



MINISTÈRE DE
L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DE LA VIE ASSOCIATIVE

MINISTÈRE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE



Exemples d'exploitations pédagogiques en Enseignement Technologique Transversal

Vélo à Assistance Electrique

PLAN DE L'INTERVENTION

Rappel

L'enseignement technologique transversal

Le Vélo à Assistance Electrique

Evolution

Typologie

Le VAE ISD City 3

Présentation

Fonctionnement

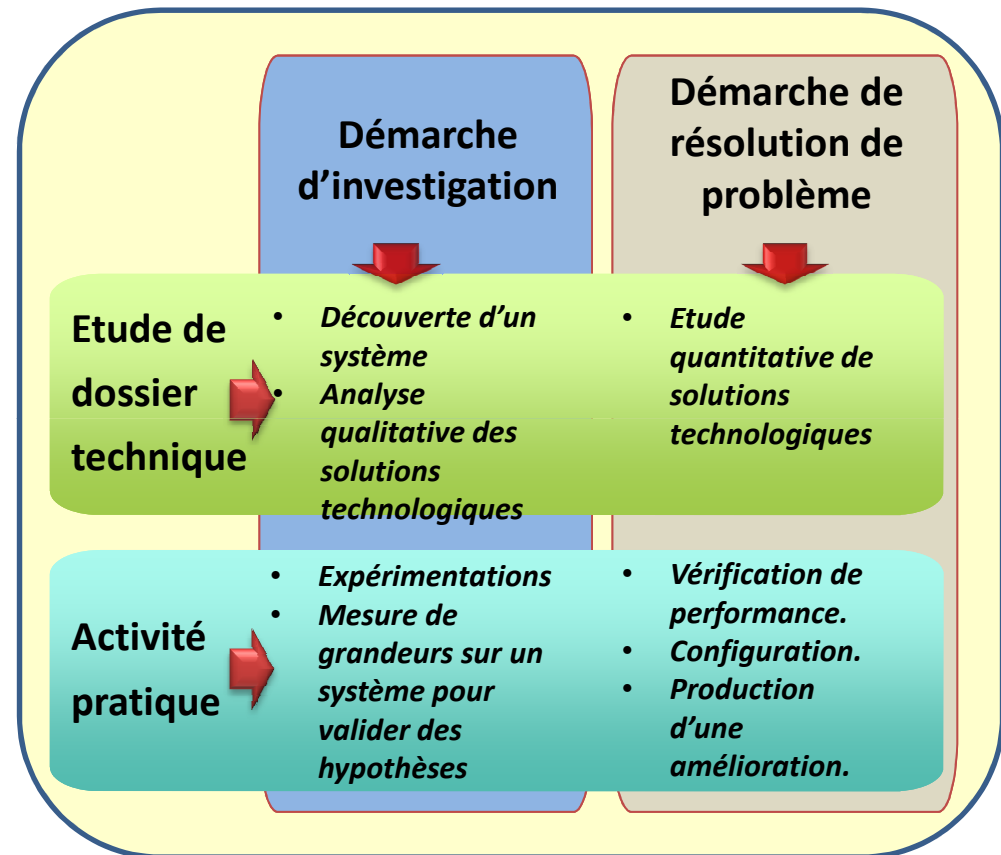
Système didactique

Propositions d'activités pédagogiques

Etudes de dossier technique

Activités pratiques

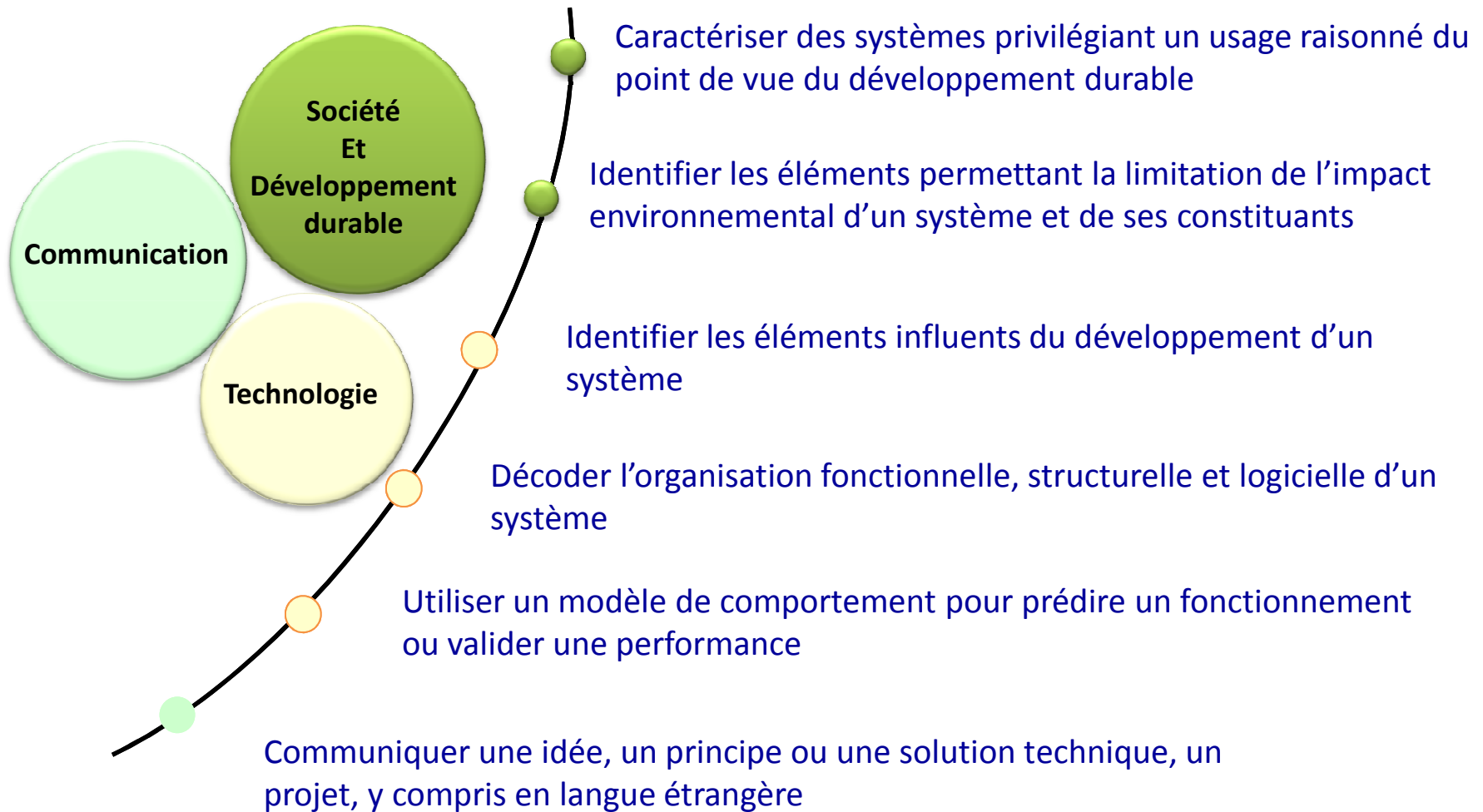
Eléments de synthèse



Liens avec les programmes de sciences physiques

1. RAPPEL : ENSEIGNEMENT TECHNOLOGIQUE TRANSVERSAL

Six objectifs principaux :



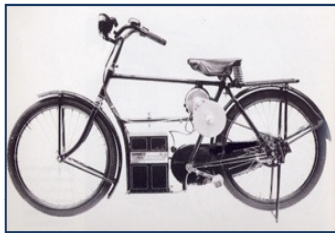
2. LE VELO A ASSISTANCE ELECTRIQUE

- Le Vélo* à Assistance Electrique est une bicyclette à laquelle on a adjoint un moteur électrique et une batterie rechargeable.
- Il offre une assistance et non une propulsion électrique (frontière entre le vélo électrique et le cyclomoteur et le scooter).
- Les progrès significatifs en matière de motorisation électrique, d'électronique de puissance, de capteurs et de stockage d'énergie par accumulateurs rechargeables ont complètement modifié la conception de ces deux roues (ergonomie, éco-conception, design, etc.).

* **Vélo** est l'apocope de vélocipède.

2. LE VELO A ASSISTANCE ELECTRIQUE

Un produit qui évolue et qui possède des structures complexes pour s'adapter à un besoin qui change.



*EMI/Philips de 1935/37
simplex*



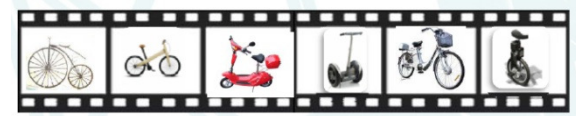
*ISD City 3 – 2004
Batterie 36 V*



*VAE Tidal Force IO-Cruiser – Matra -2010
Moteur Matra Brushless DC
dans le moyeu arrière
Batterie Ni-MH 36 V 9 Ah
dans moyeu avant*



*VAE du futur... ? ??
– Concept Peugeot –*



2 : Le VAE / TYPOLOGIE DU SYSTEME

Point de vue Energie	Frontière du système		Possibilité de raccordement à un réseau global			Typologie du système		
	Global	Local	Connecté	Connecté partiellement	Autonome /réseau	Mono source	Multi sources	Hybride
Panneaux solaires photovoltaïques	X	X	X		X	X		
Aérogénérateur	X	X	X		X	X		
Ballon ECS électrique		X	X			X		
Micro-centrale hydraulique	X	X	X		X	X		
Panneau solaire thermique		X			X	X		
Pompe à chaleur		X	X			X		
Chauffage électrique		X	X			X		
Chaudière murale		X	X			X		
Traction ferroviaire		X	X			X		
Système de levage		X	X			X		
Système de pompage	X	X	X			X		
Distribution d'eau sous pression	X		X			X		
Machine frigorifique		X	X			X		
Ventilation mécanique contrôlée (double flux)		X	X			X		
Eclairage domestique		X	X			X		
Eclairage public, tertiaire et industriel		X	X			X		
Chaudière électrogène (moteur Stirling)		X	X			X		
Unité de co-génération	X	X	X		X	X		
Pile à combustible		X			X	X		
Système combiné photovoltaïque-éolien en site isolé pour la production d'électricité	X	X	X		X		X	
Système de production de chaleur intégrant un chauffe-eau solaire		X		X			X	
Système combiné solaire-géothermie pour le chauffage		X		X			X	
Système de production d'électricité intégrant un panneau photovoltaïque et un aérogénérateur ou une microcentrale hydraulique	X	X	X	X	X		X	
Systèmes photovoltaïque-diesel ou éolien-diesel utilisés dans les pays en voie de développement pour la production d'électricité en site isolé	X	X	X		X		X	
Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI) avec appoint électrique		X		X			X	
Vélo à assistance électrique		X		X				X
Véhicule hybride rechargeable (Scooter Piaggio)		X		X		X		X
Véhicule hybride indépendant (Prius Toyota)		X		X		X		X

Point de vue Systèmes d'information	Frontière du système		Nature des informations traitées		Communication au sein du système / Communication à l'extérieur du Système		
	Global	Local	Analogique	Numérique	Non communiquant	Communiquant interne	Communiquant externe
Equipement fonctionnel d'un véhicule		X		X		X	
Système de navigation type GPS	X						X
Lecteur MP3	(x)	X		X	X		(x)
Barrière de Parking	X	X				X	X
Vélo à assistance électrique		X	X		X		
Pilote automatique		X	X	X		X	
Système Domotique	X		X	X		X	X



3. ISD City 3/PRESENTATION

Le système réel



Batterie



Contact à clefs



Capteur de freinage



Indicateur à LED



Capteur de freinage



Moteur à courant continu à aimants permanents et réducteur



Doseur d'assistance (option)



Chargeur



Capteur de pédalage



Variateur

3. ISD City 3 / PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le système réel



- **Batterie connectée**, l'équipement est mis sous tension par l'intermédiaire de la clef de contact.
- **Le capteur de pédalage** solidaire du pédalier détecte la mise en mouvement du vélo (1/4 de tour).
- **Le variateur** est sous tension. Il reçoit les informations « capteur de pédalage », « doseur d'assistance » et « capteurs freins ». Il régule l'énergie envoyée au moteur (courant, tension).
- **Le doseur d'assistance** permet de faire varier la vitesse du moteur.

Remarque : le doseur n'est pas un accélérateur, le pédalage reste obligatoire.

