

## QUAND LA MACHINE DEVIENT UNE EXTENSION DU CORPS

<p><b>Thème 2 :</b> SFC - Structure, fonctionnement, comportement : des objets et des systèmes techniques à comprendre</p>	<p><b>Thématiques :</b> T6-Fonctions, solutions, constituants de la chaîne d'énergie T8-Fonctions, solutions, constituants de la chaîne d'information T9-Structuration et traitement des données</p>	<p><b>Repères de progressivité :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les constituants d'une chaîne d'énergie et les associer à leurs fonctions.</li> <li>• Identifier les constituants de la chaîne d'information d'un objet réel et les associer à leur fonction.</li> <li>• Décrire et analyser la transformation des données téléversées ou issues d'un OST.</li> <li>• Décrire et analyser la structuration d'une table de données qui permet une exploitation et une interprétation du comportement d'un OST.</li> </ul>
--	--	---

### Mise en situation

#### Voir l'image document 1

*Il est 7h50 et Alex arrive au collège avec son nouvel hoverboard.*

☞ **Moufassa :** Hé Alex, avoue, c'est super galère de rester droit dessus sans tomber, non ?

☞ **Alex :** Franchement, au début c'est bizarre. On dirait que le truc est vivant ! Dès que je penche un orteil, ça roule.

☞ **Moufassa :** Et oui, c'est pas comme une trottinette où tu pousses et tu gères tout. Là, il y a un cerveau à l'intérieur qui capte le moindre de tes mouvements et qui agit.

☞ **Alex :** Exactement ! Et t'as vu les leds ? Elles s'allument dès que je pose le pied. Par contre, dès que la batterie faiblit, il se met à bipier et clignoter dans tous les sens et après quelques minutes, hop, plus rien.

☞ **Moufassa :** Bah en même temps, pour faire tourner les moteurs en supportant le poids d'un humain, il doit lui en falloir de l'énergie.

☞ **Alex :** C'est clair. D'ailleurs je me demande bien comment il fait pour transformer le simple fait que je me penche en une commande précise pour que les roues tournent pile à la bonne vitesse pour pas que je tombe.

**Question technologique :** *Comment un objet technique transforme-t-il une intention de l'utilisateur en mouvement réel ?*

#### Regarder la vidéo document 2 - Présentation de l'hoverboard

Question 1 : D'après le document 2 identifier les cinq éléments principaux qui constituent l'aspect extérieur de l'appareil.

Les plates-formes	Les roues	L'indicateur de batterie	Les leds	Chargeur Bouton
-------------------	-----------	--------------------------	----------	--------------------

Question 2 : Compléter le tableau concernant l'état de la batterie.

État de la batterie	Couleur du voyant	Signal Sonore	Action requise ?
Batterie Chargée	Vert	Aucun	Aucune
Batterie Déchargée	Rouge	Oui	Mettre en charge

Question 3 : Quels sont les deux objets qui permettent d'allumer ou de verrouiller l'appareil à distance ou sur le châssis ?

Télécommande	Bouton
--------------	--------

Question 4 : Combien de temps l'hoverboard doit-il rester branché pour une recharge complète ? **3** Heures.

Question 5 : Lorsqu'Alex pose le pied sur la plateforme, il exerce une pression avec son poids et avec les mouvements qu'il fait. Est-ce que cette pression est une source d'énergie ou une information pour l'appareil ? Justifier votre réponse.

Le poids d'Alex sur la plateforme est une information pour l'appareil parce que c'est un geste qu'il détecte et qui déclenche une action qui correspond. L'énergie utilisée par l'hoverboard pour réaliser cette action vient quant à elle de la batterie.

Question 6 : La vidéo précise que les feux s'allument dès qu'on appuie sur la plateforme. Pourquoi est-il important pour l'utilisateur que les feux s'allument *avant* que l'hoverboard ne commence à rouler ?

Il est important pour l'utilisateur que les feux soient allumés que l'hoverboard commence à rouler car ce signal lumineux lui signifie que l'appareil est sous tension et prêt à rouler.

Question 7 : Quel composant de l'hoverboard assure la fonction "**Convertir**" (transformer l'électricité en mouvement) ?

La fonction de conversion d'électricité en mouvement est assurée par le(s) moteur(s).

