige 2	
L <sub>03</sub> : Pédale 3 / Châssis 0	

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

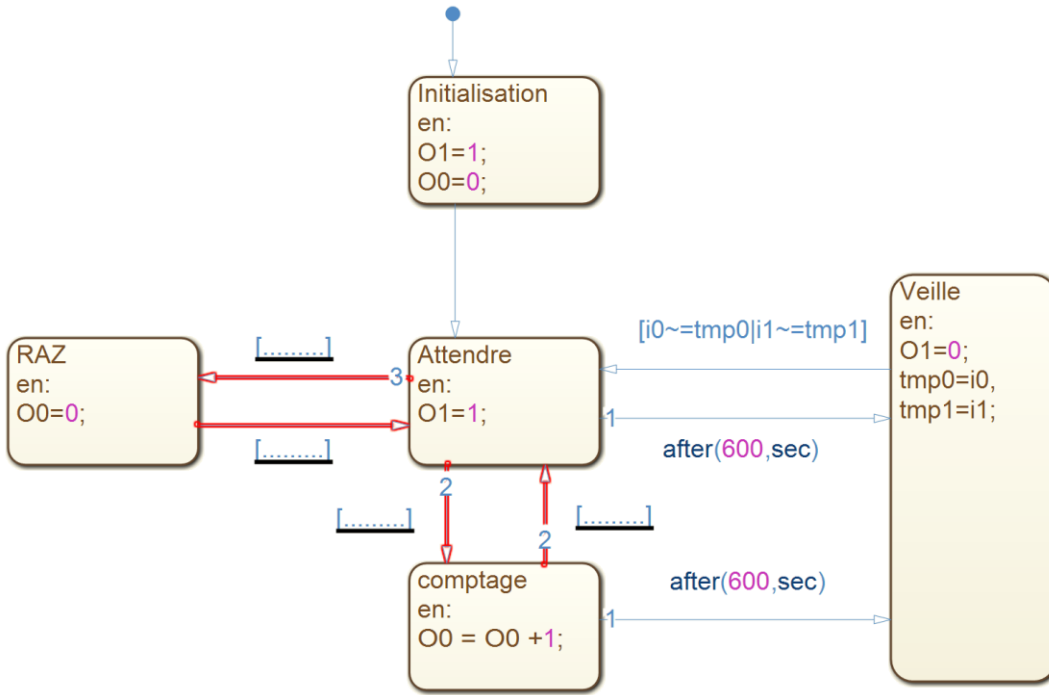


Né(e) le :  /  /

(Les numéros figurent sur la convocation.)

DR 2

Question 2-2



Question 2-3

Figure 4

$$N_{10} = 45 \Rightarrow N_2 = \dots\dots\dots$$

