

Une séquence pour démarrer

CHRISTIAN GARREAU ^[1]

Cette séquence pédagogique permet d'illustrer une organisation de l'acquisition par les élèves des connaissances et des capacités du programme de sciences de l'ingénieur mobilisant les différentes modalités pédagogiques – cours, travaux dirigés, activités pratiques, activités expérimentales, restitution orale.

Cette proposition illustre une typologie de séquences qui organise autour d'un même centre d'intérêt les activités de tous les groupes d'élèves, travaillant en îlot sur des systèmes souvent différents. Mais elle ne donne qu'un exemple de TP sur un seul support, en l'occurrence le gyropode Ewee. À partir de cela, pour organiser le travail de toute une classe, il suffit de décliner le questionnaire de TP donné en encadré sur plusieurs autres supports du laboratoire. La séquence peut naturellement être librement adaptée par les enseignants en fonction de leur sensibilité. Elle s'appuie sur un ou plusieurs systèmes, mais l'acquisition des compétences n'est pas liée à la spécificité de ces systèmes.

Basée sur le thème sociétal de la mobilité urbaine **1**, elle prend place au début de l'année en classe de 1^{re} S. Sa durée indicative est de deux semaines **2**. Son objectif est la vérification expérimentale des performances annoncées par le constructeur **3**. Elle permet de mettre en œuvre un système dans ses conditions réelles d'exploitation et impose de définir un protocole d'essais reproductibles. Les modalités pédagogiques mobilisées sont les activités pratiques et expérimentales, le cours, le TD et la présentation orale.

Le laboratoire est équipé d'un système réel – le gyropode Ewee – instrumenté et de deux systèmes réels non instrumentés **4**. Les élèves sont répartis en groupes de trois.

La séquence s'adresse à une partie de la classe, selon les effectifs et l'organisation pédagogique. Il sera nécessaire de mettre en parallèle deux ou trois autres études de cas sur des systèmes identiques ou de nature différente, mais portant sur le même centre d'intérêt.

Les différentes activités des élèves, pour développer les capacités du programme de sciences de l'ingénieur, vont relever de l'analyse, de la mise œuvre, de la synthèse et de la communication. Le tableau **5** décrit précisément ces activités au regard des capacités et des compétences du programme.

[1] Professeur agrégé de SII en CPGE au lycée Chaptal de Paris (75008).

Les séances 6 7

Les travaux pratiques

La mesure des performances d'un objet dynamique nécessite de mettre en œuvre des protocoles de mesures à l'arrêt et de mesures embarquées ou à distance. Sur le gyropode, les performances de vitesse peuvent être déterminées, en moyenne, par la mesure de distances et de temps ; en valeur instantanée, par des moyens vidéo (webcam) et logiciels.

Une séance de travaux pratiques est consacrée à la recherche et au traitement des informations ainsi qu'à la préparation d'une présentation numérique. On vise là la compétence « communiquer ».

mots-clés

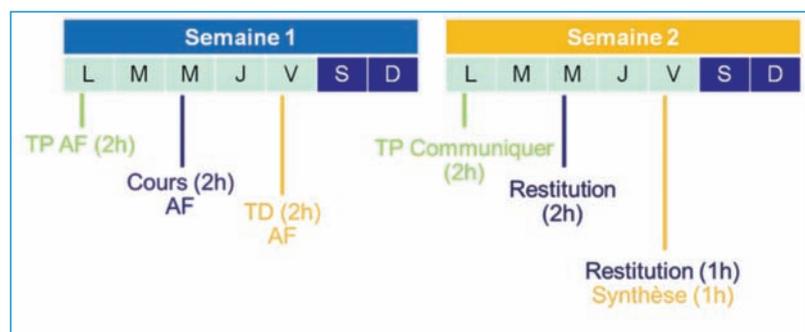
cinématique, équipement didactique, travaux pratiques



