

MÉTHODE SIMPLE POUR LA DÉTERMINATION DE LA SANTÉ DE VOS BATTERIES

ET DU CALCUL DU « C RATING » RÉEL

Par : Raymond Boridy

Date : 3 juillet 2017

Révision : 27 juillet 2017

Introduction

La meilleure façon de connaître quel est l'état ou la santé de vos batteries est de déterminer (mesurer) sa résistance interne.

La résistance interne (totale) d'une batterie ou un « pack » se mesure relativement facilement. L'unité de mesure est en Ohms mais souvent donné en milli ohm. (1 milli ohm = 1 ohm/1000)

La résistance interne (R_i) d'une batterie nous révèle sa condition réelle et surtout sa qualité. La valeur de cette résistance interne nous permettra de connaître plusieurs caractéristiques et valeurs intéressantes, par exemple :

- Déterminer son vieillissement, qualité ou son état général.
- Détermination de son courant maximum de drainage (en ampères) sans la détériorer.
- Détermination de son vrai C rating (Ratio du courant max de décharge en Ampère / capacité en Ampère). Celui qui est indiqué

sur les batteries est dans la majorité des cas une valeur surévalué. Par exemple, les fabricants qui prétendent que leur batterie peut être déchargée à 70°C sont dans la majorité des cas une valeur trop haute. La vraie valeur est souvent plus basse.

- Déterminer si la batterie est encore bonne (utilisable) ou non.

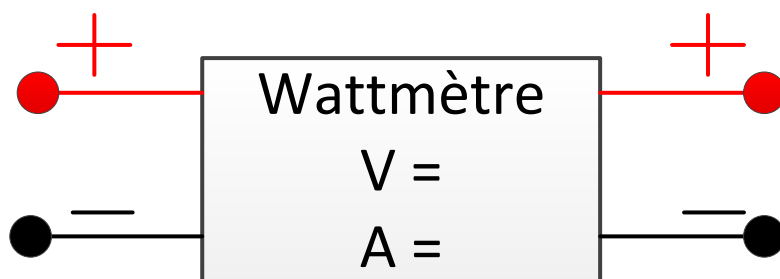
Dans ce document je propose une méthode pour mesurer de façon relativement simple la valeur de la résistance interne de vos batteries et ainsi calculer son « C rating » réel.

Vous pourrez ainsi évaluer la santé de vos batteries et son vieillissement en mesurant sa résistance interne périodiquement et présenter vos résultats dans un tableau Ri en fonction du temps.

Note : Malheureusement plusieurs chargeurs de batteries qui fournissent la résistance interne donnent de fausses valeurs.

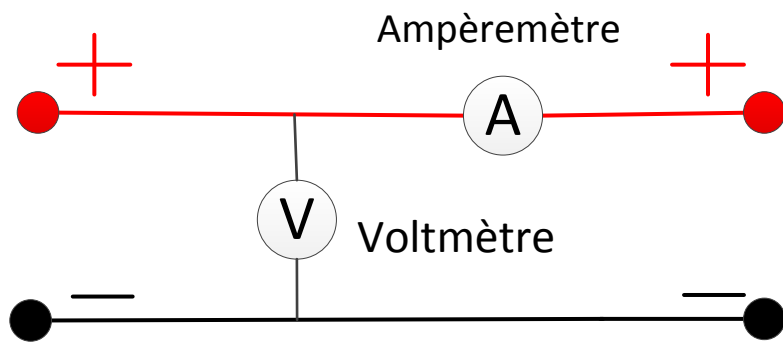
Équipements de mesure requis

- Un bon wattmètre qui donne des mesures de voltage et courant simultanément.



