

# Motorisation électrique

Débutants et utilisateurs loisir



- ✓ Principes de base et caractéristiques techniques
- ✓ Quelques points de repère
- ✓ Essais, mesures et sécurités
- ✓ Questions

Un contrôleur programmable ?

Le Kv est trop fort et le courant Max trop faible...

LiPO ?

Avec des LiPo, il faut équilibrer les éléments...

Inrunner ou LRK ?

BEC ou OPTO ?

Il faut un prop saver pour une hélice Indoor !



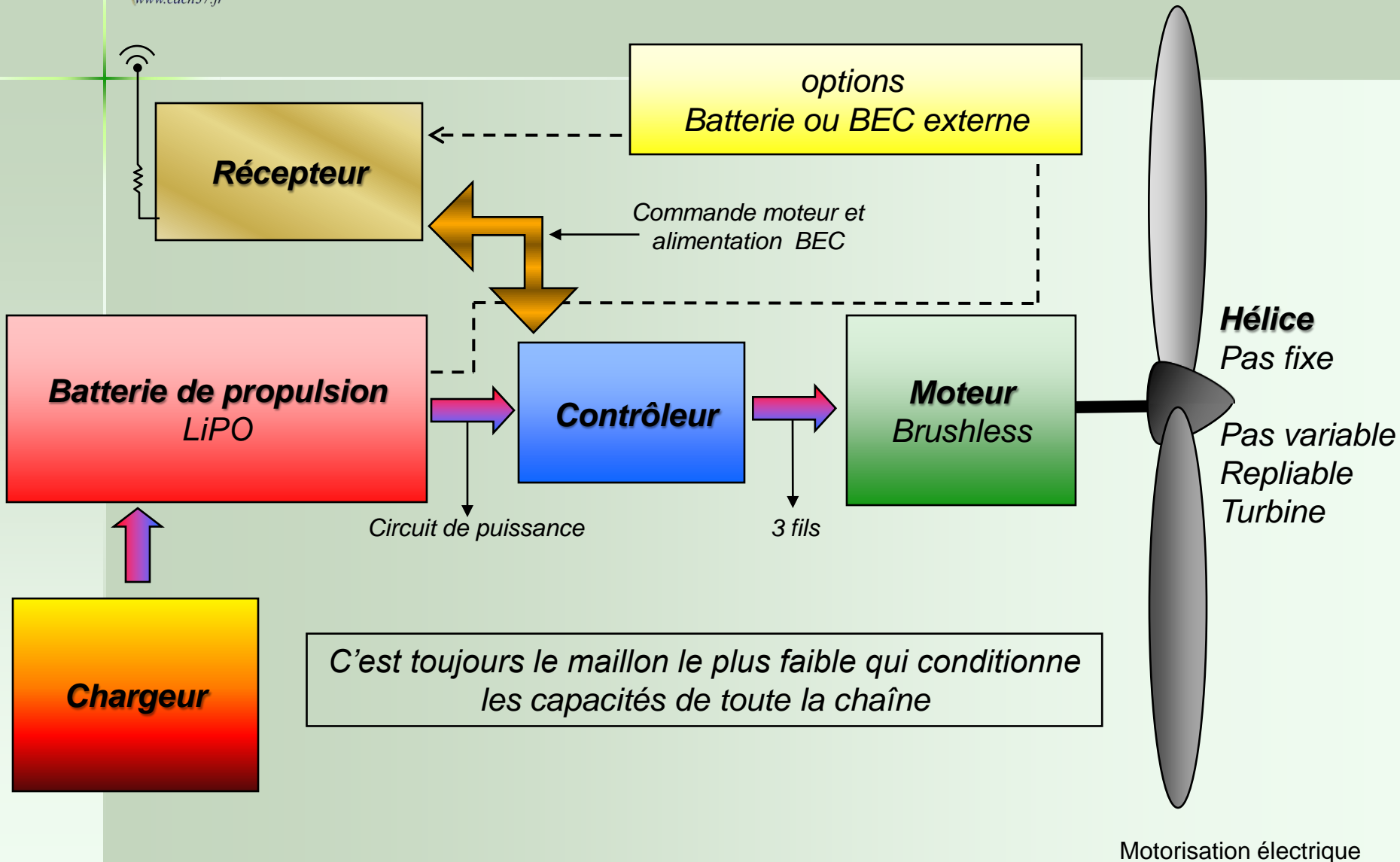
## Première partie :

### Principes de base et caractéristiques techniques

- ✓ Principe d'une chaîne de motorisation
- ✓ Principales caractéristiques des batteries LiPO
- ✓ Caractéristiques de base d'un chargeur
- ✓ Principales caractéristiques des moteurs brushless
- ✓ Principales caractéristiques d'un contrôleur
- ✓ Alimentation par BEC externe ou batterie
- ✓ Programmation du contrôleur
- ✓ Hélices et accessoires



