

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

## ÉVALUATION

**CLASSE** : Première

**VOIE** :  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT** :

**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 2h--

Niveaux visés (LV) : LVA                      LVB

Axes de programme :

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui  Non

**DICTIONNAIRE AUTORISÉ** :  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

**Nombre total de pages** : 18



# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

## ÉVALUATION

### SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Durée : 2 heures

Aucun document autorisé

L'usage des calculatrices est autorisé dans les conditions suivantes :

- l'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé ;
- l'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

**Information aux candidats** : les candidats qui disposent d'une calculatrice avec mode examen devront l'activer le jour des épreuves et les calculatrices dépourvues de mémoire seront autorisées. Ainsi tous les candidats composeront sans aucun accès à des données personnelles pendant les épreuves.

#### Constitution du sujet

- **Étude d'une performance du produit**..... Pages 5 à 7
- **Commande du fonctionnement du produit ou modification de son comportement** ..... Pages 7 à 10
- **Documents techniques** ..... Pages 11 à 14
- **Documents réponses** ..... Pages 15 à 18

#### Rappel du règlement de l'épreuve

Le sujet comporte deux exercices indépendants l'un de l'autre, équilibrés en durée et en difficulté, qui s'appuient sur un produit unique.

Un premier exercice s'intéresse à l'étude d'une performance du produit. Les candidats doivent mobiliser leurs compétences et les connaissances associées pour qualifier et/ou quantifier cette performance, à partir de l'analyse, de la modélisation de tout ou partie du produit ou de relevés expérimentaux.

Le second exercice porte sur la commande du fonctionnement du produit ou la modification de son comportement. L'étude s'appuie sur l'algorithmique et de la programmation, à partir de ressources fournies au candidat qu'il devra exploiter, compléter ou modifier.

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 :

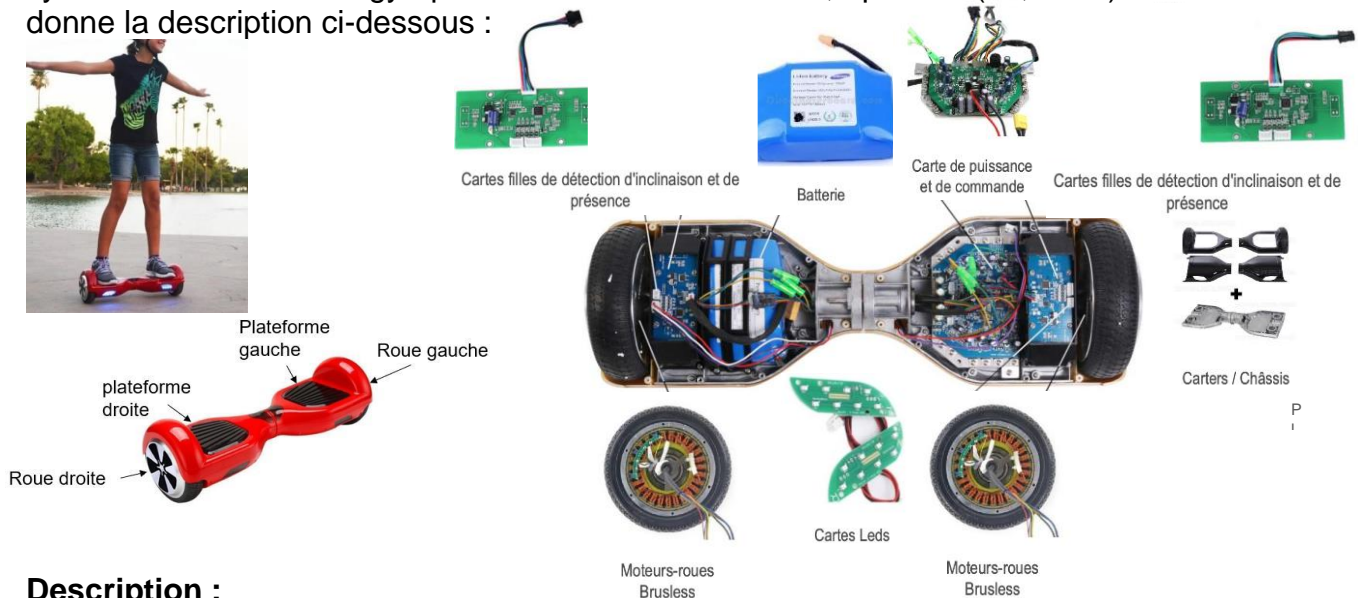
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## GYROPODE « HOVERBOARD »

L'objet de cette étude est un gyropode (souvent appelé « hoverboard »).

Un gyropode est un véhicule de loisirs permettant de se déplacer rapidement, silencieusement et sans émission polluante dans l'espace dévolu aux piétons. Le système étudié sera un gyropode à roues de diamètre 6,5 pouces (16,51cm) dont on donne la description ci-dessous :



### Description :

Le gyropode est constitué de 2 plateformes (droite et gauche) reliées entre elles par un axe leur permettant une rotation relative l'une par rapport à l'autre.