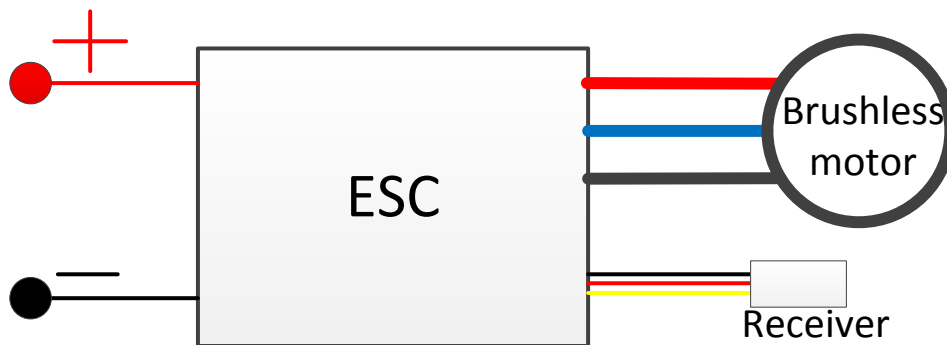
OU

- Un bon voltmètre (volts) + ampèremètre (Ampères) connecté comme suit :



Charges requises pour drainer un courant de la batterie

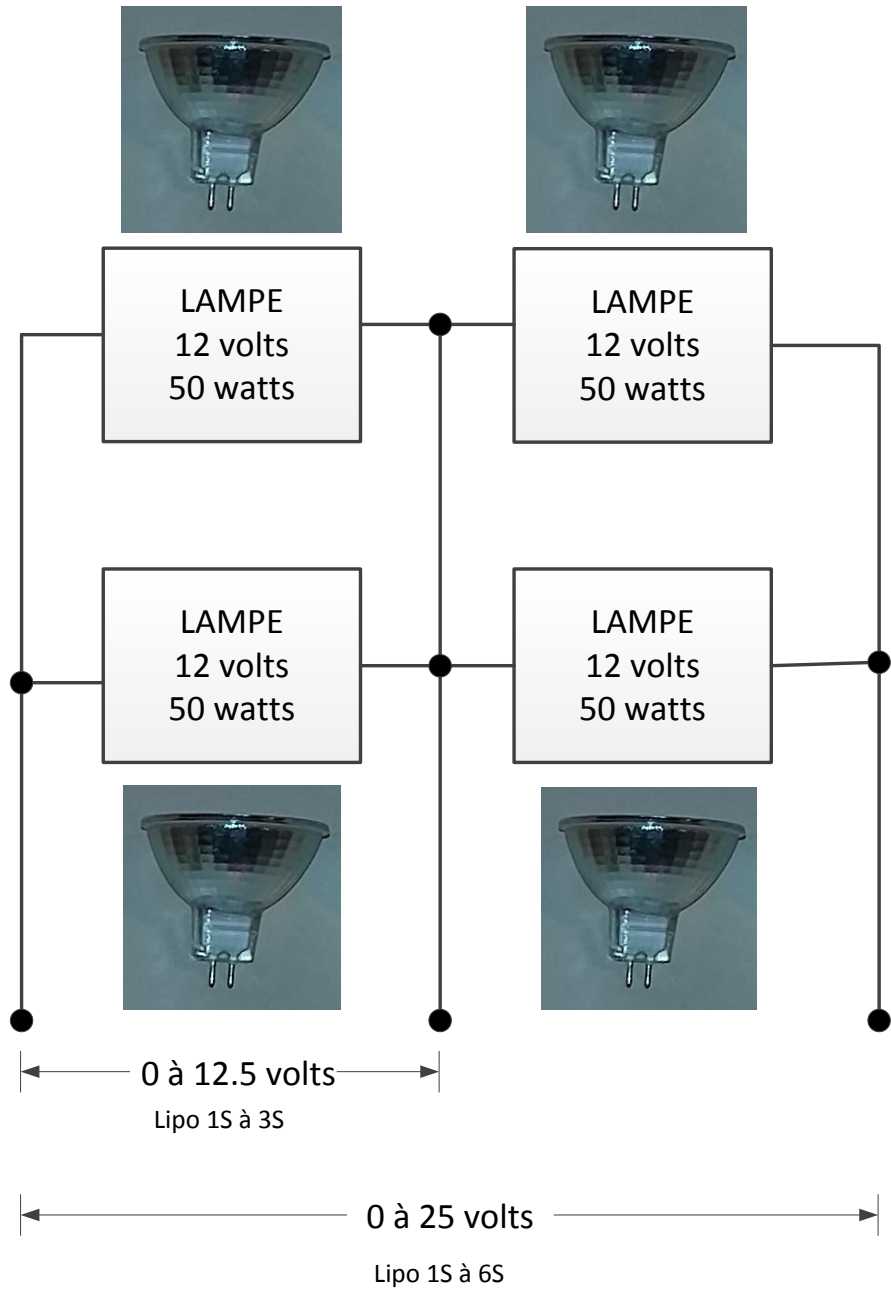
- L'ensemble ESC + moteur (avec ou sans hélice)



