

# CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

Session 2010

## SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES GÉNIE ÉLECTRIQUE

(Classe de terminale STI)

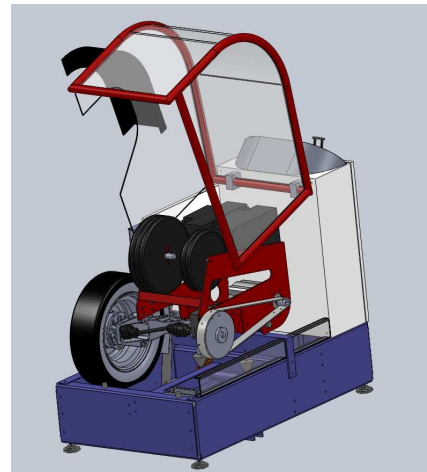
### ÉLECTROTECHNIQUE

DURÉE 2 Heures

Aucun document n'est autorisé

*Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)*

### **TP3 : la récupération d'énergie en milieu urbain**



- ❑ Etude du problème général
- ❑ Validation sur banc d'essai d'une solution

Pages 2 à 3

Pages 4 à 9

# 1 : Etude du problème général. (temps conseillé maximum 15 minutes).

## Problématique :

Si le véhicule électrique est présenté comme une solution d'avenir, son succès ne peut passer que par une amélioration de son autonomie. Un travail important sur les batteries est d'ores et déjà engagé par de nombreux constructeurs automobiles et ceux-ci souhaitent améliorer la quantité de stockage au sein d'un véhicule.

De son côté la formule 1 a tenté, lors de la saison 2009, de travailler sur la récupération de l'énergie cinétique dans les phases de freinage, de la stocker puis de la réutiliser lors de phases d'accélération.

Cette notion est-elle transposable sur un véhicule électrique urbain et en l'occurrence sur la F-City commercialisée par la société FAM Automobiles ?

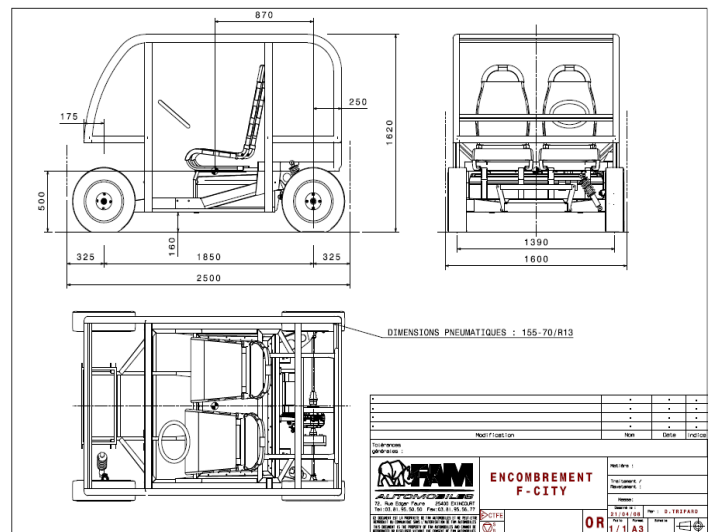
## Description générale du véhicule :

Véhicule compact (L x l x h : 2,5 x 1,6 x 1,6m)  
répondant à la réglementation L7E :

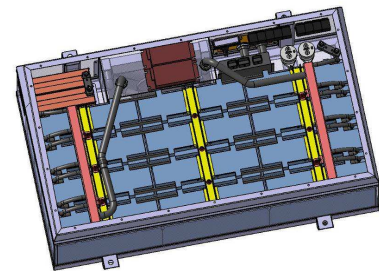
- quadricycle lourd,
- masse maximum de 400 kg hors système de stockage batterie,
- groupe moto-propulseur en position arrière : Pn = 8 kW.

Vitesse maximum de 60 km/h sur le plat.

Système batterie amovible.



