



donato_05

Propositions d'exploitation du produit e-Solex dans le cadre de l'enseignement d'exploration de sciences de l'ingénieur (S.I.)

Dossier conçu à partir des informations recueillies et relevées sur le produit e-Solex® V1

Une adaptation reste à faire pour une mise en œuvre sur le produit e-Solex® V2



Les marques « SOLEXINE », « VELOSOLEX », « SOLEX » et « e-Solex » sont des marques déposées, propriété du groupe Cible.

Mise en situation

Intérêts du produit dans le cadre de cet enseignement :

A une histoire avec
des évolutions
technologiques
et industrielles

Produit grand public
soumis à des normes et
réglementations

Aspect énergétique

Représentatif de la
démarche industrielle
appliquée à bon nombre
de produits actuels

A un impact
sur l'environnement

Permet d'aborder les
domaines du transport
et de l'éco mobilité,

Exploitable en
termes de mesures,
de modélisation et
d'essais



Mise en situation

www.e-solex.fr

[Dossier de presse](#)
(2006, e-Solex® V1)



e-Solex
LE SOLEX ELECTRIQUE

[Notice d'utilisation](#) (VF, 11/2006, e-Solex® V1)

Mise en situation

D'après la [Notice d'utilisation](#) (VF, 11/2006, e-Solex® V1)



- 1 : Guidon aluminium et poste de commandes
- 2 : Selle suspendue par amortisseur
- 3 : Logement de batterie avec verrouillage à clé
- 4 : Moteur électrique Brushless 36V-400W dans le moyeu arrière
- 5 : Feu de croisement avant. Feu de position et Stop arrière.
- 6 : Catadioptres latéraux oranges
- 7 : Catadioptre arrière rouge et plaque d'immatriculation
- 8 : Pédales repliables
- 9 : Coffre avant avec verrouillage à clé (charge maximum 0,3 kg)
- 10 : Porte-bagages (charge maximum 3 kg)
- 11 : Freins à disques mécaniques avant et arrière
- 12 : Béquille centrale à rappel par double ressort
- 13 : Rétroviseur
- 14 : Contacteur à clé: toutes les serrures fonctionnent avec la même clé (livrée en 2 exemplaires)



Mise en situation

e-Solex
LE SOLEX ELECTRIQUE

FICHE TECHNIQUE



D'après la Notice d'utilisation (VF, 11/2006, e-Solex® V1)

Caractéristiques et Performances :

- Moteur électrique dans le moyeu de la roue arrière
- 2 vitesses commandées par contacteur au guidon:
 - Vitesse I: 25 km/h - Vitesse II: 35 km/h
- Poids à vide: 40 Kg
- Autonomie:
 - environ 2h15' (soit 55 km) en vitesse < I >
 - environ 1h30' (soit 40 km) en vitesse < II >

De nombreuses
informations
exploitables qui
amènent certains
questionnements

Motorisation:

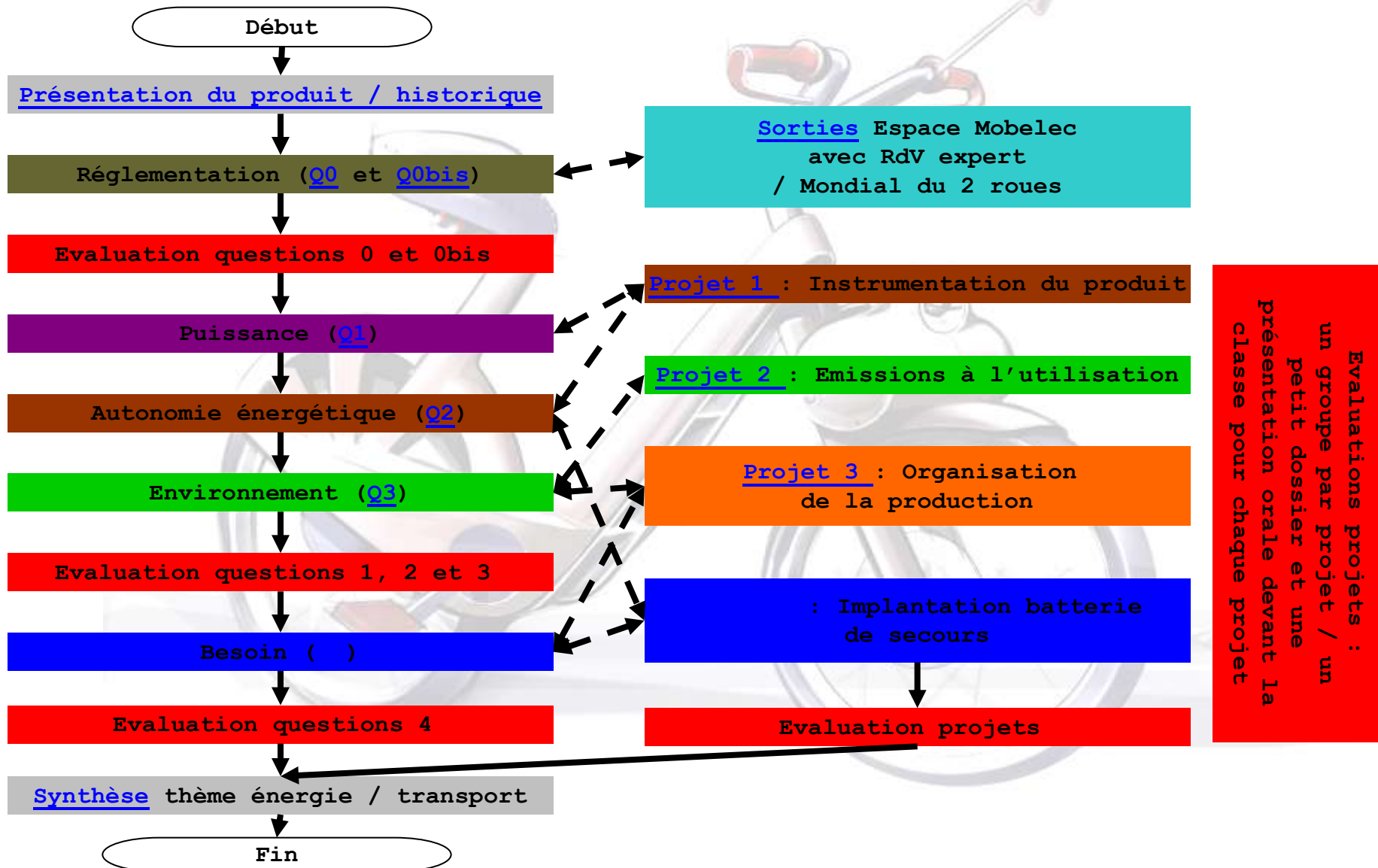
- Moteur: Brushless 400 W - 36 V
 - Batterie: Lithium-ion 36 V x 15 Ah
- Dimensions: 380x90x90 mm
Rechargeable: en 4 heures à 70%
en 8 heures à 100%
700 recharges
Poids: 5,0 Kg

Sécurité/confort:

- Freins: à disques mécaniques AV et AR
- Suspensions: Fourche AV mécanique
Selle articulée suspendue
- Roues AV et AR: Jantes à rayons 17 pouces
Pneus 17 pouces x 2 1/4
- Équipements: Compteur de vitesse - Indicateur de charge de batterie - Coffre AV à clé
Porte-bagages AR - Pédalier
Chargeur de batterie: Fourni



SOMMAIRE



[Lien vers ressources professeur](#)

Présentation du produit / historique

La dimension historique de la machine.

« Avec plus de 8 millions d'unités vendues de 1946 à 1988, le "[Solex](#)" a marqué la mémoire de plusieurs générations.

La « bicyclette qui roule toute seule » a laissé une empreinte indélébile dans la mémoire de plusieurs générations. Utilisé par tous, présent aussi bien à la ville qu'à la campagne, Solex verra son existence pérennisée par sa capacité à s'adapter aux changements techniques durant plus de quarante ans. »

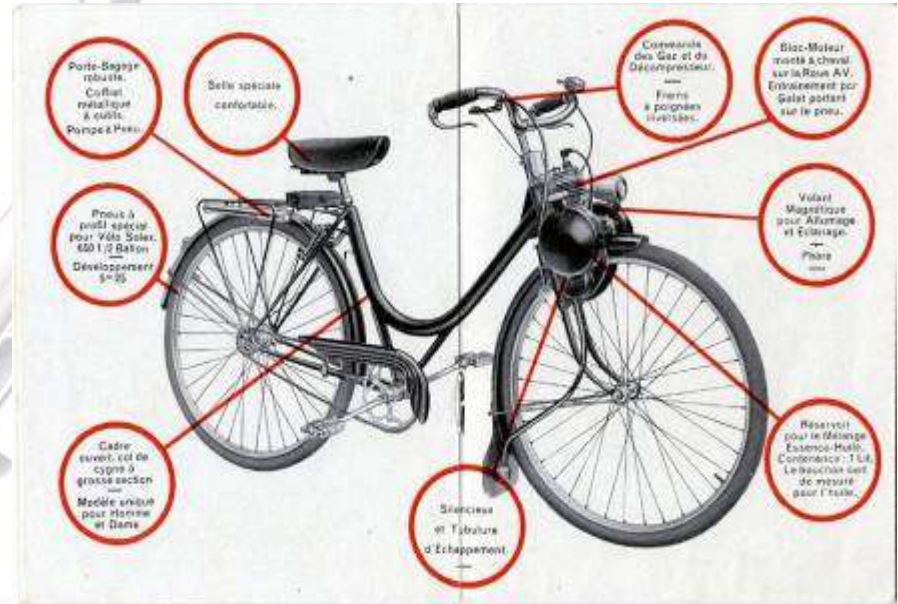


→ Cf. reportage sur le produit Solex (ARTE, 13/06/2010)

Présentation du produit / historique

Conçu durant la 2^{ème} guerre mondiale, le Solex a été commercialisé en 1946.

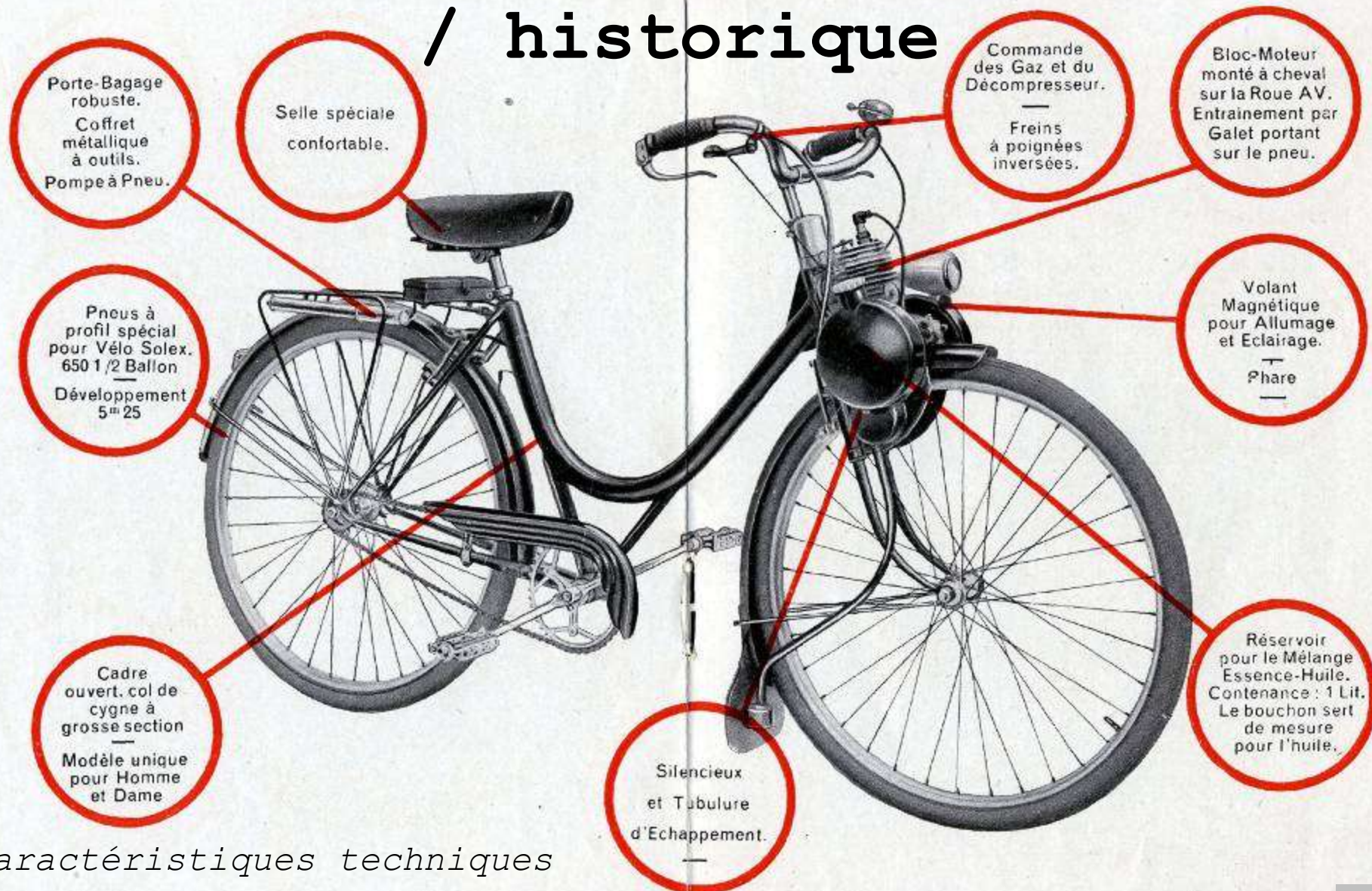
Dans le contexte difficile de l'immédiat d'après-guerre, la France en reconstruction est à la recherche d'un moyen de **transport économique** et **peu gourmand en énergie**. Le Solex, dont le **prix de vente est inférieur au salaire minimum** et dont la **consommation énergétique est très faible** fait un tabac. A l'aube de l'ère de l'automobile, le Solex fait figure de **moyen de__transport de masse**.



Le Vélosorex 45

→ ancien modèle présenté aux musée national des arts et métiers (75003 Paris)

Présentation du produit / historique



Caractéristiques techniques

Vélosorex 45 (modèle sans embrayage)

Présentation du produit / historique

Avec l'évolution des technologies et des techniques de fabrication, les cyclomoteurs vont évoluer (gamme Solex et concurrents) :

Arrivée de la couleur en 1971
et des petites roues



1959 : solex 1400,
1^{er} embrayage

1964 : passage des cadres
tubulaires aux poutres carrées



Puis les cycloports, toujours en 50cm³
inspirés des italiennes



Vélovap en 1959
avec embrayage



La fameuse « bleue » encore en
circulation dans de nombreux
pays africains

1949 :
première
« Mobylette »

Présentation du produit / historique

1964 : Peugeot 101-102



1970 :
Peugeot 104



1973 :
Peugeot GT10

1973 : Motobécane Mobyx



1967 : ciao
de Piaggio



Présentation du produit / historique

La dimension historique
de la machine.

Cyclomoteurs de
type « **Scooter** » :



Scooter PEUGEOT



VESPA 50



Scooter E-max



e-Solex

Et enfin
l'arrivée
des
véhicules
dits
«propres»

i-step racer de MATRA (VAE*)



Nouveau Vélosorex
(VAE*)



VAE* : vélo à assistance électrique

Présentation du produit / historique

La dimension historique de la machine (activités possibles) :

- Analyser les évolutions technologiques dans la gamme au fil des années (ressources documentaires fournies : notamment www.e-solex.fr, <http://www.bernique.fr/VSX-Rated/> et site « motobécane club de France ») :
 - cadre tubulaire ou poutre,
 - embrayage ou non,
 - transmission de puissance par chaîne ou galet, avec ou sans variateur,
 - moteur thermique et moteur électrique,
 - freins à patins, tambour ou disque,
 - Suspensions : fourche télescopique, à parallélogramme, fourche à balancier (earles), amortisseurs, ...
 - matériaux...
 - stockage d'énergie (capacité du réservoir, de la batterie), stockage supplémentaire (bidon, batterie)...



Réglementation (question n°0)

Introduction :

Pour pouvoir être commercialisé et circuler, un véhicule doit être homologué c'est à dire être conforme à la réglementation en vigueur. Le groupe *CIBLE* commercialise actuellement « le e-Solex® », un **cyclomoteur électrique**, et « le Vélosolex® », un **vélo à assistance électrique (V.A.E.)**.



Question : quels sont les aspects réglementaires précis qui différencient ces deux familles de cycles motorisés ?

[Ressources privilégiées](#)

[Éléments de réponse](#)

[Références au programme 2 SI](#)



Réglementation (question n°0)

Plan :

1_Rechercher et **consulter** la réglementation en vigueur concernant les deux roues à motorisation électrique.

2_Relever les points réglementaires spécifiques à chacune des deux catégories (cyclomoteur et VAE). Réaliser un tableau comparatif.

3_Vérifier et **justifier**, en consultant les caractéristiques techniques des deux produits (e-Solex® et Vélosolex®), que leur classification est correcte.

4_Trouver les conditions nécessaires pour pouvoir piloter ces véhicules au regard de la réglementation.

5_En déduire les catégories de publics visés par ces deux produits.



Réglementation (question n°0)

Ressources privilégiées :

- Légifrance® (article R. 311-1 du code de la route)
- Norme NF EN 15194 de mai 2009 « Cycles à assistance électrique Bicyclettes EPAC », (<http://www.afnor.fr/>)
- Normes cyclomoteurs électriques, éléments de réponse sur le lien suivant :
http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/motor_vehicles_technical_harmonisation/121024_fr.htm (directive européenne N°2002/24/CE du 18 mars 2002).
- site e-Solex® (www.e-solex.fr, dont rubrique FAQ)
- www.espacemobelec.fr (espace mobilités électriques - EDF/Mairie de Paris)
- <http://www.tousavelo.com> (conseil national des professions du cycle)

Wikipédia®, l'encyclopédie en ligne :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Vélosolex>
<http://fr.wikipedia.org/wiki/E-Solex>
http://fr.wikipedia.org/wiki/Vélo_à_assistance_électrique
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclomoteur>
http://fr.wikipedia.org/wiki/Scooter_électrique



Réglementation (question n°0)

Éléments de réponse (article R. 311-1 du code de la route):

Le V.A.E.



Ex : le Vélosolex®

R 311-1 : cycle à pédalage assisté : cycle équipé d'un moteur auxiliaire électrique d'une puissance nominale continue maximale de 0,25 kilowatt, dont l'alimentation est réduite progressivement et finalement interrompue lorsque le véhicule atteint une vitesse de 25km/h, ou plus tôt si le cycliste arrête de pédaler.

Tension maximale supportée : 50 volts.

Pas de commande du moteur par poignée, ni bouton. C'est le pédalage qui doit déclencher l'assistance. Éventuellement, il peut exister un réglage de l'assistance.

Pas d'assurance (responsabilité civile uniquement), pas de casque, pas d'âge minimum.

Le Cyclomoteur

Cylindrée inférieure à 50cm³ ou puissance maximale inférieure ou égale à 4kW

Vitesse maximale ne dépassant pas 45km/h



Ex : le e-Solex®

14 ans, BSR, assurance, immatriculation, casque homologué.

Réglementation

(question n°0)



Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique. Établir les liens entre structure, fonction et comportement. Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation. Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle. Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures. Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	<i>La réponse à un problème concret de société est privilégiée.</i> <i>L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège.</i> <i>L'analyse du comportement complète les approches structurelles</i> <i>Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux.</i> En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique. Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentation numérique du réel Représentations symboliques (fonctionnelle, structurelle, temporelle)	<i>Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples.</i> <i>La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.</i>
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système. Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Relations entrée/sortie d'un système. Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	<i>Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé.</i> <i>Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.</i>

Réglementation (question n°0bis)

Introduction :

Un **gestionnaire électronique**, appelé aussi « contrôleur », reçoit les informations en provenance du véhicule et de l'utilisateur et commande l'alimentation du moteur électrique. Il communique également des informations aux auxiliaires (compteur, ...).

Question : le gestionnaire associé à chaque famille de véhicule (cyclomoteur et V.A.E.) assure-t-il bien le respect des réglementations en vigueur ?

[Ressources privilégiées](#)

[Données complémentaires](#)

[Éléments de réponse](#)

[Références au programme 2 SI](#)



Réglementation (question n°0bis)

Plan :

1_Observer les chronogrammes fournis décrivant le comportement du contrôleur d'un V.A.E. (Vélosolex®).

Modéliser par une équation logique l'ordre d'alimentation du moteur d'assistance. **Remarque** : cette équation peut ensuite être modélisée par un logigramme et simulée pour validation (modèle / réalité) : PSIM®...

2_A l'aide : - des données complémentaires fournies (e-Solex®),
- d'essais réalisés sur le cyclomoteur (e-Solex®),

lister les informations et les solutions techniques correspondantes qui influent sur l'ordre d'alimentation du moteur de traction du cyclomoteur.

3_ Représenter, à l'aide d'un chronogramme, la relation entre ces informations (entrées du contrôleur) et l'ordre d'alimentation du moteur de traction du cyclomoteur (sortie du contrôleur).

Modéliser par une équation logique l'ordre d'alimentation du moteur de traction. **Remarque** : cette équation peut ensuite être modélisée par un logigramme et simulée pour validation (modèle / réalité) : PSIM®...

4_ Conclure sur la capacité de chacun des contrôleurs à assurer le respect des réglementations en vigueur.

Réglementation (question n°0bis)

Ressources privilégiées :

- Légifrance® (article R. 311-1 du code de la route)
- Norme NF EN 15194 de mai 2009 « Cycles à assistance électrique Bicyclettes EPAC », (<http://www.afnor.fr/>)
- Normes cyclomoteurs électriques, éléments de réponse sur le lien suivant :
http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/motor_vehicles_technical_harmonisation/121024_fr.htm (directive européenne N°2002/24/CE du 18 mars 2002).
- site e-Solex® (www.e-solex.fr, dont rubrique FAQ)
- www.espacemobelec.fr (espace mobilités électriques - EDF/Mairie de Paris)
- <http://www.tousavelo.com> (conseil national des professions du cycle)

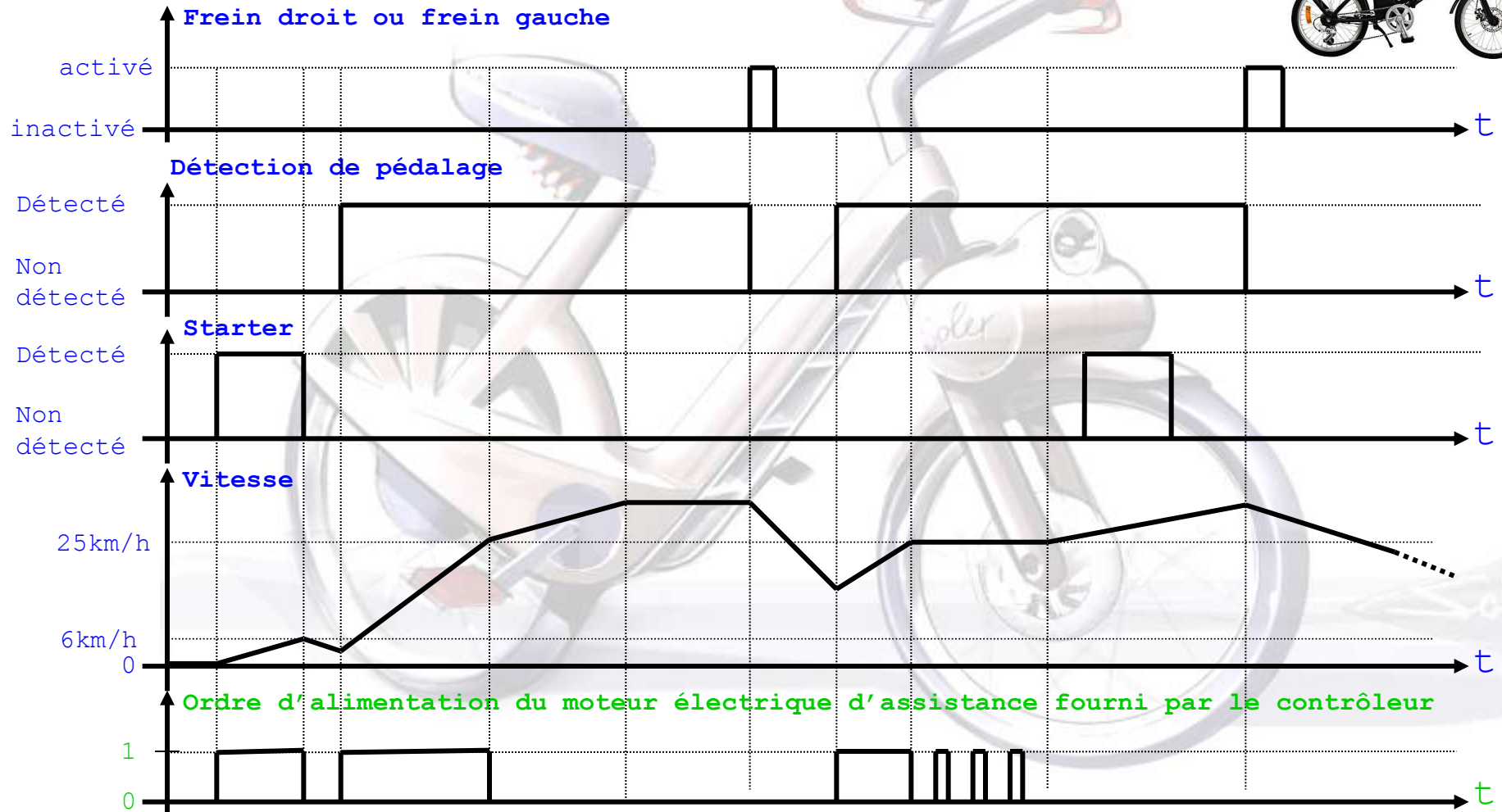
Wikipédia®, l'encyclopédie en ligne :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Vélosolex>
<http://fr.wikipedia.org/wiki/E-Solex>
http://fr.wikipedia.org/wiki/Vélo_à_assistance_électrique
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclomoteur>
http://fr.wikipedia.org/wiki/Scooter_électrique



Réglementation (question n°0bis)

Données complémentaires (1/4) : le comportement du contrôleur d'un V.A.E (Vélosolex®)

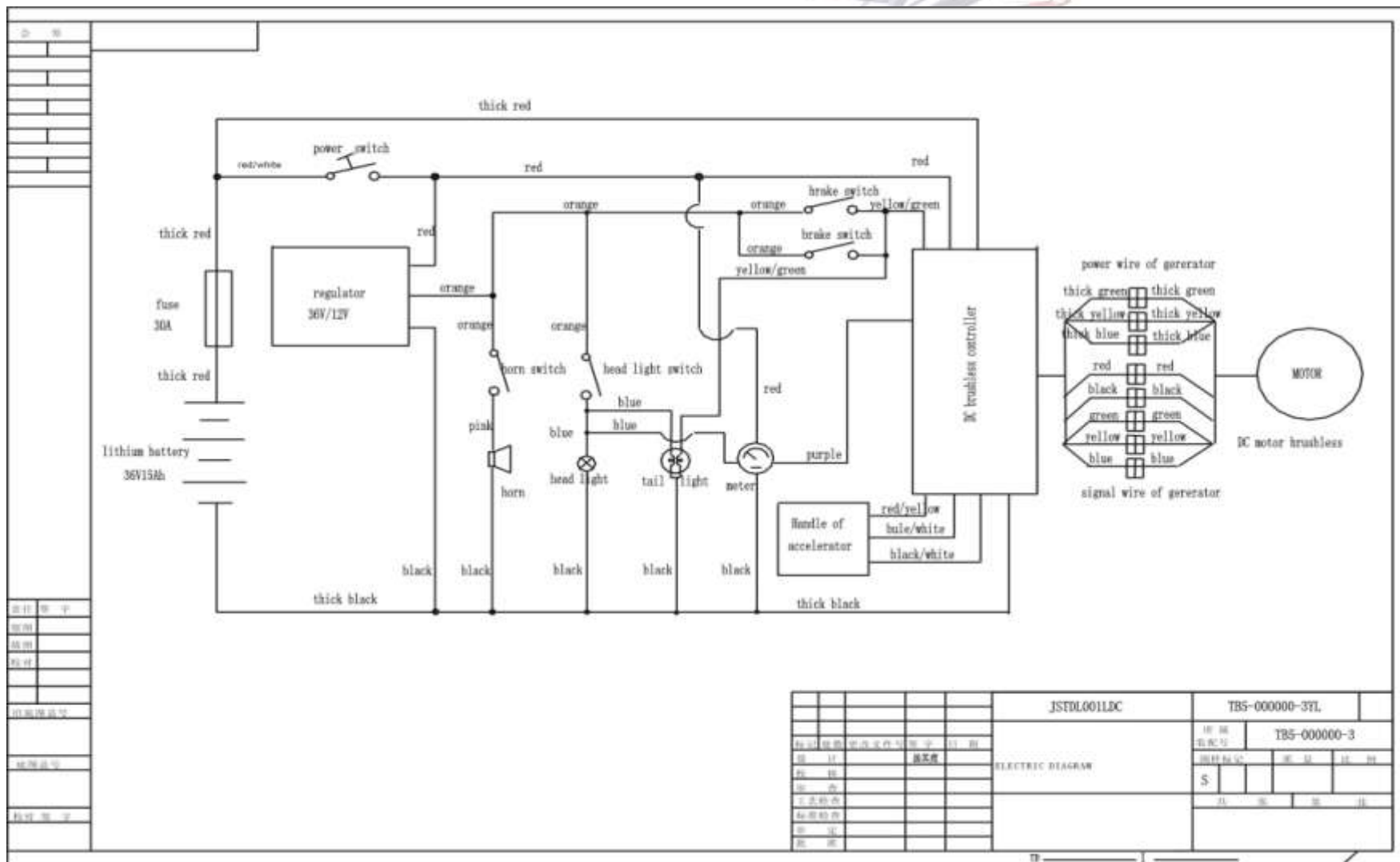


Remarques : On néglige ici une fonction supplémentaire présente sur le produit Vélosolex® :
- modulation de l'assistance électrique (25%, 50%, 75% et 100%)
On considère que le pédalage peut-être plus ou moins puissant.