Chaque plateforme contient :

- Un ensemble moteur brushless associé à une roue ;
- Un capteur d'inclinaison permettant d'acquérir l'angle d'inclinaison de la plateforme par rapport à l'horizontale ;
- Un capteur de vitesse permettant d'acquérir la vitesse de rotation du moteur ;
- Un capteur de présence.

L'ensemble contient également une batterie et une carte électronique (carte de commande et de puissance, carte Leds).

### Fonctionnement :

Par l'intermédiaire de ses pieds, l'utilisateur génère l'inclinaison des plateformes par rapport à l'horizontal de manière indépendante. La mesure de cette inclinaison, est interprétée par la carte électronique comme une consigne de vitesse pour les moteurs.



La carte électronique génère alors le signal correspondant de commande de la tension d'alimentation des moteurs.

**Caractéristiques :**

- Puissance Moteur : 700 Watts (2 moteurs de 350W) ;
- Batterie : 36 V - 4.4 Ah (lithium-ion) ;
- Autonomie : 1h environ ou 5 km avec une charge complète (varie selon le poids de l'utilisateur, le type de terrain pratiqué et la vitesse d'utilisation) ;
- Temps de chargement : 2 à 3 heures ;
- Vitesse maximale : 15 km·h<sup>-1</sup> en fonction du poids de l'utilisateur ;
- Charge maximale de l'utilisateur : 120 kg.

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 :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## EXERCICE 1 : ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DU PRODUIT

### OBJECTIF : vérifier l'autonomie du gyropode

**Question I-1** Donner le « service attendu » offert par le système du point de vue utilisateur, en complétant le diagramme de cas d'utilisation (voir document réponse DR1). Puis à partir du diagramme des exigences (voir document technique DT1), donner l'exigence permettant de définir l'autonomie du gyropode ainsi que les paramètres de la batterie permettant de satisfaire cette exigence.

Dans le but de vérifier l'autonomie du gyropode, un modèle multi-physique de la chaîne de puissance est élaboré (voir document technique DT3). Il comprend entre autres la batterie, les moteurs, et prend en compte la masse de la personne, les inerties des roues et la résistance au roulement.

Nota : Le contrôle de la stabilité ne sera pas étudié ici.

Les courbes de la fig1. sont le résultat d'une simulation effectuée avec le modèle multi-physique du gyropode. La simulation a été réalisée en considérant une personne utilisant le gyropode ayant une masse de 70 Kg.

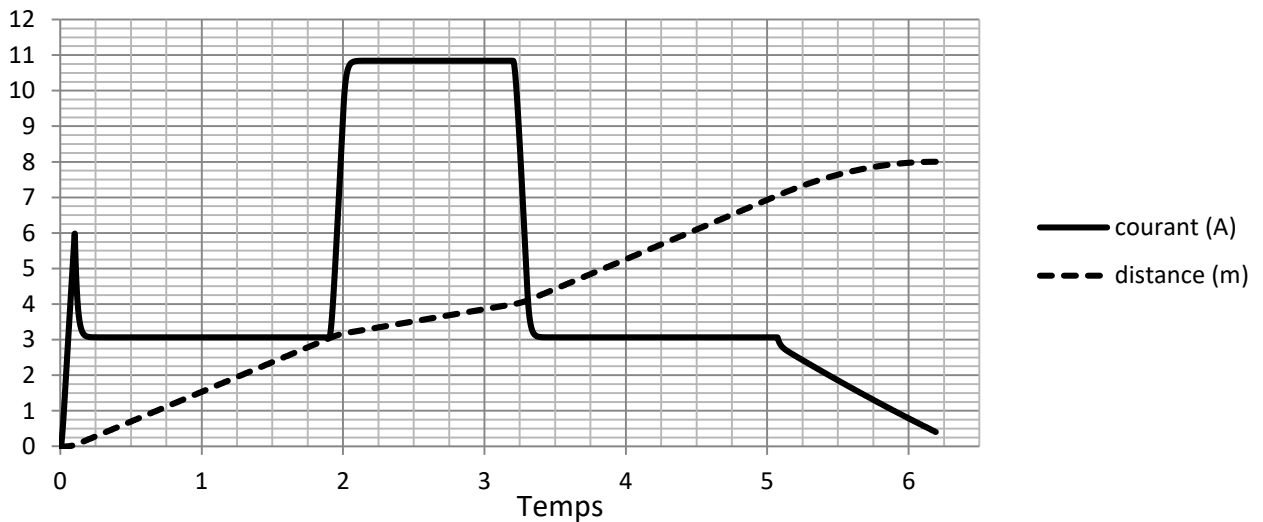


Fig.1 : courbes du courant délivré par la batterie et de la distance parcourue



Cette courbe présente l'évolution du courant délivré par la batterie lors d'un déplacement type à une vitesse de  $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  sur un sol plat (vitesse maximale autorisée sur une voie piétonne). La distance totale parcourue lors de ce parcours est de 8 mètres. Ce parcours type est composé de quatre phases :

- Phase 1 : démarrage et déplacement de 3 m en ligne droite sur un plan horizontal (vitesse :  $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) ;
- Phase 2 : montée sur 1 m en ligne droite sur un plan incliné à  $10^\circ$  (vitesse :  $2,46 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) ;
- Phase 3 : déplacement de 3 m en ligne droite sur un plan horizontal (vitesse :  $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) ;
- Phase 4 : ralentissement sur 1 m jusqu'à l'arrêt complet.

