

Cachet ou nom du centre d'examen

Académie de .....LILLE.....  
Brevet de Technicien Supérieur  
Conception et réalisation de systèmes automatiques  
Session : ...2013.....

Description de la situation de CCF n° 1

Épreuve E3 – Mathématiques et Sciences physiques appliquées

Sous- épreuve E32 – Sciences physiques appliquées

NOM, Prénom du candidat : ..... Date de l'évaluation .....

Identification du support de l'évaluation :

--

Compétences évaluées :

CSPCA1 .. □	CSPCA2 .. □	CSPCA3 .. □	CSPCA4 .. □	CSPCA5 .. □	CSPCA6 .. □
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Description sommaire de la situation d'évaluation :

Le but est d'analyser la propulsion d'un paramoteur électrique, en étudiant la variation de vitesse et autonomie de la batterie

Données fournies au candidat :

**Document 1 : SCHEMA FONCTIONNEL DU G.M.P (GROUPE MOTO PROPULSEUR)**

**DOCUMENT CONSTRUCTEUR**

**Document 2: Les batteries Lithium-Ion**

**Document 3 : Données techniques d'une voile de parapente/paramoteur**

Observations éventuelles sur le déroulement du CCF (incidents, reports, ...) :

--

**Nota important** : Les productions écrites du candidat et tous les documents nécessaires à la compréhension de la situation d'évaluation ainsi que la grille d'évaluation et le barème sont à placer à l'intérieur de cette chemise destinée au jury. Après les délibérations d'examen, cette chemise et les productions numériques du candidat, enregistrées sur des supports non réinscriptibles, doivent être conservées durant un an dans le centre d'examen.

Cachet ou nom du centre d'examen

Académie de .....LILLE.....  
**Brevet de Technicien Supérieur**  
**Conception et réalisation de systèmes automatiques**  
 Session : .....2013.....

**ÉPREUVE E3 – Mathématiques et Sciences physiques appliquées**

**Sous-épreuve E32 – Sciences physiques appliquées**

Coefficient 2 – Unité E32

**Fiche d'évaluation en CCF**

Candidat n° : ..... NOM, Prénom : .....

Dates des évaluations : situation 1 : ..... ; situation 2 : .....

Compétence	Observables	niveau d'acquisition			
		1	2	3	4
<b>C<sub>SPCA1</sub></b> <b>S'approprier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendre la problématique du travail à réaliser. <i>A.2 A.5</i></li> <li>- adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information. <i>A.1</i></li> <li>- rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique <i>A.3</i></li> <li>- connaissance du vocabulaire, des symboles et des unités mises en œuvre. <i>A.4</i></li> </ul>	1	3	5	7
<b>C<sub>SPCA2</sub></b> <b>Analyser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- choisir un protocole/dispositif expérimental. <i>B.1</i></li> <li>- représenter ou compléter un schéma de dispositif expérimental <i>B.2</i></li> <li>- formuler une hypothèse. <i>B.5</i></li> <li>- proposer une stratégie pour répondre à la problématique. <i>B.3</i></li> <li>- mobiliser des connaissances dans le domaine disciplinaire. <i>B.4</i></li> </ul>	1	3	5	7
<b>C<sub>SPCA3</sub></b> <b>Réaliser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- organiser le poste de travail</li> <li>- régler le matériel/ le dispositif choisi ou mis à sa disposition.</li> <li>- mettre en œuvre un protocole expérimental..</li> <li>- effectuer des relevés expérimentaux.</li> <li>- manipuler avec assurance dans le respect des règles de sécurité</li> <li>- connaissance du matériel, de son fonctionnement et de ses limites.</li> </ul>				
<b>C<sub>SPCA4</sub></b> <b>Valider</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- critiquer un résultat, un protocole ou une mesure. <i>C.1</i></li> <li>- exploiter et interpréter des observations, des mesures. <i>C.5</i></li> <li>- valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi <i>C.4</i></li> <li>- utiliser les symboles et unités adéquats. <i>C.3</i></li> <li>- analyser des résultats de façon critique. <i>C.2</i></li> </ul>	1	2	4	6
<b>C<sub>SPCA5</sub></b> <b>Communiquer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés</li> <li>- présenter, formuler une conclusion.</li> <li>- expliquer, représenter, argumenter, commenter.</li> </ul>				
<b>C<sub>SPCA6</sub></b> <b>Être autonome, faire preuve d'initiative</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- élaborer une démarche et faire des choix.</li> <li>- organiser son travail</li> <li>- traiter les éventuels incidents rencontrés</li> </ul>				