Réglementation (question n°0bis)

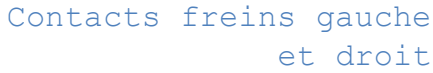
Données complémentaires (2/4): schéma électrique d'un cyclomoteur (e-Solex® V1).



(question n°0bis)

entrées

sorties

 du 

```
Affichage des
informations de
vitesse et du
niveau de charge
batterie
```

Moteur

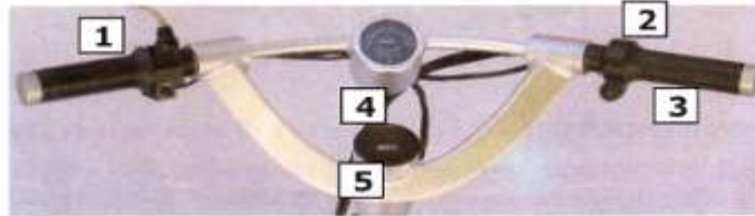
Capteur position / vitesse

Poignée d'accélérateur

Commutateur de
vitesse 1 et 2

Réglementation (question n°0bis)

Données complémentaires (4/4): le « poste de commande » (d'après notice utilisateur)



Toutes les fonctions de commandes sont regroupées sur le guidon du **e-Solex**. Le frein arrière est commandé par le levier gauche (1). Le frein avant est commandé par le levier droit (2). L'accélérateur est sur la poignée tournante droite (3). Le **e-Solex** dispose d'un compteur (4) et d'une montre digitale (5).



Commodo gauche avec interrupteur de feux avant et arrière (1) et bouton poussoir de l'avertisseur sonore (2)



Commodo droit avec interrupteur de vitesse I et II (1). Poignée tournante d'accélérateur (2)



Le compteur électronique indique:
- la vitesse en km/h,
- la charge de la batterie, grâce à des diodes lumineuses.

Le contacteur est situé sur la partie avant droite de la poutre centrale. Il dispose de 3 positions:

- 1 - Batterie déverrouillée
- 2 - Verrouillage de la batterie
- 3 - Contact

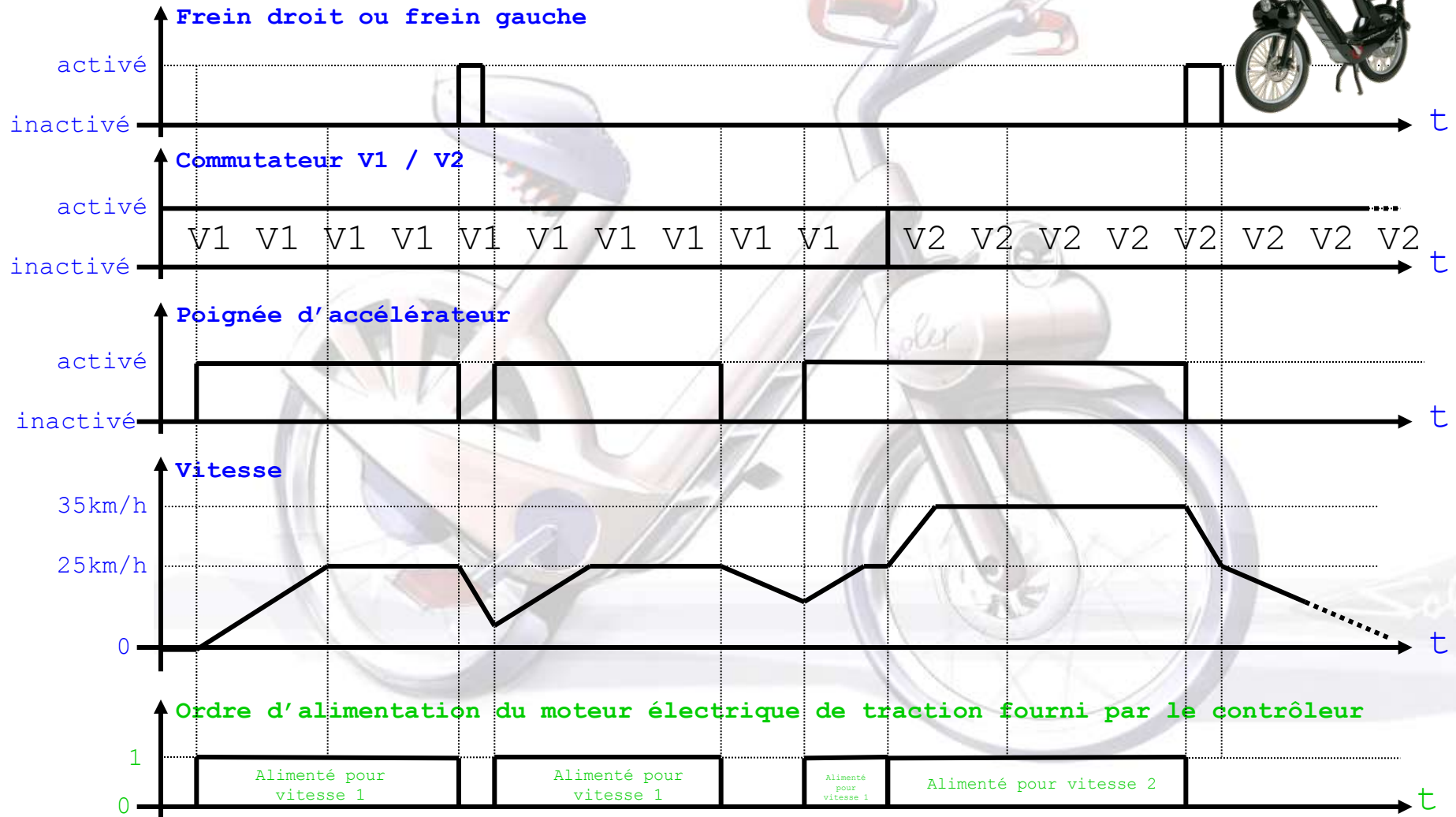
Pour déverrouiller la batterie, couper le contact en passant de la position 3 à la position 2 puis enfoncer légèrement la clé pour passer en position 1



Réglementation (question n°0bis)



Éléments de réponse :



Remarque : on ne tiendra pas ici compte de l'évolution de la vitesse proportionnellement à la position prise par la poignée d'accélérateur ni d'un éventuel pédalage de l'utilisateur.

Réglementation (question n°0bis)



Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique.	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle.	<i>La réponse à un problème concret de société est privilégiée.</i>
Établir les liens entre structure, fonction et comportement.	Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures.	<i>L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège.</i>
Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation.	Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	<i>L'analyse du comportement complète les approches structurelles</i>
Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage		<i>Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux.</i> <i>En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.</i>
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique.	Représentation numérique du réel	<i>Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples.</i>
Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentations symboliques (fonctionnelle, structurelle, temporelle)	<i>La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.</i>
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système.	Relations entrée/sortie d'un système.	<i>Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé.</i>
Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Prévision de l'ordre de grandeur des résultats.	<i>Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.</i>
MM. Brugier, Grégorian et Villeneuve (LPo I. Newton, Clichy)	Propositions d'exploitation pédagogique sur le produit e-Solex	2_SI 2010

Les sorties (après question n°0bis)

1_ Espace Mobelec - (espace mobilités électriques - EDF/Mairie de Paris). 16, rue de la Tour aux Dames, 75009 Paris, www.espacemobelec.fr)

- visite sur place avec élèves,
- essais possibles de VAE et cyclomoteurs électriques (plat, rampe),
- rencontre avec un spécialiste de la mobilité douce et urbaine,
- animations / conférences,
- point info énergie.



2_ Mondial du deux roues

Devrait avoir lieu en 2011.



Puissance (question n°1)

Introduction :

Le constructeur du e-Solex® indique que son produit est en mesure de déplacer l'utilisateur à une **vitesse maximale de 35km/h** (nécessaire pour le dépassement, sur du plat) et de **démarrer dans une côte de pente 7%** et ce, sans que l'utilisateur n'ai besoin de fournir une puissance supplémentaire en pédalant.

Question : la motorisation mise en œuvre sur le e-Solex® lui permet-elle d'avoir de telles performances ?

[Ressources privilégiées](#)

[Données complémentaires](#)

[Éléments de réponse](#)

[Références au programme 2_SI](#)



Puissance (question n°1)

Plan :

1_ Effectuer les essais correspondants avec le e-Solex®. Conclure sur les performances réelles du produit en les comparant à celles annoncées.

2_ Identifier les phénomènes et les efforts correspondants qui concourent à s'opposer au déplacement du e-Solex® et du passager.

3_ Quantifier, à l'aide de la [calcullette fournie](#), ces différents efforts dans les deux cas suivants, :

- démarrage en côte ($v=0$, $\gamma=0$ et $p\%=7\%$),
- vitesse maximale sur le plat (Ω_{m_max}).

Masse à déplacer : utilisateur (75Kg) + e-Solex® (40kg avec batterie)

4_ Déterminer, à l'aide de la calcullette et dans les deux cas :

- la puissance nécessaire à fournir à la roue (P_r)
- les couples résistants à la roue (C_r) et au moteur (C_{rm})
- les vitesses angulaires de la roue (Ω_r) et du moteur (Ω_m)

5_ Valider ou non alors le choix de la motorisation effectué par le bureau d'études (critère de puissance utile).

Puissance (question n°1)

Outils et démarche de modélisation et de simulation (*calcullette*) :

Début

Données nécessaires pour calculer la force de résistance au roulement (F_{roul}) :

	Valeur	Facteur	Unité
Coefficient de frottement des pneus (μ_{pneus}) :	0.08	0.08	-
Poids du véhicule (P) :	150	1	kg

Données nécessaires pour calculer la force de résistance aérodynamique ($F_{aéro}$) :

	Valeur	Facteur	Unité
Surface de surface frontale du véhicule (S_{xv}) :	1.5	0.91	m ²
Coefficient de pénétration dans l'air (C_x) :	0.8	0.8	-
Vitesse de déplacement (V) :	27	1	km/h
Vitesse de déplacement (V) :	27	1	km/h

Données nécessaires pour calculer la force pour vaincre une pente à g (F_{pg}) :

	Valeur	Facteur	Unité
Pente (p) :	0.1	0.1	%

Entrée manuelle des données (avec assistance) :

- Coefficient de roulement des pneus (CRR)
- Masse portée par les roues (M en kg). Somme de :
 - masse de l'utilisateur (M_{util} en kg)
 - masse du e-Solex avec batteries ($M_{e-Solex}$ en kg)
- Vitesse de déplacement (V en m/s et $V_{km/h}$ en km/h)
- Pente du parcours (p en %)
- Accélération du véhicule (γ en m/s²)
- Rayon de la roue motrice (R_r en m)

Simuler le cas à partir du modèle déjà mis en oeuvre dans la calcullette :

- tableur (OpenCalc®, Excel®, Scilab®...)

Résultats des calculs

(numériques pour $V_{km/h}$ fixe et courbes $=f(V_{km/h})$)

- Force de résistance au roulement (F_{roul})
- Force de résistance aérodynamique ($F_{aéro}$)
- Force nécessaire pour vaincre une pente de $p\%$ (F_{pente})
- Force nécessaire pour obtenir une accélération γ (F_{γ})
- Effort total de résistance à l'avancement (F_r)
 - Puissance à fournir aux roues (P_r)
 - Couple résistant à la roue (C_r)
 - Vitesse angulaire de la roue (Ω_r)
 - Couple résistant au moteur (C_{rm})
 - Vitesse angulaire moteur (Ω_m)

Fin

Puissance (question n°1)

Ressources privilégiées :

- site e-Solex® (www.e-solex.fr) pour e-Solex® et Vélosolex®

- Wikipédia®, l'encyclopédie en ligne :

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Aérodynamique automobile](http://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9rodynamique_automobile)

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Soufflerie>

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Coefficient de traînée](http://fr.wikipedia.org/wiki/Coefficient_de_tra%C3%ACn%C3%A9e)

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Accélération](http://fr.wikipedia.org/wiki/Acc%C3%A9l%C3%A9ration)

- Revue 3E.I n°4 décembre 1995 pp.53-64.

PROBLÈME DE LA MOTORISATION D'UN VÉHICULE ÉLECTRIQUE (partie 1)

Revue 3E.I n°5 mars 96 pp.55-64.

PROBLÈME DE LA MOTORISATION D'UN VÉHICULE ÉLECTRIQUE (partie 2)

Bernard MULTON, Laurent HIRSINGER



Puissance (question n°1)

Données complémentaires (1/3) : vue du produit (d'après notice utilisateur)



- 1 : Guidon aluminium et poste de commandes
- 2 : Selle suspendue par amortisseur
- 3 : Logement de batterie avec verrouillage à clé
- 4 : Moteur électrique Brushless 36V-400W dans le moyeu arrière
- 5 : Feu de croisement avant, Feu de position et Stop arrière.
- 6 : Catadioptres latéraux oranges
- 7 : Catadioptre arrière rouge et plaque d'immatriculation
- 8 : Pédales repliables
- 9 : Coffre avant avec verrouillage à clé (charge maximum 0,3 kg)
- 10 : Porte-bagages (charge maximum 3 kg)
- 11 : Freins à disques mécaniques avant et arrière
- 12 : Béquille centrale à rappel par double ressort
- 13 : Rétroviseur
- 14 : Contacteur à clé: toutes les serrures fonctionnent avec la même clé (livrée en 2 exemplaires)



Puissance (question n°1)



Données complémentaires (2/3): fiche technique

e-Solex
LE SOLEX ELECTRIQUE

FICHE TECHNIQUE



Caractéristiques et Performances :

- Moteur électrique dans le moyeu de la roue arrière
- 2 vitesses commandées par contacteur au guidon:
 - Vitesse I: 25 km/h - Vitesse II: 35 km/h
- Poids à vide: 40 Kg
- Autonomie:
 - environ 2h15' (soit 55 km) en vitesse < I >
 - environ 1h30' (soit 40 km) en vitesse < II >

Compléments :

- moteur :

- implanté dans le moyeu de la roue arrière
- moteur synchrone triphasé à AP (inversé)
- rendement annoncé (dossier de presse) : 85%

- pression de gonflage des pneumatiques :

- moins de 60kg : 2 à 2,3kg/cm² / - 60kg et plus : 2,3 à 2,6 kg/cm²

Motorisation:

- Moteur: Brushless 400 W - 36 V
 - Batterie: Lithium-ion 36 V x 15 Ah
- Dimensions: 380x90x90 mm
Rechargeable: en 4 heures à 70%
en 8 heures à 100%
700 recharges
Poids: 5,0 Kg

Sécurité/confort:

- Freins: à disques mécaniques AV et AR
- Suspensions: Fourche AV mécanique
Selle articulée suspendue
- Roues AV et AR: Jantes à rayons 17 pouces
Pneus 17 pouces x 2 1/4
- Équipements: Compteur de vitesse - Indicateur de charge de batterie - Coffre AV à clé
Porte-bagages AR - Pédalier
Chargeur de batterie: Fourni



Puissance (question n°1)

Données complémentaires (3/3) : relations à mettre en œuvre (cf. Calculatrice)

- effort de résistance à l'avancement : $F_r = F_{\text{roul}} + F_{\text{aéro}} + M.g.p_{(\%) } + M.\gamma$
 - F_{roul} : force de résistance au roulement liée au coefficient de roulement des pneus,
 - $F_{\text{aéro}}$: force de résistance aérodynamique,
 - $M.g.p_{(\%) }$: force nécessaire pour vaincre une pente à $p\%$,
 - $M.\gamma$: terme dynamique d'accélération
- puissance à fournir à la roue : $P_r = F_r.V$
 - V : vitesse de déplacement du véhicule
- couple résistant à la roue : $C_r = F_r.R_r$
 - R_r = rayon de la roue
- Vitesse angulaire de la roue : $\Omega_r = V/R_r$
- couple moteur (dans le cas du e-Solex → moteur-roue) : $C_m = C_r$
- Vitesse angulaire du moteur (dans le cas du e-Solex → moteur-roue) : $\Omega_r = V/R_r$

Puissance (question n°1)

Éléments de réponse (1/3) :

- animations pour illustrer les principes physiques en jeu :
 - Wikis cités,
 - Liens vers sites externes aux wikis (Soufflerie Eiffel 75016 par ex.)
 - Vidéos diverses, maquettes, ...
- méthode pour trouver la section frontale S_f du véhicule :
 - prendre une photo du cyclomoteur et de l'utilisateur, de face + mètre étalon,
 - découper à l'aide d'un outil de traitement d'image et projeter pour retrouver la surface.



mètre étalon

Puissance (question n°1)

Eléments de réponse (2/3) : résultats de calculs (vitesse maximale sur le plat : $V = 35\text{km/h}$)

Données nécessaires pour calculer la force de résistance au roulement (F_{roul}) :

	Valeur	Facteur	Unité
Coefficient de de roulement des pneus (C_{RR}) :	10	0,001	t
Masse transportée (M) :	115	1	kg

Données nécessaires pour calculer la force de résistance aérodynamique ($F_{\text{aéro}}$) :

	Valeur	Facteur	Unité
Section ou surface frontale du véhicule (S_x) :	14	0,1	m^2
Coefficient de pénétration dans l'air (C_x) :	45	0,01	t
Vitesse de déplacement (Vkm/h) :	35	1	km/h
Vitesse de déplacement (V) :	9,722222222	1	m/s

Données nécessaires pour calculer la force pour vaincre une pente à p% ($F_{\text{p\%}}$) :

	Valeur	Facteur	Unité
Pente (p%) :	0	0,01	%

Données nécessaires pour calculer la force nécessaire à l'obtention d'une accélération γ ma (F_{γ}) :

	Valeur	Unité
Accélération (γ) :	0	m/s^2

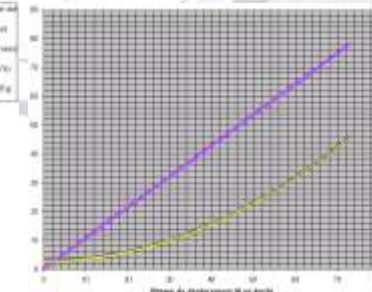
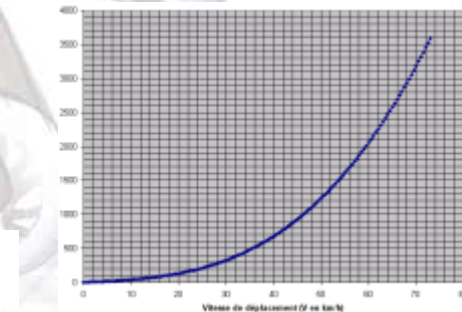
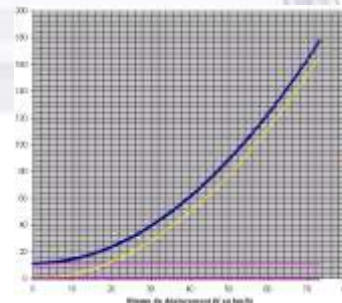
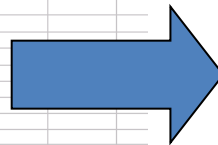
Données nécessaires pour calculer le couple résistant à la roue (C_r) :

	Valeur	Facteur	Unité
Rayon de la roue (R_r) :	26	0,01	m

Force de résistance au roulement (F_{roul}) :	11,2815	N
Force de résistance aérodynamique ($F_{\text{aéro}}$) :	38,1111111	N
Force pour vaincre une pente à p% ($F_{\text{p\%}}$) :	0	N
Force pour obtenir une accélération γ (F_{γ}) :	0	N
Force de résistance à l'avancement que doit vaincre la motorisation (F_r) :	49,3926111	N
Puissance à fournir aux roues (P_r) :	480,205941	W
Couple résistant à la roue (C_r) :	12,8420789	N.m
Vitesse angulaire de la roue (Ω_r) :	37,3931624	rad/s
Couple résistant au moteur (C_{rm}) :	12,8420789	N.m
Vitesse angulaire du moteur (Ω_m) :	37,3931624	rad/s

480W

37,4 rad/s



La vitesse maximale sur le plat doit s'obtenir avec la puissance maximale du moteur à sa vitesse de rotation maximale.

Puissance (question n°1)

Eléments de réponse (3/3) : résultats de calculs (démarrage en côte 7%)

Données nécessaires pour calculer la force de résistance au roulement (F_{roul}) :

	Valeur	Facteur	Unité
Coefficient de de roulement des pneus (C_{ss}) :	10	0,001	/
Masse transportée (M) :	115	1	kg

Données nécessaires pour calculer la force de résistance aérodynamique ($F_{aéro}$) :

	Valeur	Facteur	Unité
Section ou surface frontale du véhicule (S_f) :	14	0,1	m ²
Coefficient de pénétration dans l'air (C_x) :	45	0,01	/
Vitesse de déplacement (Vkm/h) :	0	1	km/h
Vitesse de déplacement (V) :	0	1	m/s

Données nécessaires pour calculer la force pour vaincre une pente à p% ($F_{p\%}$) :

	Valeur	Facteur	Unité
Pente (p%) :	7	0,01	%

Données nécessaires pour calculer la force nécessaire à l'obtention d'une accélération γ (F_γ) :

	Valeur	Facteur	Unité
Accélération (γ) :	0	0,1	m/s ²

Données nécessaires pour calculer le couple résistant à la roue (C_r) :

	Valeur	Facteur	Unité
Rayon de la roue (R_r) :	26	0,01	m

Force de résistance au roulement (F_{roul}) :

Valeur 11,2815 Unité N

Force de résistance aérodynamique ($F_{aéro}$) :

0 N

Force pour vaincre une pente à p% ($F_{p\%}$) :

78,9705 N

Force pour obtenir une accélération γ (F_γ) :

0 N

Force de résistance à l'avancement que doit vaincre la motorisation (F_r) :

90,252 N

Puissance à fournir aux roues (P_r) :

0 W

Couple résistant à la roue (C_r) :

23,46552 N.m

Vitesse angulaire de la roue (Ω_r) :

0 rad/s

Couple résistant au moteur (C_{rm}) :

23,46552 N.m

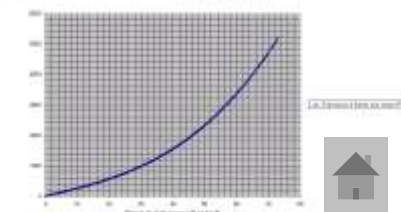
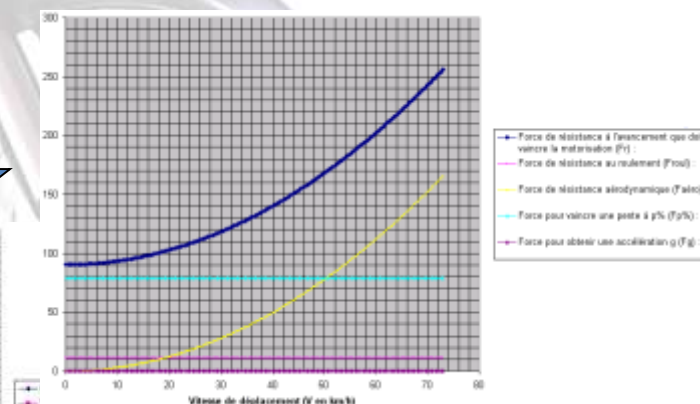
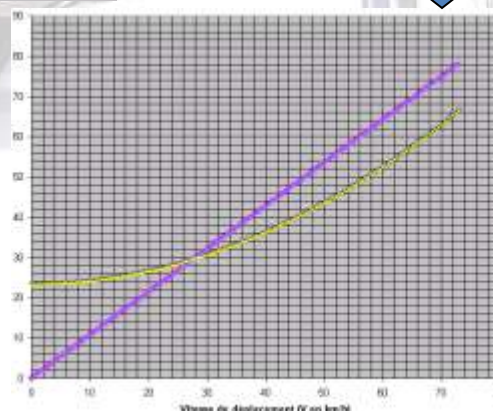
Vitesse angulaire du moteur (Ω_m) :

0 rad/s

23,5Nm

Le couple moteur doit être au moins égal au couple résistant s'appliquant à son arbre

Vérifier avec caractéristiques moteur



Puissance (question n°1)



Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique. Établir les liens entre structure, fonction et comportement. Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation. Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle. Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures. Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	La réponse à un problème concret de société est privilégiée. L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège. L'analyse du comportement complète les approches structurelles Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux. En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique. Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentation numérique du réel Représentations symboliques (fonctionnelle, structurelle, temporelle)	Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples. La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système. Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Relations entrée/sortie d'un système. Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé. Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.