3. ISD City 3 DIDACTIQUE

Le système didactique

Doseur d'assistance



Boîtier Didactique
Commande/Puissance

Commande du réglage de l'unité de résistance du Home trainer



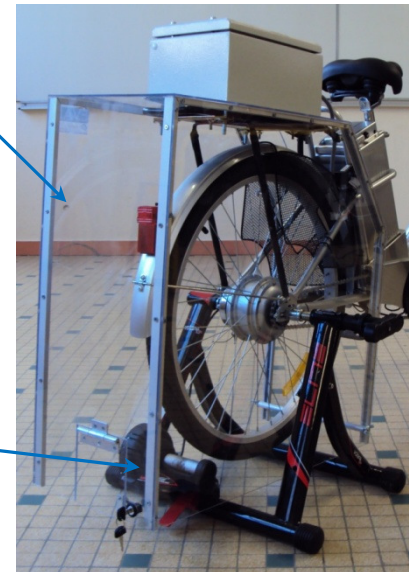
Compteur de vitesse



Roue arrière sécurisée

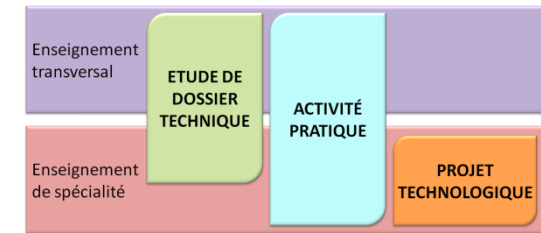
Home trainer

Unité de résistance



Boîtier didactique pour le chargeur

4. PROPOSITIONS D'EXPLOITATIONS PEDAGOGIQUES



Etude de dossier technique



Etude collective d'un cas technique réel à partir d'un dossier (numérique ou non), amenant à se poser des questions et à formaliser des connaissances.

Activités pratiques



Activité pratique de découverte ou de confortation, menée en binôme et proposant une interaction entre l'élève et un support réel.

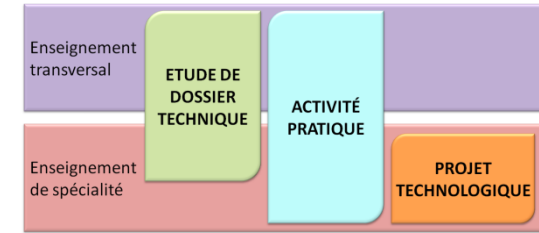
1. VAE et mobilité urbaine. Aspects sociétaux et technologiques
2. Organisation fonctionnelle et structurale. Chaines d'énergie et d'information, description et configuration du système (SysML)
3. Prédire un fonctionnement et valider une performance (Simulation et essais)
4. Éléments de synthèse.

Mais on aurait aussi pu aborder :

- *Les matériaux (cadre, rigidité, masse, etc.)*
- *La transmission, le réducteur épicycloïdal*
- *Le freinage*
- *Etc.*

***A développer
impérativement pour
compléter la dimension
MEI de l'étude***

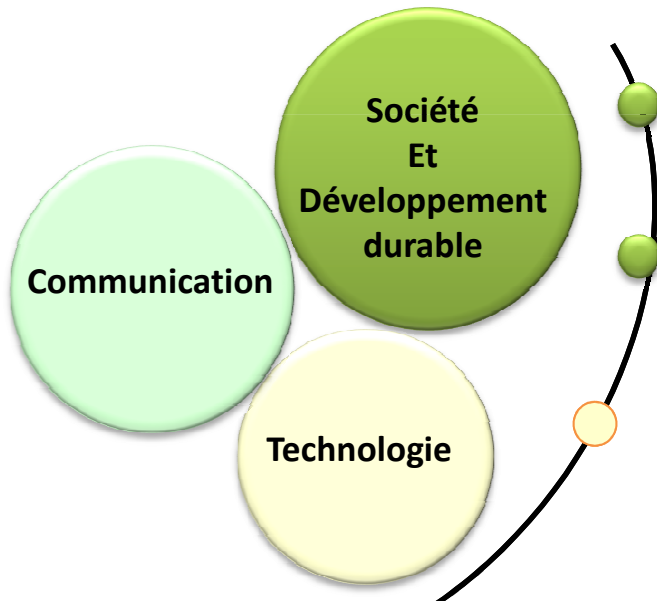
4.1 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE



Etude de dossier technique



Etude collective d'un cas technique réel à partir d'un dossier (numérique ou non), amenant à se poser des questions et à formaliser des connaissances.



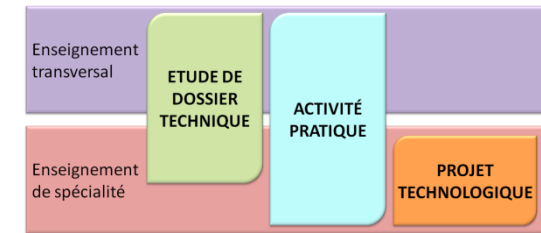
Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue du développement durable

Identifier les éléments permettant la limitation de l'impact environnemental d'un système et de ses constituants

Identifier les éléments influents du développement d'un système

4.1 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Etude de dossier technique



ACTIVITE 1 : Etude de dossier technique.

EXEMPLE DE QUESTIONNEMENT

✓ Questions sociétale, environnementale, économique :

- Quels sont les enjeux de la politique énergétique dans le secteur des transports ?
- L industrie française est-elle préparée à ces nouveaux marchés ?
- L'éco-mobilité va-t-elle révolutionner nos modes de transport ?

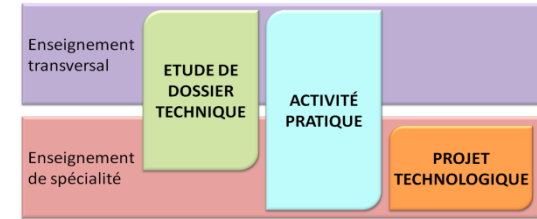
✓ Questions technologiques :

- Quelles sont les grandes évolutions technologiques du VAE ?
- Le VAE : solutions constructives, impacts environnementaux et économiques ?
- Comment relever le défi du stockage de l'énergie?
- Quelle est l'évolution des brevets éco-innovants déposés dans les domaines du transports?

Liste non exhaustive

4.1 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Etude de dossier technique



LE DOSSIER RESSOURCE

Livre blanc sur les énergies

Présentation par
Nicole Fontaine
ministre déléguée à l'Industrie

7 NOVEMBRE 2009

débat énergies

Usagers, usages et potentiel des vélos à assistance électrique

Résultats d'une enquête menée dans le canton de Genève

21 octobre 2009

Sébastien Bernardon
Matthias Bazzi
Sébastien Hurnati

Sous la direction du Prof. Giuseppe Pini

Les Exemples à Suivre

Assemblée votée à l'unanimité le 10 novembre 2009
Plan de Déplacement des Amis de Lycée Pierre d'Ally
Organisation du jumelage d'action et de sensibilisation

CHIFFRES CLÉS

- Lancement du projet en 2006
- 1 000 élèves, 100 enseignants et 80 personnels non enseignants
- 3 journées "Tenis au lycée sans voiture" depuis 2007
- 75% de parents sensibilisés et 47% de changement de comportement
- "Sensibilisation environnementale" : 9 473kg d'émissions de CO2 évitées par an
- Aide financière versée par l'ADEME et le Conseil régional
- Possibilité pour "accréditation pédagogique" de la mesure l'accompagnement de l'élève
- L'accompagnement de l'élève : 1 000 €

TEMOIGNAGE

"Une alternative de PSE ne peut être perçue sans la participation active des élèves dans le projet. En "laissant faire" les élèves du projet PSE, leur prise de conscience est devenue spontanée. Les difficultés sont un point d'entrée vers une réflexion personnelle sur une alternative quantitative de déplacement."

Transports - Propulsion alternative

Chiffres-clés :

- 2,5 fois plus de brevets en 2009 qu'en 2000
- 125 brevets en 2009

But : Utiliser des systèmes de propulsion moins polluants

Technologie prépondérante :

- Amélioration du stockage d'énergie
- Procédés de récupération d'énergie

Page 22

LE STOCKAGE DE L'ÉLECTRICITÉ : LES BATTERIES

Batteries au lithium : les enjeux scientifiques et technologiques d'un marché d'avenir

Dans le domaine des équipements portables comme dans celui du transport, le monde s'est fortement engagé dans une logique de consommation énergétique croissante, où la source doit être capable de fournir un maximum d'énergie et de puissance pour un minimum de volume et de masse. Déjà - et ce sera encore plus vrai dans les prochaines années - les systèmes de stockage électrochimique de l'énergie, c'est-à-dire les batteries, sont largement sollicités. Parmi eux, les batteries au lithium s'avèrent de bonnes candidates pour devenir les batteries de l'avenir. Les accumulateurs au lithium, aujourd'hui, représentent par exemple près de 10 % du marché des sources d'énergie électrochimique portables.

CleanTech REPUBLIC Les guides

Le vélo à assistance électrique

SOMMAIRE :

1. Introduction
2. Les technologies de propulsion
3. Les technologies de stockage
4. Les technologies de gestion
5. Les technologies de sécurité
6. Les technologies de confort
7. Les technologies de maintenance
8. Les technologies de communication
9. Les technologies de sécurité
10. Les technologies de confort

La Revue 3E.I

17e année

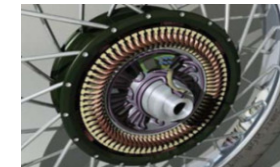
Voiture électrique

Publication trimestrielle de l'Institut de Recherche 13.01 de la SEE
ENSEIGNER L'ELECTROTECHNIQUE ET L'ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE
Société de l'Électricité, de l'Électronique et des Technologies de l'Information et de la Communication
N° 61 - Décembre 2010

BOUGEZ AUTREMENT

La guide de l'écomobilité

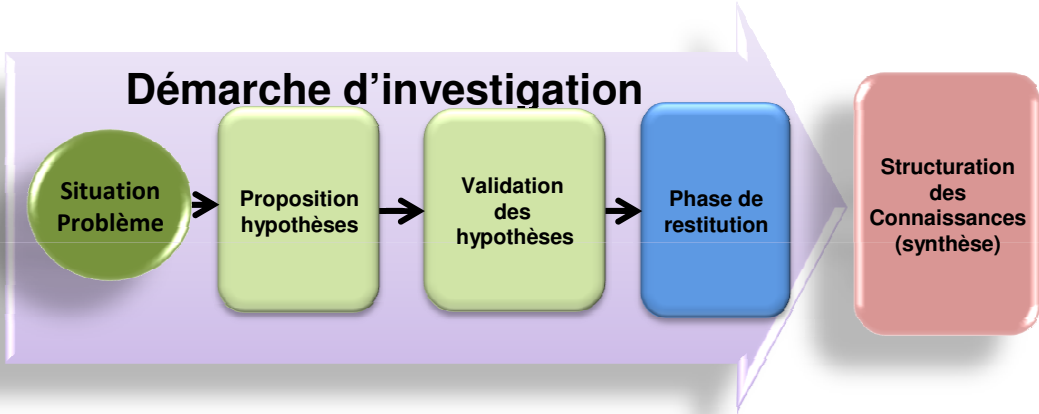
ECO-CALCULATEUR



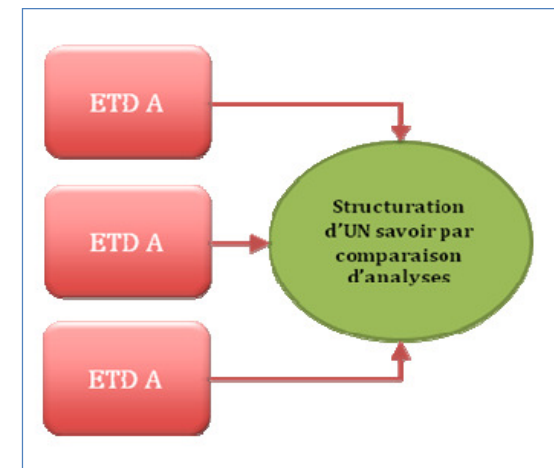
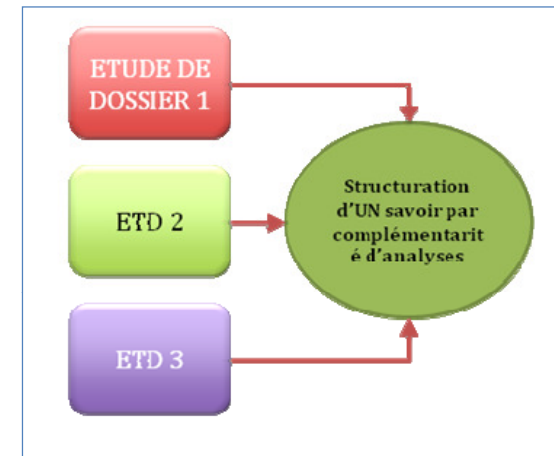
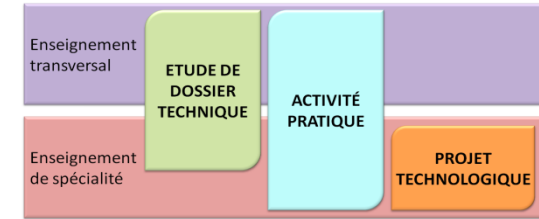
4.1 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Etude de dossier technique

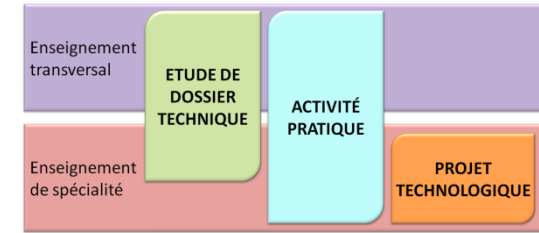
PHASE DE RESTITUTION



L'ensemble de ces travaux donne lieu à un résumé, et à une restitution devant l'ensemble de la classe sous forme d'une présentation multimédia.