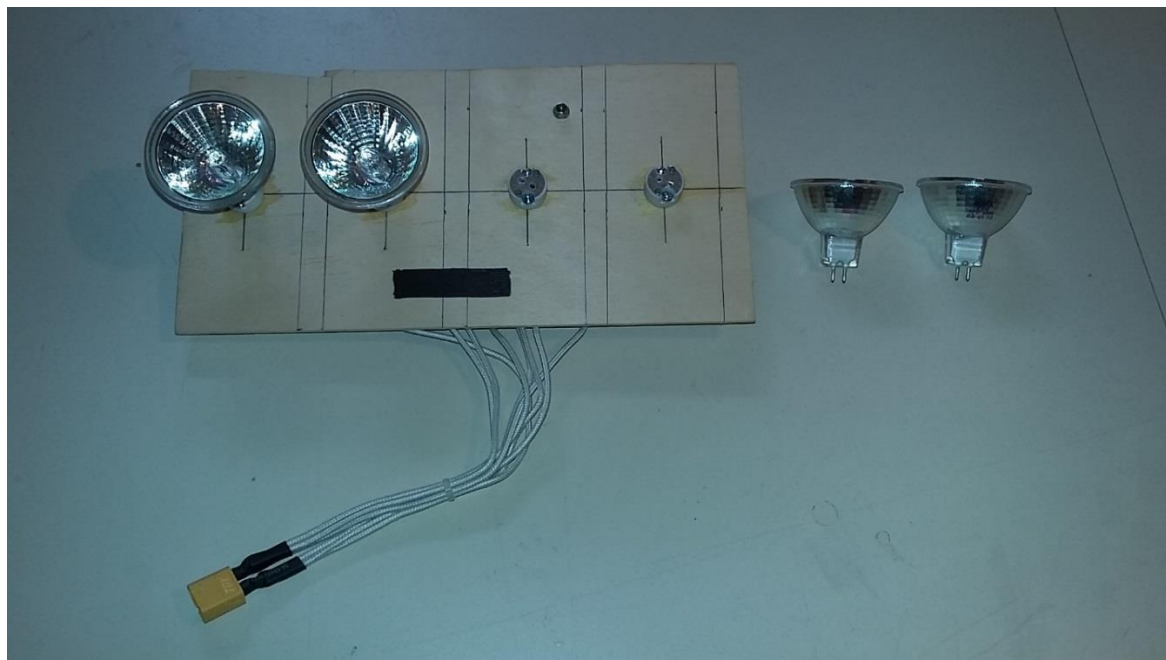
OU

- Une charge purement résistive telles que des lumières (bulb) halogènes. Ces lumières halogène peuvent être achetés au Canadian Tire.

Avertissement : On ne doit jamais toucher la lumière halogène elle-même avec nos doigts qu'elle soit froide ou chaude. Nos doigts laissent des traces de graisse qui lorsque la lumière sera chaude risque de la faire éclater.

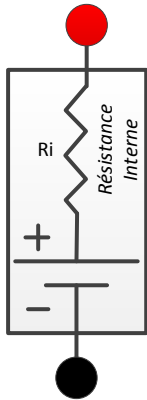


Exemple d'un montage d'une charge avec lumières et sockets
Ceux montrés ici sont des 12 volts 50 watts (achetés chez Canadian Tire).