Autonomie (question n°2)

Introduction :

Le constructeur du e-Solex® indique que l'autonomie de son produit dépend de la vitesse de déplacement comme suit :

- $V_1 = 25\text{km/h} \rightarrow \text{distance parcourue} = 55\text{kms}$ en 2h15 environ,
- $V_2 = 35\text{km/h} \rightarrow \text{distance parcourue} = 40\text{kms}$ en 1h30 environ,

et ce dans des conditions moyennes d'utilisation :

- plat,
- masse à déplacer : 75Kg + e-Solex® (40kg avec batterie)
- ...

Question : les valeurs annoncées d'autonomie sont-elles réalistes et dans quelle mesure des conditions d'utilisation différentes les réduisent-elles ?

[Ressources privilégiées](#)

[Données complémentaires](#)

[Éléments de réponse](#)

[Références au programme 2_SI](#)



Autonomie (question n°2)

Plan (1/3) :

1_ Identifier les constituants de la chaîne d'énergie du e-Solex® avec le schéma **PSIM®**.

2_ Déterminer, à l'aide de la calculette, les différentes grandeurs mécaniques et l'équation $C_{rm}=f(\Omega_m)$ représentatives des deux types de pilotage présentés dans l'introduction.

On prendra également :

- coefficient de roulement des pneus (C_{rr}) = 0,016
- section frontale du véhicule (S_f) = 1,4m²
- coefficient de pénétration dans l'air (C_x) = 0,45
- accélération (γ) = 0m/s²
- rayon de la roue (R_r) = 26cm

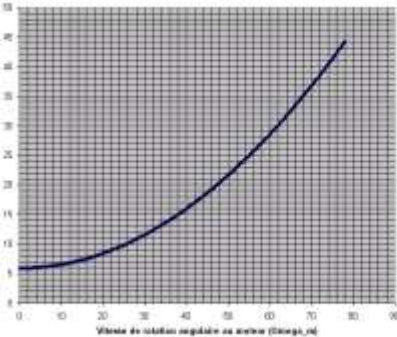
3_ Renseigner le modèle électromécanique PSIM® (charge mécanique, grandeurs électriques nominales des constituants de la chaîne d'énergie).

Appliquer la consigne d'entrée pour chacun des deux cas ($V=25\text{km/h}$ et $V=35\text{km/h}$) et **relever** les grandeurs électriques et mécaniques caractéristiques simulées.

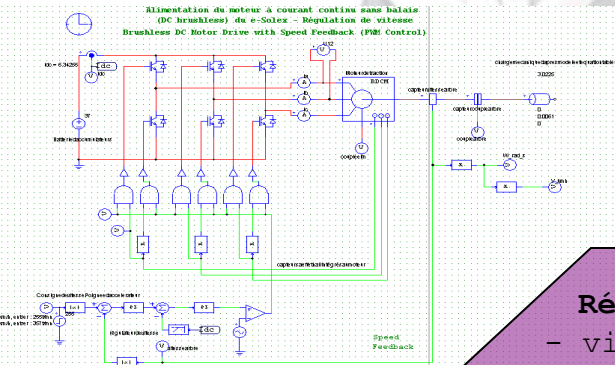


Autonomie (question n°2)

Illustration de la démarche :



Depuis calculette avec tableur
et équation de $C_{rm}=f(\Omega_m)$...



Exportation vers le tableur
pour exploitation et mise en
forme des résultats de
simulation

...vers modèle de charge
mécanique de PSIM®



Entrée manuelle des données sous PSIM® :

- expression du couple résistant s'appliquant à l'arbre moteur (fonction de la vitesse angulaire)
- caractéristiques des constituants électriques de la chaîne d'énergie
- consigne d'entrée

Simuler le cas à partir du modèle électromécanique
préparé dans PSIM® :

Résultats des calculs (grandeurs caractéristiques) :

- vitesse de déplacement du e-Solex® → 25km/h et 35km/h
- courant de phase moteur,
- tension entre phases aux bornes du moteur,
- tension aux bornes de la batterie,
- courant en sortie de la batterie,

Fin

Autonomie (question n°2)

Plan (2/3) :

4_ Valider par des mesures les grandeurs électriques et mécaniques associées aux deux types de pilotage.

/ **Caler alors le modèle** (paramètres d'entrée de la calculette) si nécessaire.



Si le modèle est calé pour ces deux cas, il sera alors possible de simuler des situations différentes et irréalisables en essai et d'en exploiter les résultats (en créant des parcours composés de différentes portions simulées par ex.)



Pour la vitesse de déplacement, il est possible de déterminer la vitesse en charge à partir du rapport constant « fréquence des impulsions/vitesse de rotation de la roue » déterminé à vide au laboratoire.

5_ Déduire des étapes/données précédentes la quantité d'énergie nécessaire pour parcourir un kilomètre dans les conditions données.

6_ Valider ou non les valeurs d'autonomie (distances et durées) du e-solex® avancées par le constructeur.

7_ Conclure sur l'influence de la vitesse sur l'autonomie.



Autonomie (question n°2)

Plan (3/3) :

8_ Evaluer (essais et simulations) l'influence d'un des paramètres secondaires suivants sur l'autonomie du produit e-Solex® :

- pente
- masse de l'utilisateur
- gonflage des pneus
- coefficient de pénétration dans l'air

mais aussi : nombreux démarrages sur le parcours, ...

9_ Comparer les résultats précédents avec l'autonomie du solex thermique (coût du km aussi),

Comparer les résultats précédents avec l'autonomie du scooter thermique (coût du km aussi).

10_ Conclure sur ces deux dernières études.



Autonomie (question n°2)

Ressources privilégiées :

- site e-Solex® (www.e-solex.fr) pour e-Solex® et Vélosolex®
- Wikipédia®, l'encyclopédie en ligne :
<http://fr.wikipedia.org/wiki/E-Solex>
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Moteur sans balais](http://fr.wikipedia.org/wiki/Moteur_sans_balais)
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Batterie lithium-ion](http://fr.wikipedia.org/wiki/Batterie_lithium-ion)
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Accumulateur lithium](http://fr.wikipedia.org/wiki/Accumulateur_lithium)



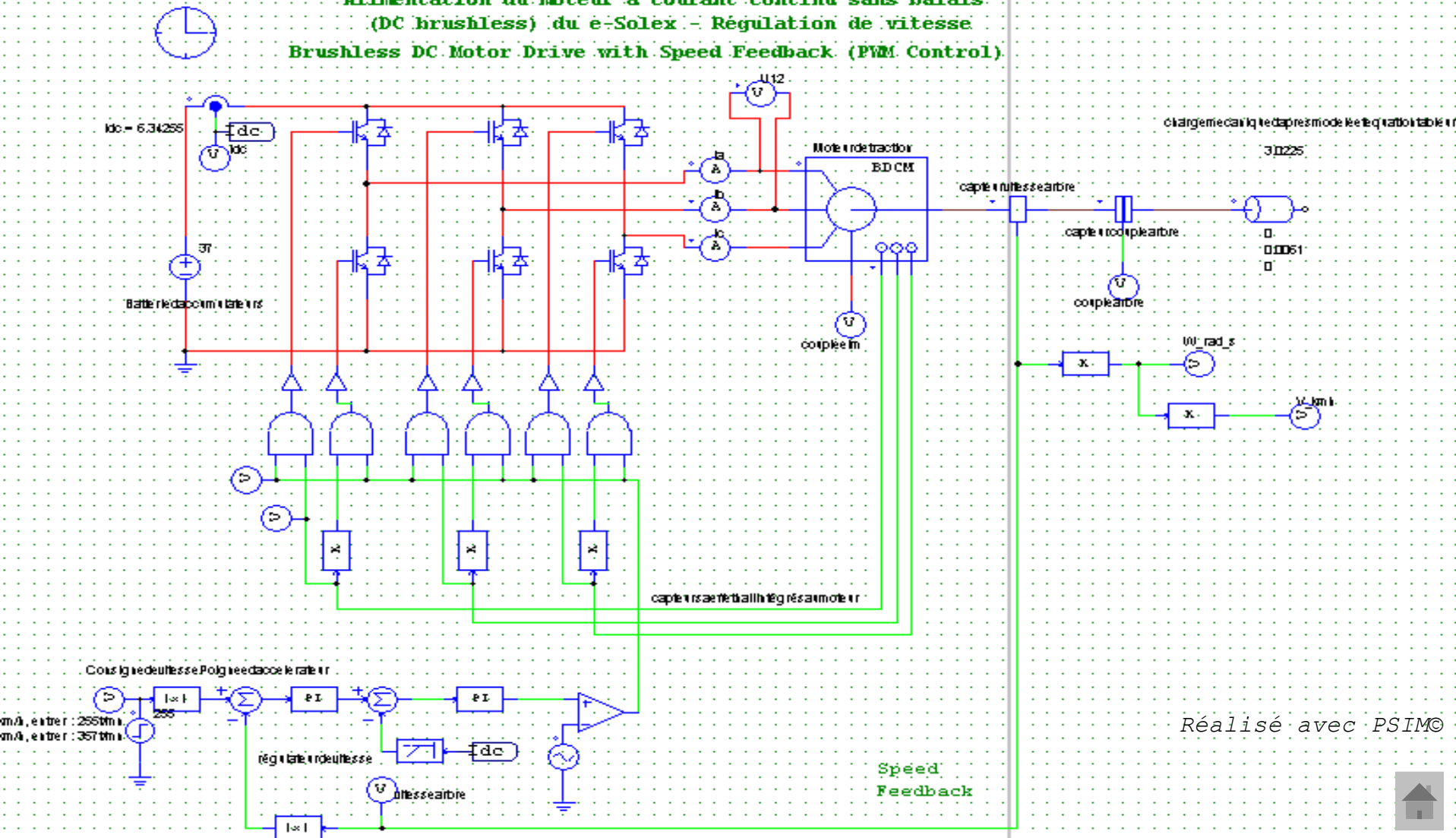
(question n°2)

Données complémentaires (1/6): considérations technologiques sur la chaîne d'énergie (déduit d'après mesures)

Alimentation du moteur à courant continu sans balais

(DC brushless) du e-Solex - Régulation de vitesse

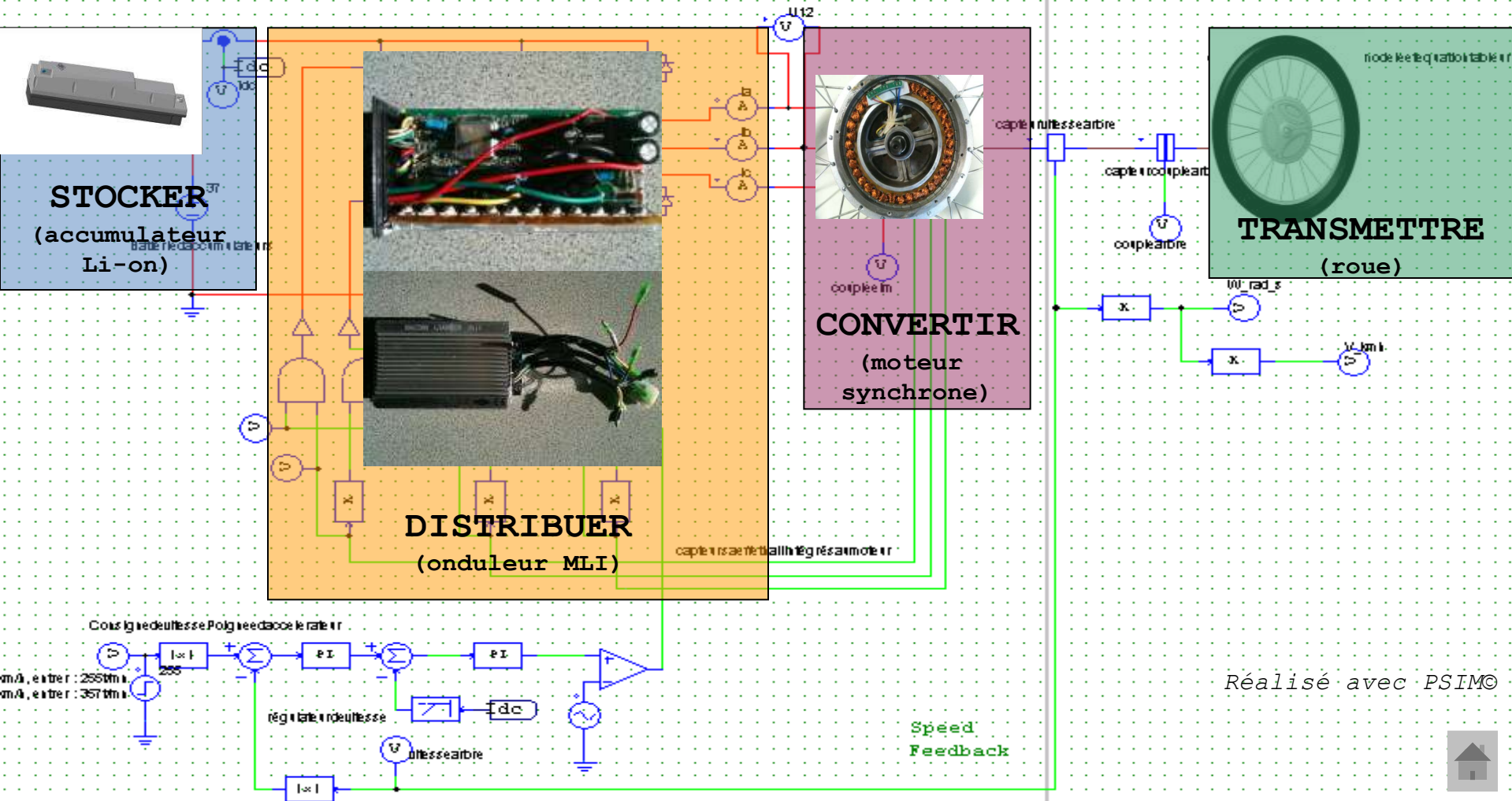
Brushless DC Motor Drive with Speed Feedback (PWM Control)



Autonomie (question n°2)

Données complémentaires (2/6): considérations technologiques sur la chaîne d'énergie (déduit d'après mesures)

Alimentation du moteur à courant continu sans balais
(DC brushless) du e-Solex - Régulation de vitesse
Brushless DC Motor Drive with Speed Feedback. (PWM Control).

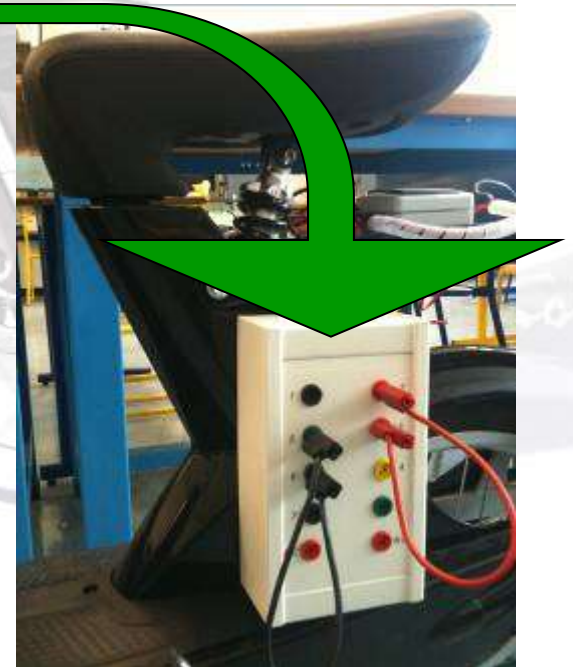


Autonomie (question n°2)

Données complémentaires (3/6) : instrumentation du e-Solex® v1

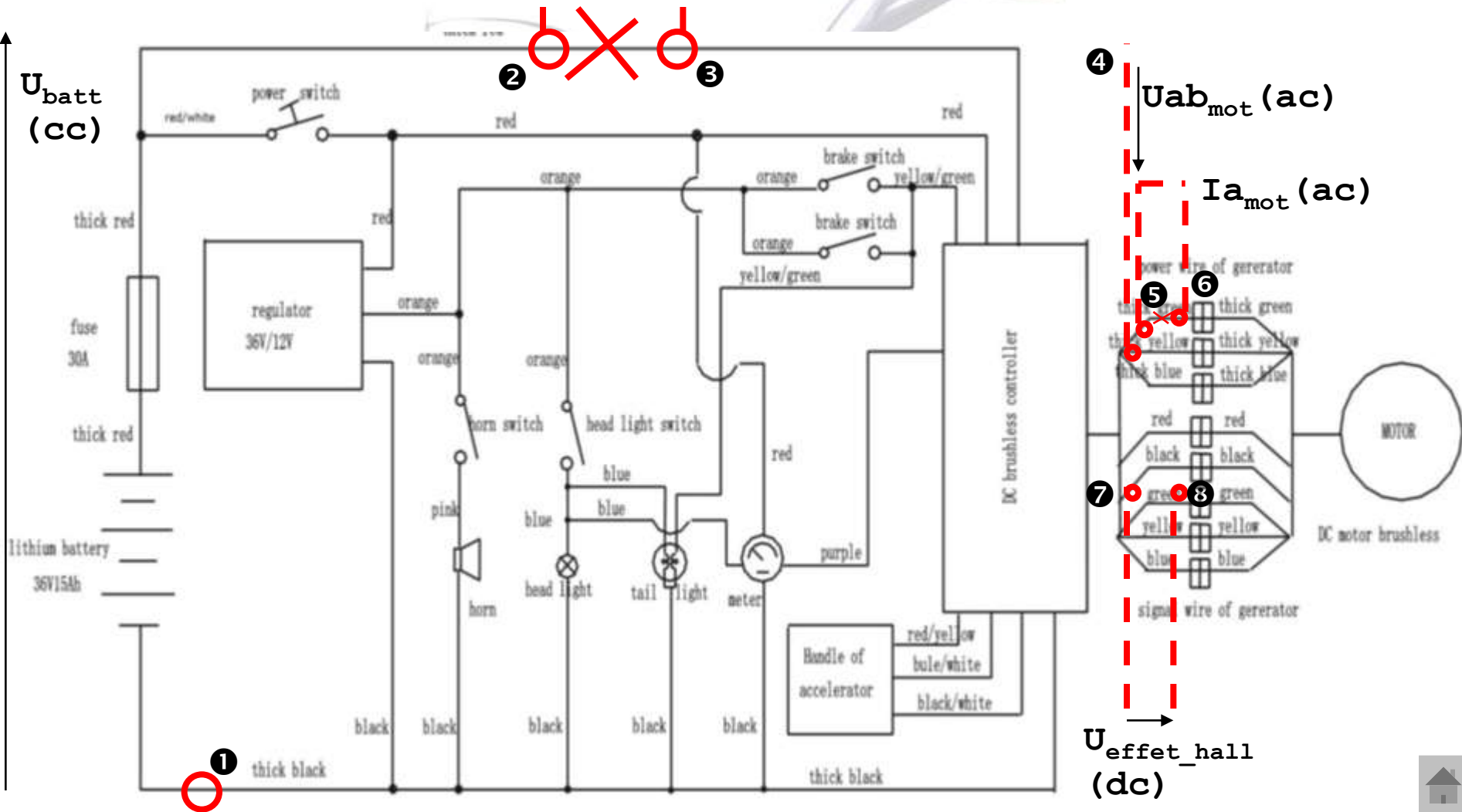


Sortie des points de
mesure sur bornes puits
de sécurité



Autonomie (question n°2)

Données complémentaires (4/6): sortie des points de mesure au niveau du boîtier rapporté.



Autonomie (question n°2)

Données complémentaires (5/6) : mesures possibles avec le boîtier rapporté

- courant de phase moteur :
→ pince ampèremétrique + multimètre/oscilloscope portable,
- tension entre phases aux bornes du moteur :
→ multimètre/oscilloscope portable,
- tension aux bornes de la batterie :
→ multimètre/oscilloscope portable,
- courant en sortie de la batterie absorbé par le moteur :
→ pince ampèremétrique + multimètre/oscilloscope portable,
- la fréquence des impulsions en sortie des capteurs de position du moteur à effet Hall,
→ multimètre/oscilloscope portable,



Appareil de mesure
intéressant →

+ pince de courant



Le multimètre
avec forme
d'onde
METRIX MTX3283

Autonomie (question n°2)

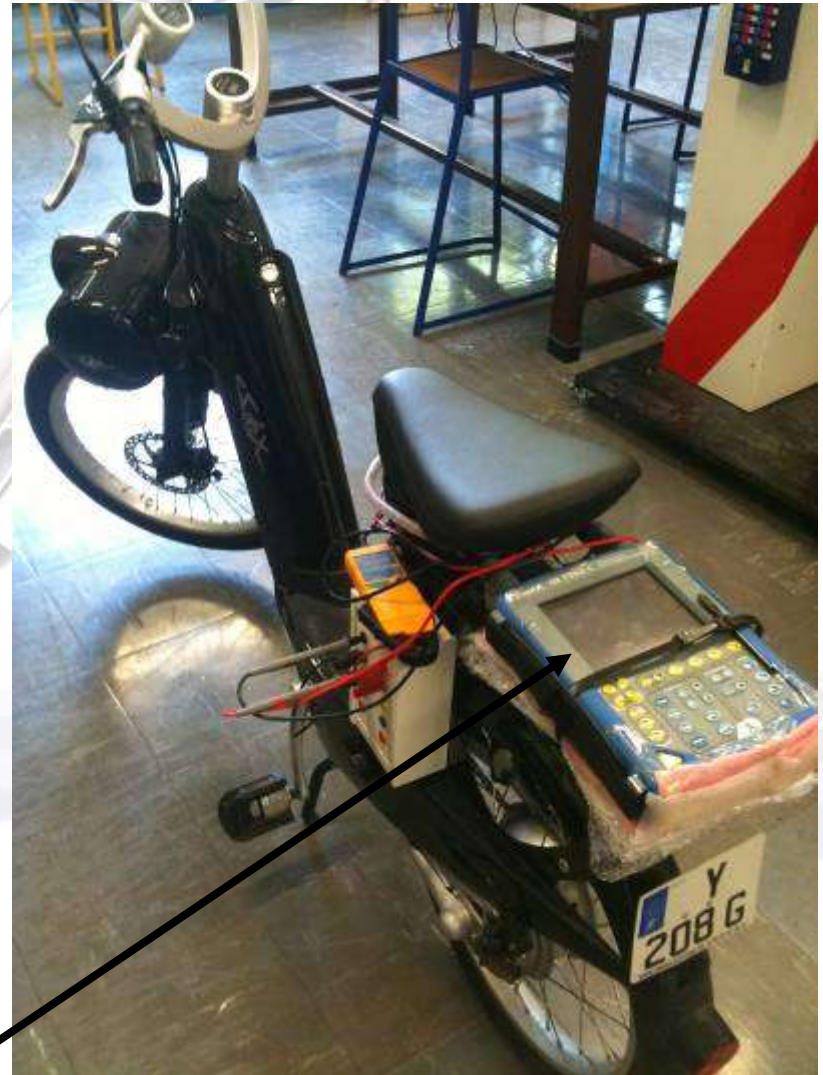
Données complémentaires (6/6) : mise en place des appareils de mesure

Possibilité de mettre en place l'appareil de mesure portatif sur le porte bagages ou dans un sac à dos



