



Lycée Louis ARMAND

Lycée polyvalent - Lycée des métiers
de l'électricité et de ses applications
des télécommunications et des réseaux informatiques
de la conception mécanique assistée par ordinateur

94 Nogent sur Marne



Lycée Louis Armand Nogent sur Marne

Modélisation multiphysique de la Renault Twizy

Descriptif des modèles réalisés & activités liées.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

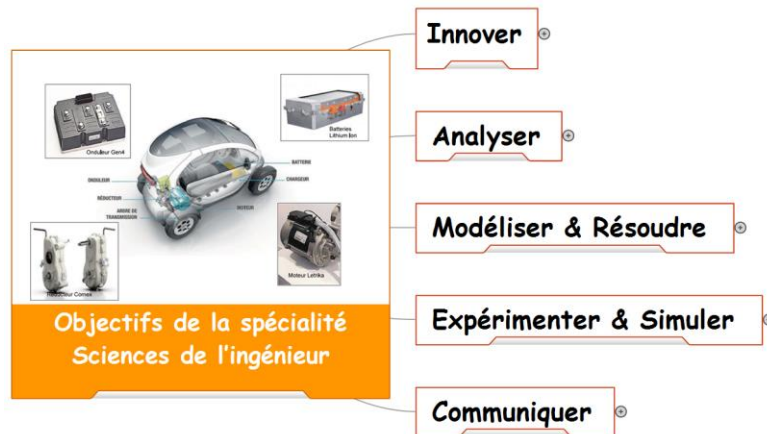
Etude de cas



Préambule :

Objectifs de la spécialité Sciences de l'Ingénieur :

La démarche en sciences de l'ingénieur intègre la démarche scientifique par le biais d'activités s'appuyant sur des systèmes existants et permet de mettre en œuvre les compétences ci-dessous :



La Renault TWIZY est un des systèmes choisis par certaines académies :



Les différents modèles multiphysiques de la Renault Twizy pourront, via des activités élèves réalisées en Terminale, permettre la validation des performances annoncées par le constructeur :

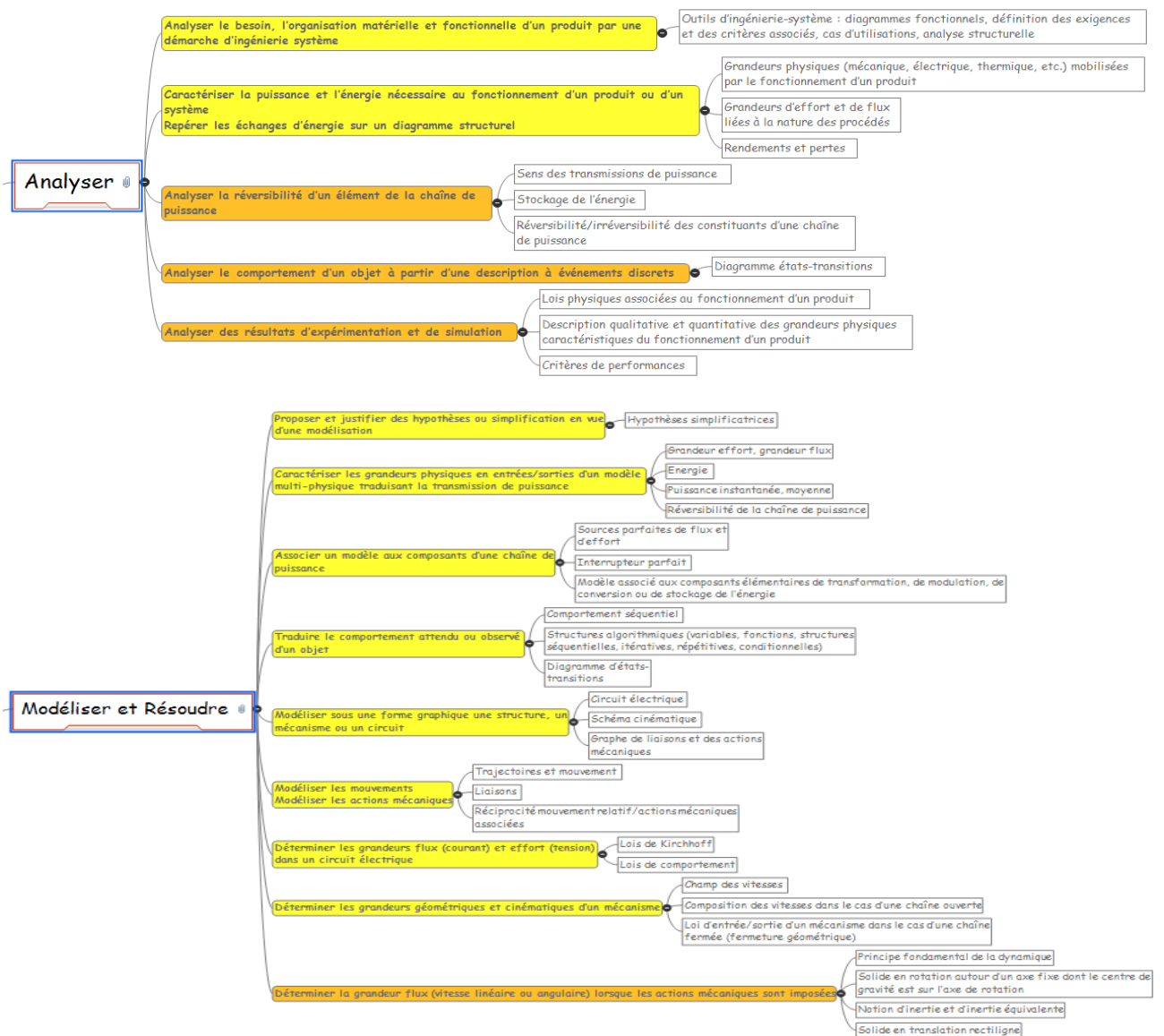
- Départ arrêté ;
- Vitesse maximum ;
- Autonomie au cycle NEDC ;
- Autonomie sur parcours défini (circuit, urbain, mixte), via relevé topographique ;
- Impact de la température et du vieillissement de la batterie sur l'autonomie ;
- Temps de recharge batterie.



Et ces modèles une fois validés pourront servir de support pour des scénarii d'exploitation du véhicule dans des conditions données, afin d'en prévoir les performances sur la durée de vie, création d'un jumeau numérique, pour :

- un nombre de cycle donné (vieillessement batterie)...
- un comportement conducteur donné ;
- un programme de gestion de la batterie : mise en place d'un bridage de vitesse et information conducteur à l'approche de la zone de réserve.

Les différents points du programme de Spécialité SI, abordés par ces activités sont extrêmement nombreux, dans les chapitres d'Analyse et de Modélisation / Résolution :





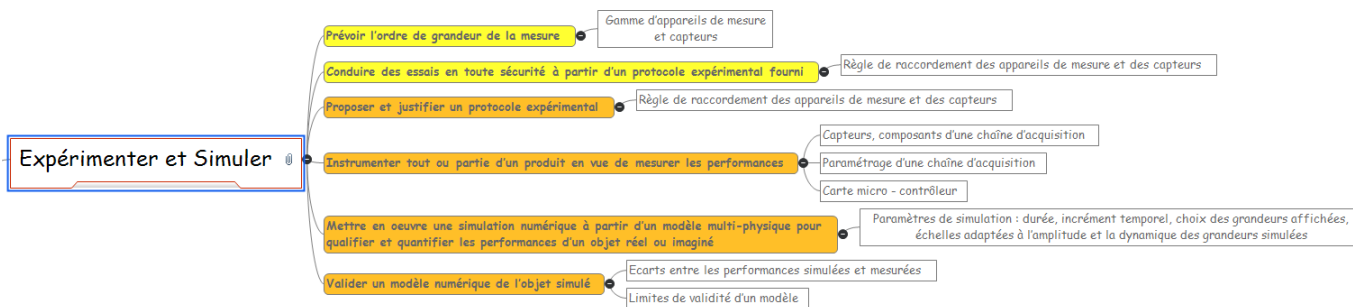
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

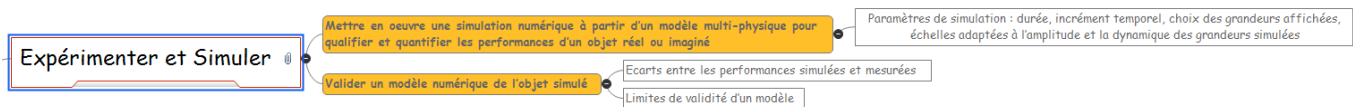
Etude de cas
n°1



Et dans le cas où l'établissement a la chance de posséder une Renault Twizy, des activités expérimentales pourront être menées, afin de permettre d'aborder d'autres points du programme dans le chapitre Expérimentation / Simulation :



Et dans le cas où certaines données expérimentales puissent être récoltées, par les établissements possédant des Twizy, et mutualisées via un cloud, des activités post-expérimentales pourront être aussi menées, afin de permettre d'aborder les points du programme du chapitre Expérimentation / Simulation :



Cette mutualisation avait été faite par l'académie d'Orléans Tours via un site qui a depuis disparu :



Seul lien fonctionnant encore : <http://traam-twizy.tice.ac-orleans-tours.fr/mesures/index.html>



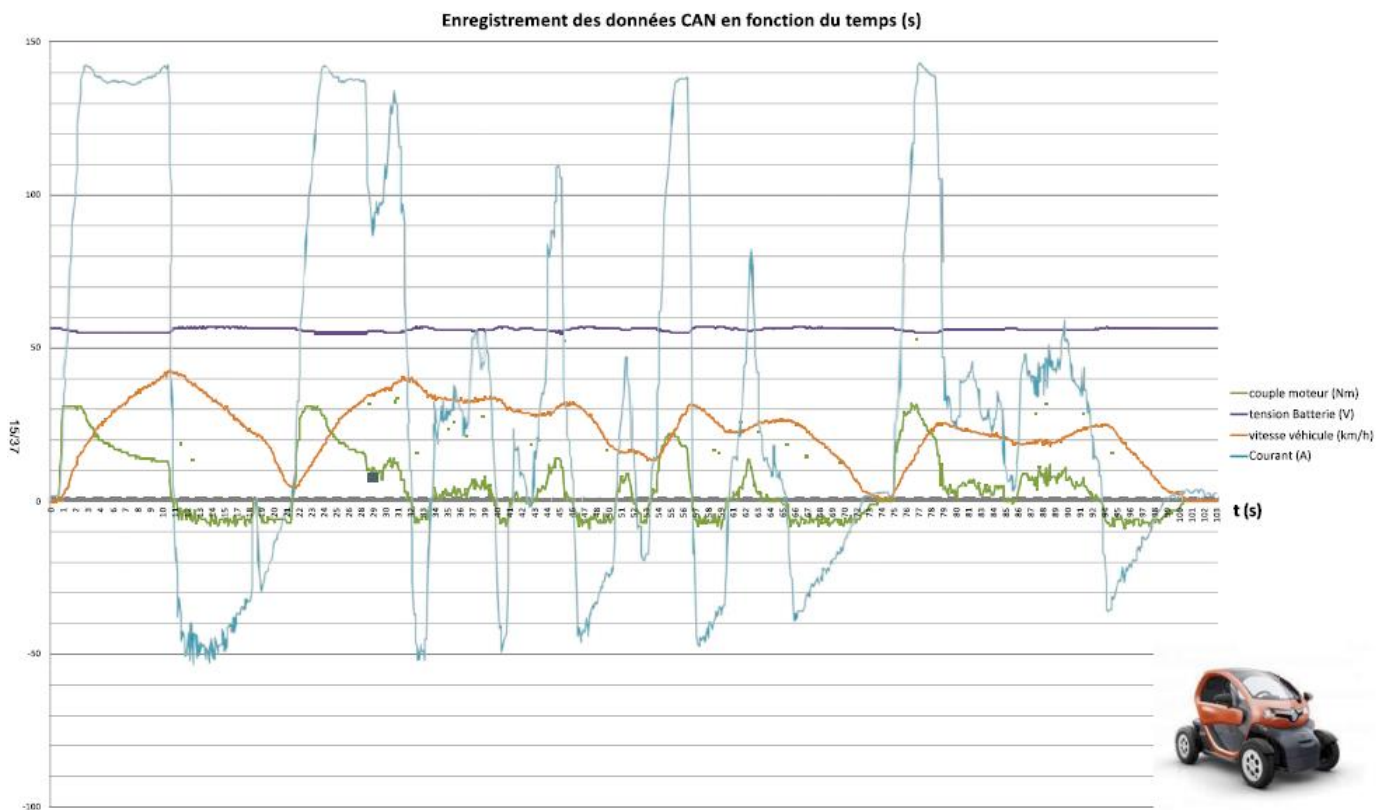
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Exemple d'expérimentation possible obtenue via le bus CAN sur la Twizy 45 :



Extension d'utilisation des modèles de la Twizy :

Les différents modèles multiphysiques de la Twizy pourront être aussi utilisés dans les sections de BTS électrotechnique ou de BUT GEII afin d'appréhender les phénomènes énergétiques liés aux véhicules électriques (charge et utilisation). Cette utilisation pourra se faire sur :

- des phases d'apprentissages sur les véhicules électriques ;
- des phases de conception détaillée (validation, dimensionnement et choix) sur des phases de projet (dimensionnement du pack batterie, dimensionnement infrastructure de recharge, etc...).



Lycée Louis ARMAND

Lycée polyvalent - Lycée des métiers
de l'électricité et de ses applications
des télécommunications et des réseaux informatiques
de la conception mécanique assistée par ordinateur

94 Nogent sur Marne



Explication & cas d'utilisation des modèles multiphysiques de la Twizy.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Activités pédagogiques possibles :

Plusieurs activités pédagogiques sont possibles à partir des modèles multiphysiques réalisés sur la Twizy 80 et sur la Twizy 45, qui se répartissent en deux catégories :

A. Analyse, paramétrage, modélisation et simulation de la Twizy, afin de permettre la validation des performances annoncées par le constructeur, et afin de permettre la visualisation des différents sens de transferts énergétiques (8 modèles différents) :

1. Modèle n°1 : Analyse des performances (vitesse maximale et départ arrêté) :
 - Principe fondamental de la dynamique en translation ;
 - Bilan des forces extérieures ;
 - Notion de rendement et de pertes d'une chaîne de puissance ;
 - Sens de transfert de l'énergie...

2. Modèle n°2 : Mise en évidence et analyse des sens de transferts énergétiques :
 - Principe fondamental de la dynamique en translation ;
 - Notion de rendement et de pertes d'une chaîne de puissance ;
 - Notion de réversibilité d'un constituant d'une chaîne de puissance ;
 - Sens de transfert de l'énergie...

3. Modèles n°3, 4 et 5 : Analyse de l'autonomie batterie dans des conditions données d'utilisation :
 - Notion de rendement d'une chaîne de puissance ;
 - Stockage de l'énergie ;
 - Sens de transfert de l'énergie ;
 - Diagrammes d'états...



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



4. Modèles n°6, 61, 62 et 63 : Etude des transferts énergétiques sur un parcours topographique prédéfini (circuit).
 - Notion de rendement d'une chaîne de puissance ;
 - Stockage de l'énergie ;
 - Sens de transfert de l'énergie ;
 - Diagrammes d'états ;
 - Langage informatique et algorithmie...

 5. Modèles n°7, 8, 81 et 82 : Etude des transferts énergétiques sur un parcours topographique prédéfini (trajets réels) avec prise en compte de la température ambiante et du cyclage de la batterie (nombre de cycles).
 - Stockage de l'énergie ;
 - Sens de transfert de l'énergie ;
 - Echauffement de éléments de stockage énergétique.
- B. Analyse, paramétrage, modélisation et simulation de la recharge de la batterie de la Twizy via le chargeur embarqué, afin de permettre la validation des performances annoncées par le constructeur (2 modèles différents) :
1. Modèles n° 9 et 10 : Analyse des performances temps de charge :
 - Stockage de l'énergie ;
 - Notion de rendement et de pertes d'une chaîne de puissance ;
 - Sens de transfert de l'énergie...

Remarque :

L'ensemble des simulations réalisées à partir de maintenant ont été faites sur les modèles de la Twizy 80, ils sont bien sûr reproductibles sur la Twizy 45 (modèles fournis avec prise en compte du bridage du véhicule).



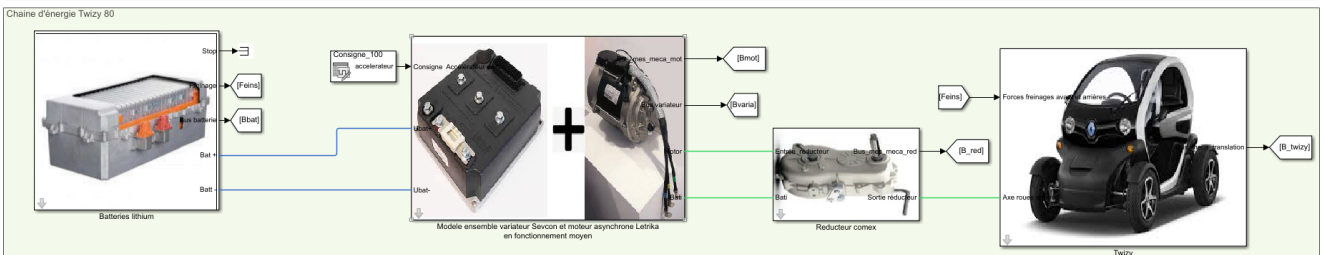
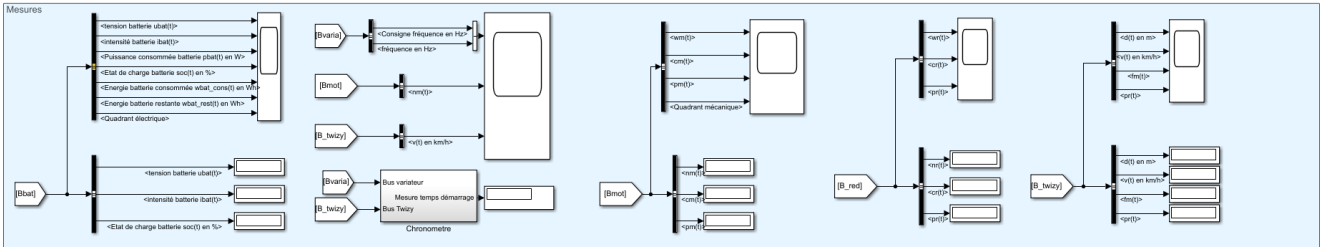
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

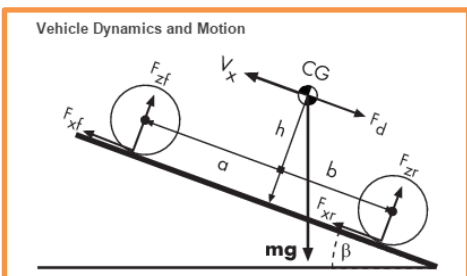
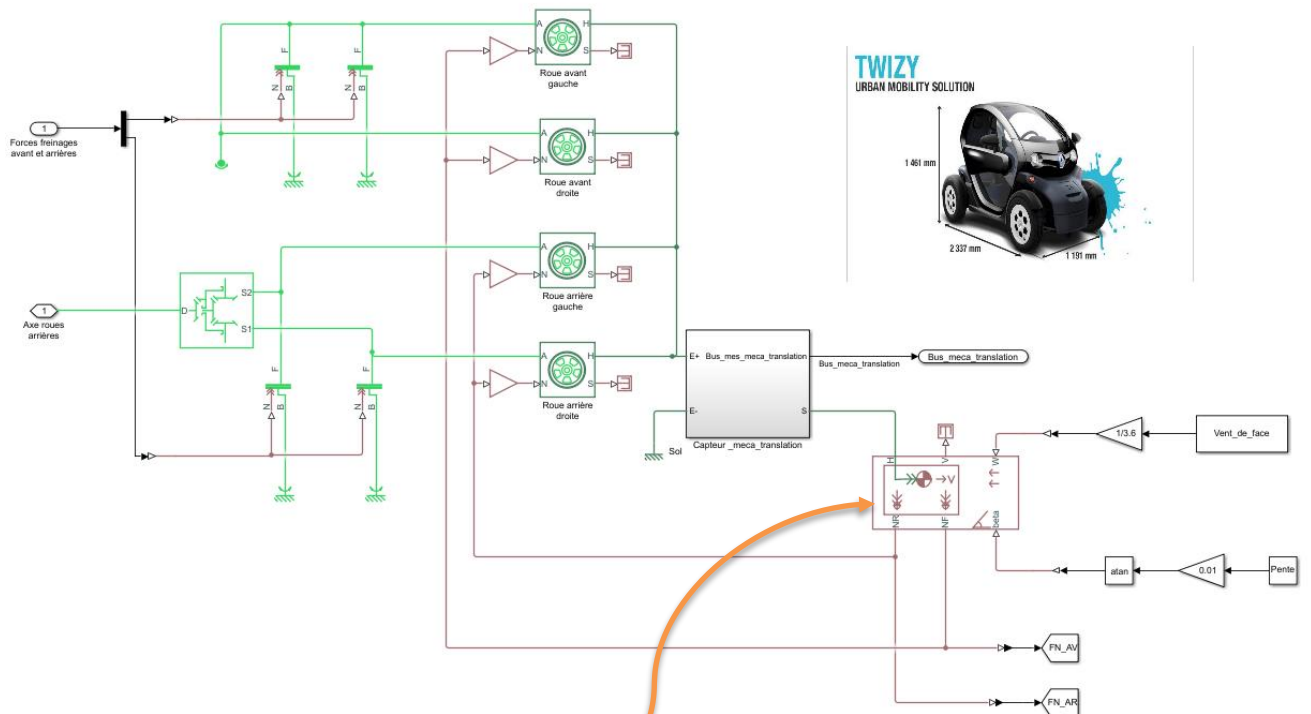
Etude de cas
n°1



Activité n°1 : Analyse et paramétrage du modèle à partir des caractéristiques du constructeur (dossier technique). Test_1.slx



Modélisation acausale de l'ensemble châssis-roues de la TWIZY avec prise en compte des différentes forces résistantes dues aux frottements au sol des pneumatiques, de la traînée aérodynamique, à la pente et au vent.





Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1

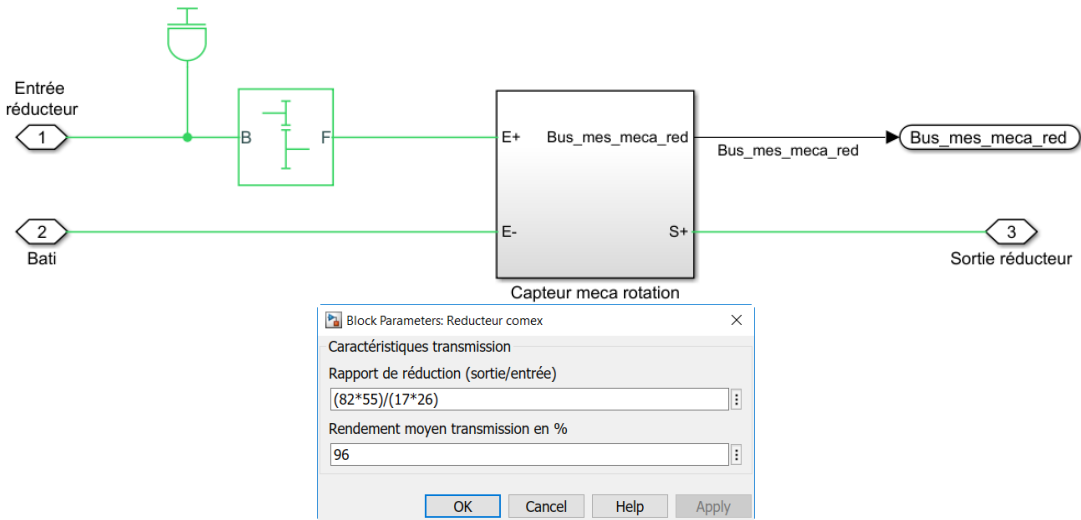


The first screenshot shows 'Block Parameters: Twizy' with tabs for 'Contexte extérieur', 'Caractéristiques twizy', and 'Caractéristiques pneumatiques'. It features a wheel image and input fields for tire parameters like 'Pneus avant', 'Pneus arrière', 'Taille jante en pouces', 'Largeur en mm', and 'hauteur bande de roulement en %'.

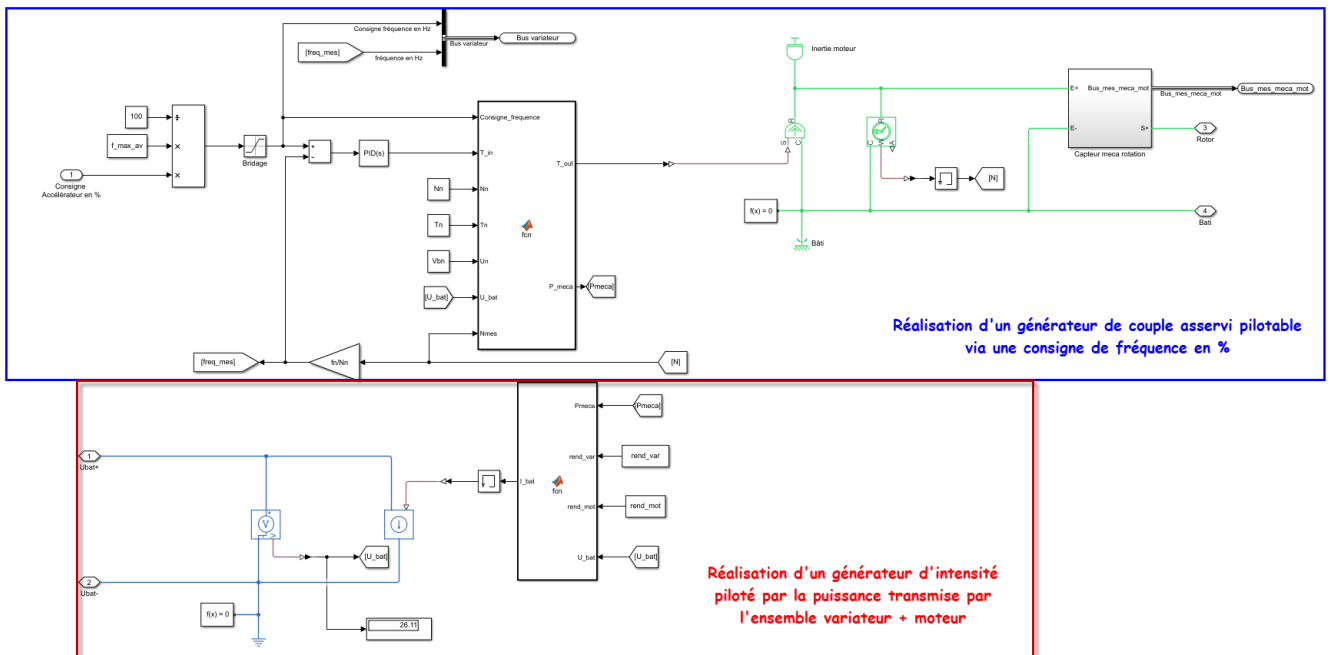
The second screenshot shows 'Block Parameters: Twizy' with tabs for 'Contexte extérieur', 'Caractéristiques voiture', and 'Caractéristiques pneumatiques'. It lists vehicle characteristics such as 'Nombre de roue par axe', 'Distance estimée entre centre de gravité et l'axe de la roue avant', 'Distance estimée entre centre de gravité e et l'axe de la roue arrière', 'Hauteur estimée du centre de gravité', 'Surface frontale', 'Coefficient de traînée', 'Masse twizy à vide', 'Masse conducteur', 'Masse passagers', and 'Masse batteries'.

The third screenshot shows 'Block Parameters: Twizy' with tabs for 'Contexte extérieur', 'Caractéristiques twizy', and 'Caractéristiques pneumatiques'. It includes a 'Vent de face en km/h' dial and a 'Pente de la route en %' slider.

Modélisation acausale du réducteur de la TWIZY avec prise en compte du rendement énergétique de celui-ci :



Modélisation énergétique acausale de l'ensemble variateur + moteur de la Twizy avec prise en compte des rendements énergétiques des deux blocs :





Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Block Parameters: Modele ensemble variateur Sevcon et moteur asynchrone Letrika en fonctionnement ...

Caractéristiques constructeurs du moteur Caractéristiques variateur Sevcon

Tension bobinage nominale moteur en V

Couple nominal en N.m

Vitesse nominale moteur en tr/min

fréquence nominale moteur en Hz

Rendement moteur en %

Moment d'inertie moteur en kg.m²

Solveur

Réglage pas solveur simecape

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Modele ensemble variateur Sevcon et moteur asynchrone Letrika en fonctionnement moyen

Caractéristiques constructeurs du moteur Caractéristiques variateur Sevcon

Fréquence maximale autorisée en marche avant en hz

Fréquence maximale autorisée en marche arrière en hz

Rendement variateur en %

Gain correcteur proportionnel

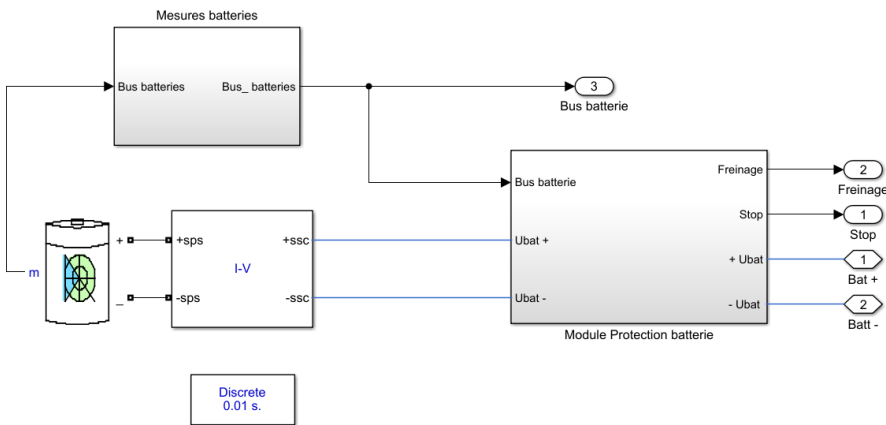
Gain correcteur intégral

Solveur

Réglage pas solveur simecape

OK Cancel Help Apply

Modélisation énergétique hybride du bloc batterie de la Twizy :



Block Parameters: Batteries lithium

Caractéristiques bloc batteries

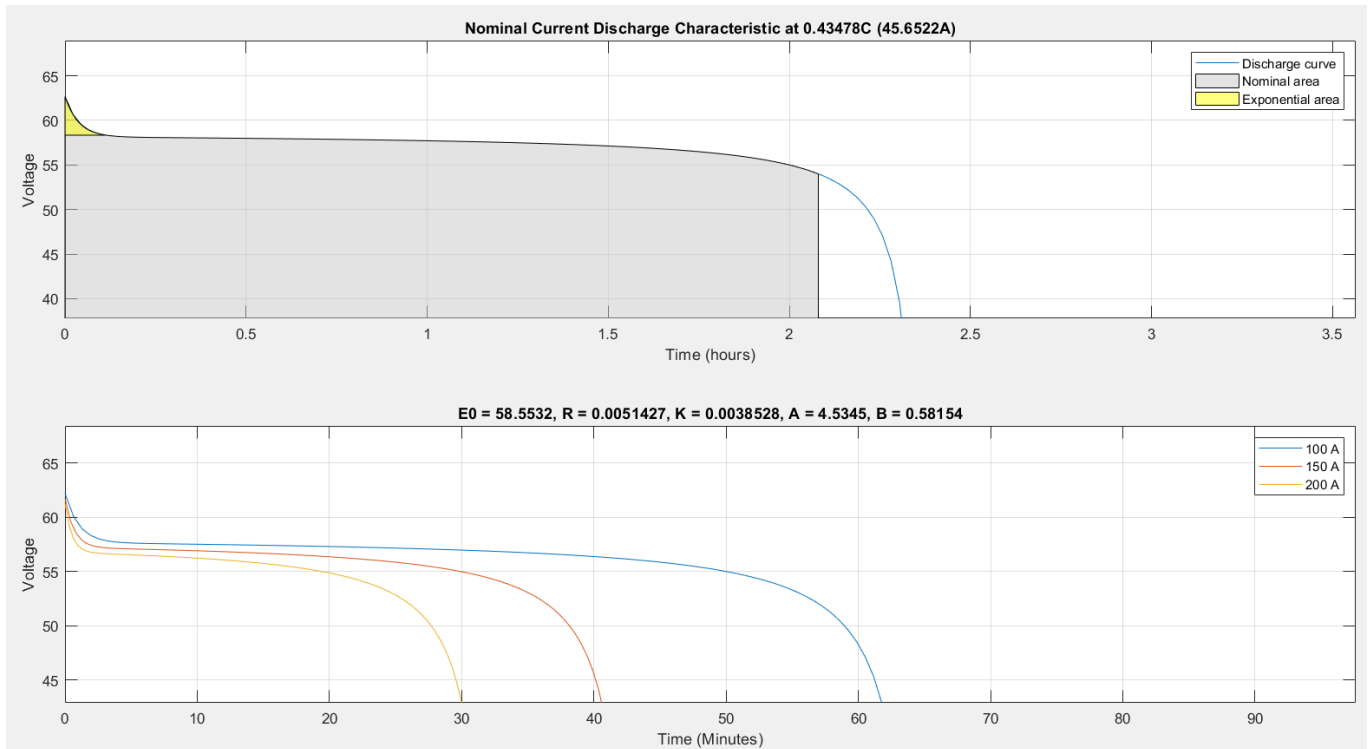
Tension nominale batterie en V

Capacité nominale en A.h

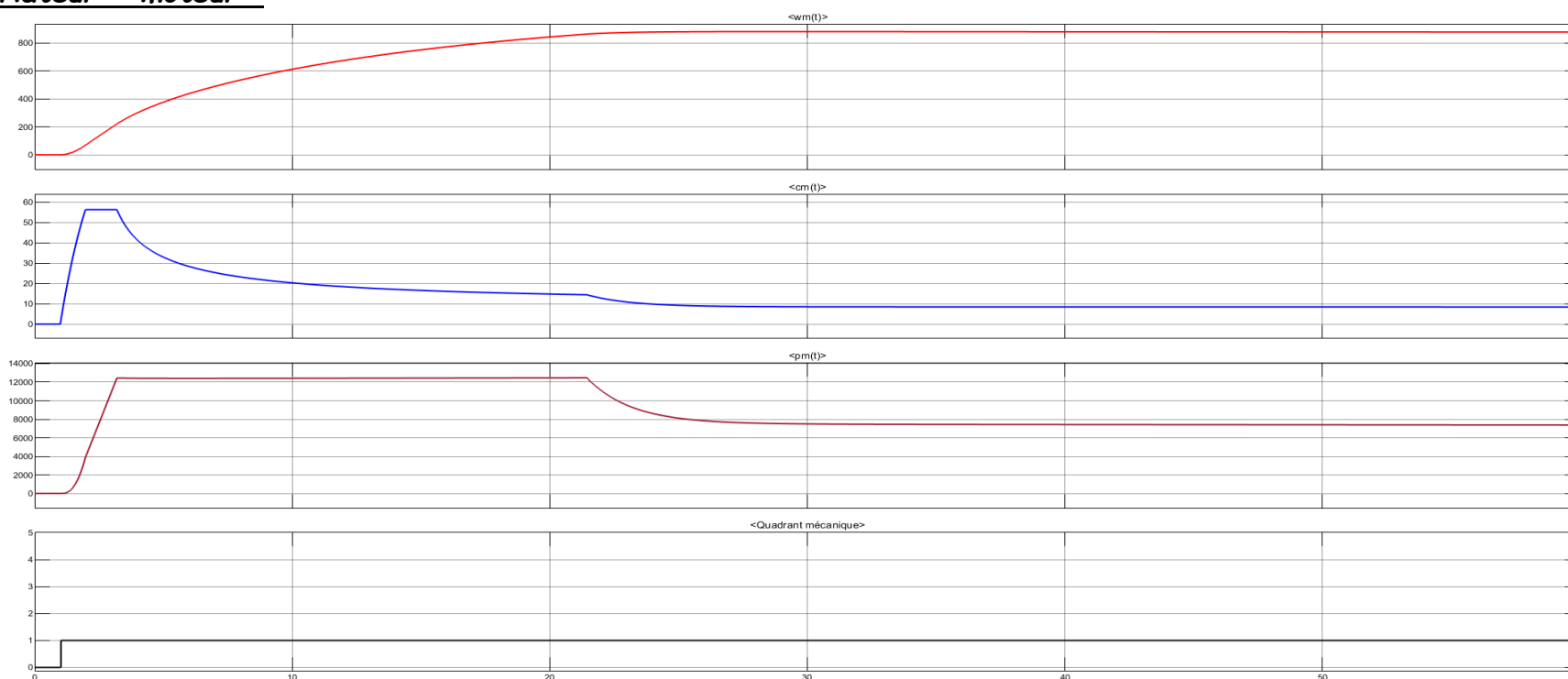
Etat de charge initial

Seuil minimum en %

OK Cancel Help Apply



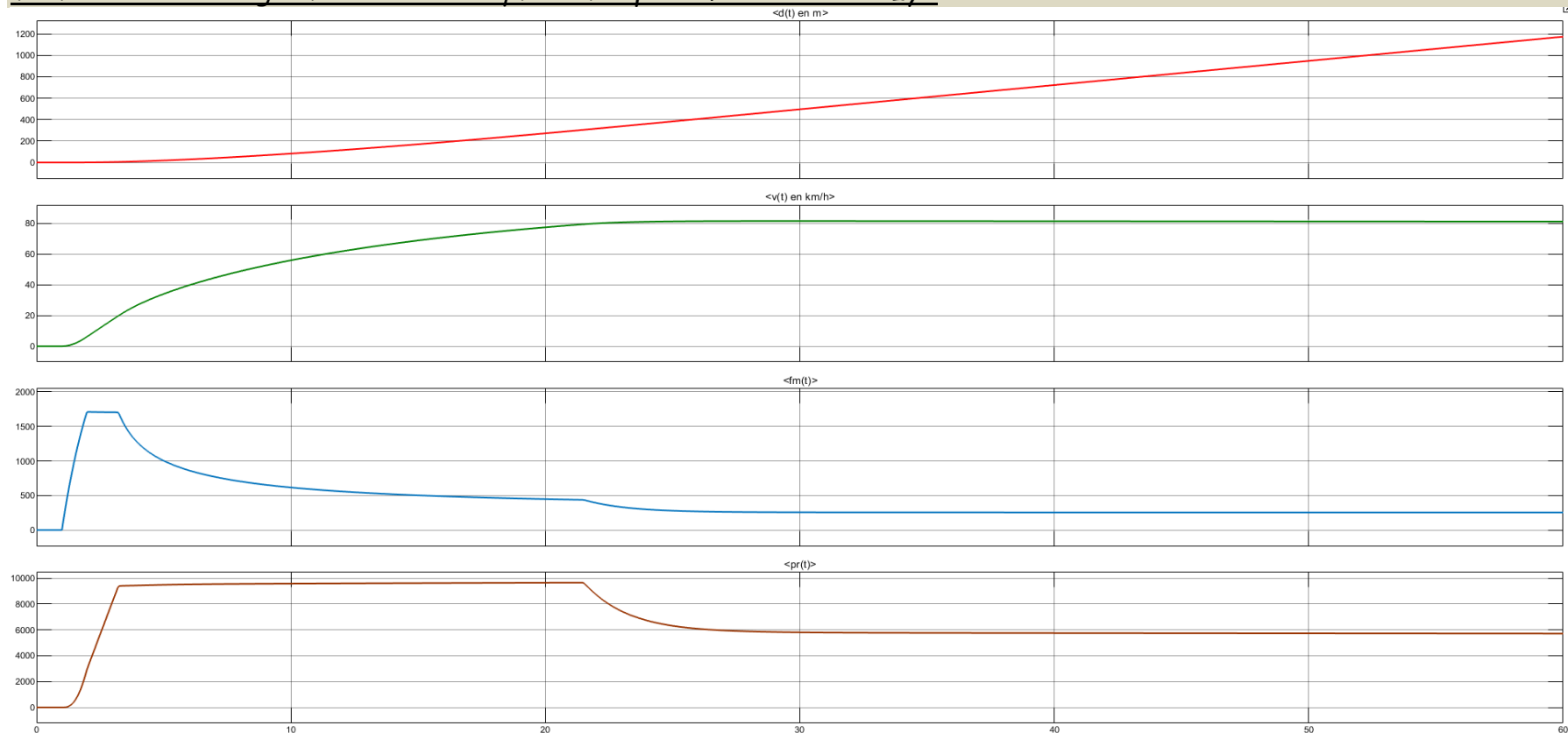
Simulation du fonctionnement pendant une durée de 60 secondes en appliquant une consigne de 100 % sur l'ensemble variateur + moteur :



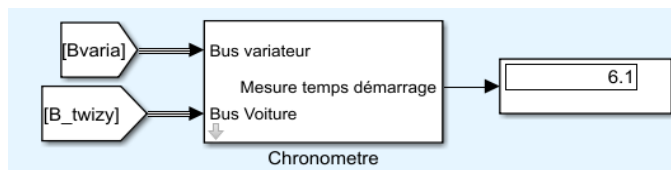
Visualisation des signaux caractéristiques du moteur de la Twizy :

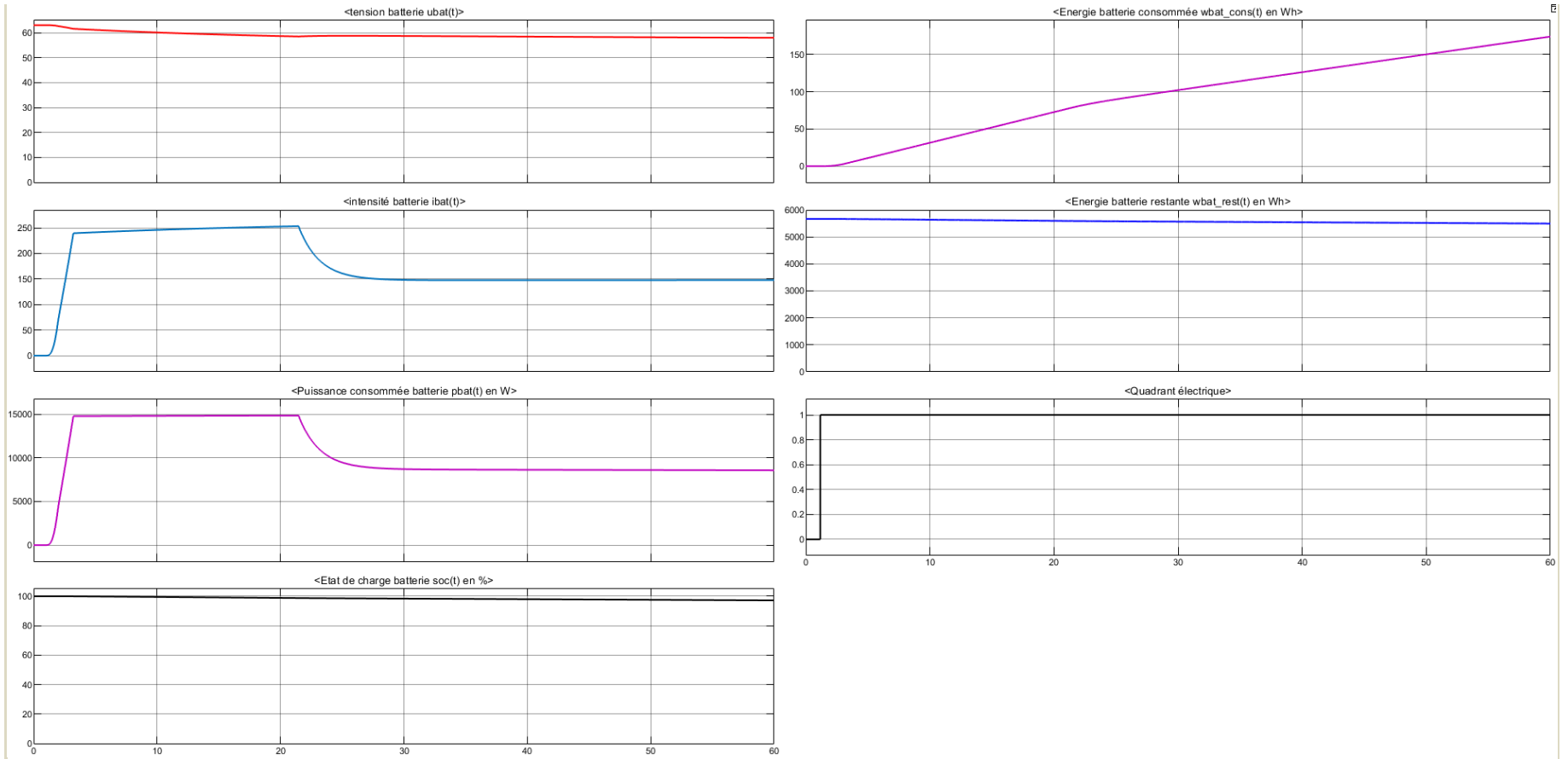
- Un fonctionnement à couple constant, égal à 57 N.m, de 0 à 2100 tr/min, soit pour une vitesse angulaire allant de 0 à 220 rad/s ;
- Puis un fonctionnement à puissance constante maximale égale à environ 12,5 kW, pendant la fin de la phase d'accélération, soit de 220 rad/s à la vitesse maximale, c'est-à-dire pour une fréquence de 256 Hz imposé au moteur, soit 7680 tr/min ($\frac{256}{70} \times 2100$), ce qui équivaut à une vitesse angulaire de 804 rad/s ;
- Puis un fonctionnement à vitesse constante sous puissance réduite équivalente de 7415 W (compensation des pertes dues à la somme des forces résistantes divisé par le rendement global de la transmission réducteur + liaisons roues/sol) ;
- Fonctionnement dans le quadrant mécanique n°1, soit pour un sens de transfert de puissance allant du moteur vers les roues motrices.

Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :



- Une vitesse constante maximale de 81,5 km/h (conforme à la valeur annoncée par le constructeur), obtenue au bout de 25 s, avec une puissance développée au niveau des roues égale à 5746 W ;
- Un temps de 6,1 s pour passer de 0 à 45 km/h (conforme à la valeur annoncée par le constructeur) ;





Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- Une puissance maximale consommée de 15 kW pendant la phase d'accélération, ce qui équivaut à la puissance mécanique nominale divisé par le rendement global de l'ensemble variateur + moteur, entraînant la consommation d'une intensité de 250 A environ ;
- Puis un fonctionnement sous puissance réduite équivalente de 8,6 kW, entraînant la consommation d'une intensité de 150 A ;
- Fonctionnement dans le quadrant électrique n°1, soit pour un sens de transfert de puissance allant de la batterie vers le moteur.



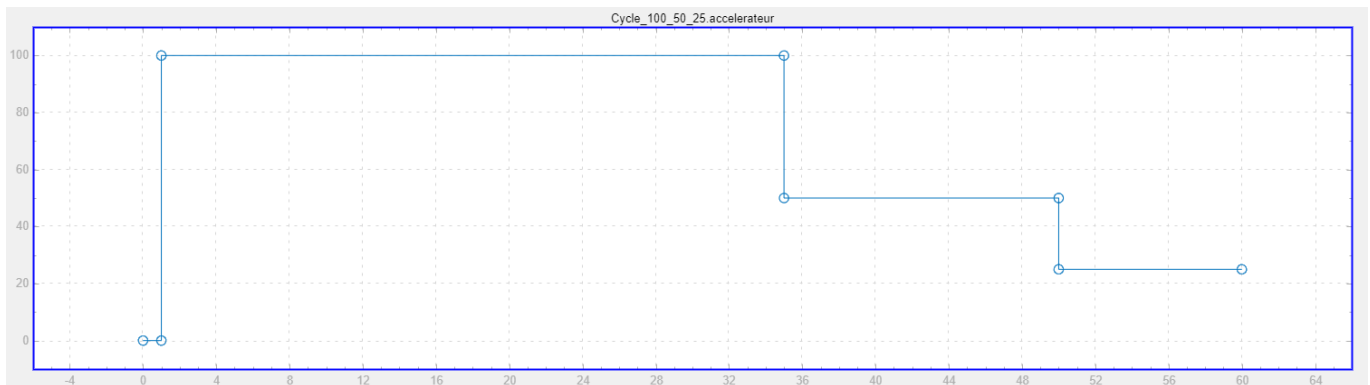
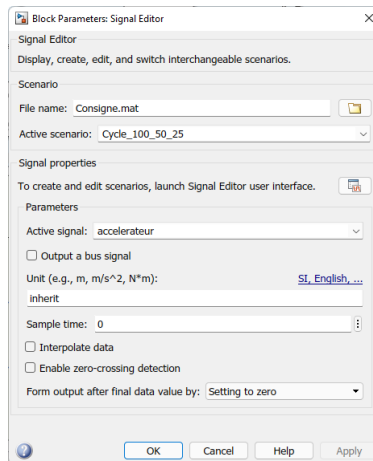
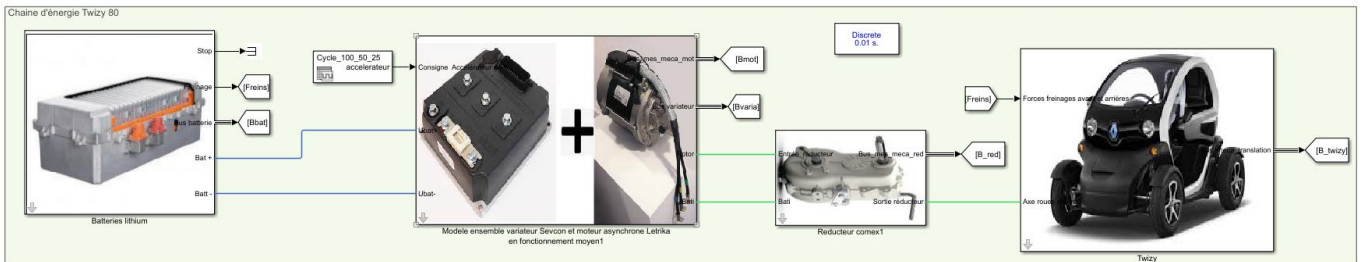
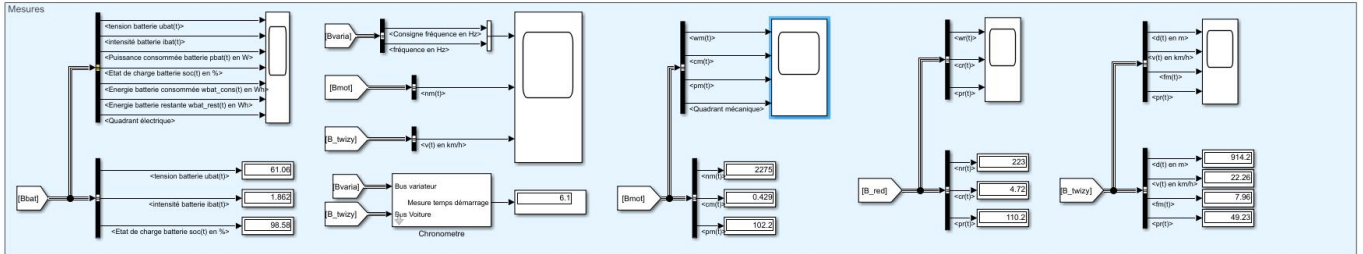
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

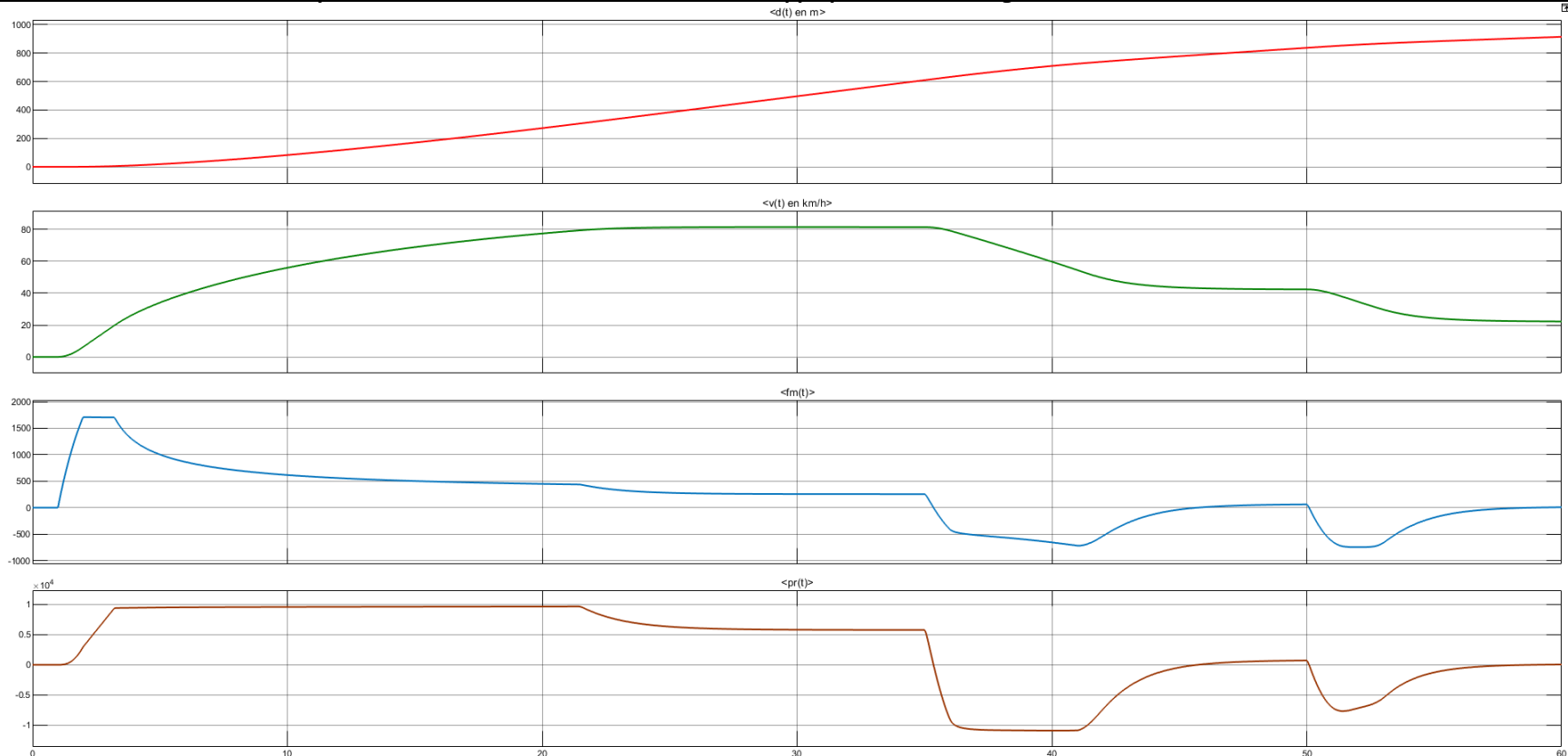
Etude de cas
n°1



Activité n°2 : Simulation du modèle paramétré lors de l'activité n°1 avec mise en place d'une consigne permettant un enchainement accélération-décélération -
décélération. Test_2.slx

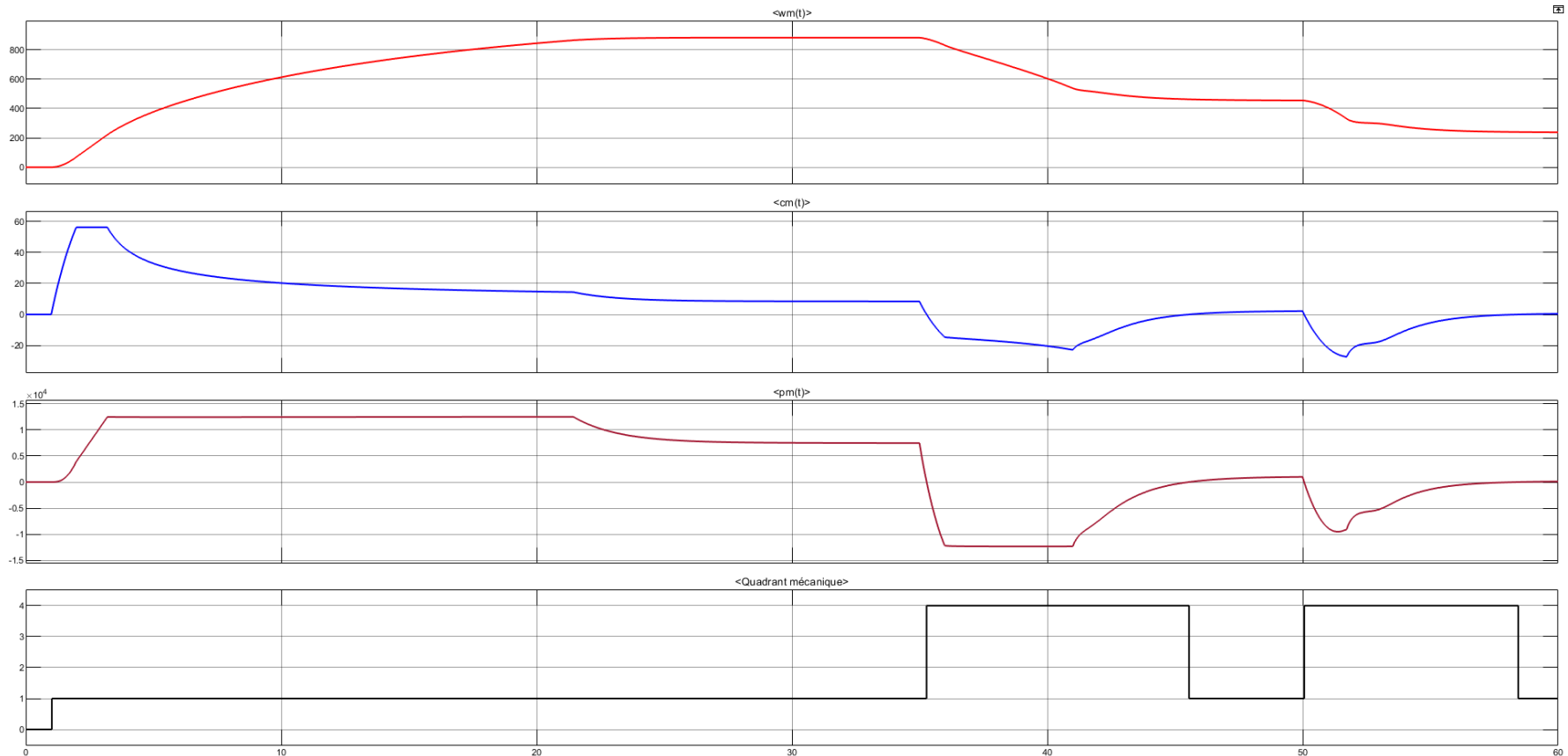


Simulation du fonctionnement pendant une durée de 60 secondes en appliquant une consigne variable sur l'ensemble variateur + moteur :



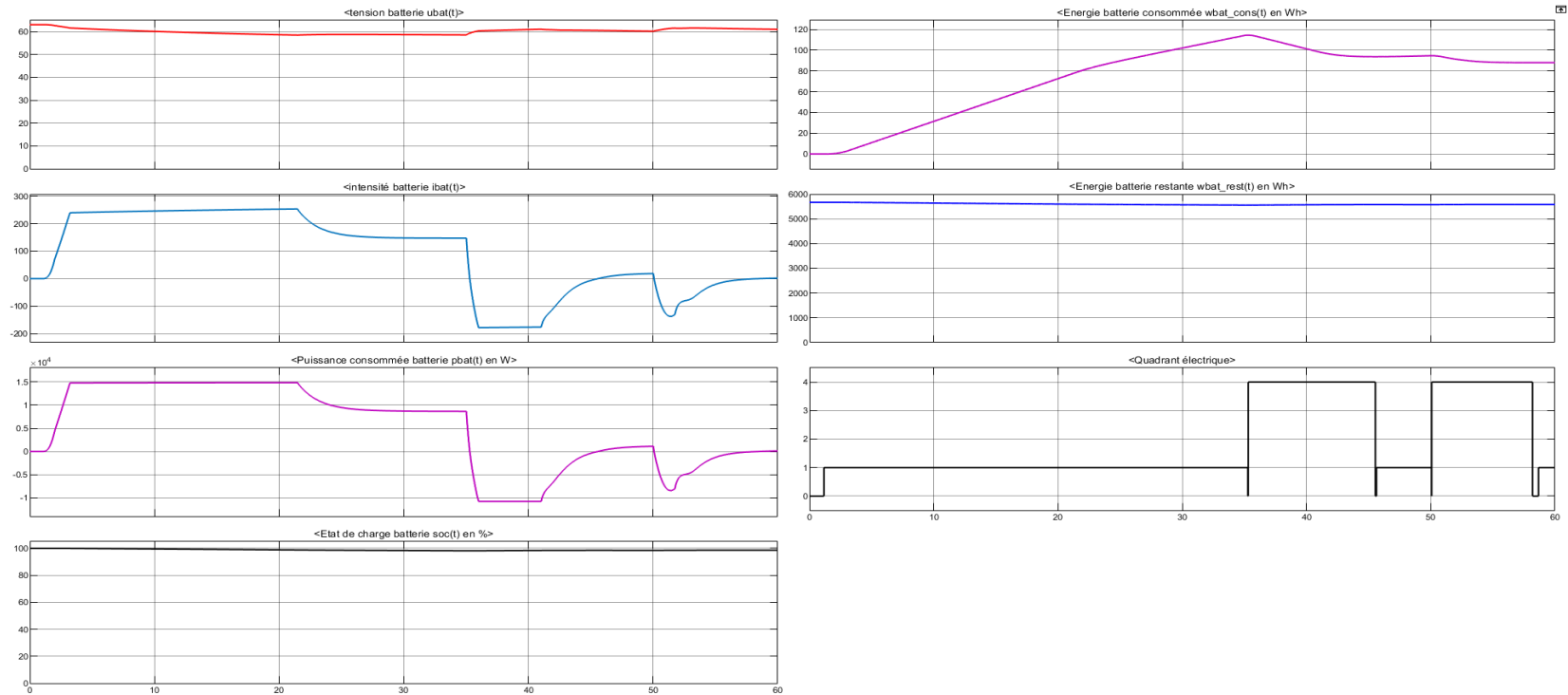
Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- Apparition d'une force négative lors des phases de décélération, entraînant l'apparition d'une puissance mécanique négative au niveau en sortie de réducteur. L'énergie emmagasinée dans la masse totale mise en mouvement est restituée, soit pour un sens de transfert de puissance allant des roues motrices vers le bloc moteur.
- Les fonctionnements pendant les phases à vitesses constantes sont identiques à ceux observés précédemment (quadrant n°1). On peut simplement remarquer que la puissance consommée dépend fortement de la vitesse du véhicule ($P_r \approx k \times v^3$). Elle est d'ailleurs presque nulle à 40 km/h dans les conditions de la simulation.



Visualisation des signaux caractéristiques du moteur de la Twizy :

- Apparition d'un couple négatif lors des phases de décélération, entraînant l'apparition d'une puissance mécanique négative au niveau du rotor du moteur. Le moteur passe donc en quadrant mécanique n°4, soit pour un sens de transfert de puissance allant des roues motrices vers le moteur. On retrouve bien la puissance mécanique restituée $p_r(t)$ aux rendements près (rendement réducteur et transmission) ;
- Les fonctionnements pendant les phases à vitesses constantes sont identiques à ceux observés précédemment (quadrant n°1). On peut simplement remarquer que la puissance consommée dépend fortement de la vitesse du véhicule.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- Lors de phase en quadrant n°1, on voit que la batterie fournit de l'énergie au véhicule. La puissance absorbée est donc positive, l'intensité batterie l'est aussi. La tension quant à elle diminue légèrement.
- Par contre lors des phases de décélération, on voit apparaître une puissance électrique absorbée négative au niveau de la batterie, d'où l'apparition d'une intensité négative (-177 A). L'ensemble moteur + variateur est donc passé en générateur (quadrant n°4), il restitue donc de l'énergie à la batterie, ce qui entraîne la remontée de la tension à ses bornes.
- Les fonctionnements pendant les phases à vitesses constantes sont identiques à ceux observés précédemment (quadrant n°1). On peut simplement remarquer que la puissance absorbée dépend fortement de la vitesse du véhicule. En effet, on absorbe 148 A à 82 km/h contre seulement 18 A à pour une vitesse de 42 km/h ($I_{bat} \approx k' \times v^3$).



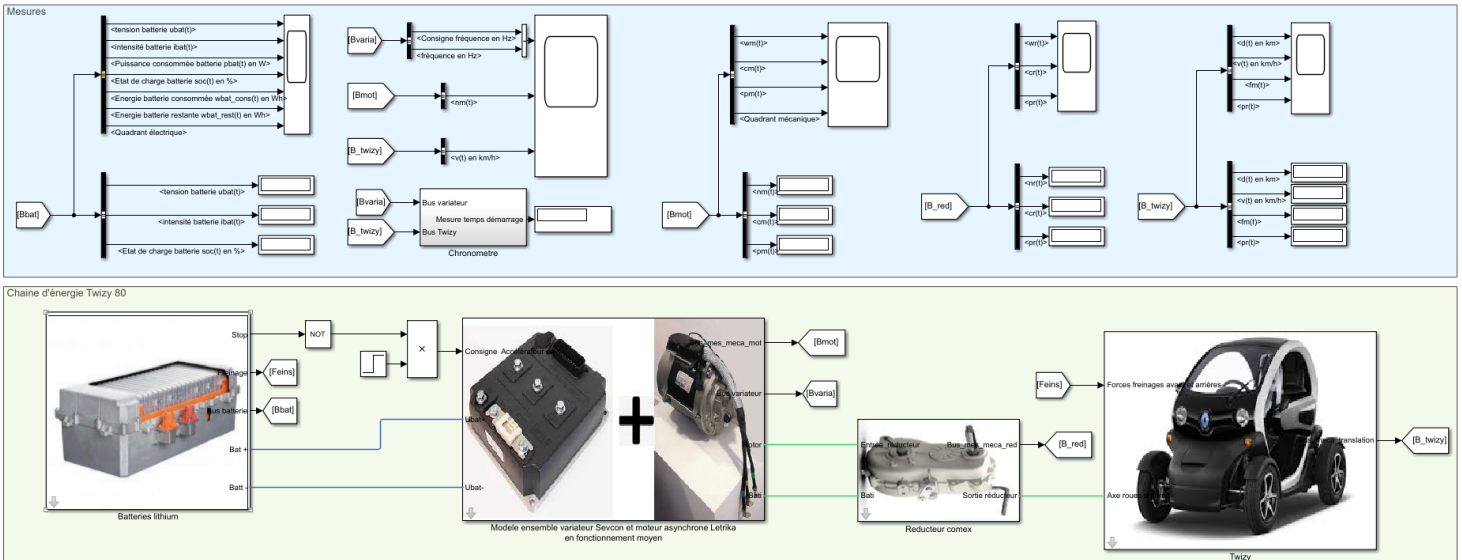
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

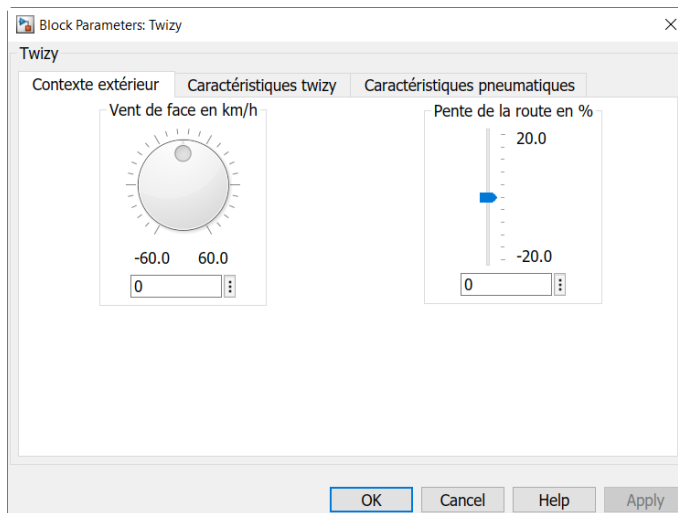
Etude de cas
n°1



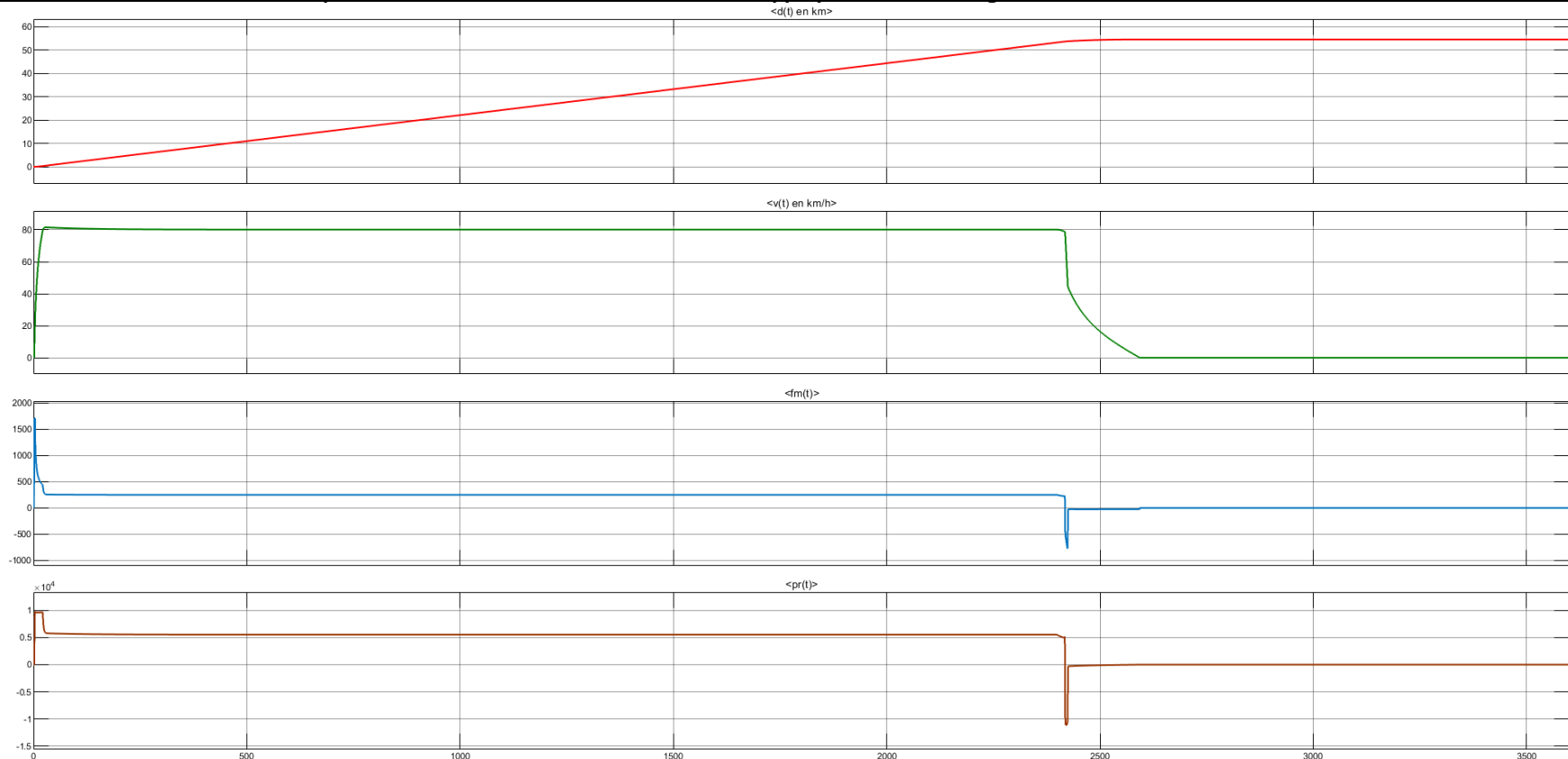
Activité n°3-1 : Simulation du modèle n°3 paramétré lors de l'activité n°1 avec mise en place d'une consigne de 100 % pendant un temps de 60 min. Cette simulation est réalisée sur le plat et avec un vent nul. **Test_3.slx**



Cette simulation peut être aussi réalisée dans d'autres conditions afin de pouvoir évaluer avec des élèves l'effet de la pente et du vent sur la consommation du véhicule.

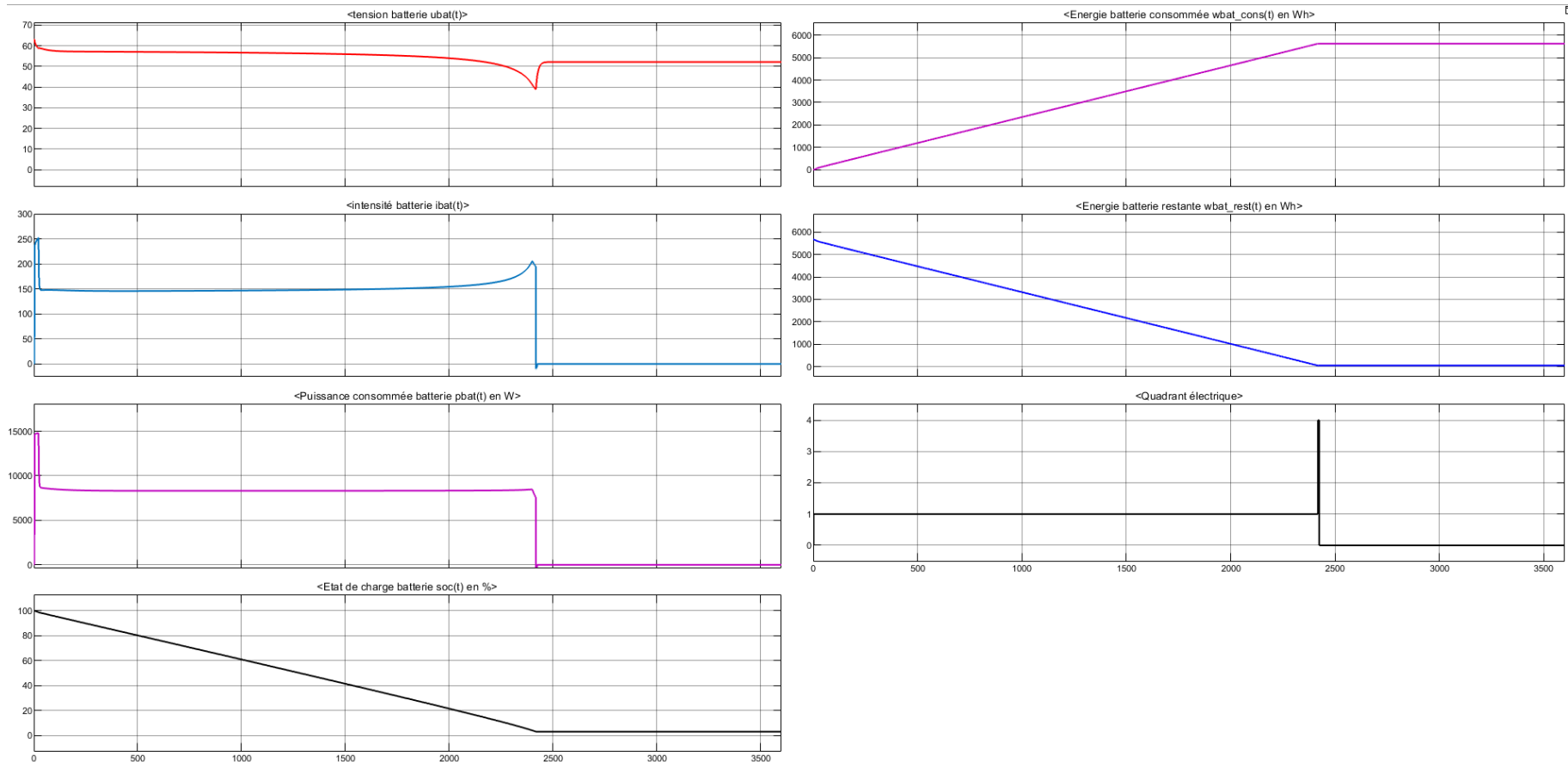


Simulation du fonctionnement pendant une durée de 60 minutes en appliquant une consigne fixe (100 %) sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- L'ensemble de la chaîne de puissance fonctionne en moteur sur la totalité de la simulation, mis à part lorsque l'on arrive à la valeur de réserve au niveau batterie, fixée à 3 %.
- La distance parcourue est de 55 km, bien inférieure à celle annoncée par le constructeur. Cette différence est tout à fait normale, car notre simulation n'est pas représentative d'une situation de conduite habituelle. En effet, pour que notre simulation soit plus représentative de la réalité, il faudrait que la consigne (pédale d'accélérateur) soit constituée de variation due aux contextes extérieurs (limitation de vitesse, circulation, parcours urbain ou extra-urbain).



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- L'ensemble de la chaîne de puissance fonctionne en moteur sur la totalité de la simulation jusqu'à l'arrivée à la valeur de réserve batterie, fixée à 0 %.
- On peut voir que la tension batterie descend jusqu'à 40 V, pour remonter ensuite à 52 V dès que le BMS (Battery Management System) entre en service pour protéger la batterie.



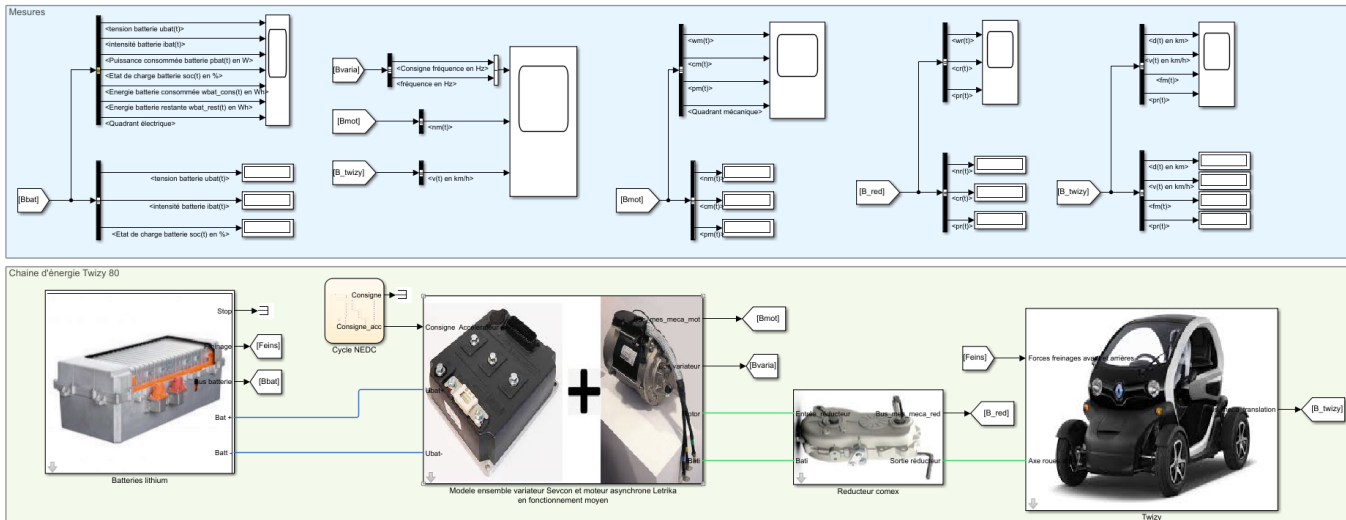
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

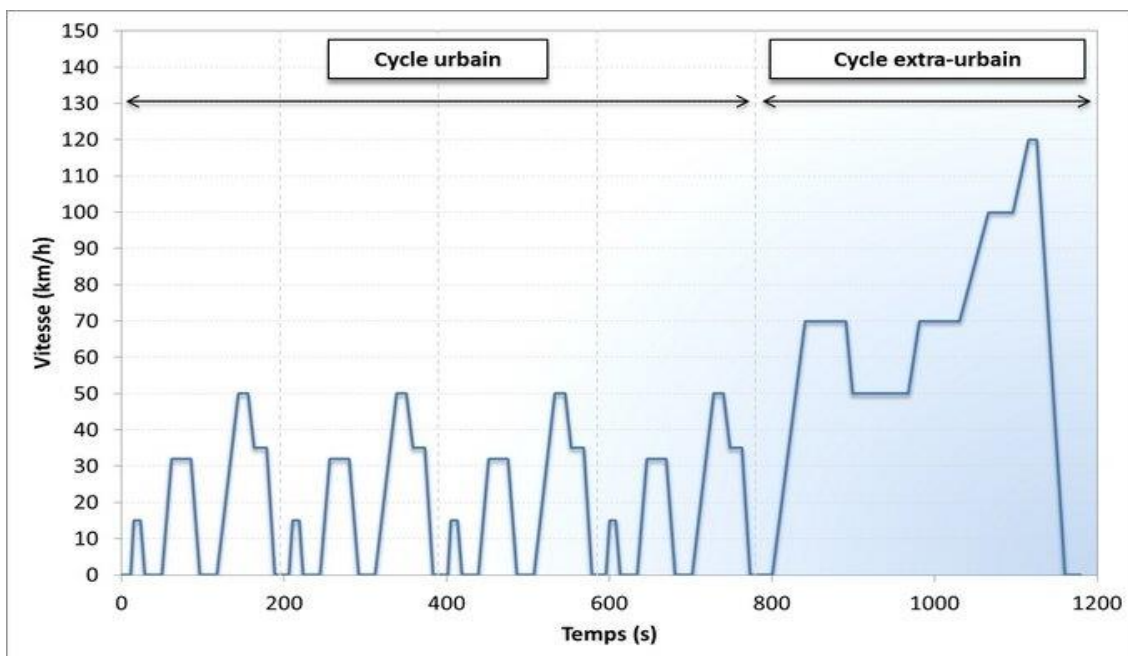
Etude de cas
n°1



Activité n°3-2 : Simulation du modèle n°4 paramétré lors de l'activité n°1 avec mise en place d'un scénario de consigne plus représentatif du fonctionnement du véhicule, le cycle NEDC (New European Driving Cycle) : **Test_4.slx**



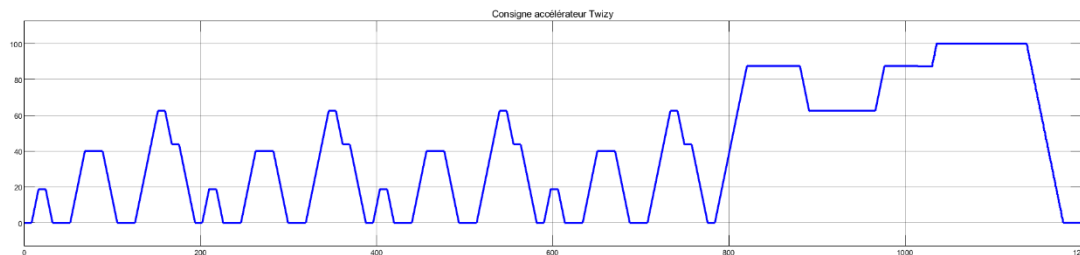
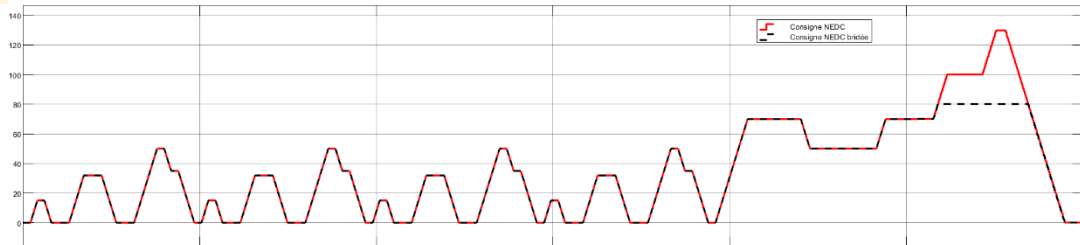
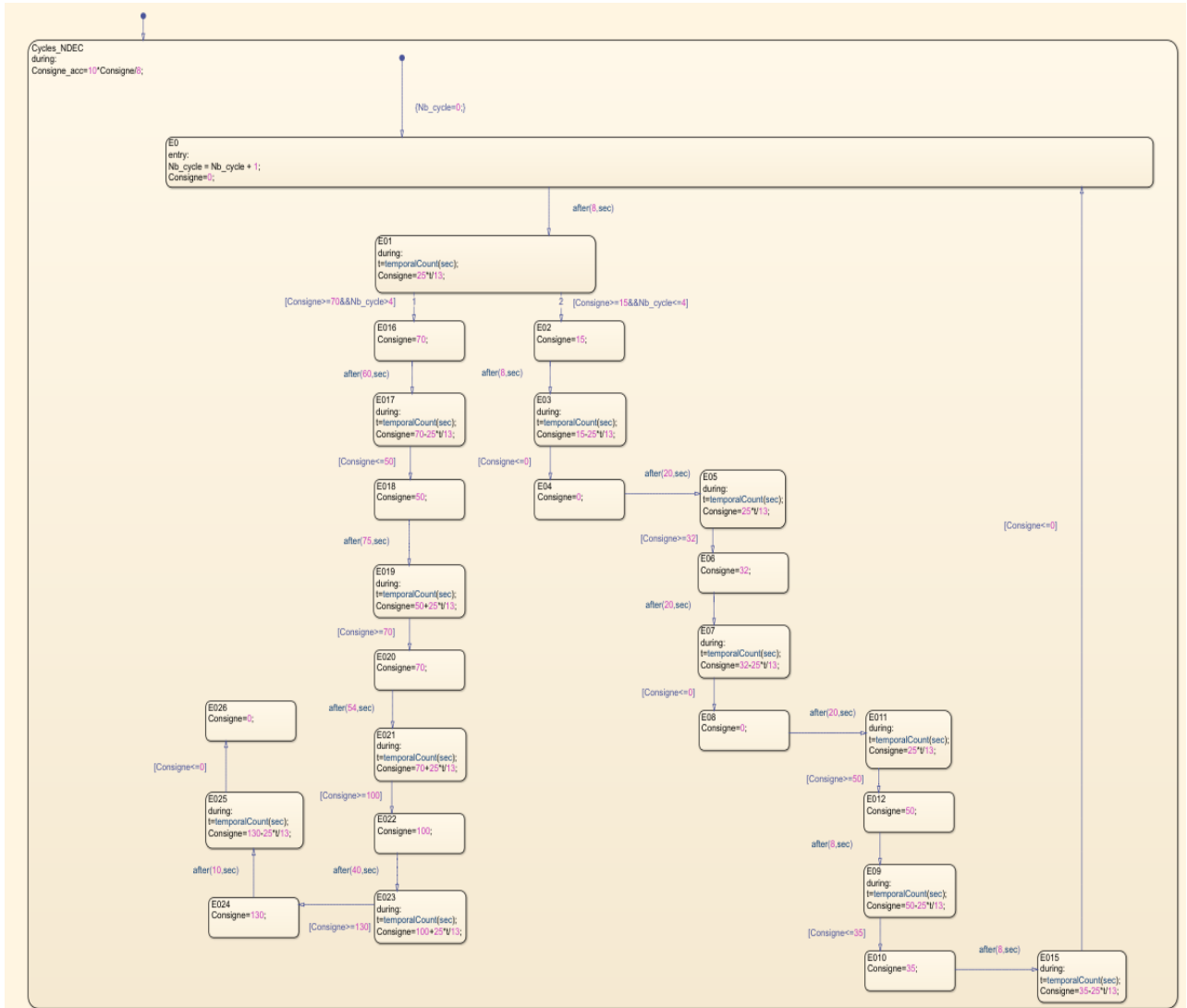
Le cycle NEDC se décompose en deux cycles : le cycle urbain et le cycle extra-urbain. Le véhicule doit être à son poids en ordre de marche (tous pleins faits et avec un conducteur de 75 kg). Il dure environ 20 minutes.