Durant ce parcours, la valeur de la tension aux bornes de la batterie est considérée constante et égale à 36 V.

**Question I-2** Identifier sur le document DR2 les différentes phases du parcours type (phases 1 à 4) puis relever sur la fig. 1 la valeur du courant électrique  $i_1$  lorsque le gyropode se déplace sur un sol horizontal et la valeur du courant électrique  $i_2$  lorsque le gyropode se déplace sur une montée inclinée à  $10^\circ$ .

La mesure des courants consommés pendant les différentes phases du parcours précédent sur le système réel a permis d'obtenir la courbe de la fig2.

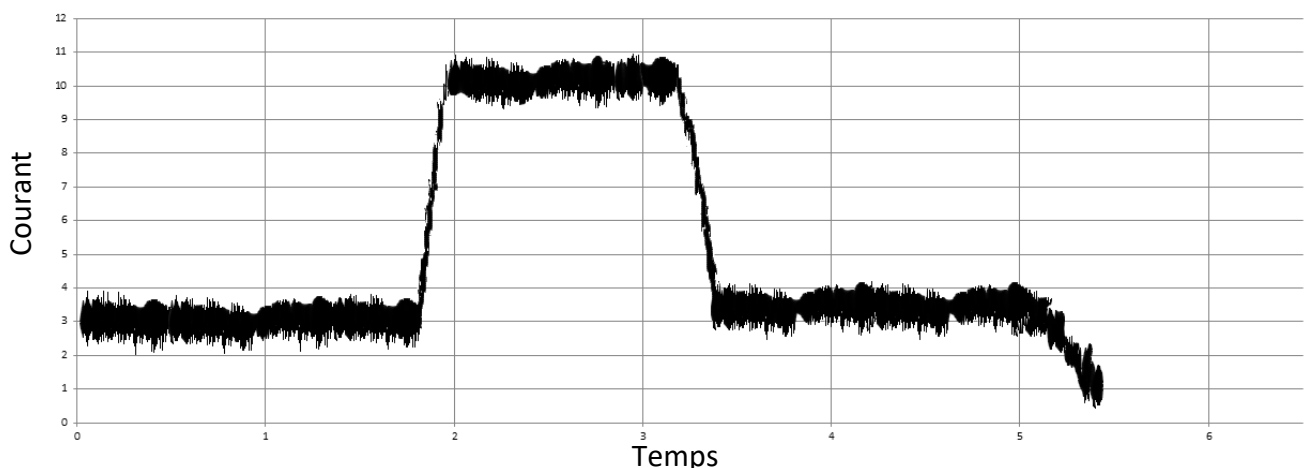


Fig.2 Intensité délivrée par la batterie durant le parcours type réel

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 :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

**Question I-3** Comparer l'allure des courbes « simulée » fig.1 et « réelle » fig.2 ainsi que les valeurs moyennes des courants  $i_1$  et  $i_2$  lorsque le gyropode se déplace sur un sol horizontal et sur une montée inclinée à  $10^\circ$ . Conclure sur la validité du modèle multi-physique.

**Question I-4** Calculer l'énergie nominale en  $W \cdot h$  stockée dans la batterie lorsque celle-ci est complètement chargée  $W_{bat}$ .

**Question I-5** Évaluer en  $A \cdot h$  la charge de batterie consommée durant le parcours type sachant qu'elle représente l'aire définie par la courbe du courant de la fig.1 (faire des hypothèses et effectuer les tracés sur DR2). Puis calculer l'énergie consommée  $W_{conso}$  lors du parcours type.

Quel que soit le résultat trouvé précédemment, on suppose que la charge de la batterie consommée durant le parcours est de  $27 A \cdot s$ .

**Question I-6** En déduire le nombre de parcours types qu'il serait possible d'effectuer, l'autonomie du gyropode  $t_{auto}$  (en heures) s'il n'effectue que des parcours types ainsi que la distance qu'il est possible de parcourir. Comparer ces résultats avec les données du constructeur et commenter les écarts observés.

## EXERCICE 2 : MODIFICATION DU COMPORTEMENT DE L'HOVERBOARD

Dans le cas où le conducteur se lance à vitesse maximale, et que le niveau de la batterie est faible l'hoverboard s'arrête brusquement et peut causer des dommages importants sur le conducteur.

**L'objectif** de cette partie est donc d'élaborer un algorithme qui permettra d'assurer la sécurité du conducteur lorsque la batterie est déchargée, ceci en évitant un arrêt brusque de l'hoverboard et en signalant visuellement l'état de charge de la batterie.

L'hoverboard est équipé d'une batterie lithium-ion dont la courbe de décharge est présentée sur la fig.3.