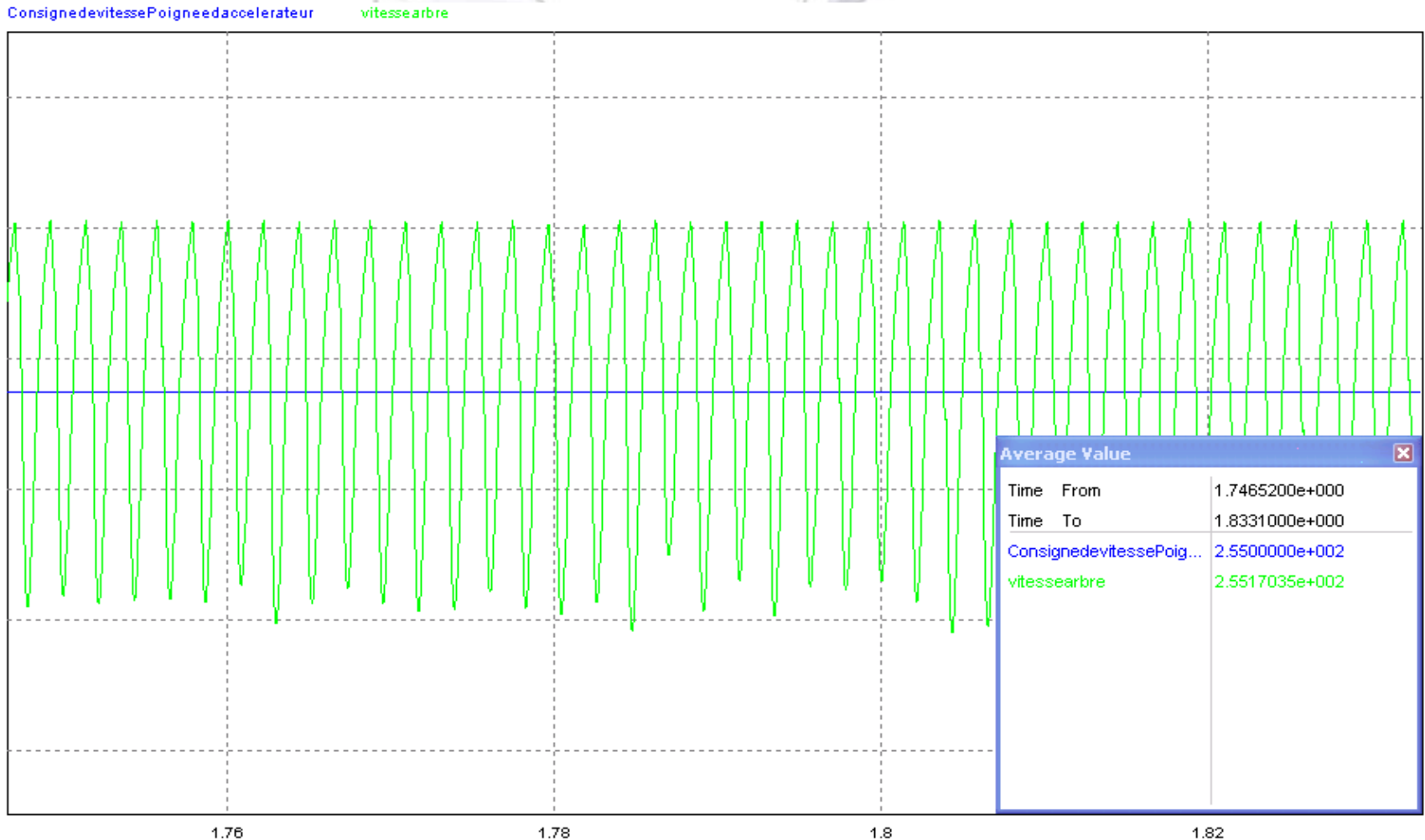
Pince ampèremétrique

Oscilloscope



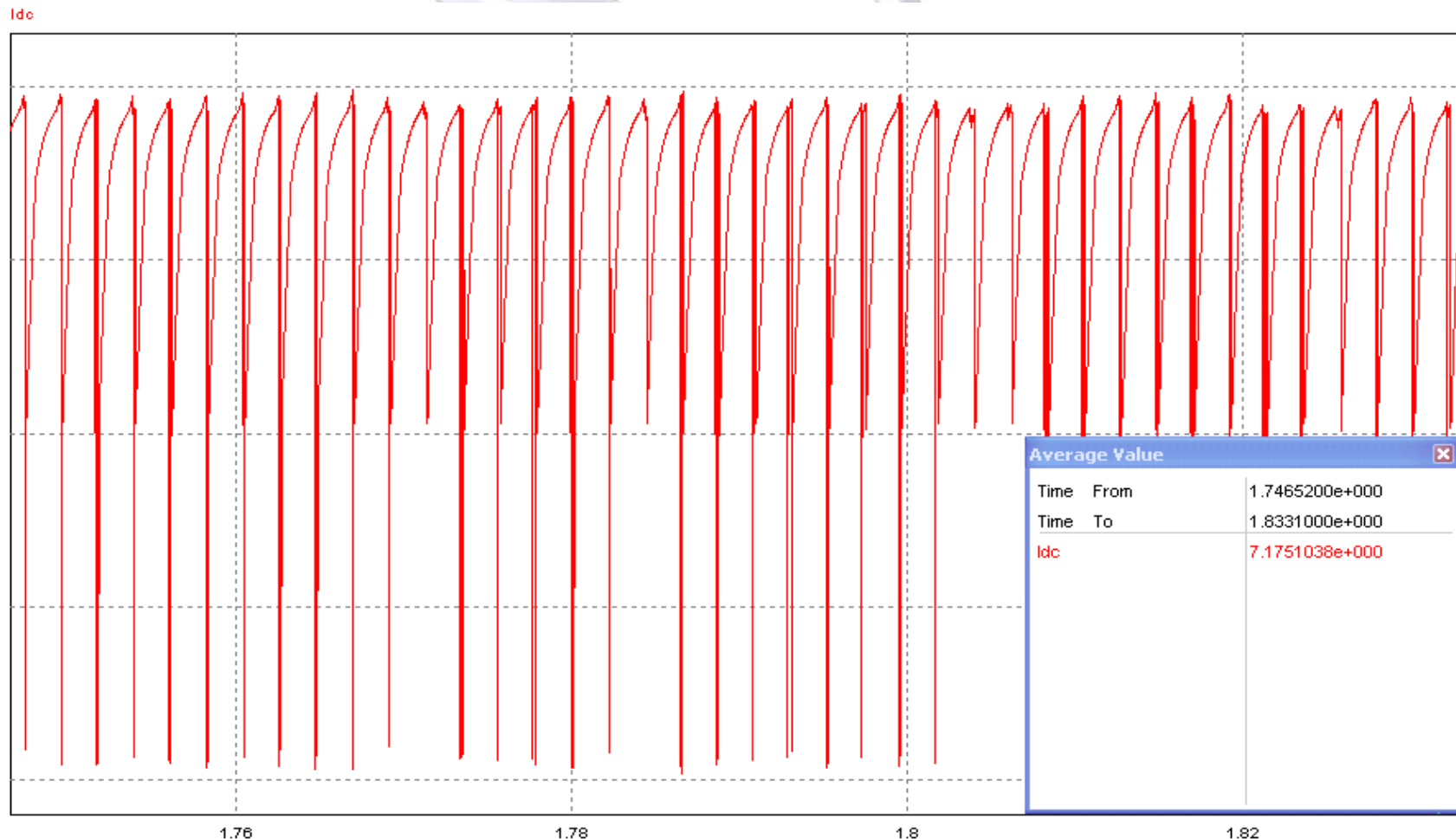
Autonomie (question n°2)

Éléments de réponse (1/5) : résultats de simulation pour le cas à $V_{\max}$ sur du plat, après calage des paramètres d'entrée de la calculette /essais.



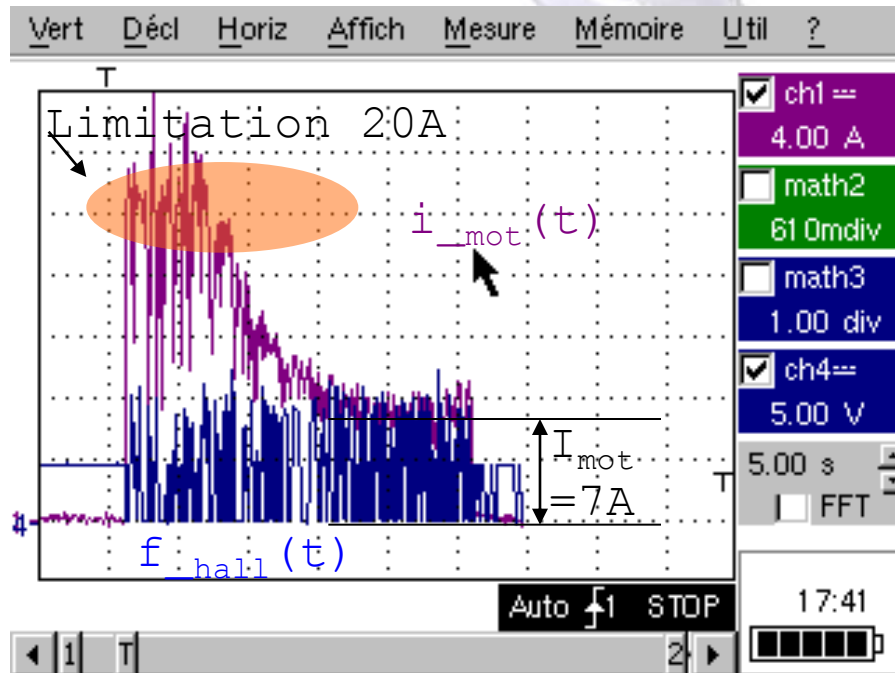
Autonomie (question n°2)

Éléments de réponse (2/5) : résultats de simulation pour le cas à V_{lmax} sur du plat, après calage des paramètres d'entrée de la calculette /essais.



Autonomie (question n°2)

Éléments de réponse (3/5): essai réalisé sur du plat (cour),
 $M_{\text{utilisateur}} = 79\text{kg}$, interrupteur en **V1**, consigne maximale.



Mode opératoire :

- ligne droite sur du plat dans la cour,
- pas d'aide au démarrage par pédalage (mais on peut pour gagner du temps),
- lancement et arrêt de l'acquisition au début et à la fin du parcours
- vitesse chronométrée (25km/h) par une autre personne au passage entre deux repères, sur la portion finale.

Autre mode opératoire : possibilité de faire une acquisition uniquement sur la portion finale pendant une très courte durée :

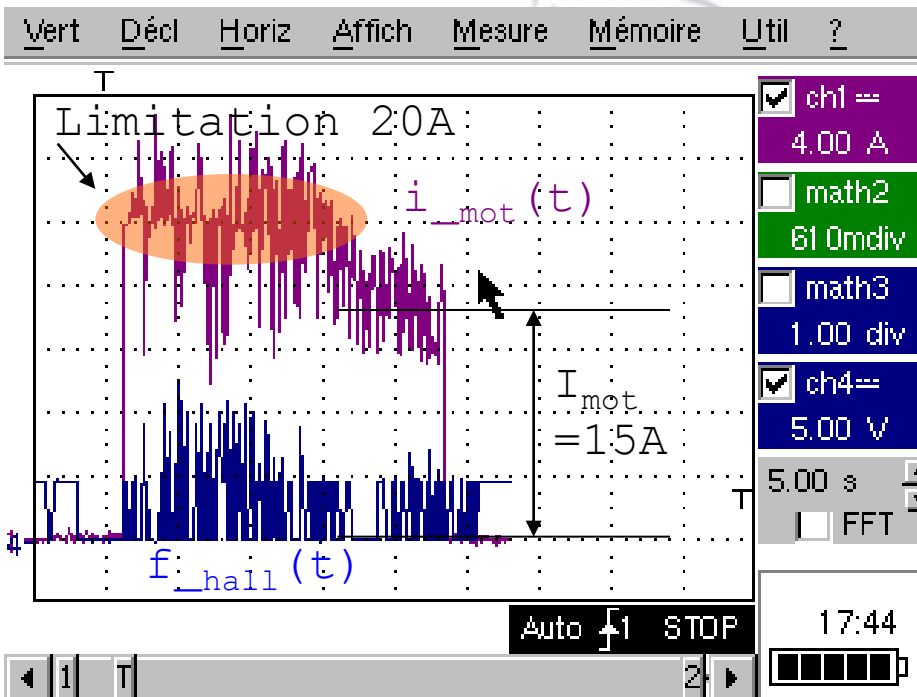
- détermination de la vitesse par $f_{\text{hall}}(t)$
- relevé de la valeur moyenne de $i_{\text{mot}}(t)$.

Remarques :

- bien spécifier les conditions d'essai pour faciliter le calage avec le modèle

Autonomie (question n°2)

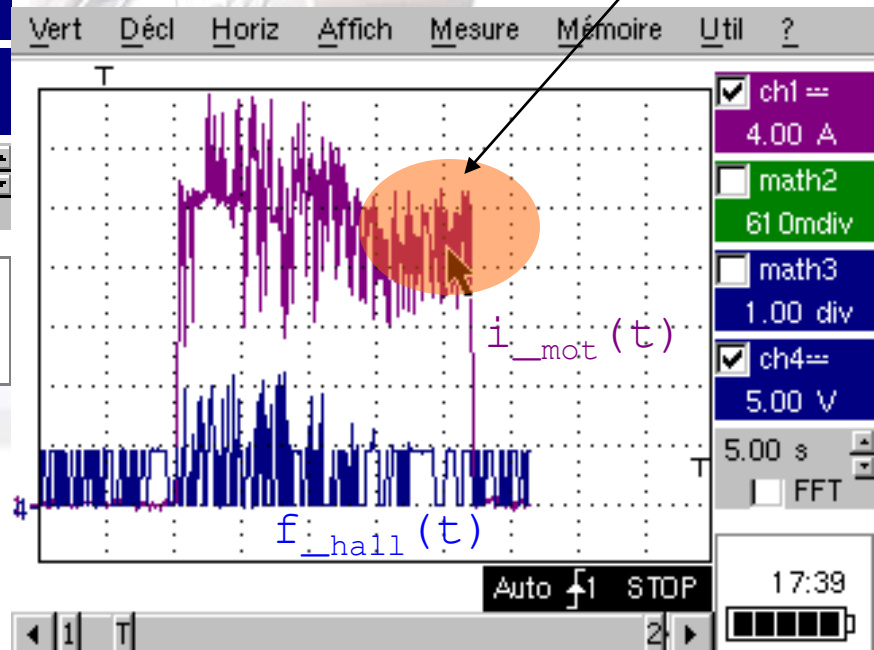
Éléments de réponse (4/5): essai réalisé sur du plat (cour),
 $M_{\text{utilisateur}} = 79\text{kg}$, interrupteur en **V2**, consigne maximale.



Mode opératoire : idem

Vitesse
chronométrée ici,
sur la portion
finale, à 33km/h
(au lieu de
35km/h= V_2)

Ex. d'influence
du vent soudain
en fin de
parcours



Autre méthode : idem

Remarques :

- bien spécifier les conditions d'essai pour faciliter le calage avec le modèle

Autonomie (question n°2)

Éléments de réponse (5/5) : validation de l'autonomie (distance et durée) du produit dans les deux cas cités.

→ essai réalisé sur du plat (cour), Mutilisateur=79kg, interrupteur en **v1**, consigne maximale :

$I_{\text{mot}} = 7\text{A}$ $C_{\text{batt}} = 15\text{A.h}$ $V=25\text{km/h}$	}	Durée de parcours : 2h10mn	= 55kms et 2h15 (constructeur)
		Distance parcourue : 53,5km	

→ essai réalisé sur du plat (cour), Mutilisateur=79kg, interrupteur en **v2**, consigne maximale :

$I_{\text{mot}} = 15\text{A}$ $C_{\text{batt}} = 15\text{A.h}$ $V=32\text{km/h}<35\text{km/h}$	}	Durée de parcours : 1h	< 40kms et 1h30 (constructeur)
		Distance parcourue : 32km	

Remarques : nous négligeons ici :

- les autres consommations que celles du moteur
- la limitation de capacité due à la profondeur de décharge maximale de la batterie



Autonomie (question n°2)



Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique. Établir les liens entre structure, fonction et comportement. Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation. Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle. Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures. Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	La réponse à un problème concret de société est privilégiée. <i>L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège.</i> L'analyse du comportement complète les approches structurelles Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux. En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique. Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentation numérique du réel Représentations symboliques (fonctionnelle, structurelle, temporelle)	Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples. La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système. Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Relations entrée/sortie d'un système. Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé. Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.

Environnement (question n°3)

Introduction :

Le constructeur du e-Solex® définit son produit comme un véhicule « écologique et propre », par opposition aux véhicules thermiques et notamment à la génération précédente de Solex. Ces assertions font principalement référence à la motorisation électrique du produit.

Question : le produit e-Solex® est-il vraiment neutre du point de vue de l'environnement (phase d'utilisation du cycle de vie) ?

[Ressources privilégiées](#)

[Données complémentaires](#)

[Éléments de réponse](#)

[Références au programme 2 SI](#)



Environnement (question n°3)

Plan (1/2) :

1_ Déterminer la quantité d'énergie nécessaire au produit e-Solex® pour se déplacer d'un kilomètre selon les critères suivants :

- un parcours « moyen » (idem Q2),
- vitesse de 35km/h (idem Q2),
- énergie consommée au niveau de la prise de courant.

2_ Rechercher et découvrir les caractéristiques du mix énergétique français :

- moyens et principes de production utilisés pour l'énergie électrique (on considère ici EDF seul),
- principe de mise en œuvre de ces moyens en fonction des besoins, des usages et des périodes horosaisonnnières,
- répartition entre les différentes sources pour fournir l'énergie électrique,
- le contenu CO2 et en déchets radioactifs du kWh consommé.

Plusieurs sources et méthodes des calculs possibles :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Contenu_CO2, <http://www.developpement-durable.gouv.fr>,
<http://service-public.edf.com/accueil-com-fr/edf-service-public/l-environnement/l-impact-environnemental-101012.html>, <http://energies.edf.com/edf-fr-accueil/la-production-d-electricite-edf-120001.html>, www.rte-france.com, www.negawatt.org, www.global-chance.org, notes ADEME, émissions électriques...

Environnement (question n°3)

Plan (2/2) :

3_ Déterminer alors, à l'aide d'un tableur, l'impact réel sur l'environnement du km parcouru en France.

4_ Compléter ces résultats par une étude de l'impact du produit dans sa phase d'utilisation (ACV) à l'aide de l'outil « Bilan Produit v2.0 » de l'ADEME.

Réitérer cette étude pour les trois cas suivants (avec les bases de données du logiciel) :

- mix électrique européen, [illustration](#)
- mix électrique français,
- mix électrique avec solaire photovoltaïque seul.

5_ Conclure sur l'impact environnemental réel de l'utilisation d'un tel produit. Est-il vraiment neutre ? Quelles sont les pistes d'amélioration sur cette phase d'utilisation ?

6_ Comparer ces résultats à un km parcouru avec la motorisation thermique d'un véhicule équivalent (scooter 50cm³).



Environnement (question n°3)

Ressources privilégiées Energie Electrique / Transports (1/2):

- diaporama « Transports routiers : analyses énergétiques, impacts environnementaux », Bernard MULTON.
- AIE (Agence Internationale de l'Energie)
- MEEDDM (<http://www.developpement-durable.gouv.fr>), rubrique « Energie et climat».
- EDF (<http://service-public.edf.com/accueil-com-fr/edf-service-public/1-environnement/1-impact-environnemental-101012.html>, <http://energies.edf.com/edf-fr-accueil/la-production-d-electricite-edf-120001.html> et <http://enseignants.edf.com>)
- www.rte-france.com (réseau de transport de l'électricité)
- www.global-chance.org (association d'experts en énergie)
- www.negawatt.org (association d'experts en énergie)
- Wikipédia®, l'encyclopédie en ligne : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Contenu CO2](http://fr.wikipedia.org/wiki/Contenu_CO2)
- ADEME (www.ademe.fr) rubriques « transports » et « médiathèque »
- Wikipédia®, l'encyclopédie en ligne : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Impact environnemental des transports routiers](http://fr.wikipedia.org/wiki/Impact_environnemental_des_transports_routiers)
- www.espacemobelec.fr (espace mobilités électriques - EDF/Mairie de Paris)

Environnement (question n°3)

Ressources privilégiées Eco Conception (2/2) :

Généralités :

- ADEME (www.ademe.fr) rubrique « management environnemental et écoproduits »
- revue « technologie » n°157, oct 2008 et n° 167, avril 2010
- Wikipédia®, l'encyclopédie en ligne :
<http://fr.wikipedia.org/wiki/éco-conception>,
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse du cycle de vie](http://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_du_cycle_de_vie)
- <http://www.ecolabels.fr/fr/> (site des éco-labels français et européens)
- « Des produits plus respectueux de l'environnement », www.environnement.ccip.fr
- études comparatives cyclomoteurs électriques/thermiques : [http://www.covel-france.com/utilisation km.asp](http://www.covel-france.com/utilisation_km.asp)

Bases de données : Ecoinvent, ETH-ESU 96, Buwal, IdeMat, Granta...

Outils d'évaluation des impacts: Eco-indicator 99, logiciel Bilan Produit v2.0 sous Excel®
([http://www.ademe.fr/internet/bilan produit/](http://www.ademe.fr/internet/bilan_produit/))

Outils d'ACV: EIME, Simapro (www.simapro.com, version d'évaluation), TEAM, ...



Environnement (question n°3)

Données complémentaires (1/7) : concepts, directives et normes d'EC.

Le développement durable (*sustainable development*) :

énoncé en 1987. Développement qui permet de répondre aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins.

6ème programme d'action pour l'environnement de l'UE :

élaboré en faveur de l'instauration du développement durable, avec pour principes fondateurs : le principe de précaution, le principe de pallier la pollution à la source et de donner priorité aux mesures préventives et le principe du pollueur payeur (traité d'Amsterdam).

Le concept de l'IPP (*integrated product policy*) :

a pour objectif de stimuler l'offre (écoconception, information sur le cycle de vie) et la demande (sensibilisation, communication, « verdissement » des achats publics) de produits et de services plus respectueux de l'environnement.



Environnement (question n°3)

Données complémentaires (2/7) : notions d'éco conception

Définition : l'écoconception est une démarche complexe, basée sur l'analyse des impacts environnementaux du produit (ou service) tout au long de son cycle de vie, « du berceau à la tombe », de l'extraction des matériaux qui le composent jusqu'à leur traitement final (incinération, mise en décharge, recyclage, ...) en passant par sa production et son utilisation.

Ces impacts sont le fait aussi bien des « flux entrants » - les matières premières et énergies nécessaires à la fabrication du produit- que des « flux sortants » -déchets et rejets-, les premiers contribuant à l'épuisement des ressources naturelles, à la diminution de la biodiversité, les seconds à la pollution de l'air et de l'eau, à l'effet de serre...

C'est une démarche qui doit être appliquée aussi bien pour la conception de produits nouveaux que pour l'évolution de produits existants. Il faut alors que le concepteur prenne en compte, lors de la recherche de solutions, un critère supplémentaire : **l'impact minimal de la solution tout au long du cycle de vie.**

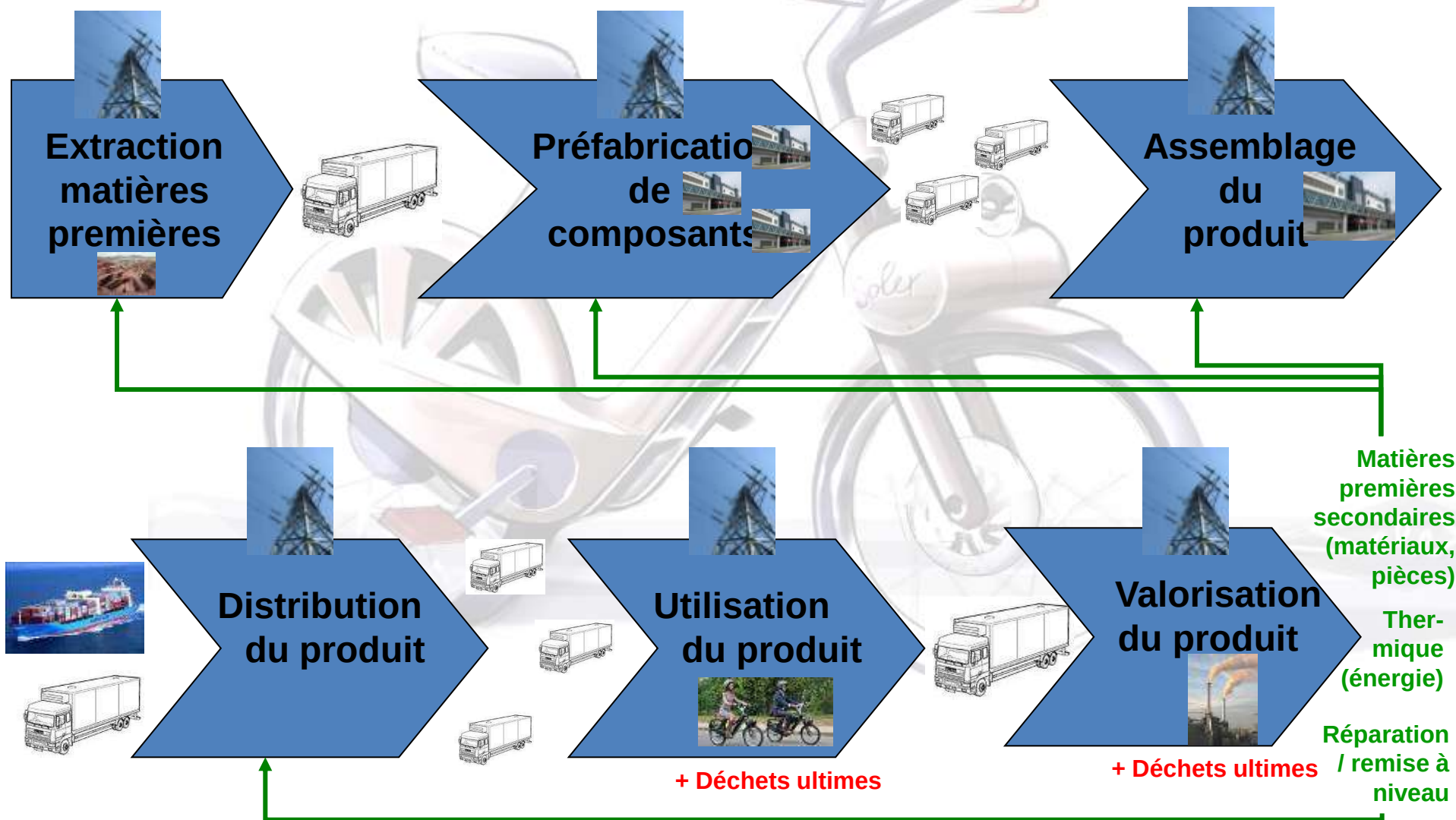


Environnement

(question n°3)



Données complémentaires (3/7) : notions d'écoconception



Environnement (question n°3)



Données complémentaires (4/7) : concepts, directives et normes d'EC.

La directive EUP (Energy Using Product) :

harmonisation des exigences de conception des équipements électriques et électroniques afin de garantir leur libre circulation et de minimiser leur impact sur l'environnement tout au long de leur cycle de vie, d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources et d'assurer un niveau élevé de protection de l'environnement, compatible avec le développement durable.

La directive WEEE
(Waste Electrical & Electronic Equip.) :
réduction des déchets générés par des équipements électriques et électroniques
Engage la responsabilité du producteur dans la récupération et la valorisation (de 70% à 90% en poids) des équipements en fin de vie. Il doit se préoccuper de la fin de vie de ses produits (séparabilité des composants réglementés, mise en place de la filière, ...) →
« éco-participation »

La directive RoHS
(Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronical equipment) :
Limiter l'utilisation de certaines substances considérées dangereuses pour l'environnement et surtout pour la santé (métaux lourds et retardateurs de flammes. Le PVC est en ligne de mire).

Que les produits soient importés ou fabriqués dans l'union européenne.