# Principe d'une chaîne de motorisation



# Principales caractéristiques des batteries LiPo

## Batterie LiPo : (Lithium Polymère)

- Capacité nominale C
- Nombre d'éléments en série S
- Nombre d'éléments en parallèle P
- Capacité de charge en continu
- Capacité de décharge en continu
- Masse



Exemple: Lipo 3700 mAh / 4S1P / 14.8 v / 5C / 35C

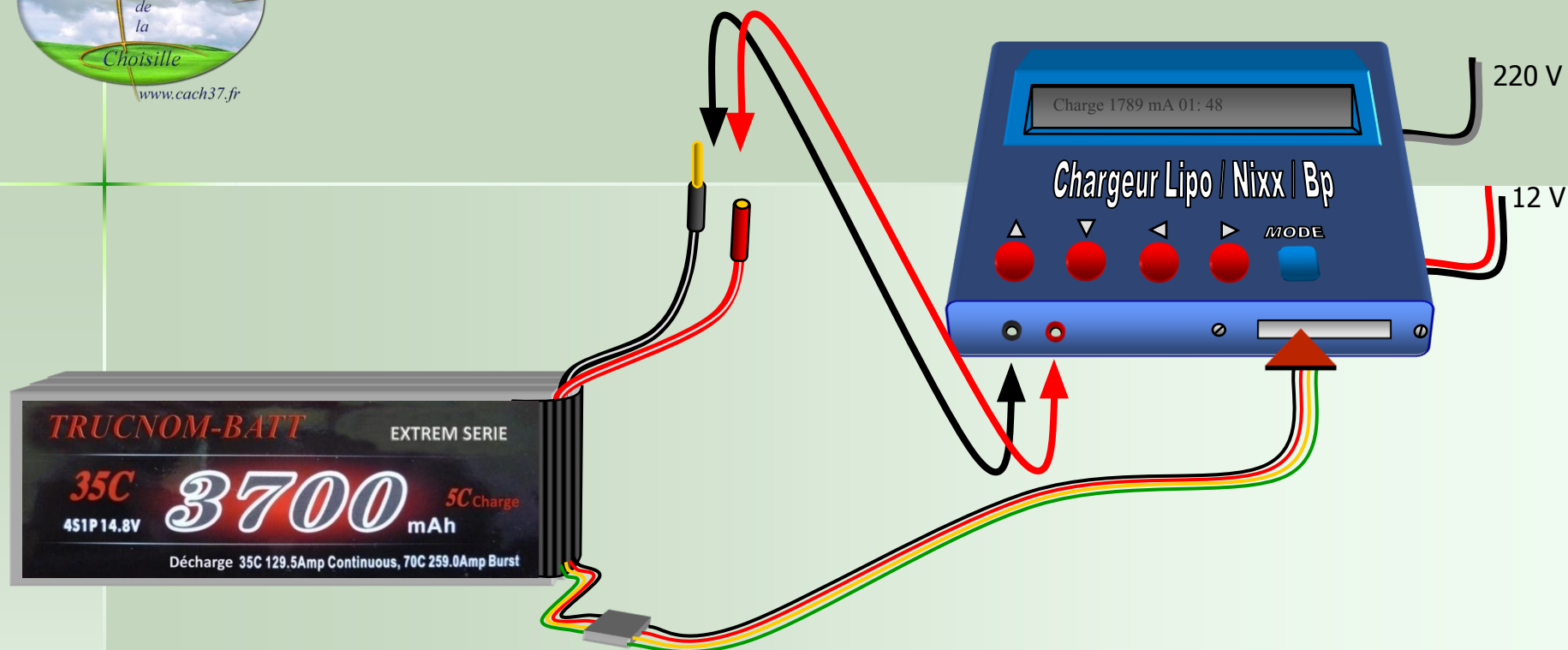
## Contrôleur de capacité batteries

1S LiPo = 3,7 v (tension nominale)



**Entretien, stockage et sécurité :** Utiliser uniquement un chargeur dédié aux LiPo / Ne pas laisser en charge sans surveillance / Ne jamais brancher ensemble des éléments de capacités différentes / Ne pas vider complètement lors du dernier vol (environ 20 %) / Décharger à 40% et tenir au frais (10°) pour stockage prolongé.

# Caractéristiques de base d'un chargeur



## Caractéristiques :

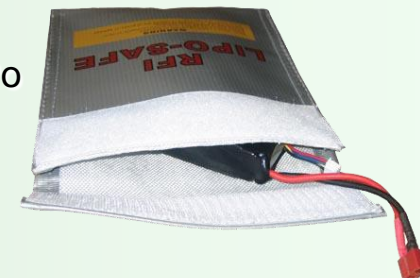
- Alimentation: 12 V / 220 V
- Types d'éléments chargés: Nixx / LiPo
- Nombre d'éléments chargés: ....
- Courant de charge: A
- Courant de décharge: A
- Cycle charge / décharge: Oui / non
- Nombre de mémoires: ....

## Sécurités internes :

Inversion de polarité, surcharge, surchauffe, alarmes sonores...