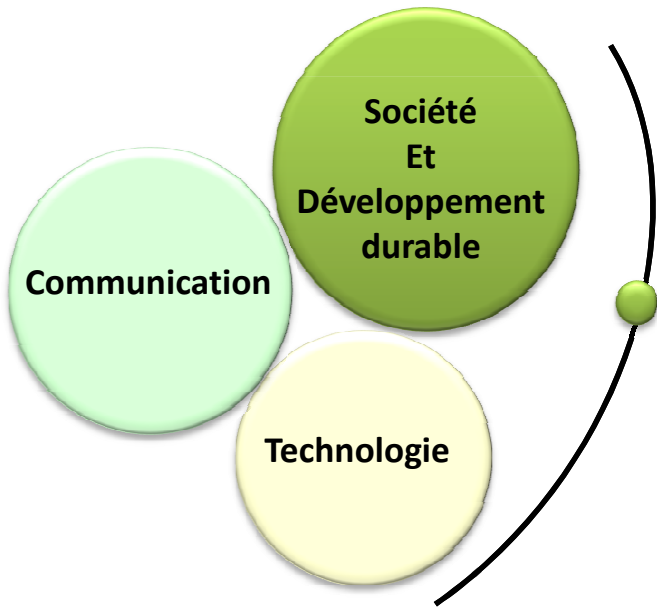
4.2 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE



Activités pratiques



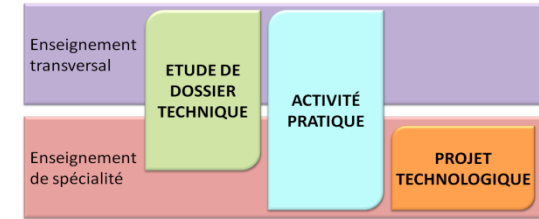
Activité pratique de découverte ou de conformation, menée en binôme et proposant une interaction entre l'élève et un support réel.



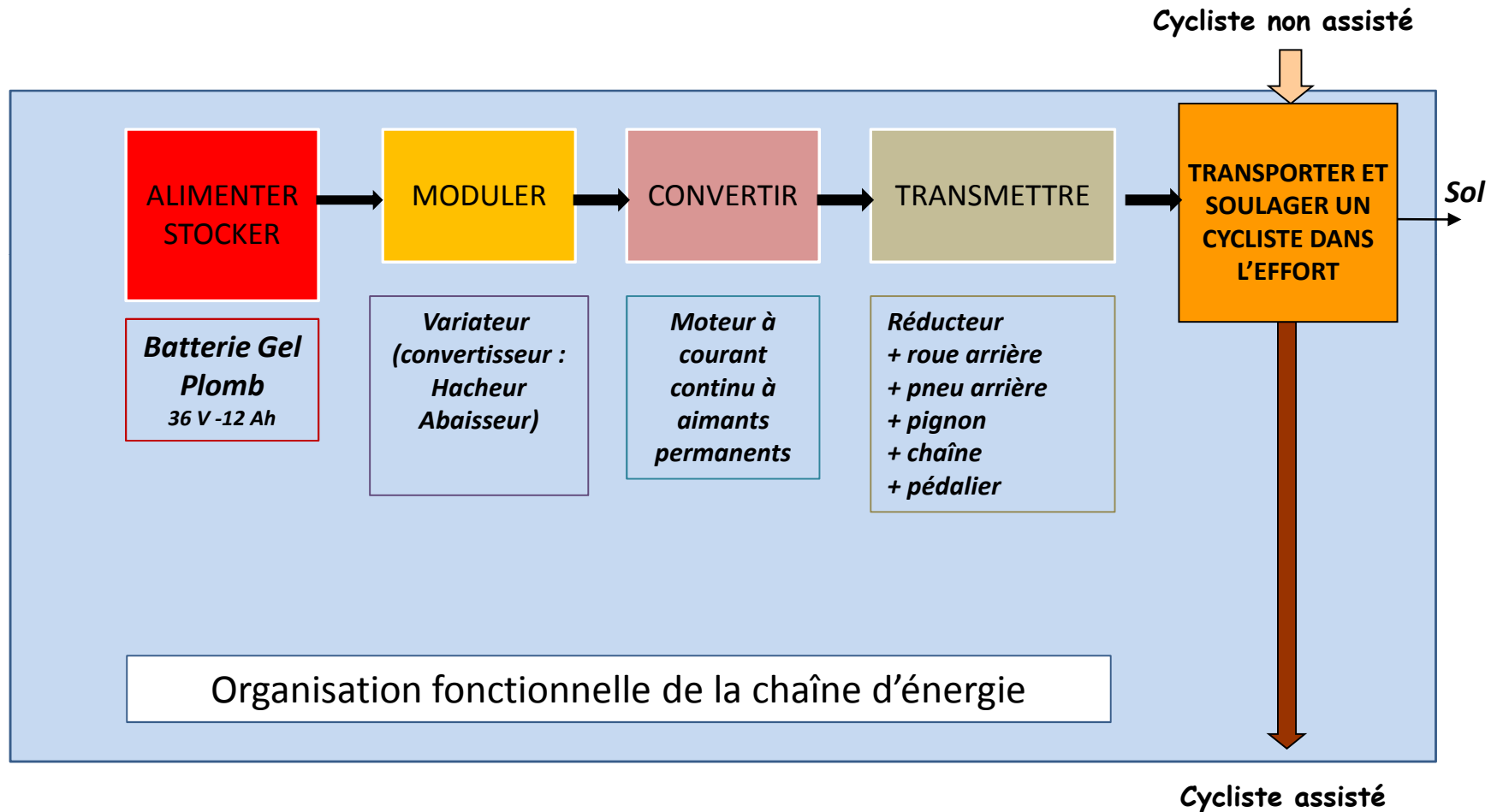
Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système

4.2 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Activités pratiques

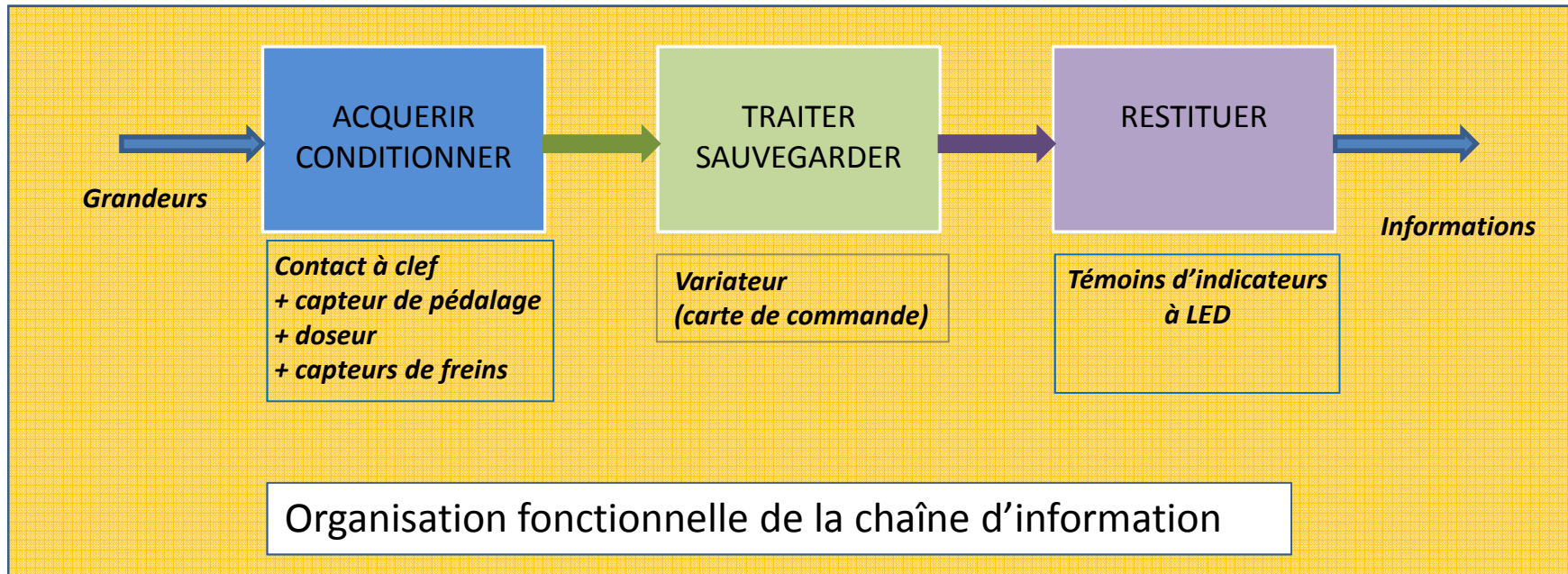
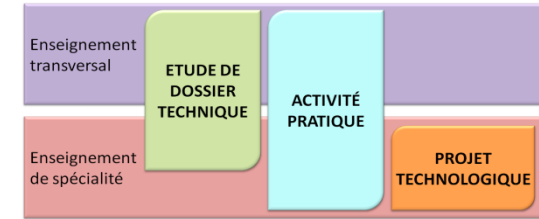


- ACTIVITE 2 : Approche fonctionnelle du système –TP découverte



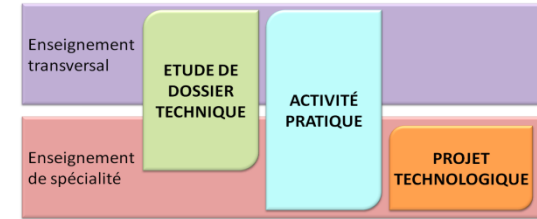
4.2 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Activités pratiques



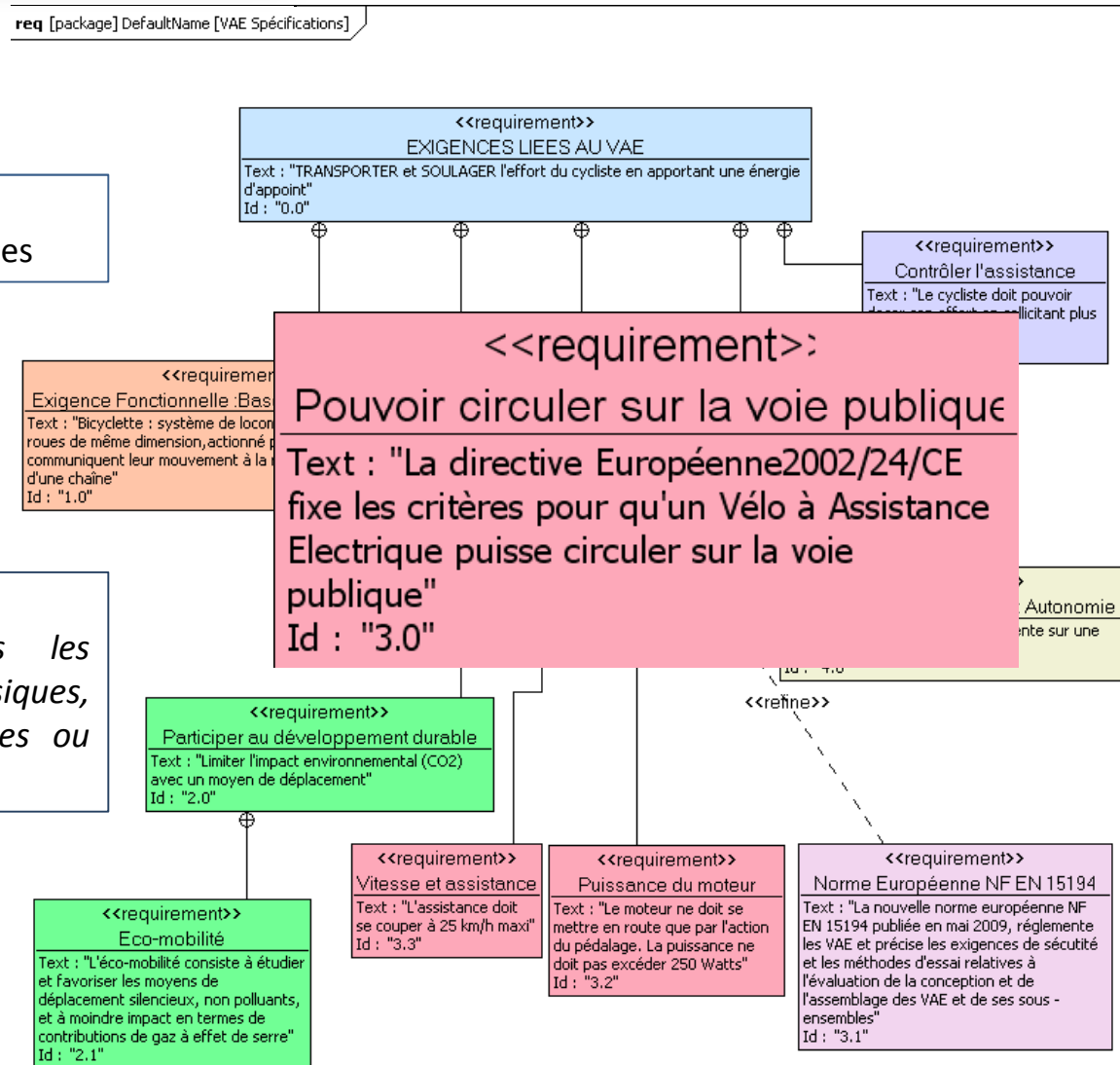
4.3 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Activités pratiques



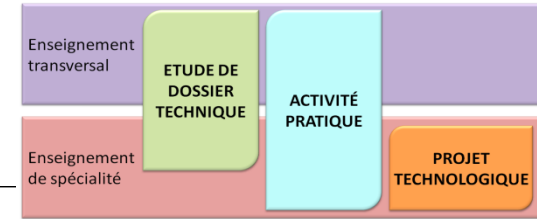
Représentation symbolique :
SysML diagramme d'exigences

Rappel :
Utilisé pour collecter toutes les exigences techniques, physiques, légales, commerciales, normatives ou autres.



