

# SUJET

## 2020-2021

### SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

### Spécialité Première

### ÉVALUATIONS COMMUNES


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

## ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

**CLASSE :** Première

**E3C :**  E3C1  E3C2  E3C3

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

**ENSEIGNEMENT :** Sciences de l'Ingénieur

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 2h00

Niveaux visés (LV) : LVA LVB

Axes de programme :

- Analyser le besoin d'un produit par une démarche d'ingénierie système
- Analyser l'organisation matérielle d'un produit par une démarche d'ingénierie système
- Analyser l'organisation fonctionnelle d'un produit par une démarche d'ingénierie système
- Caractériser la puissance nécessaire au fonctionnement d'un produit ou un système
- Caractériser l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un produit ou un système
- Repérer les échanges d'énergie sur un diagramme structurel
- Quantifier les écarts de performance entre les valeurs attendues, mesurées, simulées
- Proposer et justifier des hypothèses ou simplification en vue d'une modélisation
- Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multiphysique traduisant la transmission de puissance
- Associer un modèle aux composants d'une chaîne de puissance
- Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet par une structure algorithmique
- Caractériser les échanges d'informations
- Déterminer les grandeurs flux (courant) et effort (tension) dans un circuit électrique
- Prévoir l'ordre de grandeur de la mesure
- Rendre compte de résultats

**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.

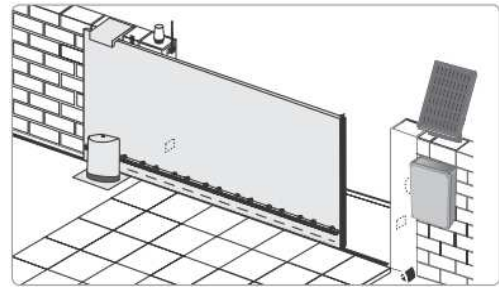
Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

**Nombre total de pages :** 11



## PRESENTATION DU PRODUIT

Le produit étudié est un portail automatisé coulissant permettant de contrôler l'accès à un espace privé. Ce portail est doté d'un panneau photovoltaïque et d'une batterie pour permettre soit une installation sur un site isolé soit une réduction de la consommation énergétique en cas de liaison avec le réseau électrique domestique.



L'ouverture du portail peut être complète pour permettre l'accès à une voiture ou partielle pour un piéton ou un cycliste. Pendant la phase d'ouverture, si un obstacle est détecté le portail s'immobilise pour garantir la sécurité des personnes et des biens. L'ouverture du portail est déclenché à distance à l'aide de commandes pouvant prendre différentes formes (smartphone, clavier à code, visiophone ou télécommande).

