

Cyclomoteur électrique e-Solex

Etude et projets d'ingénierie et innovation technologique autour du cyclomoteur électrique e-Solex®

Classe de seconde: Enseignements SI et CIT

Bac STI2D: Transversal, ITEC, EE, SIN



Descriptif du support technologique

Redessiné et modernisé par le designer italien Pininfarina, le **e-Solex** est la **version électrique du fameux cyclomoteur Solex**, créé en 1942 et vendu à plusieurs millions d'exemplaires.

Depuis plus de 70 ans, le Solex a connu de nombreuses évolutions. Le lancement de la version électrique e-Solex constitue une **rupture en termes de marketing, design et technologie** :

- ✓ **Moteur électrique 400W** autorisant une vitesse de 35km/h et circuit électronique de contrôle moteur
- ✓ **Batterie amovible lithium** (Autonomie de 40km) avec chargeur connectable à une prise domestique 230V
- ✓ **Fourche télescopique** à suspension mécanique et selle amortie
- ✓ **Freins à disques** mécaniques

Thématiques abordées

Transport



La production des Solex débute en 1946. Le modèle en photo date des années 60 : il s'agit du 3800 : version la plus fabriquée du Solex.

Contenu du produit didactique « e-Solex »

Le produit « Cyclomoteur électrique e-Solex » (Référence : **SX10-SX11**) est composé de :

- ✓ Un **e-Solex complet**
- ✓ Un jeu de sous-ensembles permettant de réaliser les activités mécaniques et électroniques autour du e-Solex :
 - Un **amortisseur de selle**
 - Un **frein (disque et étrier)**
 - Un kit de composants « **clignotants** »
 - Une **poignée d'accélération**
 - Un **feu arrière**
- ✓ Un **banc d'essais** du e-Solex permettant de:
 - Faire fonctionner le e-Solex avec la possibilité de **régler la vitesse et l'effort de traction** (Frottements). Le banc est livré avec un logiciel d'exploitation permettant de définir un parcours standard (distance-pente par exemple) et d'estimer la puissance fournie par le e-SOLEX. Un autre mode de fonctionnement du logiciel permet de faire un parcours avec vidéo synchronisée : en fonction de la vitesse du e-SOLEX, l'écran affiche une vidéo synchronisée et le logiciel simule les pentes en fonction de l'avancement.
 - Réaliser des **batteries de mesures** afin d'étudier le comportement du e-Solex : tension batterie, courant batterie, tension et courant moteur, vitesse moteur, puissances mécanique et électrique, consigne de la poignée d'accélération...

Pour plus d'autonomie, **une Batterie amovible** supplémentaire peut être acquise (Référence optionnelle : **SX12**).

Le **Module USB d'acquisition de données** (Références optionnelles : **AQ10, AQ11 et AQ13**) proposé par ERM Automatismes permet de récupérer les informations (à partir de fiches et de boucles de courants) et de les exploiter avec le logiciel associé (Exécutable Labview). D'autres modules d'acquisition peuvent être utilisés.

Ce produit est accompagné d'un dossier technique et pédagogique sous format numérique comprenant :