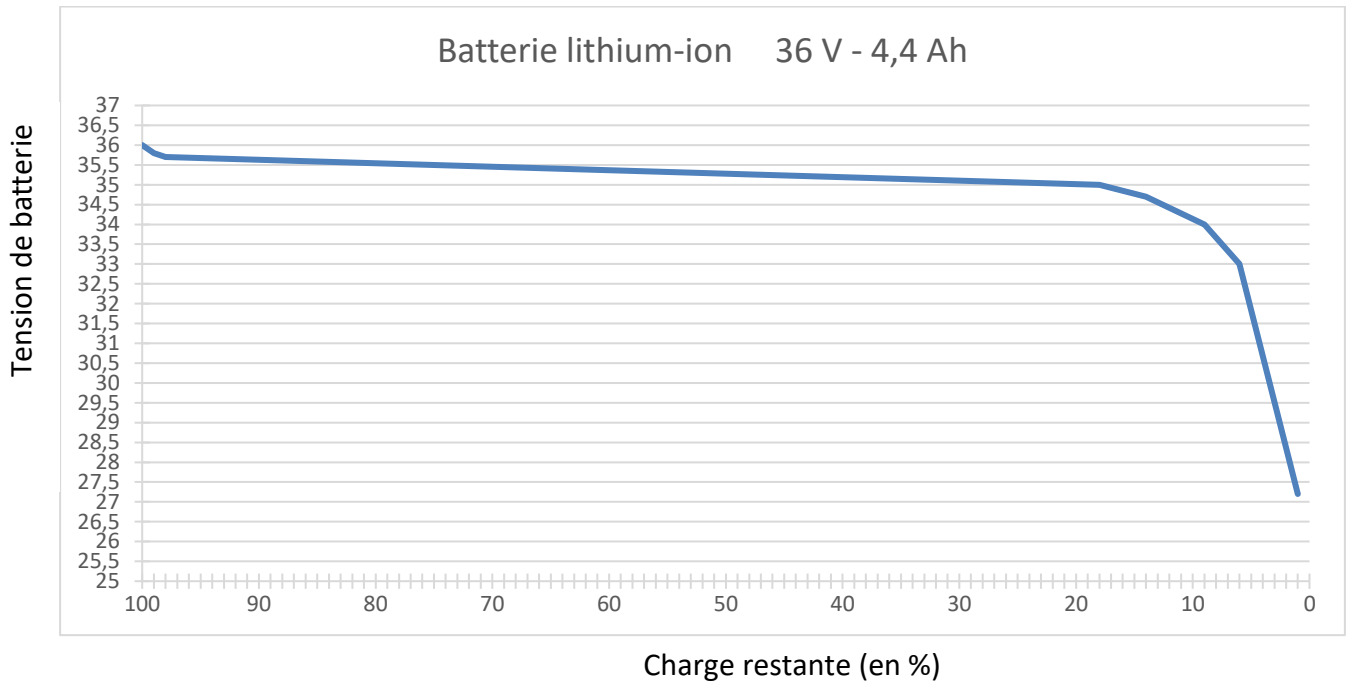


Fig.3 courbe de décharge de batterie

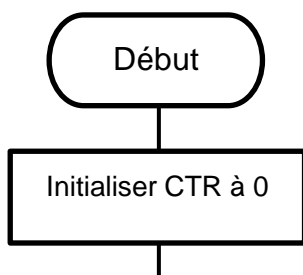
Afin de connaître l'état de charge de la batterie en temps réel, il est nécessaire d'implanter un capteur pour l'acquisition de la tension de la batterie. Son choix nécessite de connaître la plage de mesure de cette tension nommée  $V_{bat}$ .

**Question II-1** À partir de la courbe de la fig.3, relever la valeur de la tension de la batterie :

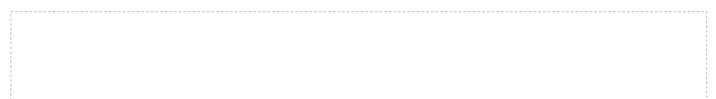
- lorsque celle-ci est chargée à 99% ;
- lorsque celle-ci est déchargée de 90%.

Vous ferez apparaître les tracés sur le document DR3.

Un algorithme a été élaboré afin de permettre un arrêt graduel de l'hoverboard lorsque la batterie de celui-ci atteint 90% de décharge, comme le présente la fig.4 ci-dessous.



Nota : - CTR représente une variable qui s'incrémentera (compteur) ;  
- La vitesse est en  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .





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** :  /  /



1.1

Fig.4 Algorithme d'arrêt graduel de l'hoverboard



**Hypothèse :** L'hoverboard se déplace en ligne droite sur un plan horizontal.

**Question II-2** À l'aide de l'algorithme de la fig.4, définir le temps d'arrêt de l'hoverboard et le type exact de mouvement auquel il est soumis pendant cette phase. En déduire la distance parcourue avant un arrêt complet lorsqu'il roulait initialement à sa vitesse maximale.

Observation : Le temps d'arrêt actuel reste encore trop long.

**Question II-3** Réécrire la partie de l'algorithme de la fig.4 que vous devez modifier afin que l'hoverboard s'arrête en 3 secondes.

On désire également donner un indicateur visuel de l'état de batterie à l'utilisateur.

Dans l'algorithme de la fig.4 est placé un appel de « sous-programme » pour introduire une « Gestion des LEDs » (bleu, orange, rouge), ce sont les LEDs des « cartes à LEDs » présentes sur l'avant de l'hoverboard.

**Question II-4** Compléter l'algorithme « Gestion des LEDs » du document réponse DR4 permettant de visualiser le niveau de batterie, en respectant les exigences suivantes :

- LED bleu allumée pour la charge supérieure à 99% ;
- LED rouge allumée lorsqu'elle est déchargée à 90% ;
- LED orange allumée tout autre niveau de charge.