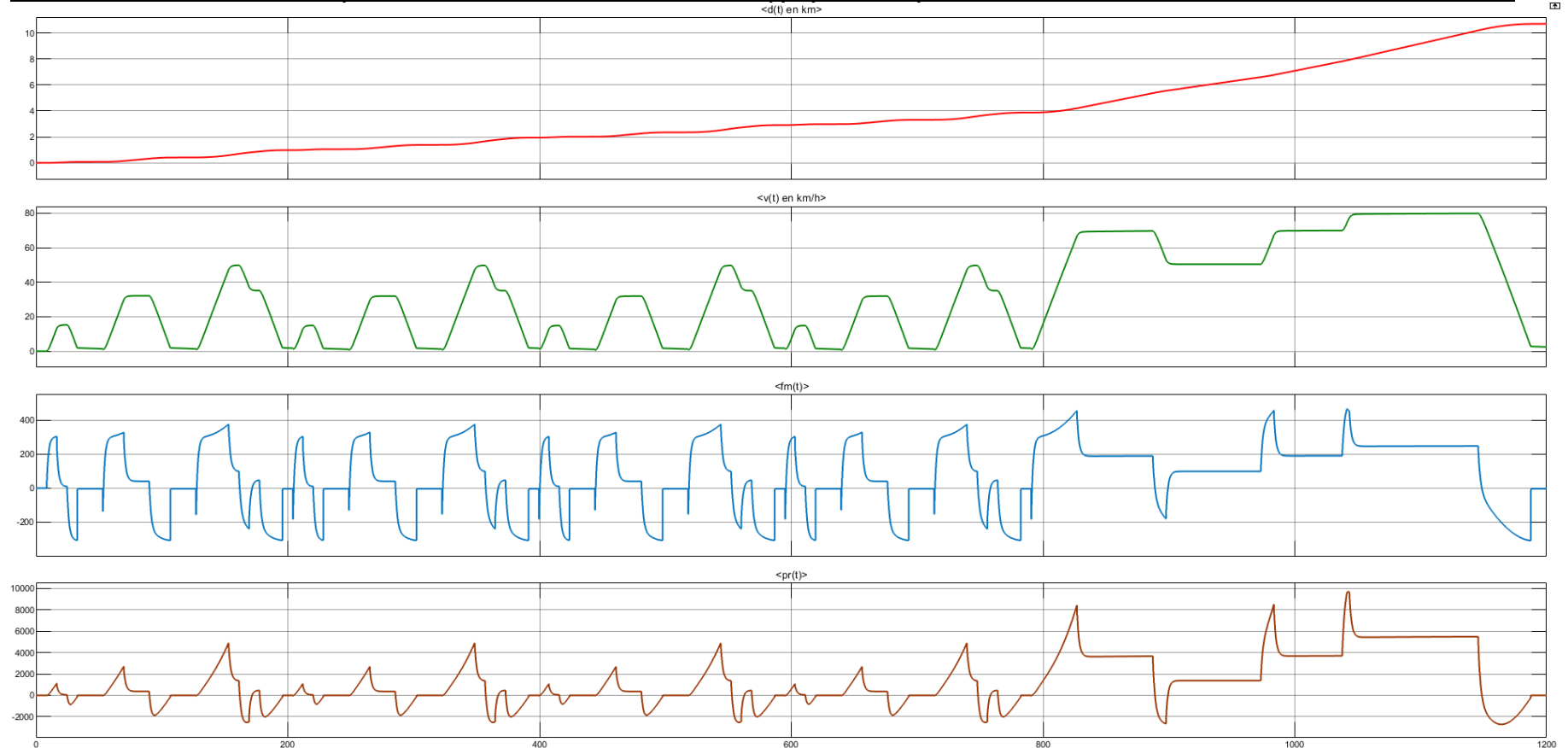
Par contre vu la particularité de la Twizy qui est bridé à 80 km/h, la fin du cycle devra être limitée à cette vitesse.



Pour réaliser ce cycle au niveau de la simulation, nous allons utiliser un diagramme d'états. La programmation de celui peut être réalisée par les élèves de terminale dans une activité connexe :

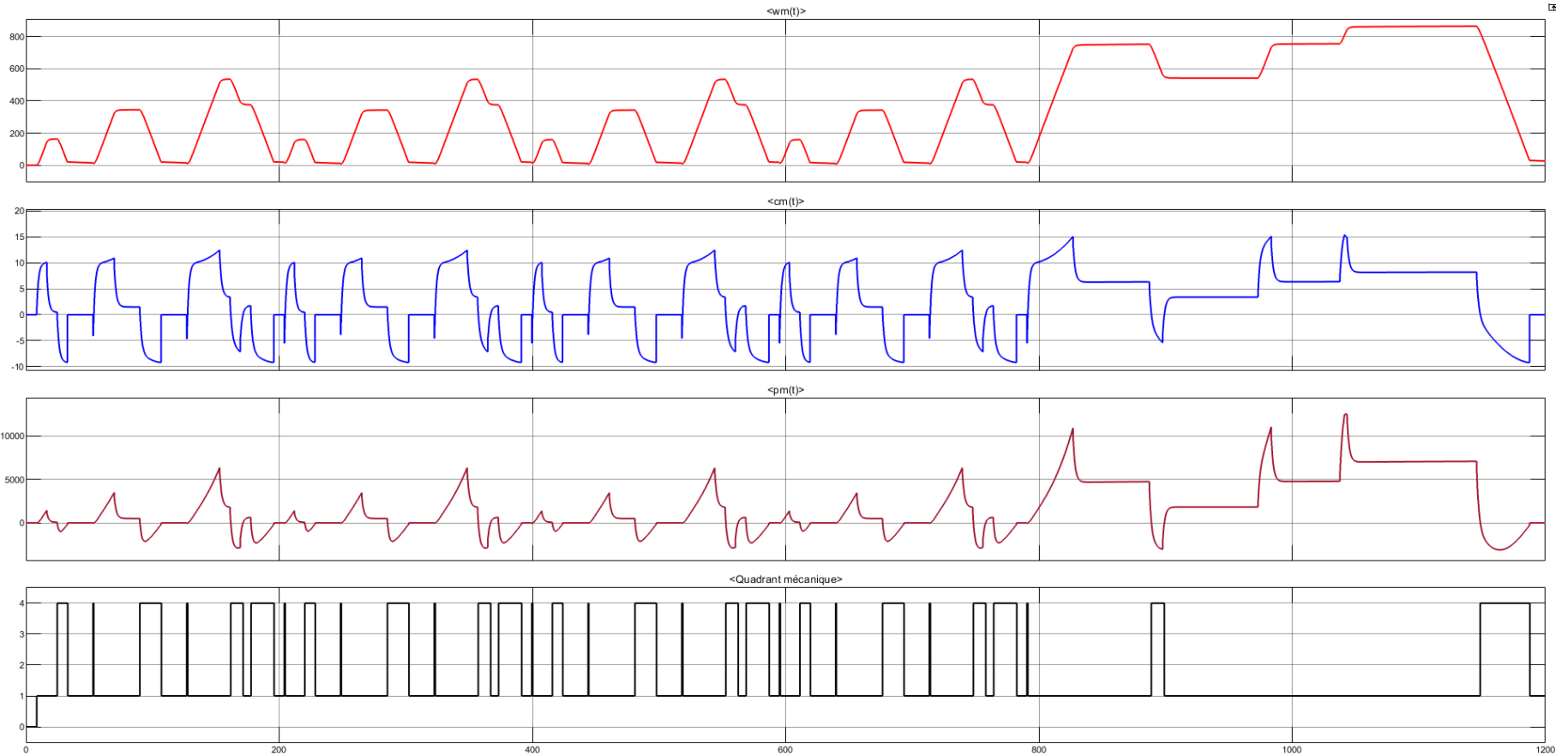


Simulation du fonctionnement pendant une durée de 20 minutes en appliquant le cycle NEDC bridée sur l'ensemble variateur + moteur :



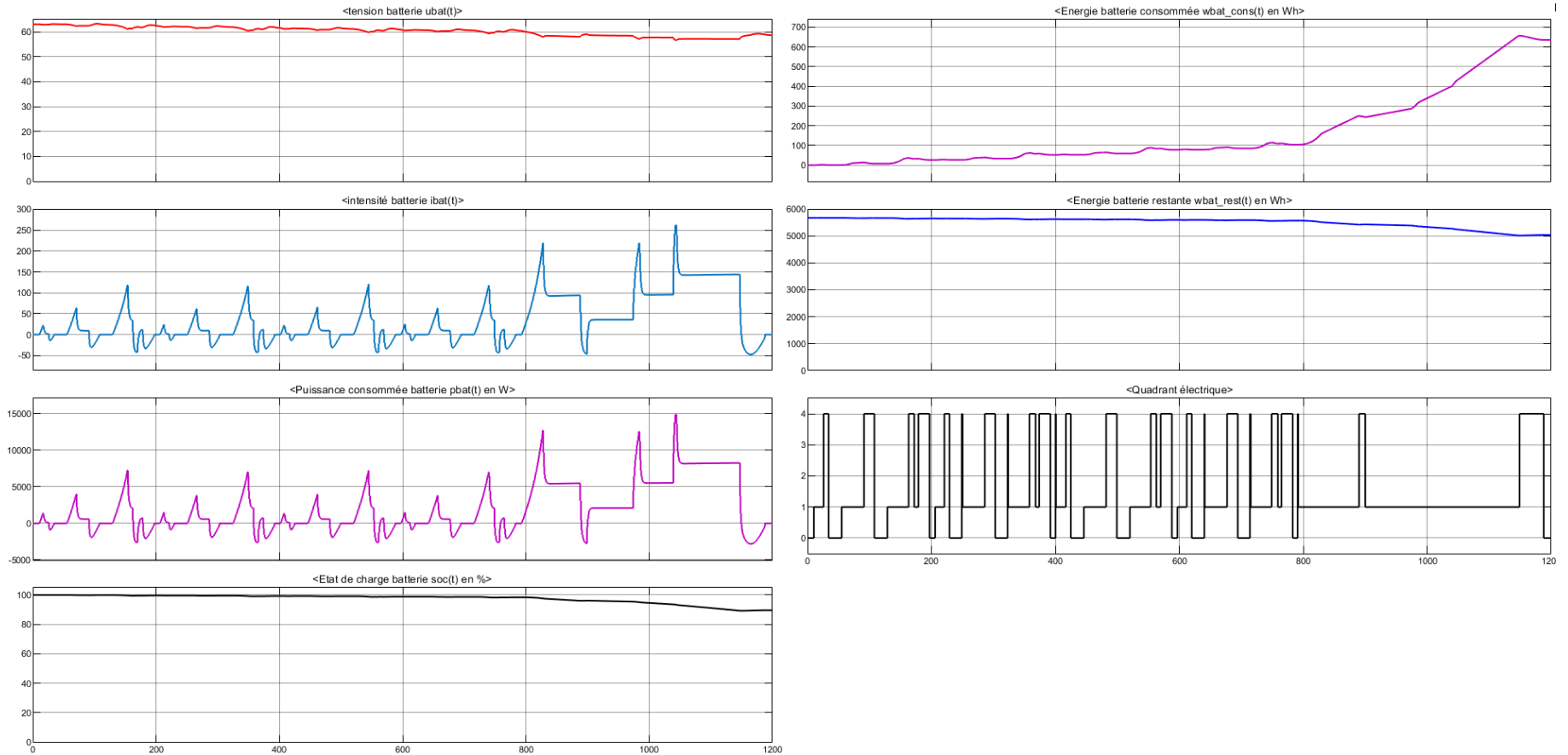
Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- On peut voir sur cette simulation que la puissance mécanique est positive pendant les phases d'accélération et de vitesse constante, par contre elle devient négative pendant les phases de décélération.
- La distance parcourue sur un cycle NEDC est de 10,71 km à une vitesse moyenne de 32,1 km/h. La différence par rapport à un cycle NEDC classique est tout à fait normale (11 km parcourue à la vitesse moyenne de 33,6 km/h), est due au fait du bridage de la Twizy sur la dernière phase.



Visualisation des signaux caractéristiques du moteur de la Twizy :

- Sur cette simulation, on voit bien apparaître les différentes phases motrices (quadrant mécanique n°1) et les différentes phases génératrices (quadrant mécanique n°4) qui se succèdent au niveau du rotor du moteur.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- Sur cette simulation, on voit bien apparaître les différentes phases où la batterie délivre de l'énergie au véhicule (quadrant électrique n°1) et les différentes phases où le véhicule restitue de l'énergie à la batterie (quadrant électrique n°4). Cette succession de phase entraine des variations au niveau de la tension batterie.



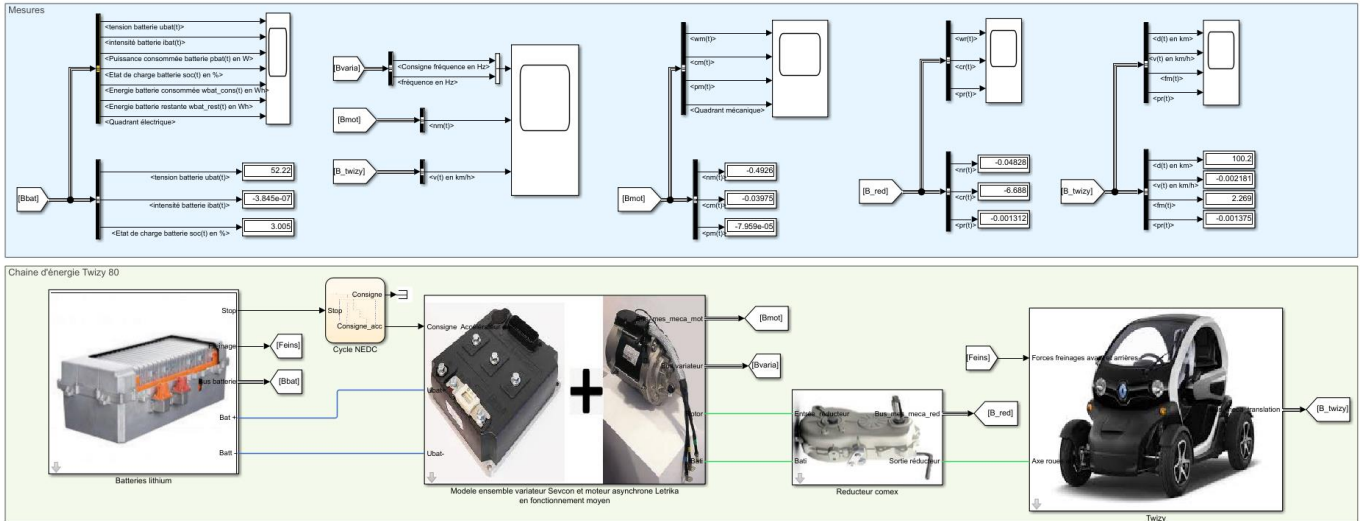
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

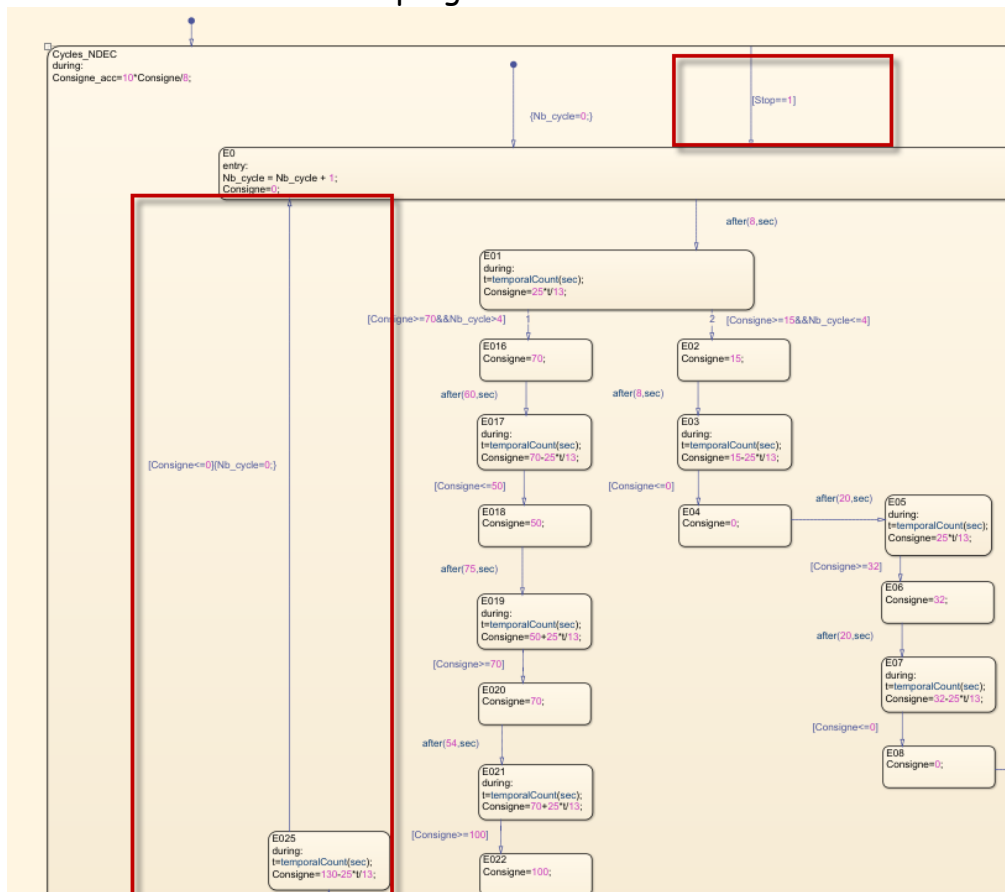
Etude de cas
n°1



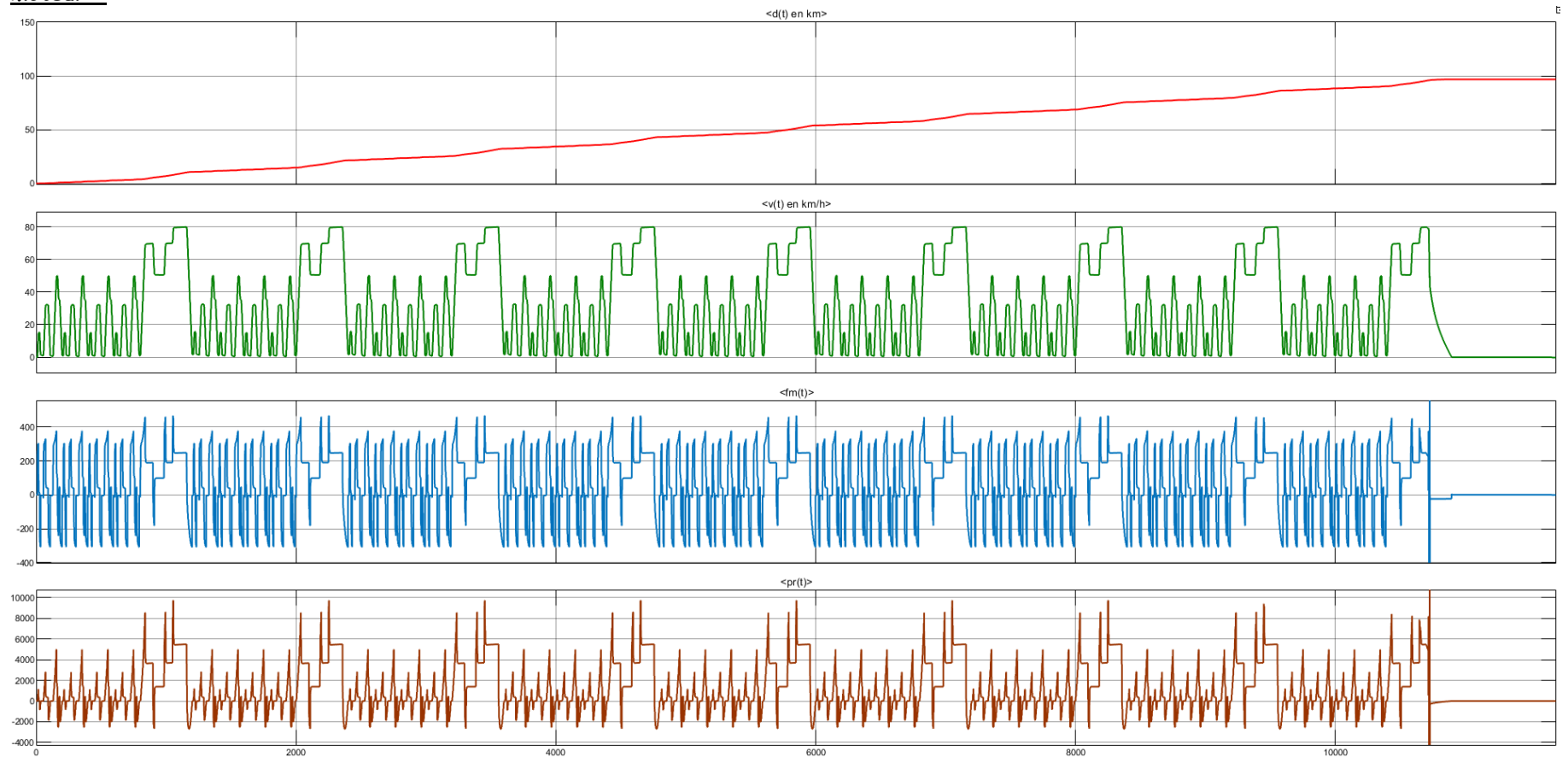
Activité n°3-3 : Simulation du modèle n°5 paramétré lors de l'activité n°1 avec mise en place d'un scénario permettant d'enchaîner des cycles NEDC afin d'obtenir la valeur de l'autonomie : **Test_5_nedc.slx**



Pour réaliser l'enchaînement des cycles NEDC, il faut modifier légèrement le diagramme d'états réalisé précédemment. La modification de celui peut être réalisée par les élèves de terminale au moment d'une activité de programmation.

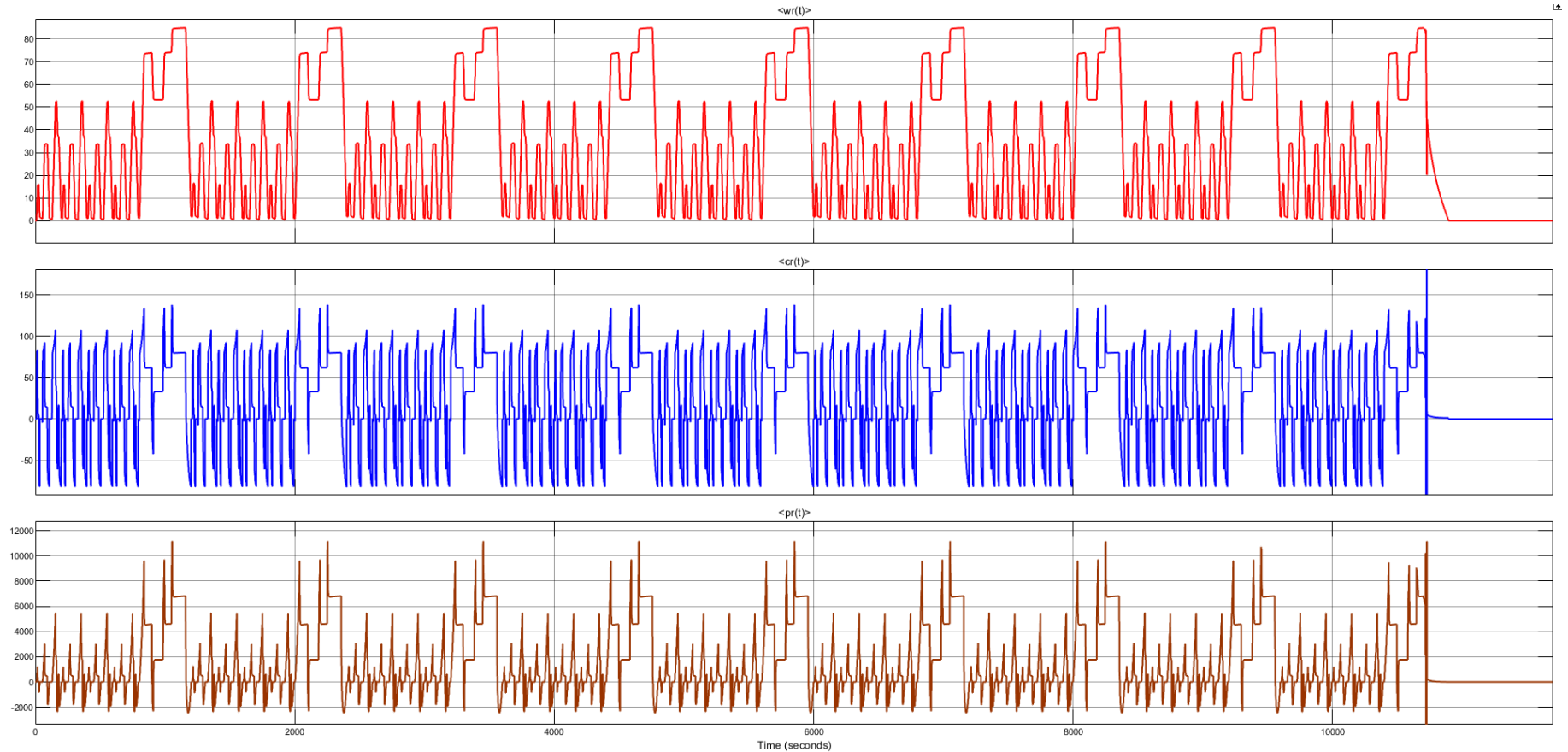


Simulation du fonctionnement pendant une durée de 3,25 h en appliquant un enchainement de cycle NEDC bridée sur l'ensemble variateur + moteur :



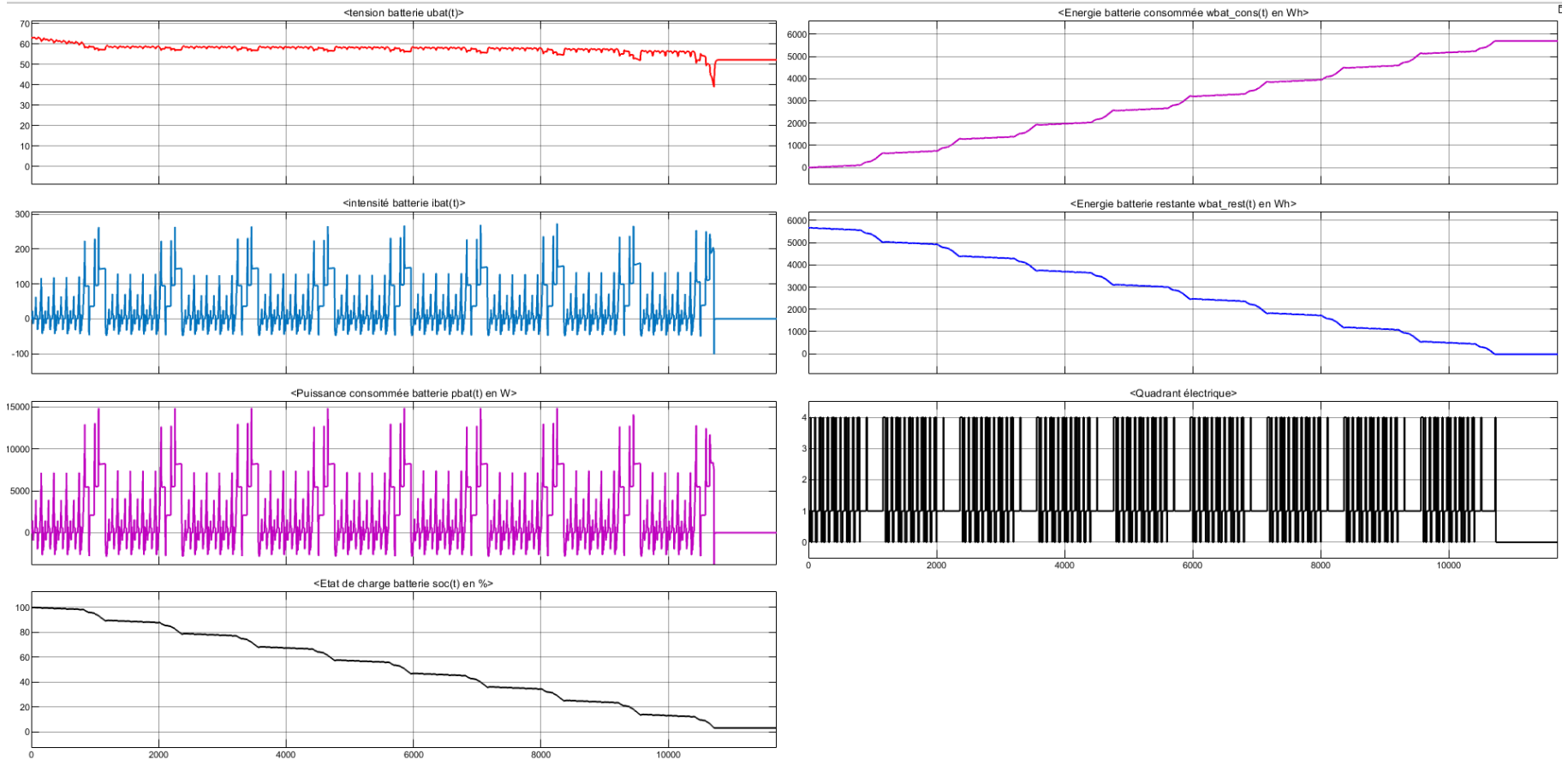
Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- On peut voir sur cette simulation que la puissance mécanique est positive pendant les phases d'accélération et de vitesse constante, par contre elle devient négative pendant les phases de décélération.
- L'autonomie obtenue à la succession de cycle NEDC est de 97,2 km, légèrement inférieure à la valeur annoncée par le constructeur (100 km).



Visualisation des signaux caractéristiques du moteur de la Twizy :

- Sur cette simulation, on voit bien apparaître les différentes phases motrices (quadrant mécanique n°1) et les différentes phases génératrices (quadrant mécanique n°4) qui se succèdent au niveau du rotor du moteur.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- Sur cette simulation, on voit bien apparaître les différentes phases où la batterie délivre de l'énergie au véhicule (quadrant électrique n°1) et les différentes phases où le véhicule restitue de l'énergie à la batterie (quadrant électrique n°4). Cette succession de phase entraîne des variations au niveau de la tension batterie.
- On peut voir que l'état de charge de la batterie arrive jusqu'à la valeur définie, c'est-à-dire 3 %. De plus, on peut voir que la tension de la batterie descend jusqu'à 39,6 V pour remonter ensuite à 52,2 V dès que la batterie n'est plus sollicitée.



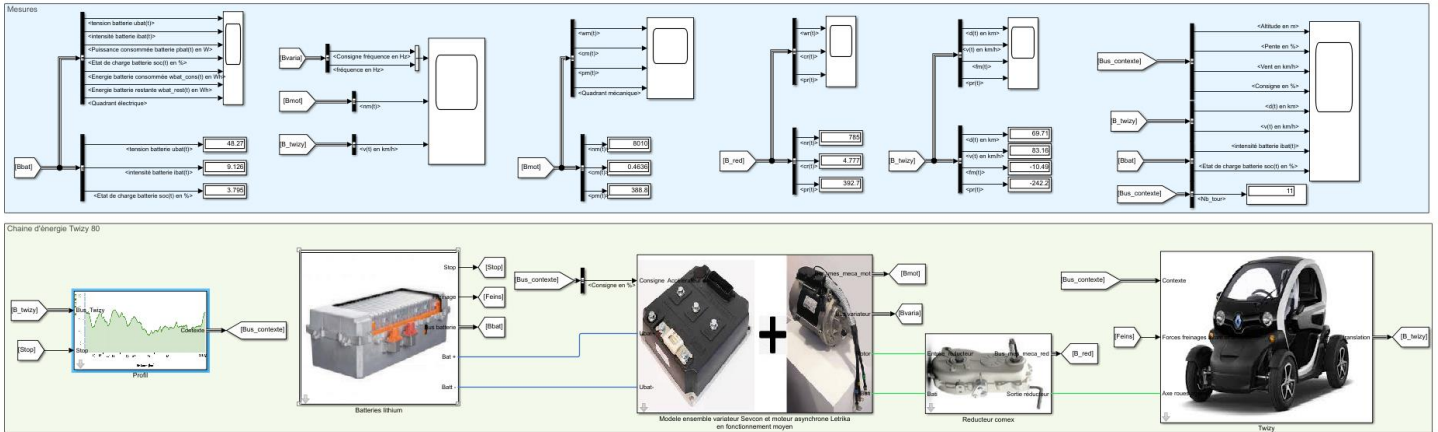
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1

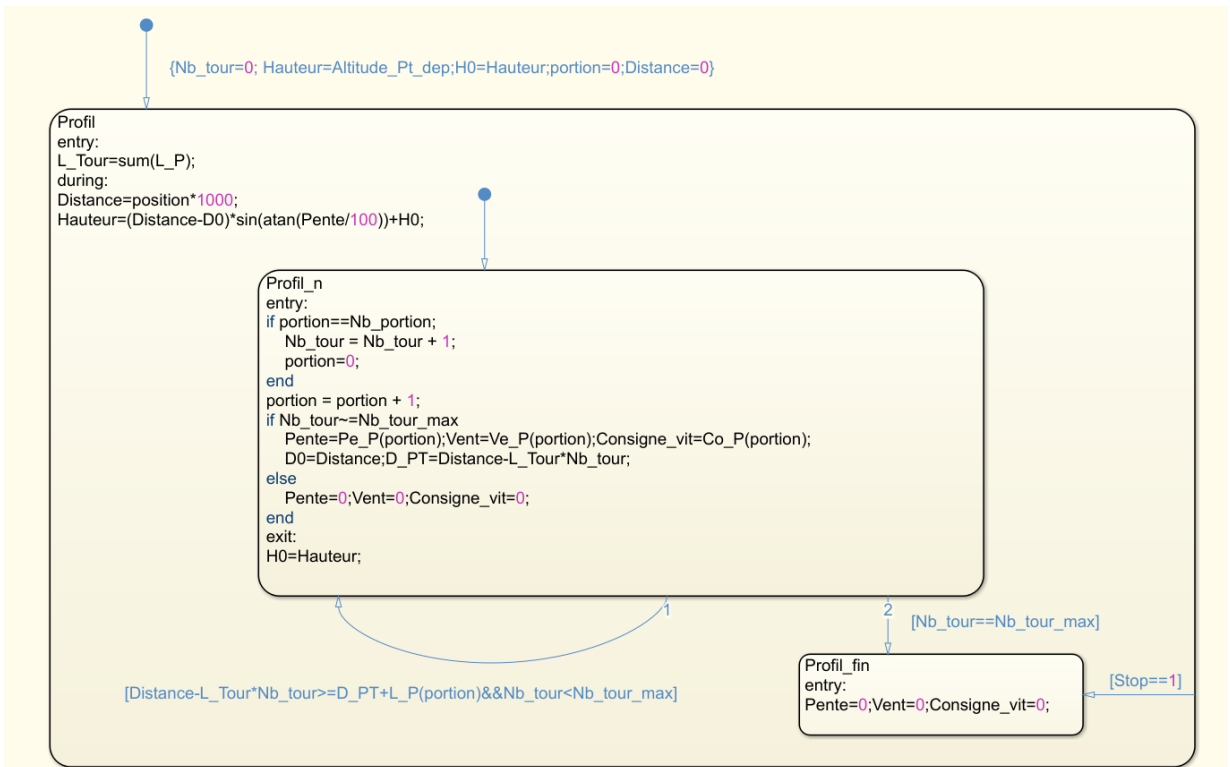


Activité n°4 : Simulation du modèle n°6 paramétré lors de l'activité n°1 avec mise en place d'un scénario permettant de suivre un profil topographique répétitif (circuit), de prendre en compte le vent et de gérer la consigne en provenance du conducteur : Test_6_profil.slx



La réalisation du scénario, qui permet le suivi d'un profil topographique répétitif (circuit), la prise en compte du vent et la gestion la consigne en provenance du conducteur, est réalisée par un diagramme d'état avec un peu de langage de programmation structuré (utilisation de vecteurs et de pointeurs).

La programmation de celui peut être réalisée par les élèves de terminale dans une activité connexe de programmation :





Enseignements de spécialité

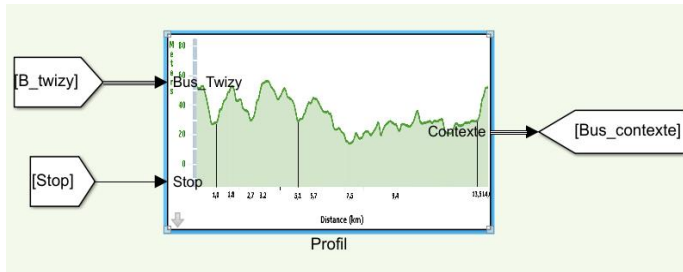
APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Le paramétrage du profil s'effectue via une fenêtre contextuelle :

- Cas n°1 - Réalisation d'un circuit de 6 km parcourue 10 fois, soit 60 km :



Block Parameters: Profil

Profil du circuit

Altitude du point de départ en m
70

Nombre de portion du circuit 10

Pente des différentes portions en %
[0;2;0;5;0;-5;0;-2;0;0]

Longueur des différentes portions en m
[1000;500;300;500;1000;500;300;500;1000;400]

Consigne vitesse sur les différentes portions en %
[80;100;80;50;70;100;70;80;100;80]

Vitesse du vent sur les différentes portions en km/h
[0;0;0;0;0;0;0;30;-30]

Nombre de tour de circuit à parcourir 10

OK Cancel Help Apply

- Cas n°2 - Réalisation d'un circuit de 6 km parcourue 15 fois, soit 90 km :



Block Parameters: Profil

Profil du circuit

Altitude du point de départ en m
70

Nombre de portion du circuit 10

Pente des différentes portions en %
[0;2;0;5;0;-5;0;-2;0;0]

Longueur des différentes portions en m
[1000;500;300;500;1000;500;300;500;1000;400]

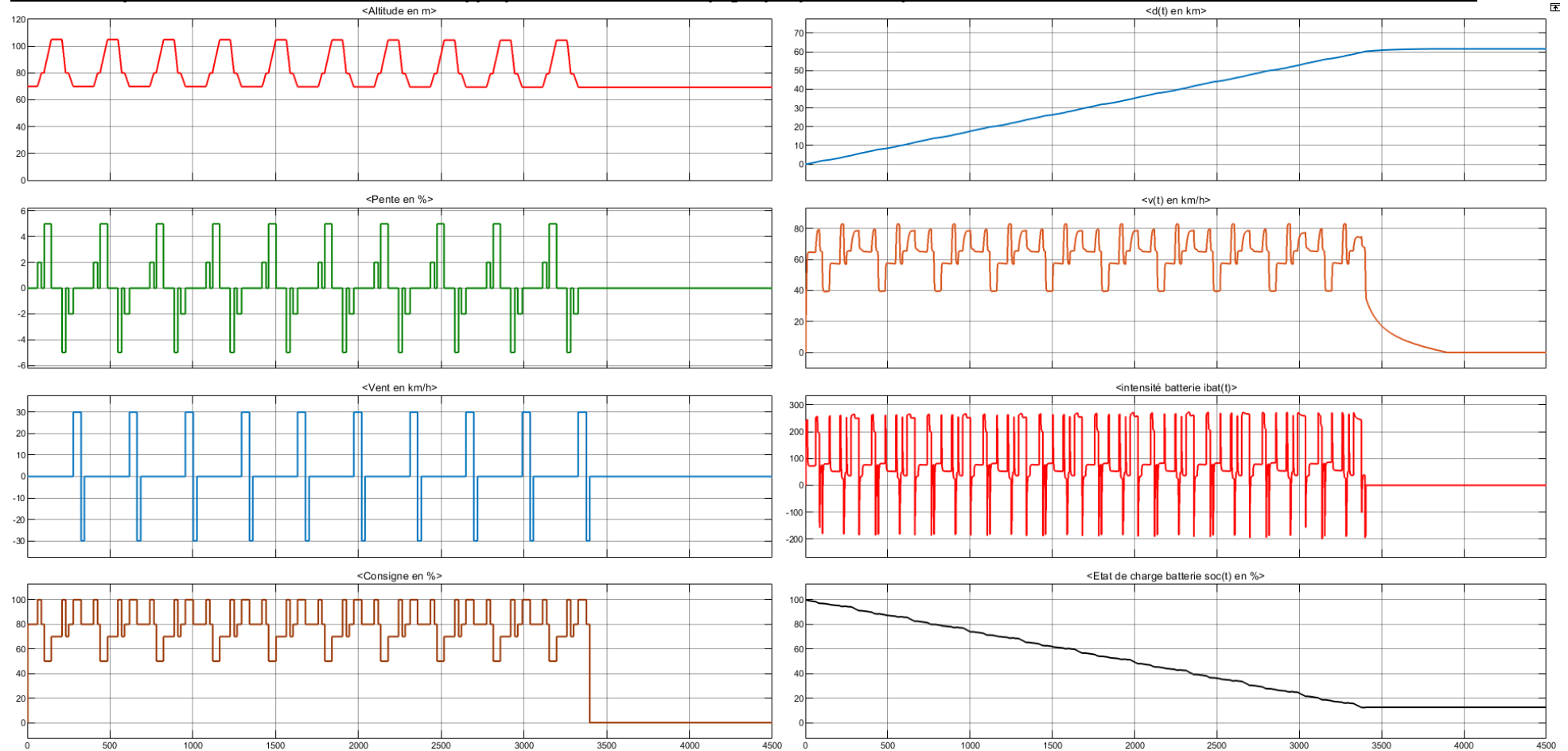
Consigne vitesse sur les différentes portions en %
[80;100;80;50;70;100;70;80;100;80]

Vitesse du vent sur les différentes portions en km/h
[0;0;0;0;0;0;0;30;-30]

Nombre de tour de circuit à parcourir 15

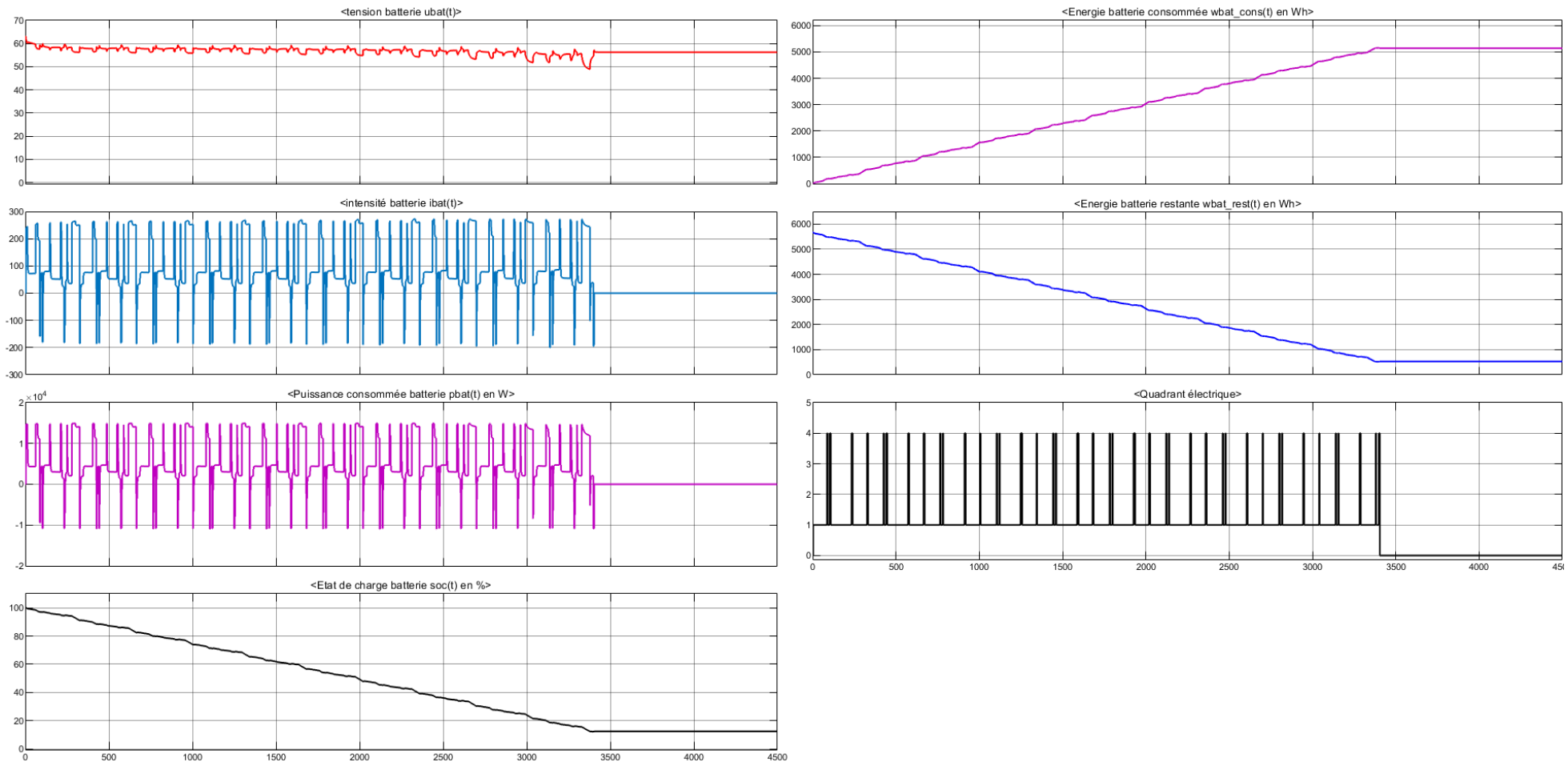
OK Cancel Help Apply

Simulation pendant une durée de 1,2 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°1 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