## Sécurités externes :

Sac de protection spécial LiPo



Motorisation électrique

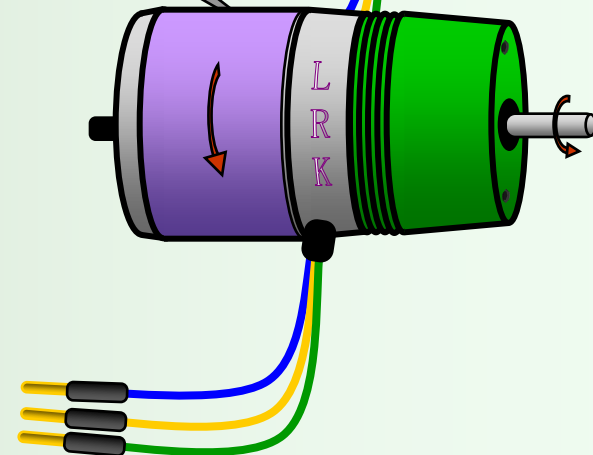
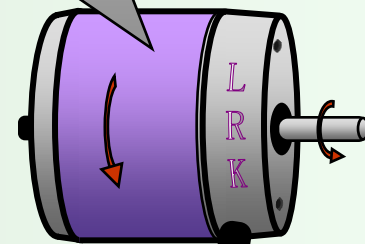
# Principales caractéristiques d'un moteurs brushless

**Brushless Inrunner**  
*Rotor interne*



**Brushless Outrunner**  
*Rotor externe*  
*LRK: Luces, Retzbach et Kuhfuss*

Avec réducteur  
interne ou externe

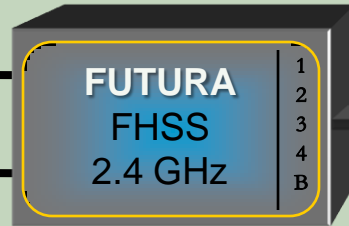


## Caractéristiques principales :

- Tension d'alimentation : V ou nombre de S
- Courant max: A
- Kv : Tr/min/V à vide
- Rendement : %
- Dimensions : mm
- Ø de l'arbre : mm
- Poids : g