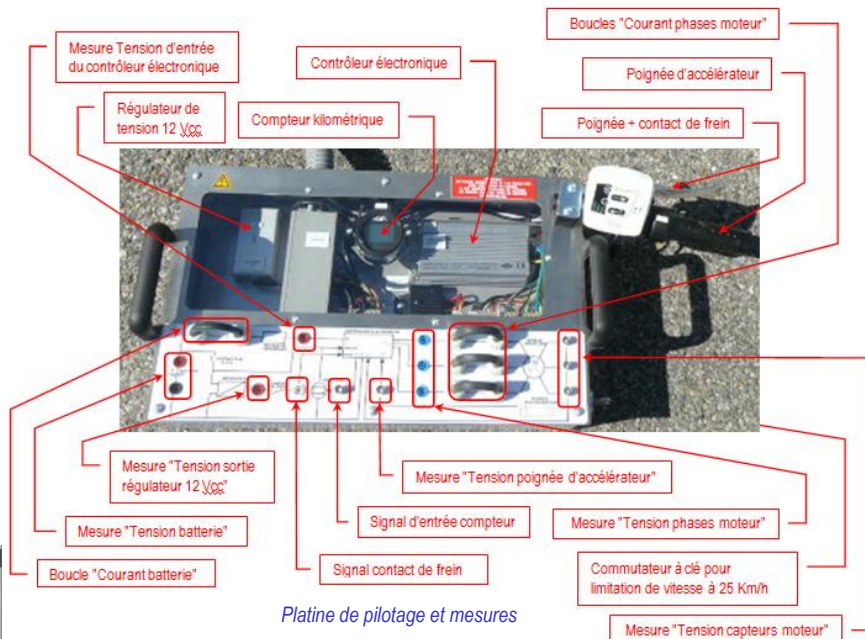
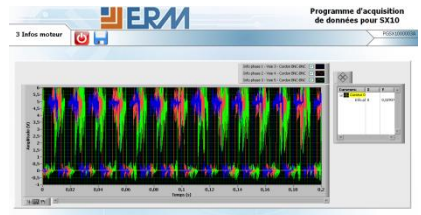
- ✓ Site HTML avec les activités, projets, corrigés et ressources
- ✓ Modèles 3D sous Solidworks des composants suivants : frein à disque, fourche télescopique, selle, clignotant, poignée d'accélération et feu arrière.
- ✓ Proposition d'organisation pédagogique en îlots



Banc d'essais « e-Solex »

Le banc d'essais e-Solex (Référence : **SX11**) est composé de :

- ✓ Un **Châssis équipé** de pieds réglables et intégrant une cartérisation des parties mobiles. Ce châssis supporte le e-Solex complet.
- ✓ Un **Système de freinage** à roulement dont le couple de freinage est réglable.
- ✓ Un **Logiciel de pilotage** du système de freinage avec les fonctions suivantes : mesure de vitesse, mesure de temps de parcours, **estimation de puissance**, parcours paramétrable, parcours avec vidéo synchronisée, export des données vers tableur...
- ✓ Une **platine de commande et de mesure** qui intègre une électronique de commande identique à celle du e-SOLEX. Cette platine se raccorde au e-Solex à l'aide de connecteurs débrochables. Elle est composée de :
 - Un compteur kilométrique
 - Un demi-guidon équipé d'un levier de frein et d'une poignée d'accélération
 - Un relais
 - Un régulateur 12V
 - Un module électronique de gestion
 - Un ensemble de points de mesure
- ✓ Les points de mesures suivants sont accessibles :
 - Tension de poignée d'accélérateur
 - Tension/Fréquence de capteur moteur et position des phases (x3)
 - Tensions moteur (x3)
 - Intensités moteur (x3)
 - Tension/Fréquence de compteur
 - Tension en sortie de régulateur 12V
 - Tension de contact de frein
 - Tension batterie
 - Intensité batterie
 - Tension en entrée du contrôleur



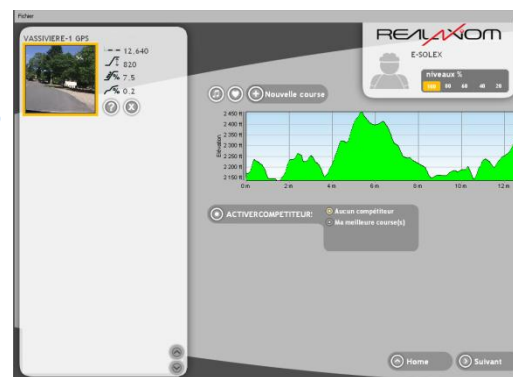
Platine de pilotage et mesures



Parcours paramétrable (pente en fonction de la distance parcourue)



Comparaisons de parcours



Parcours avec vidéo synchronisée

Banc d'essais



Options AQ10, AQ11 et AQ13 « Centrale d'acquisition USB, Sonde de tension, Pince de courant »

