

1 Objet

Il s'agit de mesurer la capacité des piles et accumulateurs courants (taille AA) ou batteries photo. Peu d'informations sérieuses sont disponibles sur internet. Ce sont des sources primaires d'énergie (non rechargeables) ou des sources secondaires (accumulateurs et batteries rechargeables).

2 Méthode

Utilisation d'un voltmètre Voltcraft VC-850 muni d'une liaison USB et du programme enregistreur Voltcraft associé. Ce voltmètre n'a pas d'extinction automatique, heureusement.

La mesure commence par la ddp à vide, puis une résistance de charge est connectée pendant toute la mesure. Cette résistance est de 2 Ω ou de 22 Ω pour les batteries photo. Cette résistance est rappelée dans le tableur et sert au calcul du courant.

3 La pile « 1,5V »

Cette pile n'existe pas, la tension varie continuellement en fonction de sa technologie (saline, alcaline, lithium), de son état (neuf ou usée) et en fonction du courant débité (selon sa résistance interne, variable elle aussi, et la bonne vieille loi d'Ohm). Les appareils qui utilisent la pile ont des exigences très différentes, certains appareils électroniques s'arrêtent en décharge à 1,00V, d'autres (plutôt électromécaniques comme les moteurs de petits lapins) s'arrêtent vers 0,1V, soit bien plus tard. La présence grandissante de microprocesseurs à bas coût et spécialisés (microcontrôleurs) fait que la plupart des appareils alimentés par piles contiennent de l'électronique et sont tributaires de tension d'arrêt d'un volt, voire plus.

Une nouvelle génération d'appareils électroniques ont en entrée une alimentation à découpage qui permet de s'adapter à la tension variable de la source, mais cette alimentation présente un comportement de résistance négative en entrée (le courant augmente lorsque la tension baisse) et accélèrent la décharge en fin de vie de la pile.

Les essais sont faits ici sur une résistance constante, le courant varie donc au cours de la décharge puisque la tension baisse. La présence d'un palier de tension marqué rend difficile et imprécis la prévision de la quantité d'énergie restante (surtout pour les batteries lithium où les indicateurs jouent à la devinette).

On a l'habitude, héritée du monde électrochimique, de mesurer la capacité en ampères*heures, donc en fait en coulombs (le courant seul), alors que le monde électrique/électronique utilise plutôt le Watt*heure qui prend en compte le courant **et** la tension. On commence d'ailleurs à voir apparaître le double marquage Ah et Wh sur des batteries lithium pour appareils hauts de gamme.

La résistance interne décrit la chute de tension dès qu'on tire du courant de la pile, plus elle est faible, moins la tension est affectée par le courant

3.1 Le petit lapin !

Ce n'est pas par hasard qu'une grande marque de piles centre sa publicité, plus visible à l'époque de Noël, sur un petit lapin sans aucune électronique avec un moteur bien soigné (fils en argent, collecteur adapté nettoyé, paliers adaptés lubrifiés, ...).

Mais la rentabilité (quantité d'électricité fournie / prix) n'est pas au rendez-vous pour le client !

3.2 Tension d'arrêt

La tension d'arrêt est utilisée pour définir la capacité utile, elle est normalisée en électrotechnique : c'est celle qui correspond à 10 % de capacité résiduelle. On peut utiliser aussi la tension minimale de fonctionnement des électroniques mais elle est trop variable selon les appareils. Il est nécessaire de pousser la mesure jusqu'à épuisement total de la pile. Cela ne change rien à la pile, qui, de toutes

façons, est inutilisable après la mesure. Pour les accumulateurs, on risque de passer sous une tension minimale en dessous de laquelle on détruit l'accu. Le danger est une perte définitive partielle de capacité (voire de tension) et surtout pour les batteries à éléments multiples (Li-Ion de tension multiple de 3,6 V) où il y a même risque d'inversion de tension destructeur de l'élément faible. Les batteries photos essayées ont été immédiatement remises en charge pour minimiser les dégâts.

Ni-Cd.net donne 1,0V comme tension mini des accumulateurs NiMh et 3V la tension mini des Li-Ion (pour celles-ci, le mini absolu à ne pas dépasser est 2,5V)

Pour les batteries Li-Ion, dans les conditions de mesure, à résistance de charge constante, la chute de tension est très brutale quand on arrive à la tension mini et le gain d'énergie est ridicule, en comparaison des risques encourus pour la batterie (gain nul même, pour la Fuji NP-50 et de 30mAh seulement pour la Canon de 1050mAh).