Vous utiliserez les variables :

- « L\_Bleu » : Led de couleur bleu
- « L\_Orange » : Led de couleur orange
- « L\_Rouge » : Led de couleur rouge
- « V\_bat » : Valeur de la tension de batterie

Fonctionnement : « L\_Bleu = 1 » led bleu allumée, « L\_Bleu = 0 » led bleu éteinte.

**Question II-5** Compléter le diagramme de définition de blocs (voir document réponse DR5) en ajoutant les cartes à LEDs.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

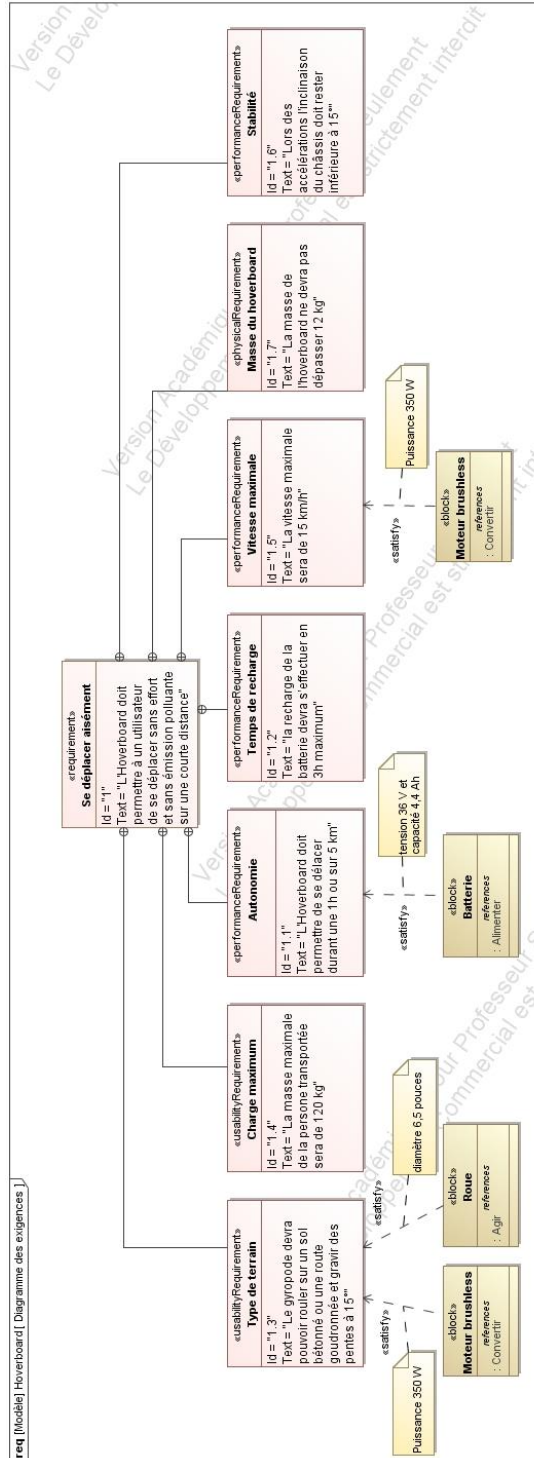
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