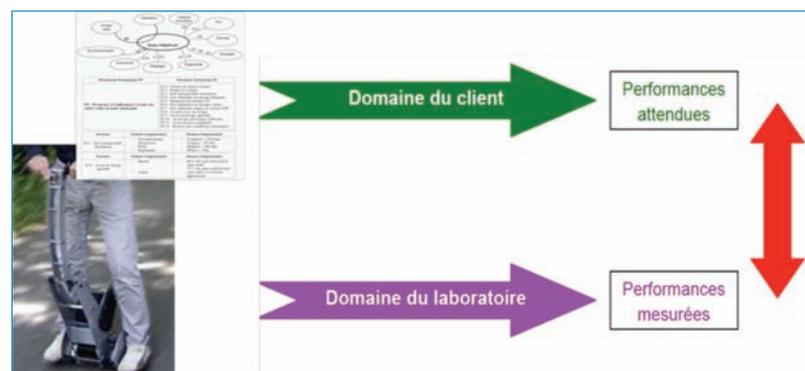
1 Le thème de la mobilité urbaine



4 Le gyropode Ewee



2 La durée indicative de la séquence



3 La vérification expérimentale des performances annoncées par le constructeur

à vitesse mesurée

Objectif de l'activité pratique : Caractériser l'écart entre une performance attendue et une performance mesurée		
Activités pédagogiques pour développer des capacités		Compétences du programme visées
Domaine du client	Recherche du besoin (analyse fonctionnelle externe)	A1 : analyser le besoin A2 : analyser le système
	Identification de l'organisation structurelle (analyse fonctionnelle interne)	
Domaine du laboratoire	Élaborer un protocole expérimental	C1 : justifier le choix d'un protocole expérimental C2 : mettre en œuvre le protocole expérimental
	Mise en œuvre du système	
	Mise en œuvre du protocole expérimental	
	Analyse des résultats	
Conclusion de l'ingénieur	Conclure et décider	A3 : caractériser les écarts D1 : rechercher et traiter des informations
	Préparer un exposé bilan	D2 : mettre en œuvre une communication

5 Les activités de l'élève en TP

Le cours

En classe entière, les élèves ont un cours sur la démarche d'analyse fonctionnelle externe pour savoir exprimer le besoin réel en termes de services à rendre, pour justifier le choix des solutions à partir de critères précis et mettre en place une communi-

cation efficace au sein d'un groupe d'étude. Le cours porte également sur l'analyse fonctionnelle interne. Cette démarche a pour objectif de faire le lien entre service à rendre et technologie mise en œuvre, de détecter des défaillances éventuelles et d'effectuer des analyses critiques.

Semaine 1		
Séance 1 TP de 2 heures TP1 : mesure à distance à l'aide de la vidéo TP2 : mesure de la vitesse avec un accéléromètre embarqué 2 x 3 élèves	Séance 2 Cours de 2 heures Analyse fonctionnelle Tous les élèves	Séance 3 TD de 2 heures Interpréter les résultats Tous les élèves

6 Les séances de la semaine 1

Semaine 2		
Séance 1 TP de 2 heures Choisir l'outil bureautique adapté à l'objectif Réaliser un document numérique Réaliser et scénariser un document multimédia 3 x 6 élèves	Séance 2 Restitution de 2 heures Tous les élèves	Séance 3 Restitution de 1 heure Synthèse de 1 heure Tous les élèves