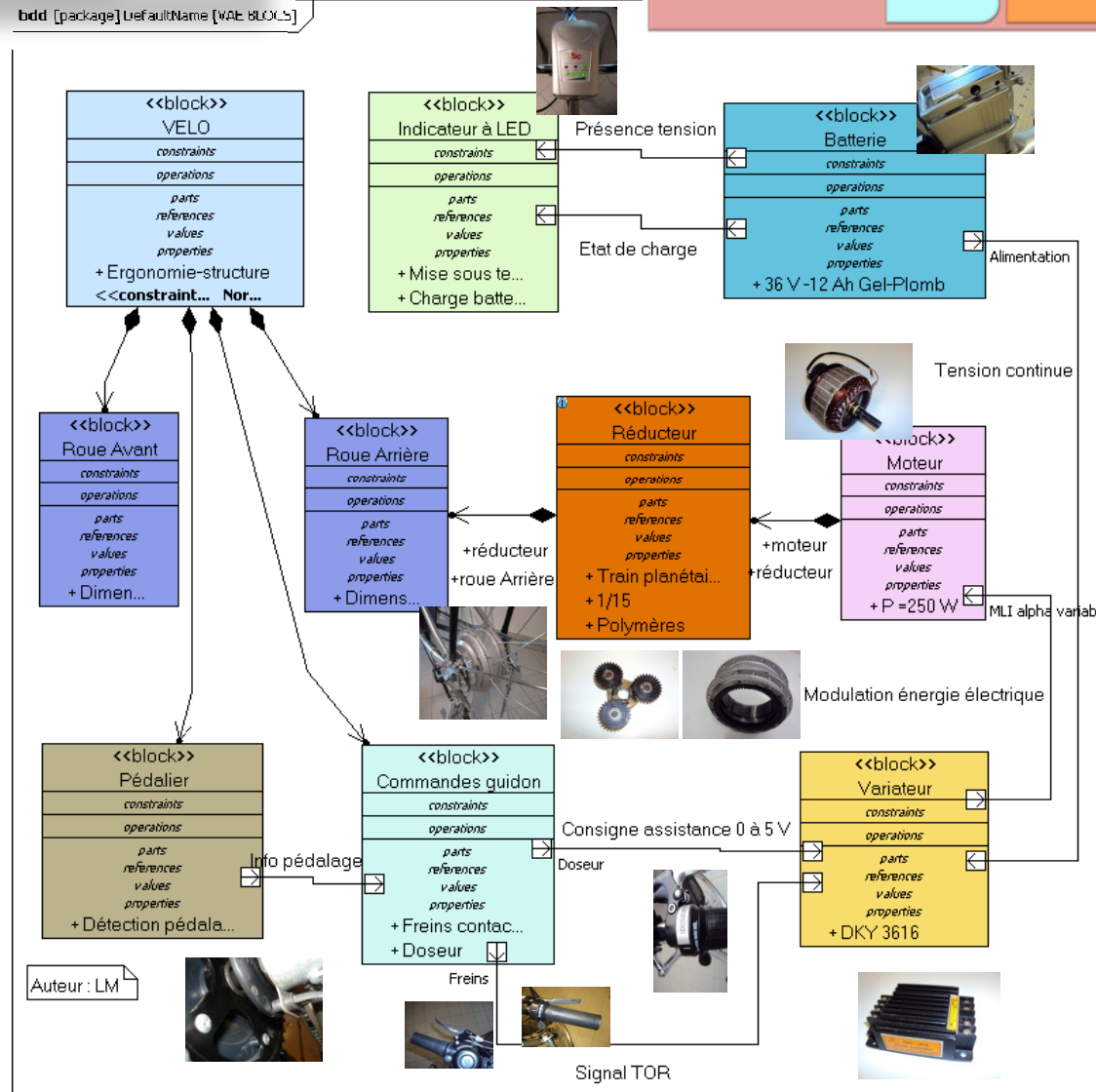
4.3 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Activités pratiques



Représentation symbolique :
SysML diagramme blocs

Rappel :
Il donne une représentation statique des entités du système, de leurs propriétés, de leurs opérations, de leurs contraintes.

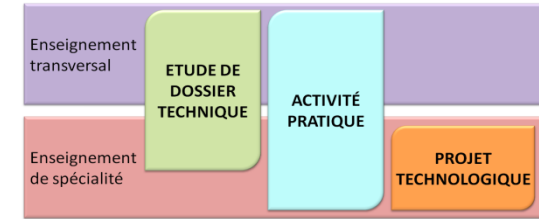


Auteur : LM

4.3 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Activités pratiques

Configurer le système, décrire un fonctionnement.



Notice d'utilisation EVAD VELOECO

Avertissements de sécurité

Conditions d'emploi : le système doit être installé de manière stable sur une surface plane et horizontale. Ne pas faire fonctionner le système sur le support mobile (chariot) servant à le déplacer.

Vérifications avant utilisation : nous recommandons de vérifier régulièrement le serrage du Home-Trainer, les différents serrages du vélo notamment : selle, roues, guidon, unité de résistance ainsi que le verrouillage de la batterie. Les pneus doivent être gonflés à 3,8 bars. Les connecteurs batterie et boîtier didactique doivent être correctement insérés. Il est impératif de bien respecter les polarités indiquées sur les boîtiers didactiques.

Précautions d'emploi : le carénage possède une trappe permettant l'accès à l'embrayage manuel de l'unité de résistance. Cette trappe doit être fermée lors du fonctionnement du moteur. Tout accès à l'Unité de Résistance de la roue arrière doit s'effectuer hors tension. Il appartient au professeur de vérifier le câblage du boîtier didactique commande/puissance avant la mise sous tension ainsi que pour le boîtier didactique du chargeur. La manutention de la batterie (13kg) demande une attention particulière.

Démarrage du système

Etape 1 : Câbler le boîtier didactique commande/puissance
Le câblage pour faire fonctionner le système est le suivant :

- Relier les bornes + et - de la batterie aux bornes + et - du variateur
- Relier les bornes + et - de la sortie variateur aux bornes + et - du moteur

Etape 2: Tourner la clé de contact en position marche

Le voyant vert « présence tension » du boîtier didactique doit être allumé.
Le voyant « marche » du module de contrôle à LED doit être allumé.

Etape 3 : Mise en route du moteur

1. Pour le premier démarrage l'unité de résistance sera débrayée.
2. Positionner le doseur d'assistance à mi-course.
3. Mettre en route le compteur (appui sur le bouton central)
4. Actionner le pédalier.

Sur la détection de pédalage le moteur doit se mettre en route.
Un arrêt du pédalage provoque l'arrêt du moteur.
L'appui sur l'un des deux freins doit également stopper immédiatement le moteur. L'action sur le frein est signalé par l'allumage de la LED rouge située sur la partie commande du boîtier didactique.

Etape 4 : Fonctionnement en charge

1. Ouvrir la trappe arrière et actionner le système d'embrayage de l'unité de résistance : appuyer sur la pédale noire et appuyer sur la pédale rouge pour déverrouiller ; accompagner jusqu'à positionnement du galet sur la roue en faisant attention à la puissance du ressort.
2. Mettre en route le moteur (via le pédalage).
3. Actionner les différentes position (1 à 5) de l'unité de résistance : suivant la position du doseur d'assistance, la vitesse affichée sur le compteur doit varier.

Après arrêt du moteur et mise hors tension du système, pour débrayer l'unité de résistance, ouvrir la trappe arrière et appuyer sur la pédale noire jusqu'à enclenchement de la position.

Notice d'utilisation EVAD VELOECO

Exploitation du système

Batterie : contrôle de la charge
La batterie doit être chargée pour faire fonctionner le vélo. Une charge insuffisante sera détecté par le variateur qui bloquera la mise en route du moteur. Cette charge peut être vérifiée via le module de contrôle. Voir le Dossier Technique pour la procédure de charge

Batterie : Extraction / insertion
Faire basculer la selle : la débloquant en tirant sur la poignée située sous la selle
Débrancher le câble d'alimentation
Déverrouiller et retirer la batterie.
Insertion : insérer la batterie en prenant garde au compteur.
Rebrancher le câble d'alimentation et verrouiller.

Home-Trainer
Le contrôle de l'unité de résistance s'effectue au moyen de la poignée tournante à 5 positions situées à gauche sur le guidon.

Doseur d'Assistance
Le doseur d'assistance permet de contrôler, via une manette rotative, la puissance électrique du moteur entre 0 et 100%. C'est un capteur à effet hall.

Compteur
Le bouton central du compteur permet sa mise en marche (première appui) et le défilement des différents affichages. Voir Dossier Technique

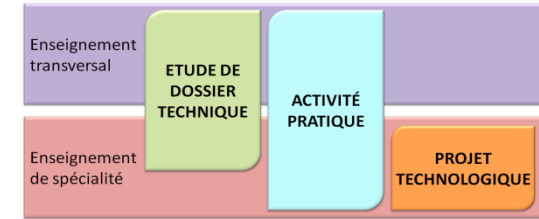
Accessibilité : poignée, Home-Trainer, Module de contrôle à LED

Entretien du système : le système EVAD ne demande que très peu d'entretien Moteur sans entretien (graissage permanent garanti pour 60 000km); Vérifier régulièrement la pression des pneus (notamment arrière) à 3,8 bars et l'usure des freins. Lubrifier la chaîne et les câbles au minimum une fois par an .
Batterie : la batterie doit être conservée chargée. Elle ne doit pas rester plus de 3 mois sans charge. A stocker dans un endroit sec – éviter les températures négatives – Une batterie stockée déchargée se détériore irrémédiablement.

Guide de Dépannage Rapide

Problème	Cause possible	Remèdes
Pas de présence tension	Fusible batterie HS Connectique	Changer le fusible (25A) Vérifier la connexion du fil batterie
Le moteur ne fonctionne pas	Connectique Frein enclenché Doseur à zéro	Vérifier la connexion du boîtier Relâcher le frein (LED rouge éteinte) Manœuvrer le doseur
Fonctionnement anormal de la vitesse	Batterie trop faible	Recharger complètement la batterie
Le compteur n'affiche pas la vitesse	Capteur (sur le rayon de roue arrière) Pile trop faible	Ajuster le positionnement du capteur Remplacer la pile

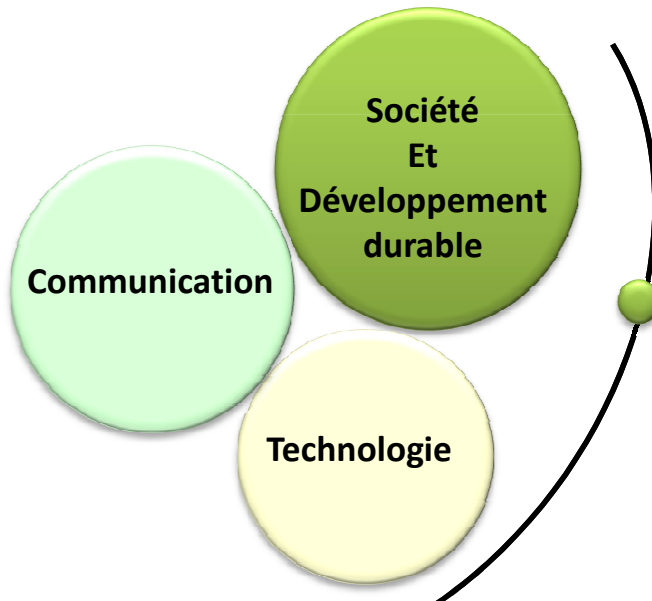
4.4 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE



Activités pratiques



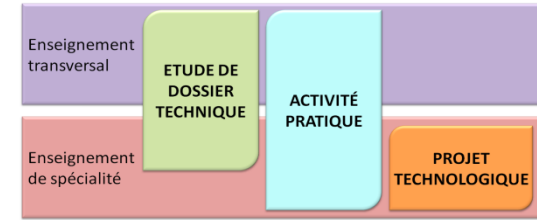
Activité pratique de découverte ou de confortation, menée en binôme et proposant une interaction entre l'élève et un support réel.