Le rack amovible d'une masse de 273 kg est fixé en 4 points à la structure et participe à la rigidité du véhicule. L'énergie maximale embarquée par ce rack est de 14,4 kWh.



Lors du développement du véhicule la masse maximale de chargement (2 personnes + les bagages) a été estimée à 200 kg.

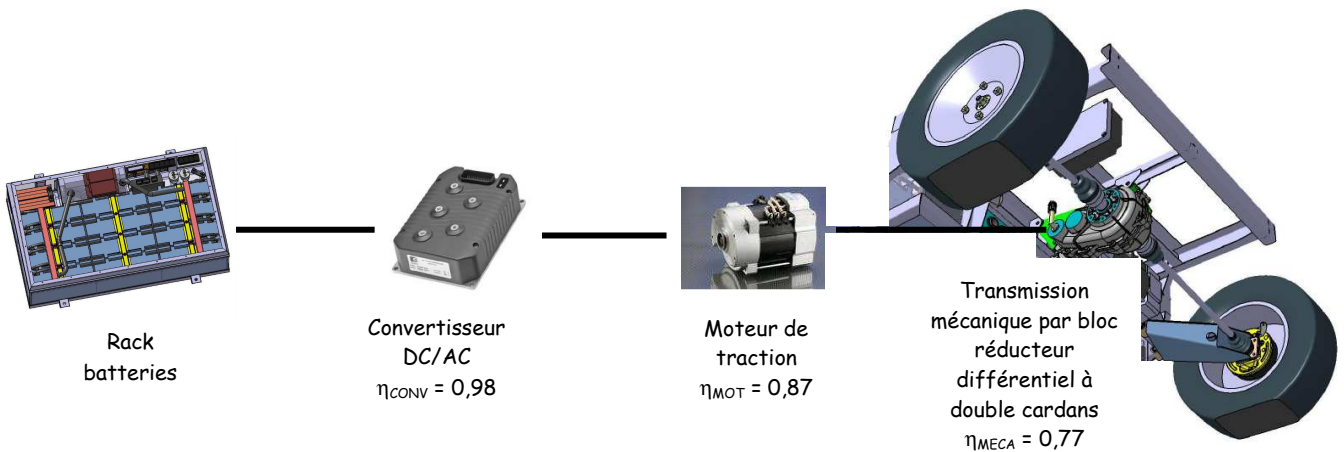


Nous souhaitons que vous définissiez dans les questions suivantes l'énergie électrique récupérable lors d'une phase de ralentissement à un feu rouge puis que vous en déduisiez l'intérêt de la renvoyer dans les batteries du véhicule.

Hypothèses : la phase de récupération de l'énergie électrique sera étudiée pour un ralentissement de 50 km/h à 20 km/h. A partir de 20 km/h et jusqu'à l'arrêt total on estime que l'énergie cinétique est dissipée par les freins mécaniques du véhicule. La force de résistance aérodynamique est négligée.

**1.1 : Définir** la valeur de la variation de l'énergie cinétique lors d'un ralentissement du véhicule de 50 à 20 km/h (on suppose le véhicule chargé au maximum).

La F-City étant à propulsion, toute l'énergie cinétique récupérée est transmise au moteur par le train arrière. Le synoptique général de la chaîne de traction est le suivant :



**1.2 :** A l'aide du synoptique général de la chaîne d'énergie fournie ci-dessus, **calculer** la valeur de l'énergie électrique pouvant être récupérée par la batterie.