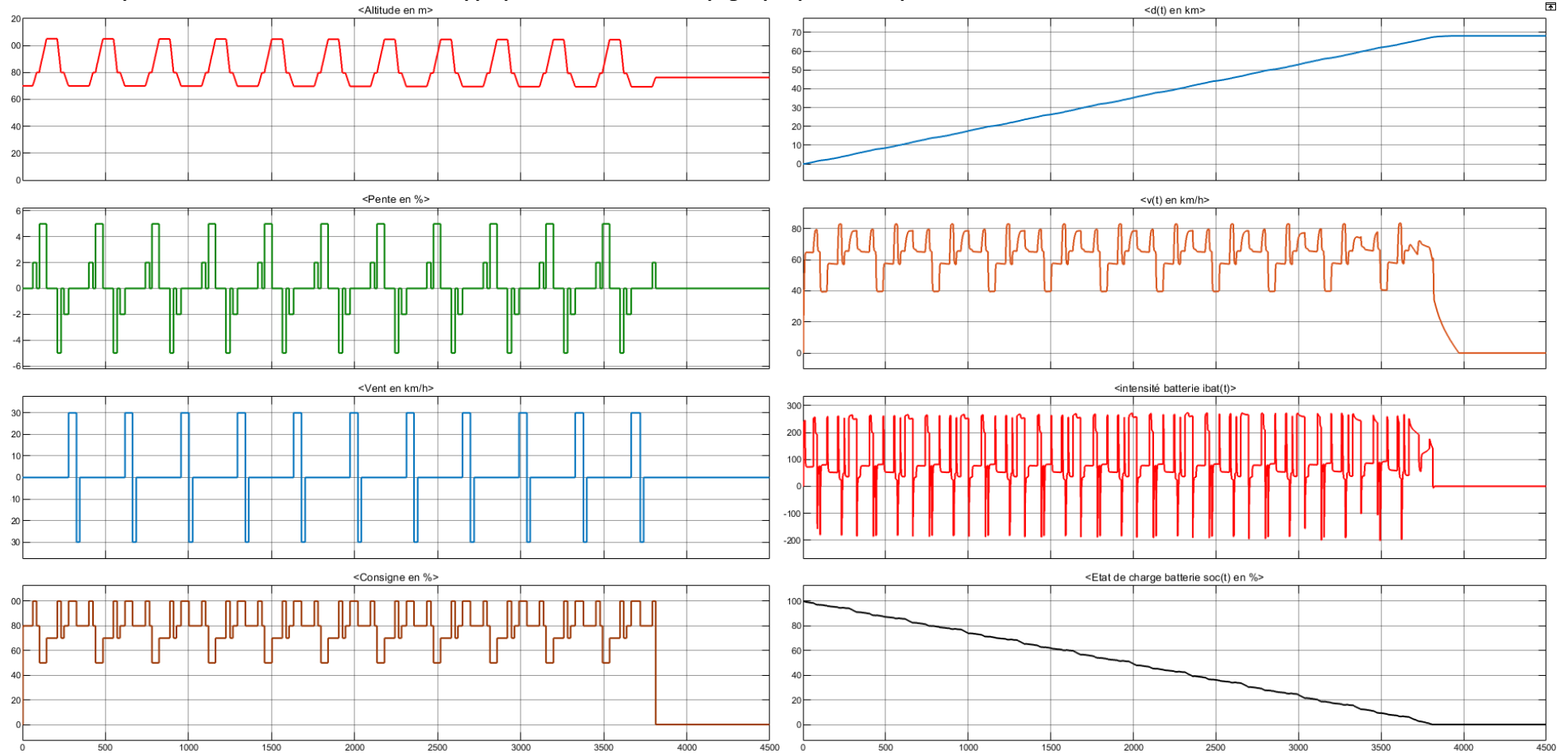
- La Twizy est capable de réaliser les 10 tours de circuit en moins d'une heure, soit environ 61,5 km. Il reste 12,5 % de charge batterie.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

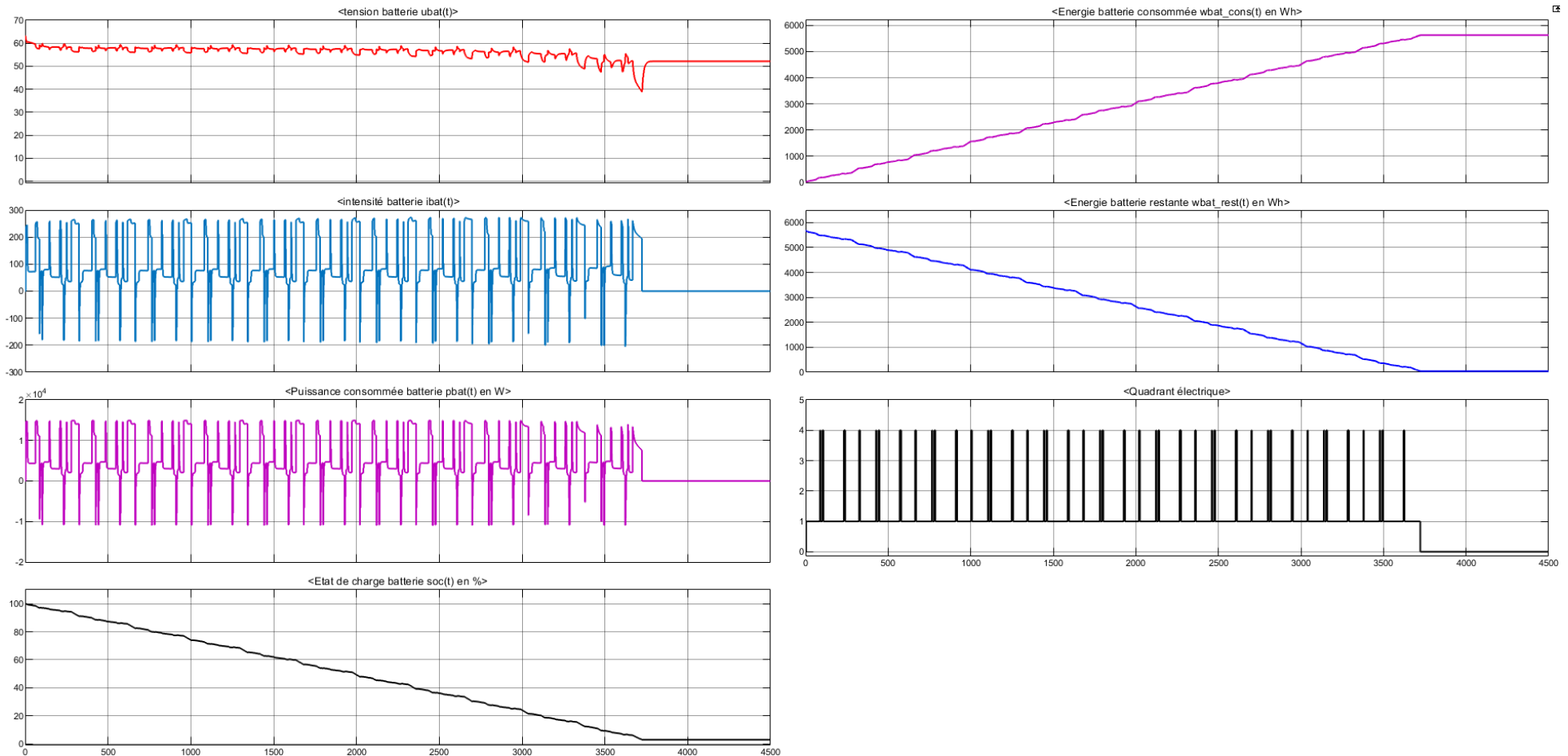
- Sur cette simulation, on voit bien apparaître au niveau de l'intensité les effets de la pente et du vent (pointe à 273 A en montée et à -200 A en descente). Cette succession de phase entraine des variations de tension au niveau de la tension batterie.

Simulation pendant une durée de 1,2 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°2 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- La Twizy n'est pas capable de réaliser les 15 tours de circuit, en effet elle s'arrête avant d'attaquer le douzième tour, soit au bout de 66,6 km.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- Sur cette simulation, on voit bien apparaître au niveau de l'intensité les effets de la pente et du vent (pointe à 273 A en montée et à -200 A en descente). Cette succession de phase entraîne des variations de tension au niveau de la tension batterie.
- On peut voir que l'état de charge de la batterie arrive jusqu'à la valeur définie, c'est-à-dire 3 %. De plus, on peut voir que la tension de la batterie descend jusqu'à 39,6 V pour remonter ensuite à 52,2 V dès que la batterie n'est plus sollicitée.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

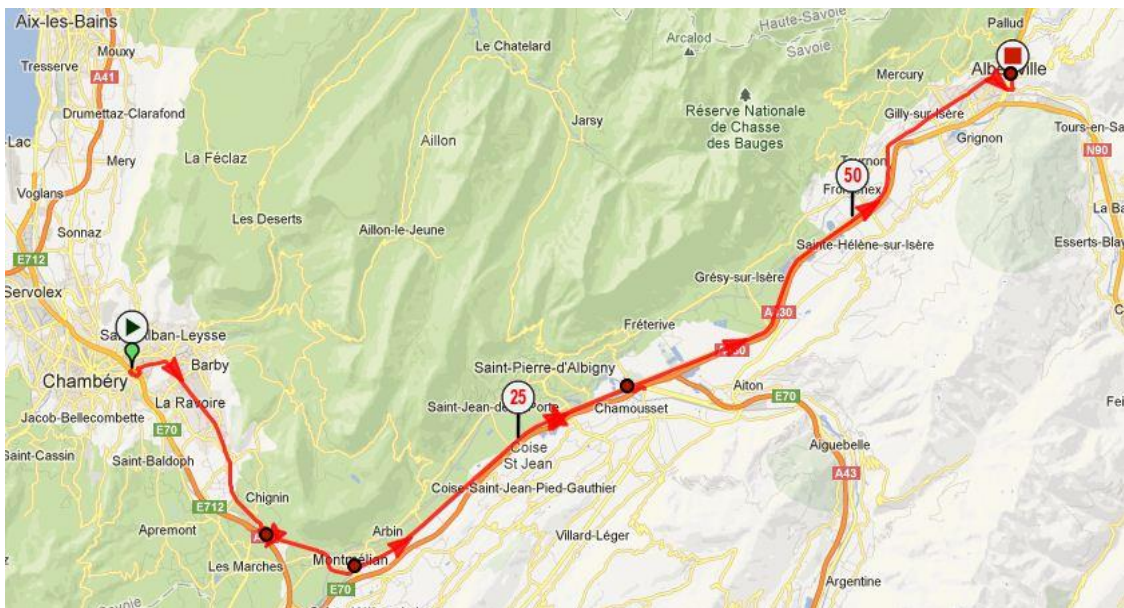
Etude de cas
n°1



Activité n°5-1 : Une activité préparatoire à la modélisation topographique réalisée sous forme d'une séance de travaux dirigés.

Etude de la consommation énergétique de la Twizy sur un trajet Chambéry - Albertville : La Twizy peut-elle le faire ?

Descriptif du parcours : il se situe en Savoie, entre les deux villes de Chambéry et Albertville, le trajet se fait en utilisant la route nationale.



Le parcours se fait dans une vallée, le dénivelé est très faible :





Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1

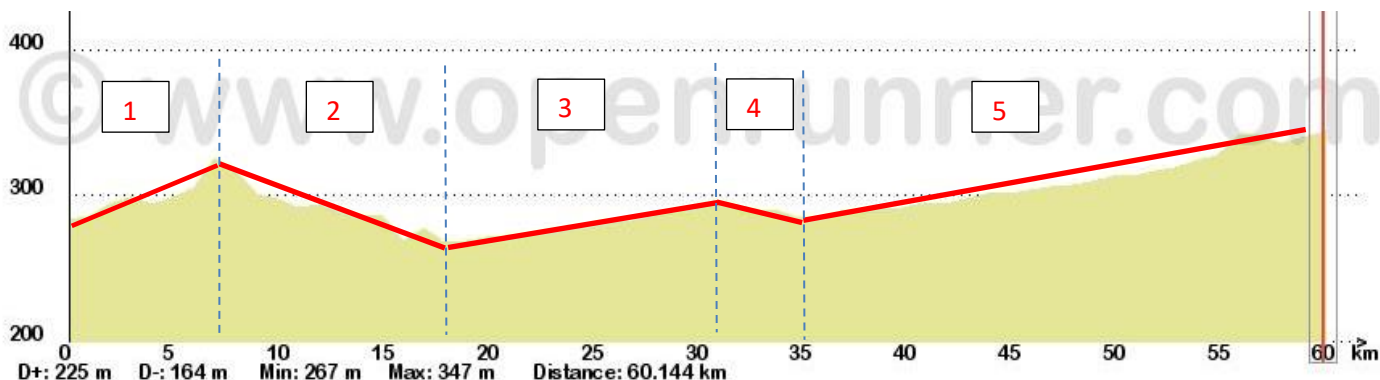


Hypothèses : Les accélérations et décélérations négligées, la vitesse du vent est considérée comme négligeable.

- Vitesse limitée à 30 km/h sur le tronçon 1 ;
- Vitesse moyenne de 40 km/h sur le tronçon 2 ;
- Vitesse moyenne de 60 km/h sur le tronçon 3 ;
- Vitesse limitée à 30 km/h sur le tronçon 4 ;
- Vitesse moyenne de 60 km/h sur le tronçon 5.

A. Détermination d'un profil simplifié du trajet (en 5 tronçons) :

Calcul pour chaque tronçon du dénivelé, de sa longueur et de sa pente.



B. Etude du dossier technique de la Twizy, détermination de quelques grandeurs caractéristiques de la voiture par lecture du document technique :

Détermination de la masse, de la surface frontale, du coefficient de pénétration dans l'air C_x ;

Détermination du rendement de la chaîne de transmission ;

Détermination du rendement du convertisseur électronique entre batterie et du groupe moto réducteur ;

Détermination des caractéristiques de la batterie, autonomie etc...

C. Etude de la force d'entraînement du véhicule pour chaque tronçon (à partir d'un document ressource) :

Détermination de la force de roulement.

Détermination de la force aérodynamique.

Détermination de la force liée à la pente.

Calcul de la force d'entraînement résultante pour chaque tronçon.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE :
Modélisation multiphysique de la
Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



D. Détermination de la puissance utile nécessaire pour chaque tronçon, puis détermination de la puissance absorbée :

Déterminer la puissance utile en fonction de la force nécessaire à l'entraînement et de la vitesse.

Calculer ensuite la puissance absorbée compte tenu du rendement des divers constituants.

E. Calcul de l'énergie totale fournie (ou absorbée) par la batterie :

Calcul de l'énergie pour chaque tronçon,

Détermination de l'énergie totale.

F. Discuter sur la faisabilité de ce trajet :

Peut-on tenter un retour de Albertville à Chambéry sans recharger la batterie ?

G. Modélisation multi-physique :

Modifier la simulation pour prendre en compte cette contrainte. Quelles sont les conséquences pour l'autonomie de la batterie ?

H. Il s'avère que sur le tronçon 3 la circulation est rapide, il faudra que la voiture puisse rouler à 80 km/h.

Modifier la simulation pour prendre en compte cette contrainte. Quelles sont les conséquences pour l'autonomie de la batterie ?



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Activité n°5-2 : Simulation du modèle n°7 paramétré lors de l'activité n°1 avec mise en place d'un scénario permettant de suivre un profil topographique réel (relevé topographique), avec gestion de la consigne en provenance du conducteur : [Test_61_profil_vallee.slx](#)

Le paramétrage de la simulation de la Twizy correspondant au trajet aller entre Chambéry et Albertville est donné ci-dessous :

Block Parameters: Profil

Profil du circuit

Profil en long

Altitude du point de départ en m
275

Nombre de portion du circuit 5

Pente des différentes portions en %
[0.6;-0.89;0.49;-0.25;0.2857]

Longueur des différentes portions en m
[7500;10700;13300;4000;24500]

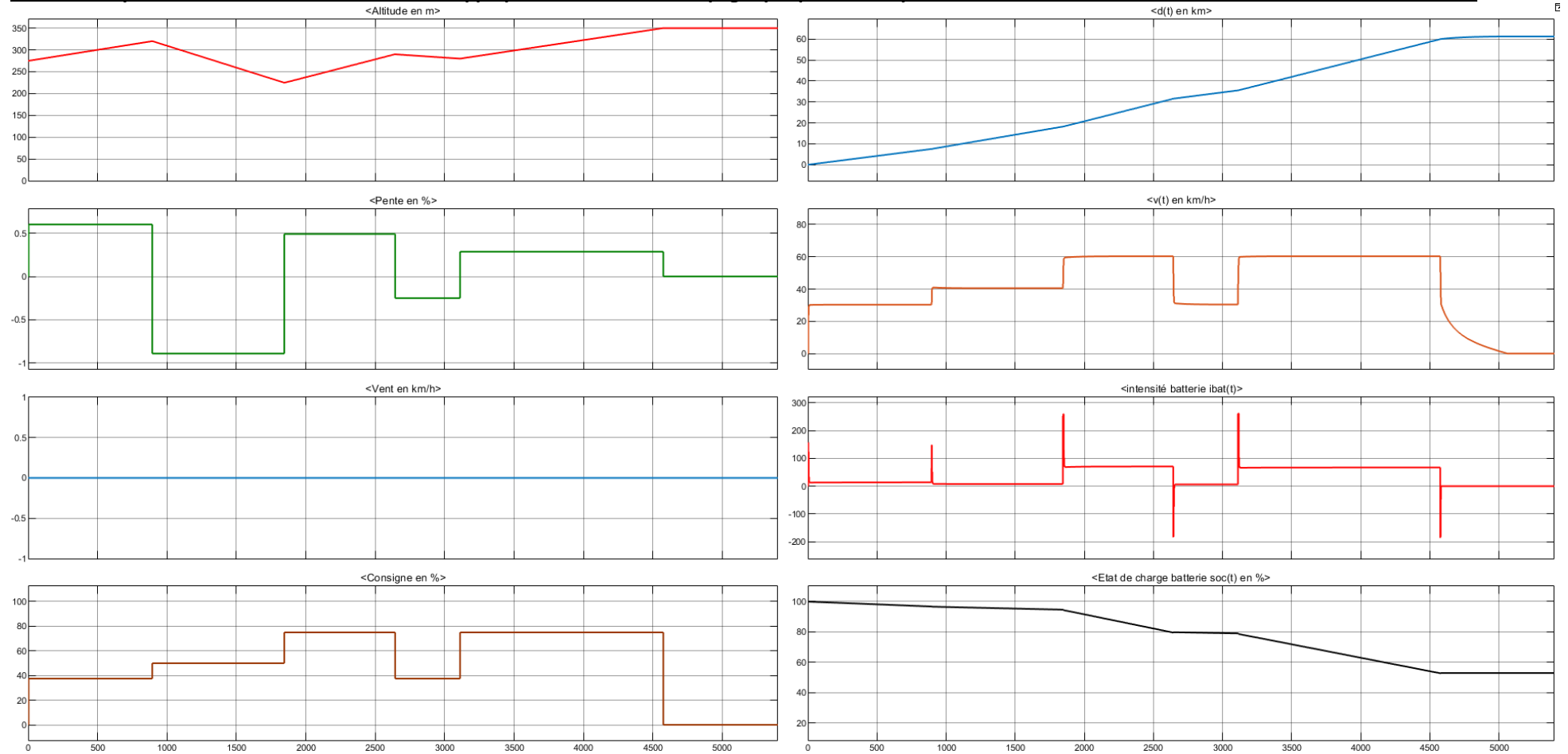
Consigne vitesse sur les différentes portions en %
[37.5;50;75;37.5;75]

Vitesse du vent sur les différentes portions en km/h
[0;0;0;0;0]

Nombre de tour de circuit à parcourir 1

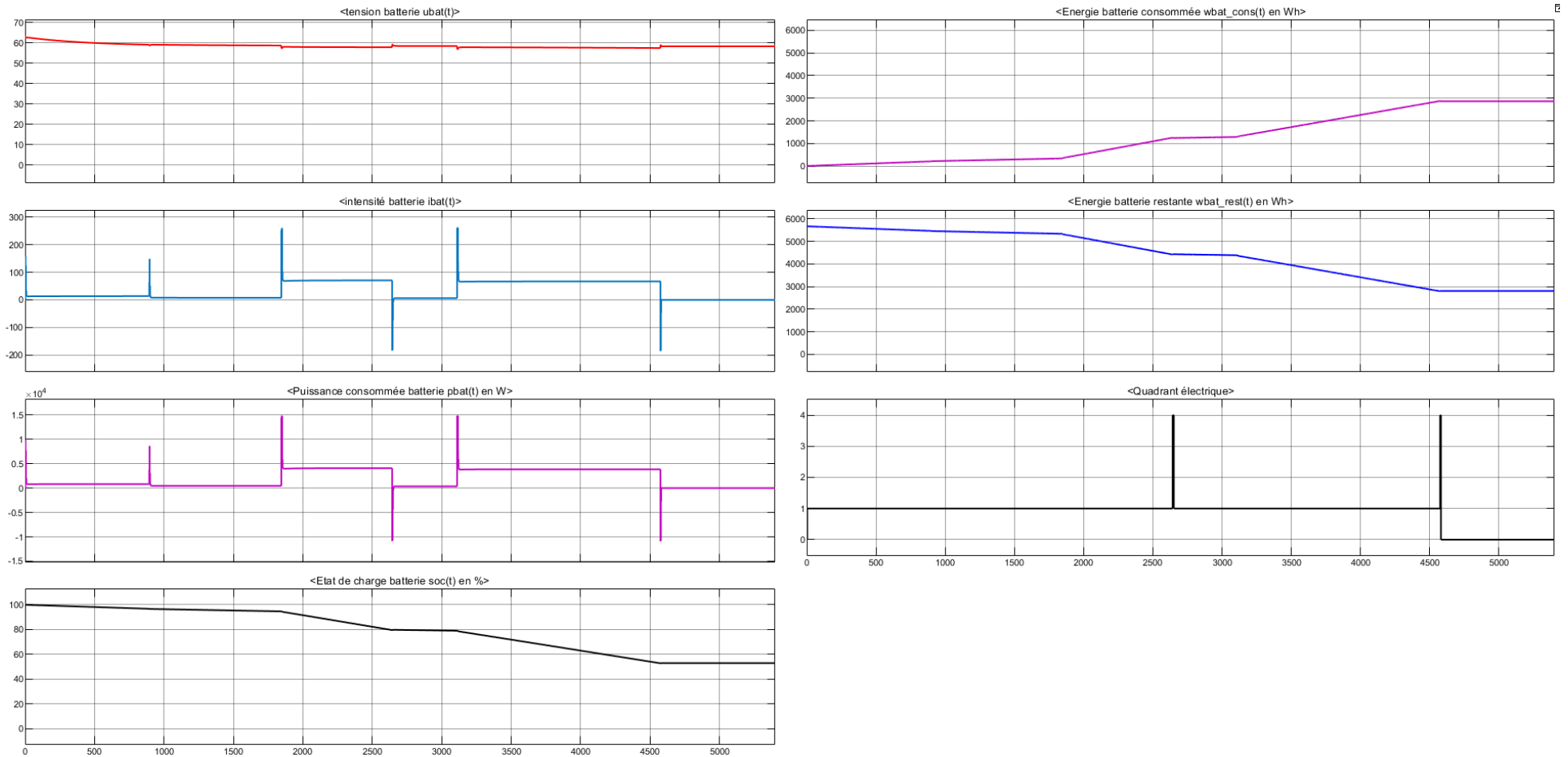
OK Cancel Help Apply

Simulation pendant une durée de 1,5 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°1 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- La Twizy est capable de réaliser le trajet aller entre Chambéry et Albertville. L'état de charge de la batterie en fin de parcours est de 52,9 %.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- On voit sur cette simulation correspondant au trajet aller entre Chambéry et Albertville que la Twizy fonctionne très peu en phase de récupération d'énergie. Ce type de trajet n'est pas propice à l'augmentation de l'autonomie de la Twizy.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Le paramétrage de la simulation de la Twizy correspondant au trajet aller entre Chambéry et Albertville, avec la modification de la vitesse sur le tronçon 3, est donné ci-dessous :

Block Parameters: Profil

Profil du circuit

Altitude du point de départ en m
275

Nombre de portion du circuit 5

Pente des différentes portions en %
[0.6;-0.89;0.49;-0.25;0.2857]

Longueur des différentes portions en m
[7500;10700;13300;4000;24500]

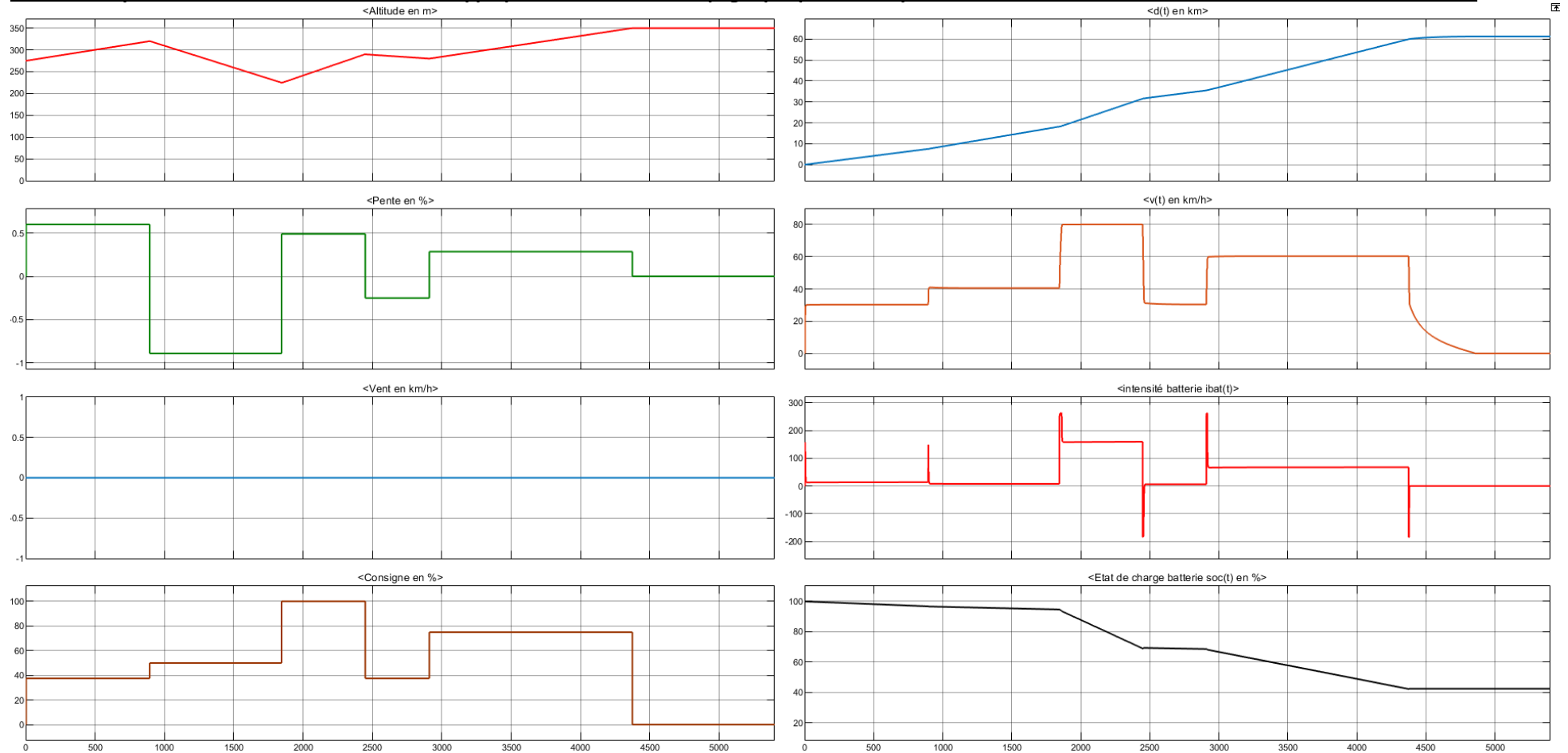
Consigne vitesse sur les différentes portions en %
[37.5;50;100;37.5;75]

Vitesse du vent sur les différentes portions en km/h
[0;0;0;0;0]

Nombre de tour de circuit à parcourir 1

OK Cancel Help Apply

Simulation pendant une durée de 1,5 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°1 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- La Twizy est capable de réaliser le trajet aller entre Chambéry et Albertville. L'état de charge de la batterie en fin de parcours est de 42,3 %.
- Le fait de passer à une consigne de 100 % sur le tronçon 3 est très énergivore et nous fait perdre 10,6 % de charge batterie.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1

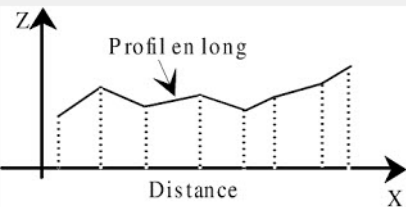


Le paramétrage de la simulation de la Twizy correspondant au trajet aller-retour entre Chambéry et Albertville, sans la modification de la vitesse sur les tronçons 3 et 7, est donné ci-dessous :

Test_61_profil_vallee-AR.slx

Block Parameters: Profil

Profil du circuit



Altitude du point de départ en m
275

Nombre de portion du circuit 10

Pente des différentes portions en %
[0.6;-0.89;0.49;-0.25;0.2857;-0.2857;0.25;-0.49;0.89;-0.6]

Longueur des différentes portions en m
[7500;10700;13300;4000;24500;24500;4000;13300;10700;7500]

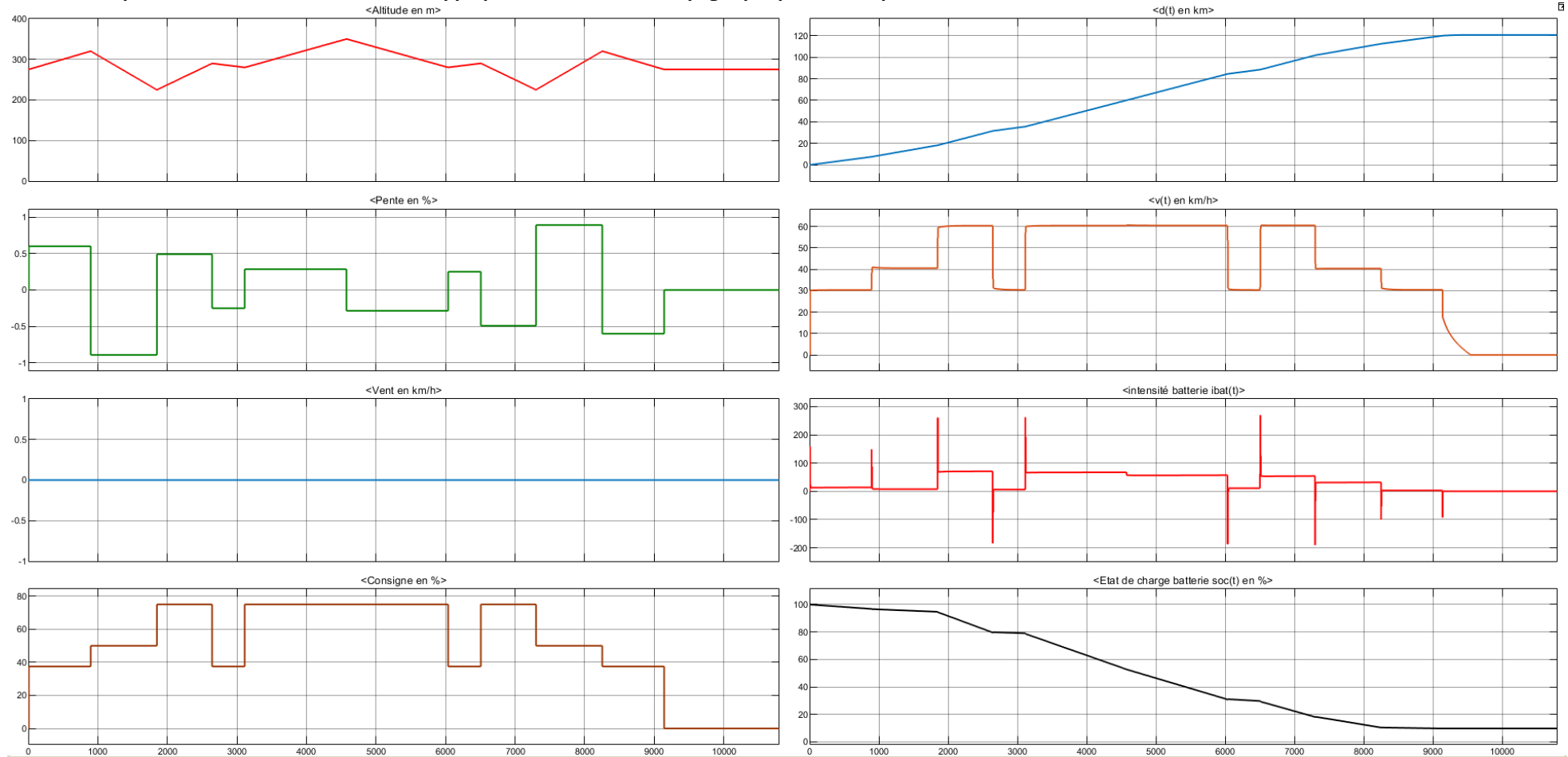
Consigne vitesse sur les différentes portions en %
[37.5;50;75;37.5;75;75;37.5;75;50;37.5]

Vitesse du vent sur les différentes portions en km/h
[0;0;0;0;0;0;0;0;0;0]

Nombre de tour de circuit à parcourir 1

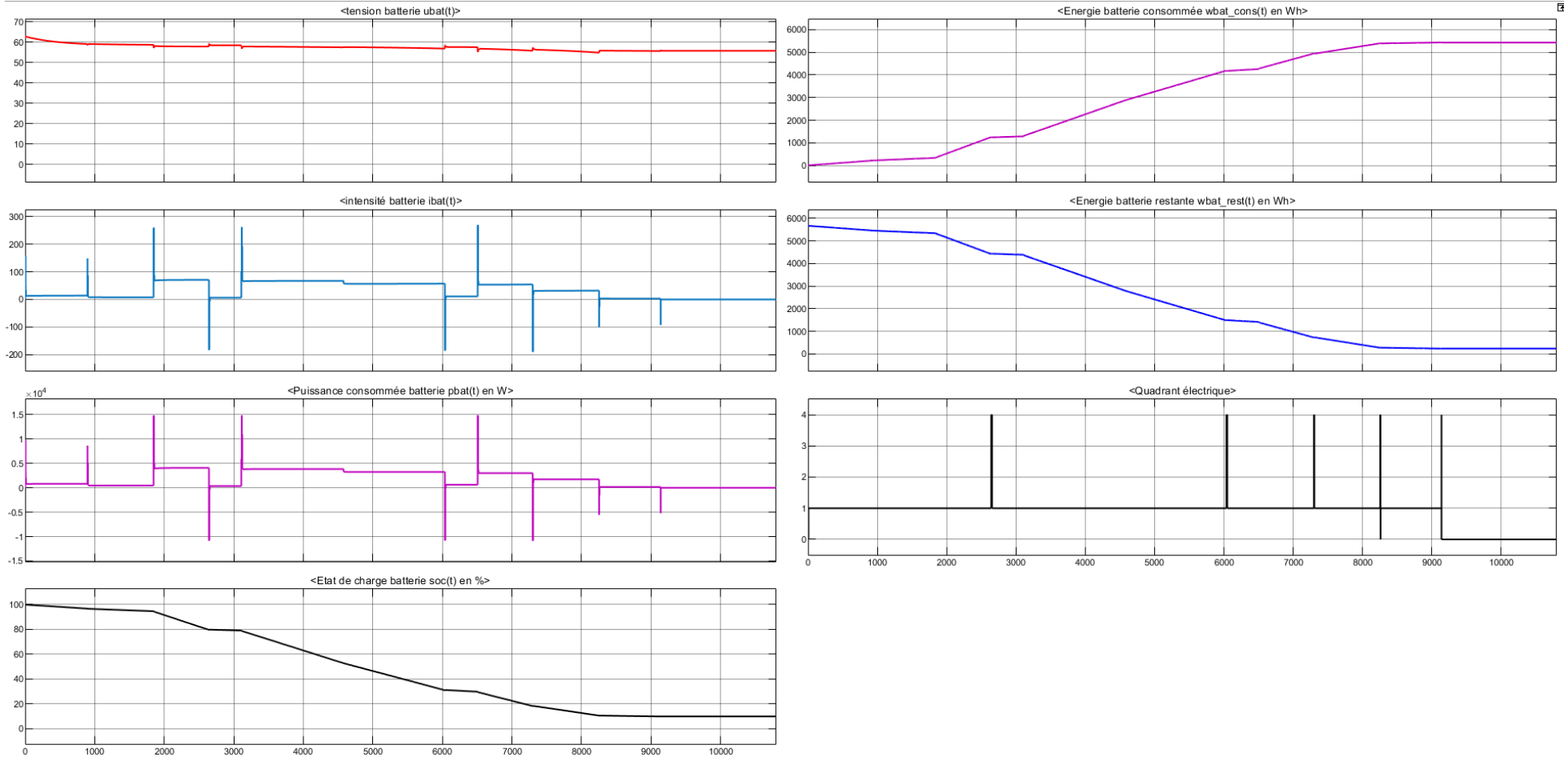
OK Cancel Help Apply

Simulation pendant une durée de 3 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°1 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- La Twizy est capable de réaliser le trajet aller-retour entre Chambéry et Albertville. L'état de charge de la batterie en fin de parcours est de 9,7 %.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- On voit sur cette simulation correspondant au trajet aller-retour entre Chambéry et Albertville que la Twizy fonctionne très peu en phase de récupération d'énergie. Ce type de trajet est peu propice à l'augmentation de l'autonomie de la Twizy.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Le paramétrage de la simulation de la Twizy correspondant au trajet aller-retour entre Chambéry et Albertville, avec la modification de la vitesse sur les tronçons 3 et 7, est donné ci-dessous :

Block Parameters: Profil

Profil du circuit

Altitude du point de départ en m
275

Nombre de portion du circuit 10

Pente des différentes portions en %
[0.6;-0.89;0.49;-0.25;0.2857;-0.2857;0.25;-0.49;0.89;-0.6]

Longueur des différentes portions en m
[7500;10700;13300;4000;24500;24500;4000;13300;10700;7500]

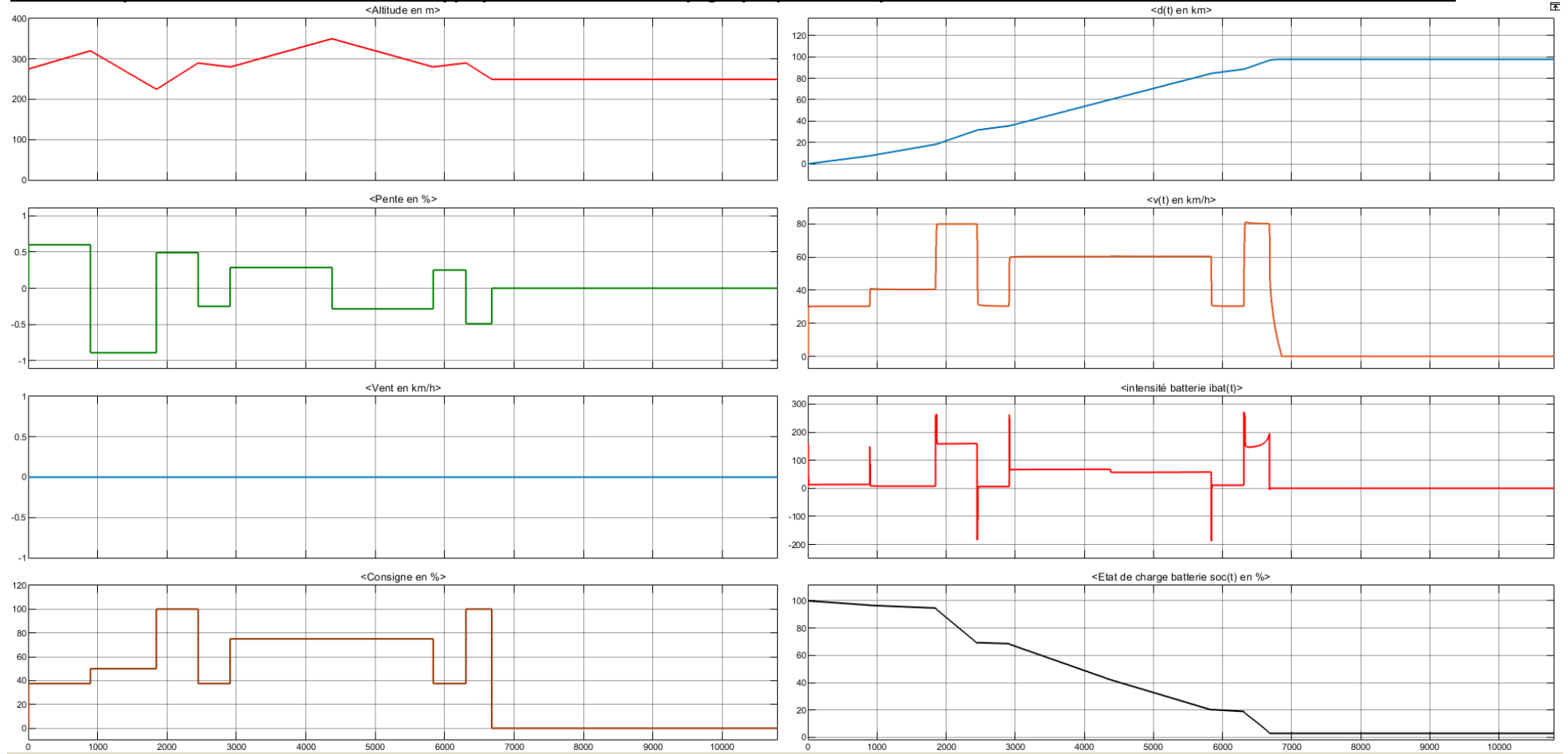
Consigne vitesse sur les différentes portions en %
[37.5;50;100;37.5;75;75;37.5;100;50;37.5]

Vitesse du vent sur les différentes portions en km/h
[0;0;0;0;0;0;0;0;0;0]

Nombre de tour de circuit à parcourir 1

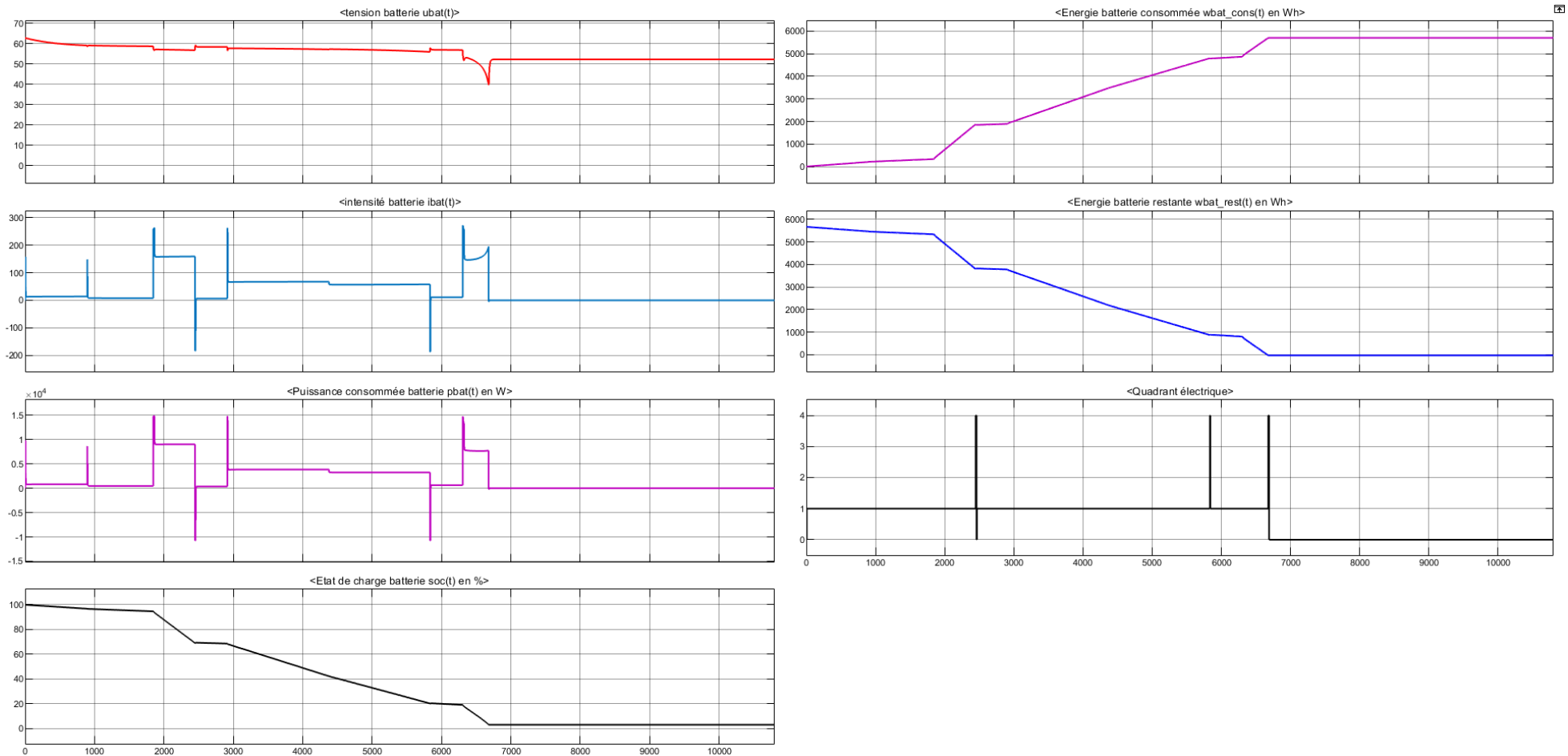
OK Cancel Help Apply

Simulation pendant une durée de 3 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°1 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- La Twizy n'est pas capable de réaliser le trajet aller-retour entre Chambéry et Albertville dans ces conditions. La Twizy tombe en « panne sèche » sur le trajet retour à 23 km de Chambéry.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- On voit sur cette simulation correspondant au trajet aller-retour entre Chambéry et Albertville que la Twizy fonctionne très peu en phase de récupération d'énergie et que le fait de passer à une consigne de 100 % sur les tronçons 3 et 7 est très énergivore et nous empêche de relier Chambéry.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



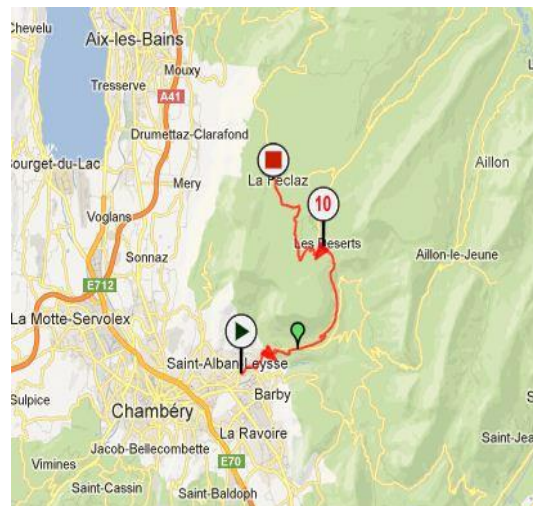
Activité n°5-3 : Une activité préparatoire à la modélisation topographique réalisée sous forme d'une séance de travaux dirigés.

