

## Microavions électriques – (5) Jouets

Un petit avion électrique, déjà monté (ready to fly) et facile à faire voler est un produit qui pourrait avoir beaucoup de succès. Nous avons analysé les deux modèles achetés aux USA, qui sont loin d'être satisfaisants.

### Solutions pour un objet volant

Pour se déplacer dans un environnement donné, il faut un actuateur qui s'appuie sur l'environnement (roue, hélice, palette). Cet actuateur est mû par un moteur qui puise son énergie dans un réservoir de carburant. Pour un engin volant, on peut voir 6 solutions.

Carburant	Moteur	Actuateur	Engin
Glucose	Muscle	Aile battante	Insecte
Essence	Mot. explosion	Hélice	Avion modèle
Accumulateur	Mot. électrique	Hélice	Avion modèle
CO2	Moteur CO2	Hélice	Avion modèle
Cellule solaire	Mot. électrique	Hélice	Avion modèle
Elastique		Hélice	Avion modèle
Propergol	Fusée		Avion Jetex

### Avions jouets

Pour l'entreprise qui développe un avion jouet, la seule caractéristique essentielle est son prix ; le client achète sans connaître, et les frontières à 20, 50 et 100 euros fixent les quantités fabriquées. Des ingénieurs essaient alors de trouver une technologie adéquate.

SpinMaster ([www.spinmaster.com](http://www.spinmaster.com)) s'est spécialisé dans ce marché et propose trois avions (et des variantes) qui utilisent trois technologies : air comprimé, supercap et accumulateur. Dans les trois cas, la structure en sagem assez compacte avec des petites hélices donne un avion assez robuste, qui vole très vite pendant 10 à 20 secondes, ce qui permet de parcourir un centaine de mètres.

Ces modèles sont disponibles chez FAO-Schwartz et Toys'R'us; on trouve sur le Web diverses adresses pour les commander (chercher sous les noms des produits).

### Modèles « Air Hogs »

Les avions de la famille Air Hogs de SpinMaster (Liberator, Firestormer) coûtent de 20 à 30\$ et utilisent de l'air comprimé qui actionne un moteur à un cylindre, dérivé des moteurs CO2 pratiqués et appréciés par quelques experts qui savent voler plusieurs minutes. Les Air Hogs volent 10 à 20 secondes. On pompe l'air comprimé, on lance l'avion et on court pour aller le rechercher. Passionnant.



Air Hogs de SpinMaster

### Modèles « E-charger »

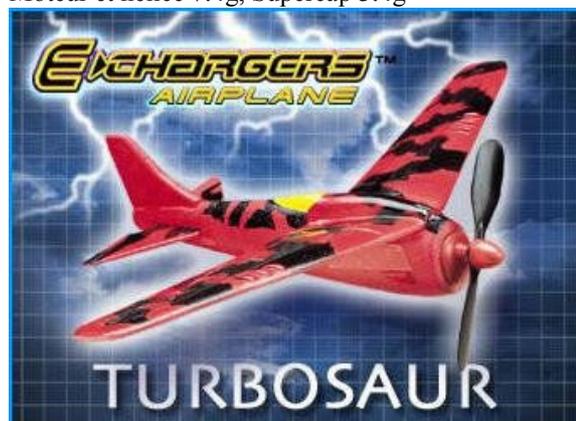
Un peu plus intéressant technologiquement, mais tout aussi limité du point de vue vol, le E-charger utilise une Supercap. Les modèles ont des noms différents et coûtent moins de 20\$ avec les caractéristiques suivantes :