1 : non maîtrisée ; 2 : insuffisamment maîtrisée ; 3 : maîtrisée ; 4 : bien maîtrisée

Cocher les indicateurs d'évaluation retenus en fonction du problème à traiter

**Commentaires et appréciation générale :** (utiliser le verso de la fiche si nécessaire)

**Note proposée au jury**

CCF 1 : /20

CCF 2 : / 20

Évaluateurs : NOM	Prénom	Qualité	Établissement	<b>Émargement</b>

**Brevet de Technicien Supérieur**  
**CONCEPTION REALISATION DE SYSTEMES AUTOMATIQUES**  
**Sous-épreuve E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées**  
CCF n°1 Coefficient : 1

Etablissement ..... Date de l'évaluation ..... / ..... / .....  
NOM et Prénom ..... Classe : .....

**LA PROPULSION D'UN PARAMOTEUR :**  
**Variation de vitesse et autonomie de la batterie**

**Rapport au programme**

Modules	chapitres
Module M1 Energie	1.2) Conversion d'énergie
Module M2 Energie électrique 1	2.2) Convertisseurs statiques 2.3) Convertisseurs électromécaniques
Module M6 Protection des biens et des personnes	6.3) Risques liés à l'utilisation de produits chimiques
Module M5.1 Acquisition, traitement et transmission du signal 1	3.1) Les capteurs

**Présentation du contexte et du dispositif :**

Le paramoteur est un aéronef de la catégorie des U.L.M (ultra léger motorisé) utilisé dans l'aviation de loisirs. Compte-tenu des progrès réalisés notamment au niveau des batteries, on remplace de plus en plus le moteur thermique par un moteur électrique. Ce type d'U.L.M est composé d'un moteur léger couplé à une hélice qui offre la poussée nécessaire, d'une batterie ainsi que d'un module électronique. Le tout placé sur le dos du pilote. Une cage de protection assure la sécurité du pilote. La voile, quant à elle, assure la portance de l'ensemble.