7 Les séances de la semaine 2

Le travail dirigé

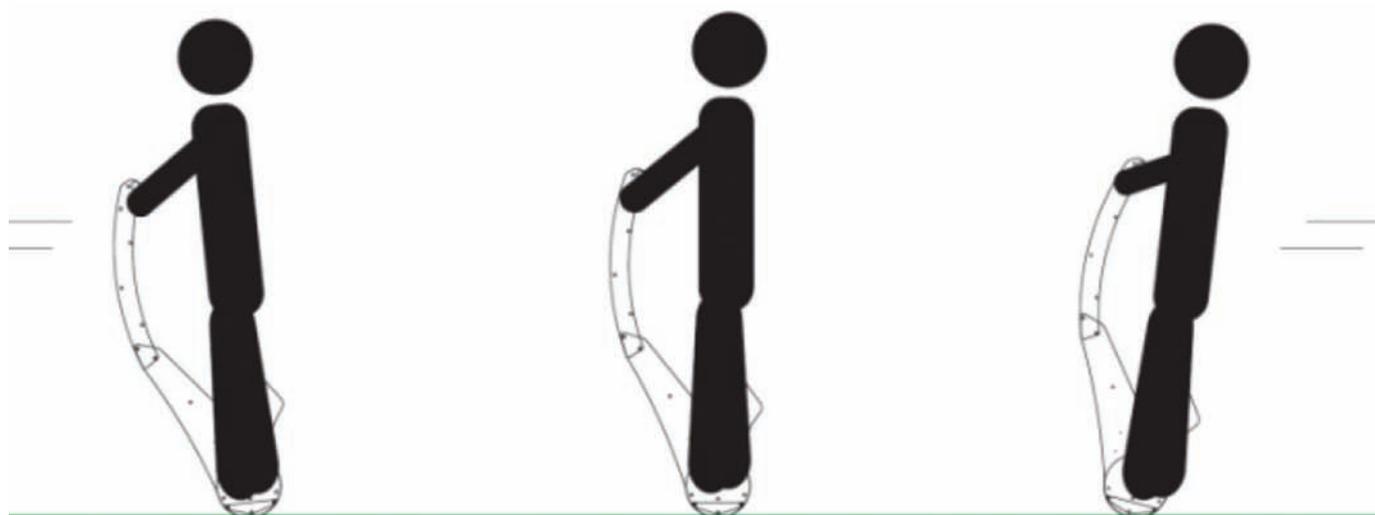
Les élèves relèvent expérimentalement lors de la première séance de TP l'ensemble des caractéristiques permettant de déterminer la vitesse du gyropode. Les données expérimentales sont traitées et interprétées afin de renseigner un modèle de comportement du gyropode. Le professeur fournit aux élèves un modèle de comportement qu'ils ne possèdent pas encore (c'est la première séquence de l'année). Ils doivent quantifier les écarts entre des valeurs attendues et des valeurs mesurées, et rechercher et proposer des causes aux écarts constatés.

La restitution

Il est demandé aux élèves de caractériser et de présenter les écarts entre les performances attendues et les performances mesurées. La présentation réalisée avec des outils numériques doit justifier les différents écarts à partir des hypothèses et des conditions d'expérimentation et de simulation.

Les évaluations

Il est possible d'évaluer de manière formative lors de l'étude de cas (activités expérimentales, travaux dirigés...).



8 Le contrôle de la vitesse de déplacement avec l'inclinaison du gyropode

La validation des compétences peut se faire lors de l'étude de cas pour les compétences « analyser », « modéliser », « expérimenter » et lors de la séance de restitution pour la compétence « communiquer ».

Illustration avec le gyropode Ewee

Les objectifs de l'activité expérimentale :

- Analyse des performances attendues par le cahier des charges du constructeur
- Mise en œuvre des systèmes dans leurs conditions réelles d'exploitation en vue d'obtenir des mesures permettant de quantifier des performances
- Mesure de l'écart entre les performances mesurées et les performances attendues

Le problème technique : Vérifier la pertinence du choix des composants par le constructeur.

Les centres d'intérêt par ordre d'importance :

- CI 2 : expérimenter et mesurer sur un système.
- CI 1 : analyser un système fonctionnellement et structurellement.
- CI 3 : analyser des constituants d'un système réel d'un point de vue structurel et comportemental.

Le système support d'étude

Le gyropode est un véhicule électrique, fabriqué en matériaux recyclables, constitué de :

- 2 moteurs à courant continu
- 1 structure en alliage métallique
- 2 courroies crantées
- 1 batterie de 36 V AGM embarquée
- 1 joystick
- 1 système de stabilisation
- 2 poignées
- 2 repose-pieds

Ses caractéristiques techniques sont les suivantes :

- Empreinte au sol : 280 mm x 200 mm
- Hauteur : 120 mm
- Poids : 25 kg
- Puissance : 400 W
- Vitesse maximale : 16 km/h
- Autonomie : 8 km
- Charge maximale : 90 kg
- Batterie : 36 V AGM, rechargeable
- Temps de charge : 3 h (coût de 0,10 €)
- Distance de braquage : 0 m

C'est un véhicule à contrôle de balance automatique : les capteurs détectent si l'utilisateur se penche en avant ou en arrière **8**, et les moteurs reçoivent immédiatement la loi de commande d'accélération avant ou arrière, issue de la boucle d'asservissement, afin que le dispositif reste en équilibre. Le joystick permet de diriger le gyropode vers la gauche ou vers la droite.