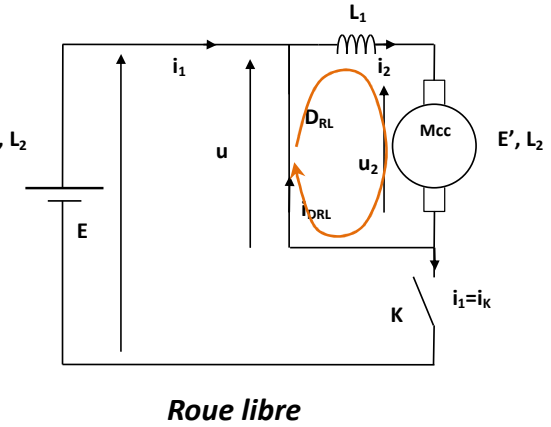
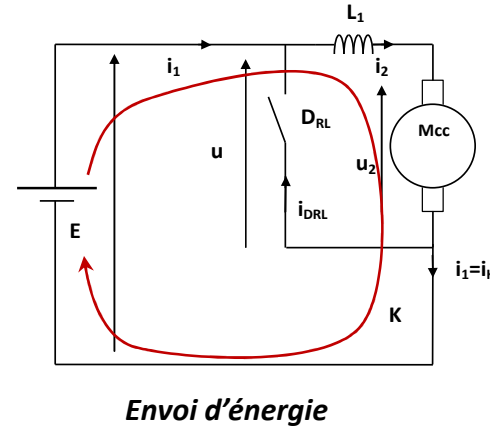
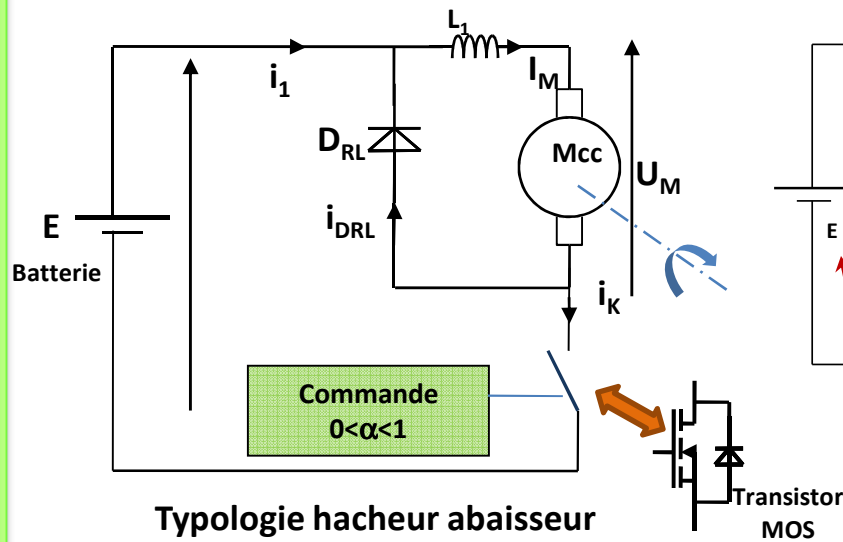
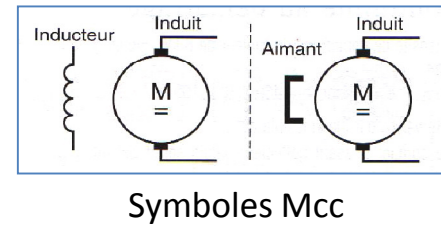
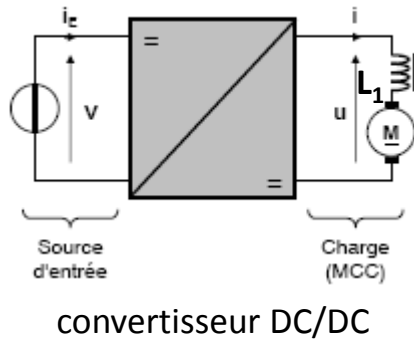
Utiliser un modèle de comportement pour prédire un fonctionnement ou valider une performance

4.4 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Activités pratiques



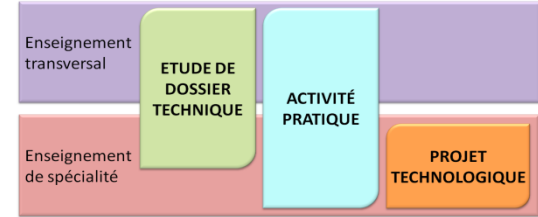
ACTIVITE 3 : Approche comportementale



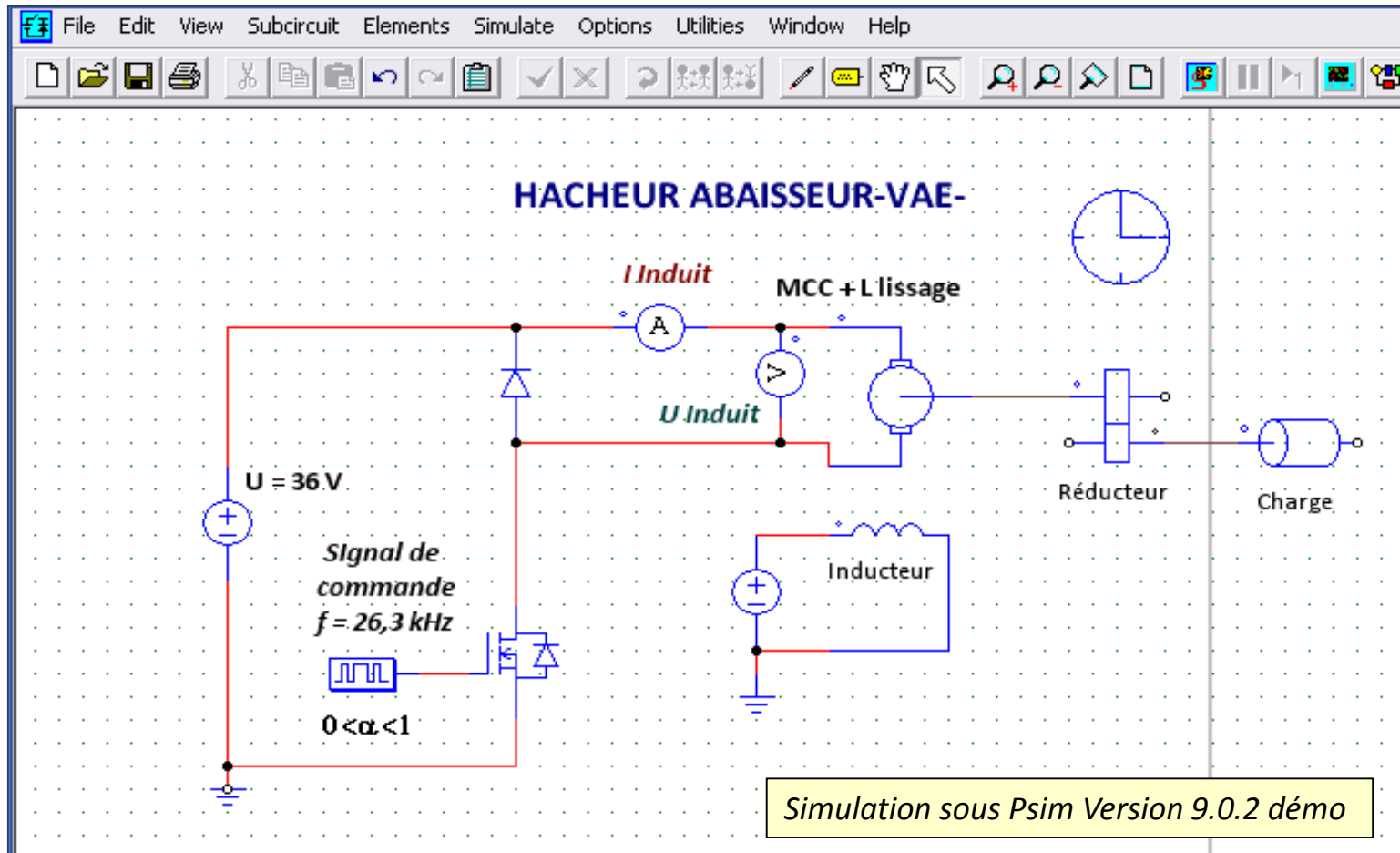
Phases de fonctionnement

4.4 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Activités pratiques



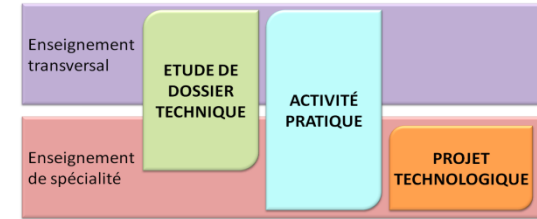
Modèle de simulation



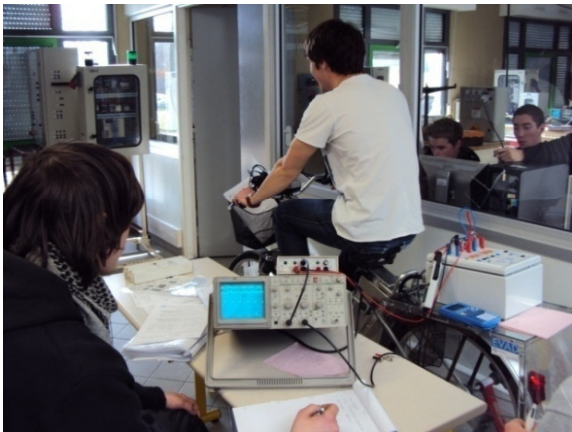
Identification des variables du modèle

4.4 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

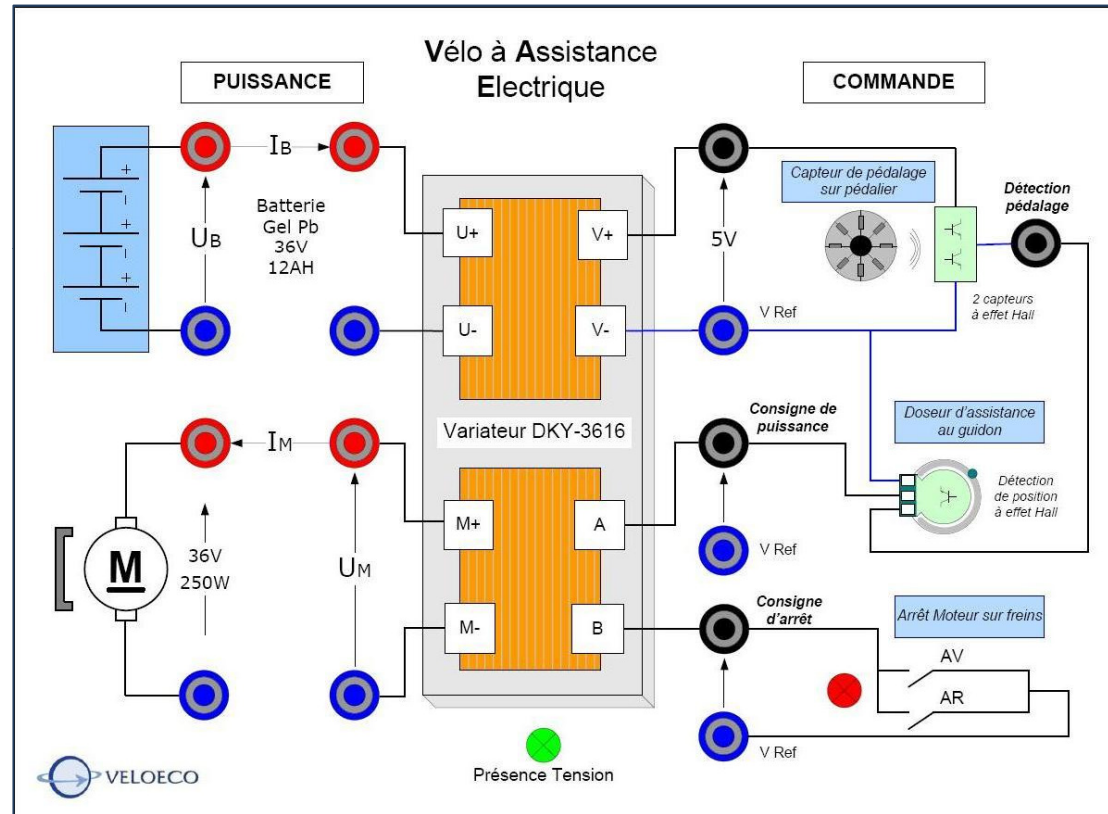
Activités pratiques



Relevés de u_{moteur} et i_{moteur} pour un point de fonctionnement



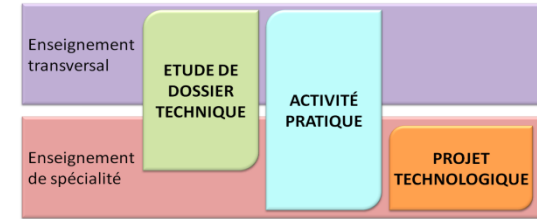
- Masse du cycliste : 78 kg
- Unité de résistance : position 2
- Tension Batterie $U_{\text{BAT}} = 36 \text{ V}$