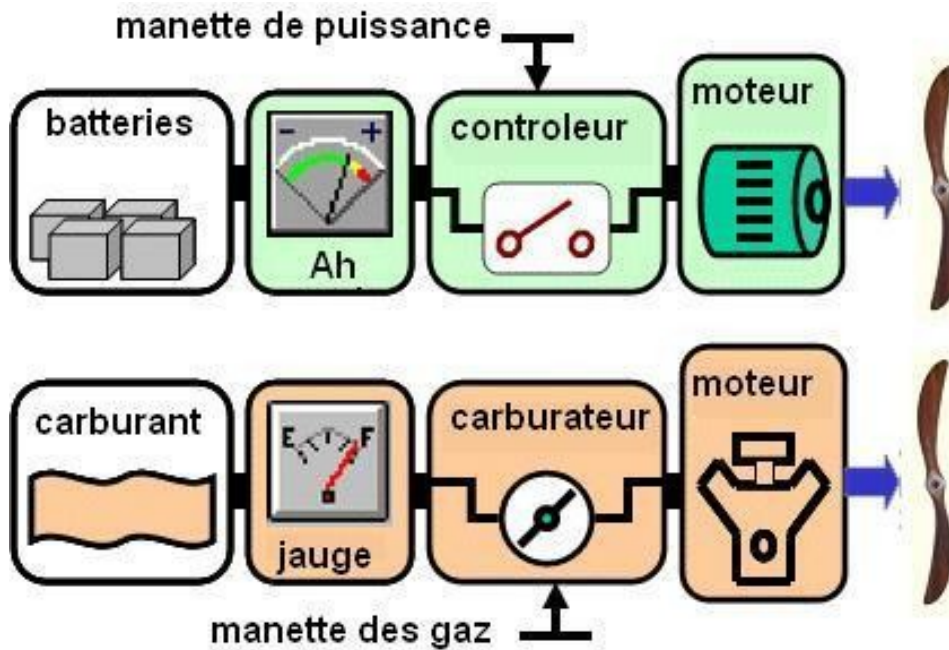
**Enjeu :**

Une société (<http://www.e-motor.fr/elecmotors.php>) basée sur l'aérodrome de SISTERON spécialisée dans la motorisation électrique, propose et organise des formations par l'intermédiaire d'une de ses filiales

(<http://www.acv05.fr>). Elle forme les personnels et pilotes des aérodromes de France compétents essentiellement sur des systèmes de propulsion thermique à deux temps type moteur de scooter (figure 1). En effet, dans le domaine du vol libre, les pilotes d'U.L.M sont responsables de l'entretien et du bon fonctionnement de leur aéronef.

Plusieurs formations sont donc proposées pour expliquer le fonctionnement d'une propulsion électrique. Une des formations aborde le fonctionnement du contrôleur (hacheur), et explique aux pilotes comment choisir la batterie permettant d'alimenter celui-ci avec les contraintes d'autonomie et poids que cela implique.

COMPARATIF ENTRE MOTEUR ELECTRIQUE ET MOTEUR THERMIQUE (FIGURE1)



## TRAVAIL A REALISER

Partie A : RECHERCHE *S'approprier*

En vous aidant de vos connaissances, d'internet et des documents fournis répondez aux questions suivantes :

- A.1 Quels sont les avantages et inconvénients d'une motorisation électrique par rapport à une motorisation thermique ?
- A.2 Expliquer le principe de fonctionnement d'un capteur de vitesse inductif.
- A.3 Quels pictogrammes de sécurité doivent apparaître sur les aéronefs à propulsion électrique ?
- A.4 Quels sont les avantages des batteries au Lithium-Ion ?
- A.5 Expliquer le principe de fonctionnement du contrôleur (hacheur) <http://fisik.free.fr/?choix=accueil>.

Partie B : Etude expérimentale du contrôleur (Hacheur) *Analyser, Réaliser* et être autonome, faire preuve d'initiative

Pour expliquer cette notion aux futurs pilotes et personnels des aérodromes, on décide d'effectuer des relevés sur un banc de mesures.

**Faire vérifier votre montage par le professeur avant chaque mise sous tension !**

B.1 Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de régler la vitesse d'un moteur à courant continu en fonction du rapport cyclique (manette de puissance). Vous prendrez soin d'effectuer le réglage pour avoir la vibration du moteur la plus faible possible et donc le meilleur confort pour le pilote pendant le vol.

B.2 Réaliser le montage.

B.3 Expliquer l'évolution de la tension  $U_{charge}$  en fonction du rapport cyclique  $\alpha$  (poignée assurant la variation de vitesse du paramoteur) ainsi que son incidence sur la vitesse.

B.4 Relever pour différentes valeurs du rapport cyclique  $\alpha$  (manette de puissance), la vitesse du moteur  $n$ .

B.5 Pour  $\alpha = \alpha_{maximum}$ , déterminer la puissance  $P_{alim}$  fournie par l'alimentation.

<b>Partie C : Exploitations <i>Valider</i> et Communiquer</b>
---

C.1 A partir du document constructeur 1, proposer aux futurs pilotes et personnels des aérodromes un protocole simple de première intervention permettant de réaliser une maintenance curative. Vous disposez que d'un multimètre pour réaliser ce protocole de manière méthodique.

C.2 Tracer la caractéristique  $n = f(\alpha)$  et conclure sur le résultat obtenu.