La conception mécatronique du gyropode garantit des performances exceptionnelles de stabilité et d'autonomie. Enfin, pliable, il peut se ranger dans un coffre de voiture, par exemple. Il est donc tout à la fois simple d'utilisation, économe en énergie, écologique (recyclable à 95 % selon le constructeur) et fiable. Il a néanmoins des limites d'usage : s'il convient à toute personne de plus de 1,40 m, plus de 40 kg et moins de 90 kg, il est déconseillé pour les enfants de moins de 16 ans, et des notions de sécurité routière sont nécessaires pour son utilisation en extérieur ; d'autre part, il n'est pas possible de l'utiliser sous la pluie ou sur sol humide, les composants électroniques et la batterie pouvant s'en trouver endommagés.

Le besoin : Se déplacer sans effort sur de petits trajets urbains.

Les performances attendues :

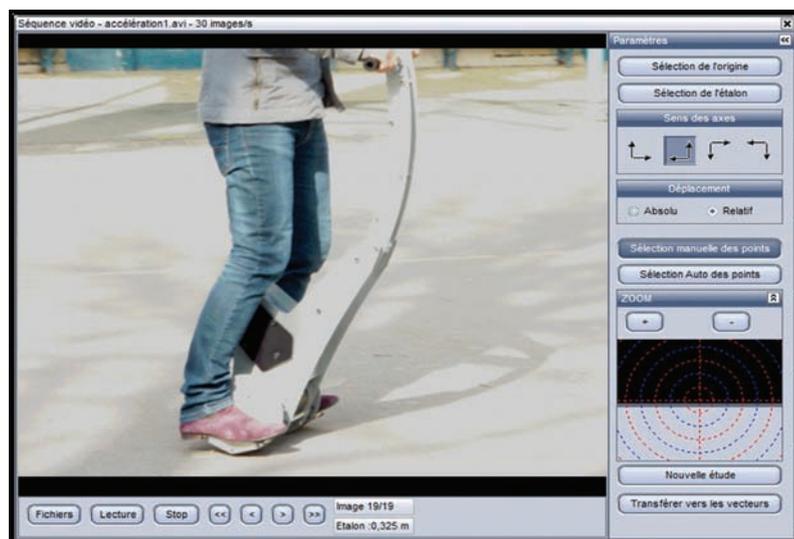
- Poids du passager
- Autonomie de la batterie
- Vitesse maximale
- Pente

Les grandeurs mesurables :

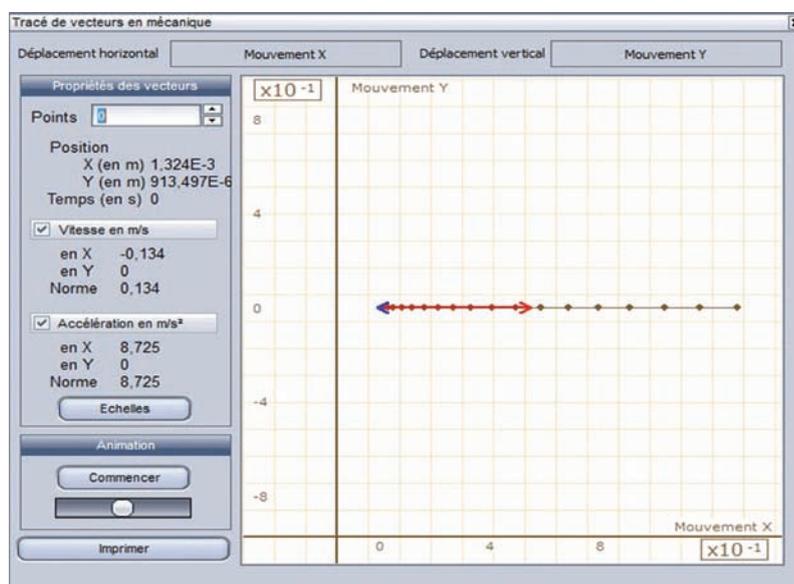
- Autonomie énergétique
- Accélération
- Fréquence de rotation du moteur
- Tension, courant