Boîtier interface d'acquisition

4.4 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

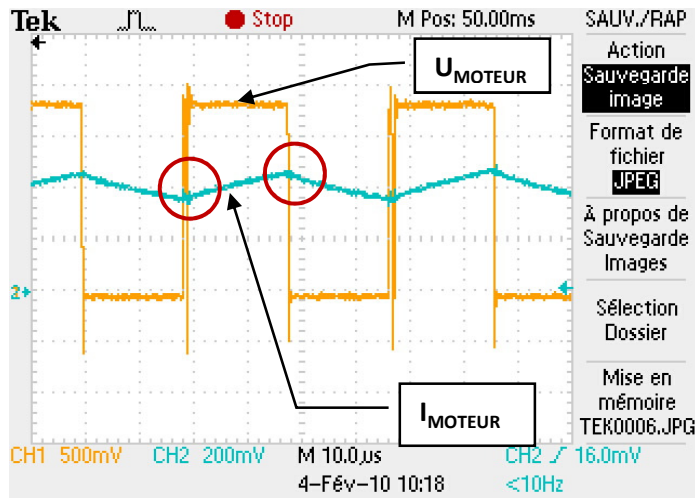
Activités pratiques



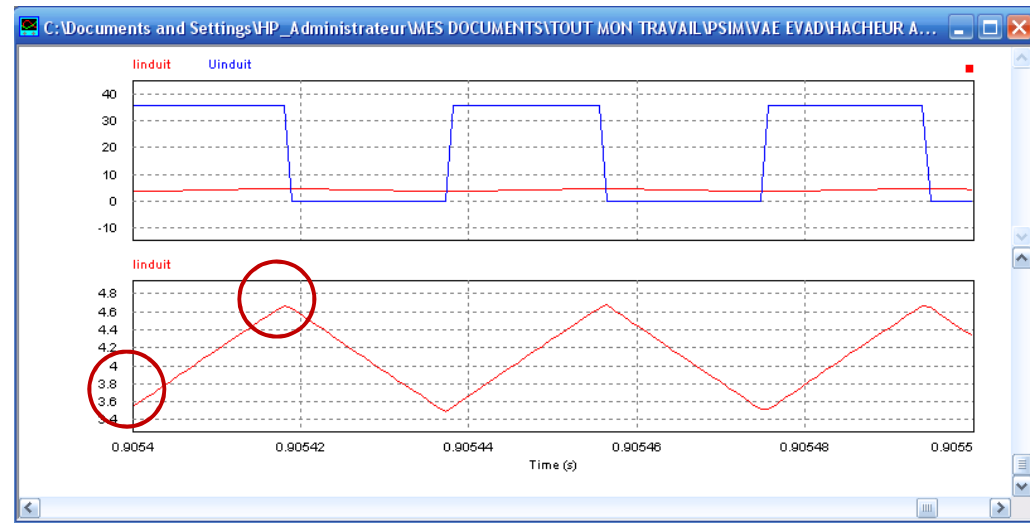
Simulation et comparaison des résultats obtenus au système réel.

▪Doseur position ¼ - $V_A = 2\text{ V}$

$\alpha = 0,5 - Cr = 5,6\text{ N.m}$



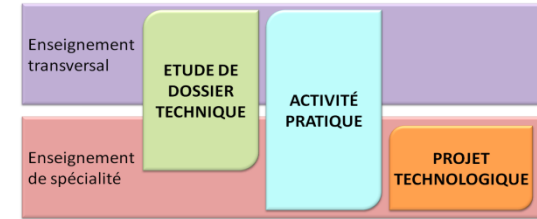
- CH1 : signal de la tension (sonde : x 20)
- CH2 : signal du courant (sonde : 100 mV/A)



- Période de hachage : $T = 3,8 \times 10^{-6}\text{ s} = 38\text{ }\mu\text{s}$
- Fréquence de hachage : $F = 1/T = 26,3\text{ kHz}$
- Rapport cyclique : $\alpha = t_1/T = 19/38 = 0,5$
- Tension moyenne : $\langle U \rangle = \alpha \times U_{BAT} = 18\text{ V}$
- Courant : $I_{MAX} = 4,6\text{ A}$; $I_{MIN} = 3,6\text{ A}$;
- Courant moyen = $4,2\text{ A}$

4.4 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

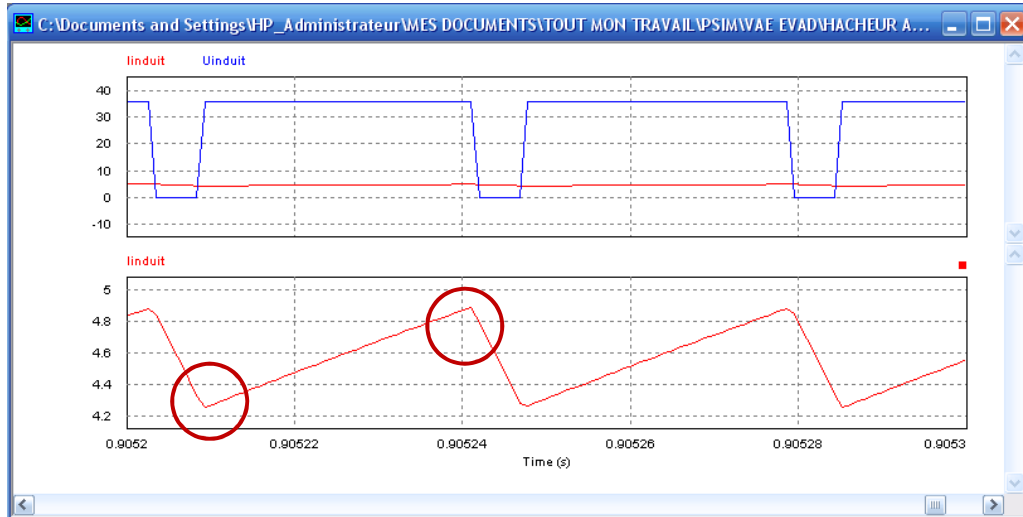
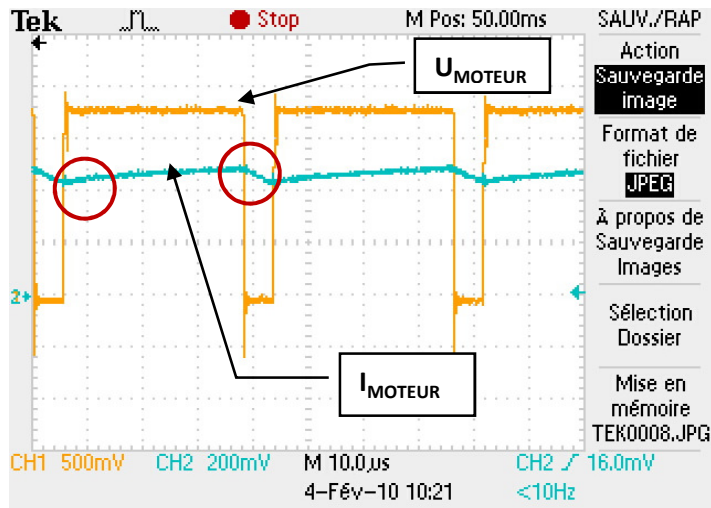
Activités pratiques



Simulation et comparaison des résultats obtenus au système réel.

▪ Doseur position 2/3 - $V_A = 3\text{ V}$

$\alpha = 0,8 - Cr = 6\text{ N.m}$

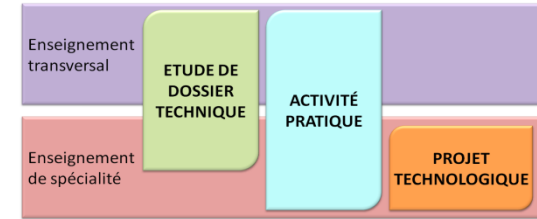


- CH1 : signal de la tension (sonde : x 20)
- CH2 : signal du courant (sonde : 100 mV/A)

- Période de hachage : $T = 3,8 \times 10^{-5}\text{ s} = 38\text{ }\mu\text{s}$
- Fréquence de hachage : $F = 1/T = 26,3\text{ kHz}$
- Rapport cyclique : $\alpha = t1/T = 32/38 = 0,84$
- Tension moyenne : $\langle U \rangle = \alpha \times U_{BAT} = 30\text{ V}$
- Courant : $I_{MAX} = 4,9\text{ A}$; $I_{MIN} = 4,2\text{ A}$;
- Courant moyen = 4,55 A

4.4 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

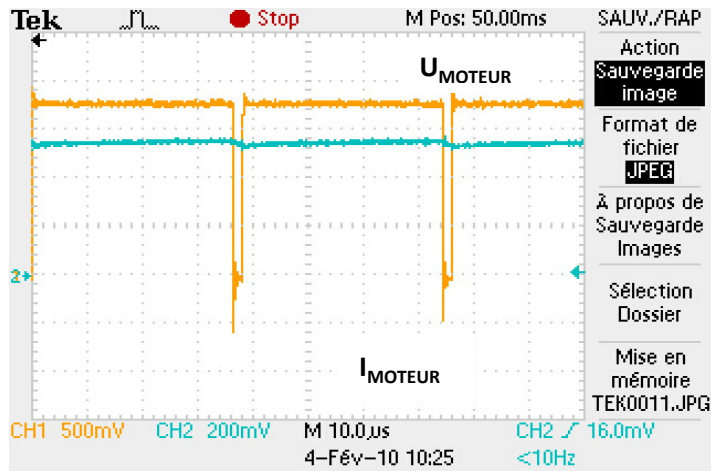
Activités pratiques



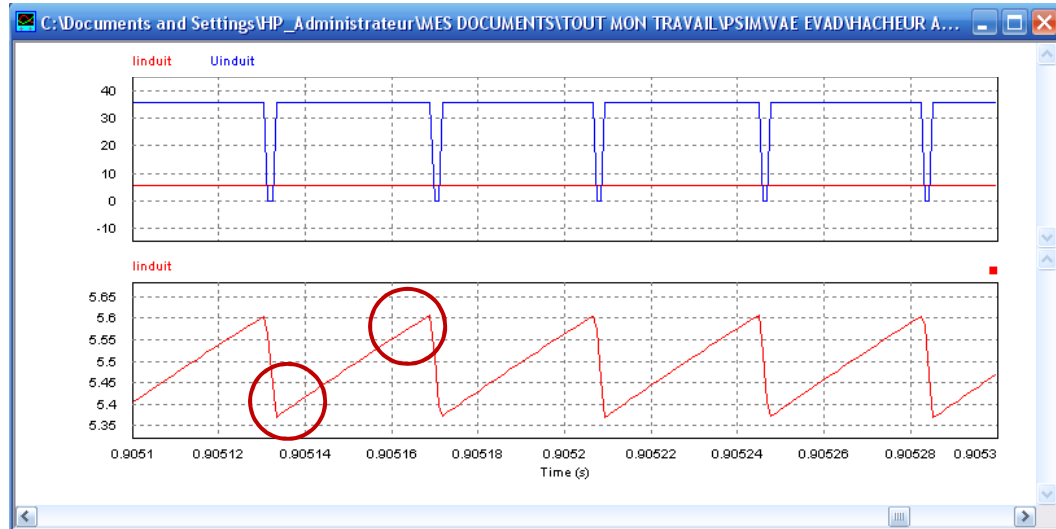
Simulation et comparaison des résultats obtenus au système réel.