Comment mesurer la résistance interne (R_i)

Le modèle simplifié d'une batterie est représentée par une pile idéale en série avec sa résistance interne. La figure montrée ici représente une seule cellule.



Ce qu'il faut savoir sur la résistance interne d'une batterie:

- Plus elle est haute, plus la batterie est endommagée, usée ou vieille ou simplement de mauvaise qualité (même neuve).
- Plus elle est basse, plus la batterie est en bon état ou de bonne qualité.
- Plus elle est haute, plus la batterie chauffera et la batterie va se détériorer progressivement plus rapidement. La chaleur est l'ennemi des batteries.
- Un mauvais traitement des batteries augmente la résistance interne. Par exemples, surcharges, décharges exagérées, chaleur, mauvais chargeur de batterie, mauvais stockage (température ou voltage), abus de façon général.
- Plus la résistance interne est petite plus son C rating réel sera haut.

- Plus la résistance interne est petite moins on aura de chute de tension et la batterie chauffera moins et durera plus longtemps.
- Chaque cellule d'un « pack » de batterie a sa propre résistance interne. La résistance interne d'un « pack » est le total des résistances internes de chaque cellule.

La méthode de mesure proposée ici nous donnera la valeur de la résistance interne totale de la batterie.

Recommandations lors des mesures

Il est recommandé lors des mesures que la batterie soit chargée à au moins 60% de sa capacité totale et effectué à une température ambiante normale de 20 à 25 degrés C.

Par exemple pour une LiPo, le voltage doit dépasser 3.8 volts/par cellule pour toutes les cellules. Donc entre 3.8 et 4.2 volts (par cellule)

Ce sera le même principe pour toutes les technologies (chimie) de batteries; NiCad, NiMH, LiPo, etc etc., au moins 60%

Mesure de Ri (la résistance interne)

Pour faire les mesures on doit tout d'abord faire le montage puis mesurer un courant avec charge et deux voltages, un avec charge et un sans charge.