# Principales caractéristiques d'un contrôleur

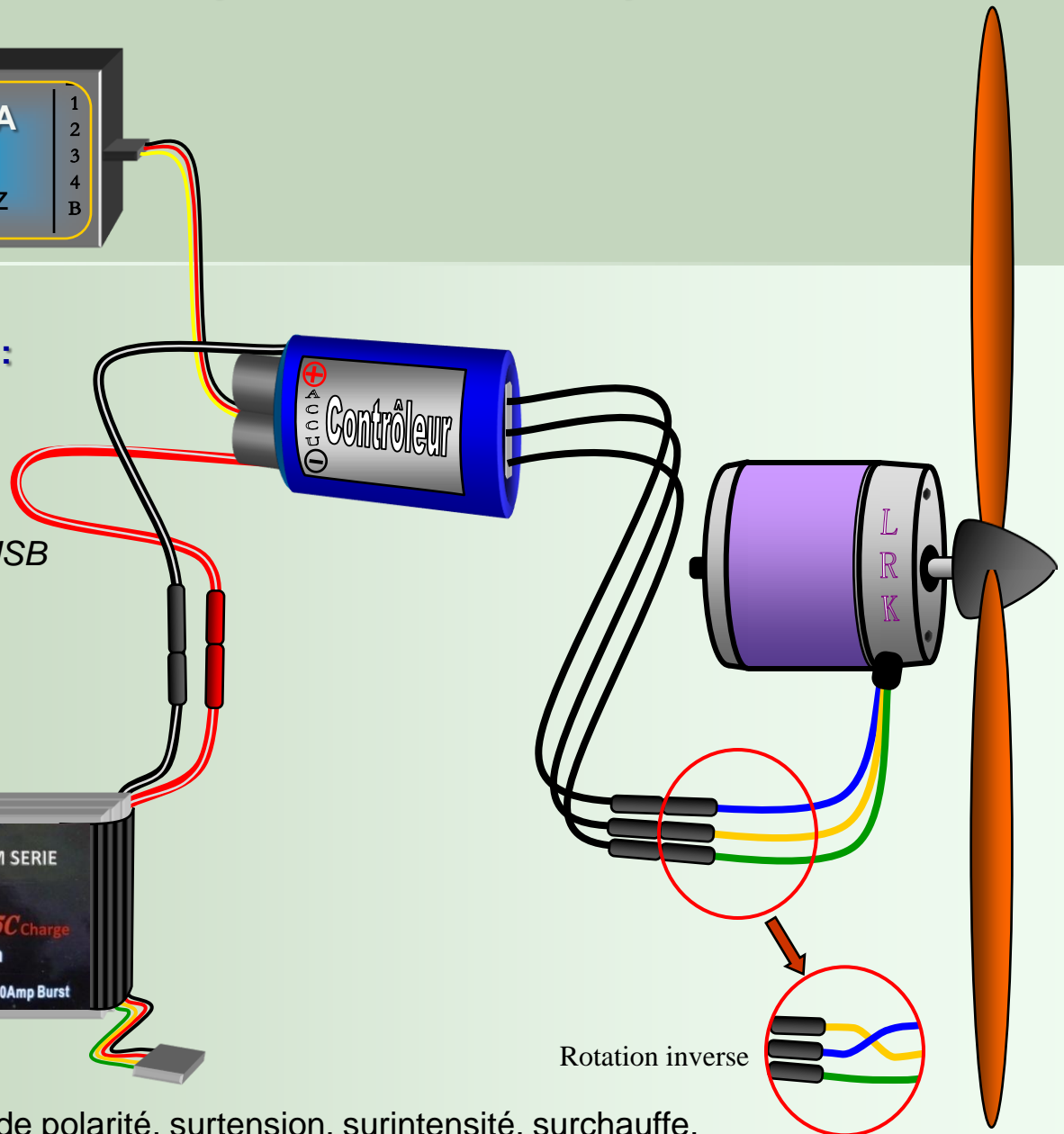


## Caractéristiques d'un contrôleur :

- Courant continu : A
- Courant en pointe (10 s) : A
- Sortie BEC : A
- Entrée LiPo : N<sup>b</sup> d'éléments
- Programmation : Radio / Carte / USB

## Contrôleur spécial multirotor :

- Fréquence 400 Hz ou plus
- Commande linéaire

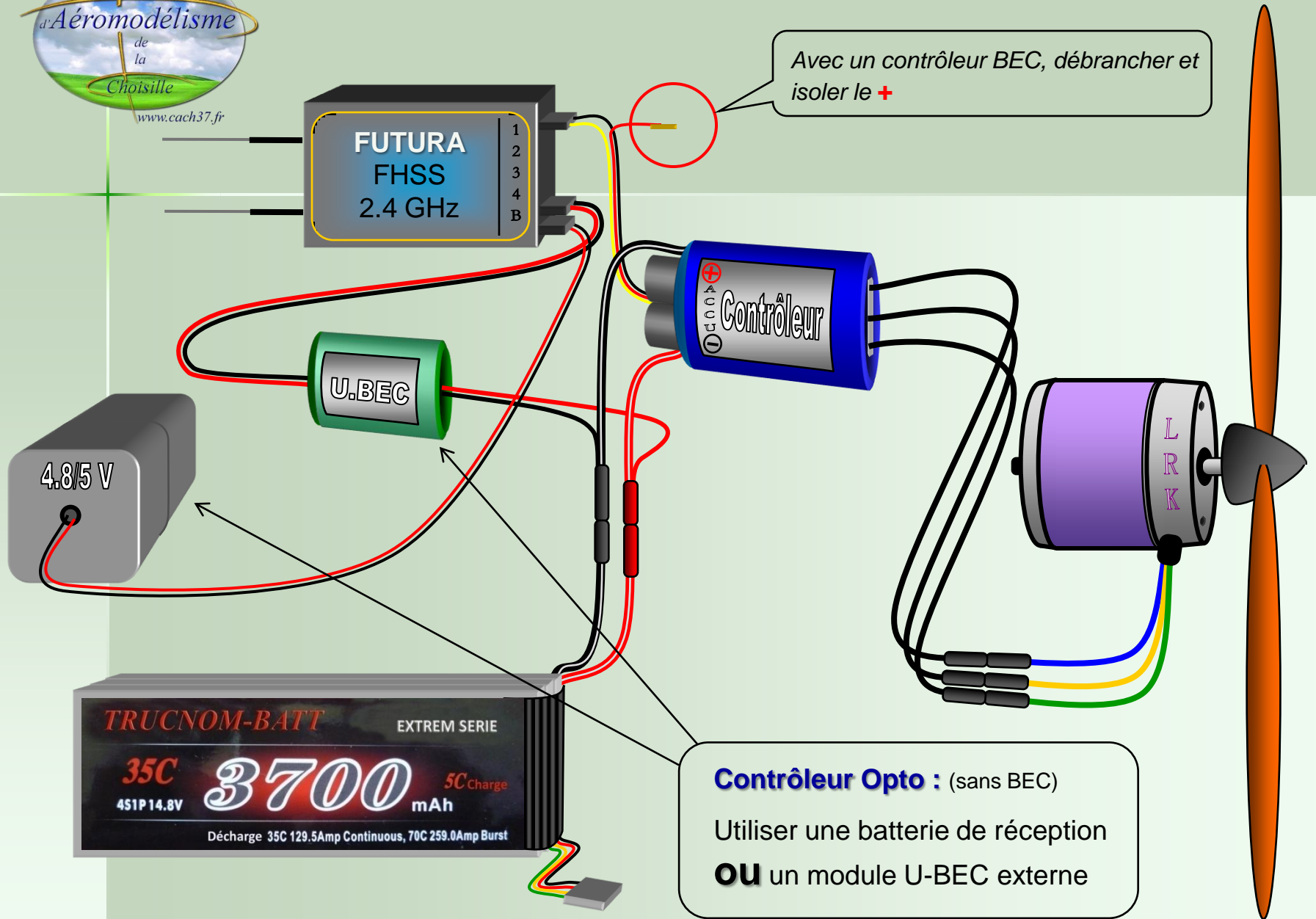


**Protections internes :** Inversion de polarité, surtension, surintensité, surchauffe, sécurité à la mise sous tension, coupure moteur en cas de perte du signal radio...