Activités de la séance 1 de TP en semaine 1

L'activité pratique de cette séance consistera à mesurer la vitesse réelle du gyropode (voir le questionnaire de TP en encadré) afin de vérifier que sa valeur maximale est proche de celle annoncée par le constructeur.



9 TP1 : mesure de la vitesse à distance par traitement vidéo



10 TP1 : extraction des données sous forme de vecteurs

Pour mesurer la vitesse de l'Ewee, les élèves utilisent, dans ce TP1, une webcam et un logiciel libre de traitement d'images vidéo (Regavi, voir « En ligne »). Après avoir capturé les images de la phase de démarrage jusqu'à la vitesse maximale, on installe à l'aide de ce logiciel le repère d'étude du mouvement **9**. On échantillonne ensuite un défilement d'images afin de pouvoir pointer les différentes abscisses de ce mouvement, dont les données sont extraites sous forme de vecteurs, et les coordonnées des différents points fournies par le logiciel **10**. Puis on transfère les coordonnées du mouvement vers un logiciel de traitements de données expérimentales, qui permet d'éditer des courbes et d'en donner les équations (Regressi) **11**.

On peut également, et c'est l'objet du TP2 de cette même séance, mesurer la vitesse du véhicule avec un accéléromètre embarqué et un oscilloscope, puis traiter le signal obtenu afin d'en extraire les données cinématiques, qui seront exploitées à l'aide d'un tableur **12**.

Conclusion

Pour les élèves, cette structure de séquence, commune à plusieurs supports d'étude en TP, permet :

- une approche globale, mais rapide, du besoin auquel le système répond ;
- de participer à la définition d'un protocole de mesure d'une performance importante ;
- d'expérimenter la mesure d'une performance du système réel ;
- de comparer cette mesure à l'attendu pour expliciter l'écart entre les deux et le spécifier ;
- d'acquérir une culture technologique par l'analyse des composants de la fonction technique du système en relation avec la performance évaluée dans le TP.

.../...

En ligne

Le constructeur :

www.ewee.fr/

Une vidéo de démonstration :

www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=dx2xxiecRgo

Le distributeur du produit didactisé :

www.technologieservices.fr/fr/a-a1000002207-edc1000003/article/EWEE-EWEE-Transporteur-personnel.html

Les documents du TP (dossier ressources, dossier technique, sujet), à télécharger sur le site STI de l'académie de Paris :

www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_549158/seminaire-academique-s-si-du-mardi-15-mai-2012-a-lecole-boulle

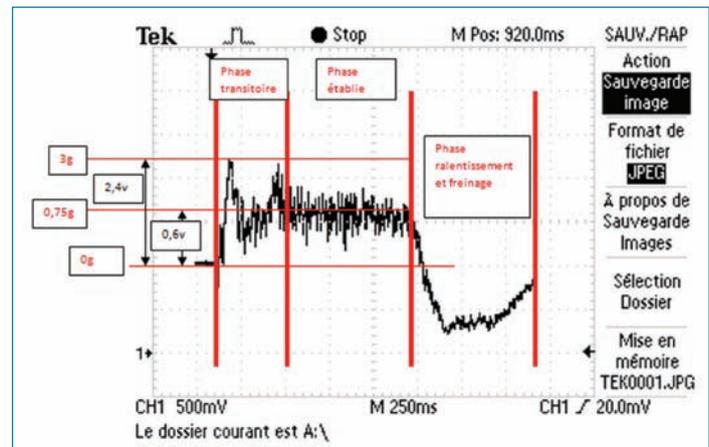
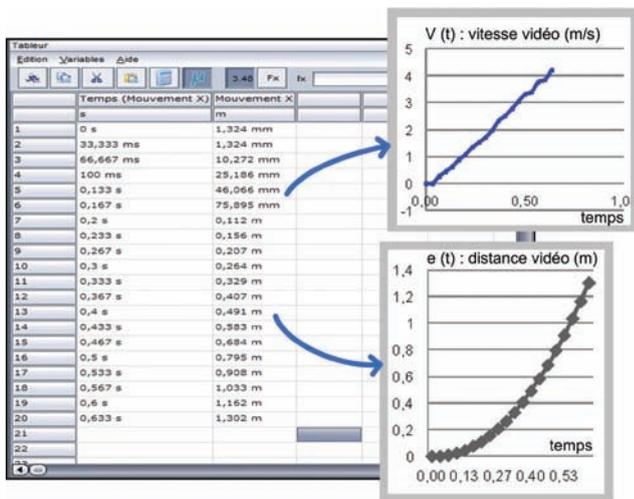
Pour télécharger Regavi et Regressi :