▪ Doseur : position max - $V_A = 4,2 \text{ V}$

$\alpha = 0,95 - Cr = 7,5 \text{ N.m}$

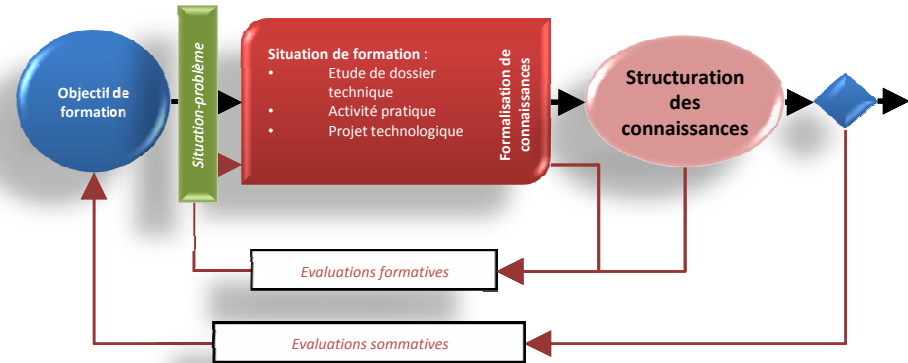
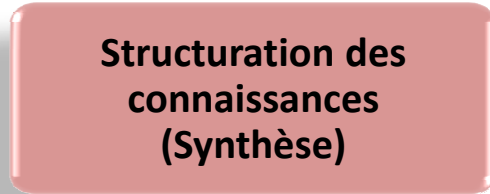


- CH1 : signal de la tension (sonde : x 20)
- CH2 : signal du courant (sonde : 100 mV/A)



- Période de hachage : $T = 3,8 \times 10 \mu\text{s} = 38 \mu\text{s}$
- Fréquence de hachage : $F = 1/T = 26,3 \text{ kHz}$
- Rapport cyclique : $\alpha = t1/T = 36/38 = 0,94$
- Tension moyenne : $\langle U \rangle = \alpha \times U_{BAT} = 34 \text{ V}$
- Courant : $I_{MAX} = 5,6 \text{ A}$; $I_{MIN} = 5,2 \text{ A}$;
- Courant moyen = $5,4 \text{ A}$

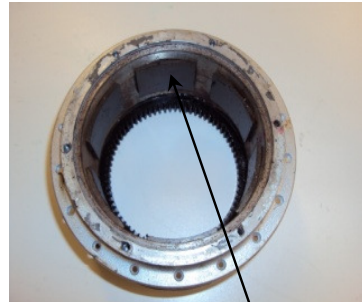
4.6 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE



CONSTITUTION MCC :



MCC



Aimants permanents Inducteurs (STATOR)



Bobinages Induit (ROTOR) Collecteur



Balais

EQUATIONS :

$$U = E' + R.I$$

$$E' = Ke.\Omega$$

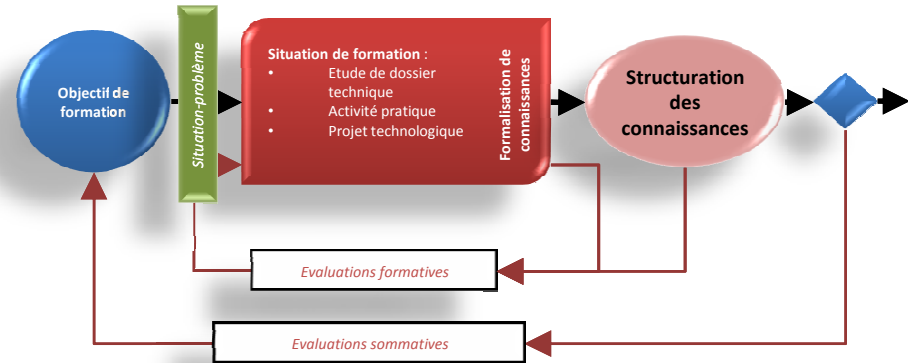
$$Pa = U.I$$

$$Pm = Cm.\Omega$$

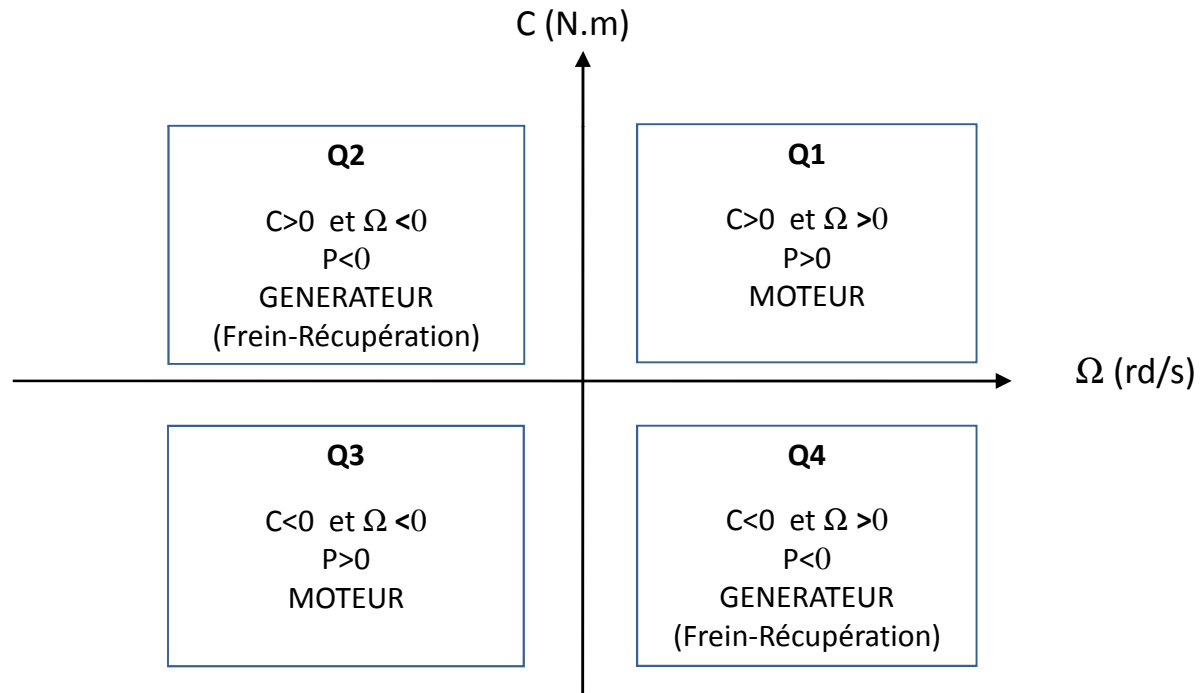
$$Tem = Kt.I$$

4.6 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

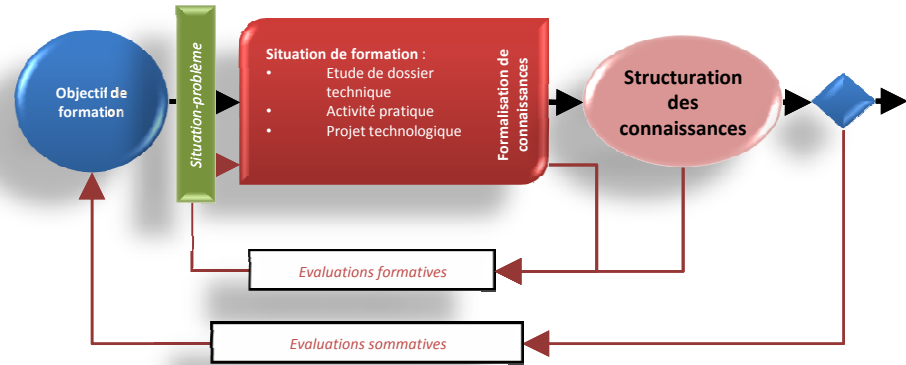
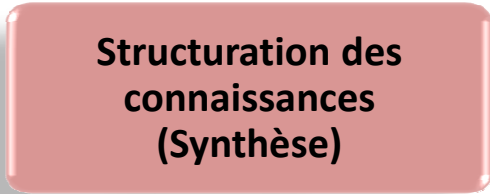
Structuration des connaissances
(Synthèse)



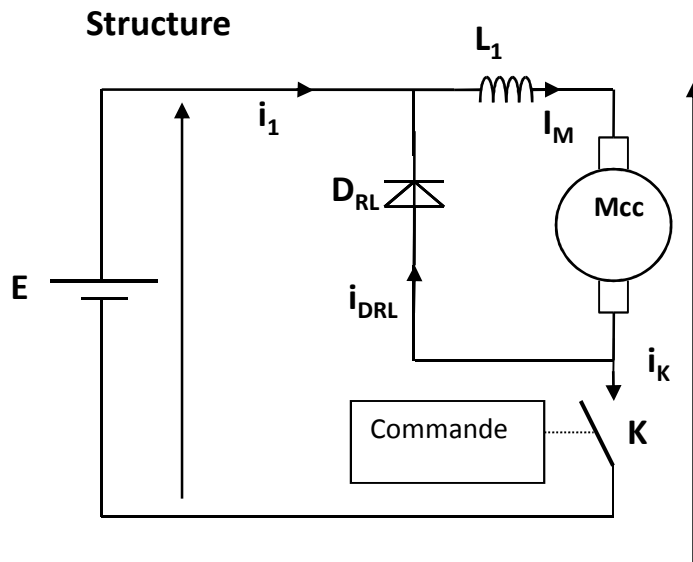
QUADRANTS DE FONCTIONNEMENT :



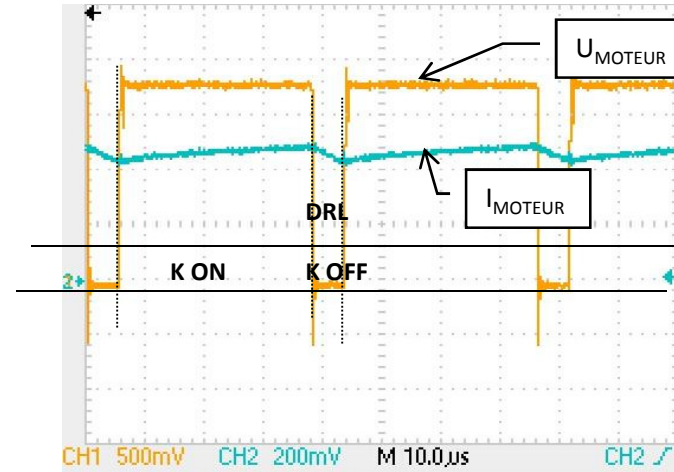
4.6 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE



HACHEUR ABAISSEUR (Convertisseur DC/DC) :



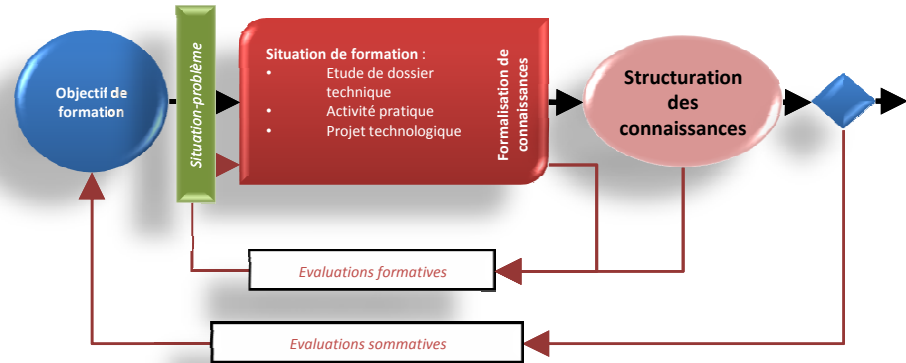
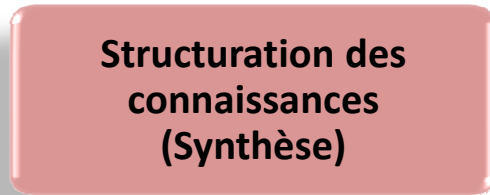
Formes d'ondes de U_{MOTEUR} et I_{MOTEUR}