**1.3 :** Comparer par rapport à l'énergie maximale embarquée par le rack batterie. Que conclure ?

**Demander au jury les questions suivantes.**

## **2 : Validation d'une solution technique sur banc de simulation. (temps conseillé maximum 1h45 minutes).**

*Nous avons vu que la phase de ralentissement de la F-City en milieu urbain ne permet pas de récupérer de l'énergie dans une batterie.*

*Nous proposons alors d'installer un nouveau composant qui permet de stocker puis de fournir de petites quantités d'énergie sur des temps transitoires faibles et lorsque le besoin en énergie est important (dans le cas d'une accélération forte ou d'une montée avec une pente importante par exemple). Nous décidons d'utiliser des **super-condensateurs**.*

*Nous souhaitons que vous validiez, en répondant aux questions suivantes, la solution retenue. Pour cela, un banc de simulation appelé « e-traction » va vous permettre de faire des essais.*

*La maquette didactique e-traction est une représentation homothétique du véhicule F-City réel. Les grandeurs mécaniques ainsi que les puissances électriques sont réduites. Le fonctionnement, le comportement et les méthodes de réglage restent néanmoins identiques à ce qui est rencontré sur le système réel. La chaîne de traction présente sur la maquette est constituée d'un demi-essieu de train arrière du véhicule.*

### **2.1 : Prise en main du système.**

**2.1.1 :** Identifier sur le système les composants ci-dessous puis appeler le jury pour lui faire valider vos réponses.

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| ✓ Moteur de traction,    | ✓ Amortisseur,              |
| ✓ Batteries,             | ✓ Roue,                     |
| ✓ Super-condensateurs,   | ✓ Système poulies-courroie. |
| ✓ Variateur de traction, |                             |

**2.1.2 :** Le dossier pédagogique vous étant fourni, **mettre** sous tension la maquette, et, en présence du jury, **essayer** le fonctionnement.

**2.1.3 :** A l'aide des schémas électriques de la partie traction de la maquette présents dans le dossier pédagogique, **indiquer** la nature et les valeurs des différentes tensions utilisées dans la chaîne d'énergie de la traction électrique. **Vérifier** à l'aide d'appareils de mesure les différentes valeurs théoriques.

**2.2 : Mesures sur le système sans les super-condensateurs sur le plat.**

*Nous souhaitons vérifier la quantité d'énergie récupérable lors d'une simulation de ralentissement de véhicule sur le plat. Afin de respecter le cahier des charges initial, la vitesse de consigne sera fixée à 30 km/h.*

**2.2.1 : Indiquer** si les hypothèses de ralentissement proposées à la question 1.1 page 3 avec le véhicule restent cohérentes pour l'étude avec la maquette. Vous pouvez, pour répondre à cette question faire des essais de fonctionnement de la maquette.

**2.2.2 : Proposer** une méthode de mesure permettant de quantifier l'énergie récupérable par la batterie lors de la phase de ralentissement.

***Demander au jury les questions suivantes.***

Nous vous proposons, afin de répondre à la problématique, de visualiser le courant circulant dans la batterie ainsi que la tension à ses bornes. Le matériel à votre disposition est :

- Un oscilloscope couleur 4 voies SCOPIX II.
- Une pince ampèremétrique PAC22.

**2.2.3 :** A l'aide des schémas électriques du dossier pédagogique, **indiquer** des points de mesure pour cet essai et les **identifier** sur le système. **Proposer** des réglages pour les calibres du module de mesure et son mode de déclenchement. Vous pouvez, pour répondre à cette question faire des essais de fonctionnement de la maquette et utiliser les différents appareils de mesure à votre disposition.

***Faire valider vos propositions au jury.***

**2.2.4 :** En présence du jury, **placer** les appareils de façon à visualiser :

- la tension aux bornes de la batterie sur la voie 1 de l'oscilloscope.
- le courant « batterie » sur la voie 4 de l'oscilloscope (attention au sens de la pince ampèremétrique).

**Régler** les calibres et le mode de déclenchement.

**2.2.5 :** **Faire** un essai (accélération franche jusqu'à une vitesse constante de 30 km/h que vous maintiendrez quelques secondes puis ralentissement franc) et **enregistrer** les signaux obtenus. Ne pas déconnecter l'oscilloscope une fois les essais terminés.