Norme à récupérer depuis site commissaire européen à l'énergie

Concerne les catégories de produits suivantes : petits et gros appareils ménagers, équipements informatiques et télécommunications, matériel grand public, matériel d'éclairage, outils électriques et électroniques, jouets, équipements de loisir et de sport, dispositifs médicaux, instruments de surveillance et de contrôle, distributeurs automatiques.

Environnement (question n°3)

Données complémentaires (5/7) : concepts, directives et normes d'EC.

Normes de management environnemental :

- méthode ACV : normes ISO 14040-2006, ISO 14041-1998, ISO 14042-2000, ISO 14043-2000, ISO 14044-2000.

- démarche éco conception : ISO 14062.

+ décrets nationaux.

Paragraphe « **respect de l'environnement** » de la notice d'utilisation e-SolexV1 :

« Votre e-Solex respecte l'environnement. Il ne fait aucun bruit de moteur et n'émet aucun gaz d'échappement.

En cas de réparation, les pièces usagées doivent être déposées dans les bacs pour tri sélectif. Une batterie hors-service devra impérativement être retournée à votre distributeur e-Solex qui la confiera à un récupérateur spécialisé chargé de la collecte pour recyclage. »

Environnement (question n°3)

Données complémentaires (6/7) : zoom sur la phase d'utilisation de l'ACV.

Définition de l'évaluation simplifiée et quantitative du cycle de vie (ESQCV) : démarche réduite à l'étude de certaines phases du cycle de vie.

La phase d'utilisation du cycle de vie peut avoir un impact environnemental important, notamment du fait de la consommation électrique du produit. **Quelques critères importants :**

- minimalisation de la consommation d'énergie : consommation dans les contacts électriques (résistances de contact, soudures, etc.), dans les bilames, consommation des organes de commande (électroaimants, etc.), puissance dissipée dans les composants électroniques, etc.
- minimalisation des fuites et rejets vers l'environnement,
- accroissement de la durabilité des produits,
- maintenance et réparations facilitées : amélioration de la fiabilité des produits, liaison client (préalarme, etc.), modularité des produits
- emploi d'énergies propres et renouvelables



Environnement (question n°3)

Données complémentaires (7/7) : considérations technologiques sur la chaîne d'énergie

- Rappel des principaux résultats de la problématique n°2 :



Environnement (question n°3)



Eléments de réponse (en France) (1/6) :



Information sur l'origine de l'électricité fournie par EDF

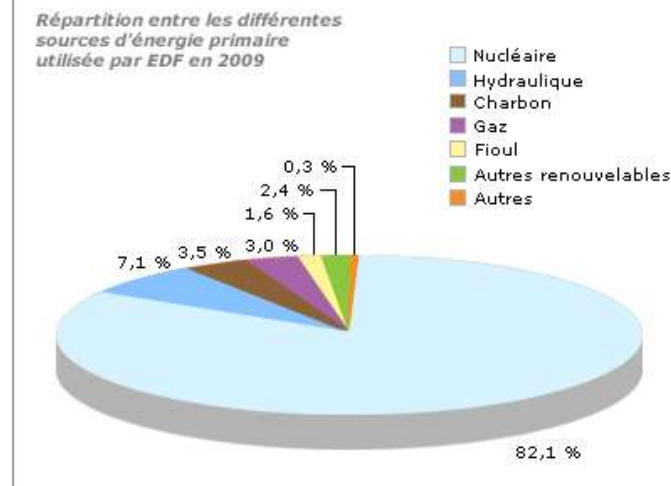
Depuis le 1er juillet 2004, le décret d'application de la directive européenne 2003/54/CE du 26/06/03 fait obligation aux fournisseurs d'électricité, d'indiquer à tous leurs clients :

- la répartition entre les différentes sources d'énergie utilisées pour fournir l'électricité ;
- le contenu en CO2 et en déchets radioactifs du kilowattheure fourni.

d'après EDF

ORIGINE DE L'ELECTRICITE

En 2009, pour vous fournir de l'électricité dans les meilleures conditions et au meilleur prix, EDF a optimisé son parc de production et a eu recours à des achats auprès d'autres producteurs. Les différentes sources d'énergie primaire utilisées ont été les suivantes.



En outre, certains clients ont souhaité acheter de l'électricité avec une garantie d'origine renouvelable. Les volumes correspondants ont donc été déduits du bouquet énergétique d'EDF représenté ci-dessus.

Environnement (question n°3)

Éléments de réponse (en France) (2/6) :

CONTENU EN CO2 ET EN DECHETS RADIOACTIFS

La fourniture d'un kWh d'électricité par EDF en 2009 a induit :

- L'émission de **58,4 grammes de gaz carbonique (CO2)**
- La génération de **déchets radioactifs** :

- à vie courte : **9,7 mg/kWh**
- à vie longue : **0,9 mg/kWh**

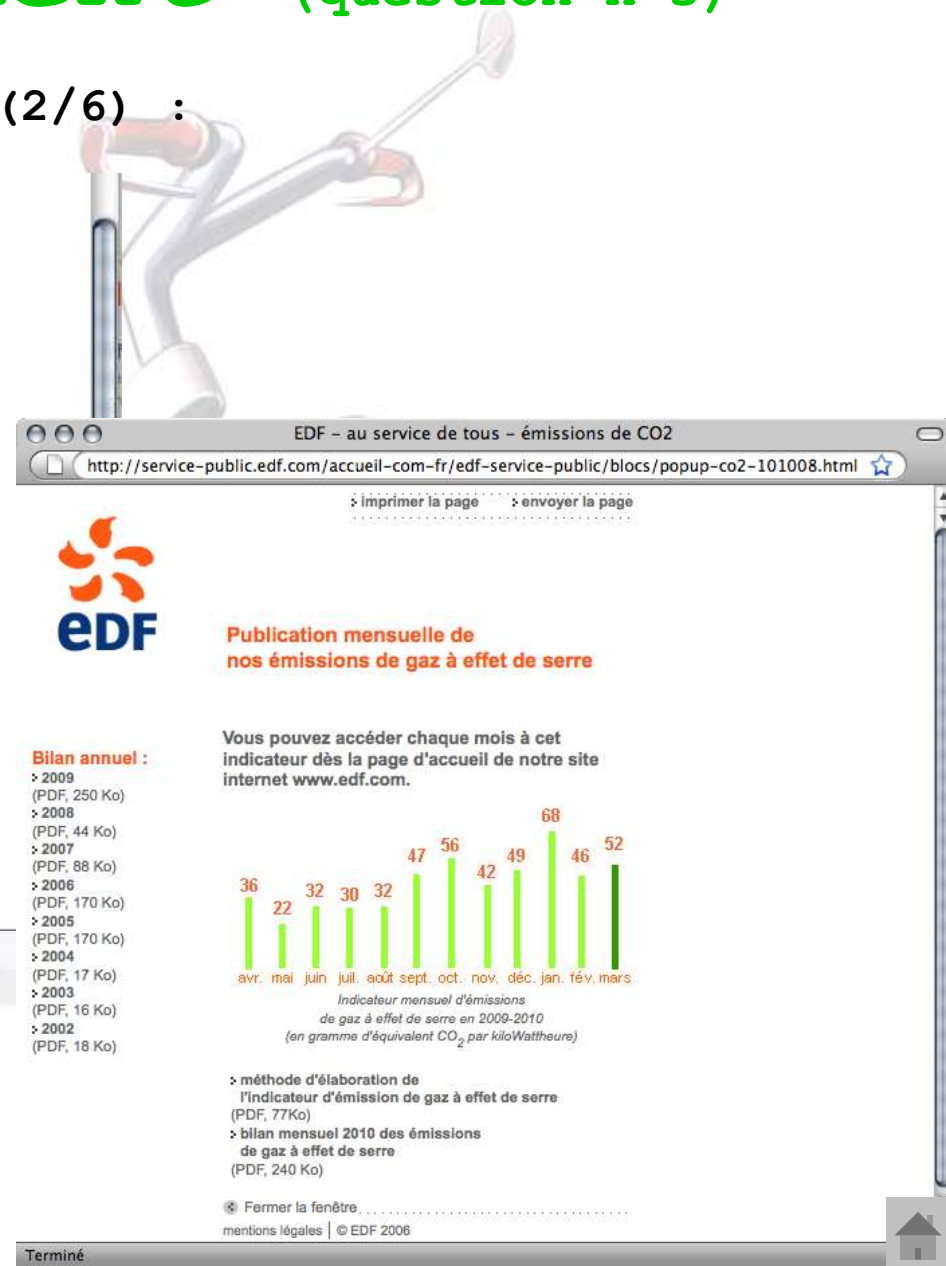
Les déchets radioactifs à vie courte (déchets dont la période de décroissance radioactive n'excède pas 30 ans) : ces déchets de faible et moyenne activité proviennent principalement des opérations de maintenance et d'entretien des centrales. Ils bénéficient d'une solution de stockage en surface, sûre et définitive.

Les déchets à vie longue : ces déchets, fortement radioactifs, sont constitués des parties du combustible nucléaire non réutilisables après usage, et notamment des «cendres» de la combustion nucléaire, les "produits de fission". Lors du traitement du combustible usé, ces produits de fission sont immobilisés dans des blocs de verre durables grâce au procédé de vitrification. Ils sont entreposés de façon sûre, dans des installations spécifiques occupant un espace réduit. La gestion de tous les déchets radioactifs relève d'une loi promulguée le 28 juin 2006. Cette loi, qui s'appuie sur les résultats de 15 ans de recherche prévus par la loi Bataille de 1991, définit un programme d'étude sur l'ensemble des matières et des déchets radioactifs. Elle crée un Plan national triennal définissant les solutions, les objectifs à atteindre.

En savoir plus sur les **autres indicateurs du groupe EDF** :

► **Rapport annuel 2008 Développement Durable**

d'après EDF



Environnement (question n°3)



Eléments de réponse (en Europe) (3/6) :

d'après [Thermodynamique de l'ingénieur: énergétique - environnement](#) par Francis Meunier et édité chez Dunod

Valeurs de moyennes nationales pour les émissions de CO₂ par kWh électrique pour différents pays (source [AIE](#)), page 289, tableau 8.2.

- | | |
|---|---|
| • Suède : 0,04 kg CO ₂ / kWh él. | France : 0,09 kg CO ₂ / kWh él. |
| • Autriche : 0,20 kg CO ₂ / kWh él. | Finlande : 0,24 kg CO ₂ / kWh él. |
| • Belgique : 0,29 kg CO ₂ / kWh él. | Espagne : 0,48 kg CO ₂ / kWh él. |
| • Italie : 0,59 kg CO ₂ / kWh él. | Allemagne : 0,60 kg CO ₂ / kWh él. |
| • Pays Bas : 0,64 kg CO ₂ / kWh él. | Grèce : 0,64 kg CO ₂ / kWh él. |
| • Royaume-Uni : 0,64 kg CO ₂ / kWh él. | Portugal : 0,64 kg CO ₂ / kWh él. |
| • Irlande : 0,70 kg CO ₂ / kWh él. | Danemark : 0,84 kg CO ₂ / kWh él. |
| • Luxembourg : 1,08 kg CO ₂ / kWh él. | |



Moyenne de l'Europe des 15 : 0,46 kg CO₂ / kWh él.

Quelques analyses :

- ce classement date de 2003 mais ces valeurs ont très peu changé depuis, par exemple la construction d'un parc éolien n'a une influence extrêmement minime dans les rejets d'un pays, sauf si ce pays est très petit, comme Monaco par exemple.
- le Danemark, roi de l'éolien présenté souvent comme un EXEMPLE de développement durable, est un des pays qui emit le plus de CO₂ pour produire son électricité, la faute "à pas de vent" (des petits centrales fioul ou gaz donc très polluantes sont mise en route)
- le taux de CO₂ est directement lié, évidemment, à la nature de la source énergétique pour produire l'électricité, ainsi si l'hydraulique et le nucléaire sont les plus propres au niveau du CO₂ (c'est d'ailleurs le seul et unique argument écologique des industriels du nucléaire), le charbon est le plus sale. Et il existe encore une multitudes de centrales au charbon, notamment en Angleterre et en Allemagne, les 2 grands pays industrialisés de ce classement avec la France.

Environnement (question n°3)

Éléments de réponse (en France et dans le monde), d'après MEEDDM
(« Repères, Chiffres clés du climat, France et Monde, Édition 2010 ») (4/6) :

Émissions de CO₂ pour produire 1 kWh d'électricité (y compris cogénération) dans l'UE

g CO ₂ / kWh	1990	2000	2004	2005	2006	2007	Évolution (%) 2006-2007	Évolution (%) 1990-2007
UE à 27	nd	382	364	355	358	362	+ 1,2	nd
UE à 15	430	351	334	326	328	330	+ 0,6	- 23,2
dont : Allemagne	553	494	436	405	404	427	+ 5,7	- 22,8
Autriche	245	180	228	223	214	202	- 5,5	- 17,3
Belgique	344	284	281	271	260	253	- 2,8	- 26,6
Espagne	427	430	382	397	369	390	+ 5,9	- 8,6
Finlande	227	211	253	193	241	230	- 4,4	+ 1,3
France	109	84	79	93	87	90	+ 4,1	- 17,5
Italie	575	498	416	413	424	388	- 8,4	- 32,5
Pays-Bas	588	447	440	387	394	405	+ 2,7	- 31,1
Royaume-Uni	672	461	485	484	506	500	- 1,2	- 25,6
Suède	48	42	51	44	48	40	- 16,5	- 17,1
12 nouveaux Etats membres	nd	261	291	321	373	342	- 8,2	nd
dont : Pologne	641	671	664	657	659	668	+ 1,5	+ 4,3
République tchèque	597	596	525	525	527	558	+ 5,9	- 6,6

Source : Agence Internationale de l'énergie, octobre 2009.

Les **émissions unitaires de CO₂** sont très variables au sein des pays de l'UE à 27. Elles sont très élevées dans les pays où la filière charbon est importante, comme en Allemagne ou dans certains pays de l'Est. Elles sont faibles dans les pays où les énergies renouvelables et/ou le nucléaire sont développés, comme en France (74 % de nucléaire), en Suède (44 % d'hydraulique et 43 % de nucléaire) et à un degré moindre en Belgique (52 % de nucléaire).

Environnement (question n°3)

Éléments de réponse (en France et en Europe) (5/6) :

D'après « Le contenu en CO₂ du kWh électrique : Avantages comparés du contenu marginal et du contenu par usages sur la base de l'historique. » EDF et ADEME, 10/2007.

L'application sur l'historique 1998-2003 aboutit aux résultats suivants, en grammes de CO₂ par kWh électrique consommé :

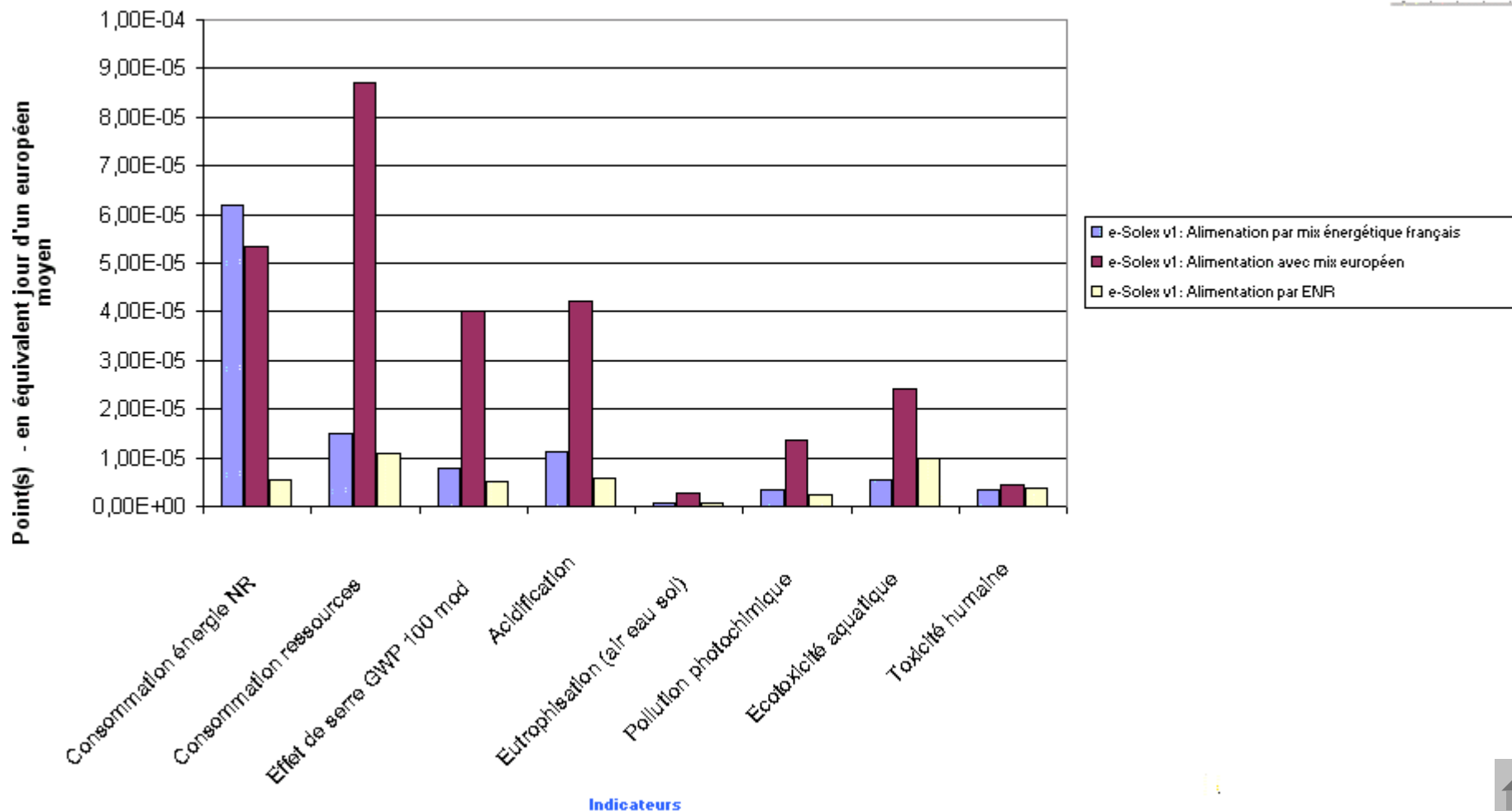
Usage	Chauffage	Eclairage	Usages 'intermittents'	Usages 'en base'
Contenu moyen	180 g CO ₂ /kWh	100 g CO ₂ /kWh	60 g CO ₂ /kWh	40 g CO ₂ /kWh
Plage de variation	130 - 260	60 - 150	40 - 90	20 - 72



Environnement (question n°3)

Eléments de réponse (d'après *Bilan Produit v2.0*) (6/6) :

Comparaison des différents cas



Environnement (question n°3)



Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique. Établir les liens entre structure, fonction et comportement. Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation. Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle. Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures. Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	La réponse à un problème concret de société est privilégiée. L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège. L'analyse du comportement complète les approches structurelles Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux. En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique. Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentation numérique du réel Représentations symboliques (fonctionnelle, structurelle, temporelle)	Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples. La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système. Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Relations entrée/sortie d'un système. Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé. Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.

Besoin (question n°4)

Introduction :

« e-Solex® », un « MUST HAVE »
Economique, Ecologique, Electrique.
(d'après le dossier de presse 2006)

Bien que paré de certains atouts, le produit e-Solex® ne se développe pas de manière significative en France.

Question : pourquoi l'utilisation de ce moyen de transport individuel, relativement efficace et respectueux de l'environnement a-t-il du mal à émerger en France ?

Ressources privilégiées

Eléments de réponse

Références au programme 2 SI



Besoin (question n°4)

Plan :

1_ Effectuer des recherches sur :

- les modes de transport des français,
- les véhicules à deux roues motorisés (besoins, histoire, technologies, utilisation...)
- les nouvelles contraintes qui s'appliquent aux moyens de transport à deux roues motorisés (environnementales, économiques, sociétales...)

2_ Analyser le besoin en cyclomoteur deux roues propulsé à l'énergie électrique... : « remue méninges » (dimensions environnementales, sociétales et économiques) et utilisation d'outils de formalisation (AFext, AFint, ...).

3_ Analyser les causes de non-émergence : « remue méninges » (dimensions environnementales, sociétales et économiques) et utilisation d'outils de formalisation.

4_ Proposer, en les argumentant, des pistes d'améliorations favorisant une plus grande diffusion du produit e-Solex®.



Besoin (question n°4)



Ressources privilégiées :

- site e-Solex® (www.e-solex.fr)
- <http://www.bernique.fr/VSX-Rated/>)
- ADEME : <http://www.ademe.fr>, rubriques « transports » et « médiathèque »
- Association « Mieux se déplacer en bicyclette » (<http://www.mdb-idf.org/spip/>)
- www.velorution.info
- <http://www.tousavelo.com> (conseil national des professions du cycle)
- Wikipédia®, l'encyclopédie en ligne :
 - <http://fr.wikipedia.org/wiki/Vélosolex>
 - <http://fr.wikipedia.org/wiki/E-Solex>
 - http://fr.wikipedia.org/wiki/Vélo_à_assistance_électrique
 - <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclomoteur>
 - http://fr.wikipedia.org/wiki/Scooter_électrique
 - http://fr.wikipedia.org/wiki/Impact_environmental_des_transports_routiers
- www.espacemobelec.fr (espace mobilités électriques - EDF/Mairie de Paris)

Besoin

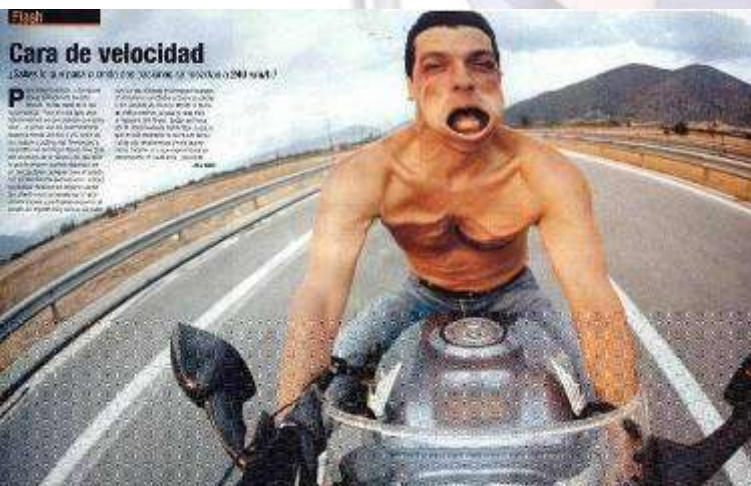
(question n°4)



Éléments de réponse (1/6) :

aspect

- pollution
atmosphérique
, sonore, ...



- vitesse
maximale

- puissance
maximale



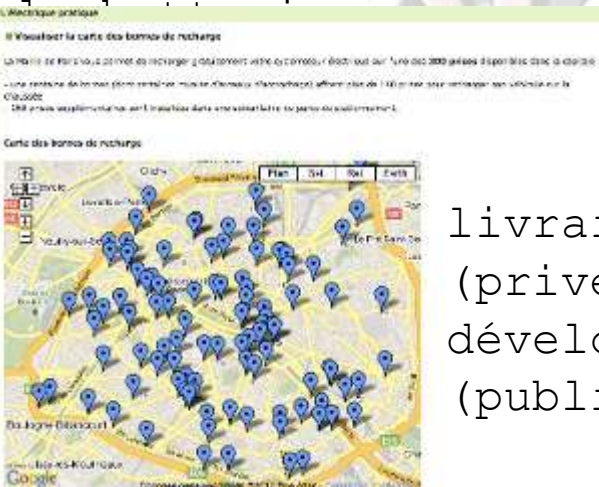
Besoin (question n°4)



Eléments de réponse (2/6) : aspect énergétique

- problème de l'autonomie en déplacement :

- recharge
lente par prise de
courant par chargeur
avec retrait (V1) ou
sans retrait (V2) de



- points de
livraison nombreux
(privés) et en
développement
(publics)

- durée de vie (500 cycles)
et coût de la batterie lithium-
ion (-polymère)

- points de livraison en
grand nombre,
- approvisionnement à
domicile
si stockage,
- graissage séparé à
assurer,
- autonomie relativement
importante,
- rapidité de recharge,
- aucune usure du
réservoir, ...

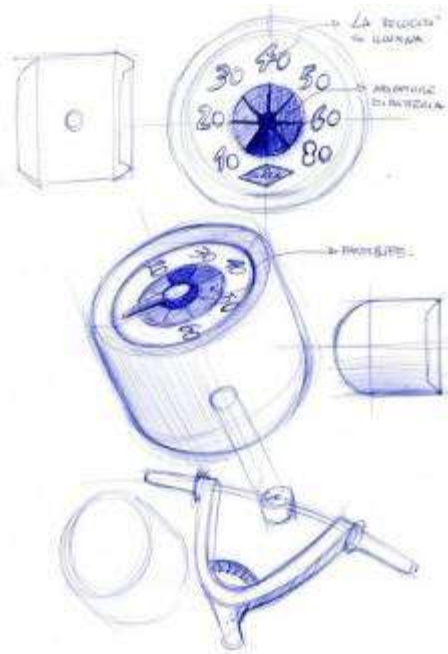
Besoin

(question n°4)



Eléments de réponse (4/6) : aspect esthétique

- validation de la reprise
esthétique du « vintage » ? →



e-Solex
LE SOLEX ELECTRIQUE

UNE NOTORIÉTÉ
ET UN CAPITAL
DE SYMPATHIE
EXCEPTIONNELS

98% des personnes
interrogées
connaissent la marque
« SOLEX »

70% des personnes
sondées ont de
la sympathie pour la marque
« SOLEX »

80% pensent que
« SOLEX » est
un produit qui peut être
remis au goût du jour dans
une version non polluante.

Source : Etude sur l'image et les
attitudes du public réalisée pour le
Groupe Cible en 2006 sur un échan-
illon représentatif de la population
française.



Echec
?
Succès

Echec
?
Succès

Echec
?
Succès

Echec
?
Succès

Echec
?
Succès



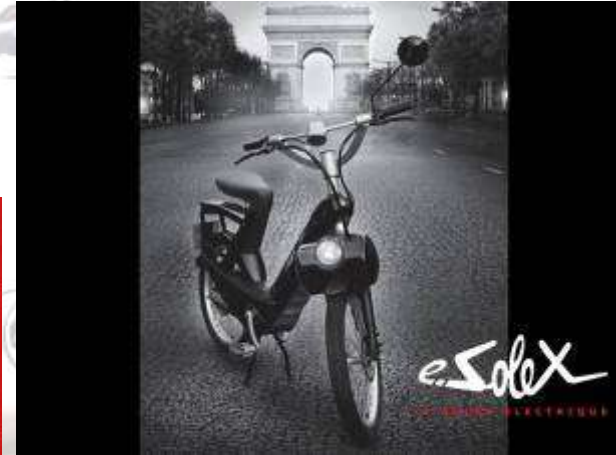
- intérêt de
faire appel à un
grand designer ?