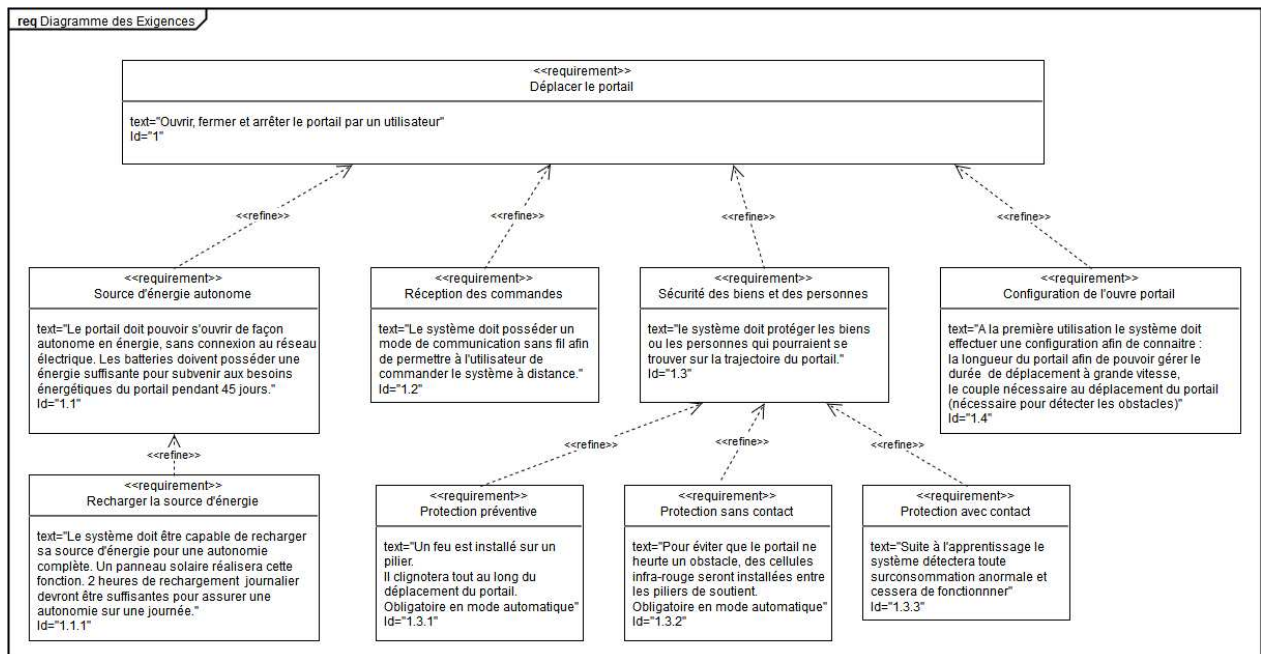


Figure 1 : diagramme des exigences du portail motorisé

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

Tension d'alimentation	230 V~ / Solaire
Type de moteur	24 Vdc
Puissance du moteur	150 W
Puissance maxi consommée (avec éclairage)	600 W
Consommation en veille	4,5 W
Fréquence moyenne de manœuvres par jour	20 cycles·jour <sup>-1</sup>
Temps d'ouverture pour un portail de 3 m	16 s hors zone de ralentissement
Accélération phase 1	187,5 mm·s <sup>-2</sup>
Accélération phase 3	- 72 mm·s <sup>-2</sup>
Poids maxi. du portail (P)	600 kg (8 m)
Largeur maxi. du portail (L)	8 m
Hauteur maxi. du portail (H)	2 m

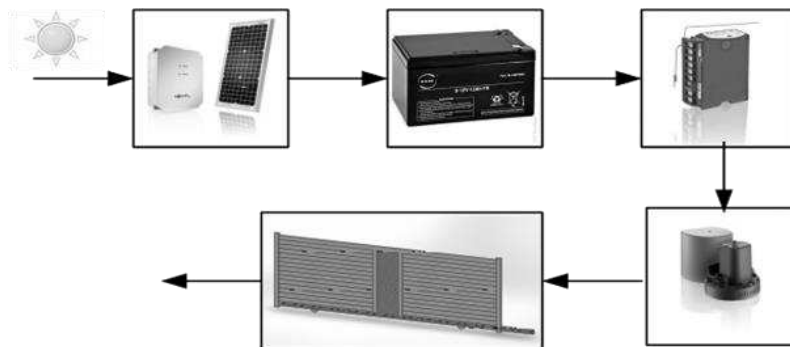
**Figure 2 : performances et caractéristiques du portail motorisé**



## ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DU PRODUIT

**Problématique** : dans le cadre d'une installation en site isolé, le dimensionnement du produit permet-il une continuité d'utilisation dans le cas le plus défavorable ?

Dans le cadre d'une installation en site isolé le portail est alimenté uniquement par la batterie, cette dernière étant rechargée par l'intermédiaire du panneau photovoltaïque qui convertit l'énergie rayonnante du soleil en énergie électrique. La carte de commande du portail gère la distribution de l'énergie stockée dans la batterie vers le moteur électrique. La transmission du mouvement en sortie du moteur vers la partie mobile du portail est assurée par un système roue/vis associé à un système pignon/crémaillère.



Question I.1 **Compléter** le diagramme de la chaîne de puissance sur le document réponse DR1, en précisant les grandeurs de flux et d'efforts manquantes ainsi que leurs unités.

Question I.2 **Indiquer** les grandeurs physiques de la chaîne de puissance qui conditionnent la consommation électrique du moteur du portail.

Une modélisation multi-physique de la chaîne de puissance a permis de déterminer la puissance électrique absorbée par le moteur en fonction du temps lors de l'ouverture du portail (figure 3). On suppose que l'énergie consommée par le portail pendant la phase d'ouverture et pendant la phase de fermeture sont égales.