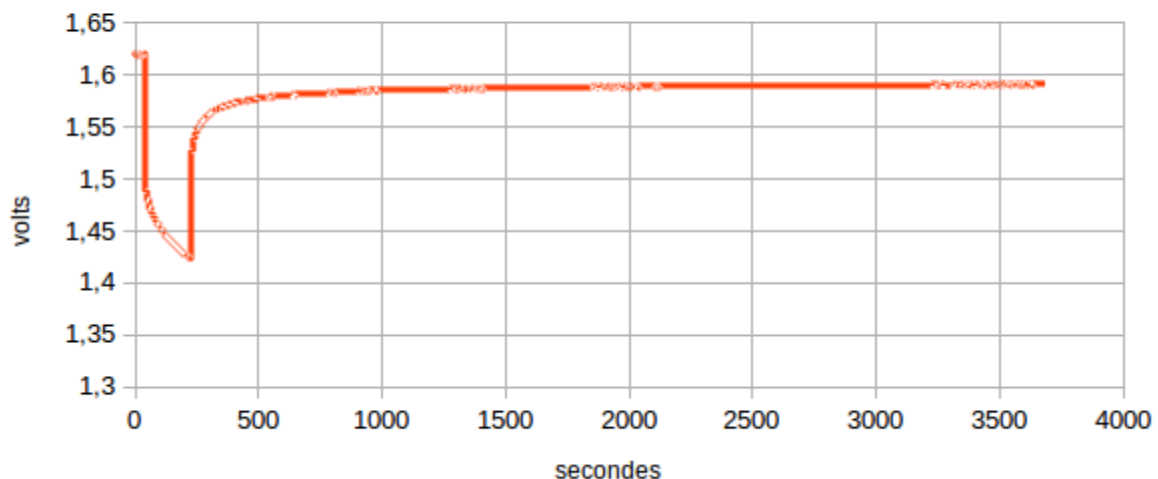
La pile du petit lapin qui a une capacité inférieure aux autres, avec une tension d'arrêt à 1V, présente une capacité supérieure en tensions faibles (utilisation typique moteur électrique!)

3.3 la résistance interne

Elle est mesurée en début de cycle : mesure de la ddp pile neuve, jamais connectée, puis insertion de la résistance de charge. On peut en déduire la résistance interne de la pile, si on fait la mesure rapidement : en moins d'une seconde, la polarisation commence à apparaître !

leclerc eco plus : dépolarisation

insertion/retrait R=2,03Ω



L'échantillonnage de la mesure est ici à une seconde et il faut. Le retour à une tension proche de la pile neuve (1,618 V) est impossible : on asymptote 1,595 V après quatre heures de repos.

La chute de tension à l'insertion est de 0,124 V, la remontée de tension au retrait de la résistance 188 secondes plus tard, n'est que de 0,092V. Cela signifie que la résistance interne a déjà changé.