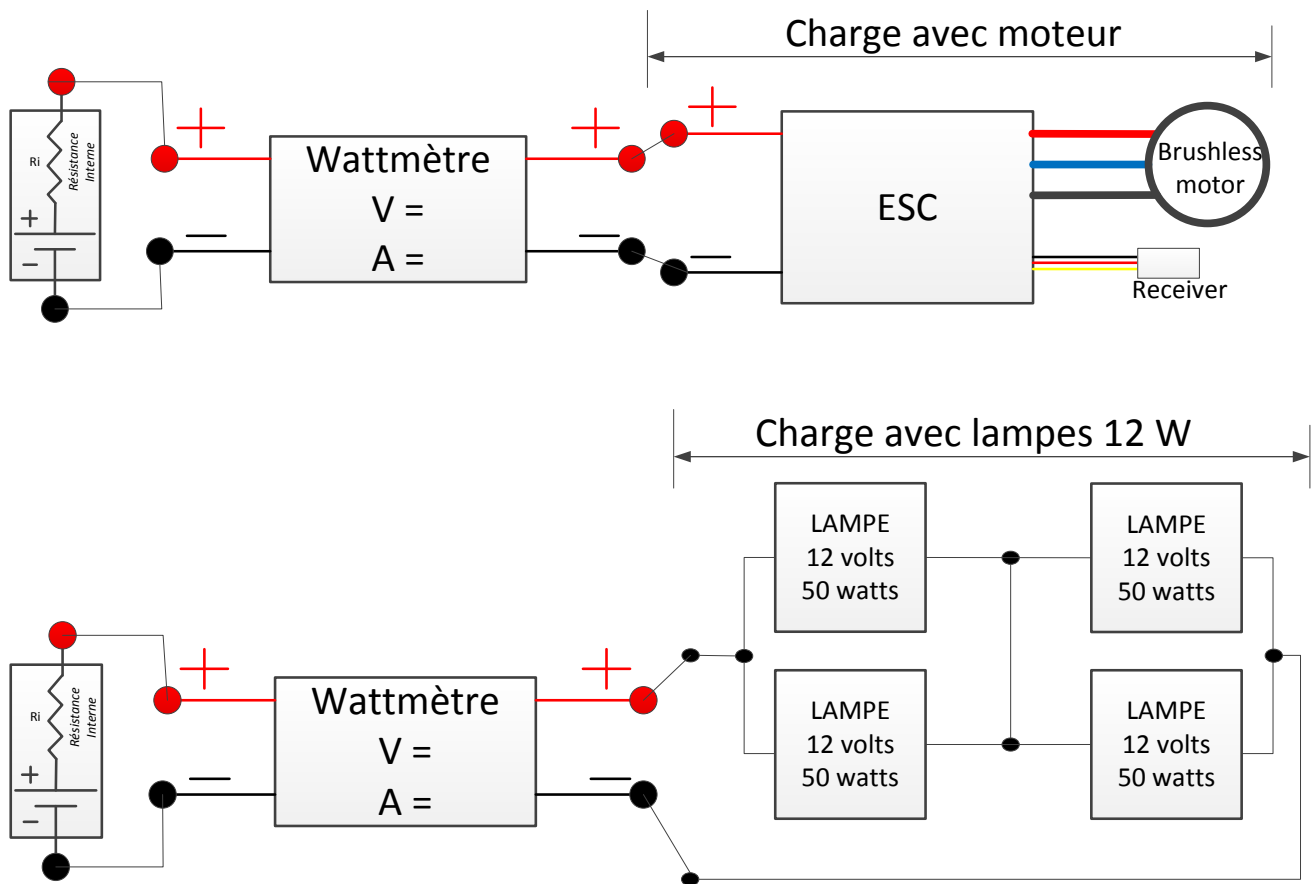
La charge peut être soit votre moteur avec son ESC ou bien une charge utilisant des lumières pour ceux qui n'aime pas tourner un moteur à l'intérieur. L'appareil de mesure peut être soit un wattmètre ou l'ensemble voltmètre + ampèremètre.