***Faire valider les relevés au jury, lorsqu'ils vous paraissent satisfaisants.***

**2.2.6 :** **Commenter** les relevés au jury (vous indiquerez précisément les différentes phases de fonctionnement).

**2.2.7 :** **Calculer**, à l'aide des relevés, l'énergie récupérable.

**2.2.8 :** **Apporter** une réflexion plus générale sur la récupération de l'énergie sur un parcours urbain avec le vrai véhicule s'il était équipé de la technologie super-condensateurs. La **commenter** avec le jury.

**2.3 : Mesures sur le système avec les super-condensateurs sur le plat.**

*Nous souhaitons vérifier l'utilité des super-condensateurs et que l'énergie est réellement récupérée à un moment donné par ceux-ci.*

*Nous vous proposons de visualiser le courant circulant dans la batterie ainsi que la tension à ses bornes et le courant en entrée du variateur AMC pilotant les super-condensateurs. Le matériel à votre disposition est :*

- Un oscilloscope couleur 4 voies SCOPIX II.
- 2 pinces ampèremétrique PAC22.

***Demander au jury de mettre en service les super-condensateurs.***

**2.3.1 :** A l'aide des schémas électriques du dossier pédagogique, **indiquer** les nouveaux points de mesure permettant de mesurer le courant en entrée du variateur AMC pilotant les super-condensateurs et les **identifier** sur le système (les points de mesure pour les caractéristiques liées à la batterie sont les mêmes qu'à la partie 2.2.

***Faire valider vos propositions au jury.***

**2.3.2 :** En présence du jury, **placer** les appareils de façon à visualiser :

- la tension aux bornes de la batterie sur la voie 1 de l'oscilloscope.
- le courant « batterie » sur la voie 4 de l'oscilloscope (attention au sens de la pince ampèremétrique).
- le courant « super-condensateurs » sur la voie 3 de l'oscilloscope (attention au sens de la pince ampèremétrique).

**Régler** les calibres et le mode de déclenchement sachant que le courant maximum récupéré et fourni par les super-condensateurs est de 25 A.

**2.3.3 :** **Faire** un essai (conformément à celui réalisé à la question 2.2.5 et **enregistrer** les signaux obtenus. Ne pas déconnecter l'oscilloscope une fois les essais réalisés.

***Faire valider les relevés au jury, lorsqu'ils vous paraissent satisfaisants.***

**2.3.4 : Commenter** les relevés au jury (vous indiquerez précisément les différentes phases de fonctionnement et expliquerez clairement l'intérêt des super-condensateurs pour l'application véhicule électrique).

**2.4 : Stratégie de pilotage de charge et de décharge des supercondensateurs.**

**2.4.1 :** En étudiant attentivement les courbes obtenues aux questions 2.2.5 et 2.3.3 fournies par le jury, **expliquer** la stratégie de pilotage des super-condensateurs (paramètre physique et valeur qui déclenche la récupération d'énergie dans les super-condensateurs et même chose pour la fourniture d'énergie par les super-condensateurs). La stratégie de pilotage des super-condensateurs vous paraît-elle adaptée par rapport au cahier des charges initial ? **Commenter** votre réflexion au jury.