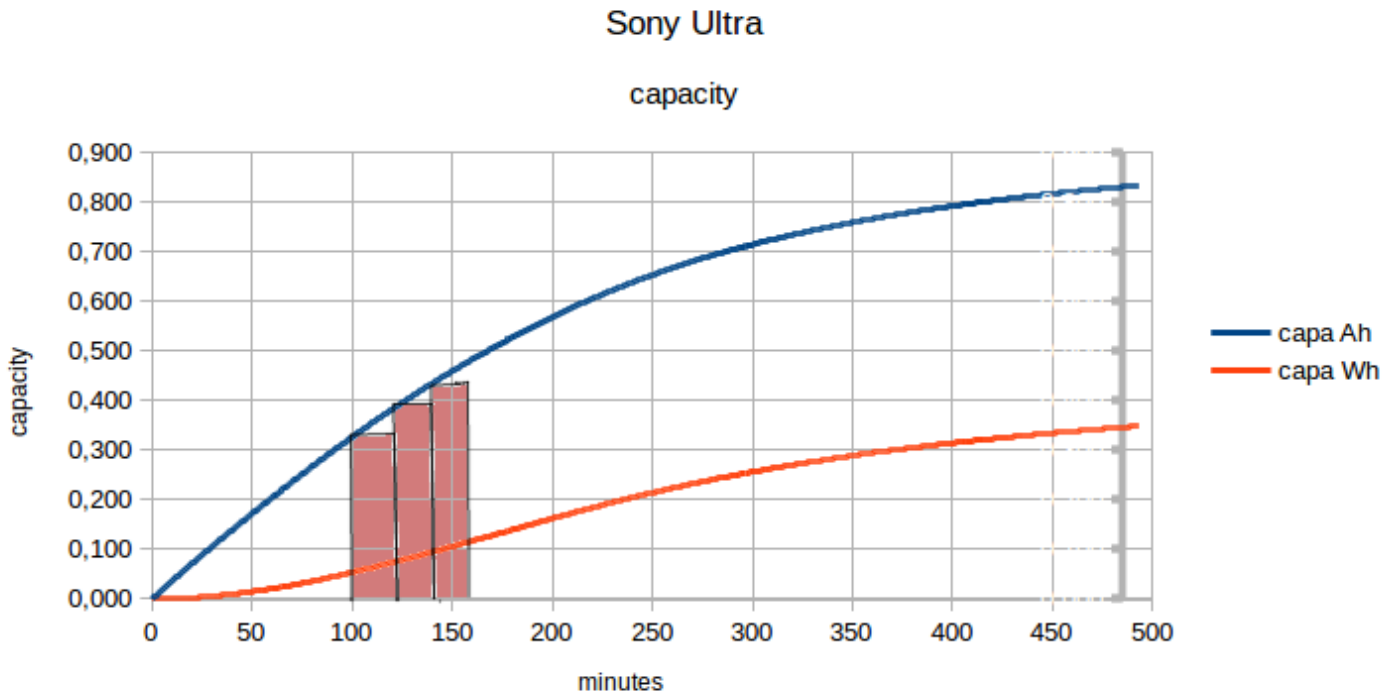
Résistance interne initiale = 0,168Ω, résistance interne à 188s d'utilisation = 0,131Ω

3.4 Calcul de la capacité

Établie en intégrant numériquement la valeur du courant instantané (ou de la puissance instantanée).

Pour les tétratrictotomeurs ou les quadricapillosecteurs : Considérant le nombre d'échantillons l'erreur devient largement inférieure aux erreurs de mesures diverses : la capacité, à 10 %

résiduels, est de 0,8273 Ah (rectangles à droite comme sur la figure, erreur minorante) au lieu de 0,83061 Ah (rectangles à gauche, erreur majorante). Ces 0,4 % représentent l'amplitude max de l'erreur, la valeur « vraie » est proche du milieu, entre les rectangles gauche et droit : in medio stat virtus apprenait-on avant l'interdiction vallaud-belkacemmeuse.



nouveau dossier d'Algorithme de calcul de la capacité avec tableur (je ne dispose pas de Matlab)

$$mA = D2 + ((C3/100) * 3600)$$

$$W = E2 + (B3 * C3) * 36$$

on s'amuse avec les puissances de 10 (3600s/h, mA = 1/1000A, il suffit de les répartir

4 Accumulateurs

Les accumulateurs sont une alternative intéressante aux piles, car rechargeables (les piles aussi dans une certaine mesure). Cependant, ce n'est pas la panacée universelle, il y a des conditions à respecter :

- les accus ont une tension minimale à respecter : si on descend en-dessous, ils se dégradent fortement (baisse de la capacité) et finissent par se détruire
- les accus NiMh présentent une auto-décharge significative, ils ne peuvent donc pas être placés dans des appareils à usage sporadique ou de longue durée de stockage (pendule)
- Les accus NiMh ne doivent pas rester en permanence (oubliés) sur le chargeur
- les accus Li ne supportent pas du tout la charge prolongée. Ils doivent être utilisés avec le chargeur du fabricant et retirés en fin de charge, mais tous les fabricants ne prennent pas la précaution d'arrêter la charge ! De toutes façons ils sont incompatibles des tailles AA puisque leur tension est plus du double

5 Conclusions

Placées ici pour ceux qui ne veulent pas tout lire

Pile	capacité (Ah)	prix par Ah
Duracell plus	3,2	0,36
Leclerc Eco+	2,5	0,075
Aerocell (Lidl)	2,3	0,066
Top Budget	0,87	0,46

D'autres sources de piles « bulk » (de marque distributeur) ont été essayées : Intermarché, Carrefour, Auchan, Fry's (côte Ouest USA) avec des résultats proches des piles Lidl et Leclerc. Les piles Energizer présentées aussi comme haut de gamme, ont une capacité et des prix proches de Duracell.