C.3 En supposant que l'alimentation est remplacée par une batterie au Lithium-Ion de masse  $m=1kg$  (Document n°2), calculer le temps de fonctionnement du montage ci-dessus pour  $\alpha = \alpha_{maximum}$ .

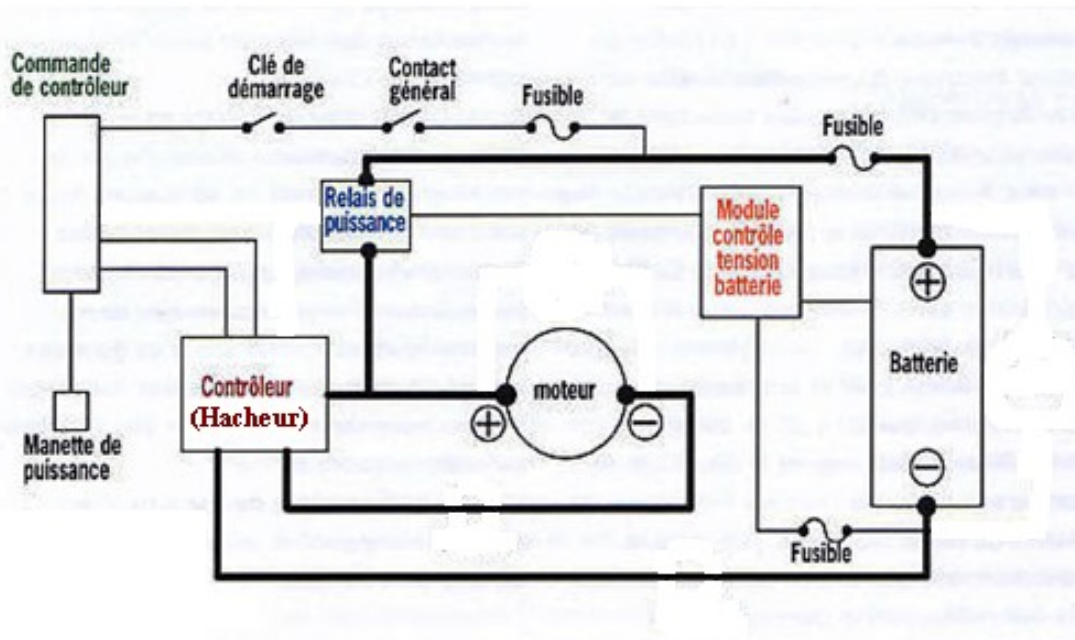
C.4 Le poids total volant de ce type d'aéronef est calculé de la manière suivante :

Poids total volant = Poids de la voile + Poids du pilote + Poids cage de protection + Poids de la sellette + Poids moteur + Poids des batteries.

Poids du pilote = 80Kg ; Poids cage de protection = 3kg ; Poids de la sellette = 3,5kg ; poids moteur = 3,5kg

A partir des documents 1 et 3, calculer le poids de la batterie admissible au dos du pilote.

C.5 En déduire une estimation de l'autonomie de l'aéronef sachant que la puissance moyenne consommée est de  $P_{moy} = 2,5kw$ .



## Document 2: Les batteries Lithium-Ion :

Un accumulateur Lithium est une technologie de stockage d'énergie de la famille des accumulateurs électrochimiques, dont la réaction est basée sur le lithium.

On distingue la technologie Lithium-Métal où l'électrode négative est composée de lithium métallique et la technologie Lithium-Ion (Li-Ion), où le lithium reste à l'état ionique grâce à l'utilisation d'un composé d'insertion aussi bien à l'électrode négative (généralement en graphite) qu'à l'électrode positive (dioxyde de cobalt, manganèse, phosphate de fer). Les accumulateurs Lithium-Polymère, ou Li-Po, sont une variante d'accumulateur Lithium-Ion.