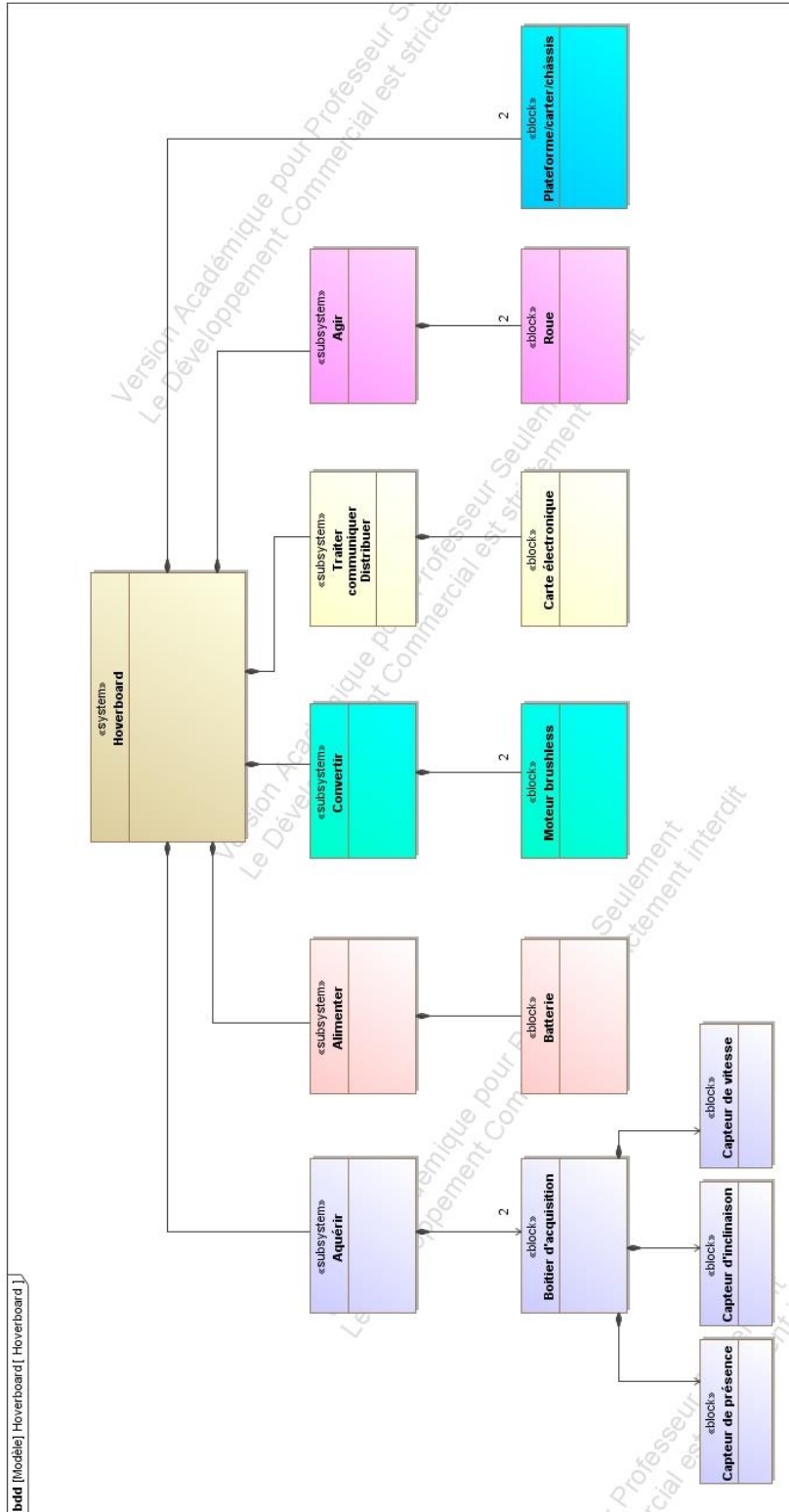
## DOCUMENTS TECHNIQUES

### DT1 Diagramme des exigences





## DT2 Diagramme de définition de blocs



Modèle CCYC : ©DNE

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