La pile Duracell (le petit lapin) dispose bien d'une capacité un peu plus élevée en tension d'arrêt faible (favorable pour le moteur électrique du petit lapin rose) mais plus basse pour de l'électronique courante, mais à un prix plus de cinq fois plus élevé ! Je n'achète donc plus de Duracell.

6 Sources essayées

6.1 Piles

- Lidl : Aerocell , AA
- Leclerc : Eco +, AA (Leclerc n'a l'air d'avoir ces piles que comme alibi de prix, elles sont rarement en stock (surtout à Noël), contrairement à la concurrence (Intermarché, Lidl, ...) essayées à 2Ω
- Leclerc Eco + à essayées à 8Ω (pour la comparer à la pile saline)
- saline Philips à essayées à 8Ω
- Duracell : Plus power duralock AA
- Top Budget (Intermarché)

6.2 Accumulateurs

- Canon NB7
- Fuji NP-50
- Tronic Energy 2300, AA

6.3 Piles AA Aerocell (Lidl)



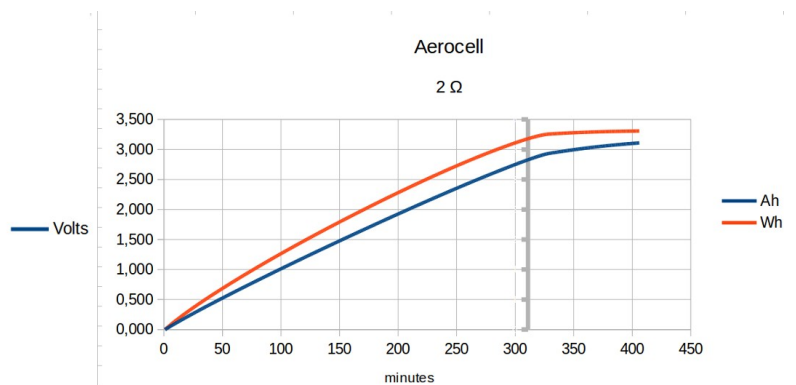
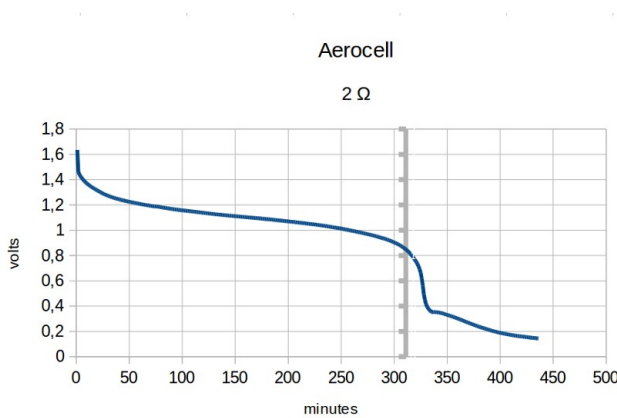
Vendue par 8 à 1,8€ soit 0,225€ par pile

La capacité (arrêt à 10% de capacité résiduelle) est de 2,8 Ah ou 3,2 Wh et le prix est de 0,066€ par Ah. Avec une tension d'arrêt de 1V la capacité est de 2,42Ah ou 2,8Wh.

La résistance interne initiale est de 0,36 Ω (à 1,5V)