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

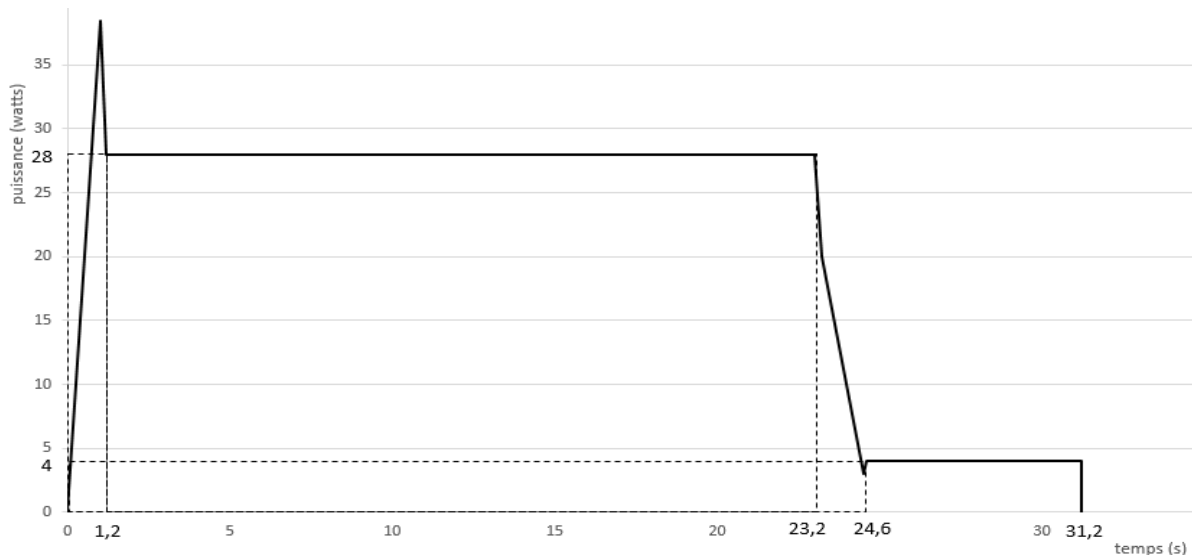


Figure 3 : Courbe de puissance en fonction du temps pendant une phase d'ouverture.

L'énergie consommée par le portail pendant la phase d'ouverture peut être déterminée en calculant l'aire se trouvant entre la courbe de puissance et l'axe des abscisses sur la durée totale du mouvement.

Question I.3 **Proposer** une simplification de la courbe de puissance issue de la simulation pour faciliter le calcul de l'énergie consommée. À partir de cette simplification, **déterminer** l'énergie sur un cycle de fonctionnement (ouverture et fermeture).

Une estimation de l'énergie consommée a permis d'obtenir une énergie électrique absorbée par le moteur de 1 340 J sur un cycle de fonctionnement. On suppose que la consommation des autres constituants électriques est négligeable devant la consommation électrique du moteur. Le cas le plus défavorable correspond à une utilisation du portail sans apport d'énergie solaire pendant 45 jours consécutifs à raison de deux cycles quotidiens. Dans l'étude du cas le plus défavorable on suppose que la batterie est pleinement chargée avant la période de 45 jours sans énergie solaire. Les caractéristiques de la batterie utilisée sont fournies sur la figure 4.

<b>TECHNOLOGIE</b>	<b>AGM Lead acid</b>
<b>TENSION NOMINALE</b>	24 V
<b>CAPACITE NOMINALE</b>	12 Ah (20 h)
<b>CAPACITE</b>	12,0 Ah / 0,60 A (20 h ; 1,80 V·cell <sup>-1</sup> ; 25 °C (77 °F))



Figure 4 : fiche technique de la batterie



Question I.4 **Calculer** l'énergie consommée par le portail dans le cas le plus défavorable. **Conclure** quant à la capacité de la batterie à assurer la continuité de fonctionnement dans le cas le plus défavorable.

La capacité de stockage de la batterie s'altère avec le nombre de cycles d'utilisation. Cette altération dépend du nombre de cycles mais également de la profondeur de décharge que ces cycles imposent à la batterie. La figure 5 présente l'altération de la capacité de stockage de la batterie en fonction du nombre de cycles d'utilisation et de la profondeur de décharge (notée DOD) sollicitée.