Etude de la consommation énergétique de la Twizy sur un parcours montagneux entre Saint Alban Laysse et La Féclaz :

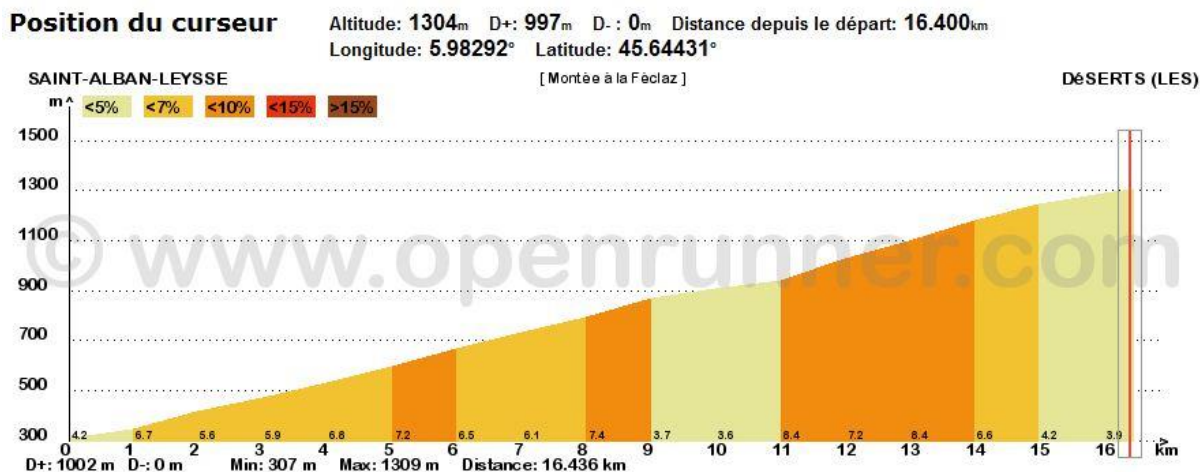
Hypothèses :

- Montée à une vitesse constante de 40 km/h ;
- Une fois arrivé en haut, on roule sur terrain plat pendant 2 km à une vitesse moyenne de 20 km/h.
- Retour en descente à une vitesse de 50 km/h ;
- Une fois en bas, on roule encore 2 km sur terrain plat à 20 km/h.

Descriptif du parcours : Il se situe en Savoie, entre la ville de Saint Alban Laysse (près de Chambéry) et le site de la Féclaz, petite station de ski du massif des Bauges.



Le parcours se fait sur une petite route de montagne, le dénivelé est non négligeable (voir profil altimétrique ci-dessous) :





Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



A. Détermination d'un profil simplifié du trajet :

Proposer un profil simplifié du trajet, déterminer pour chaque phase du trajet la distance parcourue, le dénivelé, la pente etc.

B. Etude de la force d'entraînement du véhicule (à partir du document ressource) :

Les caractéristiques du véhicule utiles pour ces calculs étant déjà connues, (voir activité 5-1), déterminer pour chaque phase du parcours :

- la force de roulement ;
- la force aérodynamique ;
- la force liée à la pente.

Calculer ensuite la force d'entraînement résultante pour chaque phase.

C. Détermination de la puissance utile nécessaire pour chaque phase, puis détermination de la puissance absorbée :

Calculer la puissance utile en fonction de la force nécessaire à l'entraînement et de la vitesse pour chaque phase du parcours.

Déterminer ensuite la puissance absorbée compte tenu du rendement des divers constituants.

D. Calcul de l'énergie totale fournie (ou absorbée) par la batterie :

Calcul de l'énergie nécessaire à chaque phase du parcours, Détermination de l'énergie totale fournie par la batterie.

E. Discuter sur la faisabilité de ce parcours par la Twizy :

Combien de fois peut-on faire ce parcours en entier entre Chambéry et la Féclaz sans devoir recharger la batterie ?



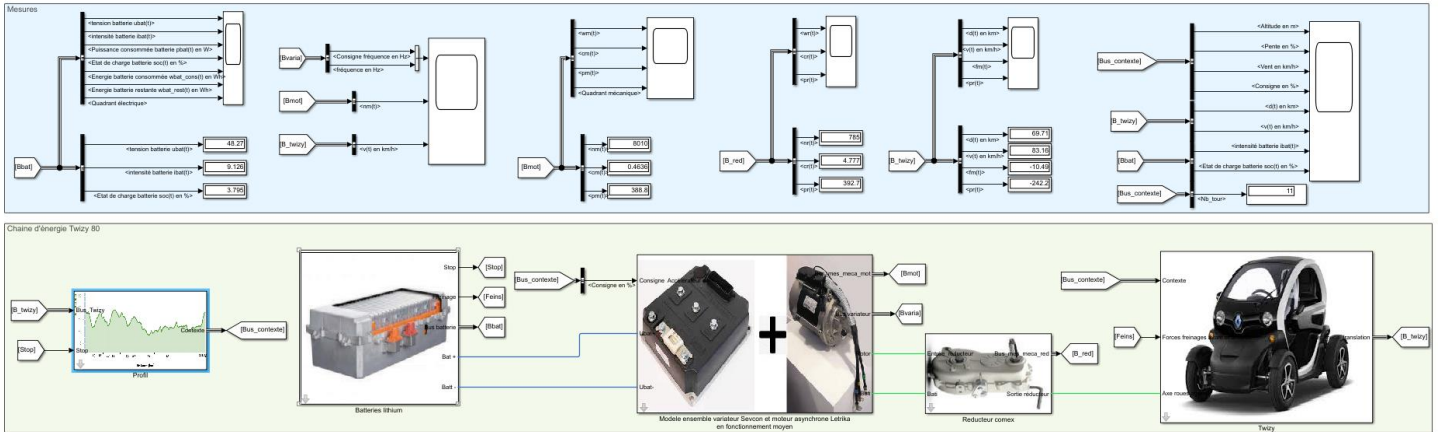
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas n°1



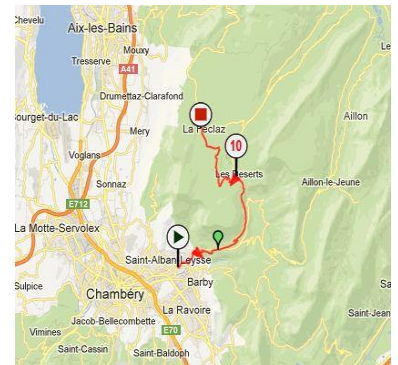
Activité n°5-4 : Simulation du modèle n°8 paramétré lors de l'activité n°1 avec mise en place d'un scénario permettant de suivre un profil topographique réel (relevé topographique), avec gestion de la consigne en provenance du conducteur : **Test_62_profil_mont_AR.slx**



Cas n°1 - Réalisation d'un trajet montagneux entre St Alban Leysse et La Féclaz :

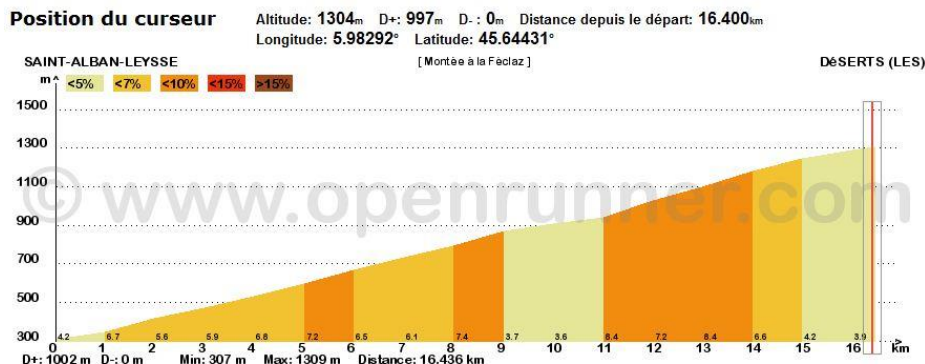
Descriptif du parcours :

Le parcours se situe en Savoie, entre la ville de Saint Alban Leysse (près de Chambéry) et le site de la Féclaz, petite station de ski du massif des Bauges.



Il est constitué :

- d'une montée de 16,4 km parcourue à une consigne de 50 % ;
- d'une phase de plat de 2 km parcourue à une consigne de 20 % ;
- d'une descente de 16,4 km parcourue à une consigne de 60 % ;
- d'une phase de plat de 2 km parcourue à une consigne de 20 %.





Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Dans un premier temps, on peut faire une approximation linéaire de la montée et de la descente :

$$\text{pente en \%} = \tan\left(\arcsin\left(\frac{\text{dénivelé}}{\text{distance parcourue}}\right)\right) \times 100 = \tan\left(\arcsin\left(\frac{997}{16400}\right)\right) = 6,09 \%$$

Soit le paramétrage du profil correspondant :

Block Parameters: Profil

Profil du circuit

Altitude du point de départ en m
307

Nombre de portion du circuit 4

Pente des différentes portions en %
[6.09;0;-6.09;0]

Longueur des différentes portions en m
[16400;2000;16400;2000]

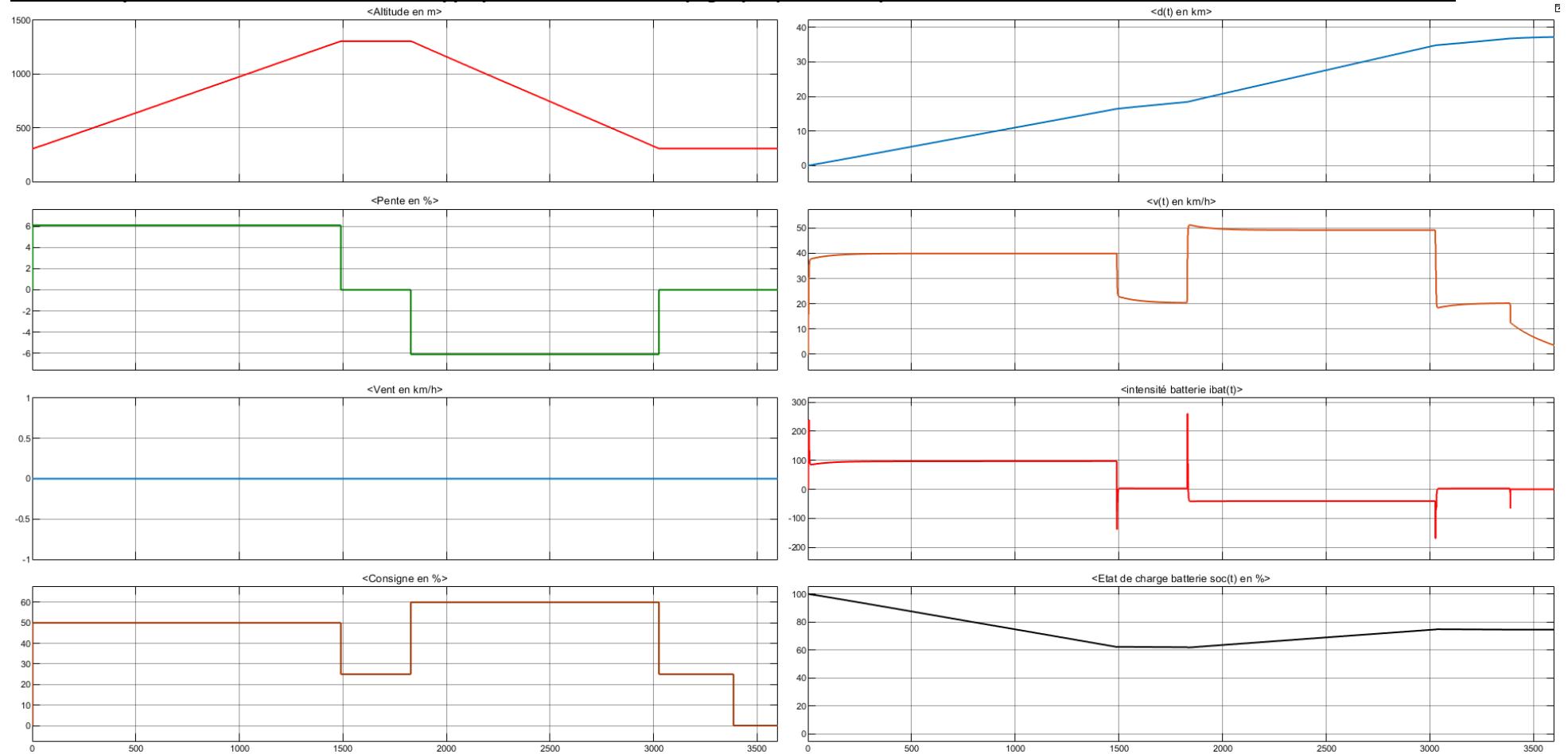
Consigne vitesse sur les différentes portions en %
[50;25;60;25]

Vitesse du vent sur les différentes portions en km/h
[0;0;0;0]

Nombre de tour de circuit à parcourir 1

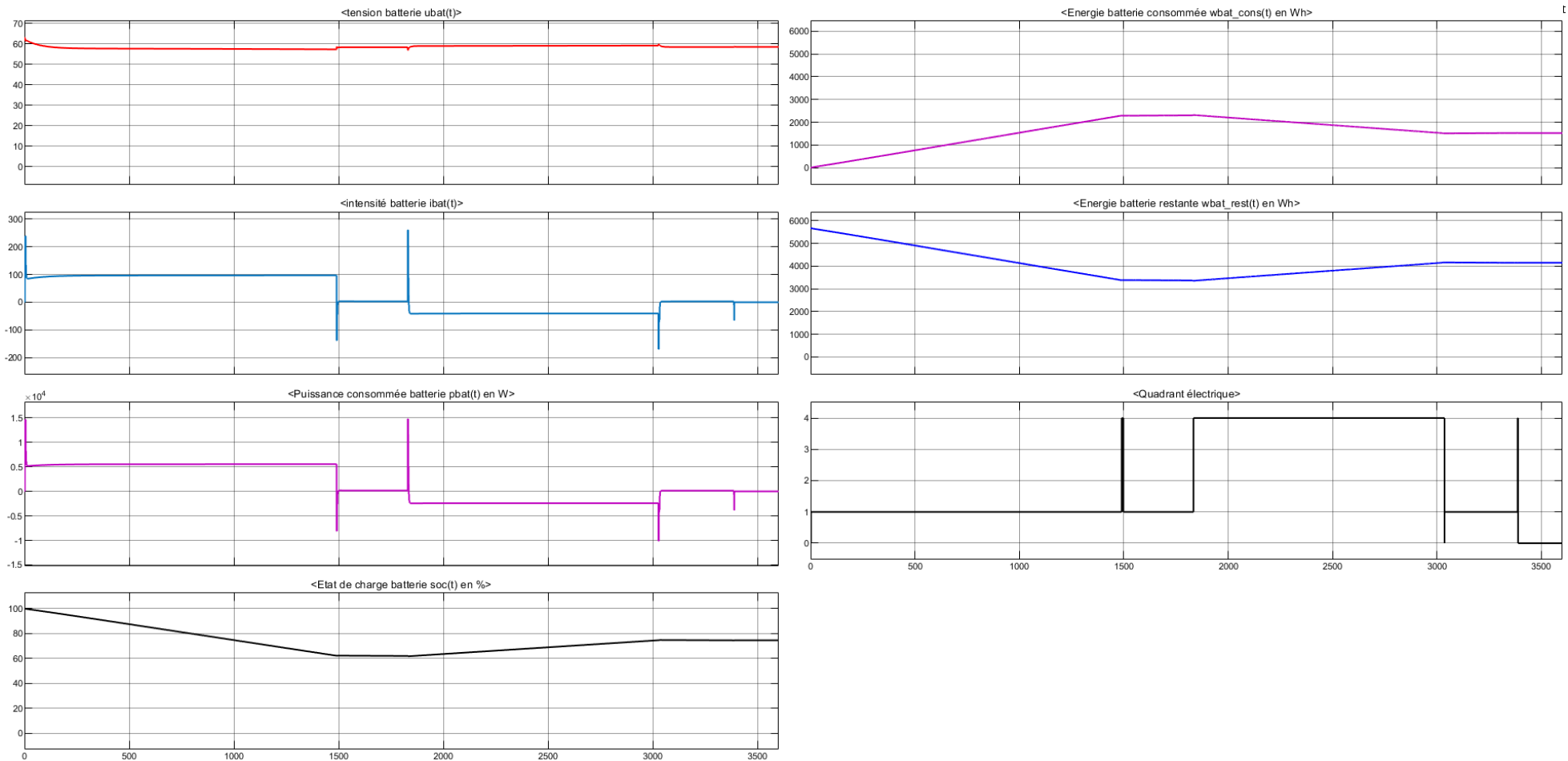
OK Cancel Help Apply

Simulation pendant une durée de 1 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°2 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- La Twizy est capable de réaliser le trajet aller-retour en moins d'une heure. On peut voir que la batterie se décharge de 38 % environ pendant la montée, presque pas sur le plat à vitesse faible, et elle se recharge pendant la descente de 12,5 %. Il reste environ 75 % de charge batterie.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- On voit sur cette simulation correspondant au trajet aller-retour entre Saint Alban Leysse et le site de la Féclaz que la Twizy fonctionne beaucoup en phase de récupération d'énergie. Ce type de trajet est donc très propice à l'augmentation de l'autonomie de la Twizy.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



On peut maintenant se poser la question de savoir combien de fois on va pouvoir effectuer ce parcours successivement sans recharger la batterie : [Test_62_profil_mont_AR3.slx](#)

Block Parameters: Profil

Profil du circuit

Altitude du point de départ en m
307

Nombre de portion du circuit 4

Pente des différentes portions en %
[6.09;0;-6.09;0]

Longueur des différentes portions en m
[16400;2000;16400;2000]

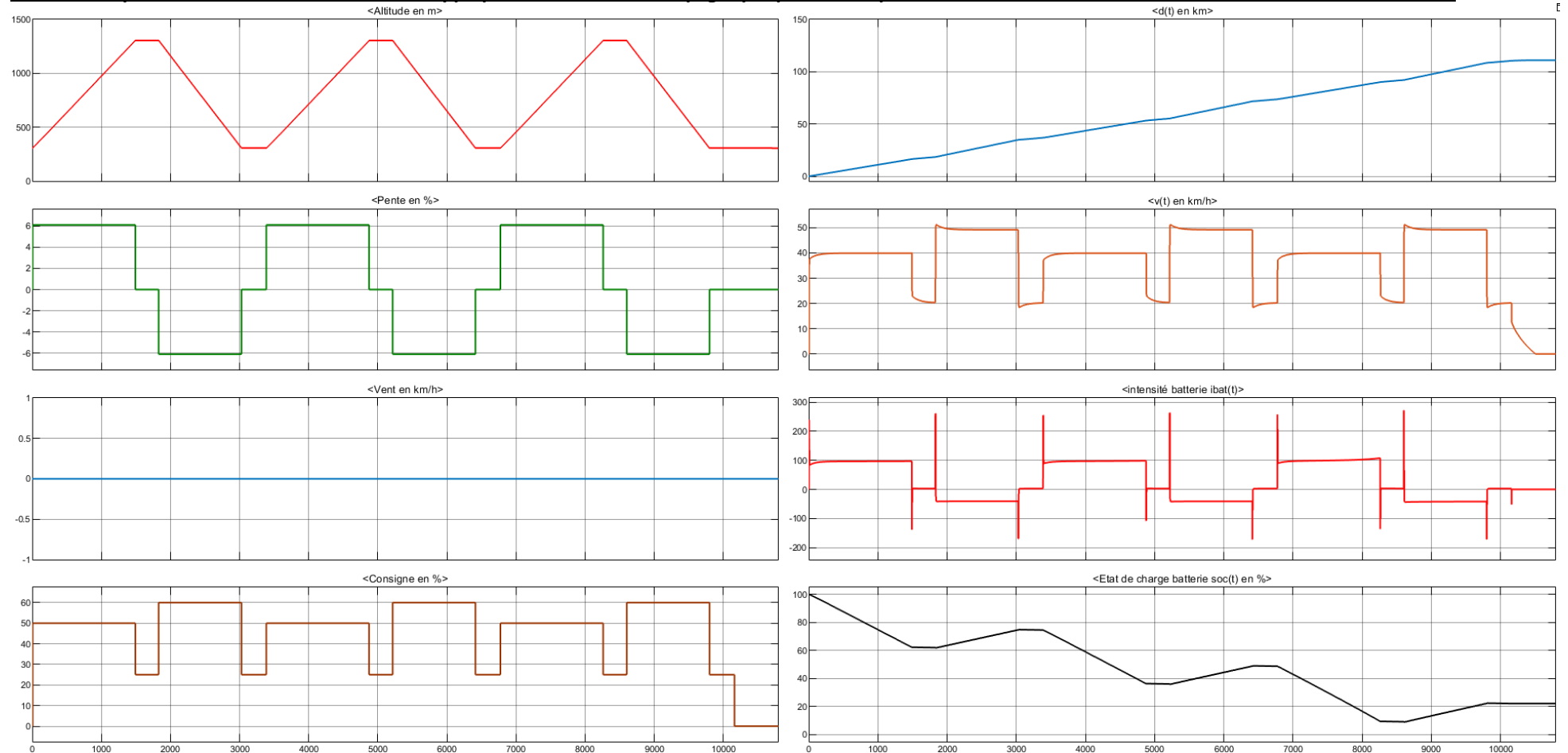
Consigne vitesse sur les différentes portions en %
[50;25;60;25]

Vitesse du vent sur les différentes portions en km/h
[0;0;0;0]

Nombre de tour de circuit à parcourir 3

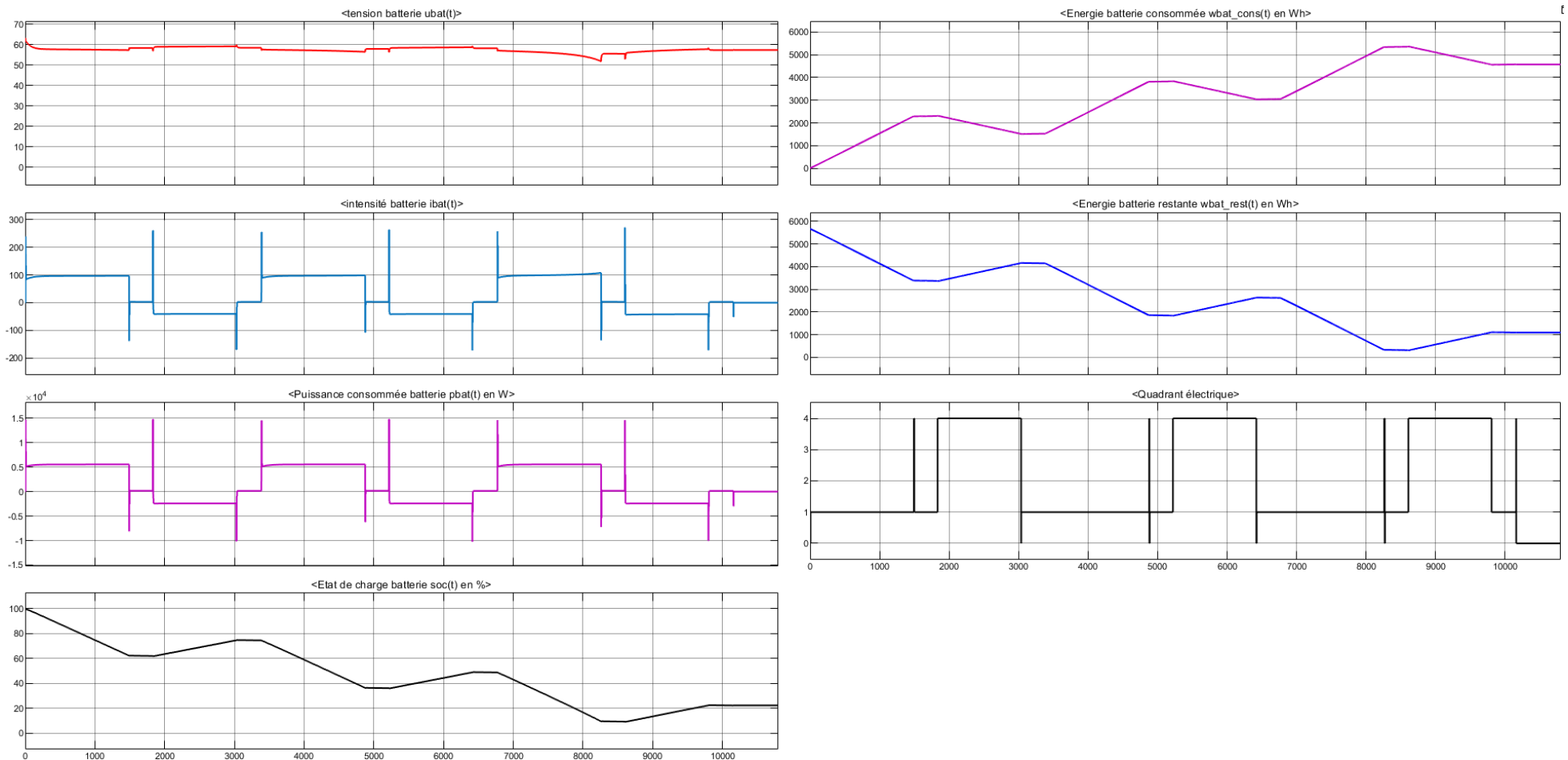
OK Cancel Help Apply

Simulation pendant une durée de 3 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°2 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

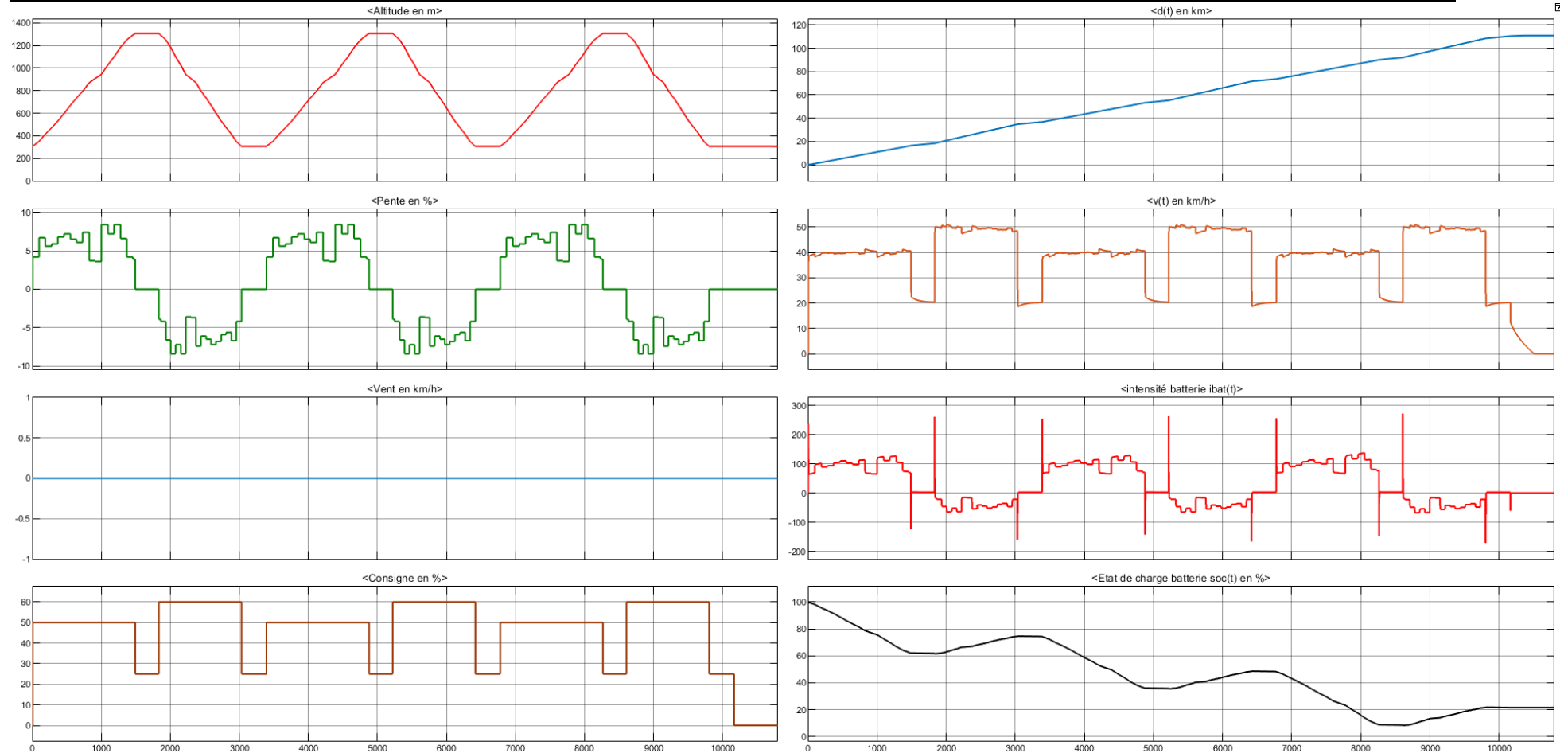
- La Twizy est capable de réaliser trois trajets aller-retour en moins de trois heures. On peut voir que la batterie se décharge de 40 % environ pendant la montée, presque pas sur le plat à vitesse faible, et elle se recharge pendant la descente d'environ 13 %. Il reste environ 22 % de charge à la fin des trois parcours. Vu la faible réserve d'énergie restante, on ne peut pas envisager d'effectuer une quatrième montée.
- La Twizy a parcouru 111 km dans ces conditions topographiques favorables.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

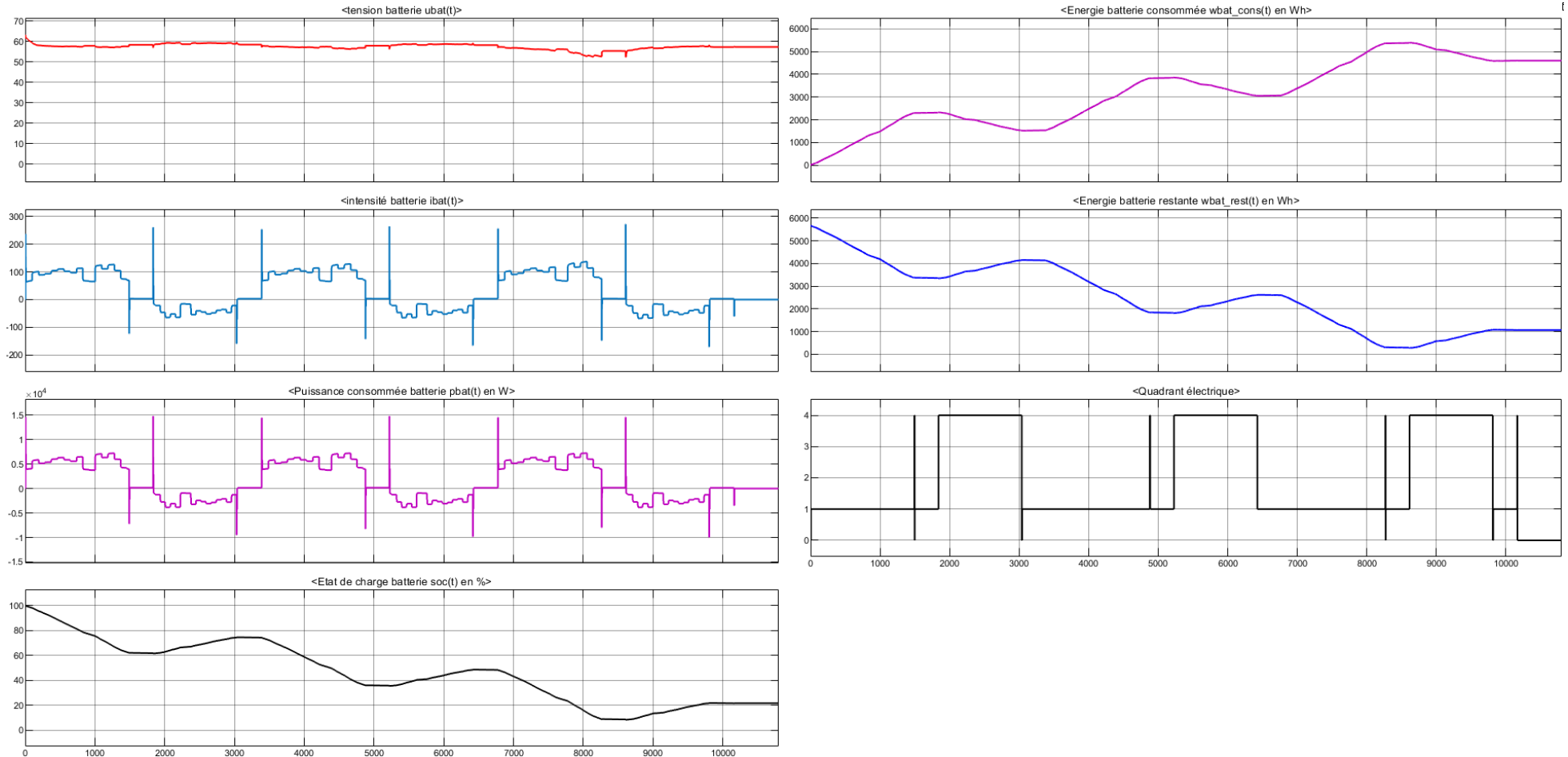
- On voit bien sur cette simulation que la Twizy fonctionne beaucoup en phase de récupération d'énergie. Ce type de trajet est donc très propice à l'augmentation de l'autonomie de la Twizy.

Simulation pendant une durée de 3 h en appliquant un scénario topographique correspondant au cas n°2 sur l'ensemble variateur + moteur :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- La Twizy est capable de réaliser trois trajets aller-retour en moins de trois heures. On peut voir que la batterie se décharge de 38 % environ pendant la montée, presque pas sur le plat à vitesse faible, et elle se recharge pendant la descente d'environ 14 %. Il reste environ 21,5 % de charge à la fin des trois parcours. Vu la faible réserve d'énergie restante, on ne peut pas envisager d'effectuer une quatrième montée.
- La Twizy a parcouru 111 km dans ces conditions topographiques favorables.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- On voit bien sur cette simulation que la Twizy fonctionne beaucoup en phase de récupération d'énergie. Ce type de trajet est donc très propice à l'augmentation de l'autonomie de la Twizy.
- En comparant les résultats de cette simulation à ceux obtenus précédemment, on peut constater qu'ils sont quasiment identiques. On peut donc valider l'hypothèse de l'approximation linéaire du profil topographique prise lors de la simulation précédente.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

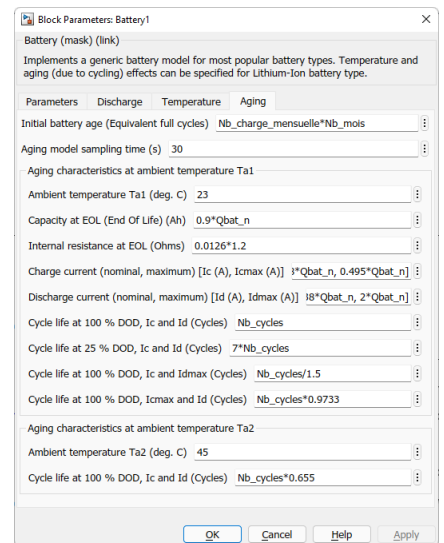
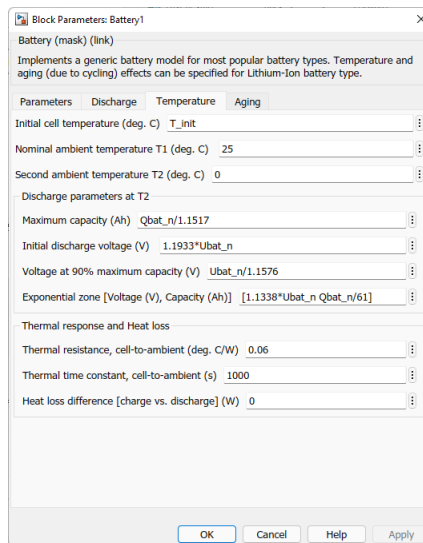
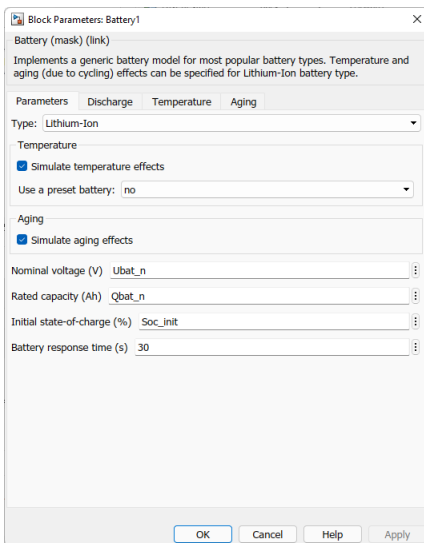
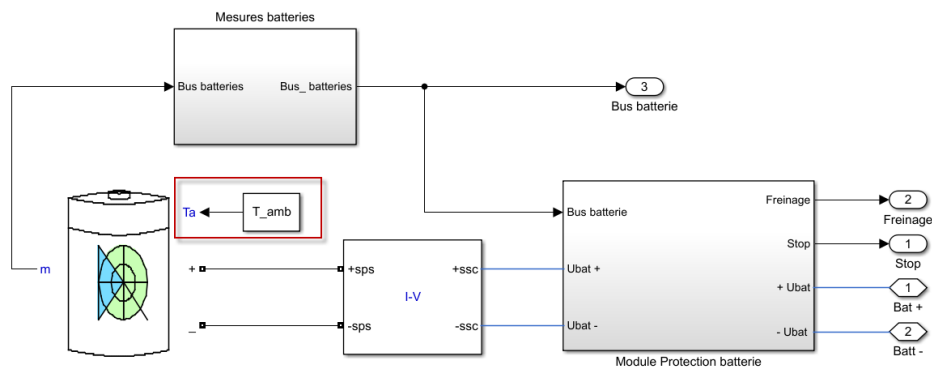
Etude de cas
n°1



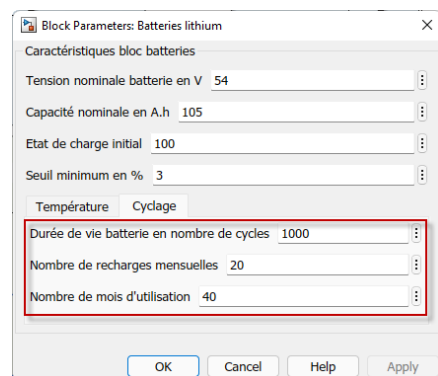
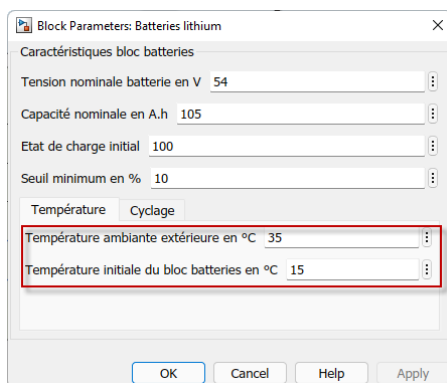
Activité n°6 : L'objectif de ces différentes activités sera de voir l'influence de la température ambiante et du cyclage batterie sur l'autonomie de la Twizy.

Afin de voir ces influences, nous allons réutiliser les différents contextes des simulations précédentes, avec des modèles légèrement modifiés au niveau du bloc « batterie ».