***Demander au jury les questions suivantes.***



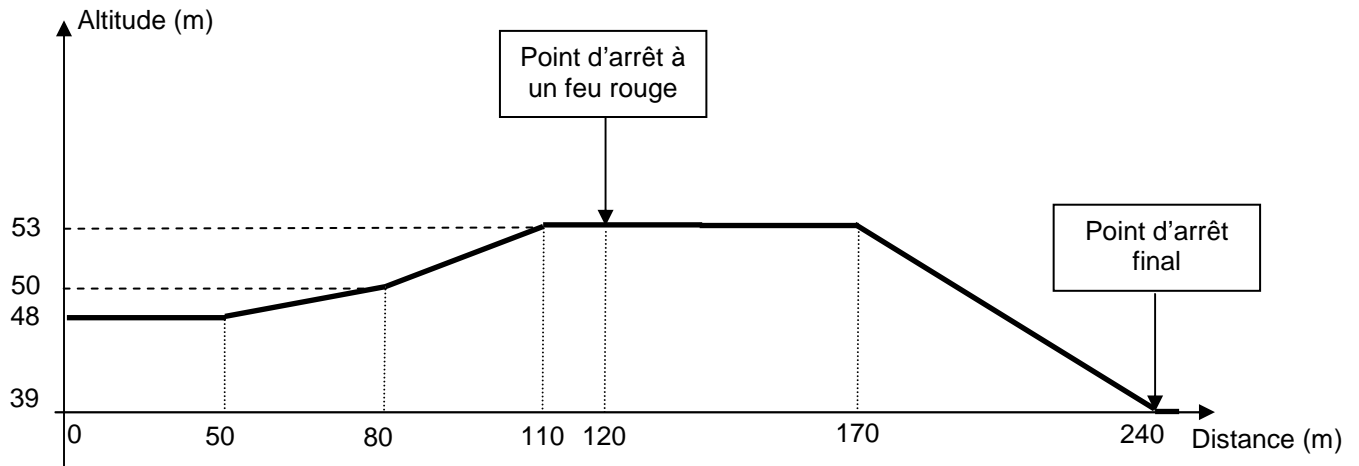
## **2.5 : Stratégie de pilotage des supercondensateurs à mettre en œuvre suivant un profil routier.**

*Nous souhaitons optimiser la stratégie de pilotage des supercondensateurs. Pour cela, un profil type de parcours routier a été établi.*

*Le but est que les super-condensateurs ne fournissent de l'énergie qu'en phase d'accélération importante ou si il y a une montée. Le réglage de la partie récupération de l'énergie ne sera pas modifié par rapport aux essais précédents.*

*Afin d'avoir une qualité des résultats optimale, nous nous affranchirons du pilotage manuel et utiliserons un mode « régulateur de vitesse » où la vitesse est réglée à 30 km/h.*

*Le profil routier retenu est le suivant :*



**2.5.1 :** A l'aide du dossier pédagogique, **programmer** le parcours proposé sur le logiciel de simulation de parcours.

***Faire vérifier la programmation du parcours effectuée au jury et lui demander d'annihiler le fonctionnement des supercondensateurs, de fixer une vitesse maximale de 30 km/h à l'aide de la pocket puis de démarrer la maquette en mode régulation de vitesse***

**2.5.2 :** En présence du jury, faire un essai avec la maquette en réalisant un parcours complet sans les super-condensateurs. **Mesurer** le temps approximatif mis pour réaliser le parcours.

*Nous vous proposons comme pour l'essai de la question 2.2.3 de visualiser le courant circulant dans la batterie ainsi que la tension à ses bornes.*

**2.5.3 :** **Régler** les calibres et le mode de déclenchement.

**2.5.4 :** **Faire** un essai et **enregistrer** les signaux obtenus.

***Faire valider les relevés au jury lorsqu'ils vous paraissent satisfaisants.***

**2.5.5 :** Commenter les courbes au jury et **proposer** un seuil de pilotage des super-condensateurs permettant de respecter le cahier des charges défini.