Question 8 : Le narrateur dit : "*Il faut faire attention de ne pas faire pression avec le premier pied, sinon vous partez avec.*" Pourquoi l'appareil n'attend-il pas que l'utilisateur ait posé le deuxième pied ? Justifier votre réponse.

L'appareil n'attend pas que l'utilisateur ait posé le deuxième pied parce que l'hoverboard embarque deux moteurs séparés. Chaque moteur est piloté par les capteurs de sa plateforme, ce qui fait qu'il fonctionne de manière indépendante.

### Lire le document 3 – Fiche ressource

Question 9 : À l'aide du paragraphe 1, identifie les composants qui assurent les fonctions suivantes :

Acquérir Quels capteurs mesurent l'état du système ?	Traiter Quel élément décide des actions à mener ?	Communiquer Comment l'utilisateur est-il informé par la machine ?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capteurs gyroscopiques</li> <li>• Accéléromètres</li> <li>• Capteurs de pression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carte mère</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leds</li> <li>• Buzzer sonore</li> </ul>

### Lire le document 4 - Gyroscopie et accéléromètre (vidéo)

Question 10 : Remplir le tableau ci-dessous à l'aide des éléments identifiés dans la question 9.

Élément (Composant)	Phénomène capté ou action réalisée	Nature de l'information (Physique ou Électronique)
Capteurs gyroscopiques	Mouvements.	Physique
Accéléromètre	Accélération / changement de vitesse dans une direction.	Physique
Capteurs de pression	Pression exercée à un endroit.	Physique
Carte mère	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lire les informations des capteurs.</li> <li>- Décider d'une action.</li> <li>- Envoyer des ordres aux actionneurs.</li> </ul>	Électronique
Led	Émission d'un signal lumineux	Physique
Buzzer sonore	Émission d'un signal sonore	Physique

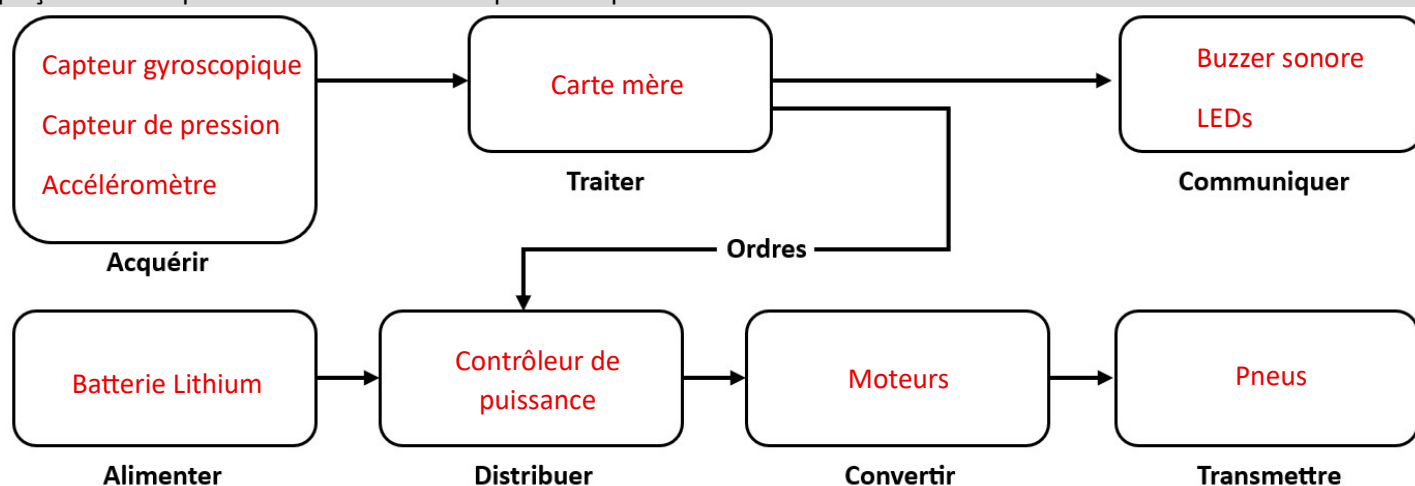
Question 11 : À l'aide du paragraphe 2 (fiche ressource), identifie les composants qui assurent les fonctions suivantes :

Alimenter	Distribuer	Convertir	Transmettre
Batterie Lithium-ion	Contrôleur de puissance	Moteurs électriques	Pneus

Question 12 : Remplir le tableau ci-dessous à l'aide des éléments identifiés dans la question 11.