Besoin (question n°4)



Eléments de réponse (5/6) : aspect promotionnel

- Analyse des supports de communication sur www.e-solex.fr (dossiers de presse, revue de presse, de web, TV/radio, ...)



- Analyse des rubriques actualité (salons, présentations, foires, couverture média, événements...) sur www.e-solex.fr.

Ex : festival Rock'n'Solex à l'INSA de Rennes et présentation du e-Solex en 2007 lors de la 40^e édition du festival, ...

Remarque : malgré les sollicitations, pas de débouché favorable concernant l'exposition du e-Solex à l'espace MOBELEC

- Analyse de l'utilisation de moyens de transports doux dans les domaines :
 - artistique (Cf. Simon Starling, César, Tati...),
 - des services publics (Cf. Segway®...),
 - des loisirs (Cf. trottinette, ...),
 - des sports...

Besoin (question n°4)



Eléments de réponse (6/6) : aspects sociétal et environnemental

- politiques et/ou institutionnelles : prime de 25% sur l'achat d'un vélo électrique financée par la mairie de Paris, densité de infrastructures de circulation et de stationnement adaptées, propositions locales ou nationales des différents partis, ...



* Subvention de 25 % du prix d'achat TTC. Offre soumise à conditions.

Plus d'info sur
www.deplacements.paris.fr

Le 3975
Paris.fr



Parking Vélo à Amsterdam

- associatives :
« Mieux se
déplacer en
bicyclette »,
« Vélorution »,

VÉLORUTION!

FAITES UN CADEAU AUX GÉNÉRATIONS FUTURES : ABANDONNEZ VOTRE VOITURE.
L'auto-moto à Paris bat tous les records ! 1^{ère} place toute catégorie pour l'occupation des sols, 1^{ère} source de bruit et de stress, 1^{ère} source de pollution et d'injuries, et bien d'autres tristes trophées.

Pourquoi déplacer 1300 kg pour transporter 70 kg (homme) ou 55 kg (dame) ?? Pourquoi prendre un engin conçu pour 5 personnes rempli à 1,2 personne ?? Pourquoi ne voit-on pas d'embouteillages dans les pubs auto ? Pourquoi des pare-bufiles quand l'animal le plus dangereux à Paris est le conducteur lui-même ? Pourquoi ne pas faire du vélo en dehors du dimanche ? Halte à la schizophrénie automobile !! Sortir du piège auto-moto demande une volonté de tous et des élus d'abord pour offrir à chacun une chance de faire du vélo hors des salles de Fitness.

LE COLLECTIF VÉLORUTION DEMANDE DONC URGEMMENT :

- l'abolition des privilèges injustement accordés à la bagnole, qui envahit l'espace visuel, sonore, olfactif jusqu'au fond de nos branches
- la restitution des espaces urbains aux piétons, personnes à mobilité réduite, rollers, skaters, cyclistes, transports en commun !
- Le renforcement du réseau cyclable : voies Paris - Banlieue, franchissement des places, généralisation des contresens cyclables.
- La gratuité des transports en commun lors des pics de pollution.
- La mise en place d'un « réseau vert » de rues reliées entre elles (à commencer par un axe nord-sud et un est-ouest dans chaque arrondissement) réservées aux vélos, piétons et sans-moteurs.
- La fin de l'intolérable tolérance envers les véhicules à moteur ne respectant pas les voies de bus, les trottoirs, les passages piétons, les bandes cyclables, la vie quoi.

L'auto-moto n'est pas une fatalité, c'est un mode de pensée qui asphyxie nos villes et nos vies. Par nos comportements, nos choix, il nous appartient de nous libérer de la tyrannie auto-moto, pour nous, pour le futur. Vélorution !



... WWW.VELORUTION.INFO

NE JETEZ PAS SUR LA VOIE PUBLIQUE,
PASSEZ À UN AUTRE CYCLISTE

Besoin (question n°4)



Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique. Établir les liens entre structure, fonction et comportement. Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation. Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurale. Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures. Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	<i>La réponse à un problème concret de société est privilégiée.</i> <i>L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège.</i> <i>L'analyse du comportement complète les approches structurales</i> <i>Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux.</i> <i>En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.</i>
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique. Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentation numérique du réel Représentations symboliques (fonctionnelle, structurale, temporelle)	<i>Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples.</i> <i>La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.</i>
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système. Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Relations entrée/sortie d'un système. Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	<i>Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé.</i> <i>Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.</i>

Projet n°1 (Lié aux questions n°2 et 3)

Introduction :

L'utilisateur souhaite optimiser l'utilisation du produit et être en mesure, par exemple, de maîtriser finement sa consommation d'énergie.

Objectif :

- choisir, justifier et mettre en œuvre une solution permettant un contrôle et une meilleure gestion du comportement énergétique du e-Solex®

Éléments de réponse

Références au programme 2 SI



Projet n°1 (Lié à la question n°2)

Éléments de réponse :

Le « *cycle analyst* » (<http://www.ebikes.ca/drainbrain.shtml>) est un véritable "ordinateur de bord" pour petit véhicule électrique permettant d'optimiser l'utilisation d'un 2 roues électrique :

- écran LCD rétro-éclairé en permanence.
- affiche les valeurs suivantes en les distribuant dans 7 écrans successif :
 - deux écrans donnent au pilote les paramètres pertinents durant son trajet.
 - cinq écrans lui permettent d'analyser sa consommation d'énergie depuis la précédente RAZ des valeurs.



V (volts) : tension instantanée de la batterie.
Km/h : vitesse instantanée du véhicule.
I (ampères) : intensité instantanée délivrée.
W (watts) : puissance de sortie instantanée.
Ah (ampères heures) : consommation électrique depuis la remise à zéro.
km (kilomètres) : distance totale depuis la remise à zéro.
Wh (watt heure) : énergie totale consommée depuis la remise à zéro.



Projet n°1 (Lié à la question n°2)

Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique. Établir les liens entre structure, fonction et comportement. Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation. Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle. Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures. Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	La réponse à un problème concret de société est privilégiée. L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège. L'analyse du comportement complète les approches structurelles Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux. En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique. Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentation numérique du réel Représentations symboliques (fonctionnelle, structurelle, temporelle)	Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples. La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système. Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Relations entrée/sortie d'un système. Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé. Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.
MM. Brugier, Grégorian et Villeneuve (LPo I. Newton, Clichy)		2_SI 2010

Projet n°2 (Lié à la question n°3)

Introduction :

Le traitement de la question n°3 a montré que le produit e-Solex® n'est pas un véhicule totalement propre et ce, même si l'on ne considère que la phase d'utilisation du cycle de vie.

En effet, la production de l'énergie électrique nécessaire à son déplacement génère une pollution « délocalisée » (variable selon les pays d'utilisation) :

- déchets radioactifs,
- gaz à effet de serre, et notamment CO₂.

Objectif :

- proposer une solution d'alimentation en énergie électrique visant à améliorer l'impact environnemental dans la phase d'utilisation du cycle de vie.

[Outils / Ressources privilégiées](#)

[Données complémentaires](#)

[Eléments de réponse](#)

[Références au programme 2 SI](#)



Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Dimensionner la solution photovoltaïque (ressource solaire) :

1_ Relever les données climatiques annuelles pour la région parisienne (onglet « données climatiques » de CALSOL® / RetScreen®). **Découvrir** les définitions associées.

2_ Relever la ressource solaire (kWh/m²/an et mois minimal) sur un plan horizontal (onglet « données climatiques » de CALSOL® / RetScreen®). **Découvrir** les définitions associées.

3_ Déterminer les inclinaisons et orientations optimum du plan sur l'année et pour le mois le plus défavorable (coche correspondante dans l'onglet « données climatiques » de CALSOL® / RetScreen®). **Relancer** les calculs précédents pour ces conditions là. **Conclure** sur l'intérêt du bon positionnement des panneaux.

4_ Effectuer des essais à l'aide d'un module PV quelconque et confirmer ou non ces prédéterminations

5_ Déterminer les caractéristiques des éléments constitutifs de l'installation PV (onglet « photovoltaïque isolé » de CALSOL® / RetScreen®). Données complémentaires : 5 jours d'autonomie, rendement des batteries = 85%.

Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Choisir une solution photovoltaïque :

6_ à partir des résultats précédents **rechercher** un kit solaire permettant de répondre au besoin exprimé.

7_ identifier et caractériser les différents constituants, fonctions et flux d'énergie présents dans ce kit. De même lorsqu'on l'associe au e-Solex®



Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Bilan économique et environnemental de la solution PV :

8_ Evaluer les caractéristiques économiques d'une solution PV polycristalline ou amorphe en remplacement du réseau (RetScreen®) .

9_ Evaluer le gain environnemental d'une solution PV polycristalline ou amorphe en remplacement du réseau (RetScreen®, Bilan Produit v2®) .

10_ Etant donnée la complexité de la chaîne d'énergie résultant de cette installation, **proposer** une solution d'amélioration du rendement de la chaîne d'énergie.

11_ Mettre en œuvre la solution ?

Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Autres solutions à explorer :

x_ solution aéraulique en site isolé avec éolienne à axe vertical : même travail (étude avec RetScreen® possible)



x_ solution hybride en site isolé avec PV et éolienne à axe vertical : même travail (étude avec RetScreen® possible)



+



x_ solution avec raccordement au réseau mais avec un fournisseur d'électricité verte : contrat spécifique chez fournisseur classique (GDF-Suez), Enercoop, ... (étude avec RetScreen® possible)

Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Outils / ressources privilégiés :

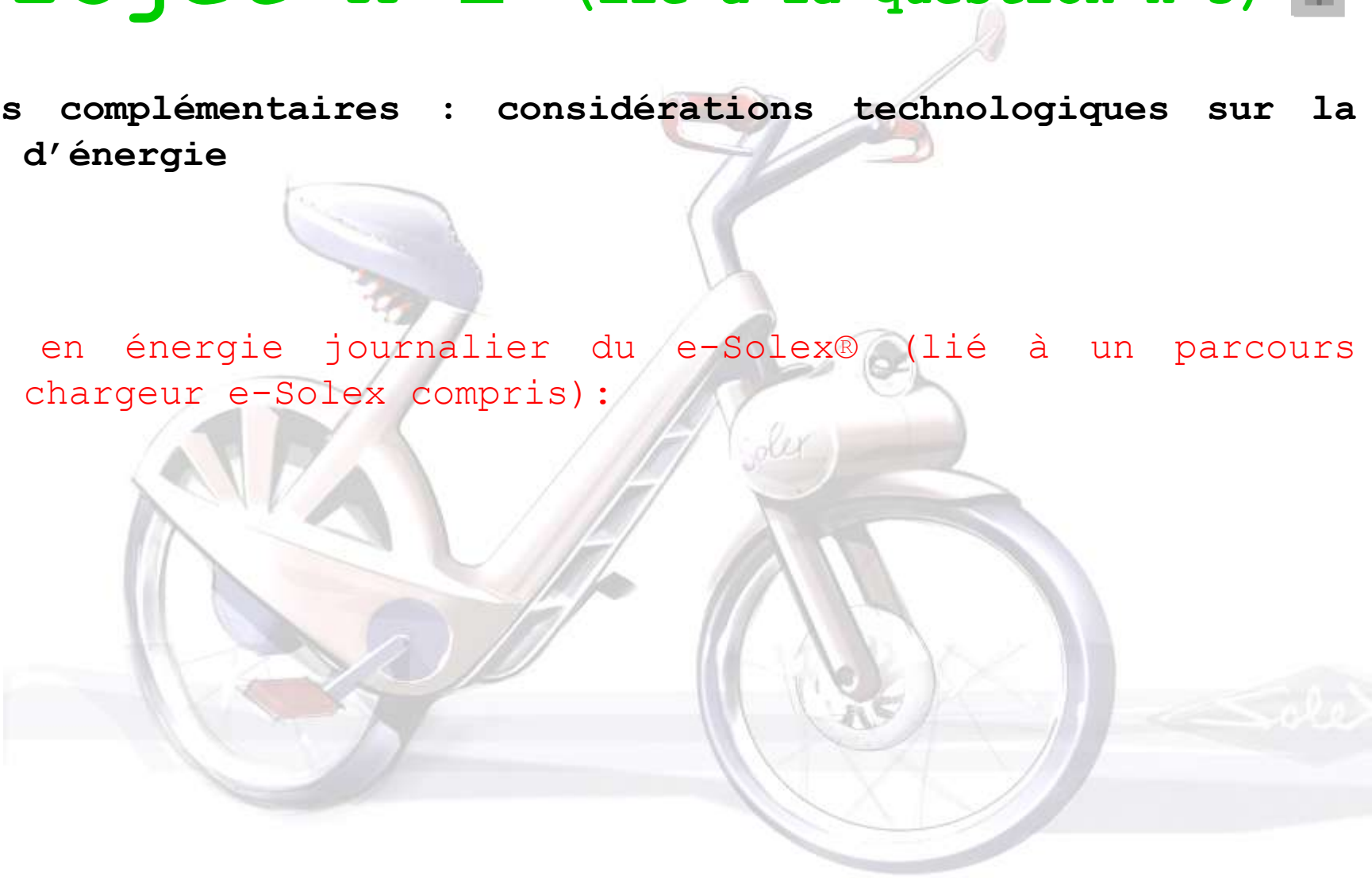
- CALSOL® de l'INES/ADEME (www.ines-solaire.com) : outil en ligne, pédagogique (définitions) et gratuit.
- RetScreen® de l'Université de Varennes (www.retscreen.net) : outil sous Excel® uniquement, gratuit et formations en ligne.
- outils d'évaluation des impacts : logiciel Bilan Produit v2.0 sous Excel® (http://www.ademe.fr/internet/bilan_produit/)
- www.wattethome.com (fournisseur de solutions PV en site isolé)
- www.windela.cc, www.windside.com, ...(fournisseurs de solutions aéraulique à axe vertical (intégration urbaine) en site isolé)
- www.enercoop.fr (fournisseur d'électricité verte)
- GDF-Suez (offre d'électricité verte (hydraulique) pour les particuliers)

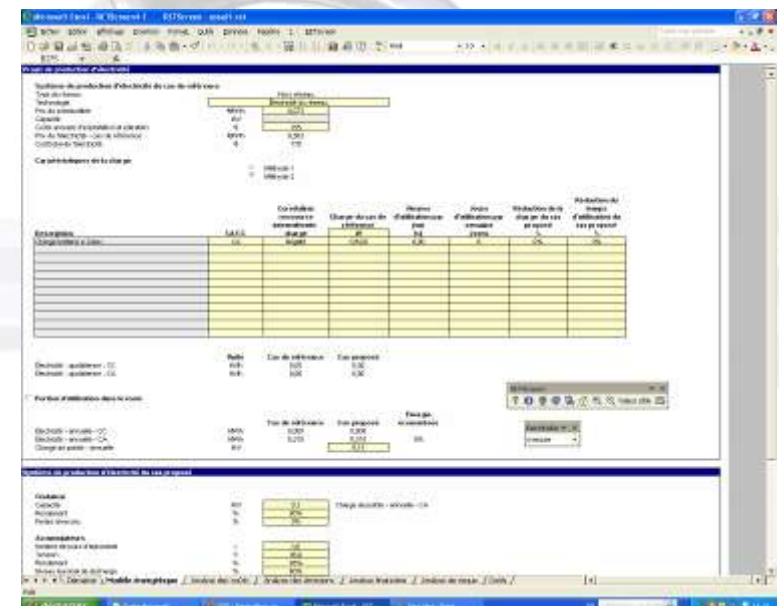
Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Données complémentaires : considérations technologiques sur la chaîne d'énergie

Besoin en énergie journalier du e-Solex® (lié à un parcours moyen, chargeur e-Solex compris):



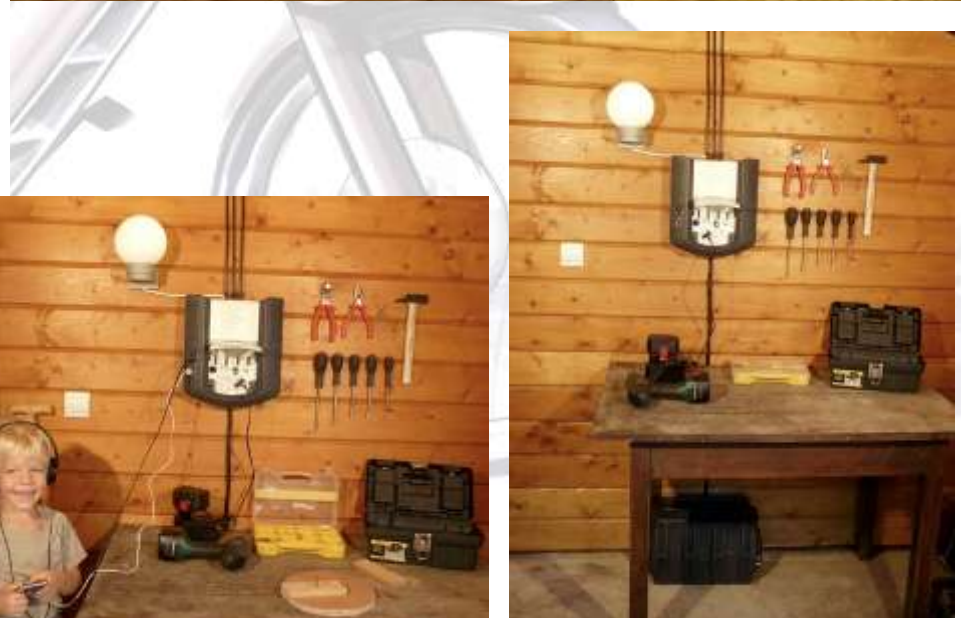
[illegible]

Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Eléments de réponse (2/3) :

Exemple du *Power kit WH120*
par WATT&HOME®



Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Eléments de réponse (3/3)

Exemple du *Power kit*
WH120 par WATT&HOME®



Projet n°2 (Lié à la question n°3)



Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique.	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle.	<i>La réponse à un problème concret de société est privilégiée.</i>
Établir les liens entre structure, fonction et comportement.	Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures.	<i>L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège.</i>
Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation.	Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	<i>L'analyse du comportement complète les approches structurelles</i>
Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage		<i>Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux.</i>
		<i>En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.</i>
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique.	Représentation numérique du réel	<i>Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples.</i>
Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentations symboliques (fonctionnelle, structurelle, temporelle)	<i>La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.</i>
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système.	Relations entrée/sortie d'un système.	<i>Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé.</i>
Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	<i>Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.</i>
MM. Brugier, Grégorian et Villeneuve (LPo I. Newton, Clichy)	Propositions d'exploitation pédagogique sur le produit e-Solex	2_SI 2010

Projet n°3

Introduction :

« La marque Solex est redevenue propriété d'une société française depuis l'année 2004. Les ingénieurs de CIBLE, en charge de la R&D sont basés en France. Le site de fabrication se situe en Chine et a été certifié ISO 9001. Chaque véhicule fait l'objet d'un contrôle individuel en sortie de l'usine par le bureau VERITAS » d'après www.e-solex.fr, rubrique FAQ.

Le constructeur du e-solex indique sommairement ici les différentes étapes de la conception et de la fabrication de son produit dans un contexte d'économie de marché globalisé.

Objectifs :

- définir précisément les différentes étapes, fonctions, métiers et outils mis en œuvre dans le cadre de ce projet,
- définir les avantages et inconvénients d'une telle organisation (points de vue économique, environnemental, sociétal...). [Données complémentaires](#)

[Outils / Ressources privilégiées](#) [Références au programme 2 SI](#)



Projet n°3

Exemples d'activité à mener :

- travail sur les ressources graphiques liées au développement du e-Solex :
 - réorganisation chronologique des visuels disponibles afin de retrouver les différentes étapes de la conception, les différents scénarii,
 - explication du travail effectué à chaque étape de conception d'après les visuels,
 - identification des métiers/compétences associés,
 - recherche des formations associées aux différents métiers,
 - interview de designer/concepteur/fabricants... de produits industriels, recherches sur l'organisation mise en place pour le e-Solex®
 - bilan environnemental relatif à toutes les étapes du cycle de vie du produit e-Solex v1 (possible avec *Bilan Produit®* v2).
- Comparaison aux solutions antérieures : versions thermiques, évolution des lieux de fabrication ...



Projet n°3

Outils privilégiés :

- outil d'évaluation des impacts environnementaux « Bilan Produit v2.0 » sous Excel® (http://www.ademe.fr/internet/bilan_produit/)

Ressources privilégiées pour les élèves :

- site e-Solex® (www.e-solex.fr) pour e-Solex® et Vélosolex®,
- ensemble des visuels issus des fichiers de conception du e-Solex V1,
- atelier *Pininfarina* (Design e-Solex®),
- interview des concepteurs, du groupe Cible...,
- modèles de développement des autres versions (thermiques) du Solex (en France, en République Tchèque, en Chine...),
- atelier *Bouroullec* (vidéo sur la conception d'un produit avec les outils de CFAO3D),
- exposition *Patrick Jouin*, Musée Pompidou (05/2010),
- vidéo « Conception d'un produit industriel », Nathan



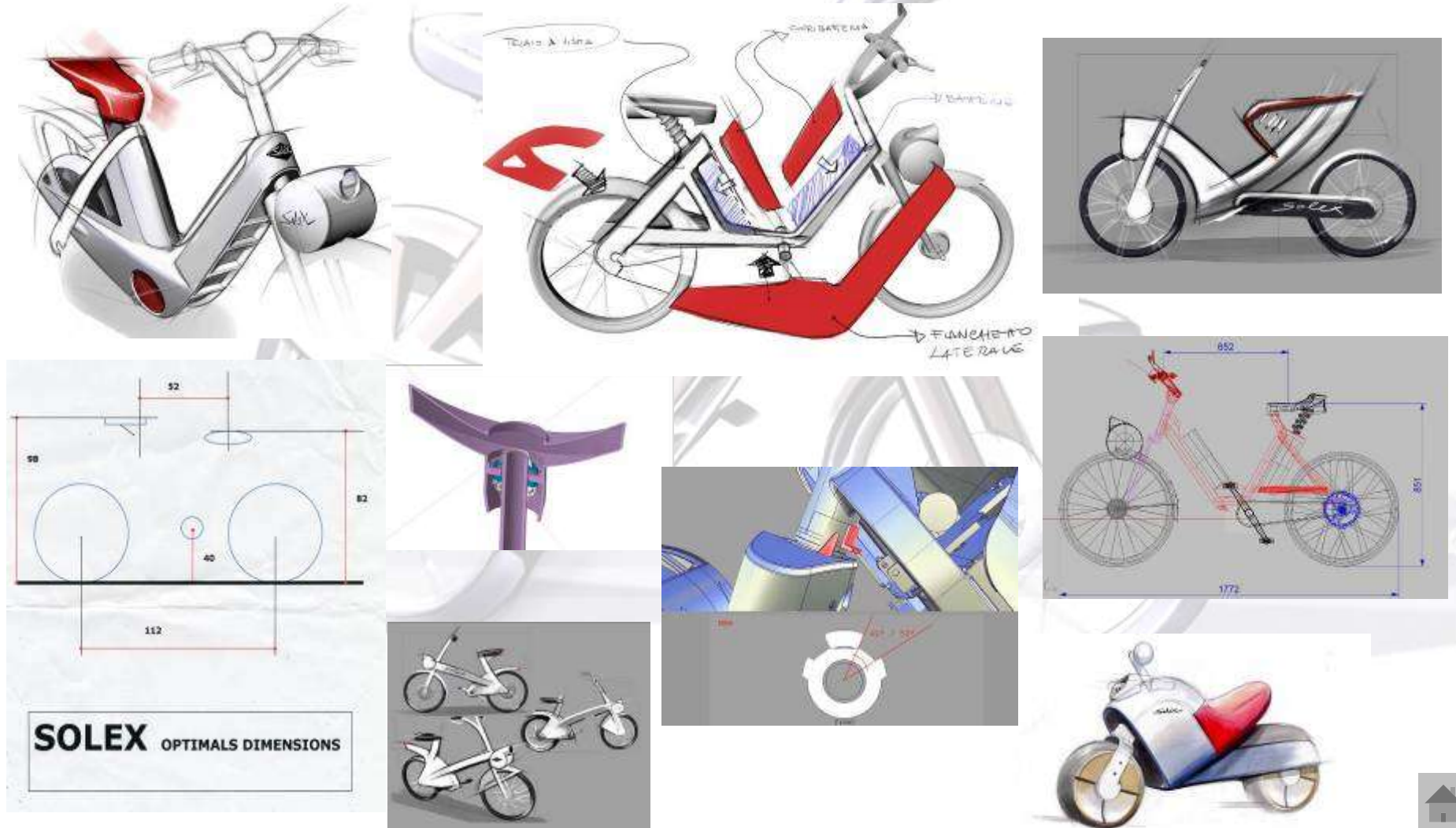
Projet n°3

Données complémentaires (1/4): extrait des ressources visuelles de conception disponibles (e-Solex V1)



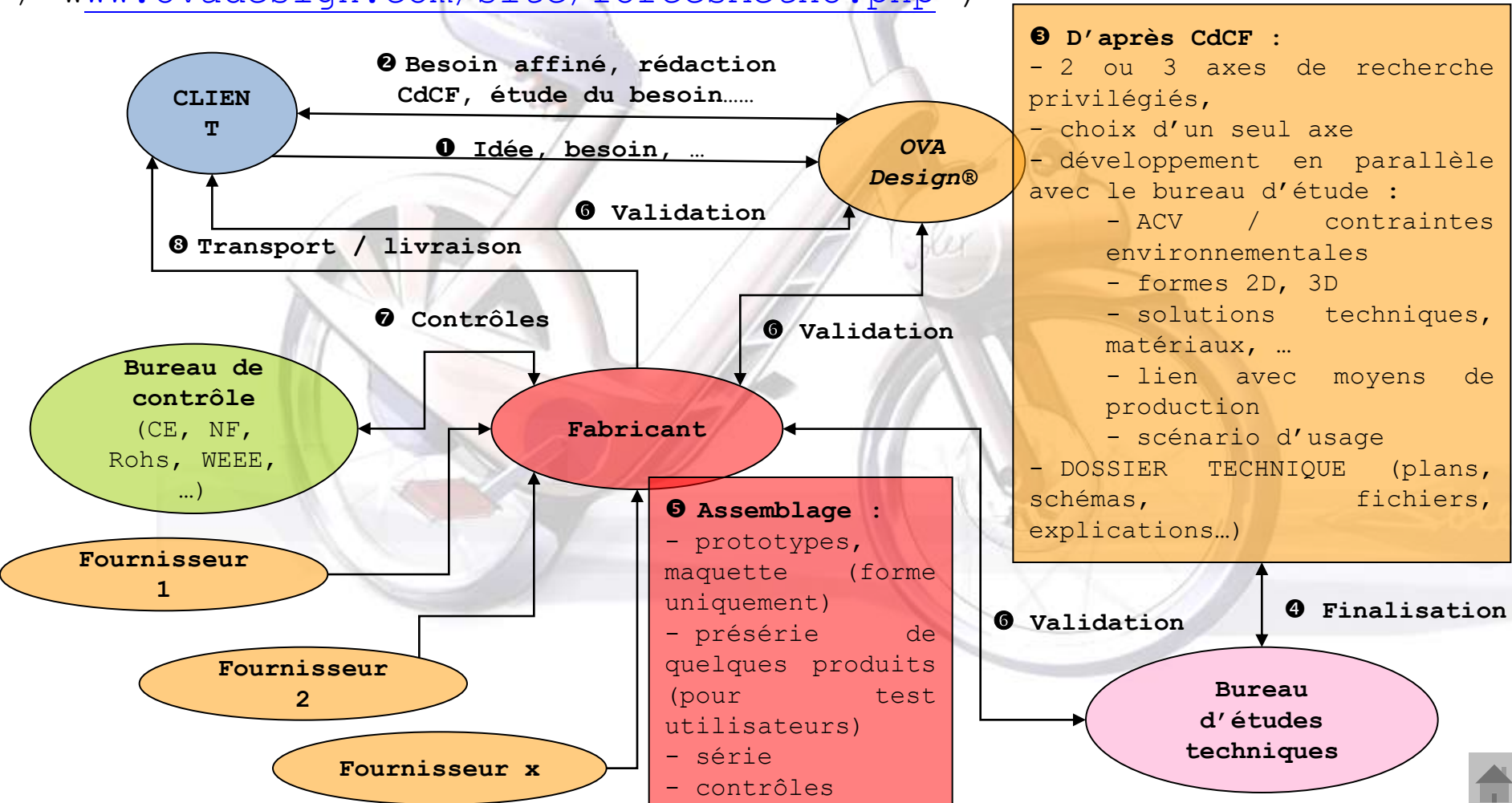
Projet n°3

Données complémentaires (2/4): extrait des ressources visuelles de conception disponibles (e-Solex V1) – suite



Projet n°3

Données complémentaires (3/4) : OVA Design® (www.ovadesign.com, exemple d'activité de conception de produits industriels à Ivry (94) / www.in-ova.com/les-8-phases-principales-dune-etude-design / www.ovadesign.com/site/forcesMetho.php)



Projet n°3

Données complémentaires (4/4) : tendance et perspectives (exemple)

Clin d'œil au principe du premier Solex :



zoom



Cyclomoteur « hmk-561 » de Ralf
Kittmann | Produktdesign



Projet n°3



Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique. Établir les liens entre structure, fonction et comportement. Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation. Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurale. Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures. Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	La réponse à un problème concret de société est privilégiée. L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège. L'analyse du comportement complète les approches structurales Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux. En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique. Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentation numérique du réel Représentations symboliques (fonctionnelle, structurale, temporelle)	Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples. La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système. Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Relations entrée/sortie d'un système. Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé. Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.
MM. Brugier, Grégorian et Villeneuve (LPo I. Newton, Clichy)		2_SI 2010

Projet n°4 (Lié à la question n°4)

Introduction :

Afin d'innover dans ce milieu concurrentiel, la société Groupe Cible vous a sollicité pour faire évoluer le e-Solex en proposant à la clientèle des options et accessoires.