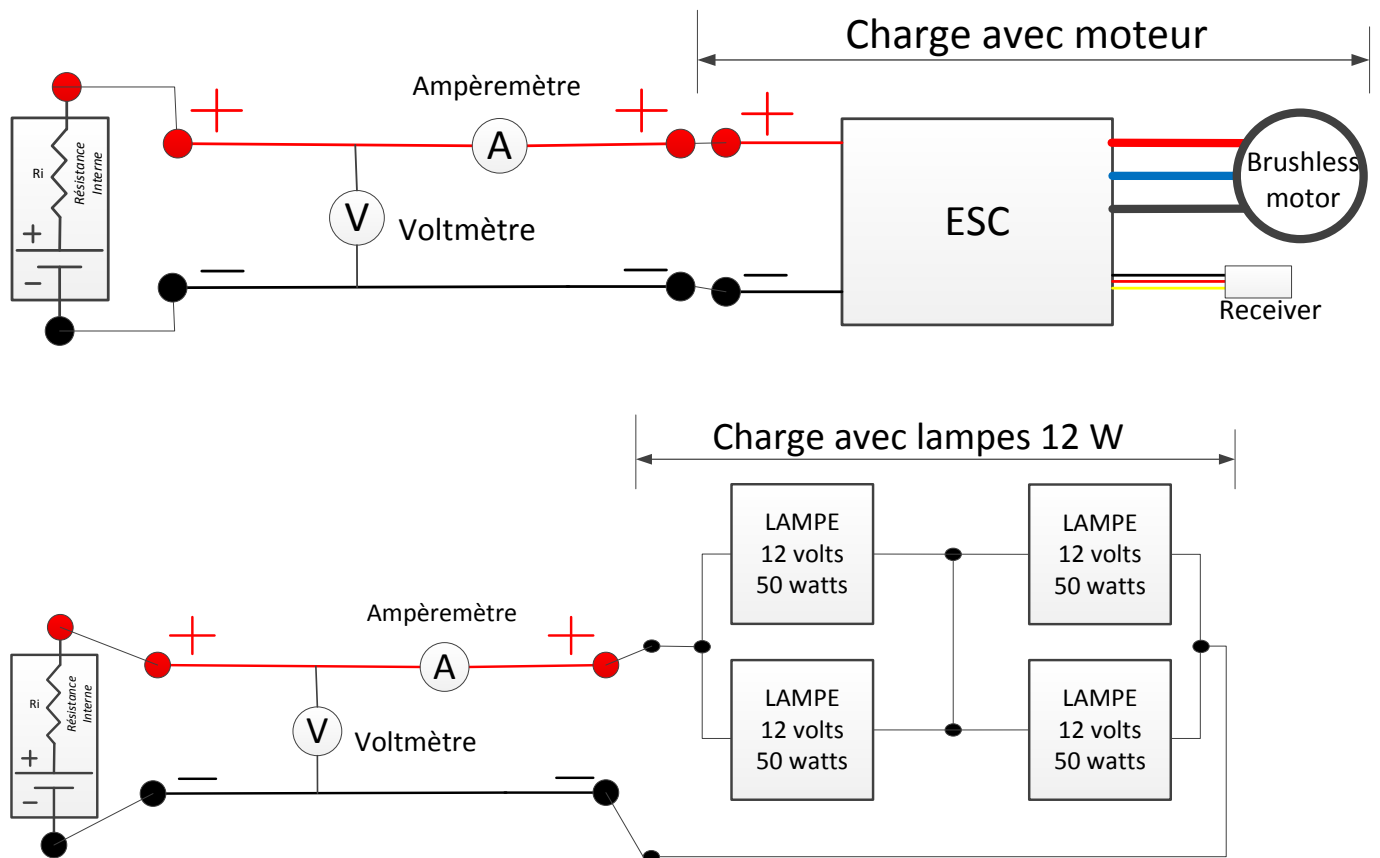
- Voltage avec la charge connecté = VL
- Courant avec charge la charge connecté = IL
- Voltage sans charge (charge débranché) = VO.

$$\text{Résistance interne Totale} = R_i = (V_O - V_L) / I_L$$

Pour connaître la résistance d'une seule cellule, on la calcule avec R_i /nombre de cellules. Par exemple une batterie 6S on doit faire $R_i / 6$.

4 Montages proposés





Procédure pour les prises des voltages et courants

La procédure suivante utilise le wattmètre et le groupe ESC + moteur. C'est exactement la même procédure pour les autres montages.

- 1- Connecter batterie (ne pas utiliser le port de balancement), wattmètre, charge tel que montré précédemment.
- 2- Mettre le moteur en marche à environ 50% à 75% de sa vitesse maximale. Plus le courant est grand plus la mesure sera précise.
- 3- Prendre les valeurs indiquées par le wattmètre du voltage V_L et courant I_L simultanément et immédiatement après ces 2 mesures déconnecter la charge rapidement ou mettre le moteur à 0% de

sa vitesse. Après ces lectures, ne pas attendre plus que 2 secondes avec le moteur en marche ou avec la charge connectée.

- 4- Attendre au moins 20 secondes pour la stabilisation de la batterie sans charge.
- 5- Prendre la valeur du voltage VO avec la charge débranché (ou moteur complètement OFF) après au moins le 20 secondes.

Effectuer le calcul de la résistance interne :

$$\text{Résistance interne totale du pack} = R_i = (V_O - V_L) / I_L$$

$$\text{Résistance d'une cellule} = R_i \text{ totale mesurée} / \text{nombre de cellules}$$

Quelques valeurs typiques de résistance internes pour les LiPo

Les valeurs fournies ici sont par cellule et ne sont qu'une indication approximative et sont à prendre avec discernement.

Vous devez multiplier ces nombres ci-dessous par le nombre de cellules pour avoir le Ri total de votre « pack » de batterie.