Envergure 25cm, longueur 20cm

Surface de l'aile 0.9 dm<sup>2</sup>. Charge alaire 18,3g/dm<sup>2</sup>

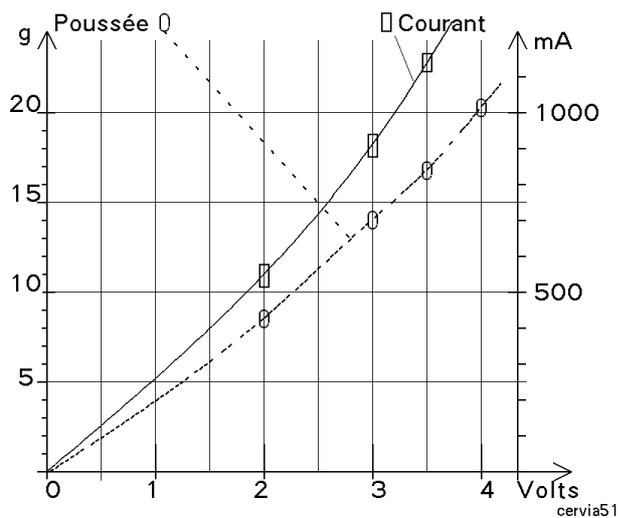
Masse totale 16.5g

Moteur et hélice 7.4g, Supercap 3.4g

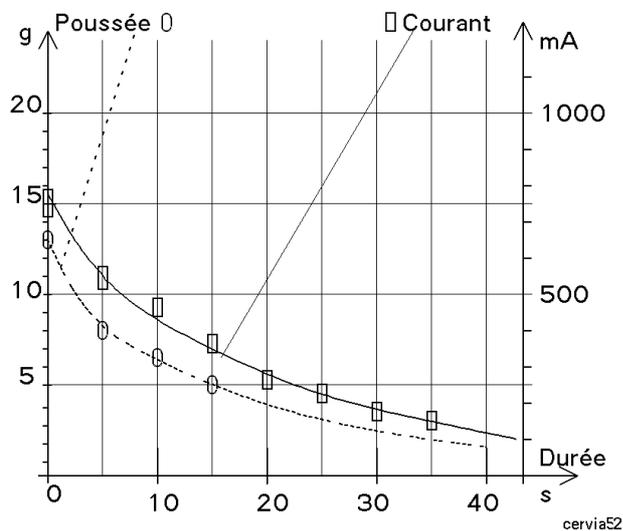


La Supercap a une capacité de 2.7 Farad (mesurée). Sa résistance interne en dessous de 4V est de 0.1 Ohm ; elle augmente fortement ensuite, et il n'est pas possible de charger la Supercap à plus de 4,2V, malgré que le chargeur a une tension de 6V.

Les caractéristiques de l'ensemble moteur-hélice (un Mabuchi 10mm avec une réduction 3 à 4, hélice de 86mm, pas 70mm) sont données dans les courbes C1. A 4V, le moteur consomme 1,2 Ampère, et les mesures montrent que si le condo donne 4V au départ, le courant descend, le temps de la stabilisation de l'ampèremètre, à 750 mA. Les courbes C2 résultent d'une décharge.



C1 Poussée et courant en fonction de la tension



C2 Poussée et courant en fonction du temps



E-charger avec son chargeur, et les parties vitales du 2<sup>e</sup> modèle acheté.

## Comment faire mieux ?

Sans modifier la carcasse, l'avion ayant une finesse de 2 à 3, il faut une force de traction de plus de 5 grammes pour maintenir le vol horizontal. Avec un bon ensemble moteur-hélice du même poids de 7 grammes (mais plus cher que l'avion), on peut consommer moins de 300 mW pour une poussée de 8-10 grammes (notre prochain article). Ceci prolongerait le vol d'un facteur 3. En améliorant la structure, qui pèse 5.7 g (il est facile d'avoir 4 fois plus de surface pour ce poids), on réduit la vitesse de vol, et le besoin en puissance. Les nouvelles Supercap donnent aussi deux fois plus d'énergie massique.

On peut donc conclure qu'une Supercap peut permettre une minute de vol pour un avion 15-20 grammes. Mais pour du vol indoor, il faut une télécommande, ce que SpinMaster propose depuis peu, mais pas pour du vol indoor.