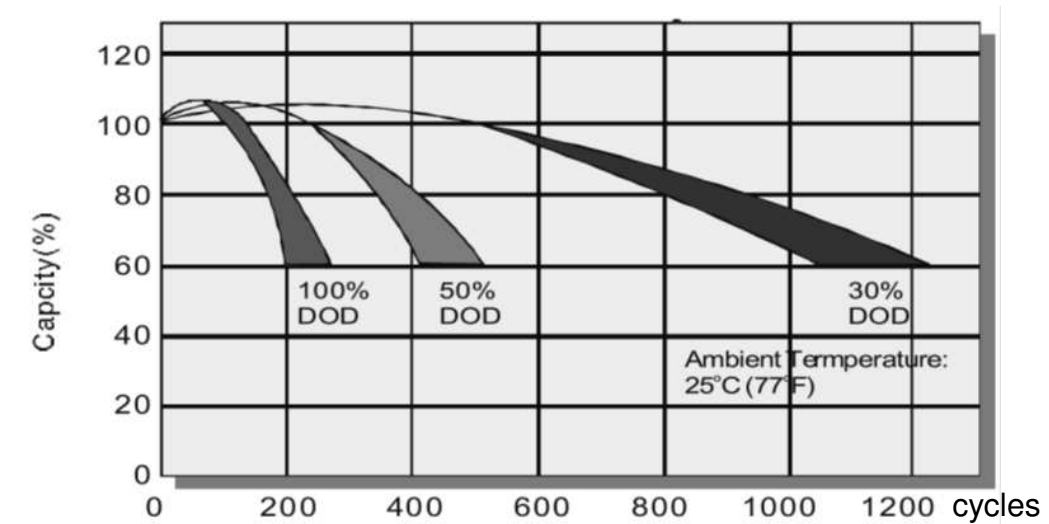


Figure 5 : Courbe indiquant la dégradation de la capacité de la batterie en fonction de la profondeur de décharge (DOD) et du nombre de cycles.

Question I.5 **Déterminer** la profondeur de décharge de la batterie dans le cas d'utilisation le plus défavorable. **Conclure** quant à la durée de vie de la batterie dans l'éventualité où cette situation se répète régulièrement.

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 :  /  /

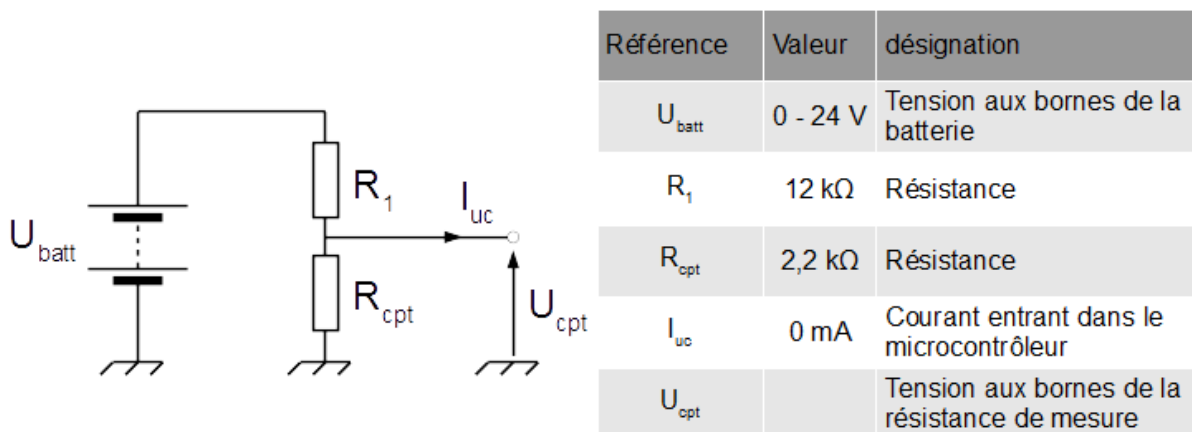


1.1

## COMMANDE DU FONCTIONNEMENT DU PRODUIT OU MODIFICATION DE SON COMPORTEMENT

**Problématique** : dans le cadre d'une installation du portail reliée au réseau électrique domestique, comment garantir la durée de vie de la batterie ?

Pour pouvoir contrôler la recharge de la batterie à partir du secteur ou du panneau photovoltaïque il est nécessaire de connaître l'état de charge de la batterie. Ce dernier est déterminé à partir de la mesure de la tension de la batterie. Le schéma fourni en figure 6 montre le montage utilisé pour mesurer la tension de la batterie et adapter son niveau à la chaîne de traitement de l'information.