D'après les enquêtes menées auprès des clients et des remarques spontanées recueillies auprès des distributeurs, il s'avère que l'autonomie de la batterie principale, dans des conditions extrêmes (démarrages fréquents, terrains accidentés, longs parcours) est insuffisante.



Objectif :

- proposer une solution visant à permettre l'adaptation d'une batterie de secours sur le e-Solex.

Données complémentaires

Outils / Ressources privilégiées Références au programme 2 SI



Projet n°4 (Lié à la question n°4)

Exemples d'activité à mener :

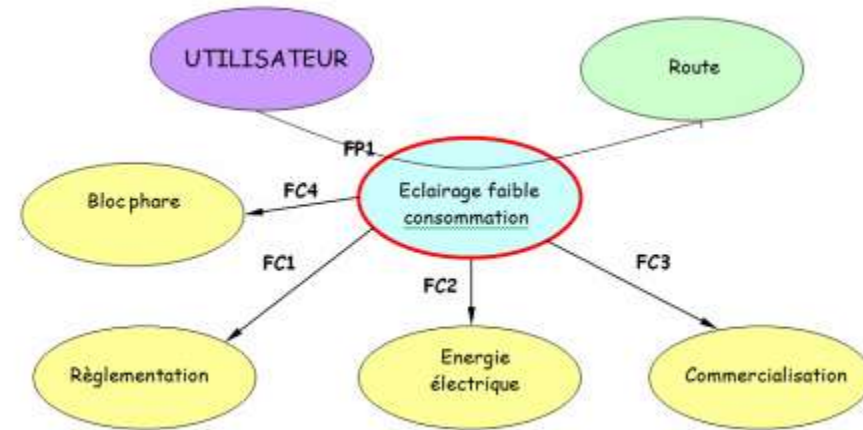
- conception :
 - définition du besoin (AFB) et rédaction d'un CdCF,
 - définition d'une solution technique (AFT),
 - conception de la solution avec adaptation à l'existant,
 - réalisation d'un dossier de présentation de la solution conçue,
- prise en compte des contraintes environnementales et de la démarche d'éco-conception (solution, emballage, production...)
- analyse de l'évolution des solutions de stockage d'énergie entre les versions 1 et 2 du e-Solex et de l'impact du changement de batterie sur l'autonomie du produit (Cf. www.esolex.fr, rubrique FAQ et plaquette)



Projet n°4 (Lié à la question n°4)

Autres idées de conception :

- remplacement de l'éclairage à incandescence par une solution faible consommation (DELS, ...).



Fonction	Critères	Niveaux - Limites
FP1 : Fournir l'éclairage nécessaire pour la conduite de nuit en économisant la batterie	Doit permettre un gain significatif au niveau de l'autonomie	Sur un parcours total de nuit évaluer le gain
FC1 Satisfaire à la réglementation en vigueur concernant la signalisation	Eclairage conforme	Mêmes caractéristiques de puissance lumineuse à définir
FC2 : Être alimenté en énergie électrique	Tenir compte de la connectique	Respecter les caractéristiques électriques de l'ampoule à incandescence
FC3 : Être d'un prix attractif	Ne doit pas correspondre à un surcoût dissuasif pour le propriétaire	Coût inférieur à 50 €
FC4 : S'adapter au logement prévu à cet effet.	En lieu et place de l'ancienne ampoule	Même procédure d'installation et de remplacement.

- adaptation d'un dispositif d'alimentation électrique par port USB.
- adaptation d'un dispositif de détection d'activité de téléphone portable lors de la conduite.



Projet n°4 (Lié à la question n°4)

Outils privilégiés :

- modeleur volumique,
- outils d'aide à l'analyse fonctionnelle et à la conception (TDC Need®, en version d'évaluation),

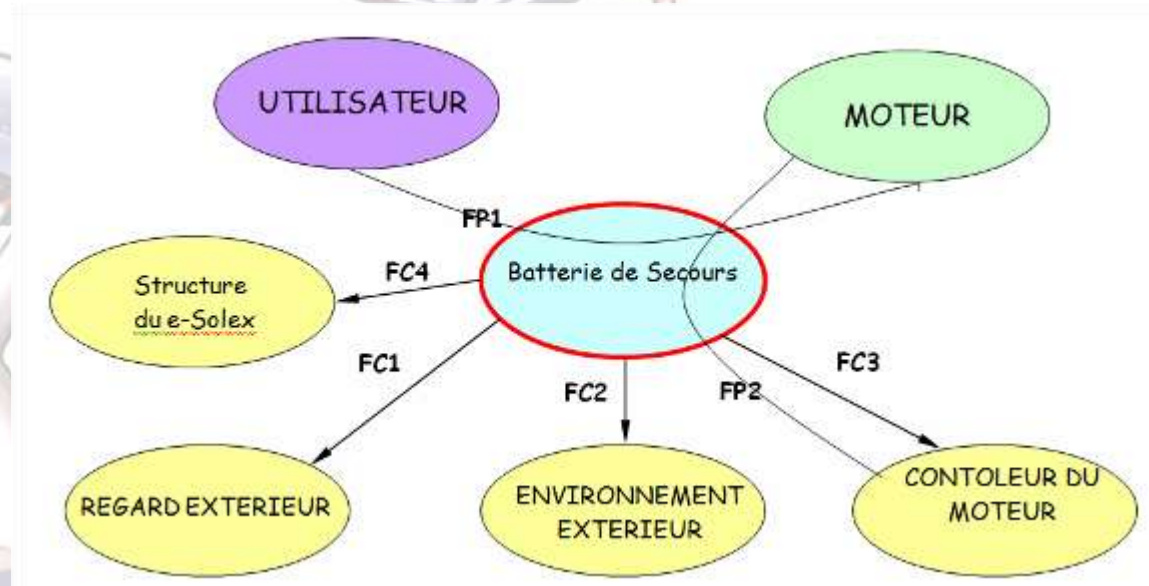
Ressources privilégiées pour les élèves :

- site e-Solex® (www.e-solex.fr) pour e-Solex® et Vélosolex®,
- ensemble des visuels issus des fichiers de conception du e-Solex V1,
- ensemble des fichiers directement issus d'un modeleur volumique (CATIA, .dxf, .iges, ...) disponibles,
- société SAFT (www.saft.fr), spécialiste des accumulateurs électrochimiques



Projet n°4 (Lié à la question n°4)

Données complémentaires : début d'AFB et d'AFT



Fonction	Critères	Niveaux - Limites
FP1 : Fournir l'énergie supplémentaire nécessaire au déplacement	Pour finir un parcours soit minimum en vitesse I .	36 V $\pm$ 2V 5A.h Maxi
FP2: Distribuer l'énergie disponible	Doit être reliée au contrôleur par une connectique indépendante, fiable et sécurisée.	Pas de modification du circuit de batterie principale. Câblage adapté.(Section de câble, gâines, cosses ...)
FC1 : Etre agréable à l'œil	Formes Couleur	Sobres dans l'esprit des courbes existantes. Noir brillant ou Rouge satiné
FC2 : Protégée de l'environnement extérieur (Eau, chocs).	Protégée des chocs et projections d'eau	IP24
FC3 : Etre compatible avec le controleur du moteur	La batterie doit pouvoir fournir le courant d'entrée maximum qu'autorise le contrôleur	I contrôleur max : 20A
FC4 : S'adapter à la structure du e-Solex	Batterie fixée par une solution démontable facilement.	Démontable sans Outillage en moins d'une minute.

Projet n°4 (Lié à la question n°4)



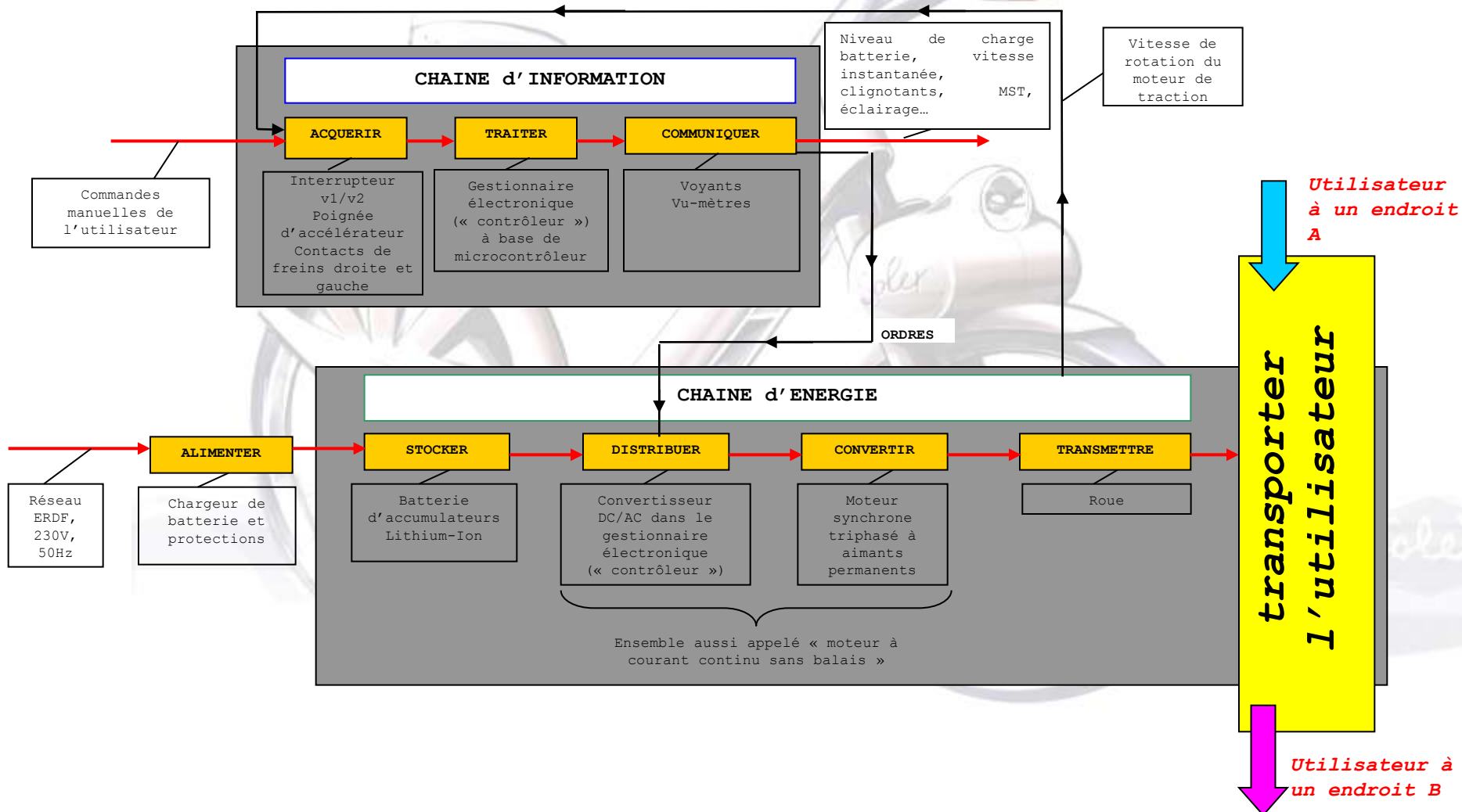
Références au programme 2_SI :

Activités	Notions	Commentaires
Approfondir la culture technologique		
Caractériser les fonctions d'un système technique.	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurale.	La réponse à un problème concret de société est privilégiée.
Établir les liens entre structure, fonction et comportement.	Organisation globale d'un système technique : - information, énergie, matériaux et structures.	L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège.
Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation.	Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale	L'analyse du comportement complète les approches structurales
Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage		Cycle de vie du produit prenant en compte les impacts sociétaux et environnementaux.
		En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.
Représenter et communiquer		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique.	Représentation numérique du réel	Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples.
Rendre compte sous forme écrite ou orale des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Représentations symboliques (fonctionnelle, structurale, temporelle)	La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.
Simuler / mesurer un comportement		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système.	Relations entrée/sortie d'un système.	Identification des relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure, des critères de choix des matières et matériaux retenus, d'un procédé de mise en forme et de son principe scientifique associé.
Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Préviation de l'ordre de grandeur des résultats.	Simulation et analyse de l'influence des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique.
MM. Brugier, Grégorian et Villeneuve (LPo I. Newton, Clichy)	Propositions d'exploitation pédagogique sur le produit e-Solex	2_SI 2010

SYNTHESE



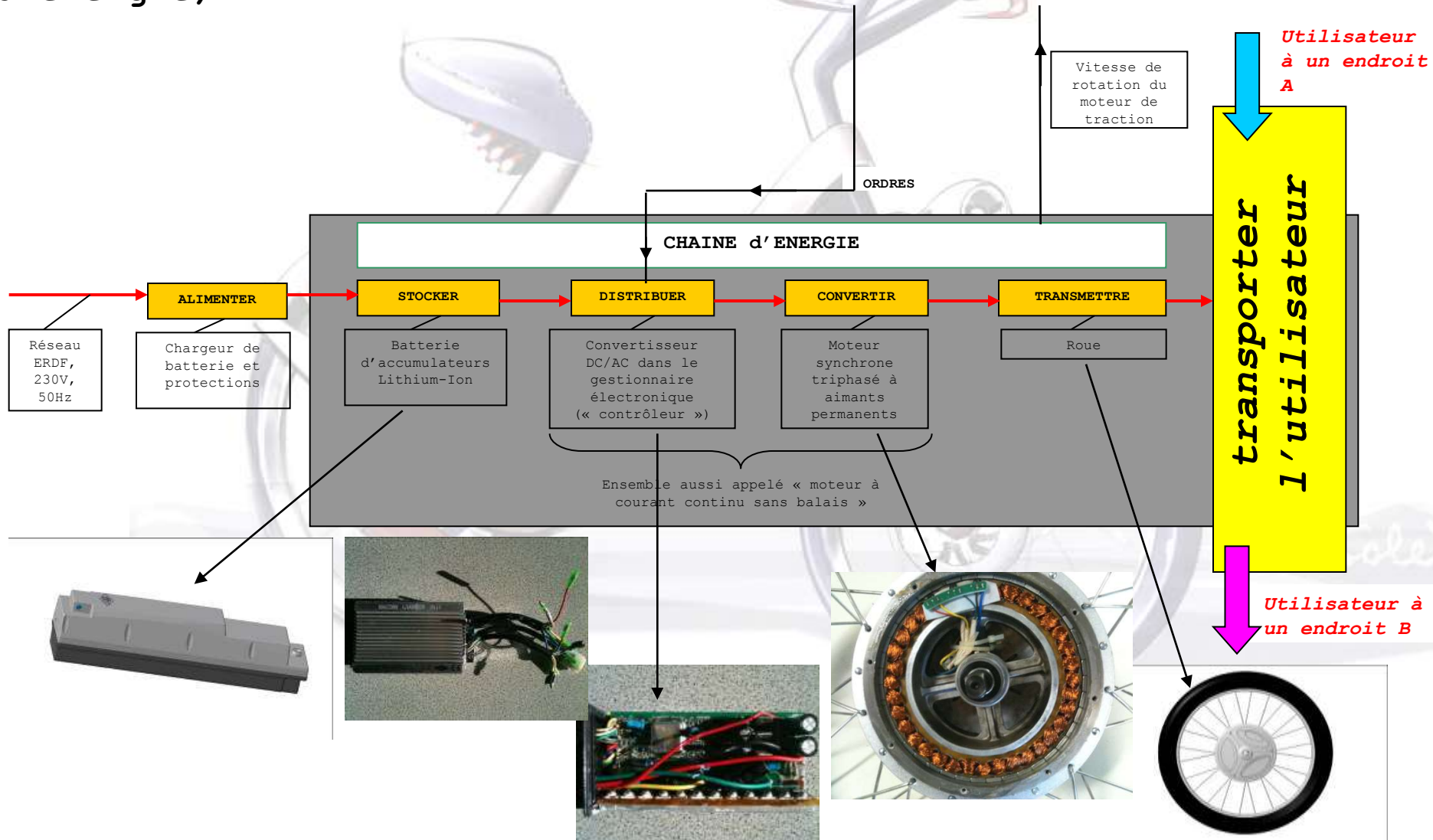
Diagramme bloc du produit e-Solex® : formalisation



SYNTHESE



Diagramme bloc du produit e-Solex®: formalisation (chaîne d'énergie)



MERCI de votre ATTENTION



AES

Ressources Professeur

NORME NF EN 15194 : site de l'AFNOR



NF EN 15194 Mai 2009

Cycles - Cycles à assistance électrique - Bicyclettes EPAC

Indice de classement : R30-009

Statut : Norme homologuée



Norm'Alert vous préviendra des évolutions de ce document après achat
(valable uniquement pour les documents achetés en ligne)



Imprimer

langue du document

Français



format du document

Electronique



58,70 € HT



ajouter au panier

▼ Résumé

La présente norme européenne s'applique aux cycles à assistance électrique d'une puissance nominale continue maximale de 0,25 kW, dont l'alimentation est réduite progressivement et finalement interrompue lorsque le véhicule atteint une vitesse de 25 km/h, ou plus tôt, si le cycliste arrête de pédaler. La présente norme européenne spécifie les exigences de sécurité et les méthodes d'essai relatives à l'évaluation de la conception et de l'assemblage des bicyclettes à assistance électrique et des sous-ensembles dédiés à des systèmes utilisant une tension de batterie allant jusqu'à 48 VDC ou bien un chargeur de batterie intégré avec une entrée de 230 V. La présente norme européenne spécifie les exigences et les méthodes d'essai relatives aux systèmes de gestion de la puissance du moteur, aux circuits électriques y compris au système de chargement pour évaluer la conception et l'assemblage des cycles à assistance électriques et des sous-ensembles dédiés à des systèmes présentant une tension allant jusqu'à 48 V DC inclus ou intégrant un chargeur de batterie avec une entrée de 230 V.



Ressources Professeur

NORME NF EN 15194 : site de l'AFNOR



Puissance (question n°1)

Remarques sur les résultats de calculs fournis par la calculette

La puissance du moteur devrait être, d'après les simulations précédentes :

$$\Omega_m(V=35\text{km/h}) \times C_{rm}(\%p=7\%) = 37,4 \times 23,5 = 880\text{W} \\ > 480\text{W} (P \text{ à } 35\text{km/h}) \rightarrow \text{INUTILE !}$$

Le concepteur souhaite optimiser le dimensionnement du convertisseur et de la batterie en ajustant la puissance du moteur au besoin (tout en maintenant un couple d'accélération).

Il faut que le moteur délivre sa puissance maximale constante dans une plage $[\Omega_b ; \Omega_{\text{max}}]$.

Ω_b est la vitesse à partir de laquelle le moteur délivre sa puissance maximale constante et est définie par :

$$\Omega_m(V=35\text{km/h}) / \Omega_b = C_{rm}(\%p=7\%) / C_{rm}(35\text{km/h}) \\ = [C_{rm}(\%p=7\%) \cdot \Omega_m(V=35\text{km/h})] / P(35\text{km/h})$$

Soit, dans notre cas : $\Omega_b = (480/880) \cdot \Omega_m(V=35\text{km/h}) = 20,4 \text{ rad/s}$



Ressources Professeur

Considérations technologiques sur la chaîne d'énergie

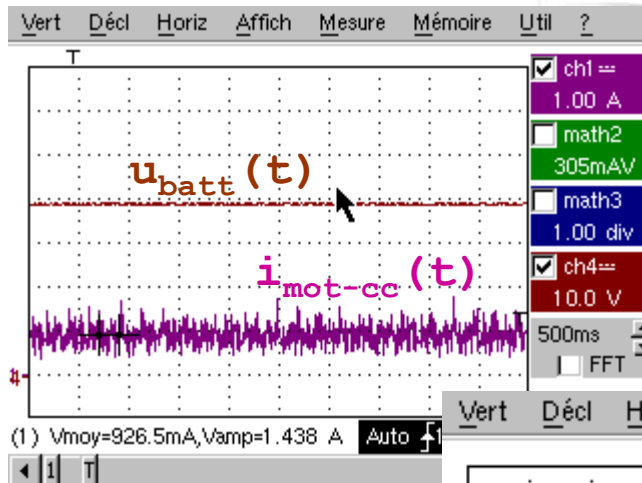
« Moteur à courant continu sans balais » (« *DC brushless* »):

- enroulements bobinés sur le circuit magnétique lié à l'axe fixe du moteur,
- aimants répartis sur la carcasse externe du moteur. Cette carcasse rotative est liée mécaniquement à la roue.
- alimentation de la machine en triphasé par onduleur et d'après infos capteurs de position à effet Hall → collecteur électronique,
- variation de la vitesse obtenue par variation de la tension efficace et de la fréquence des tensions alternatives



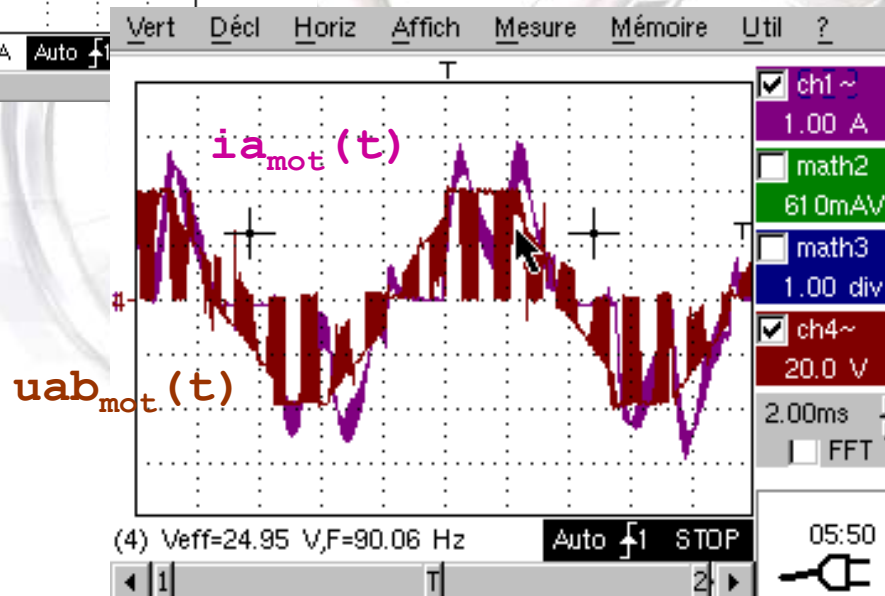
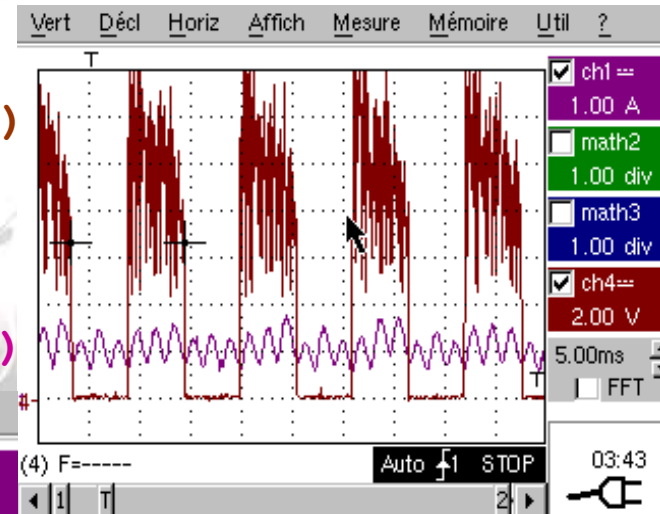
Ressources Professeur