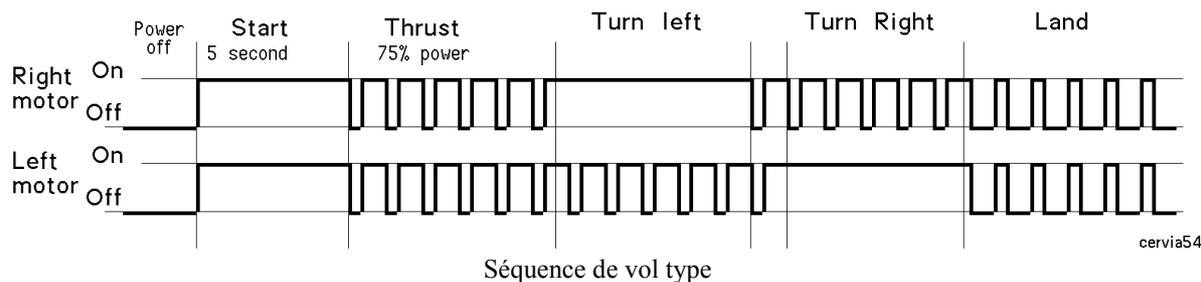
## Intruder R/C

Le bimoteur radiocommandé Intruder de SpinMaster ne coûte que 60 \$ et a les caractéristiques suivantes :  
 Envergure 48cm, longueur 38cm  
 Surface de l'aile 4.7 dm<sup>2</sup>. Charge alaire 21g/dm<sup>2</sup>  
 Masse totale 98g  
 Moteur et hélice 4 x 8g. Accumulateur 4 x 1.2V, 16g  
 Récepteur radio 18.5g !



La télécommande n'envoie que 4 ordres (quand elle le veut bien): mode *thrust* (vol normal) et *land* (faible puissance), tourner à droite et à gauche en mode *thrust* (pas d'effet en mode *land*).

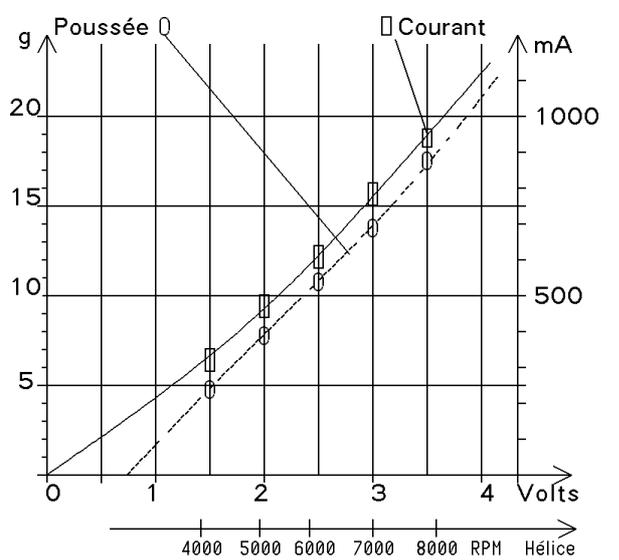
Les moteurs reçoivent des impulsions PWM (Pulse Width Modulation) et la figure en page suivante montre une séquence de vol type. A l'enclenchement, l'avion est pendant 5 secondes à 100% de puissance, donc non commandable. Il est sensé prendre de l'altitude. Il passe ensuite dans le mode *thrust* à 75% qui permet d'augmenter la puissance à droite ou à gauche. On peut passer en mode *land* à 25% (sans commande de virage) et retourner en mode *thrust*. En cas de non réception d'un ordre (pilote endormi ou avion trop loin), la commande passe en mode *land* dans les 4-5 secondes.



Séquence de vol type

## Moteurs et hélices

Les moteurs réducteur et hélice sont identiques au modèle E-charger, mais la différence entre les 2 moteurs est supérieure à 10%. La mesure d'un moteur sur le banc de test donne les résultats de la courbe C3.



C3 Poussée et courant en fonction de la tension



Intruder avec son chargeur et sa télécommande, et ensemble radio-accus-moteurs du 2e modèle acheté.

## Accumulateurs

Le bloc accu de 4.8V, utilisant des éléments 50 mA, a une résistance interne de plus de 1 Ohm. Avec une consommation de 750 mA par moteur la tension tombe à 3 volts dès le départ !

### Peur-on faire mieux ?

La télécommande, probablement dans les 27 MHz, est construite à la chinoise et utilise des composants lourds sur un grand circuit imprimé épais. D'où les 19g que l'on peut ramener facilement à 2-3 grammes avec un bon récepteur de JMP, ou des modules de RFM dans l'émetteur et sur l'avion. Il n'y a que quelques bits à transmettre, et un PIC saurait très bien gérer le PWM, en garantissant une meilleure contrôlabilité (il faudrait augmenter l'écart de vitesse des moteurs).

De nouveau, les moteurs-hélices ont un rendement lamentable. Enfin, l'accu est trop faible vis-a-vis de la masse de l'ensemble et de la puissance des moteurs.

La solution du bimoteur évite des servos de télécommande et des gouvernes. Pour un jouet c'est important du point de vue prix. Pour un ULS (Ultra-Léger de Salon) qui doit peser moins de 10 grammes, c'est probablement la seule solution viable.



Installation de test

J.D. Nicoud

nicoud@didel.com