- Une très bonne batterie : entre 1 mOhm et 5 mOhm/par cellule
- Une bonne batterie : entre 5 mOhm et 10 mOhm/par cellule
- Une batterie ordinaire mais acceptable :
Entre 10mOhm et 20 mOhm/par cellule
- Une batterie probablement endommagée, usée ou simplement de moins bonne qualité même neuve: Plus grand que 20 mOhm/cellule.

Exemple :

Une très bonne LiPo 4S donnera 5mOhm X 4 = 20mOhm total ou moins.

Comment calculer le vrai C rating en utilisant la valeur mesurée Ri.

Note importante pour la formule suivante. La résistance interne utilisée dans cette formule est celle d'une seule cellule.

$$\text{Max Amp draw} = \sqrt{\frac{6 \frac{\text{Watts}}{\text{amp-hr}} \times \text{capacity}}{\text{internal resistance}}} = \sqrt{\frac{6 \frac{\text{Watts}}{\text{amp-hr}} \times \text{amp-hr}}{\text{ohms}}}$$

Cette équation vient de la formule de puissance toute simple :

Puissance = Résistance * (courant au carré). On commence à endommager les cellules en consommant plus que 6 watts/amp-hr par cellule.

Par exemple avec une LiPo à 2190 mAh (capacité de la batterie) ayant une résistance interne d'une cellule calculée de 12.7 mOhm nous donnera un courant maximal de 32.2 ampères sans endommager la batterie. Vous devez entrer les unités de la formule en Ampère-heure et en ohm.

$$\text{Max Amp draw} = \sqrt{\frac{6 \times 2.190}{0.0127}} = \sqrt{\frac{13.14}{0.0127}} = \sqrt{1034.6} = 32.2 \text{ Amp}$$

Le calcul du vrai C rating d'une batterie se calcule comme suit :

C rating réel = Max Amp draw / Capacité en Ampères de la batterie

Donc $32.2\text{A}/2.190\text{A} = \underline{14.7\text{C}}$

** Le fabricant de cette batterie affiche 28C donc 2X plus que la valeur réelle.

Autre exemple avec une Lipo 4S de 4000 mAh ayant mesuré une résistance interne d'une cellule de 3 milli Ohm par cellule nous donne :

$$\text{Max Amp draw} = \sqrt{\frac{6 \frac{\text{Watts}}{\text{amp-hr}} \times \text{capacity}}{\text{internal resistance}}} = \sqrt{\frac{6 \times 4.0}{0.003}} = \sqrt{\frac{24}{0.003}} = \sqrt{8,000} = 89.4 \text{ Amperes}$$

$$\text{true C-rating} = \frac{\text{calculated Max Amp draw}}{\text{capacity printed on battery label}} = \frac{89.4 \text{ amperes}}{4.0 \text{ amperes}} = 22.36 = \mathbf{22.4}$$

ANNEXE

Pour vous donner une petite idée, voici un tableau qui nous donne les valeurs du vrai C rating en fonction de la résistance interne et de la capacité de la batterie.

Ceux en bleu sont sous la barre des 20C.

Cell Capacity	C Rating @ 3mOhm	C Rating @ 6mOhm	C Rating @ 9mOhm	C Rating @ 12mOhm	C Rating @ 15mOhm
500	63.2	44.7	36.5	31.6	28.3
1,000	44.7	31.6	25.8	22.4	20.0
1,500	36.5	25.8	21.1	18.3	16.3
2,000	31.6	22.4	18.3	15.8	14.1
2,500	28.3	20.0	16.3	14.1	12.6
3,000	25.8	18.3	14.9	12.9	11.5
3,500	23.9	16.9	13.8	12.0	10.7
4,000	22.4	15.8	12.9	11.2	10.0
4,500	21.1	14.9	12.2	10.5	9.4
5,000	20.0	14.1	11.5	10.0	8.9
5,500	19.1	13.5	11.0	9.5	8.5
6,000	18.3	12.9	10.5	9.1	8.2