Motorisation électrique



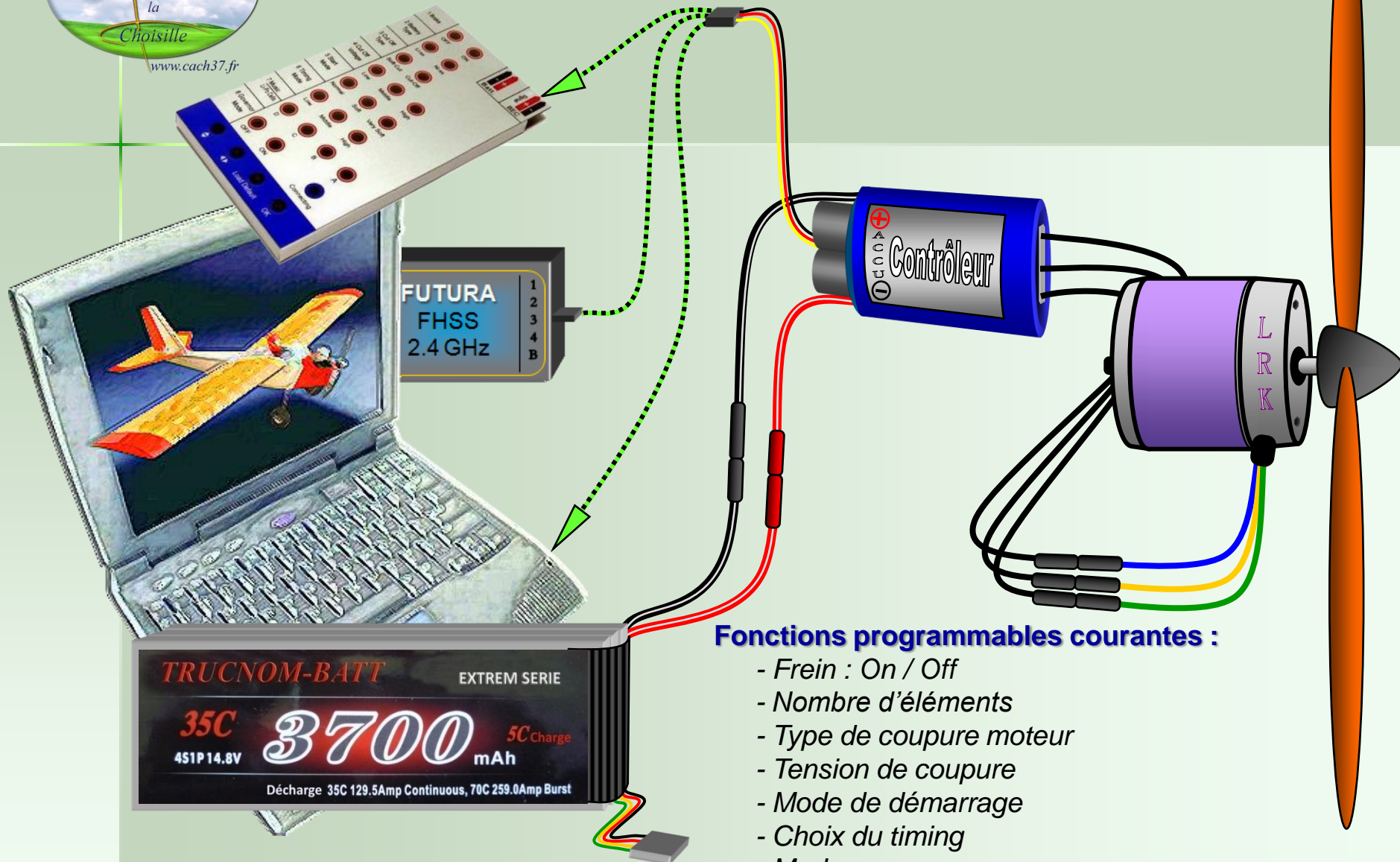
# Alimentation par BEC externe ou Batterie