Modification apportée au bloc batterie de la Twizy :



Le paramétrage s'effectue dans les deux onglets de la boîte de dialogue ci-dessous :





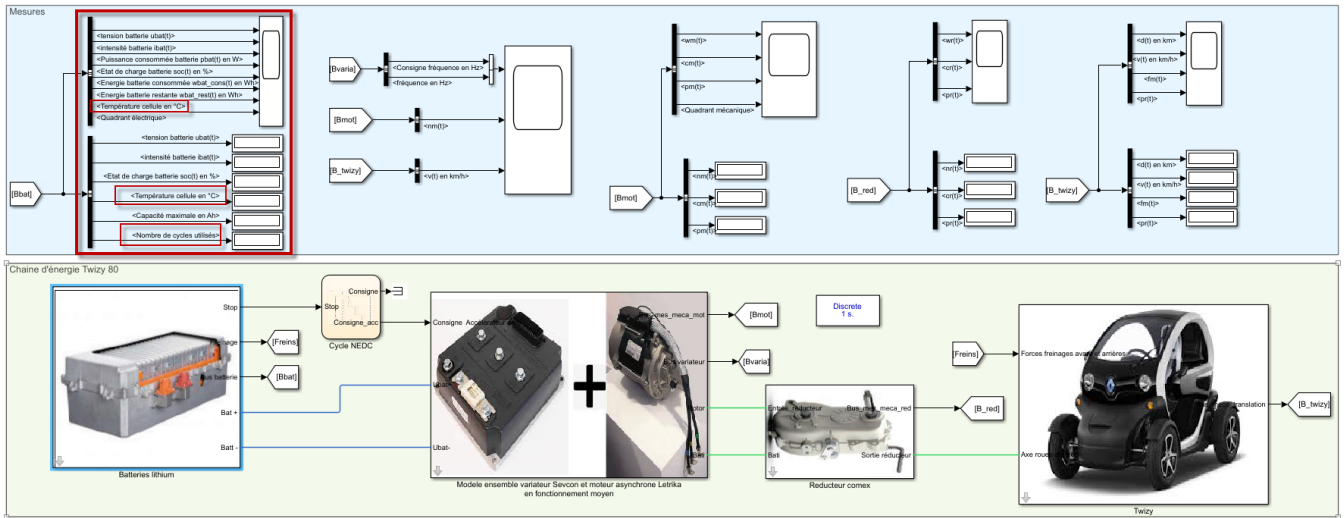
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Modification apportée au bloc de visualisation de la Twizy :



De multiples possibilités de simulation s'offrent à nous maintenant, mais afin de limiter les essais nous allons nous limiter à l'étude de certains cas représentés dans le tableau de paramétrage ci-dessous :

Cas d'utilisation		Température ambiante en °C		
		0°C	15°C	35°C
Cyclage batterie	0 cycle	Cas n°1f	Cas n°1n	Cas n°1c
	500 cycles (25 mois)	Cas n°2f	Cas n°2n	Cas n°2c
	1000 cycles (50 mois)	Cas n°3f	Cas n°3n	Cas n°3c

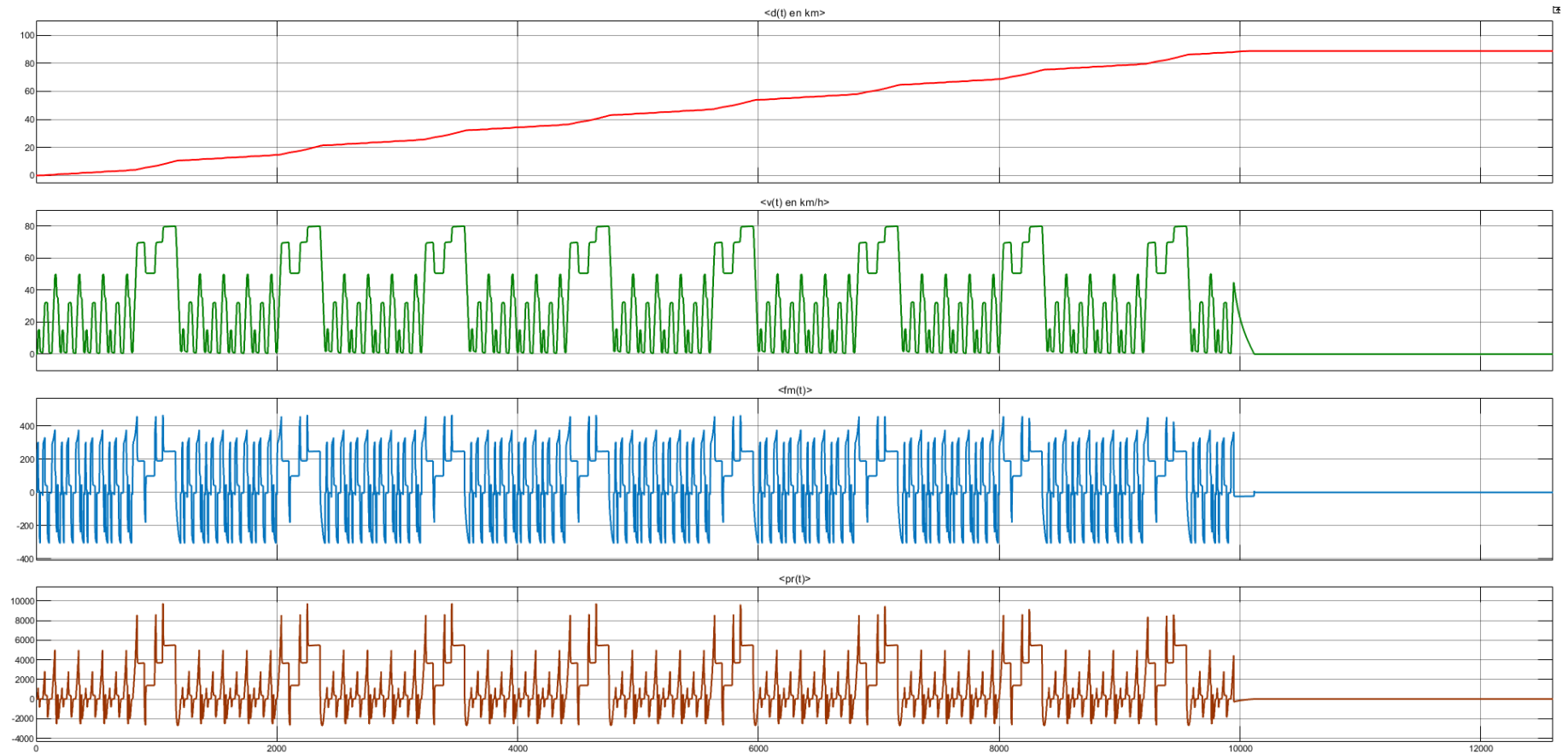
Hypothèses d'études :

- Le bloc batterie aura une température initiale de 15°C (Twizy garée dans un parking souterrain) ;
- Le seuil minimum d'utilisation sera réglée à 10 %, en effet ce seuil dépend de la température des cellules et de la température ambiante (gestion réalisée par le BMS en pratique).

Etude des effets de la température ambiante et du cyclage (nombre de cycle déjà effectuée : âge de la batterie) sur l'autonomie de la Twizy ?

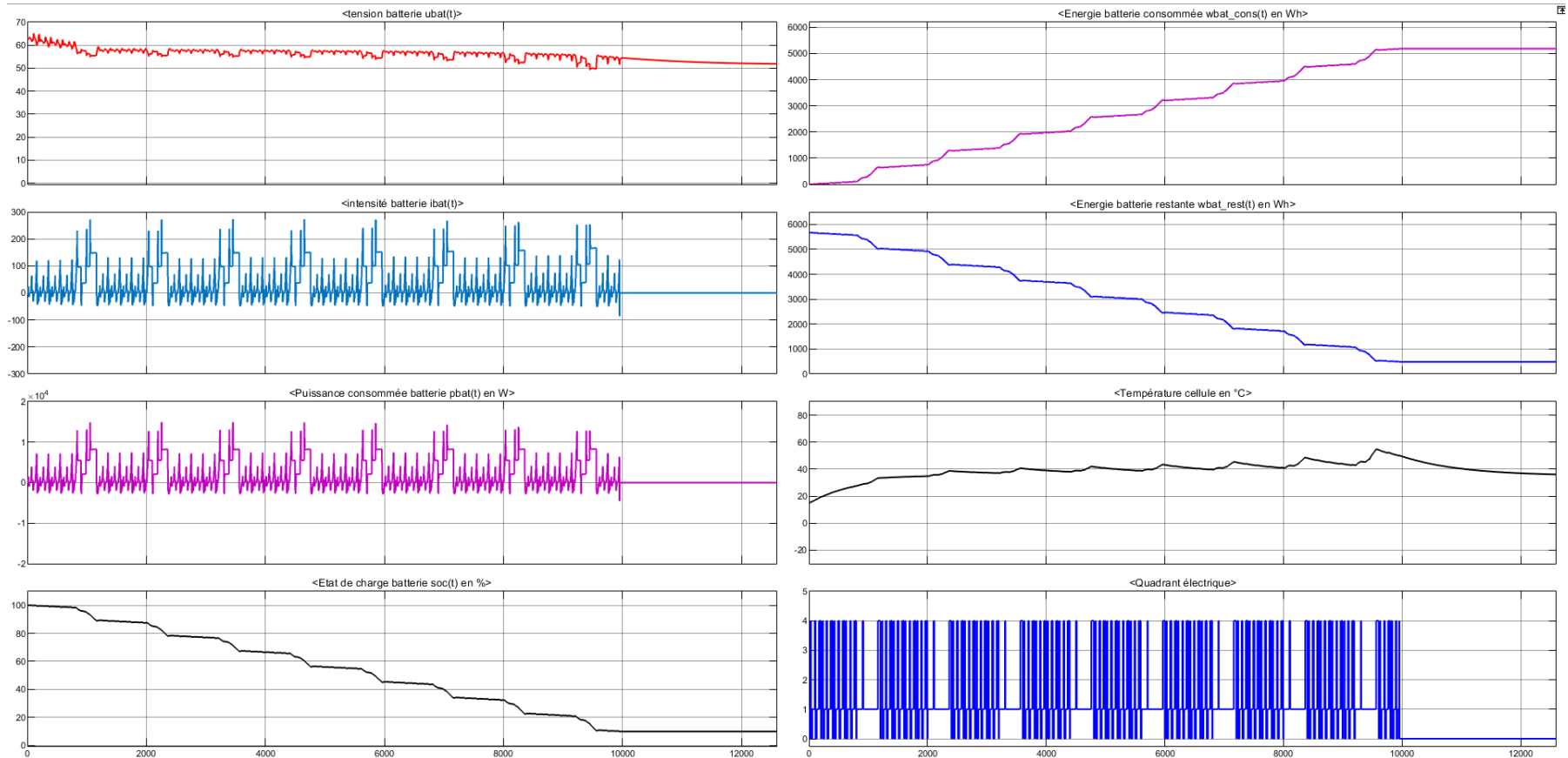
Simulation du modèle n°7 de test d'autonomie NEDC pour les différents cas d'utilisation définis dans le tableau de paramétrage : [Test_7_NEDC_cyclage_temperature.slx](#)

Simulation du fonctionnement pendant une durée de 3,5 h en appliquant un enchainement de cycle NEDC bridée pour le cas n°1c :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

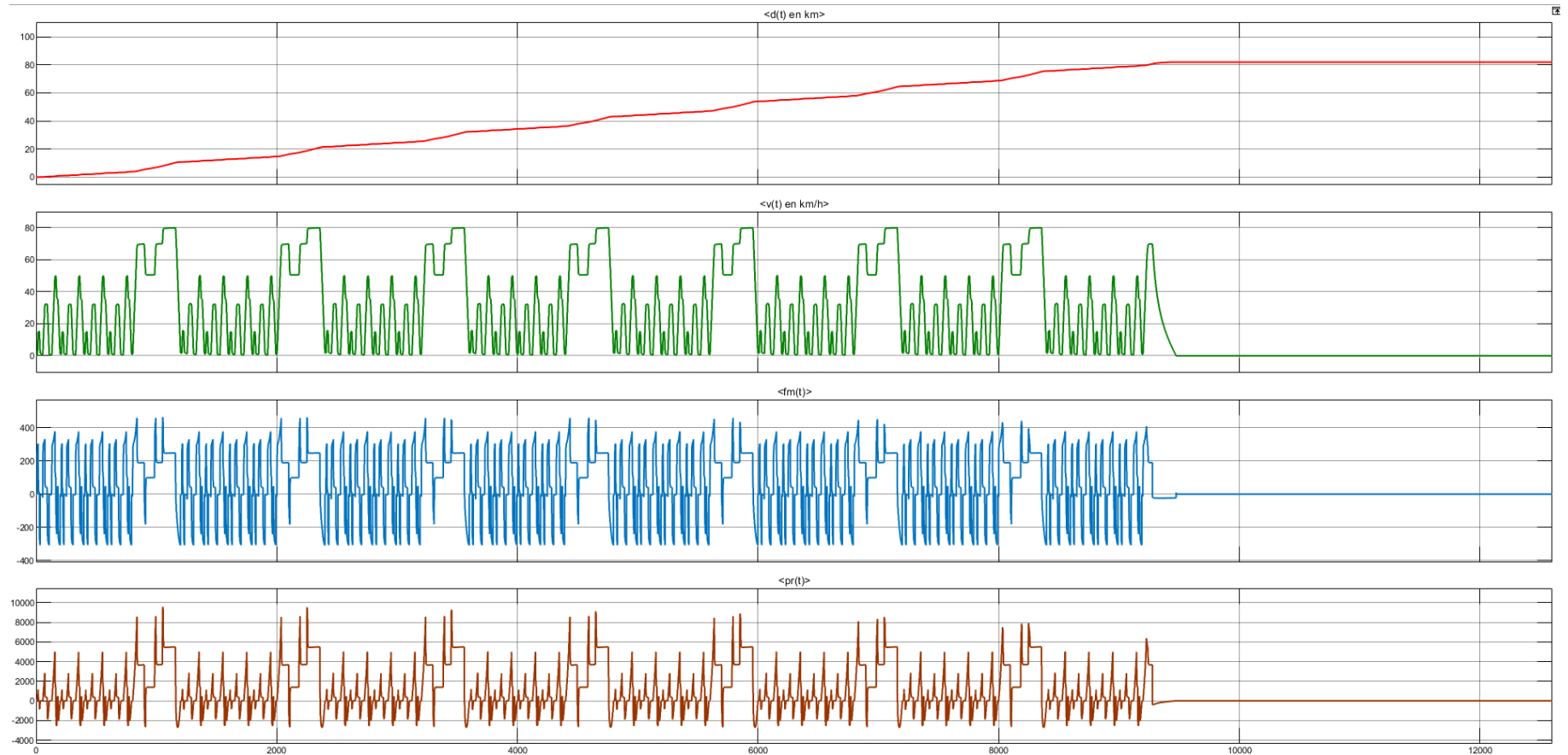
- L'autonomie obtenue à la succession de cycle NEDC dans ce cas d'utilisation est de 88,8 km, inférieure à la valeur trouvée lors de la simulation précédente (seuil d'utilisation batterie réglée à 3 % auparavant) ;



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

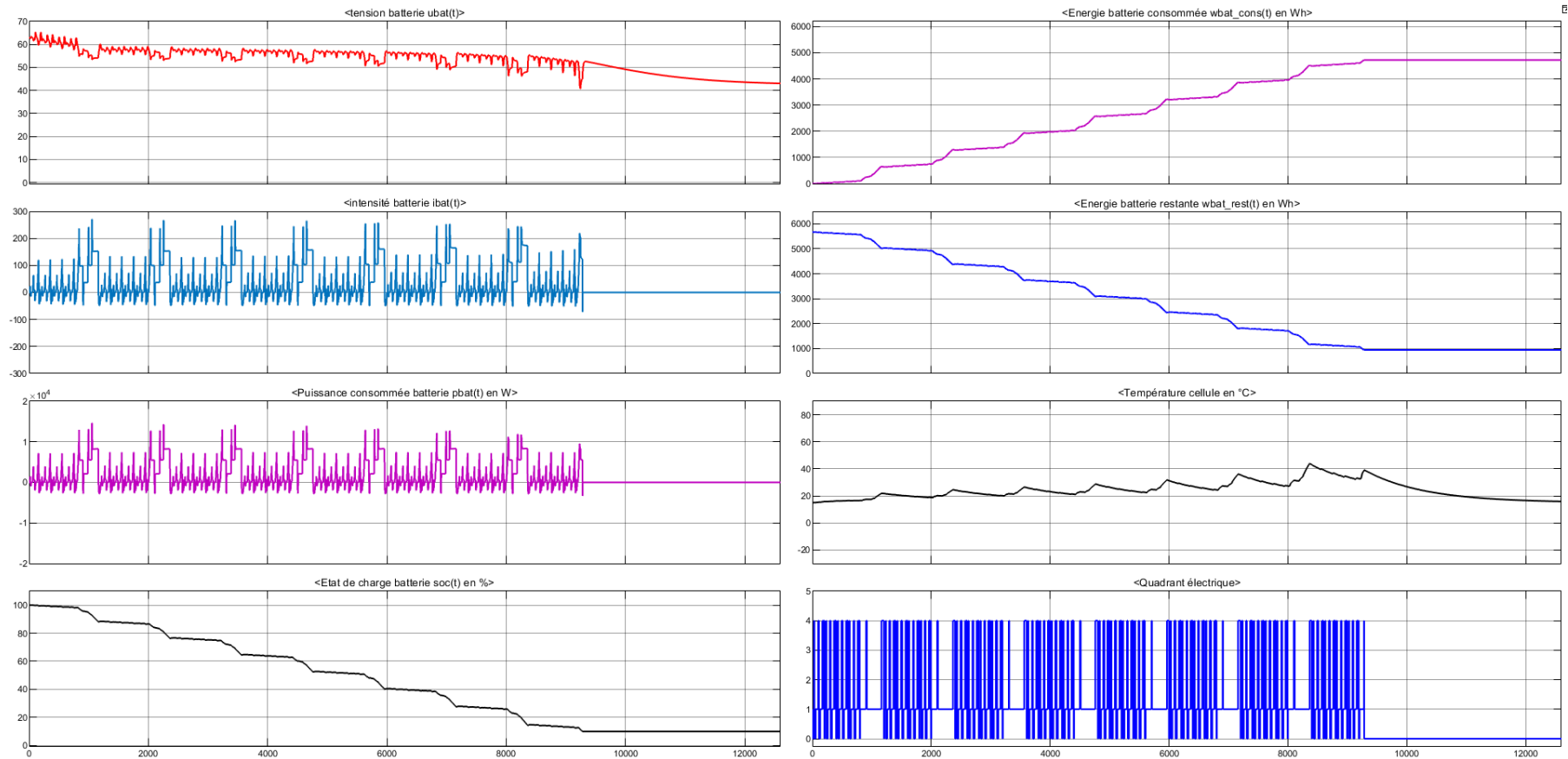
- Sur cette simulation, on voit apparaître les évolutions de la température des cellules pendant les différentes phases motrices (quadrant mécanique n°1) où la température augmente et pendant les différentes phases génératrices (quadrant mécanique n°4) où la température a tendance à diminuer légèrement.
- Cette évolution est accentuée lorsqu'on arrive en dessous des 20 % d'état de charge batterie.
- On peut voir que l'état de charge de la batterie arrive jusqu'à la valeur définie, c'est-à-dire 10 %. La tension de la batterie se stabilise à 51,8 V dès que la batterie n'est plus sollicitée.

Simulation du fonctionnement pendant une durée de 3,5 h en appliquant un enchaînement de cycle NEDC bridée pour le cas n°1n :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

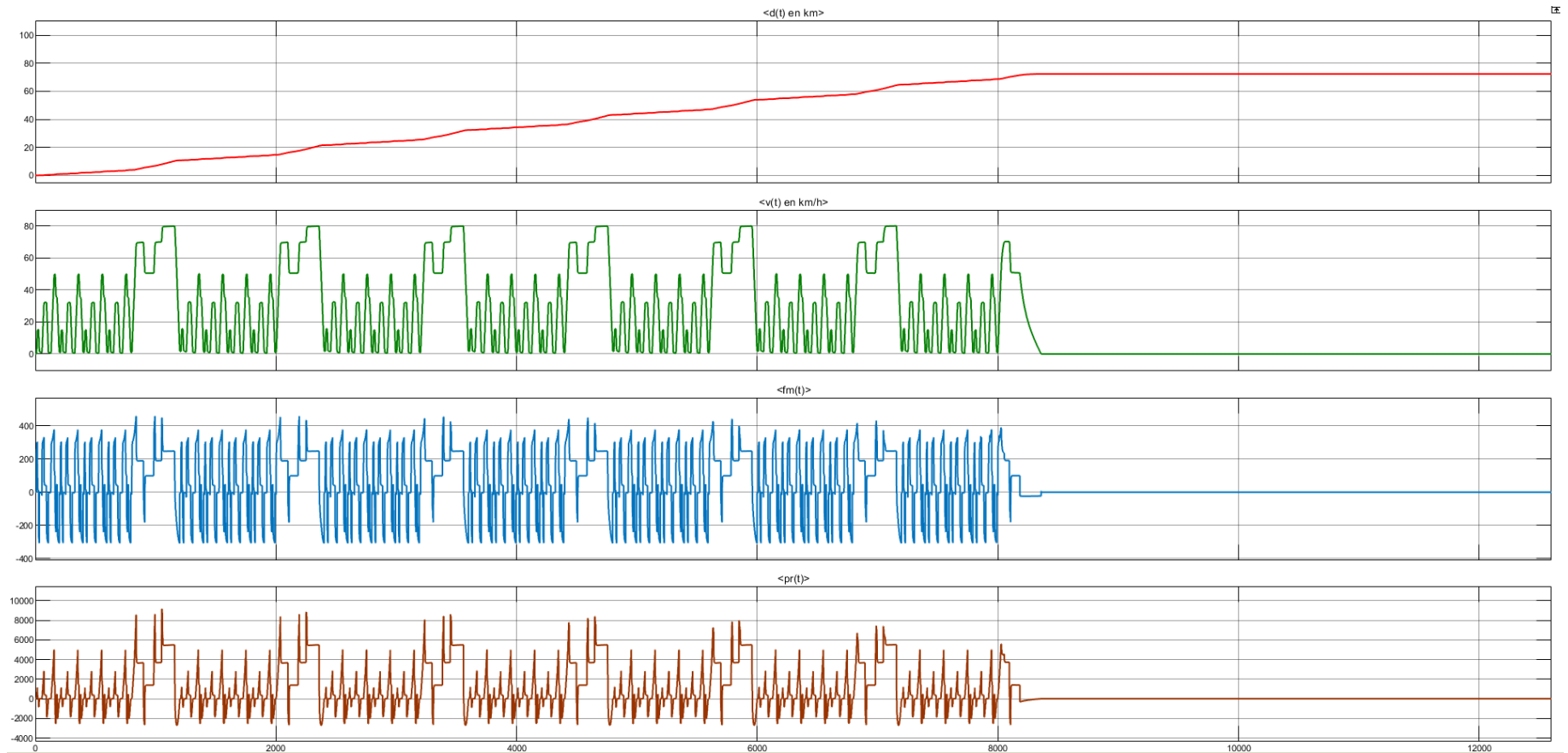
- L'autonomie obtenue à la succession de cycle NEDC dans ce cas d'utilisation est de 81,9 km, inférieure à la valeur trouvée lors de la simulation du cas n°1c (- 7,7 %) ;



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

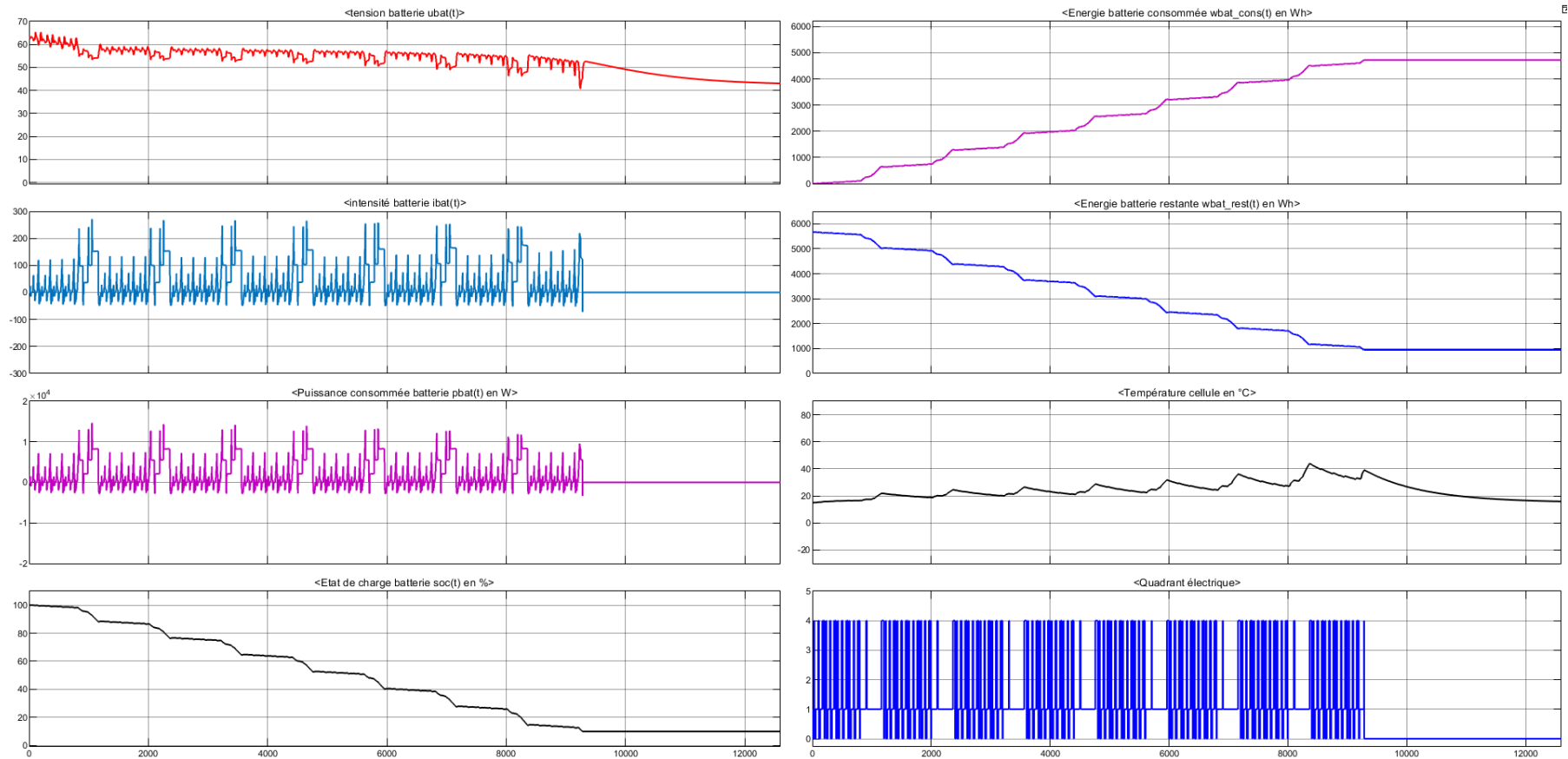
- Sur cette simulation, on voit apparaître les évolutions de la température des cellules pendant les différentes phases motrices (quadrant mécanique n°1) où la température augmente et pendant les différentes phases génératrices (quadrant mécanique n°4) où la température a tendance à diminuer légèrement.
- Cette évolution est accentuée lorsqu'on arrive en dessous des 30 % d'état de charge batterie.
- On peut voir que l'état de charge de la batterie arrive jusqu'à la valeur définie, c'est-à-dire 10 %. La tension de la batterie se stabilise à 43 V dès que la batterie n'est plus sollicitée (niveau faible pour la pérennité de la batterie).

Simulation du fonctionnement pendant une durée de 3,5 h en appliquant un enchaînement de cycle NEDC bridée pour le cas n°1f :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- L'autonomie obtenue à la succession de cycle NEDC dans ce cas d'utilisation est de 72,4 km, inférieure à la valeur trouvée lors de la simulation du cas n°1c (- 18,4 %) ;



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- Sur cette simulation, on voit apparaître les évolutions de la température des cellules pendant les différentes phases motrices (quadrant mécanique n°1) où la température augmente et pendant les différentes phases génératrices (quadrant mécanique n°4) où la température a tendance à diminuer légèrement.
- Cette évolution est accentuée lorsqu'on arrive en dessous des 40 % d'état de charge batterie.
- On peut voir que l'état de charge de la batterie arrive jusqu'à la valeur définie, c'est-à-dire 10 %. La tension de la batterie se stabilise à 26,8 V dès que la batterie n'est plus sollicitée (niveau très faible pour la pérennité de la batterie).



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Au vu des premiers résultats, l'hypothèse prise sur le seuil minimum d'utilisation de la batterie n'est pas réaliste pour la pérennité de la batterie.

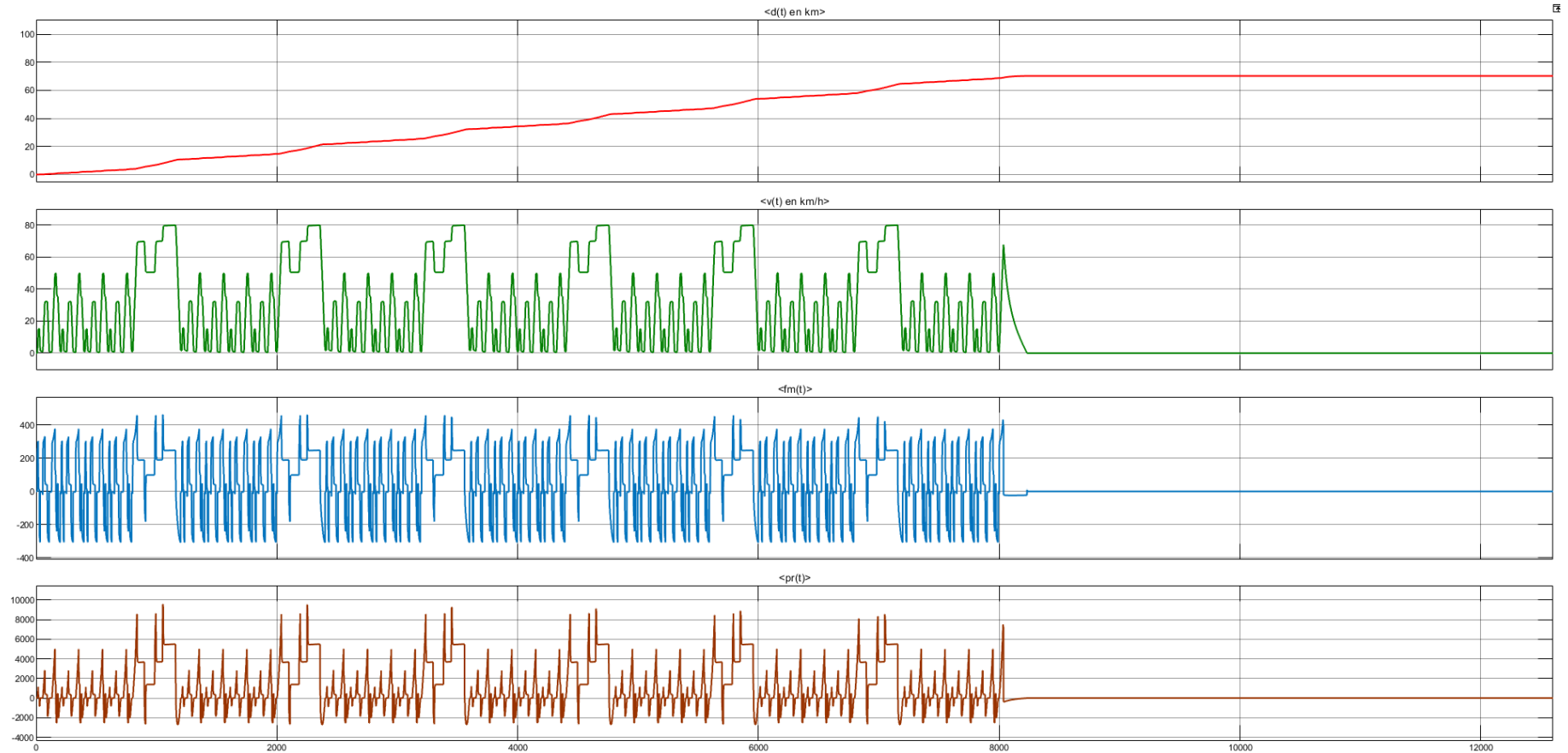
Il va falloir adapter ce seuil en fonction de la température ambiante et de la température des cellules afin d'assurer la pérennité de la batterie.

Nouvelles hypothèses d'études :

- Le bloc batterie aura une température initiale de 15°C (Twizy garée dans un parking souterrain) ;
- Le seuil minimum d'utilisation sera réglée :
 - 10 % quand la température ambiante est de 35°C ;
 - 25 % quand la température ambiante est de 15°C ;
 - 40 % quand la température ambiante est de 0°C .

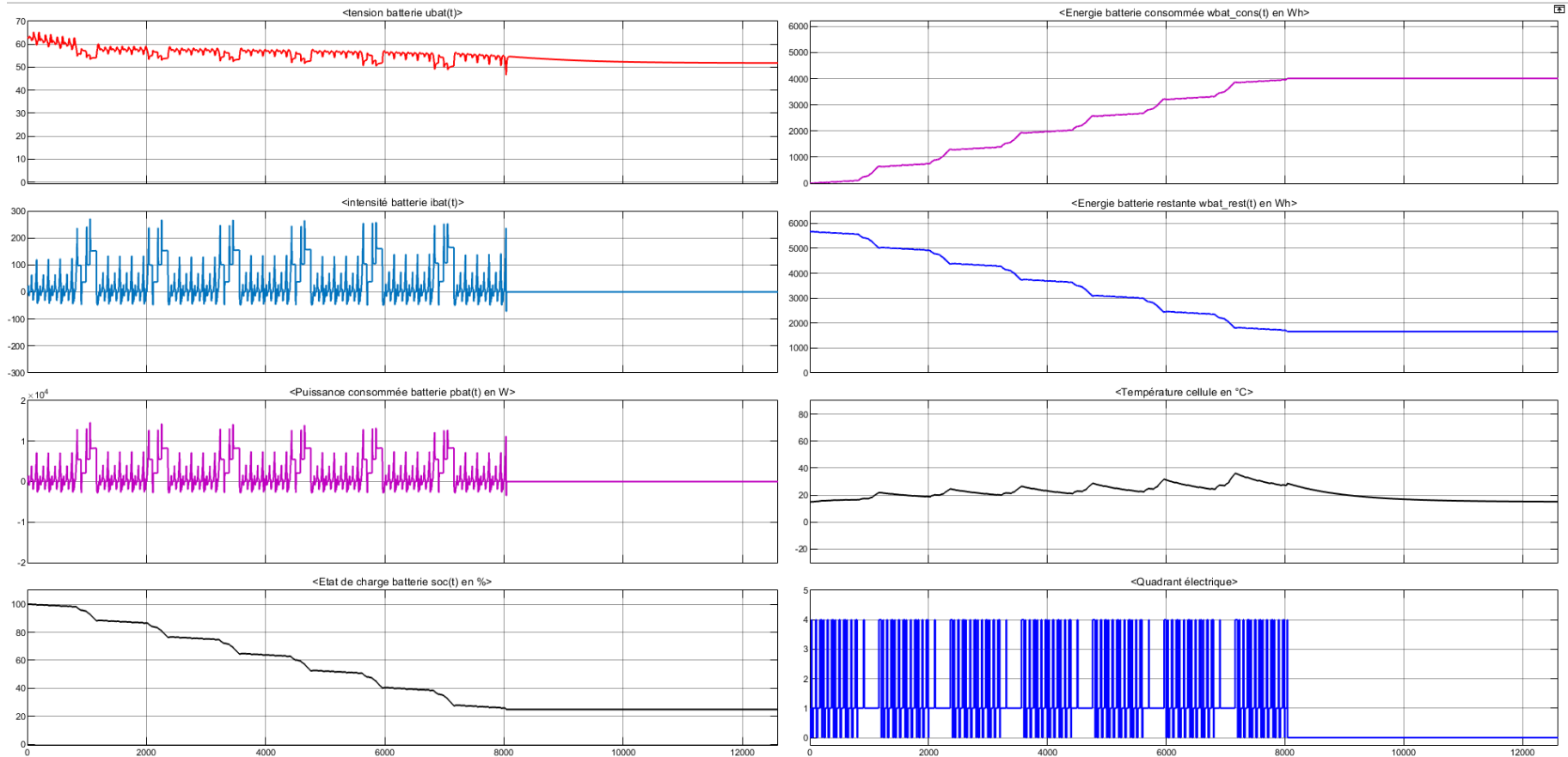
Cette nouvelle contrainte va entraîner une dégradation de l'autonomie de la Twizy.

Simulation du fonctionnement pendant une durée de 3,5 h en appliquant un enchaînement de cycle NEDC bridée pour le cas n°1n :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

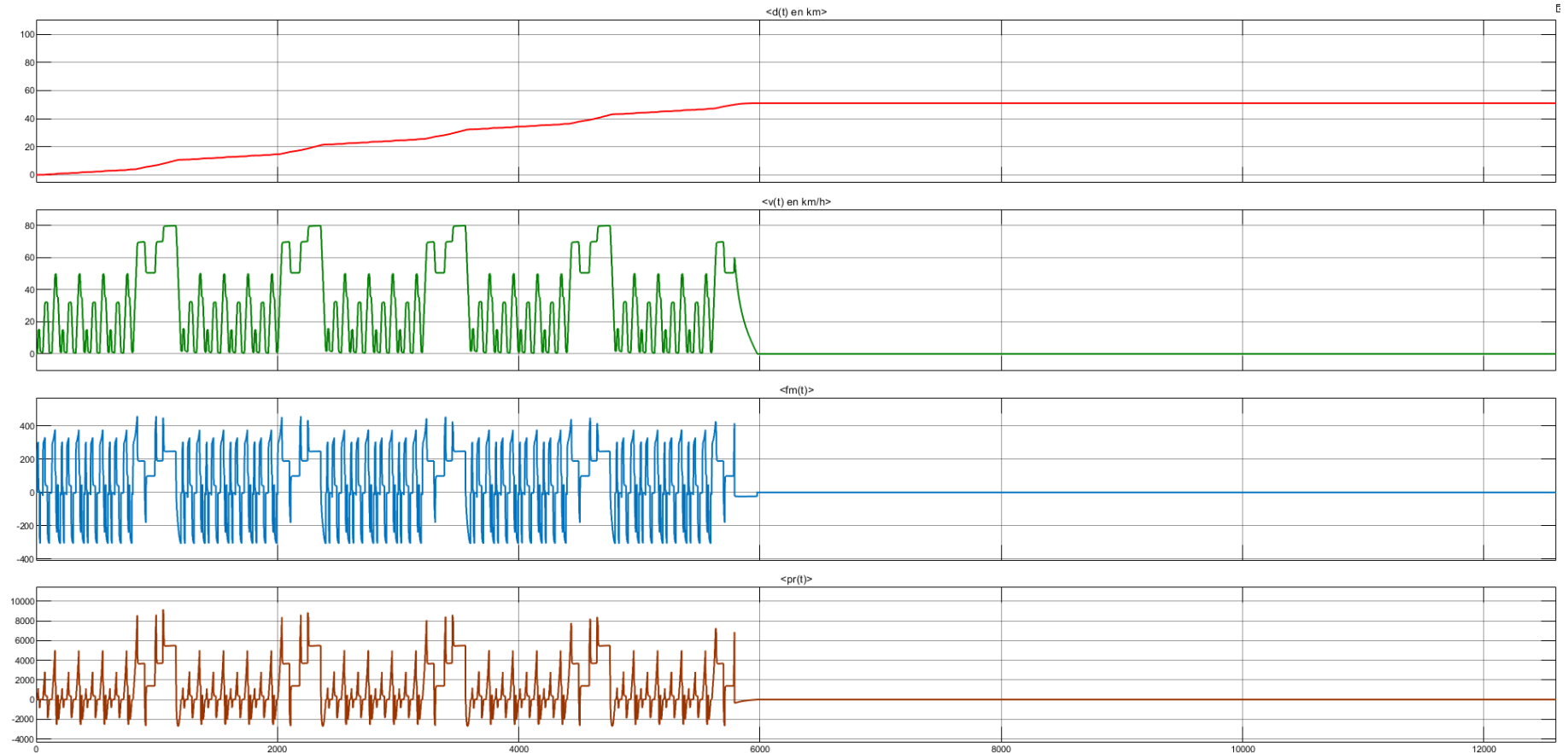
- L'autonomie obtenue à la succession de cycle NEDC dans ce cas d'utilisation est de 70,3 km, inférieure à la valeur trouvée lors de la simulation du cas n°1c (- 20,8 %).



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

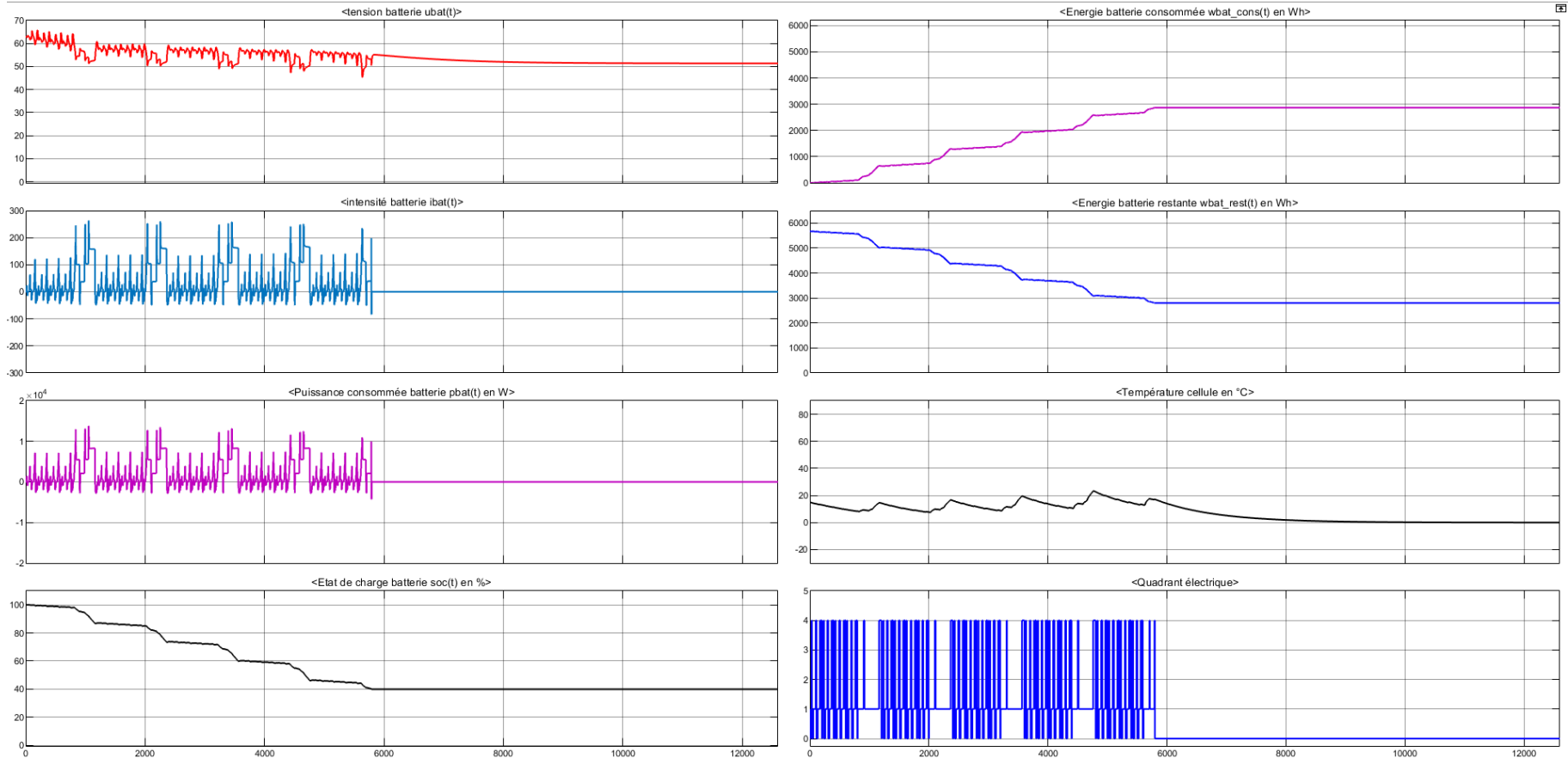
- On peut voir que l'état de charge de la batterie arrive jusqu'à la valeur définie, c'est-à-dire 25 %.
- La tension de la batterie se stabilise à 51,8 V dès que la batterie n'est plus sollicitée (niveau de tension correct pour la pérennité de la batterie).