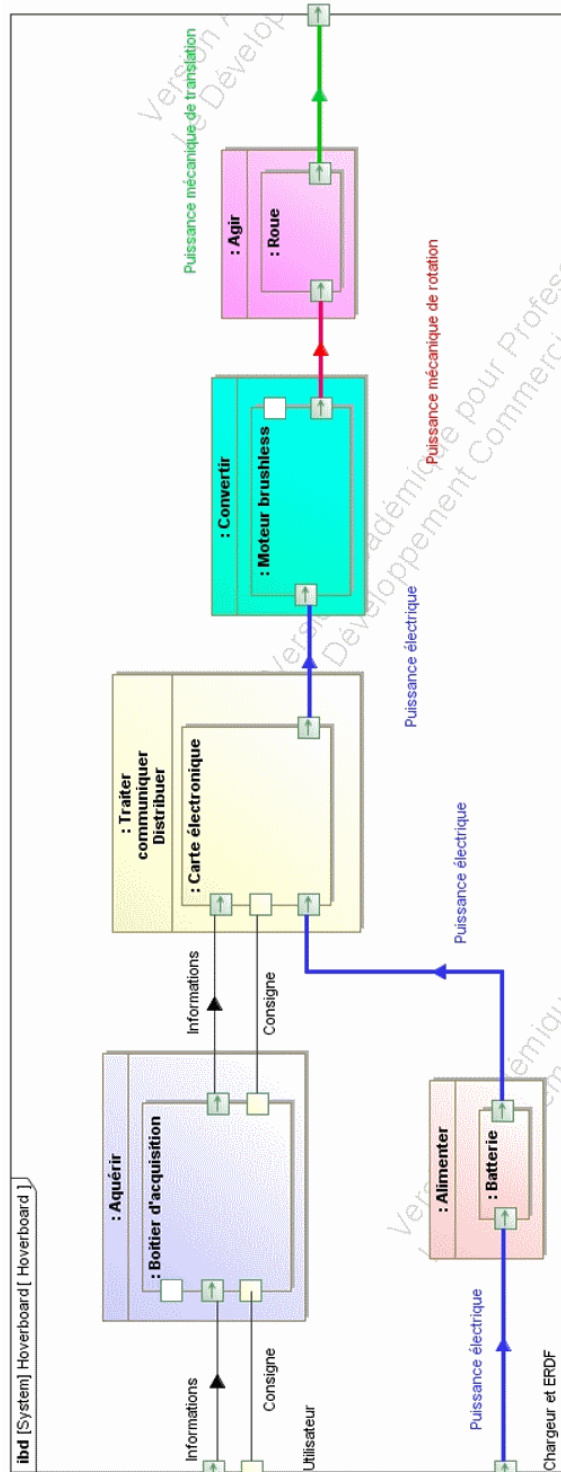


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

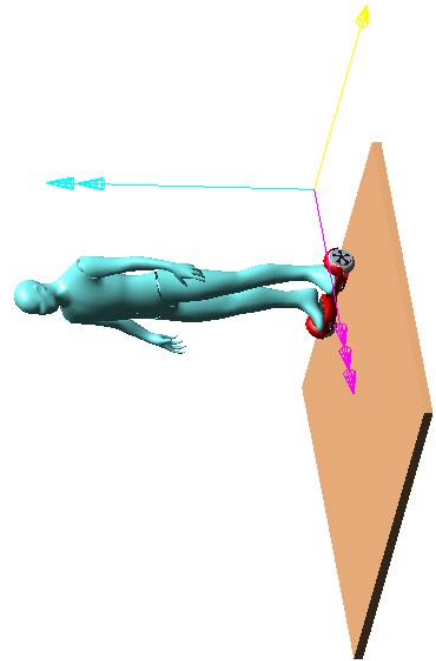
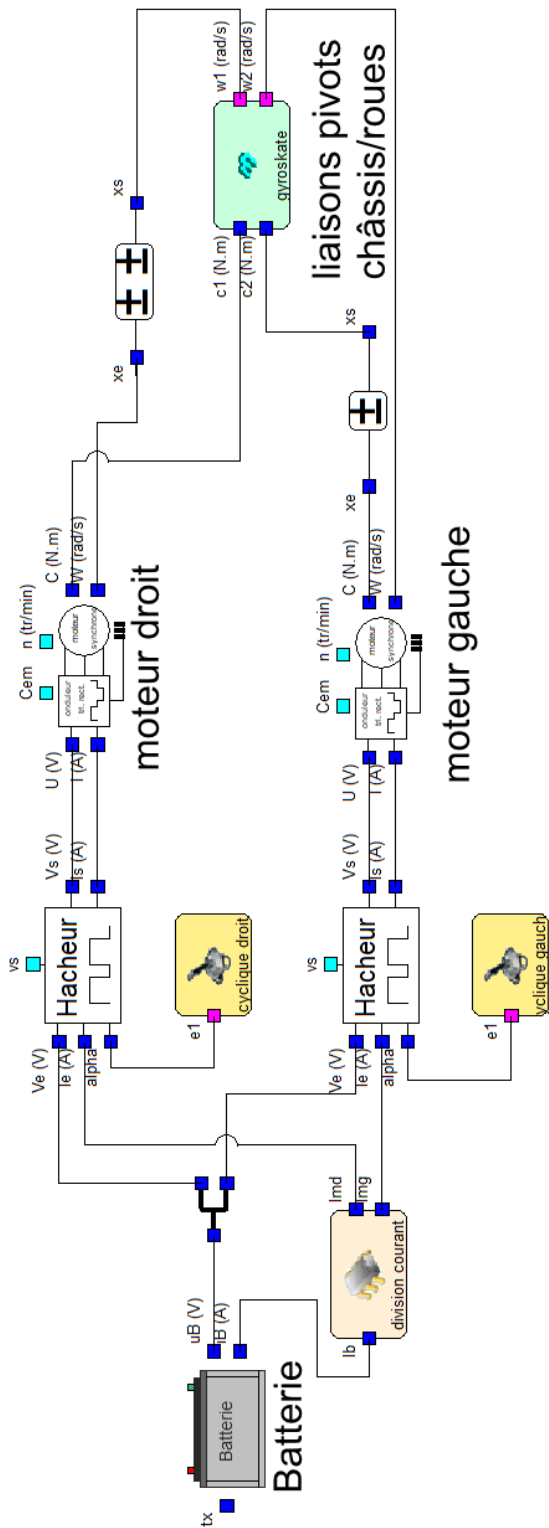
1.1