***Demander au jury de mettre en service les super-condensateurs et de paramétrer les seuils que vous avez définis.***

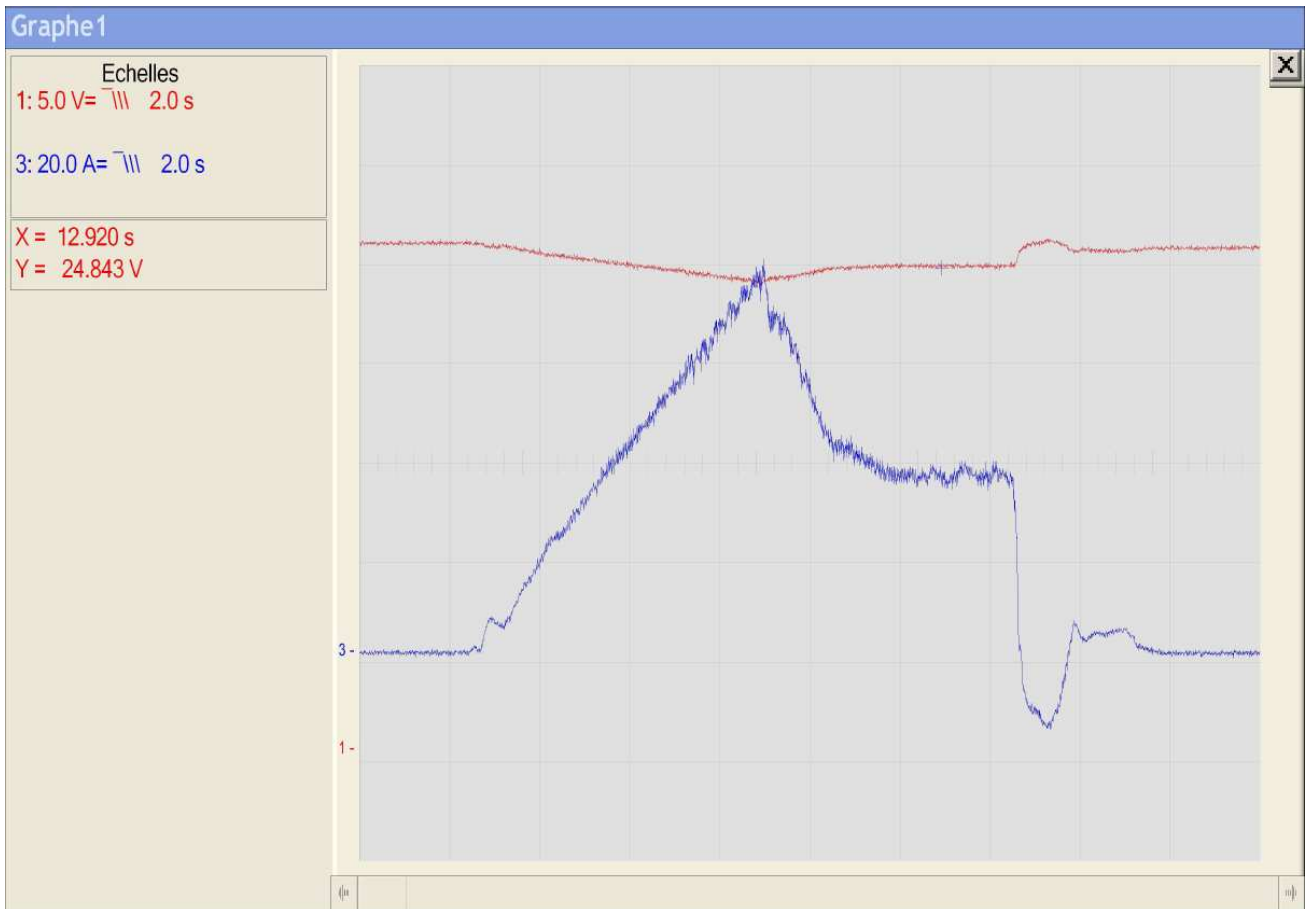
*Afin de valider votre proposition, nous vous proposons comme pour l'essai de la question 2.3.3 de visualiser le courant circulant dans la batterie ainsi que la tension à ses bornes et le courant « super-condensateurs ».*