- ✓ **Option AQ10: Centrale d'acquisition USB** ayant les caractéristiques suivantes:
 - 8 entrées analogiques différentielles, 16 asymétriques (16 bits, 250 kéch./s)
 - Mesures de signaux $-/+10V$, $-/+5V$, $-/+1V$, $-/+0.2V$ (Pour thermocouples)
 - Impédance d'entrée 10GOhms
 - Exécutable Labview fourni comme interface d'acquisition du système VM20
- ✓ **Option AQ11: Sonde différentielle de tension pour centrale d'acquisition USB**
 - Plage de tension différentielle d'entrée: $\pm 0,1V$ à $\pm 600V$ (1 voie – AC ou DC)
 - Bande passante: 30 MHz
 - Impédance d'entrée: 2MOhms
- ✓ **Option AQ13: Pince de courant AC+DC Alternatif + Continu pour centrale d'acquisition USB**



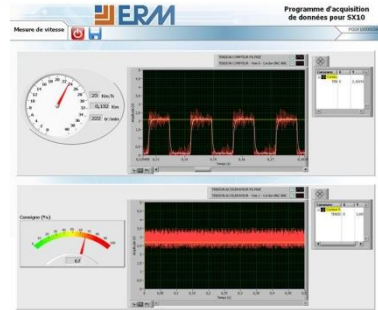
Boîtier d'acquisition de la centrale USB AQ10



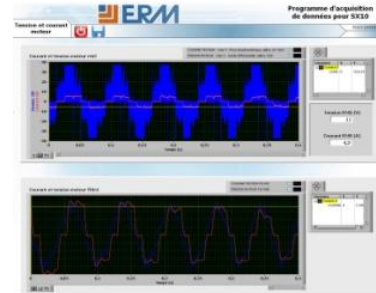
Sonde de courant continu AQ13



Sonde de tension AQ11



Mesures signal d'entrée compteur & tension poignée d'accélérateur



Mesures tension et courant moteur

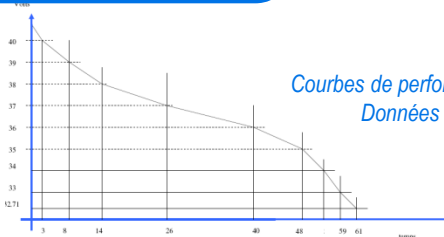
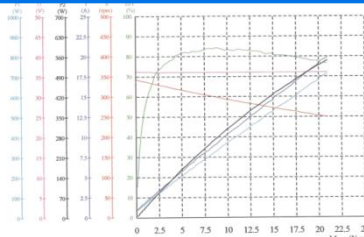
Activités et projets STI2D

- ✓ Activités et projets fournis par ERM pour le STI2D :
 - **Description fonctionnelle** du e-Solex (Chaîne d'informations, Chaîne d'énergie, Association Fonctions/Constituants, Représentation SysML)
 - Etude du **système d'affichage de la vitesse** du e-Solex
 - **Validation des performances** du e-Solex, Détermination de la **puissance à la roue**
 - **Validation des performances** du e-Solex, Détermination de l'**autonomie du e-Solex**, Etude du cycle de charge et de décharge de la batterie (Durabilité, Impact sur l'environnement...)
 - Etude du **système de commande du moteur, Accélérateur à effet Hall**
 - Etude du **dispositif de freinage** du e-Solex
 - Etude de **matériaux et impacts associés**, Conception des caches latéraux (Etude du procédé de fabrication et de l'impact énergétique)
 - **Principe de fonctionnement du Home Trainer**
- ✓ Activités et projets à adapter à partir du contenu fourni par ERM pour les SI/CIT:
 - Projet: Modification du **système d'éclairage (Intégration de LEDs)**
 - Projet: Amélioration du **rayon de braquage** : conception d'une nouvelle solution
 - Projet: Amélioration du système de **freinage** : conception d'une nouvelle solution
- ✓ Autres pistes d'activités et projets à développer:
 - Etude du **cycle de vie du Solex** depuis sa création jusqu'à l'apparition du eSolex (Evolutions du produit, Innovations...)
 - Etude de **compétitivité du e-Solex** par rapport aux concurrents: Performances, Design, Autonomie, Coût/km, Impact carbone
 - **Etude comportementale du dispositif d'amortissement** de la fourche
 - Etude du **design du e-Solex** et de ses conséquences d'un point de vue de la conception du produit
 - Projet: Etude et réalisation d'un **prototype de clignotants**
 - Projet: Modification du système de **suspension de la selle** : conception d'une nouvelle solution
 - Projet: Amélioration de la **capacité de la boîte à gants** : conception d'une nouvelle solution