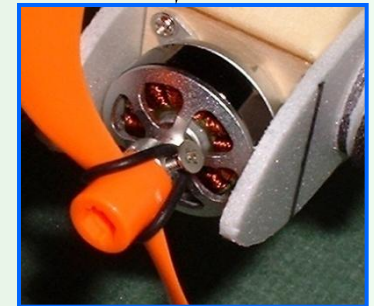
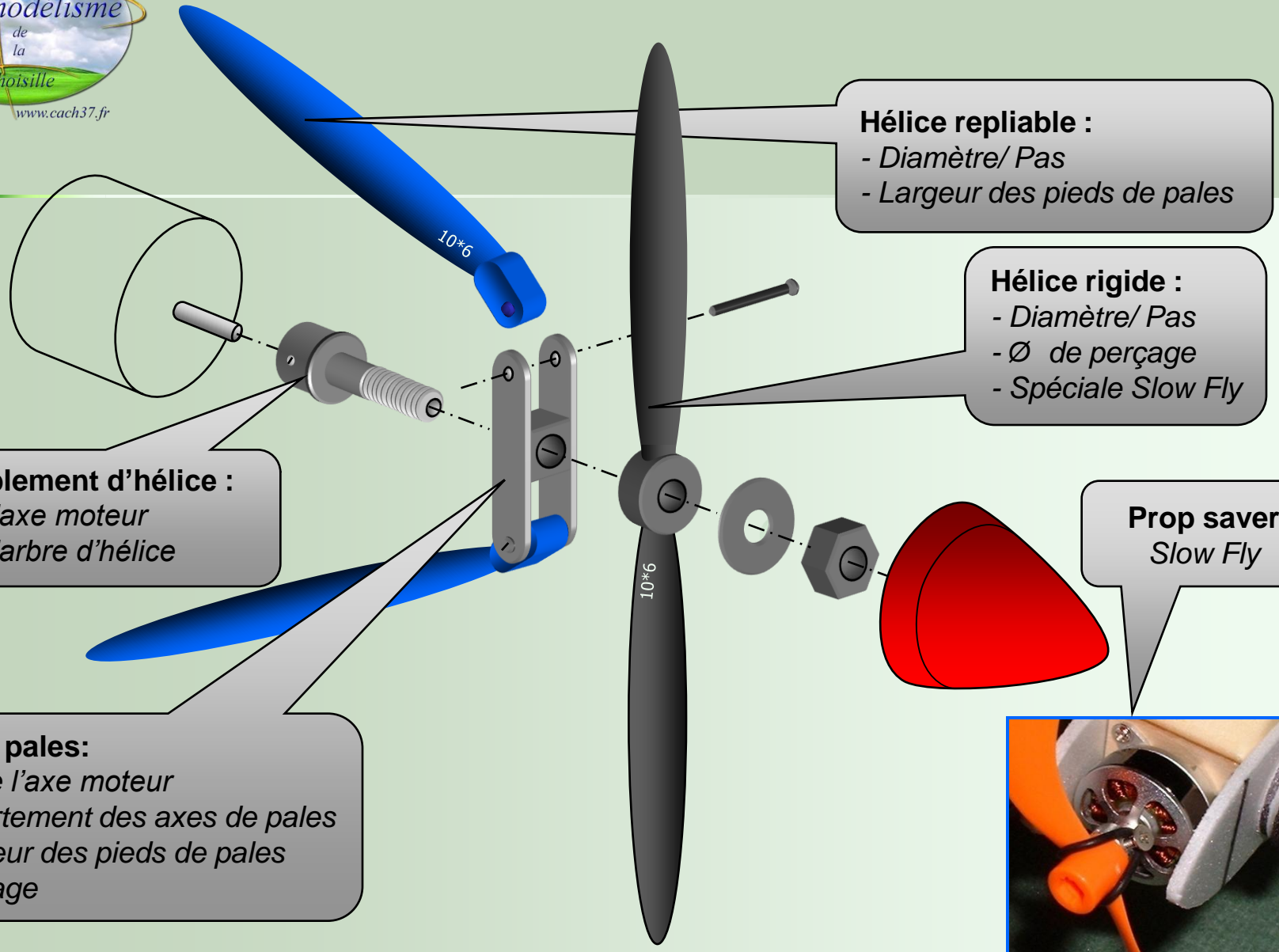




# Programmation du contrôleur



## Hélices et accessoires





## Deuxième partie :

### Quelques points de repère

- ✓ Puissance nécessaire au vol d'un avion
- ✓ Puissance nécessaire à la montée d'un planeur
- ✓ Puissance nécessaire au vol d'un multirotor et d'un hélicoptère
- ✓ Choix d'une hélice
- ✓ Estimation du temps moteur



# Puissance nécessaire au vol d'un avion

100 / 130 w/kg = modèle de début  
130 / 160 w/kg = modèle de transition  
160 / 200 w/kg = avion de sport  
200 / 250 w/kg = avion rapide ou voltige  
> 250 w/kg = avion à turbine loisir  
250 / 350 w/kg = avion de voltige puissant  
> 400 w/kg = avion de voltige 3D ou à turbine performant



- Puissance consommée  $P(W) = U(V) \times I(A)$
- Tension (U) d'un élément LiPo pendant le vol = 3,5 v en moyenne
- La puissance réelle en vol est minimisée par le rendement de l'ensemble de la chaîne de propulsion