Simulation du fonctionnement pendant une durée de 3,5 h en appliquant un enchaînement de cycle NEDC bridée pour le cas n°1f :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- L'autonomie obtenue à la succession de cycle NEDC dans ce cas d'utilisation est de 51 km, inférieure à la valeur trouvée lors de la simulation du cas n°1c (- 42,5 %).



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- On peut voir que l'état de charge de la batterie arrive jusqu'à la valeur définie, c'est-à-dire 40 %.
- La tension de la batterie se stabilise à 51,3 V dès que la batterie n'est plus sollicitée (niveau de tension correct pour la pérennité de la batterie).



Synthèses des différents cas d'utilisation réalisés sur le modèle précédent :

De multitudes de possibilités de simulation s'offrent à nous maintenant, mais afin de limiter les essais nous allons nous limiter à l'étude de certains cas représentés dans le tableau de paramétrage ci-dessous :

Cas d'utilisation		Température ambiante en °C		
		0°C	15°C	35°C
Cyclage batterie	0 cycle	Cas n°1f Autonomie de 51,1 km	Cas n°1n Autonomie de 70,3 km	Cas n°1c Autonomie de 88,8 km
	500 cycles (25 mois)	Cas n°2f Autonomie de 50,2 km	Cas n°2n Autonomie de 64,9 km	Cas n°2c Autonomie de 83,6 km
	1000 cycles (50 mois)	Cas n°3f Autonomie de 49,6 km	Cas n°3n Autonomie de 62,9 km	Cas n°3c Autonomie de 75,6 km

Pour conclure au vu des résultats d'autonomie NEDC, on peut constater que :

- Une température ambiante froide influence énormément l'autonomie de la Twizy ;
- Une température ambiante d'utilisation plus élevée impacte plus l'autonomie de la Twizy sur le long terme.

Les mêmes cas d'utilisation peuvent être appliqués aux autres modèles d'autonomie de la Twizy (profil répétitif circuit, profil routier vallée et profil routier montagne). Les modèles respectifs utilisés sont :

1. **Test_8_profil_routier_cyclage_temperature.slx**

	Cas n°1f	Cas n°2f	Cas n°3f	Cas n°1n	Cas n°2n	Cas n°3n	Cas n°1c	Cas n°2c	Cas n°3c
Autonomie en km	36,07	35,89	35,16	48,6	45,4	43,7	61,6	56,68	52,33
Tension batterie finale en V	52,1	52,16	52,24	53	53,15	53,3	53,5	53,56	53,67
Température batterie maximale en °C	30,5	33,2	36,18	43,1	46	49,2	61,4	63,5	65,8

2. **Test_82_profil_vallee_cyc_temp.slx (avec bridage à 60 km sur le tronçon 3) :**

	Cas n°1f	Cas n°2f	Cas n°3f	Cas n°1n	Cas n°2n	Cas n°3n	Cas n°1c	Cas n°2c	Cas n°3c
Etat de charge en %	41,7	41,4	41	48,04	45,5	42,7	51,72	48	43,8
Tension batterie finale en V	52,2	52,17	52,12	55,6	55,5	55,4	57	57	56,9
Température batterie maximale en °C	18,8	19,8	20,7	26	27,3	28,6	40,4	41,7	43,2
Destination atteinte	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

La Twizy rallie Albertville dans tous les cas d'utilisation.



3. Test_82_profil_vallee_cyc_temp.slx (sans bridage sur le tronçon 3) :

	Cas n°1f	Cas n°2f	Cas n°3f	Cas n°1n	Cas n°2n	Cas n°3n	Cas n°1c	Cas n°2c	Cas n°3c
Etat de charge en %	39,97	39,96	39,96	35,9	32,5	28,8	40,75	36	30,5
Tension batterie finale en V	51,6	51,6	51,6	54,27	53,9	53,4	56,6	56,5	56,2
Température batterie maximale en °C	28	31,1	34,4	33,4	36,7	40,4	44,5	48,2	52,1
Destination atteinte	Non (-10 km)	Non (-10 km)	Non (-10 km)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

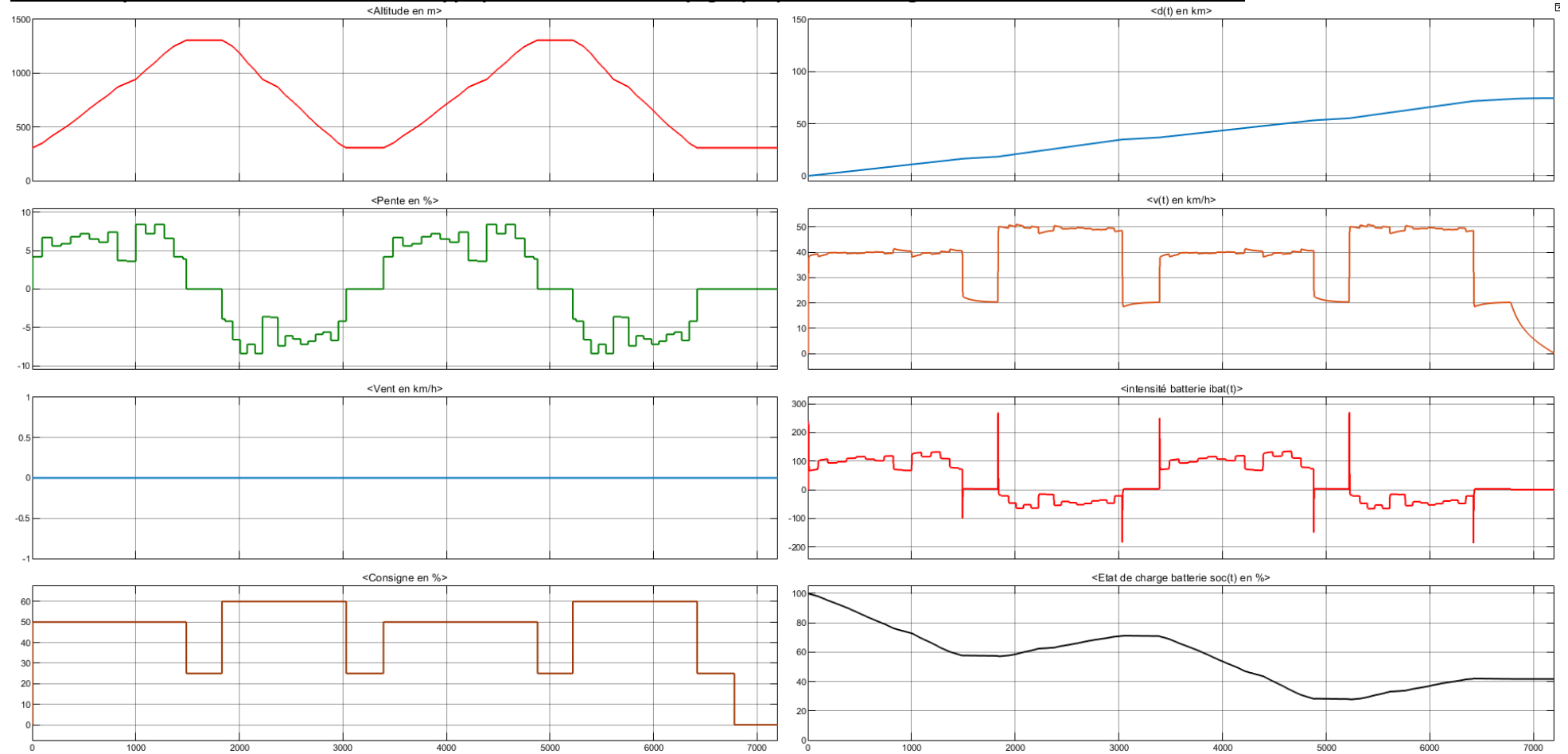
La Twizy ne rallie pas Albertville si la température ambiante est proche de 0°C.

4. Test_82_profil_mont_cyc_temp_AR2_am.slx :

2 aller-retour	Cas n°1f	Cas n°2f	Cas n°3f	Cas n°1n	Cas n°2n	Cas n°3n	Cas n°1c	Cas n°2c	Cas n°3c
Etat de charge en %	39,97	39,94	39,93	41,5	24,96	24,96	46,35	41,7	36,38
Tension batterie finale en V	51,8	51,8	51,8	55,3	52,7	52,8	56,9	56,8	56,6
Température batterie maximale en °C	25,6	27	28,3	37,2	40,2	42,5	47,1	50,1	53,5
Destination atteinte	Non (-28 km)	Non (-28 km)	Non (-28 km)	Oui	Non (-21km)	Non (-23km)	Oui	Oui	Oui

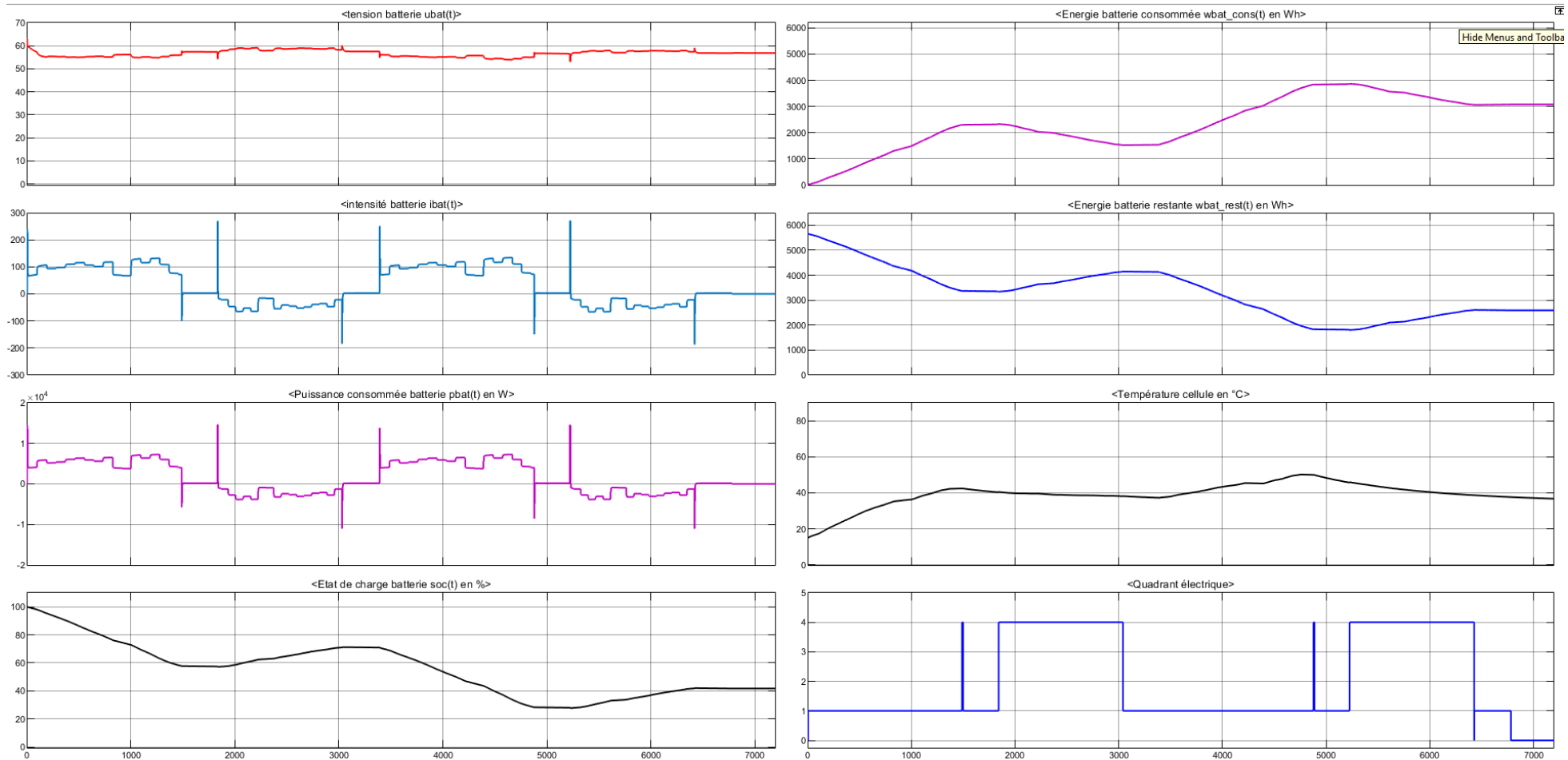
La Twizy est capable de faire l'aller-retour Saint Alban Leysse et La Féclaz dans tous les cas d'utilisation. Par contre, la Twizy n'est pas capable de réaliser deux aller-retours successifs sans recharger dans la majorité des cas d'utilisation.

Simulation pendant une durée de 2 h en appliquant un scénario topographique de montagne dans le cas d'utilisation 2c :



Visualisation des signaux caractéristiques du déplacement de la Twizy :

- La Twizy est capable de réaliser deux trajets aller-retour en moins de trois heures. Il reste environ 40 % de charge à la fin des deux parcours. Vu la faible réserve d'énergie restante, on ne peut pas envisager d'effectuer une troisième montée.
- La Twizy a parcouru 75 km dans ces conditions topographiques favorables.



Visualisation des signaux caractéristiques au niveau de la batterie de la Twizy :

- On voit bien sur cette simulation que la Twizy fonctionne beaucoup en phase de récupération d'énergie. Ce type de trajet est donc très propice à l'augmentation de l'autonomie de la Twizy.



Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

Etude de cas
n°1



Activité n°7-1 : Analyse et paramétrage du modèle du chargeur de batterie à partir des caractéristiques du constructeur (dossier technique). **Test_9**

Hypothèses d'études :

- Le bloc batterie aura une température initiale de 35°C (Twizy utilisé juste avant la recharge) ;
- L'état de charge initial de la batterie dépend de la température ambiante et du cyclage de la batterie, il devra donc être paramétré en fonction du tableau ci-dessous :

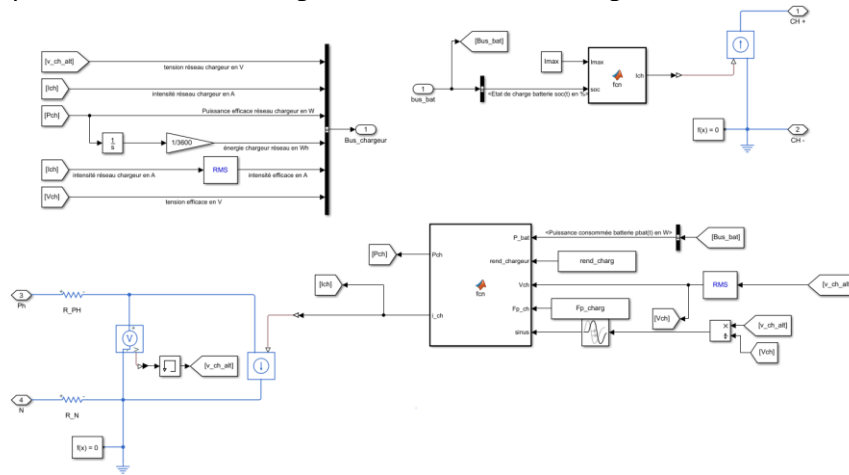
Nombre de mois d'utilisation batterie	Température ambiante en °C			
	$-20 \leq T \leq 0$	$0 < T \leq 15$	$15 < T \leq 25$	$25 < T$
$0 \leq mois \leq 18$	40 %	20 %	10 %	10 %
$18 < mois \leq 36$	40 %	20 %	15 %	15 %
$36 < mois$	40 %	20 %	20 %	20 %

The image shows a simulation environment with three main sections:

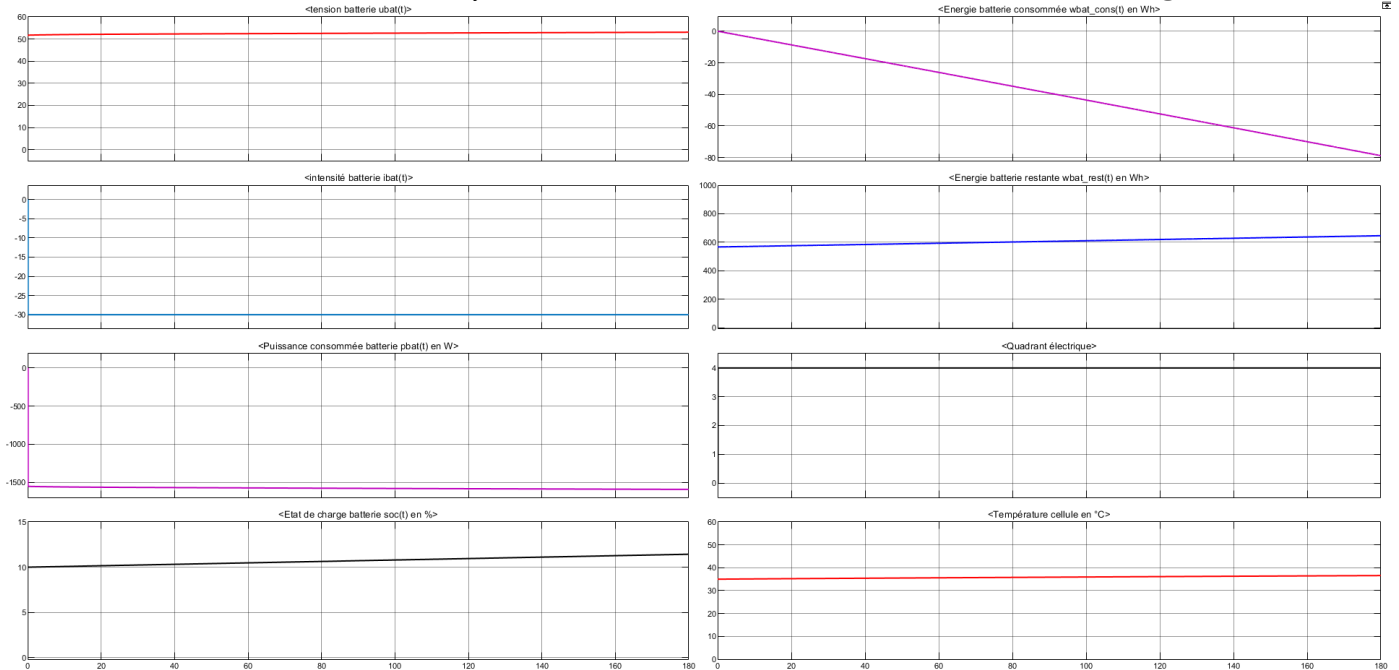
- Mesures:** A diagram of measurement points for a charger and battery. It includes inputs for network voltage, current, power, and energy, and outputs for battery voltage, current, power, energy, and temperature. Specific values are shown for some outputs, such as 229.9 V for network voltage and 53.06 V for battery voltage.
- Chaîne d'énergie chargeur Twizy 80:** A schematic diagram showing the energy flow from a power source through a charger to a lithium battery. A discrete power source is connected to the charger, which is connected to the battery.
- Block Parameters:** Two windows showing the configuration for the 'Chargeur' and 'Batteries lithium' blocks.
 - Chargeur parameters:**
 - Intensité maximale de charge en A: 30
 - Rendement chargeur en %: 94
 - Facteur de puissance chargeur: 0.9
 - Longueur câble en m: 3.75
 - Section câble en mm²: 2.5
 - Batteries lithium parameters:**
 - Tension nominale batterie en V: 54
 - Capacité nominale en A.h: 105
 - Etat de charge initial: 100
 - Seuil minimum en %: 10
 - Température: Cyclage
 - Température ambiante extérieure en °C: 35
 - Température initiale du bloc batteries en °C: 15



Modélisation du chargeur de la TWIZY 80 réalisée en valeur instantanée pendant un temps de simulation de 180 secondes afin de pouvoir visualiser les signaux en entrées du chargeur.

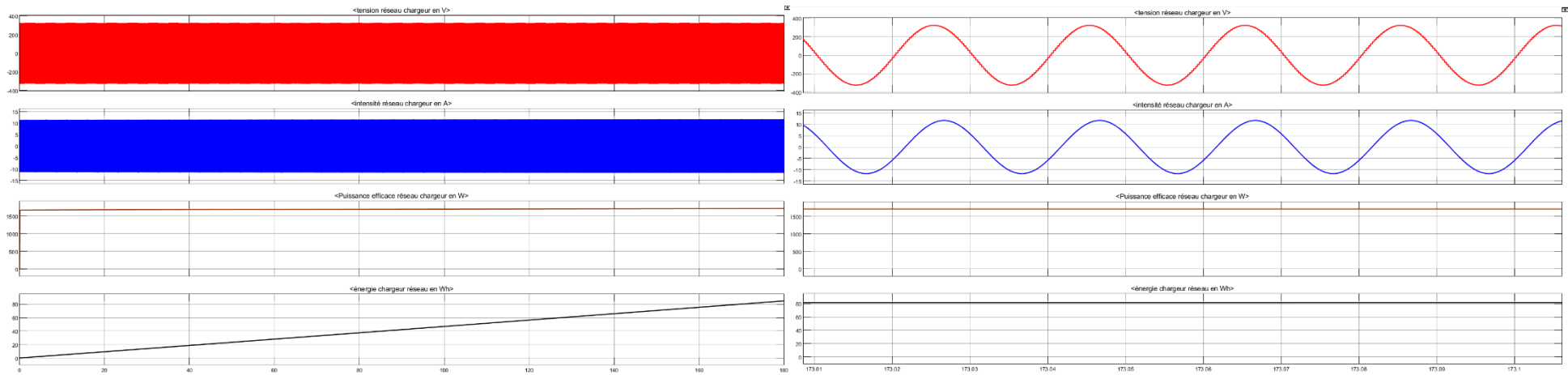


Simulation du fonctionnement pendant une durée de 180 secondes du chargeur :



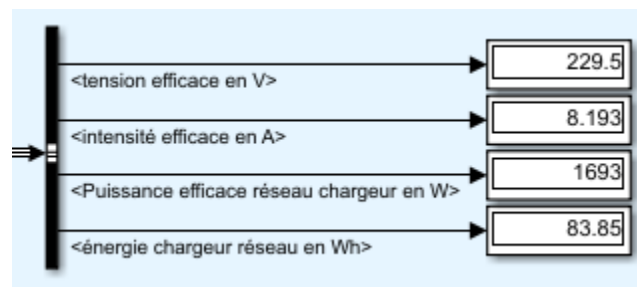
Visualisation des signaux caractéristiques de la batterie de la Twizy :

- Une charge à intensité constante, égale à 30 A, entraîne la remontée légère de la tension de 52,2 V à 53,7 V en 180 s ;
- La puissance de charge disponible au niveau de la batterie est d'environ 1600 W.



Visualisation des signaux caractéristiques du chargeur de la Twizy :

- L'intensité consommée par le chargeur est sinusoïdale légèrement déphasé par rapport à la tension.
- L'intensité efficace est de 8,2 A et la puissance absorbée par le chargeur est de 1693 W.





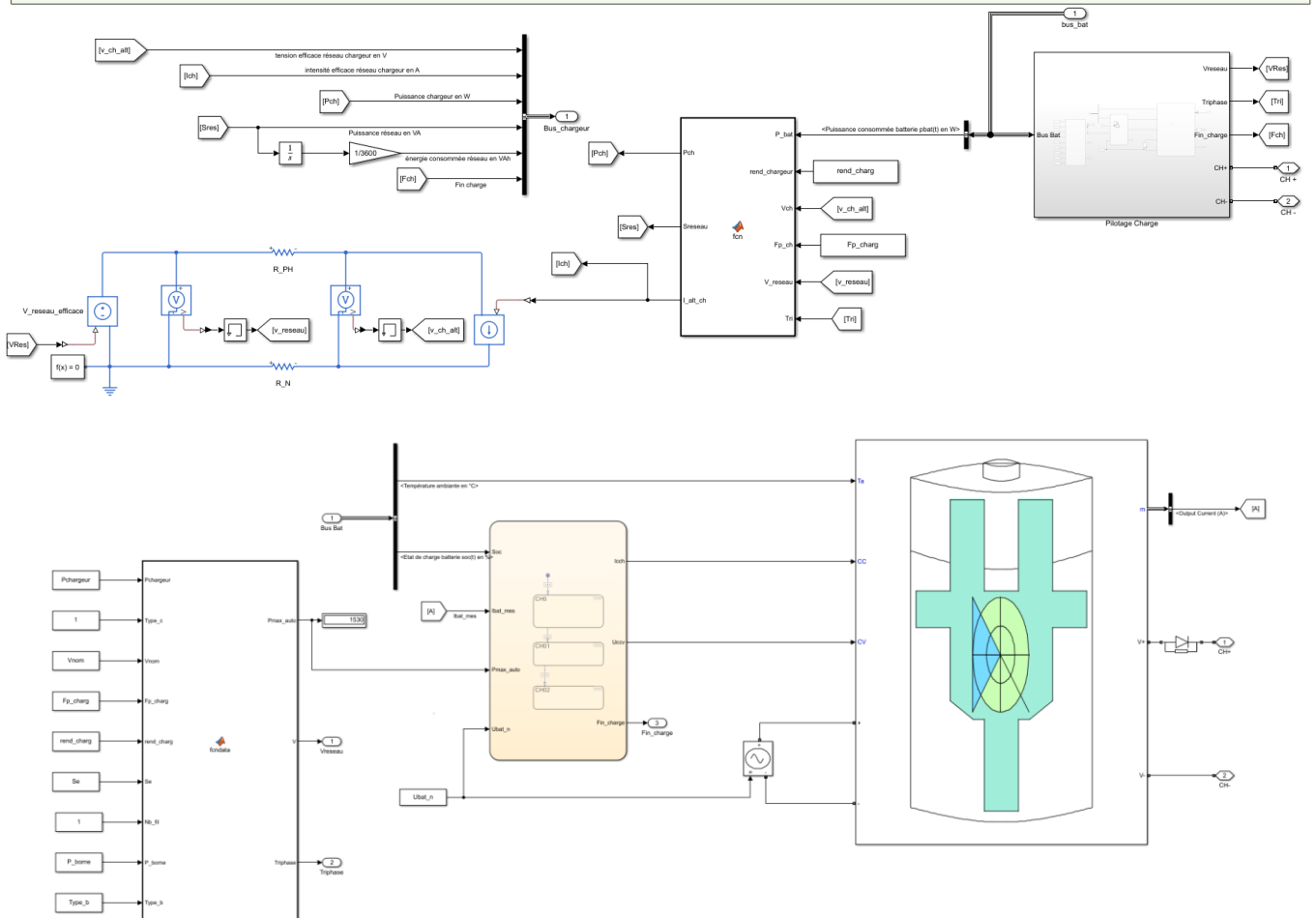
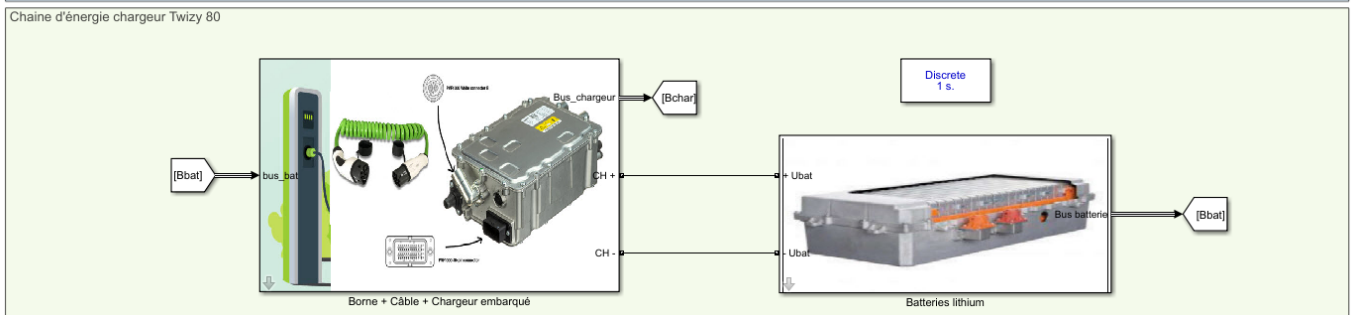
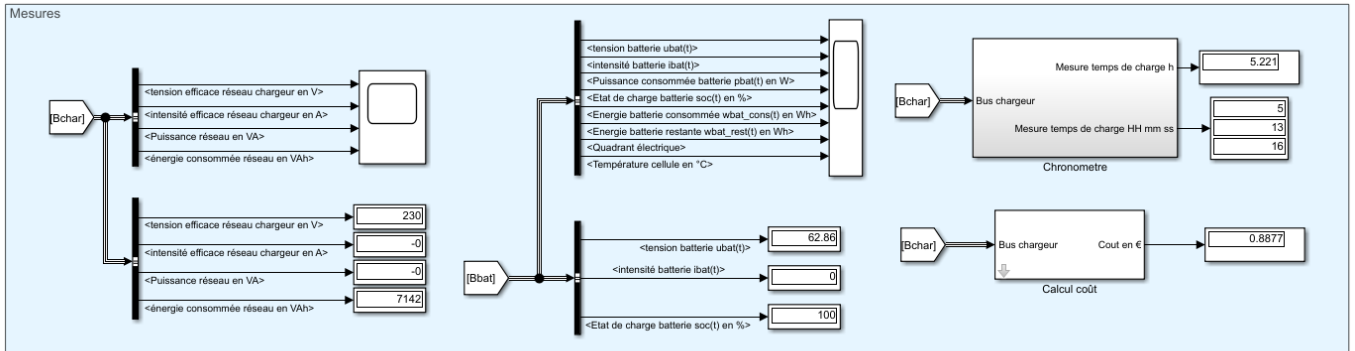
Enseignements de spécialité

APPROCHE ENERGETIQUE : Modélisation multiphysique de la Renault TWIZY

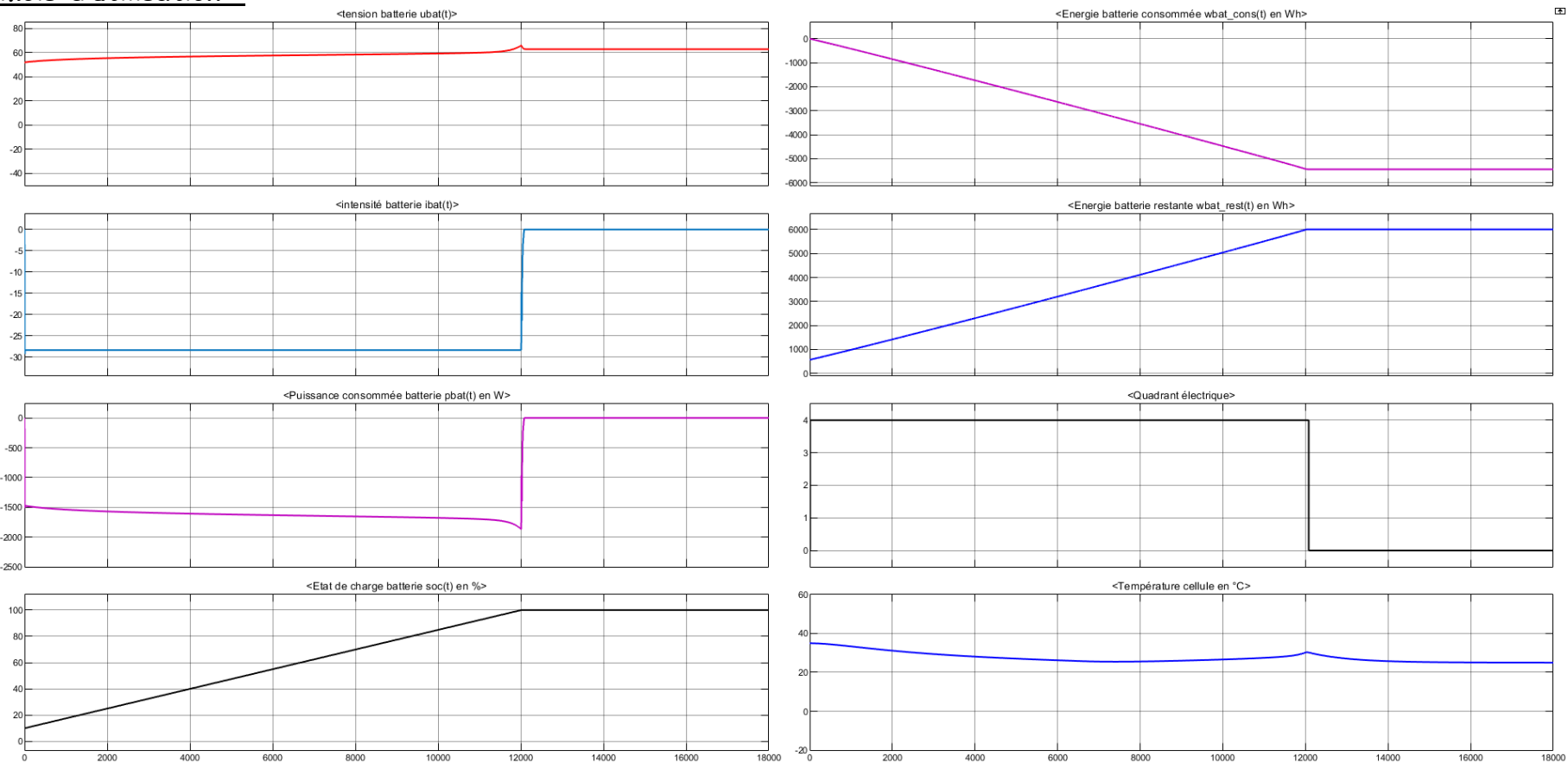
Etude de cas n°1



Activité n°6-2 : Analyse et modélisation du chargeur de la TWIZY 80 réalisée en valeur efficace pendant un temps de simulation de 4 heures afin d'obtenir le temps de puissance charge complet de la batterie. Test_10

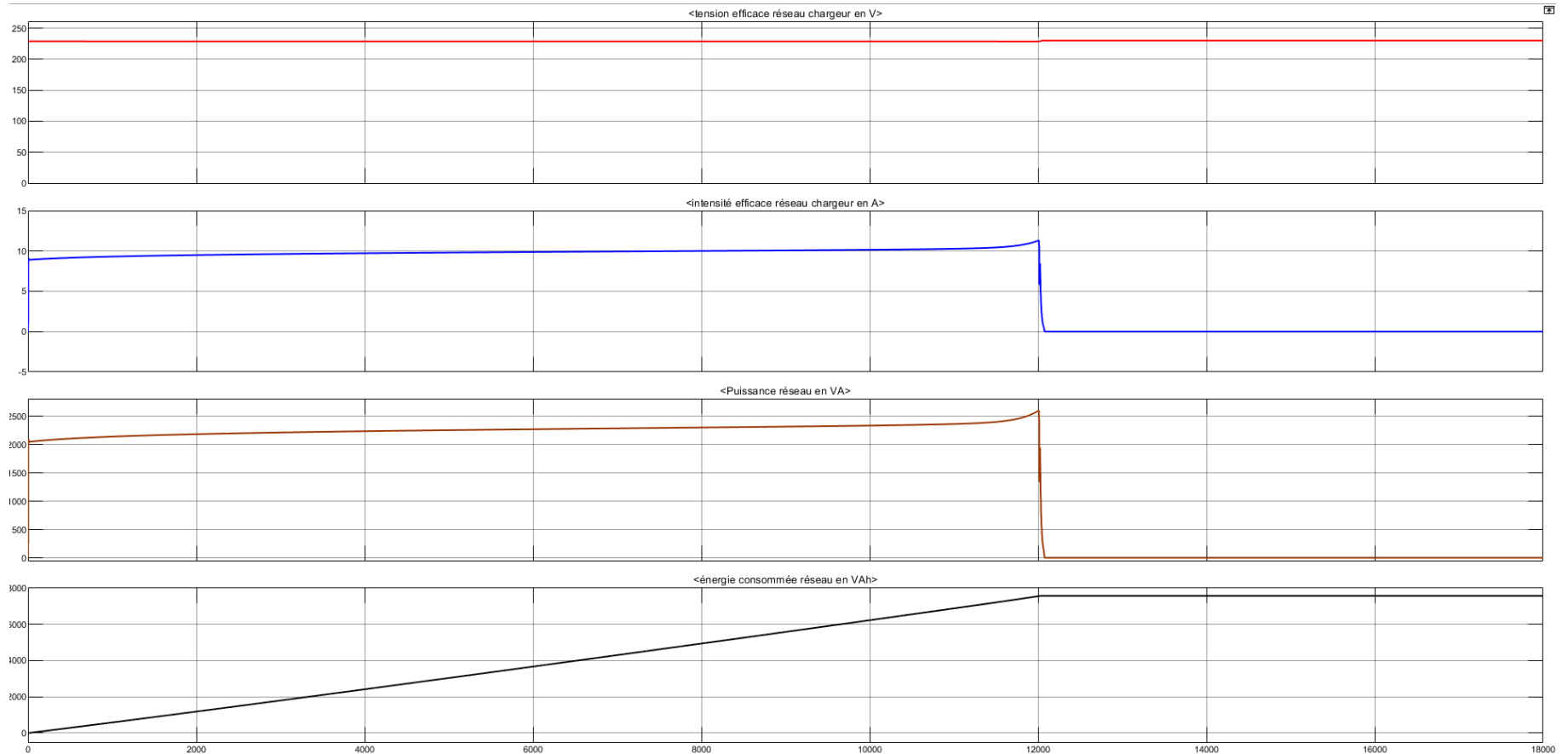


Simulation du fonctionnement pendant une durée de 5 heures du chargeur à une température de 25 °C et avec 0 mois d'utilisation :



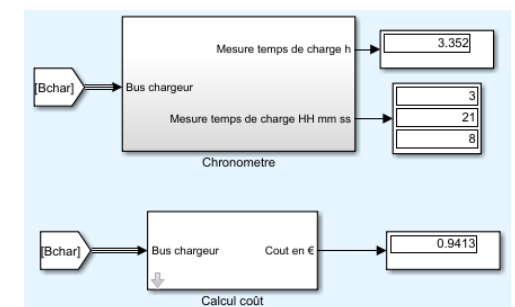
Visualisation des signaux caractéristiques de la batterie de la Twizy :

- Une charge à intensité constante, égale à 30 A, entraîne la recharge de la batterie. La tension remonte de 51,6 V à 62,8 V en 3 h 20 minutes ;
- La puissance de charge disponible au niveau de la batterie est d'environ 1530 W.

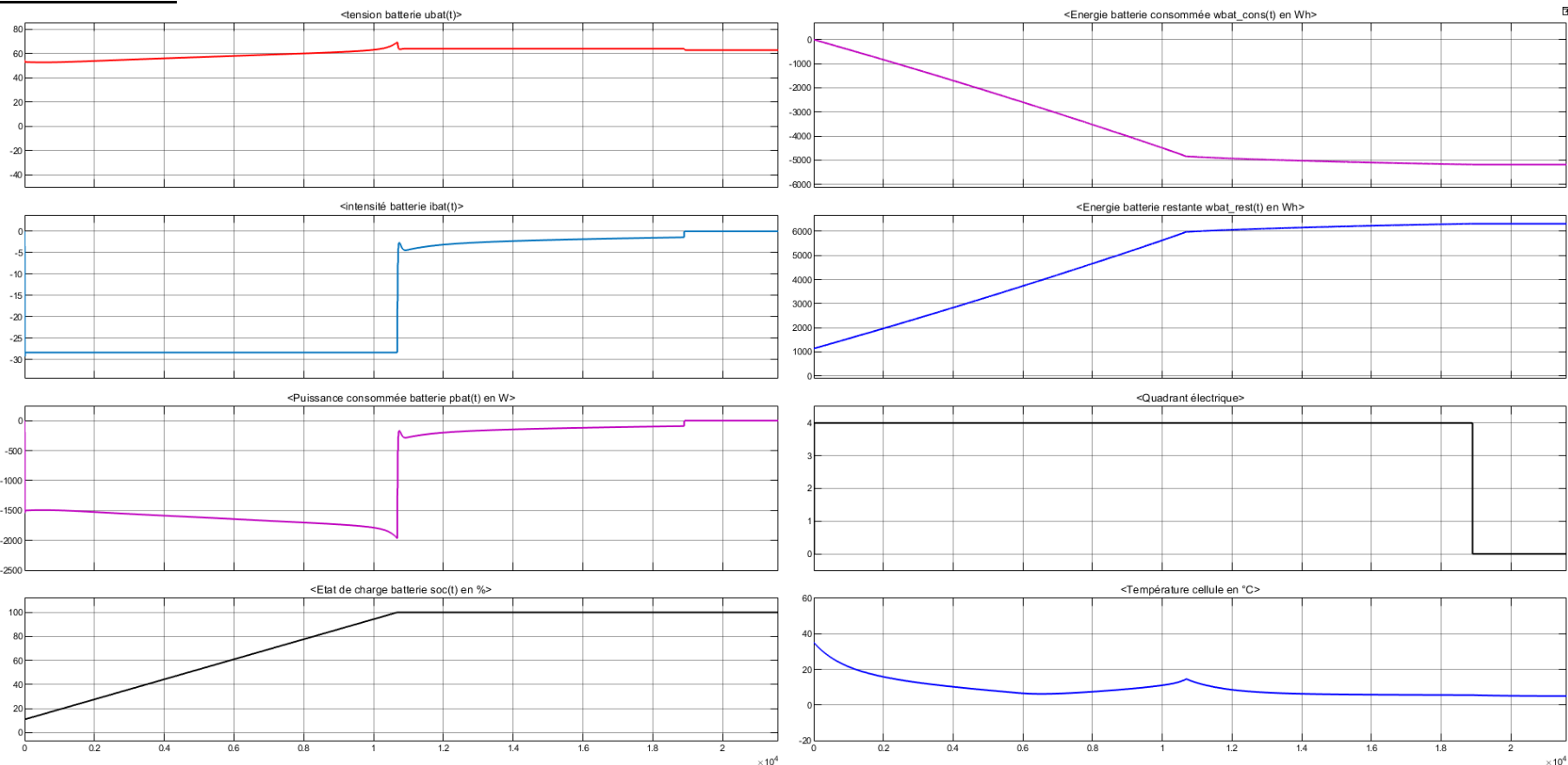


Visualisation des signaux caractéristiques du chargeur de la Twizy :

- L'intensité efficace consommée par le chargeur varie entre 8,9 et 11,3 A. La puissance apparente absorbée sur le réseau monophasé varie entre 2 kVA et 2,6 kVA.
- La charge de la batterie entraîne une légère chute de tension sur le câble d'alimentation du chargeur (1,5V), soit 0,65 %.
- La charge de la batterie dure 3 h 20 (conforme à la valeur annoncée par le constructeur) et entraîne une consommation sur le réseau de 7,6 kWh pour un coût de 0,94 € (tarif heures creuses).