### DT3 Diagramme de blocs internes (partiel)





## DT4 Schéma multi-physique



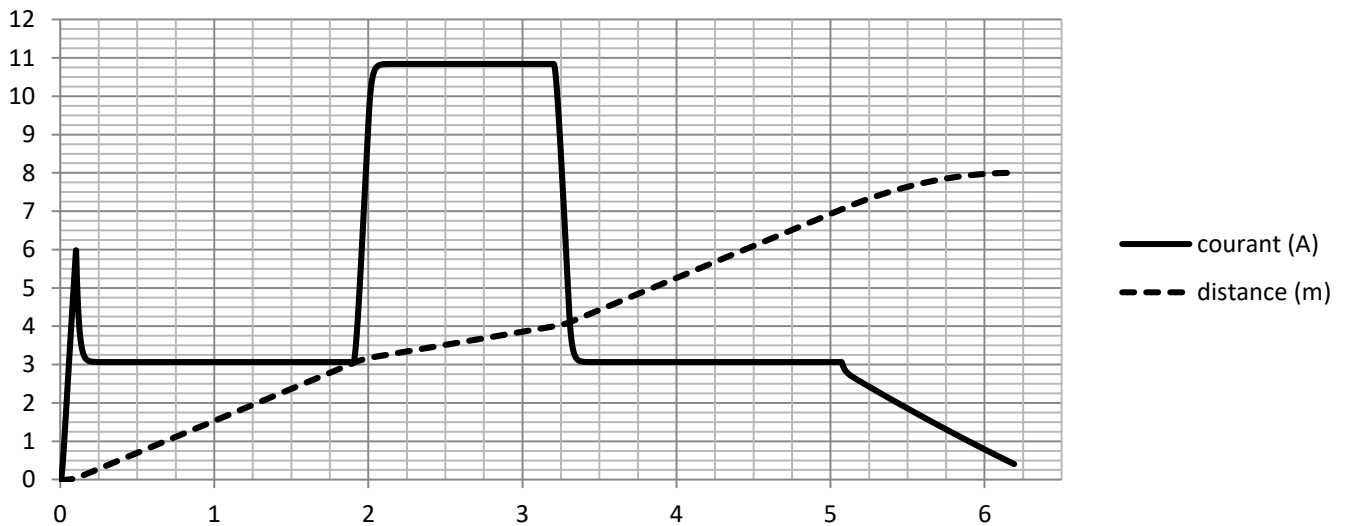




## DR2

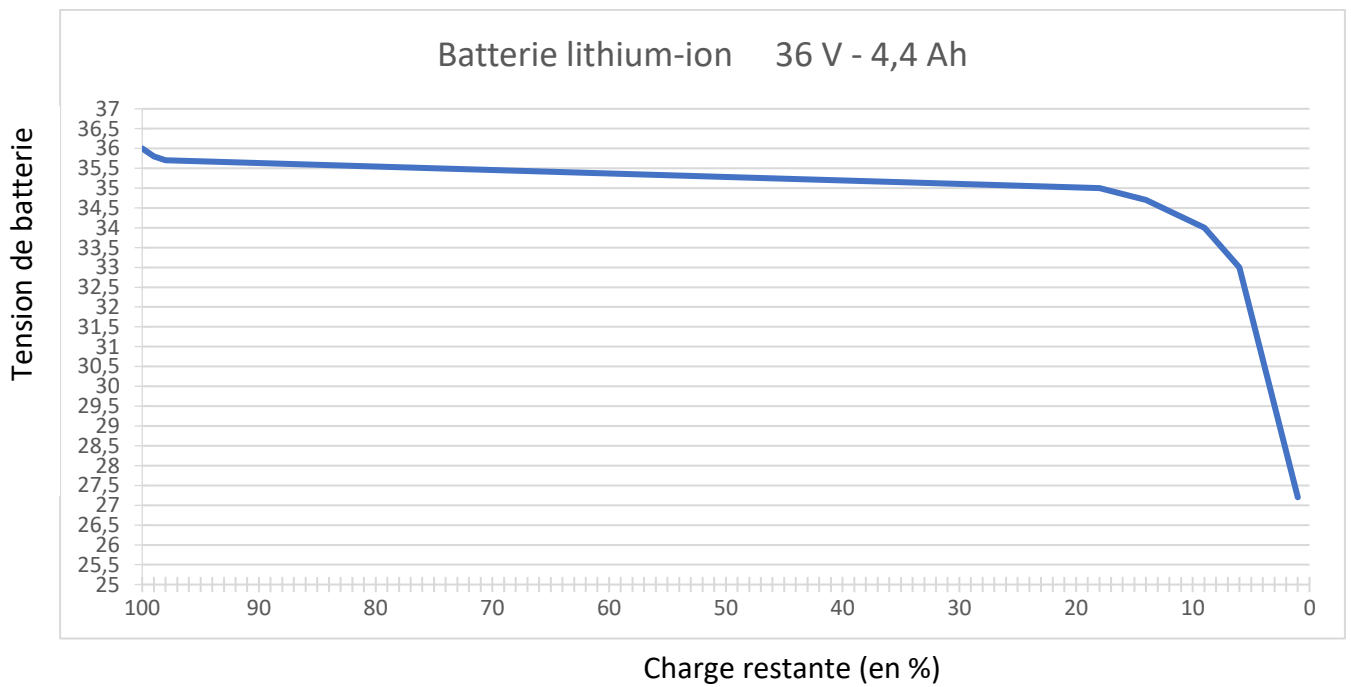
Question I-2 : phases du parcours type

Question I-5 : évaluation de la charge de batterie consommée



## DR3

Question II-1 : tracés





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 :  /  /

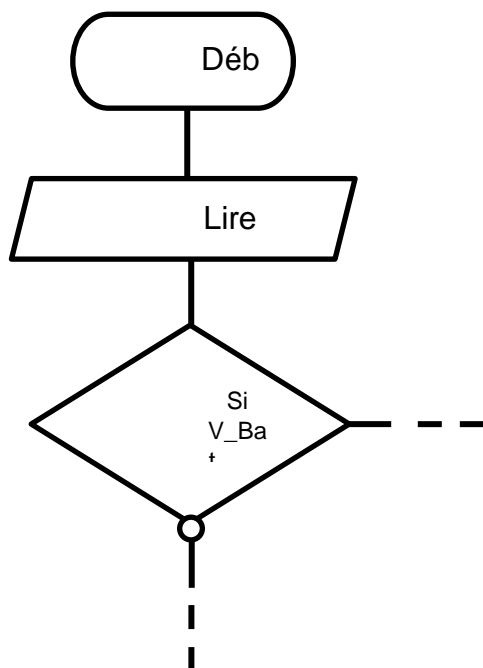


Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

**DR4**

**Question II-4 : Algorithme « Gestion des LEDs »**



DR5

Question II-5 : Diagramme de définition de blocs