Élément (Composant)	Action réalisée	Nature du phénomène (Physique ou Électrique)
Batterie	Alimente le système avec l'énergie qu'elle stocke.	Électrique
Contrôleur	Distribue l'électricité aux différents composants.	Électrique
Moteurs	Convertissent l'énergie électrique en énergie mécanique.	Physique
Pneus	Transmettent l'énergie mécanique au sol.	Physique

Question 13 : À l'aide de vos recherches précédentes et de la fiche ressource, compléter le diagramme suivant en plaçant les composants selon la fonction qu'ils occupent dans l'OT Hoverboard.



Question 14 : En vous référant à la partie 3 de la fiche ressource, expliquer comment l'utilisateur transmet ses intentions à la chaîne d'information pour obtenir le mouvement souhaité.

Mouvement Souhaité	Action physique de l'utilisateur	Réaction des moteurs
Avancer ou Reculer	Inclinaison simultanée des deux pieds vers l'avant ou l'arrière.	Les deux moteurs tournent à la même vitesse et dans le même sens.
Tourner autour d'un point	Inclinaison différenciée : un pied vers l'avant ou l'arrière. L'autre pied horizontal.	Un seul moteur tourne, l'autre reste à l'arrêt.
Tourner sur place	Inclinaison différenciée : un pied vers l'avant, l'autre vers l'arrière.	Les deux moteurs tournent dans le sens opposé à la même vitesse.
Tourner en avançant	Inclinaison différenciée : un pied plus incliné que l'autre dans la même direction.	Les deux moteurs tournent dans le même sens mais à des vitesses différentes.
Freiner	Report du poids vers l'arrière.	Les moteurs ralentissent en fonction de l'inclinaison.

## ACTIVITÉ : L'INTELLIGENCE AU BOUT DES PIEDS

**Question technologique :** Comment un transfert de poids peut permettre le pilotage d'un OST ?

### Mise en situation

Nous avons enregistré les données de télémétrie d'un trajet en hoverboard. Un document sous forme de tableau vous sera fourni. Ce tableau contient 25 secondes de mesures prises toutes les 0,25s. Votre rôle est d'analyser ce 'dialogue' entre le corps du pilote et les moteurs de la machine afin de pouvoir comprendre les effets concrets constatés.

**Télécharger le fichier :** *Relevé-Télémétrie-Hoverboard.xlsx* et l'ouvrir. **Observer le tableau de données.**

Question 15 : Le fichier de relevé de télémétrie comporte 6 colonnes nommées "Var 1" à "Var 6". À l'aide des données fournies dans **le document 5 - Fiche technique Hoverboard Super Lambda** et des variations de valeurs dans le tableau, identifier la grandeur physique correspondant à chaque colonne.

Tension aux bornes du moteur gauche en Volts	Inclinaison de la plateforme de gauche en Degrés	Tension aux bornes du moteur droit en Volts	Inclinaison de la plateforme de droite en Degrés	Temps de chronométrage en secondes	Vitesse théorique en km/h
36V	15°	36V	15°	25 Secondes	20 km/h

Question 16 : Quel est le "pas de mesure" (l'intervalle de temps) entre chaque relevé ?

Le pas de mesure est de 0,25 secondes.

Question 17 (notée) : Réaliser le graphique correspondant à la télémétrie donnée en vous aidant du **document 6**  
Votre professeur a-t-il validé votre graphique ?  Oui  Non

Question 18 : À quoi correspond la phase comprise entre  $T=0$  et  $T=2,75$  ? Qu'est-ce qui vous permet de l'affirmer ?

La phase comprise entre 0 et 2,75 est une phase d'accélération. On peut le dire car on voit d'après les courbes que l'utilisateur incline progressivement les plateformes vers l'avant. Ce qui a pour conséquence l'augmentation du voltage aux bornes des deux moteurs et donc l'augmentation de la vitesse mesurée.

Question 19 : Entre  $T=4,75$  et  $T=12,75$  la courbe de vitesse montre que l'Hoverboard ralentit. Les courbes d'inclinaison des plateformes sur cette périodicité sont-elles synchronisées ?  Oui  Non

Question 20 : Qu'est-ce que cela indique concernant l'attitude de l'utilisateur de l'hoverboard ?