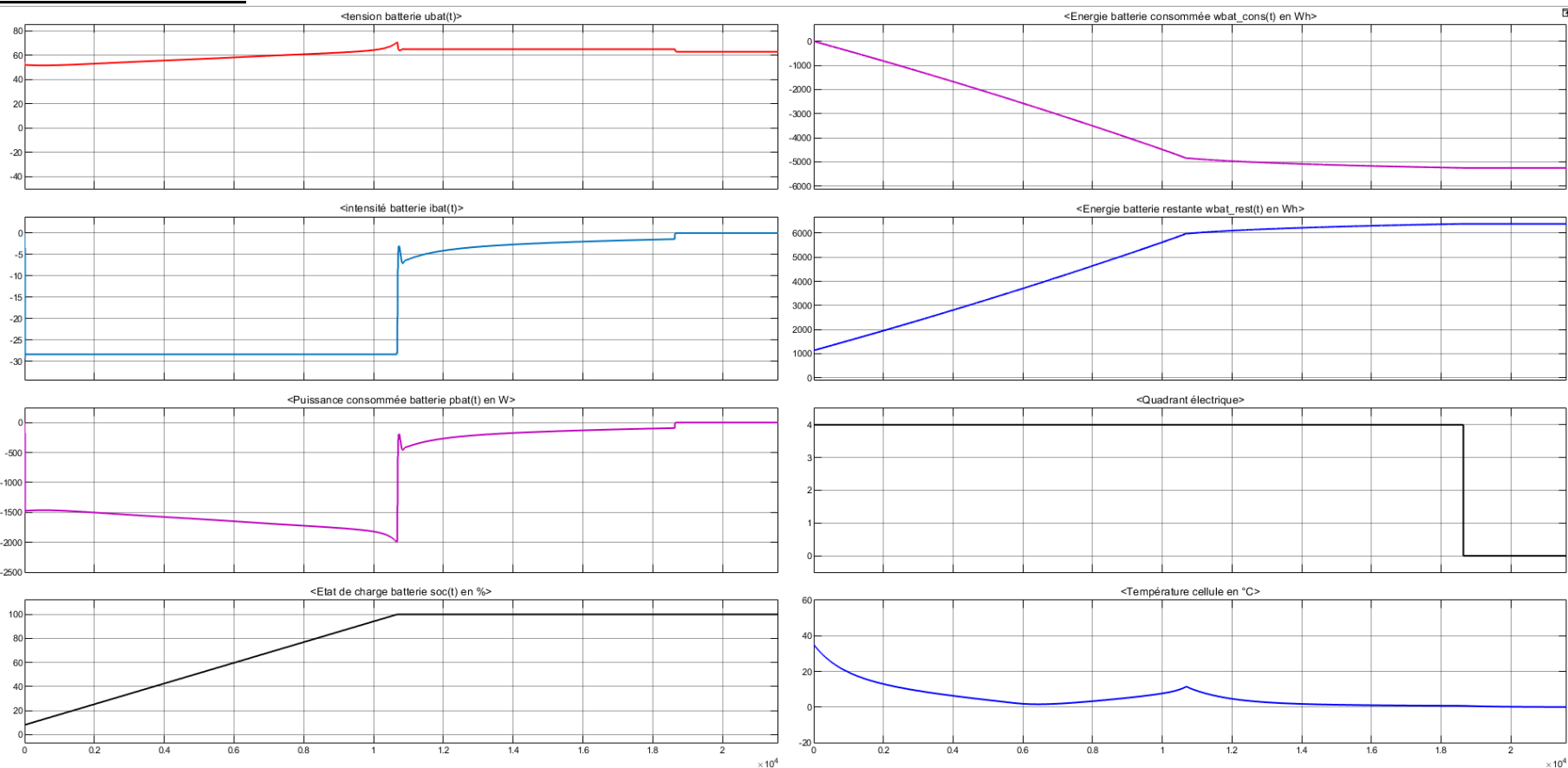
Simulation du fonctionnement pendant une durée de 6 heures du chargeur à une température de 5 °C et avec 0 mois d'utilisation :



Visualisation des signaux caractéristiques de la batterie de la Twizy :

- Une charge à intensité constante, égale à 27 A, entraîne la recharge de la batterie en 5 h 10 minutes ;
- La charge de la batterie entraîne une consommation sur le réseau de 7,2 kWh pour un coût de 0,89 € (tarif heures creuses).

Simulation du fonctionnement pendant une durée de 5 heures du chargeur à une température de 0 °C et avec 50 mois d'utilisation :



Visualisation des signaux caractéristiques de la batterie de la Twizy :

- Une charge à intensité constante, égale à 27 A, entraîne la recharge de la batterie en 5 h 10 minutes ;
- La charge de la batterie entraîne une consommation sur le réseau de 7,3 kWh pour un coût de 0,91 € (tarif heures creuses).



Lycée Louis ARMAND

Lycée polyvalent - Lycée des métiers
de l'électricité et de ses applications
des télécommunications et des réseaux informatiques
de la conception mécanique assistée par ordinateur

94 Nogent sur Marne



Dossier Technique



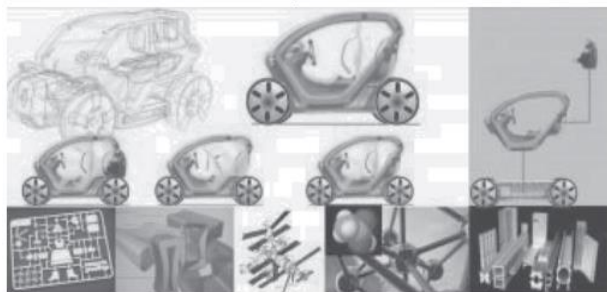
RENAULT TWIZY, UN BIPLACE 100% ELECTRIQUE, 100% PLAISIR

Le secteur automobile présente un réel paradoxe, le parc automobile ne cesse d'augmenter, en particulier dans les pays émergents, entraînant toujours plus d'émissions CO2 alors que les Etats s'efforcent de réduire ces émissions de manière drastique. C'est dans ce contexte que de nombreux modèles de véhicules éco-conçus se sont développés dans le domaine de la motorisation électrique.

Renault avait été précurseur en la matière en commercialisant début 2012, le premier véhicule de sa gamme Z.E (Zéro émission) : Twizy. Ce nouveau véhicule urbain est à la fois destiné à des conducteurs sans permis pour sa version Twizy 45 ou aux possesseurs du permis B. Son design et son aspect compact facilitant le stationnement, font de Twizy un véhicule hors du commun qui a fait l'objet de quatorze dépôts de brevets.



Design :



C'est en effet dans un contexte de développement durable qu'est née Twizy. Le but initial était d'explorer un nouveau concept de mobilité et de le rendre accessible au grand public, ainsi Twizy, se positionne entre le scooter et la voiture, et peut être conduite à partir de 16 ans.

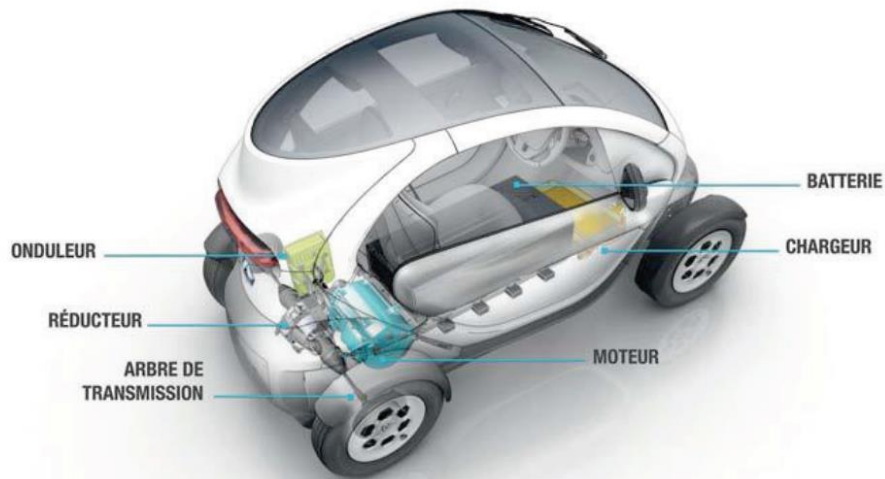
Afin de la rendre attractive auprès d'un public jeune, un effort particulier est fait sur le design. Luciano Bove, car designer, explique : « Nous avons compris qu'il n'était pas important que la voiture soit extrêmement sophistiquée. Il était plus important de parvenir à un sentiment d'énergie, d'agilité, un bon équilibre entre les coûts et la qualité et aussi un sentiment de liberté ».

Partant du principe que Twizy serait un véhicule urbain et que dans ce contexte, le nombre moyen de passager est de 1,4 et la distance moyenne parcourue de 60 km, Twizy serait un véhicule biplace et compact, facilitant ainsi le stationnement. L'image qu'elle devait véhiculer était la nouveauté, le dynamisme, le plaisir et la joie. La vitesse a été mise de côté pour favoriser l'aspect sécurisant de Twizy.



Comment ça marche ?

Quand Twizy est en charge, il consomme 2 kW c'est-à-dire une consommation équivalente à un four classique. Le chargeur transforme l'énergie du réseau alternatif en énergie continue stocké par la batterie d'une capacité de 6,1 kWh. Quand Twizy roule, la batterie alimente le moteur asynchrone triphasé via un onduleur. Un réducteur placé entre la sortie moteur et l'axe des roues arrière permet de réduire et de répartir la vitesse de ces dernières.



Faire le plein ?

Twizy se connecte sur n'importe quelle prise domestique monophasé (2P + T) avec un câble de section 2,5 mm² de 3,75 m. Elle consomme environ 8 A efficace lors de sa charge. Le temps de charge est évalué à 3 h 30 pour avoir une charge complète.



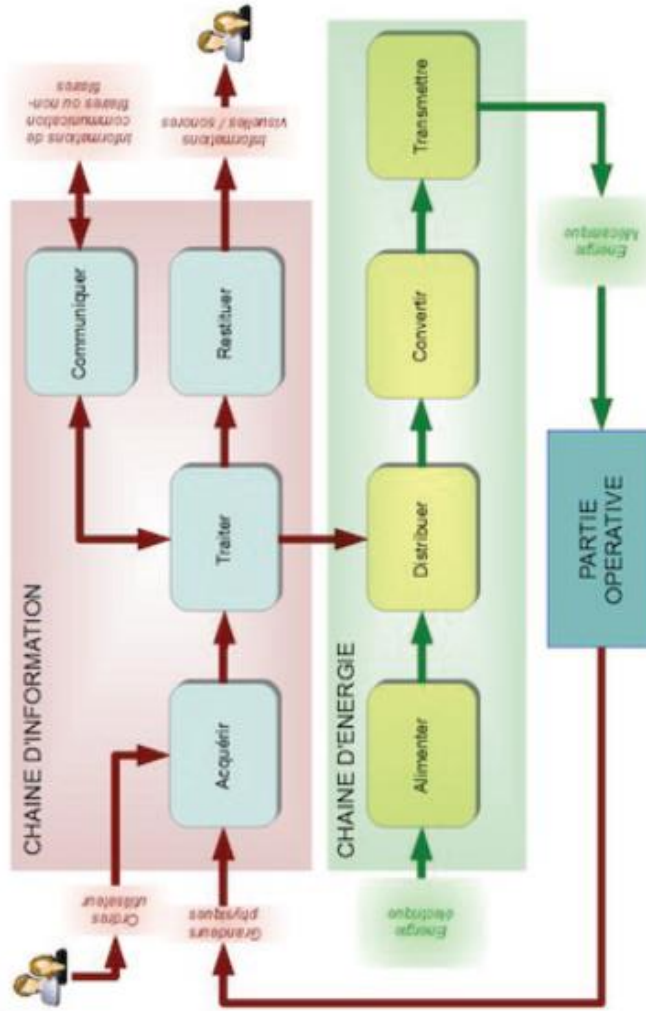
Document ressource : chaîne fonctionnelle

Communiquer : modules de communication entre systèmes de traitement

Restituer : affichage, effets sonores...

Traiter : microprocesseur, convertisseur A/N ou N/A...

Acquérir : capteurs et IHM...



Alimenter: régulateurs, convertisseurs électriques

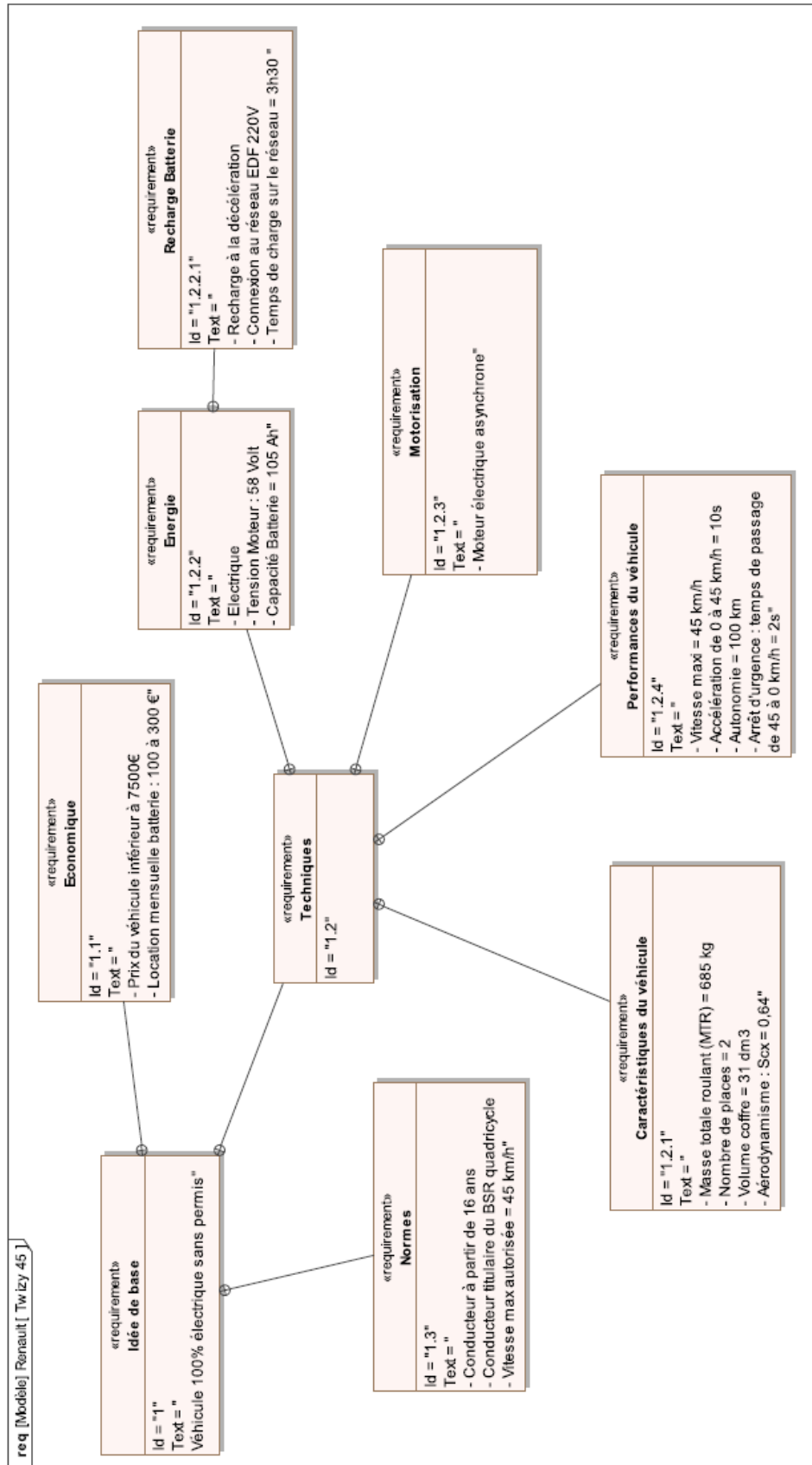
Distribuer : relais, pont en H...

Convertir : moteurs électriques

Transmettre : réducteur, poulie/courroie...

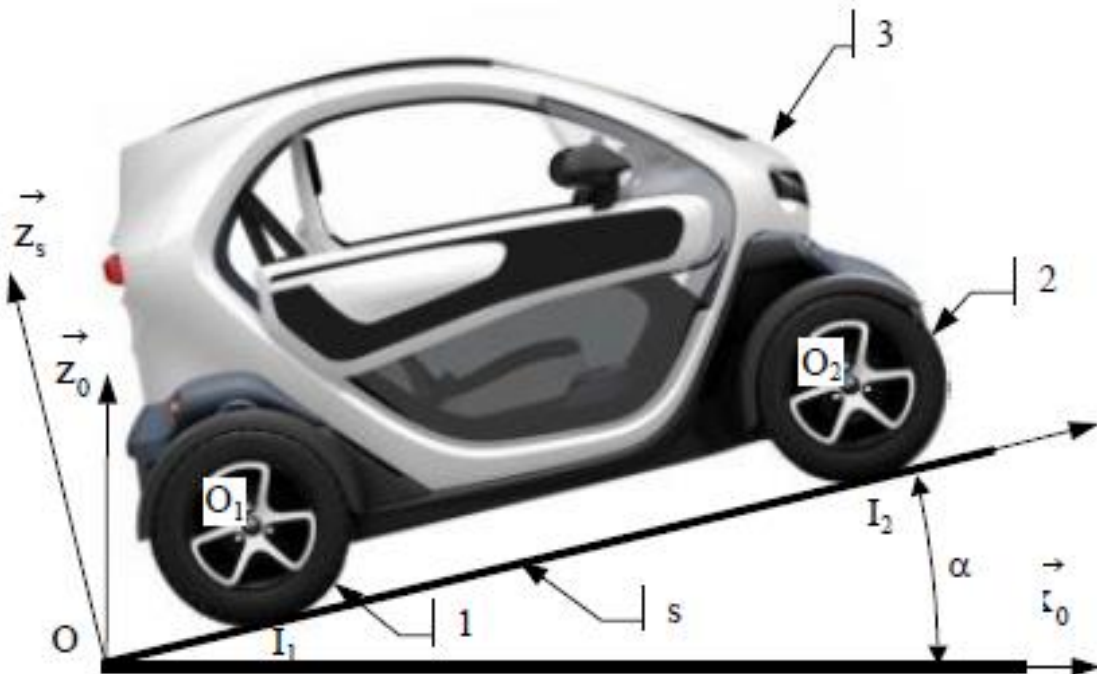
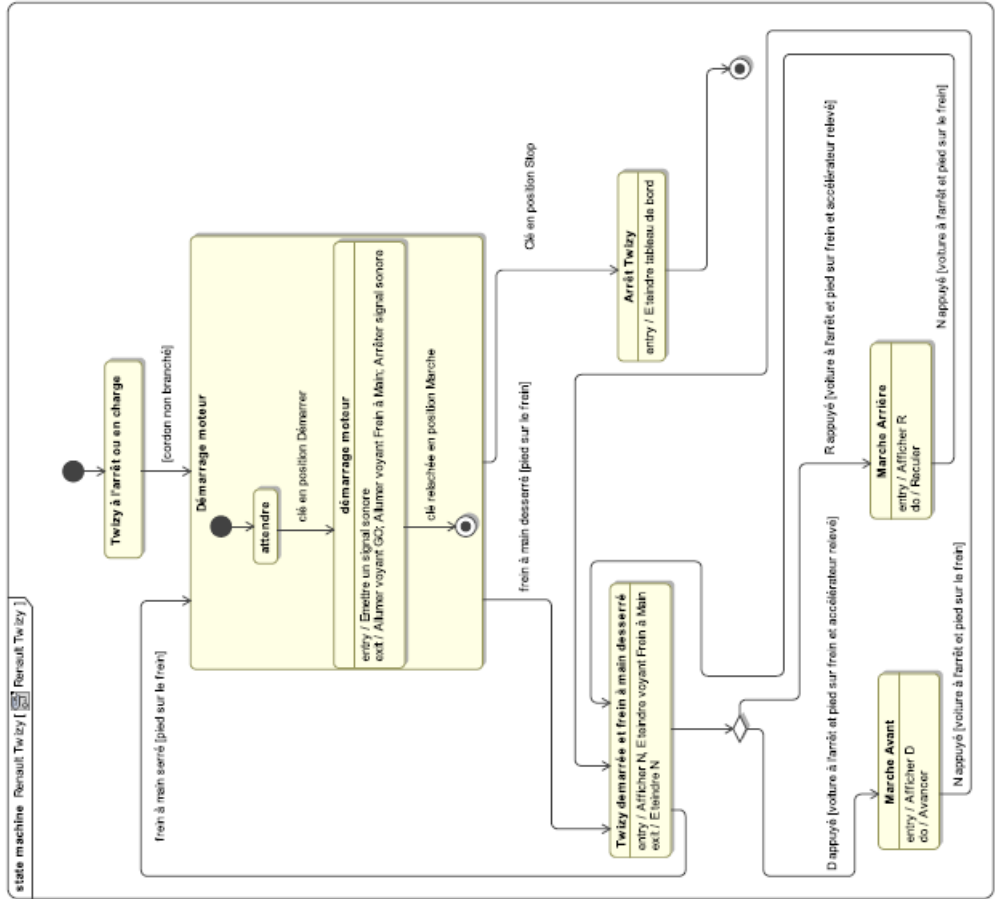
Renault Twizy.

Annexe 1 : SYXML (Diagramme des exigences partiel)



Renault Twizy.

Annexe 2 : SYSML (Diagramme d'état partiel)



Caractéristiques constructeurs :

	TWIZY 45	TWIZY 80
Moteur		
type	électrique	électrique
Puissance maxi kW	7	13
Couple maxi Nm	33 de 0 à 2050 tr/min	57 de 0 à 2100 tr/min
Vitesse de rotation maxi (rpm)	0 à 10000	0 à 10000
Batterie		
technologie	Lithium Ion	Lithium Ion
Énergie embarquée (kwh)	6,1	6,1
Autonomie (km)	120	100
Direction		
Diamètre de braquage entre trottoirs (m)	6,8	6,8
Freinage		
Avant : disque ventilés de diamètre (en mm)	214	214
Arrière : disque pleins de diamètre (en mm)	204	204
Pneumatiques		
Pneumatique avant	125/80R13	125/80R13
Pneumatique arrière	145/80R13	145/80R13
performances		
Vitesse maxi (km/h)	45	80
0- 45km /h en (s)	9,9	6,1
Poids(valeur moyenne selon fiche d'homologation , y compris conducteur)		
À vide en ordre de marche (batteries incluses)	548	562
Maximum autorisé	685	690
Charge utile	137	128
dimensions		
Volume du coffre (dm ³)	33	33
Empattement (mm)	1686	1686
Longueur hors tout (mm)	2338	2338
Largeur hors tout /avec portes (mm)	1381/1396	1381/1396
Hauteur à vide (mm)	1451	1451
Hauteur à vide avec portes ouvertes (mm)	1980	1980
prix		
Modèle de base (en euros)	6990	7690

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

	TWIZY 45	TWIZY
Homologation	Quadricycle léger (L6e)	Quadricycle lourd (L7e)
Type de permis de conduire nécessaire	À partir de 14 ans avec un BSR	Permis B
Types mines	ACVYAD	ACVYBD
Puissance administrative	1cv	2cv
Label émission	Zéro émission : 100% électrique	
Nombre de places	2 (1 sur Cargo)	
MOTEUR		
Type moteur	3CG - électrique asynchrone	
Puissance kW CEE (ch)	4 (5)	13 (17)
Couple maxi Nm CEE (m.kg)	33	57
Régime couple maxi (tr/min)	de 0 à 2 050 tr/min	de 0 à 2 100 tr/min
Carburant	Électrique	
BOÎTE DE VITESSES		
Manuelle - Automatique	Automatique	
Type	Réducteur	
Rapport de démultiplication	1 : 13,4	1 : 9,23
Nombre de rapports A.V.	1	
PERFORMANCES		
Vitesse maxi (km/h)	45	80
50 m D.A. (s)	7,5	6,6
0-45 km/h (s)	9,9	6,1
30-60 km/h (s)	5 (jusqu'à 45 km/h)	8,1
CONSUMMATION cycle urbain ECE-15 (en l/100 km et g/km)		
CO ₂ (g/km)	0	
Autonomie ECE-15 (km)*	100	100
Wh/km	58	63
DIRECTION		
Assistée	Crémaillère directe	
Ø de braquage entre trottoirs (m)	6,8	
Nombre de tours de volant	2,8	
TRAINS		
Type train avant	Pseudo-Mc Pherson - Combiné ressort/amortisseur/butée de choc	
Type train arrière	Pseudo-Mc Pherson - Combiné ressort/amortisseur/butée de choc	
Ø barre antidévers avant/arrière (mm)	Avant et arrière : diamètre 23 mm	
ROUES ET PNEUMATIQUES		
Jantes de référence (")	13"	
Dimensions pneumatiques avant	Continental EcoContact 125/80 R13	
Dimensions pneumatiques arrière	Continental EcoContact 145/80 R13	
FREINAGE		
Type du circuit de freinage	Simple circuit	
Avant : disque plein (DP), Ø (mm)	DP 214 mm	
Arrière : disque plein (DP), Ø (mm)	DP 204 mm	
AÉRODYNAMIQUE ET CAPACITÉ		
SCx/Cx	0,64	
Énergie embarquée (kWh)	6,1	
MASSES (kg)		
À vide en ordre de marche (hors batterie)	446 (375)	474 (375)
À vide en ordre de marche sur l'avant	197	206
À vide en ordre de marche sur l'arrière	249	268
Total roulant (MTR)	685	690
Charge utile (CU)	110	115
Masse maxi remorque freinée	0	
Masse maxi remorque non freinée	0	

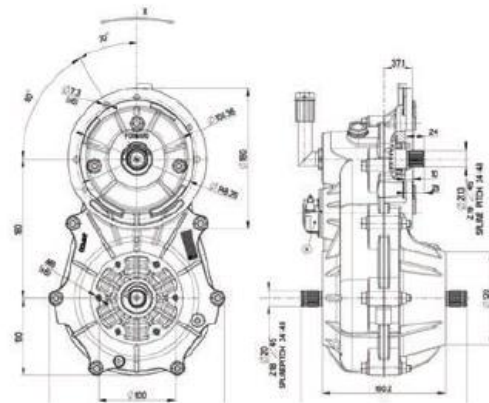
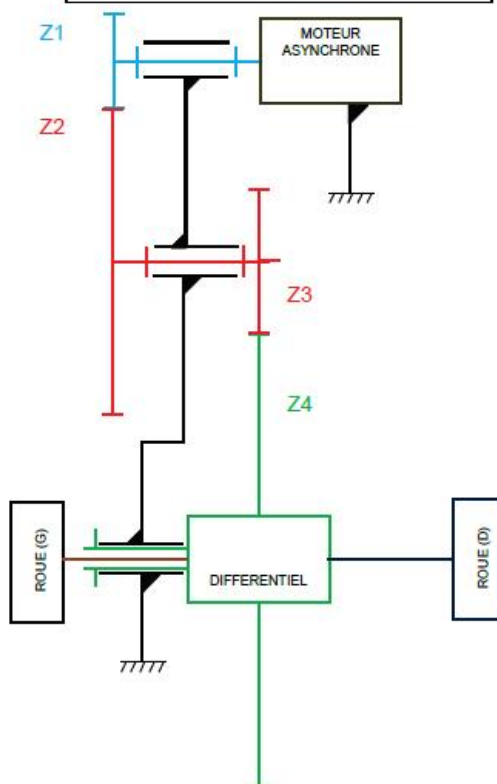
* L'autonomie mesurée et certifiée par l'UTAC du véhicule en cycle ECE-15 est de 100 km pour Renault Twizy.

Comme la consommation de carburant d'un véhicule thermique, en usage réel, l'autonomie de Renault Twizy est influencée par plusieurs variables qui elles-mêmes dépendent majoritairement du conducteur. La vitesse, le dénivelé des routes empruntées, ainsi que le style de conduite adopté en sont les principales. Ainsi, par exemple, vous pourrez réaliser généralement autour de 80 km en utilisant l'éco-conduite et autour de 50 km dans des conditions sévères d'usage. C'est pour cette raison que nous vous donnons les moyens de contrôler votre autonomie grâce à la nouvelle instrumentation de bord et notamment l'économètre, qui vous donne votre consommation d'énergie instantanée. Pour optimiser votre rayon d'action, maximisez la récupération d'énergie produite par la décélération et limitez l'utilisation des consommateurs accessoires (déssembuage du pare-brise, phares).

Des températures proches de 0°C ou négatives augmentent le temps de charge et réduisent l'autonomie. Des températures fortement négatives limitent la quantité d'énergie embarquée dans la batterie, donc également l'autonomie. Nous vous recommandons de privilégier des lieux de recharge et de stationnement prolongé garantissant une température positive.

Caractéristiques groupe motopropulseur Renault Twizy 80 :

Réducteur différentiel Comex	
Roue 1	Z1 = 17 dents
Roue 2	Z2 = 55 dents
Roue 3	Z3 = 26 dents
Roue 4	Z4 = 82 dents
Rendement $\eta = 0.96$	
Moteur asynchrone 13kW	
Couple maxi : 57 Nm de 0 à 2 100 tr/min	

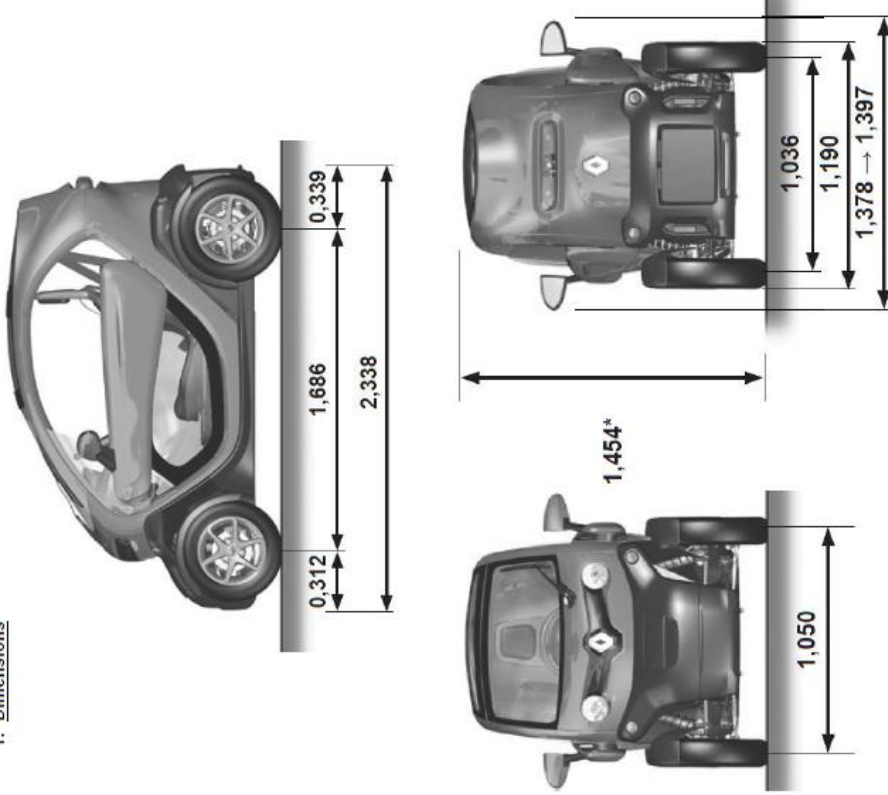


Caractéristiques réducteur Renault Twizy 45 :

Réducteur Comex	
Roue 1	Z1 = 17
Roue 2	Z2 = 57
Roue 3	Z3 = 17
Roue 4	Z4 = 68
Rendement	$\eta = 0,96$

Dimensions :

1. Dimensions



Dimensions (en mètres)	TWIZY 45	TWIZY
Empattement	1,686	2,337
Longueur	2,337	0,313
Porte à faux AV	0,313	0,339
Porte à faux AR	0,339	1,049
Voie AV	1,049	1,036
Voie AR	1,036	1,190
Largeur flanc pneu AV	1,191	1,381
Largeur flanc pneu AR	1,191	1,396
Largeur hors tout avec rétro (version sans porte)	1,381	1,396
Largeur hors tout avec rétro (version avec porte)	1,396	1,454
Hauteur hors tout (VODM)	1,454	1,979/ 1,817
Hauteur hors tout (VODM) porte ouverte (maxi intermédiaire et ouverte)	1,979/ 1,817	

Batteries :

1. Chaîne de traction et circuit électrique 58V

- ① Cordon de charge bleu spiralé (en jaune sur les images pour mieux le visualiser)
- ② Chargeur, convertisseur
- ③ Electronique de puissance
- ④ Moteur électrique
- ⑤ Réducteur
- ⑥ Batterie de traction
- ⑦ Câble 58V orange



2. Sous caisse du véhicule

- ① Câble 58V orange
- ② Batterie de traction
- ③ Carter aérodynamique
- ④ Chargeur -convertisseur
- ⑤ Câble 58V orange de connexion entre le convertisseur et la batterie de traction.
- ⑥ Barres de renfort



Caractéristiques de la batterie de traction	
tension	46-58V
Intensité de courant	Maxi 360A
Capacité	6.1 kWh
Masse	98Kg
Type de batterie	Lithium-Ion
Dimensions	828x478x233mm

Masses :

Masses (en kg)		TWIZY 45	TWIZY
Masse à vide en ordre de marche (MVODM) mini option sans conducteur	total	446	474
	AV	197	206
	AR	249	268
Masse à vide en ordre de marche (MVODM) maxi option sans conducteur	total	499	499
	AV	219	219
	AR	280	280
Charge utile (avec conducteur de 75 kg, sans passager)		111	116
Masse Maxi autorisé (MMAC)	total	685	690
	AV	273	273
	AR	424	416
Masse remorque Freinée		interdit	
Masse remorque non Freinée		interdit	
Charge admise sur le toit		interdit	
Masse maxi essieu AV		295	
Masse maxi essieu AR		425	

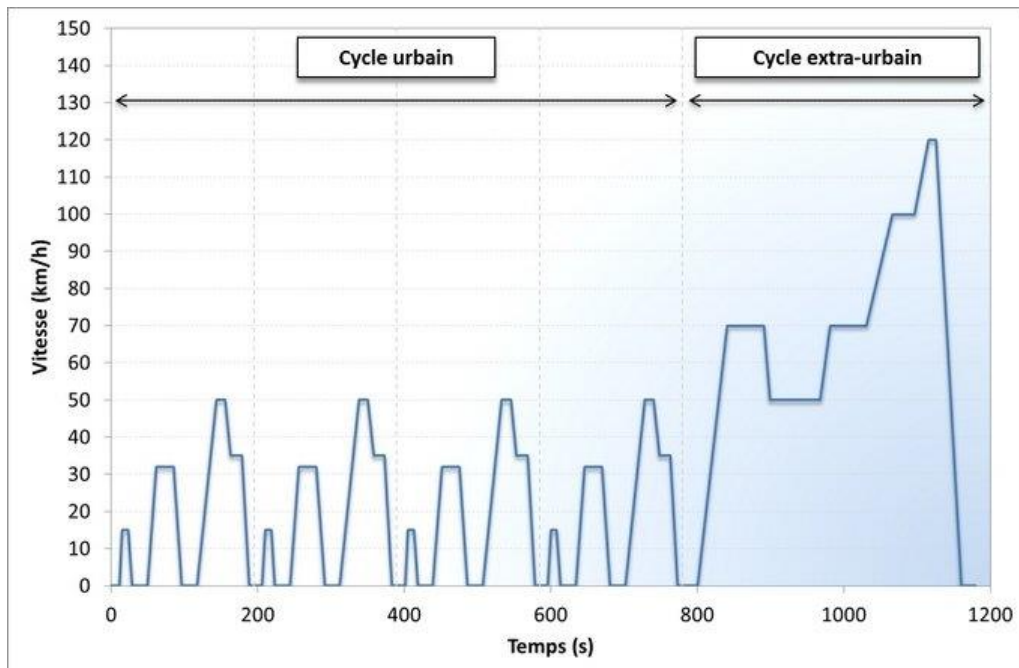
Présentation du cycle d'homologation NEDC :

(<https://www.guillaumedarding.fr/presentation-du-cycle-d-homologation-nedc-8979202.html>)

Le cycle NEDC ("New European Driving Cycle") est le maître étalon en Europe pour qualifier la consommation de carburant et les rejets polluants d'un véhicule.

Il sert notamment de base en France pour déterminer le barème du bonus/malus. Le cycle NEDC se décompose en 2 cycles : le cycle urbain et le cycle extra-urbain.

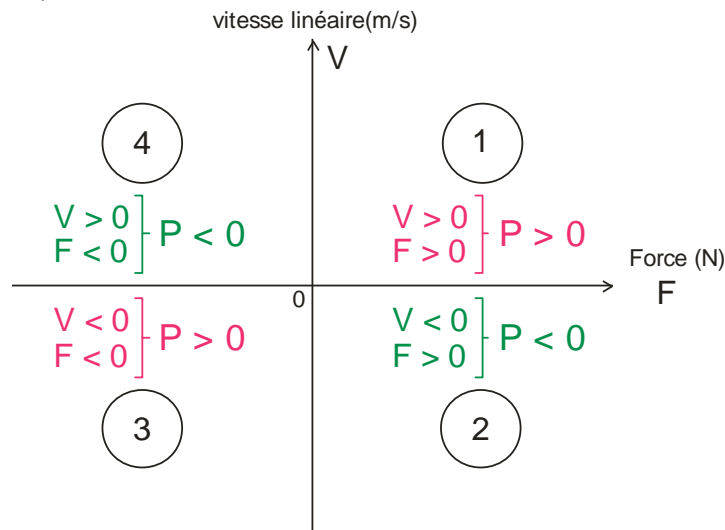
Le véhicule doit être à son poids en ordre de marche (tous pleins faits et un conducteur de 75 kg).



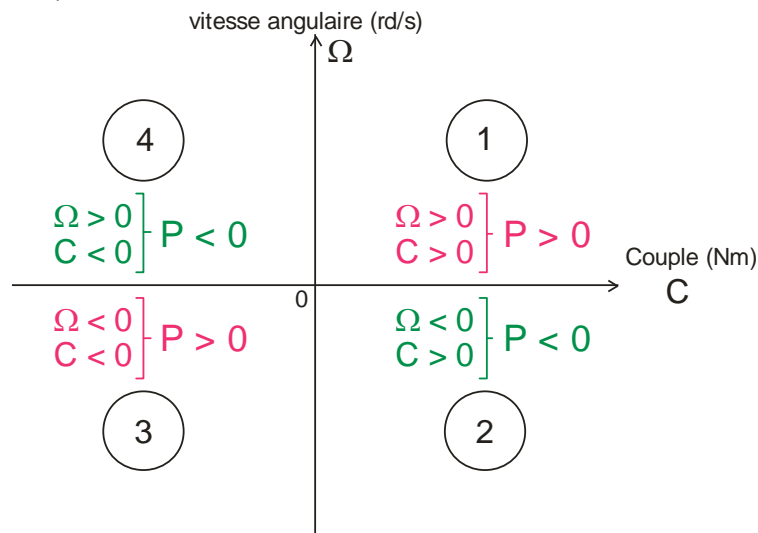
D'une durée de 1180 secondes (soit 19 minutes et 40 secondes), le test couvre une distance de 11 km à la vitesse moyenne de 33,6 km/h.

Définition des quadrants énergétiques :

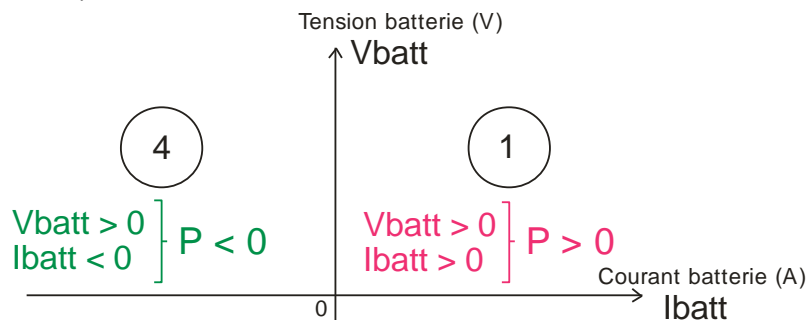
Quadrants mécaniques en translation :



Quadrants mécaniques en rotation :



Quadrants électriques batterie :





Lycée Louis ARMAND

Lycée polyvalent - Lycée des métiers
de l'électricité et de ses applications
des télécommunications et des réseaux informatiques
de la conception mécanique assistée par ordinateur

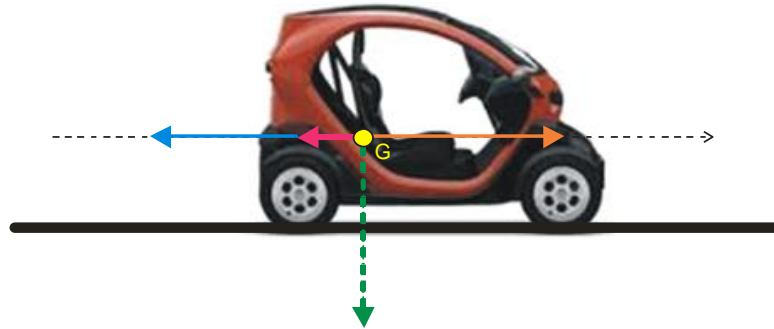
94 Nogent sur Marne



Dossier ressources



Etude en régime statique (vitesse constante) sur terrain plat :



La voiture roule à la vitesse constante V , le système de motorisation génère donc une force entrainante de résultante F_e qui est contrée par une force de résistance à l'avancement F_{ch} comportant plusieurs composantes :

- La force de résistance au roulement de résultante F_{roul} :

$$F_{roul} = - C_{rr} \times M \times g$$

C_{rr} coefficient de roulement roues sur route ($\approx 15 \cdot 10^{-3}$)

M masse totale véhicule

g gravitation $9,81 \text{ m/s}^2$

$\Rightarrow F_{roul}$ ne dépend que de la masse et est indépendant de la vitesse.

- La force de résistance aérodynamique de résultante $F_{aéro}$:

$$F_{aéro} = - 0,5 \times \rho \times C_x \times S_f \times V^2 = - C_{aéro} \times V^2$$

ρ densité de l'air $1,28 \text{ kg/m}^3$

C_x coefficient de pénétration dans l'air ($\approx 0,64$)

S_f section frontale ($\approx 1,30 \text{ m}^2$)

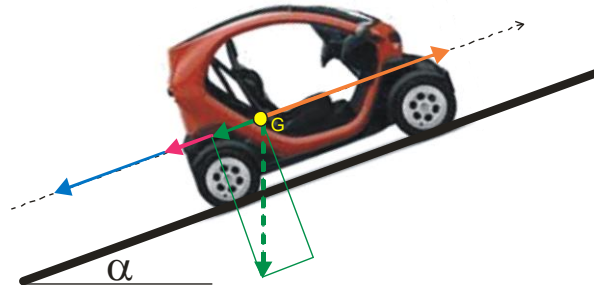
V vitesse relative de l'air par rapport à la voiture

$\Rightarrow F_{aéro}$ est proportionnelle au carré de la vitesse.

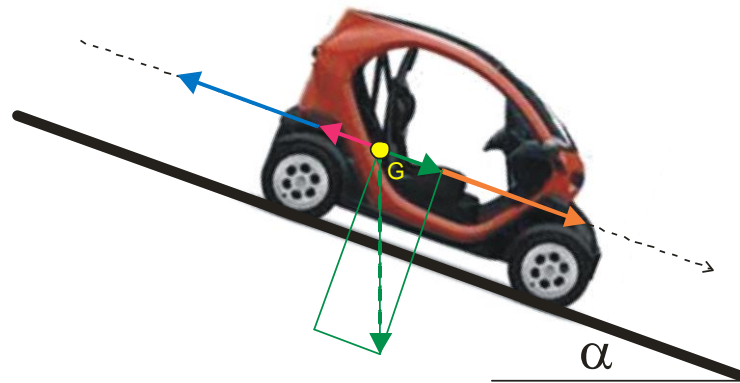
Influence d'une pente :

Une force supplémentaire F_{pente} apparaît :

- Si la Pente est positive, elle s'oppose au déplacement (elle sera négative) ;



- si la pente est négative, elle favorise le déplacement (elle sera positive)



$$F_{\text{pente}} = p \times M \times g$$

p pente en % (0,1 pour 10%)

M masse totale

g gravitation (9,81 m/s²)

Remarque : en toute rigueur, F_{pente} doit être déterminée par $F_{\text{pente}} = M \times g \times \sin a$ (a angle de la pente), cependant pour de angles inférieurs à 20° (exprimés en radians), $\sin a \approx a$.

L'effort total F_{ch} que devra fournir vaincre le système de motorisation de la voiture est donc :

$$F_{\text{ch}} = F_{\text{roul}} + F_{\text{aero}} + F_{\text{pente}}$$

En régime statique, La force d'entrainement issue du système de motorisation F_e sera donc égale et opposée à F_{ch} . Pour les phases dynamiques, elle sera plus importante (accélération) ou plus faible (décélération).