# Puissance nécessaire à la montée d'un planeur



**90 / 120 w/kg** = planeur de début en plaine ou sécurité vol de pente

**120 / 180 w/kg** = moto planeur de loisir

**> 180 w/kg** = montée performante

**> 250 w/kg** = montée « speed »

- Puissance consommée  $P(W) = U(V) \times I(A)$

- Tension (U) d'un élément LiPo pendant le vol = 3,5 v en moyenne

- La puissance réelle en vol est minimisée par le rendement de l'ensemble de la chaîne de propulsion





# Puissance nécessaire au vol d'un multirotor ou d'un hélicoptère

**240 / 300 w/kg** = Multirotor ou hélicoptère de loisir  
(120 à 150 w en stationnaire)



- Puissance consommée  $P(W) = U(V) \times I(A)$
- Tension (U) d'un élément LiPo pendant le vol = 3,5 v en moyenne
- La puissance réelle en vol est minimisée par le rendement de l'ensemble de la chaîne de propulsion





**Ne pas dépasser la consommation max de la chaîne de motorisation**  
(moteur / contrôleur / batterie) utiliser un ampèremètre

**Modifier d'un pouce à la fois...** le Ø ou le pas de l'hélice conseillée pour le moteur en fonction du caractère du modèle et du KV du moteur

**$KV > 2000$**  : Ø de l'hélice faible et pas fort / vol rapide, jet, racer... / turbine

**$1000 < KV < 2000$**  : vol sportif, voltige classique, planeur de loisir...

**$700 < KV < 1000$**  : Ø de l'hélice fort et pas faible / vol tranquille, voltige 3D, grand planeur...

**Attention:** 2 hélices de même taille mais de marques différentes, peuvent entrainer des consommations et des tractions TRES différentes ! Idem entre les hélices repliables ou rigides.



# Estimation du temps moteur

Calculs empiriques (par expérience)

## Avion de course ou motoplaneur

Temps en seconde = Capacité batterie en mAh **X 4** / courant max au sol

## Avion de voltige

Temps en seconde = Capacité batterie en mAh **X 6** / courant max au sol

## Avion de début, loisir, traîner

Temps en seconde = Capacité batterie en mAh **X 10** / courant max au sol





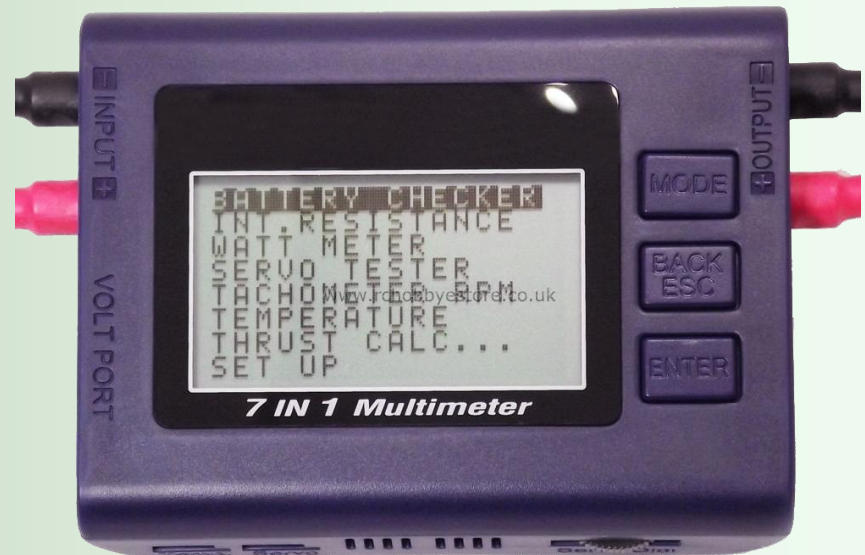
## Troisième partie :

### Essais, mesures et sécurités

- ✓ Instrument de mesures
- ✓ Essais et mesures sur un modèle équipé
- ✓ Essais et mesures sur un banc d'essais

## Contrôleur multifonctions (exemple)

1. Testeur de batterie
2. Mesure résistance interne batterie
3. Wattmètre
4. Testeur de servo
5. Compte tour optique
6. Indicateur de température avec sonde
7. Calculatrice de traction





# Essais et mesures sur un modèle équipé

## Méthode et sécurités

- ✓ Lire les notices, notez toutes les valeurs max de chaque élément de la chaîne
- ✓ Ne mettez en place l'hélice qu'au dernier moment
- ✓ Faites-vous aider pour tenir le modèle et sécuriser la zone
- ✓ Poussez lentement la manette des gaz
- ✓ Ne dépassez jamais la plus faible des valeurs max
- ✓ Eviter les vêtements flottants et porter des lunettes de protection
- ✓ Attention au souffle de l'hélice
- ✓ Personne dans le champ de l'hélice