<http://jean-michel.millet.pagesperso-orange.fr/index.htm>

Un tutoriel sur ces logiciels :

<http://marc.morin35.free.fr/lycee/1ereS/Tutoriel%20Regavi%20Regressi.pdf>

Retrouvez tous les liens sur <http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie>



11 L'utilisation du tableur et du grapheur pour récupérer les données et tracer les courbes $v(t)$ et $e(t)$

12 La mesure de vitesse avec un accéléromètre et un oscilloscope

Le questionnaire de TP

Support d'étude : Gyropode Ewee. Il est utilisé en milieu urbain. Sa vitesse maximale est de 16 km/h, et son autonomie de 8 km.

Centres d'intérêt :

- CI2 : expérimenter et mesurer sur un système réel pour évaluer ses performances
- CI1 : analyser un système fonctionnellement et structurellement
- CI3 : analyser des constituants d'un système réel d'un point de vue structurel et comportemental.

Problème technique : Le gyropode est utilisé pour des déplacements en milieu urbain n'excédant pas 8 km. Pour satisfaire au besoin des utilisateurs, le constructeur du gyropode a fait le choix de certains composants. Dans ce TP, on se propose de vérifier une des performances annoncées (la vitesse maximale de déplacement), et d'analyser la pertinence du choix des composants pour remplir les principales fonctions techniques.

Analyse du besoin

Prendre connaissance du domaine d'utilisation du système ainsi que de l'annexe sur les « Performances du système industriel » dans le dossier technique.

- Question 1 :** Définir le besoin auquel satisfait le système étudié.
- Question 2 :** Situer ce produit par rapport aux autres moyens de transport comparables en les classant par prix.

Vérification d'une performance

L'objectif de cette partie est de vérifier une performance annoncée par le constructeur, la vitesse maximale. Prendre connaissance de l'annexe « Faire fonctionner le gyropode » dans le dossier ressource.

- Question 3 :**
Élaborer un protocole expérimental afin de vérifier la performance de vitesse du gyropode.
Mettre en œuvre ce protocole expérimental.
Comparer la performance obtenue avec la performance annoncée par le constructeur.

Prendre connaissance de l'annexe « Utiliser un tableur » dans le dossier ressource.

- Question 4 :** Réaliser la synthèse des résultats précédents avec un tableur et tracer les courbes avec le grapheur.

Analyse fonctionnelle et structurelle

L'objectif de cette partie est de comprendre l'architecture fonctionnelle et structurelle du gyropode. Le système considéré pour l'étude est l'ensemble du gyropode.

- Question 5 :** Compléter le FAST présent dans les documents réponses, en précisant le nom des composants qui réalisent les fonctions indiquées.

Prendre connaissance de l'annexe sur « Les actionneurs » dans le dossier technique.

- Question 6 :** Décrire en quelques lignes le fonctionnement des moteurs utilisés sur le gyropode.

Prendre connaissance de l'annexe sur « Les détecteurs et les capteurs » dans le dossier technique.

- Question 7 :** Décrire en quelques mots le fonctionnement de l'accéléromètre utilisé pour connaître la position angulaire du gyropode.