Projet Modification du système d'éclairage

Courbes de performance du moteur
Données Constructeur



Courbes de performance de la batterie
Données Constructeur



Activités et projets CIT

- ✓ Activités et projets fournis par ERM pour la seconde CIT:
 - **Du Solex de 1946 au e-Solex du troisième millénaire:** Retracer les grandes étapes qui ont marqué l'évolution du Solex depuis sa conception initiale jusqu'à l'apparition du e-Solex (3 séances)
 - **Analyse critique et amélioration de la fourche** (Rayon de braquage): Etudier les limites de fonctionnement de la fourche, proposer des modifications, réaliser les pièces modifiées (prototypage rapide) (4 séances)
 - **Etude et comparatif des systèmes de freinage:** Etudier le frein à disque du e-Solex et proposer un comparatif des technologies antérieures et améliorations à apporter (4 séances)
- ✓ Activités et projets à adapter à partir du contenu fourni par ERM pour le Bac STI2D:
 - Etude de **matériaux et impacts associés**, Conception des caches latéraux (Etude du procédé de fabrication et de l'impact énergétique)
- ✓ Autres pistes d'activités et projets à développer:
 - Prise en compte des **contraintes sociétales** (Développement durable, **Design**, Retour du phénomène retro)
 - Marché, compétitivité, coût et valeur (Rentabilité Electrique/Thermique, **Bilan carbone des déplacements**)
 - Modification de l'**ergonomie de la selle**
 - Amélioration de la solution de **clignotants**
 - Modification de la **boîte à gants** pour pouvoir y faire rentrer le chargeur de batteries
 - Amélioration du **freinage avec un frein hydraulique**



Compteur de vitesse, distance, autonomie



Système de freinage à disque

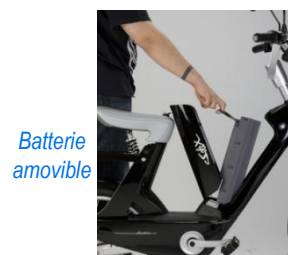


Amortisseur de selle



Activités et projets SI

- ✓ Activités et projets fournis par ERM pour la seconde SI:
 - **Etude de la batterie:** différentes technologies, courbe de charge, étude du capteur, comparatif technico-économique (4 séances)
 - **Etudier le système d'éclairage** du e-Solex et **proposer une amélioration (LEDs)** de ses performances (4 séances)
 - **Etude du système de l'étrier de frein:** Repérage des pièces, étude des matériaux, assemblage volumique (4 séances)
- ✓ Activités et projets à adapter à partir du contenu fourni par ERM pour le Bac STI2D:
 - **Description fonctionnelle** du e-Solex (Chaîne d'informations, Chaîne d'énergie, Association Fonctions/Constituants, Représentation SysML)
 - Etude du **système de commande du moteur, Accélérateur à effet Hall**
 - Etude du **système d'affichage de la vitesse** du e-Solex
 - **Validation des performances** du e-Solex, Détermination de la **puissance à la roue**
 - **Validation des performances** du e-Solex, Détermination de l'**autonomie du e-Solex**, Etude du cycle de charge et de décharge de la batterie (Durabilité, Impact sur l'environnement...)
 - Etude de **matériaux et impacts associés**, Conception des caches latéraux (Etude du procédé de fabrication et de l'impact énergétique)
- ✓ Autres pistes d'activités et projets à développer:
 - Pourquoi le e-Solex est-il fabriqué ? (Développement durable, Déplacements urbains, Etude de marché)
 - Exploitation **CAO de la fourche télescopique avant, de l'amortisseur de selle et du frein à disque**



Batterie amovible



Batterie