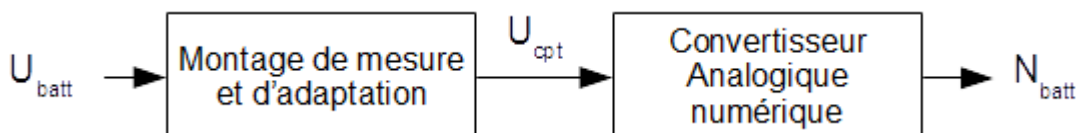


**Figure 6 - Schéma du capteur mesurant la tension de la batterie**

Le montage précédent utilise deux résistances de précisions afin de minimiser l'importance de la tolérance des composants dans la mesure. Dans le cadre de l'utilisation normale de la batterie, la tension à ses bornes peut varier entre 27,5 V (batterie chargée à 100%) et 21,6 V (batterie totalement déchargée).

Question II.1 A partir de la figure 6, **déterminer** l'expression littérale de la tension  $U_{cpt}$  en fonction de la tension  $U_{batt}$ , de la résistance  $R_1$  et de la résistance  $R_{cpt}$ . **Calculer** la plage de variation de la tension  $U_{cpt}$  envoyée au microcontrôleur.

La tension analogique  $U_{cpt}$  est convertie en un mot numérique  $N_{batt}$  à l'aide d'un convertisseur analogique numérique intégré au microcontrôleur selon le schéma suivant :







Le convertisseur analogique numérique du microcontrôleur est un convertisseur 10 bits et utilise comme référence la tension d'alimentation du microcontrôleur fixée à 5 V. La précision requise sur l'état de charge de la batterie est fixée à 1 %.

Question II.2 **Donner** la variation de tension minimale que peut mesurer le convertisseur analogique, cette grandeur est appelé quantum et est noté «  $q$  ». **Vérifier** que le convertisseur analogique numérique permet d'atteindre la précision requise de 1 % sur l'état de charge de la batterie.

On considère que la tension aux bornes de la batterie évolue linéairement en fonction de son état de charge.

Question II.3 **Donner** l'équation permettant de calculer l'état de charge de la batterie en pourcentage en fonction du mot numérique  $N_{\text{batt}}$ .  
DR1 **Compléter** l'algorithme du document réponse DR2 en y ajoutant cette équation.

La capacité de stockage de la batterie s'altère avec le nombre de cycles d'utilisation. Cette altération dépend du nombre de cycles mais également de la profondeur de décharge que ces cycles imposent à la batterie. La figure 7 présente l'altération de la capacité de stockage de la batterie en fonction du nombre de cycles d'utilisation et de la profondeur de décharge (notée DOD) sollicitée.

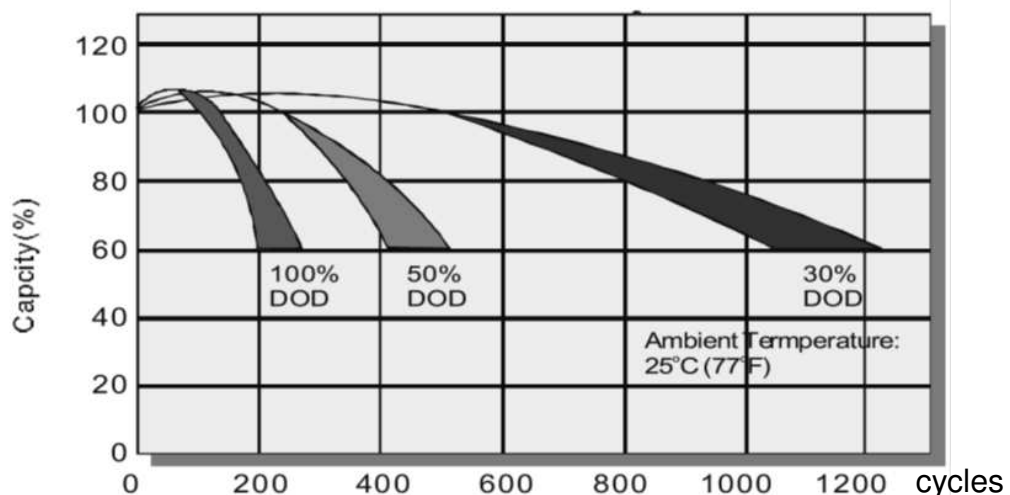


Figure 7 - Courbe indiquant la dégradation de la capacité de la batterie en fonction de la profondeur de décharge (DOD) et du nombre de cycles.

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.)