Cela indique que l'utilisateur incline plus la plateforme gauche que la droite.

Question 21 : Lorsque l'utilisateur fait ce qui est dit dans la question 20, expliquez précisément ce qui se passe au niveau de l'énergie électrique délivrée aux moteurs, du mouvement des roues et donc de la direction de l'engin.

L'utilisateur est en phase de ralentissement. Dans cette phase, il n'incline pas les plateformes de la même manière, le voltage délivré aux moteurs est donc différent, en conséquence les roues ne tournent pas à la même vitesse. On peut en conclure que l'hoverboard est en train de faire un virage à droite puisque le moteur qui reçoit la plus grande tension est le gauche.

Question 22 : Entre T=16 et T=20,75, les courbes d'inclinaison des plateformes sont-elles synchronisées ?

Oui  Non

Question 23 : Sur cette périodicité quelle est l'action de l'utilisateur sur ses pieds ?

Sur cette périodicité, l'utilisateur diminue l'inclinaison de ses pieds pour revenir vers la position horizontale.

Question 24 : Pour que le pilotage soit fluide, la carte mère utilise une règle mathématique (Tension / Inclinaison) pour décider de la tension à envoyer aux moteurs en fonction de l'inclinaison de chaque plateforme. À l'aide des données du tableau, effectuez le calcul pour les trois moments suivants :

- T = 03s =  $36/15 = 2,4$
- T = 12s =  $30,8/12,8 = 2,4$
- T = 25s =  $0/0 = 0$

Question 25 : Que remarquez-vous concernant les trois résultats obtenus ?

Le résultat est proportionnel pour les 3 T

Question 26 : Comment peut-on décrire le lien entre l'inclinaison donnée par l'utilisateur et la tension envoyée aux moteurs ? Cocher la/les bonne(s) proposition(s)

<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

La tension envoyée est aléatoire et ne dépend pas de l'inclinaison.

La tension est proportionnelle à l'inclinaison.

La tension diminue quand l'inclinaison augmente.

Question 27 : Observez maintenant la zone finale entre T=21 et T=25. Que remarquez-vous concernant les courbes de tension des deux moteurs ?

Entre T=21 et T=25, les courbes sont symétriques. Volt G est en positif et Volt D son exact inverse en négatif.

Question 28 : Si une tension positive fait tourner la roue vers l'avant, que provoque une tension négative ?

Une tension négative fait tourner la roue vers l'arrière.

Question 29 : Que concluez-vous concernant l'intervalle T=21 à T=25 concernant la rotation des roues ?

Les roues tournent à la même vitesse dans un sens opposé.

Question 30 : Quelle est donc la conséquence pour l'hoverboard et son utilisateur ?

L'hoverboard tourne sur lui-même.

Question 31 : À l'aide de l'ensemble de vos observations, complétez les points suivants :

**1. La détection** : Lorsque le pilote incline ses pieds, quel composant de l'hoverboard capte cette information ?

Le composant qui capte cette information est le capteur d'inclinaison qui est dans les plateformes.

**2. Le traitement** : Comment la carte mère réagit-elle si elle reçoit deux informations d'inclinaison différentes (par exemple : pied gauche en avant, pied droit à plat) ?

Elle gère l'envoi d'énergie électrique aux moteurs de façon différenciée. Elle va donc donner à chaque moteur la quantité d'énergie qui correspond à l'ordre perçu (inclinaison de la plateforme qui lui correspond).

**3. L'action** : Quel est l'effet final sur les moteurs et sur la trajectoire de l'engin ?

L'effet sur les moteurs est qu'ils ne tournent pas à la même vitesse ou dans le même sens, donc l'hoverboard n'aura pas une trajectoire rectiligne (droite).

Question 32 : En conclusion, expliquez pourquoi le nom de cette activité « *L'intelligence au bout des pieds* » est adaptée pour décrire le fonctionnement de cet objet technique.

L'intelligence au bout des pieds est un nom adapté car :

- L'utilisateur commande l'hoverboard avec ses pieds.
- L'hoverboard est capable de s'adapter aux informations qu'il reçoit de l'utilisateur.