**2.5.6 :** Régler les calibres et le mode de déclenchement de l'oscilloscope afin de valider votre proposition.

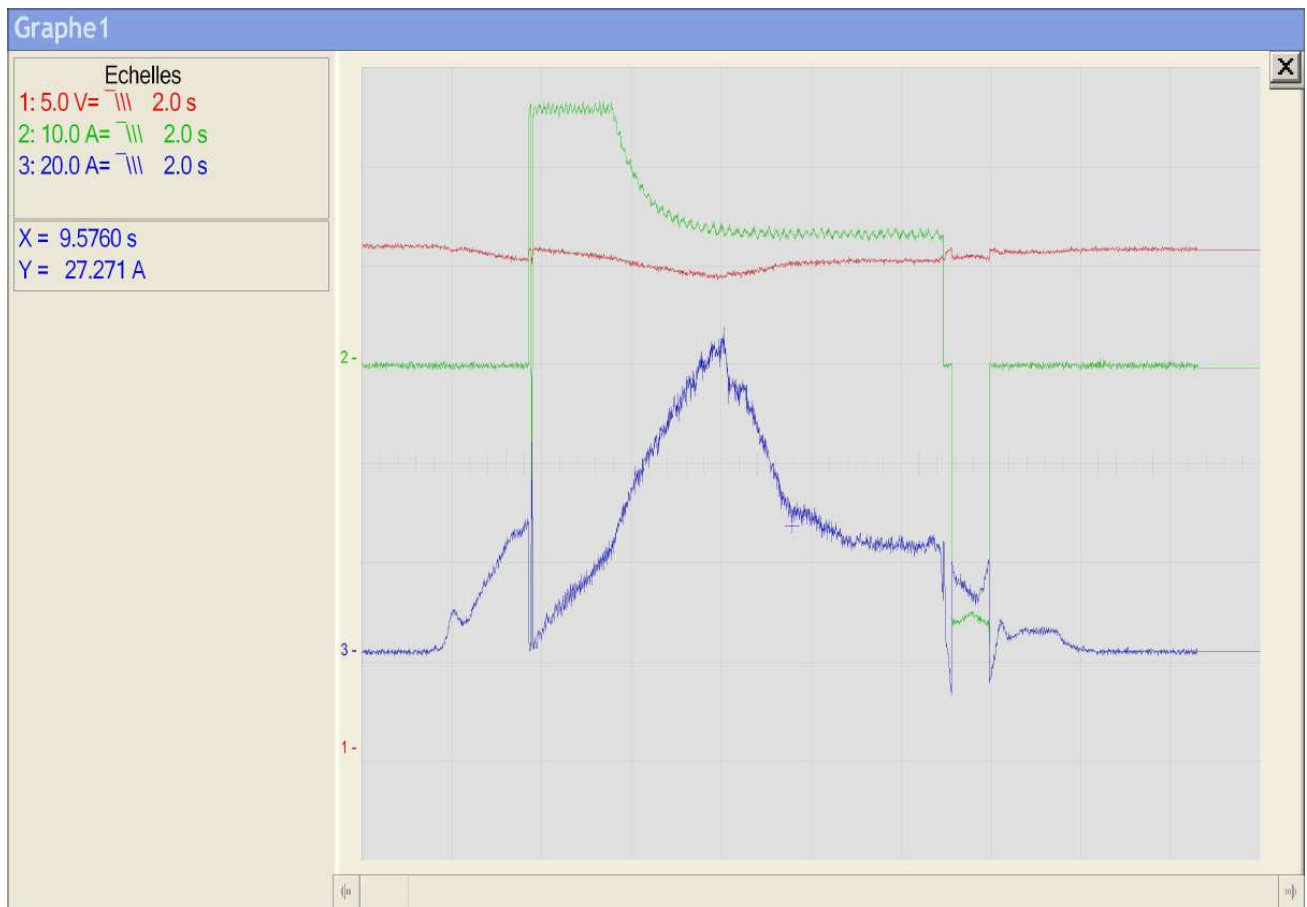
**2.5.7 :** Faire un essai sur la totalité du parcours prédéfini et **enregistrer** les signaux obtenus. Valider la solution proposée en indiquant la conformité ou non des résultats par rapport au cahier des charges.