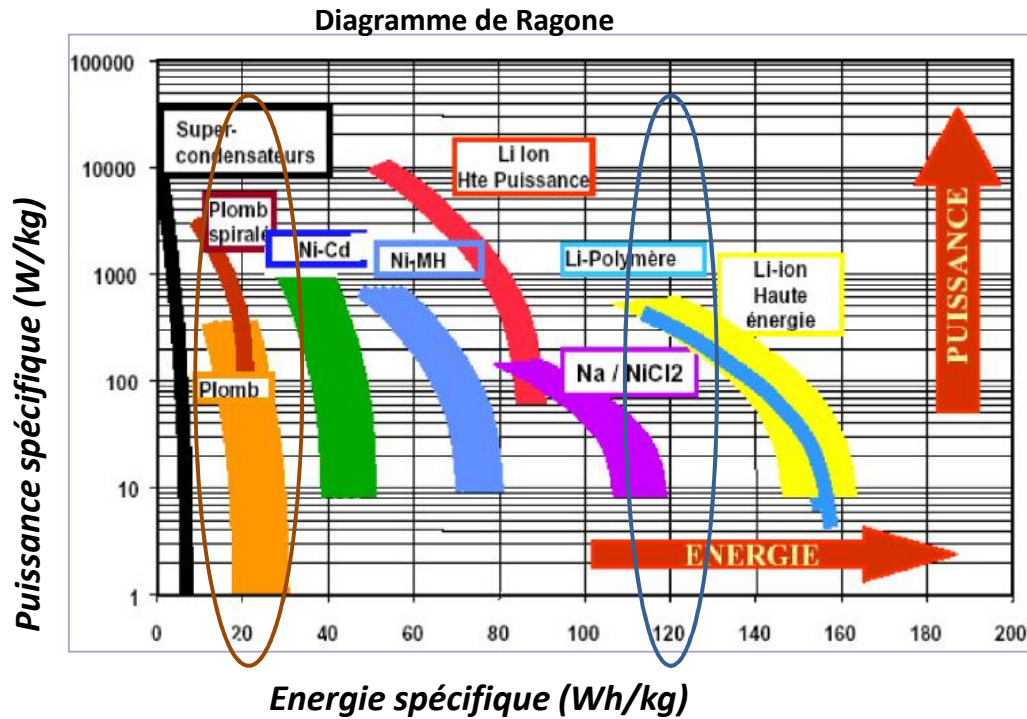
Relations

- Tension moyenne aux bornes du moteur $\langle U \rangle = \alpha E$
- Courant moyen dans le moteur $\langle I_M \rangle = \frac{I_{max} + I_{min}}{2}$
- Le rapport cyclique α est défini par $\alpha = \frac{t1}{T}$

4.6 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE



COMPARATIF DES BATTERIES DU VAE



• Batterie Gel-Plomb :

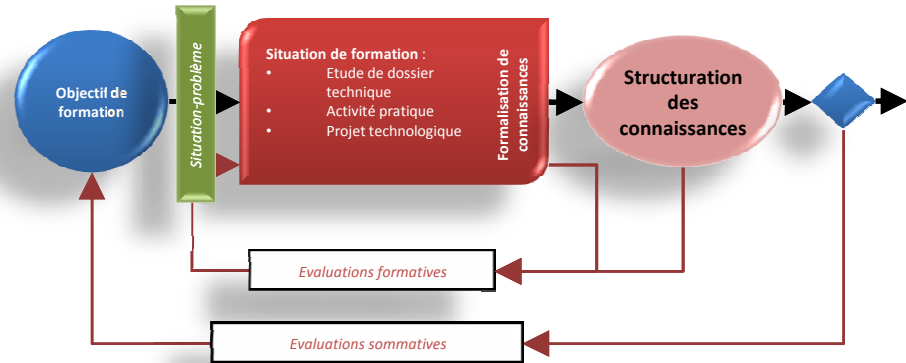
$$W = 36 \times 12 = 432 \text{ Wh pour } 13 \text{ kg Soit } 33 \text{ Wh/kg}$$

• Batterie Lithium-Polymères :

$$W = 36 \times 10 = 360 \text{ Wh pour } 3 \text{ kg soit } 120 \text{ Wh/Kg}$$

4.6 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Structuration des connaissances (Synthèse)



COMPARATIF DES BATTERIES DU VAE

TYPE	Tension nominale	Capacité	Masse	Nombre de recharges (suivant profondeur décharge)	Durée de vie années	Temps de charge complet	Auto décharge mensuelle	Autonomie à 100% d'assistance	Effet mémoire	Prix	Différence de prix à l'achat	Standardisation	Niveau de sécurité
Gel Plomb	36 Volts	12 Ah	13 Kg	300 à 400	3 à 4 ans	6 h	30%	40 à 60 km	NON	172,00 €	-	OUI	Excellent
Lithium Polymères KOKAM	37 Volts	10 Ah	3 Kg	1000 à 1500	4 à 5 ans	5 h	1%	40 à 60 km	NON	559,00 €	+ 444,00 €	NON	Excellent

4.6 EXPLOITATION PEDAGOGIQUE

Structuration des connaissances (Synthèse)

➤ **Equation générale de la dynamique :**

▪ **J** : moment d'inertie (kg.m²)

$$J \frac{d\Omega}{dt} = \Sigma C$$

➤ **Couple résistant C_r exercé sur la roue (N.m) :**

▪ **F_r** : efforts s'opposant au déplacement, **R_r** = rayon de la roue (m)

$$C_r = F_r \cdot R_r$$

➤ **Vitesse angulaire Ω_r de la roue (rd/s) :**

▪ **V** : vitesse de déplacement du VAE (m/s)

$$\Omega_r = V / R_r$$

➤ **Vitesse angulaire Ω_m du moteur (rd/s) (rapport de réduction R):**

$$\Omega_m = \Omega_r / R$$

➤ **Puissance P_r à fournir à la roue (W) :**

▪ **V** : vitesse de déplacement du VAE (m/s)

$$P_r = F_r \cdot V$$

ou

$$P_r = C_r \cdot \Omega_r$$

➤ **Couple moteur C_m (N.m) (η : rendement du réducteur) :**

$$C_m = (C_r / \eta) \times R$$

➤ **Puissance P_u du moteur (W)**

$$P_m = P_u = C_m \times \Omega_m$$

➤ **Effort s'opposant au déplacement (N) :**

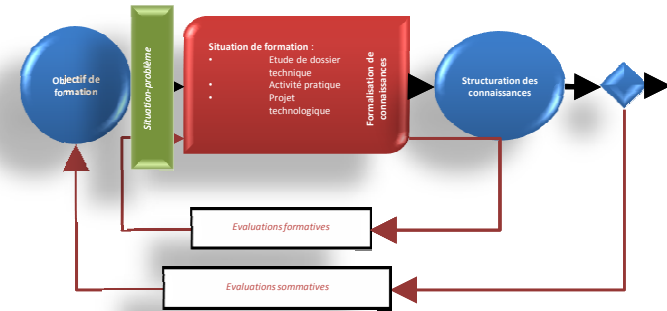
$$F_r = F_{roul} + F_{aéro} + F_{pente} + F_{accé}$$

▪ **F_{roul}** : force de roulement, (**K_r** coefficient de frottement de roulement)

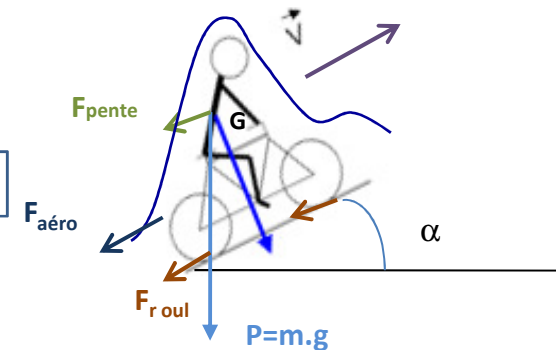
▪ **F_{aéro}** : force de frottement aérodynamique, (**K_x** coefficient aérodynamique de traînée),

▪ **F_{pente}** : force de résistance liée à la pente,

▪ **F_{accé}** : force liée à une accélération constante γ (m.s⁻²)



RELATIONS DE MÉCANIQUE



$$F_{roul} = K_r \cdot m \cdot g$$

$$F_{aéro} = 1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot K_x \cdot S_f$$

$$F_{pente} = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$F_{accé} = m \cdot \gamma$$

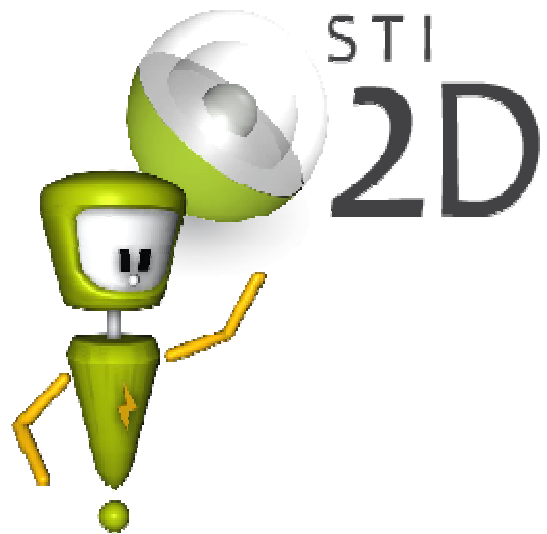
5. LIENS AVEC LES PROGRAMMES DE SCIENCES PHYSIQUES



Enseignement Tronc Commun	1 ^{er}	T	tax	Programme de Physique-Chimie	1 ^{er}	T
1.2.2 Mise à disposition des ressources				Habitat Gestion de l'énergie dans l'habitat		
Enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale	X		2	Transport et distribution de l'énergie électrique.	X	
1.2.3 Utilisation raisonnée des ressources	X		2	Vêtement et revêtement Propriétés des matériaux.		
Propriétés physico-chimiques, mécaniques et thermiques des matériaux				Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Flux thermique. Conductivité thermique des matériaux. Résistance thermique.	X	
2.1.1 Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie	X		3	Habitat Gestion de l'énergie dans l'habitat		
Caractérisation des fonctions relatives à l'énergie : production, transport, stockage, transformation, modulation, variation				Energie ; puissance. Conservation de l'énergie Énergie solaire : conversions photovoltaïque et thermiques. Modèle corpusculaire de la lumière : le photon, énergie d'un photon. Chaînes énergétiques. Rendement. Transport Mise en mouvement. Chaînes énergétiques. Énergie et Puissance. Puissance absorbée ; puissance utile ; réversibilité ; rendement. Convertisseurs électromécaniques d'énergie ; réversibilité. Rendement de conversion.		X

5. LIENS AVEC LES PROGRAMMES DE SCIENCES PHYSIQUES

Enseignement Tronc Commun	1 ^{er}	T	tax	Programme de Physique-Chimie	1 ^{er}	T
2.3.2 Comportement des matériaux				Habitat Gestion de l'énergie dans l'habitat		
Mécaniques (efforts, frottements, élasticité, dureté, ductilité)	X	X	2			
Thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement)		X	2	Energie interne ; température. Capacité thermique massique Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Flux thermique, résistance thermique. Caractéristiques thermiques des matériaux.	X	
Électrique (résistivité, perméabilité, permittivité)	X		2	Energie et puissance électriques : tension, intensité. Propriétés électriques des matériaux Grandeurs électriques caractérisant les dipôles : R, L, C, fem. Effet joule. Énergie stockée dans un condensateur, dans une bobine.	X	
2.3.3 et 2.3.5 Comportement mécaniques et énergétique des systèmes				Transport Mise en mouvement.		
Équilibre des solides : modélisation des liaisons, actions mécaniques, principe fondamental de la statique, résolution d'un problème de statique plane	X		3	Actions mécaniques : forces, moment de force, de couple. Transfert d'énergie par travail mécanique (force constante ; couple constant). Puissance moyenne. Conservation et non conservation de l'énergie mécanique Frottements de contact entre solides ; action d'un fluide sur un solide en mouvements relatifs.		X
Les paramètres de gestion de l'énergie liés au stockage et aux transformations	X		2	Référentiels, trajectoires, vitesse, vitesse angulaire, accélération. Énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation. Énergie cinétique d'un solide en mouvement de rotation ; moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe. Énergie potentielle de pesanteur. Énergie potentielle élastique. Énergie mécanique.	X	
3.2.2 Stockage d'énergie				Habitat Gestion de l'énergie dans l'habitat		
Mécanique, hydraulique ou pneumatique : sous forme potentielle et/ou cinétique	X	X	2	Pression absolue et relative. Pression dans un fluide incompressible, masse volumique, débit. Écoulement de liquide en régime permanent. Lois de conservation de l'énergie et de la masse. Pertes de charge.		X
				Santé Quelques outils du diagnostic médical.		
				Pression absolue et relative. Pression dans un fluide incompressible, masse volumique, débit. Écoulement de liquide en régime permanent. Lois de conservation de l'énergie et de la masse. Pertes de charge.		
Chimique : piles et accumulateurs, combustibles, carburants, comburants	X	X	2	Energie chimique : Transformation chimique d'un système et effets thermiques associés Combustions ; combustibles ; comburants. Avancement et Bilan de matière Pouvoir calorifique d'un combustible (J/kg) Protection contre les risques des combustions.		
				Transport Mise en mouvement. Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme thermique. Combustion. Isomérisation de chaîne. Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique. Piles, accumulateurs, piles à combustible.		X



...Merci de votre attention...

UNE AUTRE REPRÉSENTATION DES CHAINES FONCTIONNELLES