Mesures effectuées à vide à V_1 max (pour analyse du principe de fonctionnement)



$u_{effet_hall}(t)$

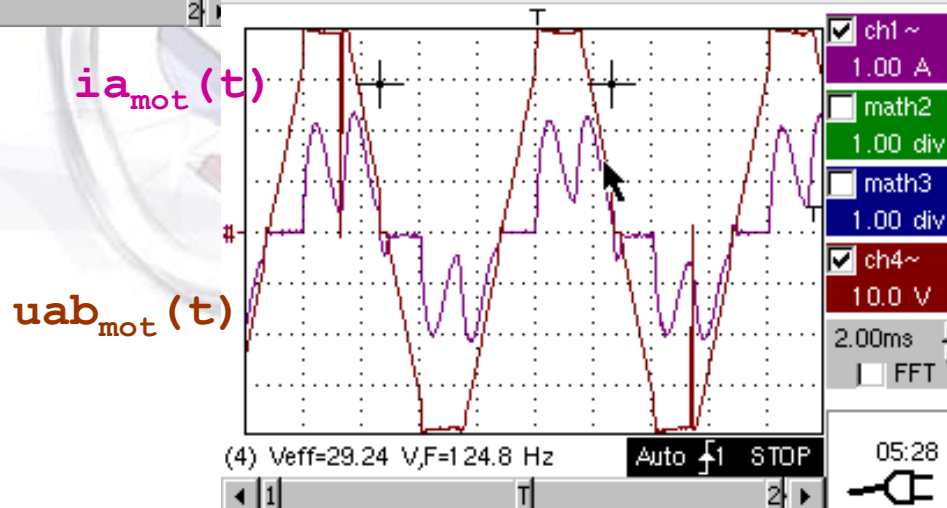
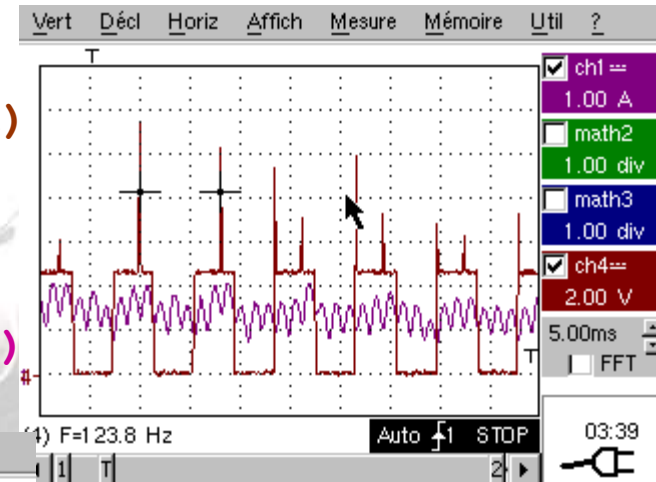
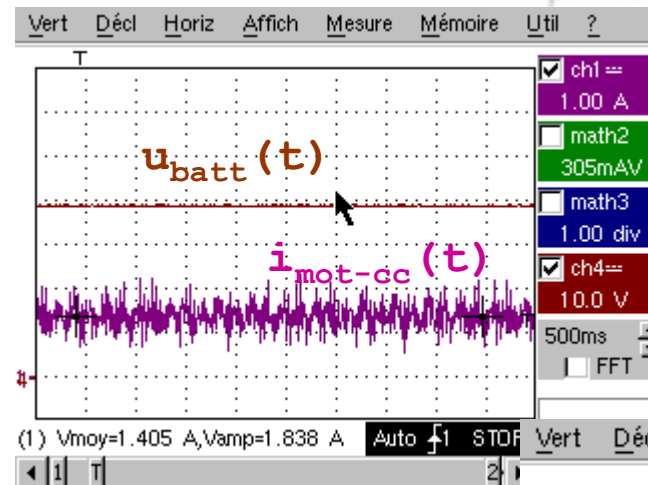
$i_{mot-cc}(t)$



Remarque : possibilité d'enregistrer dans la mémoire de l'oscilloscope des configurations pour une mise en œuvre des mesures simplifiée

Ressources Professeur

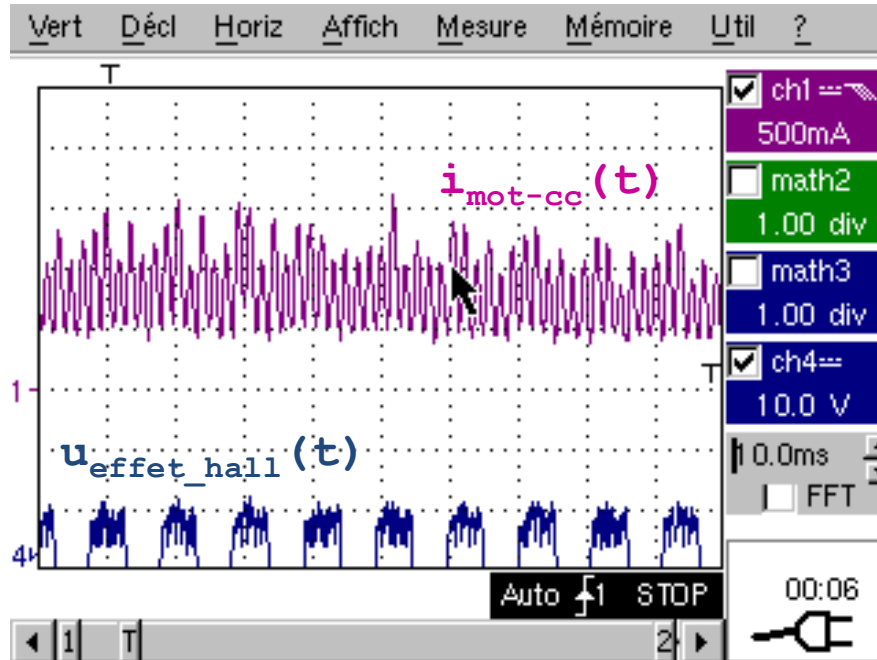
Mesures effectuées à vide à V_2 max (pour analyse du principe de fonctionnement)



Remarque : possibilité d'enregistrer dans la mémoire de l'oscilloscope des configurations pour une mise en œuvre des mesures simplifiée

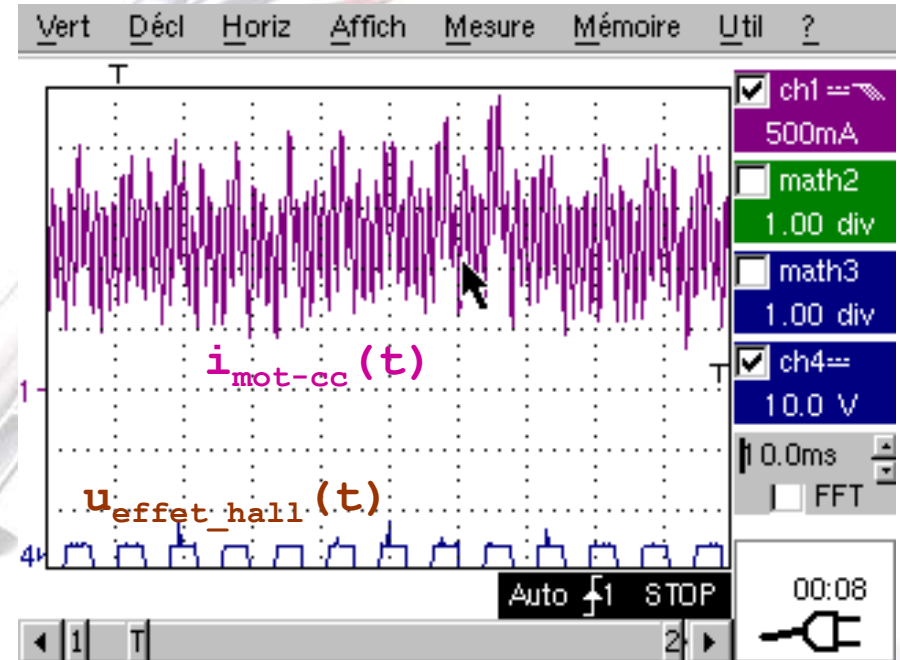
Ressources Professeur

Mesures effectuées à vide pour pertes fer : tension batterie=40V



$I_{\text{mot dc}} = 0,8\text{A}$

À vide à V1max

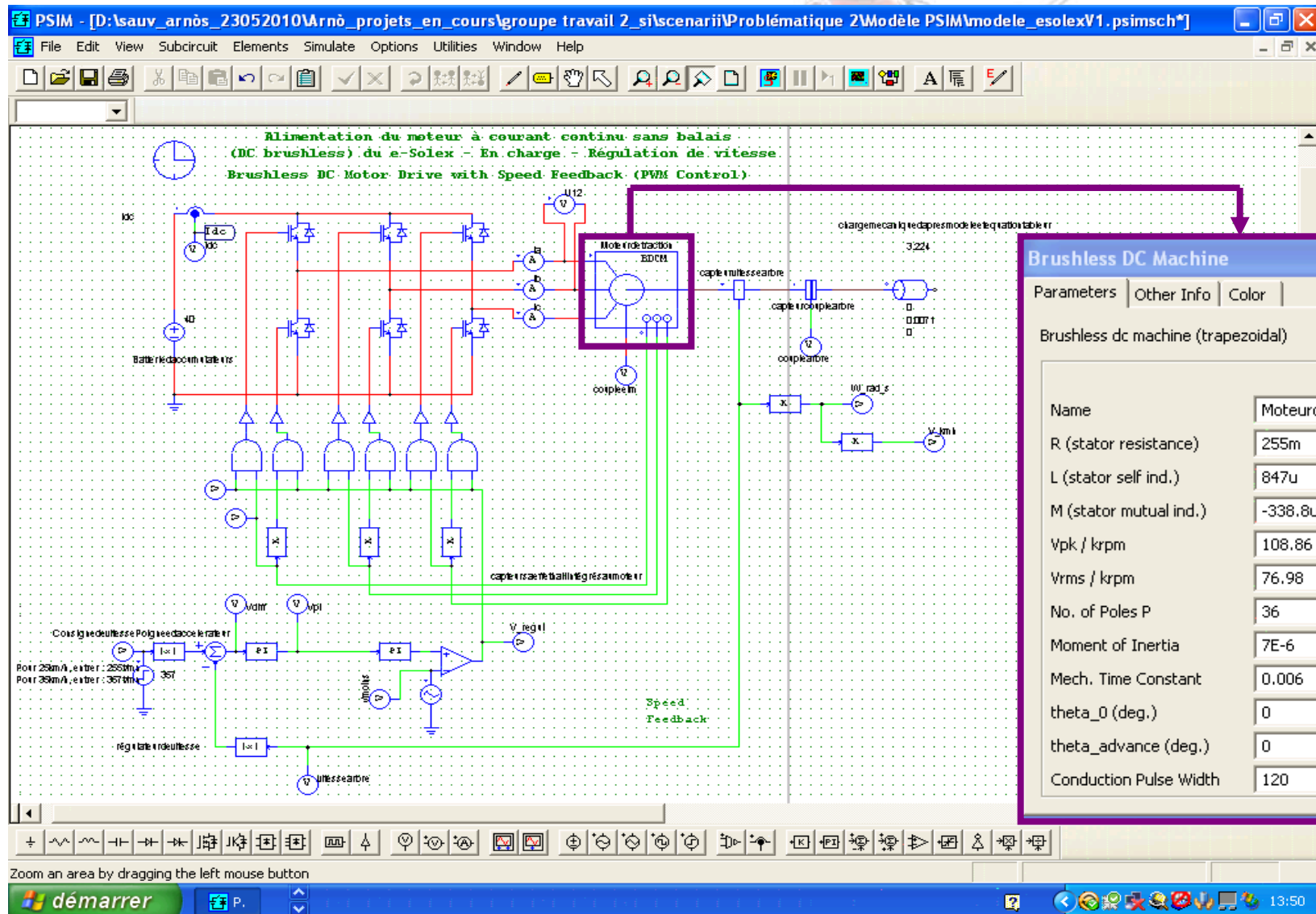


$I_{\text{mot dc}} = 1,18\text{A}$

À vide à V2max

Ressources Professeur

Modèle PSIM mis en œuvre : vue d'ensemble et paramètres moteur



Ressources Professeur

Identification des paramètres moteur pour PSIM (1/4)



→ 36 pôles

Résistance d'un enroulement : mesure en continu entre phases donne $R_{\text{phase}} \times 2$.

- R relevé = 0,510hm, soit $R_{\text{phase}} = 0,2550\text{hm}$.



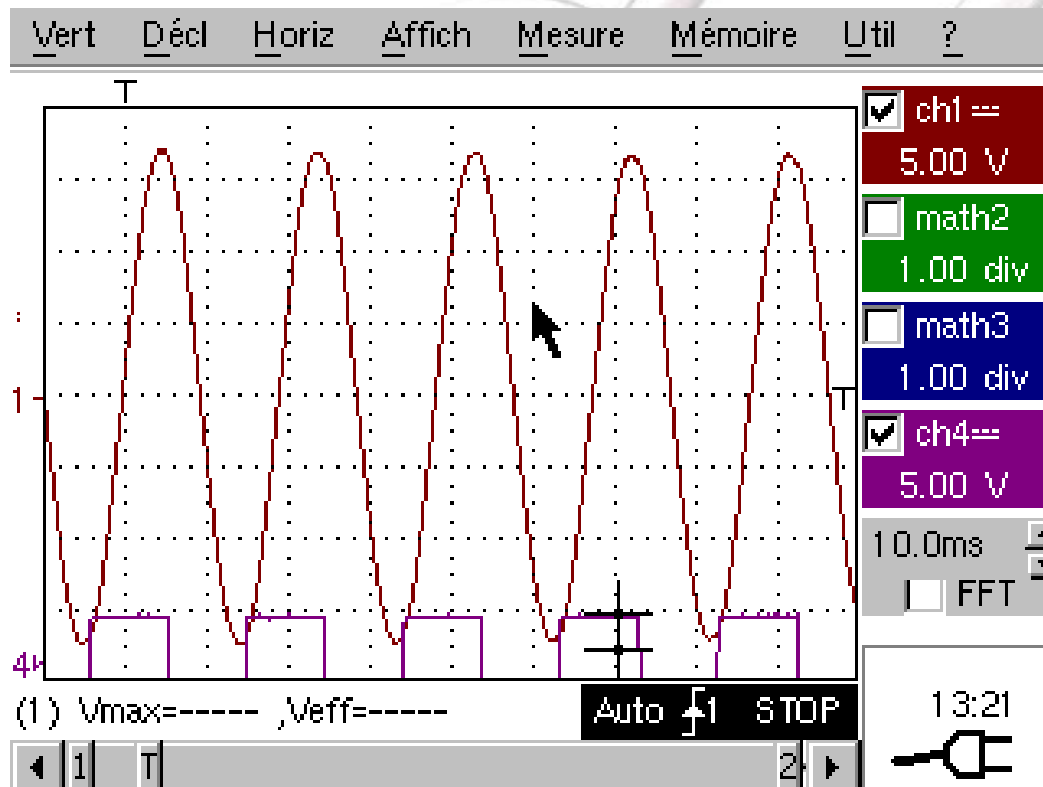
Ressources Professeur

Identification des paramètres moteur PSIM (2/4) : essais à vide

Des relevés ont permis de déterminer la relation entre la fréquences des impulsions issues des capteurs à effet Hall (f_{Hall}) et la vitesse de rotation de la roue :

$$V1_{max} \rightarrow 270 \text{tr/mn} = 4,5 \text{tr/s} \rightarrow f_{hall} = 91 \text{Hz}$$

$$V2_{max} \rightarrow 372 \text{tr/mn} = 6,2 \text{tr/s} \rightarrow f_{hall} = 124,5 \text{Hz}$$



Relevés de $u_{12}(t)$ [**voie1**] et de $f_{hall}(t)$ [**voie2**].

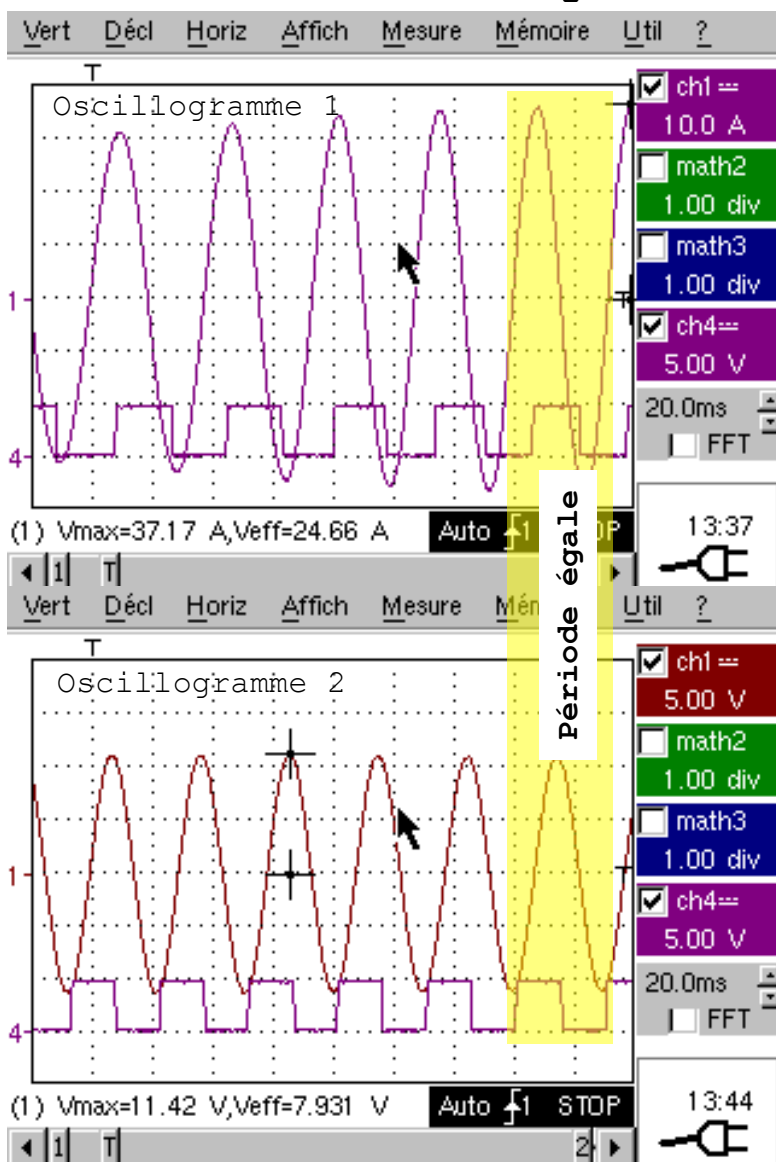
On en déduit :

$U_{12max} = 17\text{V}$ entre phases à
 $T_{Hall} = 19\text{ms}$, soit $f_{Hall} = 52,63\text{Hz}$, soit $n_{roue} = 156,16\text{tr/mn}$.

D'où « V_{peak}/krpm (line to line) » = $108,84\text{V}/1000\text{t/mn}$
et « V_{rms}/krpm (line to line) » = $76,98\text{V}/1000\text{t/mn}$

Ressources Professeur

Identification des paramètres moteur PSIM (3/4) : essais en CC



Pour une même vitesse de rotation repérée par le signal issu des capteurs à effet Hall, on relève :

- le courant de phase $i_{cc}(t)$ [*voiel1, oscillogramme 1*] lorsque la machine est placée en CC,
- la tension entre phases $e_0(t)$ [*voiel1, oscillogramme 2*] lorsque la machine est à vide.

$$I_{cc_max} = 37A$$

$$E_{max} \text{ entre phases} = 11V$$

$$E_{max} \text{ tension simple} = 6,35V$$

$$\text{Période des signaux} = 31ms \text{ d'où } f = 32,25Hz \text{ et } \omega = 202,63 \text{ rad/s.}$$

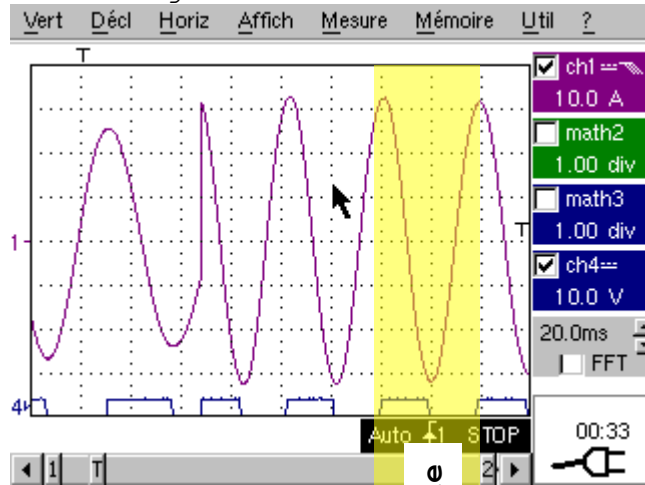
$$\text{D'où } L = (6,35) / (37 * 202,63) = 847\mu H.$$

$$\text{On choisit } M = -0,4 * L = -338,8\mu H$$

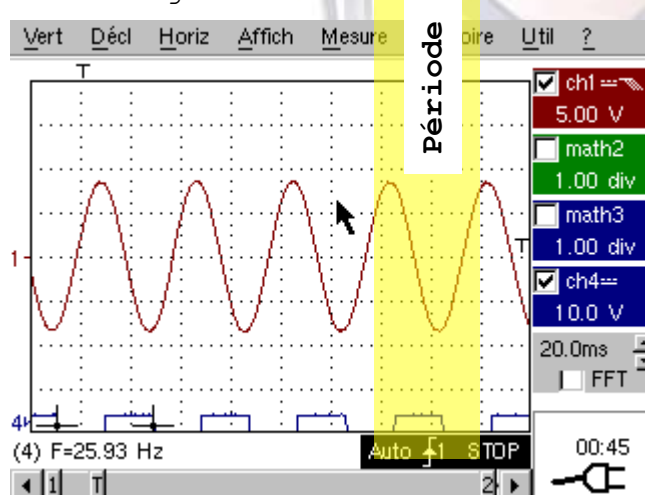
Ressources Professeur

Identification des paramètres moteur PSIM (4/4) : essais en CC

Oscillogramme 1



Oscillogramme 2



Essai supplémentaire :
à traiter pour comparaison

Ressources Professeur

Design / Eco conception / CFAO 3D :

- la revue « Technologie » n°157 spécial éco-conception / spécial design et n° 167 spécial éco-conception / EE / ENR
- l'« Observateur du design », événement organisé par la Cité des sciences et de l'industrie,
- exposition « Dessiner le design », du 22 octobre au 10 janvier 2010, au musée des Arts Décoratifs de Paris,
- site internet www.universcience.fr (Cité des Sciences et de l'Industrie / Palais de la Découverte)
- site internet ressource sciences de l'ingénieur www.si.ens-cachan.fr

Motorisation électrique : DOCUMENTS

- « Présentation de la MCC », Gilles Feld, document de cours (IUFM de Créteil 1997),
- « Moteurs électriques pour la robotique », Pierre Mayé, Dunod.
- « Permanent-Magnet and Brushless DC Motors », T. Kenjo and S. Nagamori, Oxford Science Publications

Stockage d'énergie : DOCUMENTS

- « Les accumulateurs au Lithium-ion, état de l'art », M. Broussely, SAFT, dans la revue 3EI n°48 de Mars 2007



Ressources Professeur

Mobilité et transport électriques : EVENEMENTS

- challenge Educ-Eco, www.educeco.com
- course de VAE à l'ENS Cachan, www.meet.com

Mobilité et transport électriques : DOCUMENTS

- « Problème de la motorisation d'un véhicule électrique », B. Multon, L. Hirsinger, ENS Cachan, Revue 3EI n°4 décembre 1995.
- « La voiture électrique », M. Kant, Technologie n°89, avril 1997 (d'après T.I.).
- « Exercices et problèmes de conversion d'énergie », Tome 3, Véhicules électriques, M. Lavabre et F. Baudoin, Casteilla
- autres articles des « techniques de l'ingénieur » (Cf. BNF F. Mitterand, salle « sciences et techniques »).



Ressources Professeur

Modélisation / simulation : OUTILS

- 20Sim®
- Scicos® sous Scilab®
- Simplorer®
- PSIM® v9
- Portunus®
- Tableur (OpenCalc® sous Open Office®, Excel® sous Microsoft Office®...) ou outil de calcul littéral (Scilab®, ...)

Modélisation / simulation : DOCUMENTS GENERAUX

- Livret « la simulation numérique », CEA (simuler pour comprendre et anticiper)



Ressources Professeur

Sites solex :

site officiel : <http://www.e-solex.fr/>

site solex anciens ressources (documentaires exceptionnelles) :
<http://www.bernique.fr/VSX-Rated/>

Divers :



<http://www.ebikes.ca/drainbrain.shtml>

<http://www.ebikes.ca/drainbrain/CA Manual French.pdf>



Ressources Professeur



Infos utiles sur les vélos à assistance électrique

<http://cyclurba.free.fr/vae-menu.php>

<http://veloelectrique.free.fr/>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Vélo_à_assistance_électrique

Tests

www.extraenergy.org

www.easycycle.ch

Marques de vélos à assistance électrique

ElektrischeFietsen.com

Gitane.com

Sparta.nl

Gazelle - Easy Glider : www.gazelle.nl

Antec.nl FLYER : www.biketec.ch

Matra : www.matra-ms.com vendu par www.mseurope.be en Belgique

EBD.be

BinBike.com

ISD : www.velo-electrique.com

Giant-bicycles.com

Schwinnbike.com

Lintech.nl



MERCI de votre ATTENTION