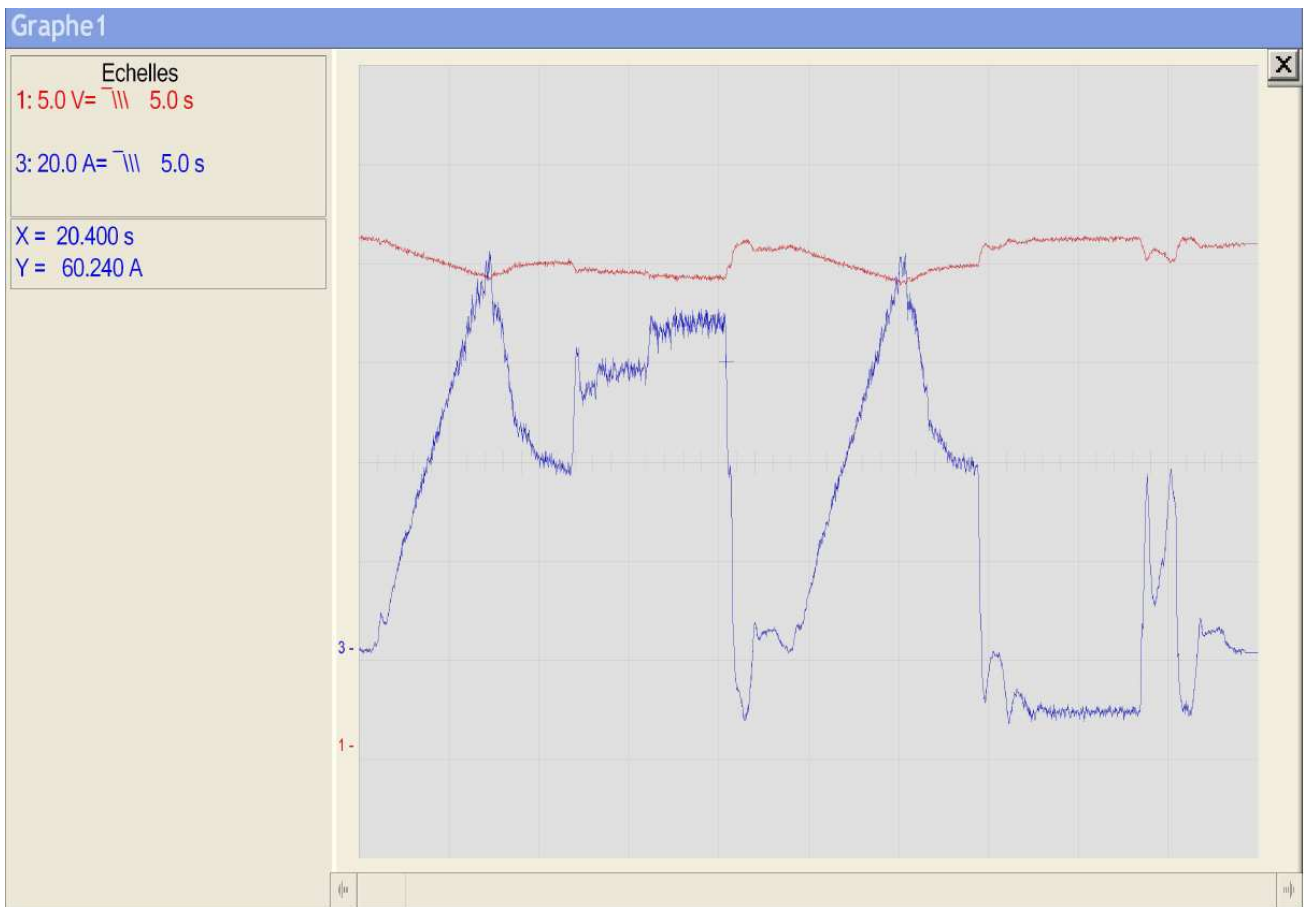
**Question 2.2.5 : Tension et courant sur le bus continu lors d'un essai sur le plat.**



**Question 2.3.3 : Tension et courant sur le bus continu et courant « supercondensateurs » lors d'un essai sur le plat.**



**Question 2.5.4 : Tension et courant sur le bus continu lors d'un essai sur parcours routier.**



**Question 2.5.7 : Tension et courant sur le bus continu et courant « supercondensateurs » lors d'un essai sur le parcours.**