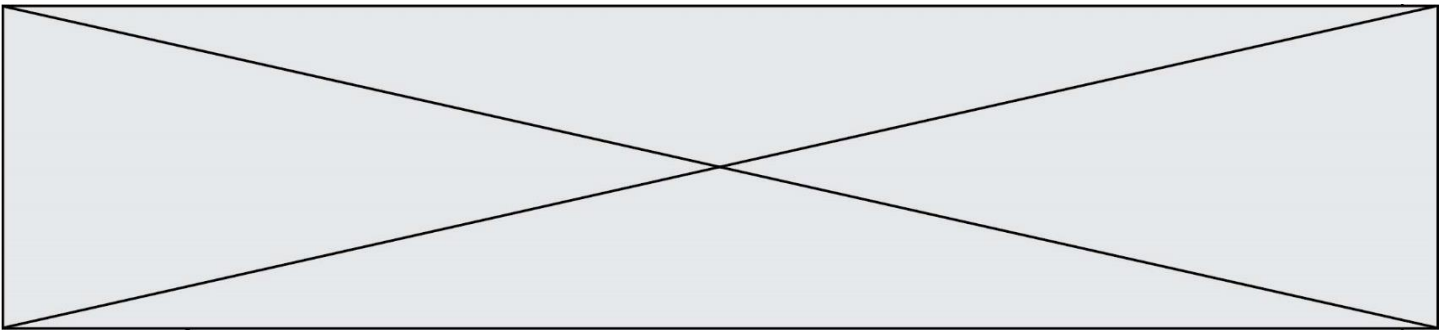
Né(e) le :  /  /



1.1

Question II.4 DR1 A partir de la courbe, figure 7, **déterminer** la profondeur de décharge de la batterie à prévoir afin de garantir un maintien de la capacité à 60 % de sa valeur initiale après 1000 cycles. **Compléter** l'algorithme du document réponse DR2 avec la valeur trouvée afin de déclencher la recharge de la batterie via le réseau électrique domestique.

Question II.5 **Conclure** quant à la capacité du produit à optimiser la durée de vie de sa batterie.



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.)

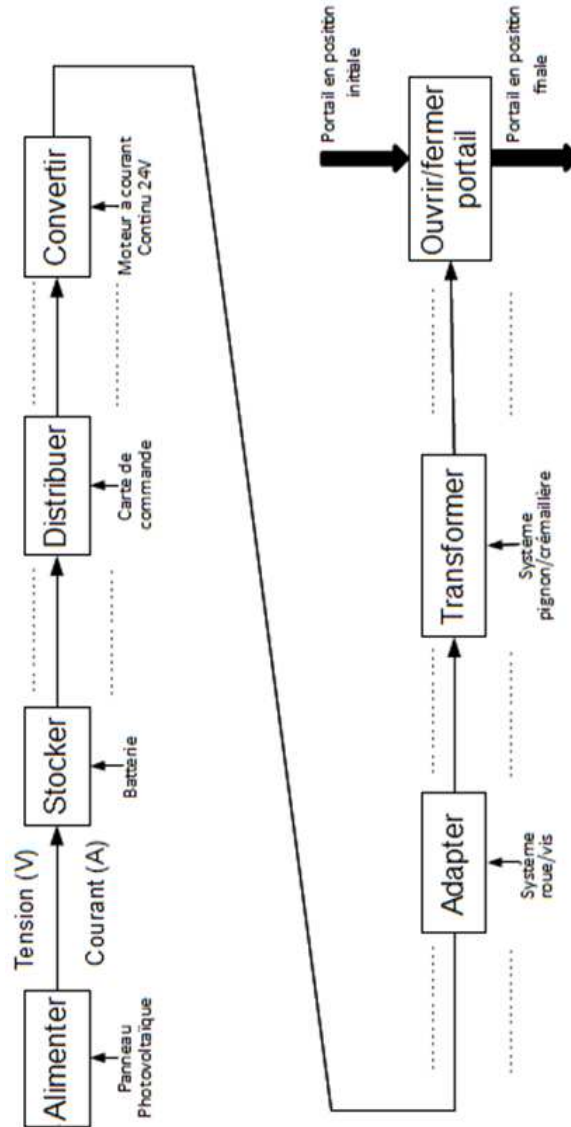
Né(e) le :  /  /



1.1

**DOCUMENTS RÉPONSES**

DR1, Question I.1 :



DR1, Question II.3, II.4 :

**Programme de gestion de la charge de la batterie**

**Début « Gestion de la recharge de la batterie »**

Lire  $N_{batt}$  // donner par un entier défini sur 10 bits

**Si** ..... **alors**

Déclencher recharge de la batterie à partir du secteur

**Fin Si**

**Fin**

Q II.3

Q II.4