Contrairement aux autres technologies, les accumulateurs Li-ion ne sont pas liés à un couple électrochimique. Tout matériau pouvant accueillir en son sein des ions lithium peut être à la base d'un accumulateur Li-Ion. Ceci explique la profusion de variantes de cette technologie, face à la constance observée avec les autres couples. Il est donc délicat de tirer des règles générales sur cette technologie: chaque variante est différente.

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES ACCUMULATEURS LITHIUM	
Energie / Poids	Environ 200 Wh/kg
Energie / Volume	Environ 400 Wh/L
Rendement charge / décharge	99,9 %
Autodécharge	De 4 à 8% par mois
Durée de vie	Maximum testé : 12 ans
Nombre de cycles de charge	Entre 800 et 3.000 selon variante
Tension nominale par élément	3,6V ou 3,7V par élément selon variante

En ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, cette technologie offre la plus forte énergie spécifique (énergie / masse) et la plus grande densité d'énergie (énergie / volume). Ces batteries peuvent fonctionner jusqu'à 15 ans (aéronautique, véhicules hybrides, systèmes de secours). Les satellites Galiléo sont équipés de batteries Li-Ion SAFT d'une durée de vie vérifiée de douze ans. Le planeur Antarès de Lange Aviation possède également des accumulateurs SAFT VL41M.

### Avantages des accumulateurs Li-Ion :

- possèdent une haute densité d'énergie pour un poids très faible, grâce aux propriétés physiques du lithium (très bon rapport poids/potentiel électrique). Ces accumulateurs sont donc très utilisés dans le domaine des systèmes embarqués.
- ont une faible autodécharge (moins de 10 % par mois)
- ne nécessitent pas de maintenance et ne présentent aucun effet mémoire

### **Document 3 : Données techniques d'une voile de parapente/paramoteur:**

Taille	L	M	S	XS
Utilisation parapente	Oui	Oui	Oui	Oui
Utilisation paramoteur	Oui	Oui	Oui	Oui
Alvéoles	46	46	46	46
Surface à plat	29.20 m2	26.20 m2	23.40 m2	21.00 m2
Envergure	12.50 m	11.80 m	11.20 m	10.99 m
Allongement	5.30	5.30	5.30	5.30
Corde	2.30 m	2.17 m	2.04 m	2.04 m
Poids Pilote	105-115 kg	95-105 kg	75-85 kg	65-75 kg
Poids Total Volant parapente	130.00 kg	110.00 kg	90.00 kg	80.00 kg
Poids Total Volant étendu paramoteur	173.00 kg	140.00 kg	115.00 kg	93.00 kg
Poids voile	4.90 kg	4.40 kg	4.0 kg	3.90 kg
Taux de chute mini	1.10 m/s	1.10 m/s	1.10 m/s	1.10 m/s
Vitesse bras hauts	37.00 km/h	37.00 km/h	37.00 km/h	37.00 km/h
Vitesse accéléré	48.00 km/h	48.00 km/h	48.00 km/h	48.00 km/h
Marque tissu extradados	Skysilk	Skysilk	Skysilk	Skysilk
Poids tissu extradados	35.00 g/m2	35.00 g/m2	35.00 g/m2	35.00 g/m2
Marque tissu intrados	Skysilk	Skysilk	Skysilk	Skysilk
Poids tissu intrados	35.00 g/m2	35.00 g/m2	35.00 g/m2	35.00 g/m2
Suspentes hautes	Aramide 1,3mm 130daN	Aramide 1,3mm 130daN	Aramide 1,3mm 130daN	Aramide 1,3mm 130daN
Suspentes basses	Aramide 1,8mm 192daN	Aramide 1,8mm 192daN	Aramide 1,8mm 192daN	Aramide 1,8mm 192daN
Niveau d'homologation	EN B <a href="#">(Cliquez ici pour voir le détail des test...)</a>	EN B <a href="#">(Cliquez ici pour voir le détail des test...)</a>	EN B <a href="#">(Cliquez ici pour voir le détail des test...)</a>	EN B <a href="#">(Cliquez ici pour voir le détail des test...)</a>
Prix	1650€	1650€	1650€	1650€