# Essais et mesures sur un banc d'essais

## Exemple d'un banc d'essais

Lunettes de protection

Contrôleur de servo

Compte tours

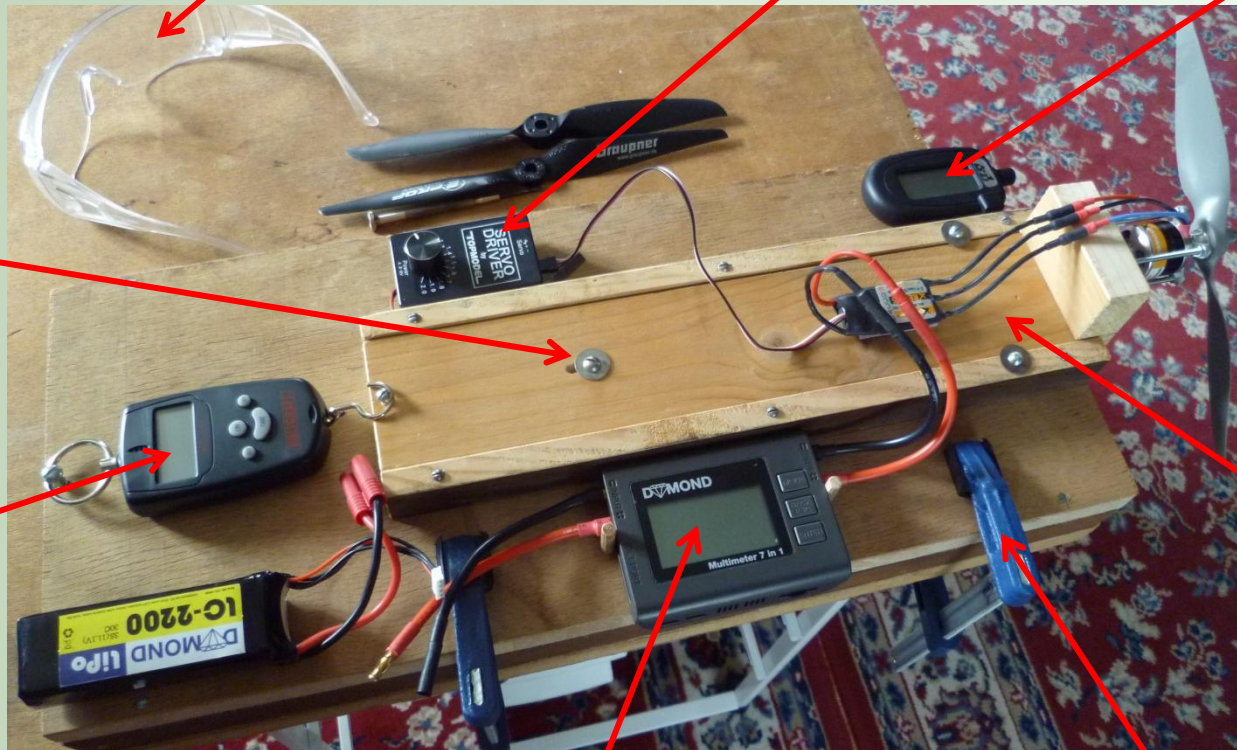
Commande moteur

optique

Indice de  
sécurité

Peson

Mesure de traction



Support  
moteur  
coulissant

Contrôleur multifonctions

Ampèremètre, Wattmètre ....

Fixation banc d'essais

Motorisation électrique





# Essais et mesures sur un banc d'essais

## Exemple de matériels en essai

### I - Lecture et exploitation des notices

#### Moteur

Nombre d'éléments 2 à 4 LiPo

Kv : 1100

Courant max: **18 A**

Dimensions: Ø 28 x 33 mm

Diamètre axe moteur: 4 mm

Poids: 72 g

Hélices recommandées:

8x6 à 10x7

#### Contrôleur

Courant admissible en continu: **25 A**

Nombre LiPo: 2 à 4

BEC: 5 V / 2 A

Poids: 25 g

Dimensions: 57 x 25 x 11 mm

#### Batterie

Capacité : 2200 mA/h

Décharge continue : 30 C

Charge: 5 C

Intensité max : **66 A**

Dimensions : 106 x 34 x 17 mm

Poids : 133 g

Le moteur est l'élément le plus faible de la chaîne : **Limitier les essais à 18 A**

### II - Méthode et sécurités identiques à la procédure sur modèle équipé



# Essais et mesures sur un banc d'essais

Les essais sont menées sur du 2 hélices semblables, une APC 9X4.5 et une Dymond 9x4.7

## III - Résultats des essais :



APC 9x4.5 = 16.2 A / 176 W / 850 g / 9980 Tr/mn

Dymond 9x4.7 = **18.4** A / 198 W / 820 g / 9440 Tr/mn

La Dymond consommation plus, sa traction et son nombre de tours sont plus faibles

Autonomie en vol de loisir :

APC = 14.5 mn

Dymond = 12.5 mn

Ces essais montrent bien que 2 hélices pratiquement identiques mais de marques différentes, peuvent entraîner des consommations et des tractions TRES différentes !

# Motorisation électrique

Débutants et utilisateurs loisir



BON VOL AVEC LE CACH37