DLU 1/2019, essais 2/2015

min	Volts	courant	Ah	Wh	prix Ah
311	0,225	0,418	2,828	3,179	0,066



6.4 Pile Leclerc Eco+



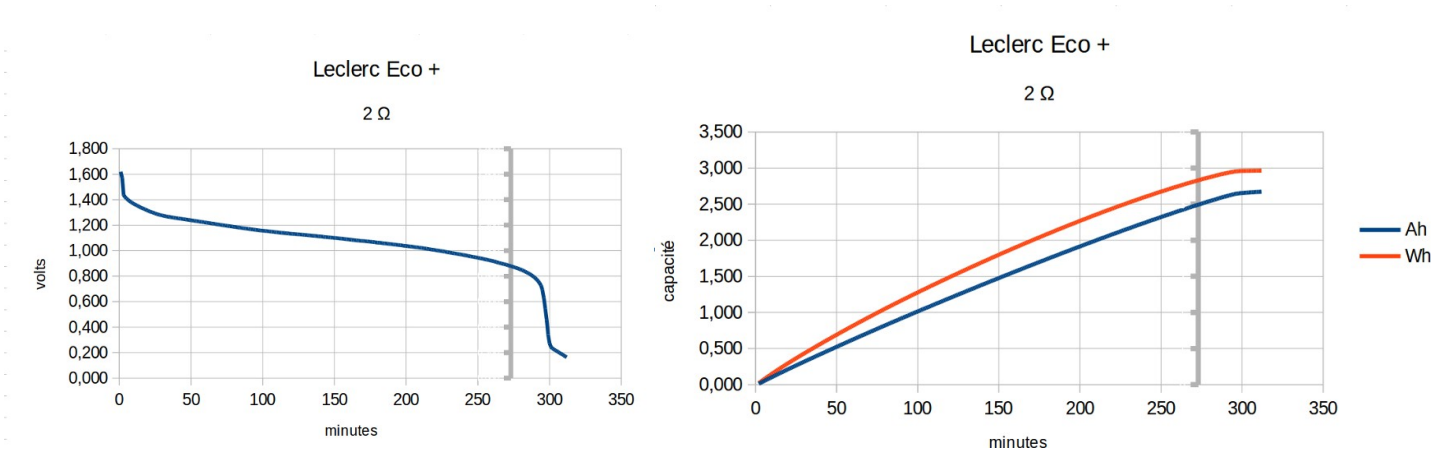
min	Volts	courant	Ah	Wh	prix Ah
273	0,879	0,433	2,493	2,831	0,075

La capacité (arrêt à 10% de capacité résiduelle) est de 2,49Ah ou 2,83Wh. La capacité à tension d'arrêt de 1V est de 2,4Ah ou 2,5Wh.

La résistance interne initiale est de 0,257 Ω (à 1,5V), ce qui en fait une pile bien meilleure que la Duracell pour les forts courants.

Le prix étant de 1,49€ pour 8 piles soit 0,186€ par pile, l'ampère*heure coûte 0,129€, quand on les trouve, dans les rayons quasiment toujours vides en 2014 ! je n'irais pas jusqu'à dire que ces piles ne servent que d'alibi à Leclerc pour leur publicité sur les prix, mais pas loin. Mais quand on les trouve, elles sont bonnes,

DLU 04/2017 essais 02/2015

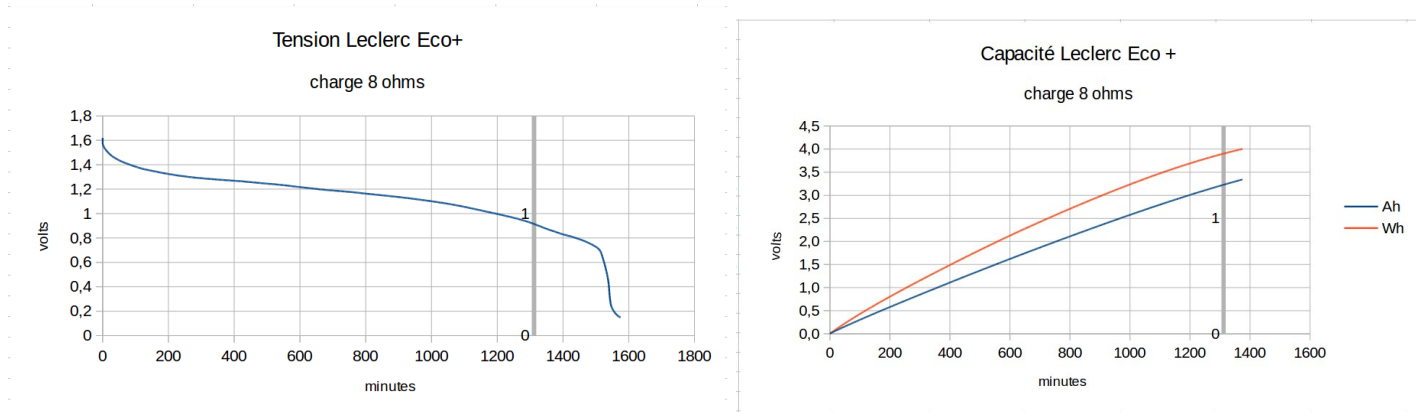


6.5 Pile Leclerc Eco + courant moyen

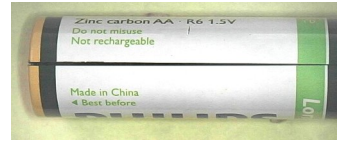
Une pile du même lot est essayée à courant moyen (résistance 8,12 Ω), pour la comparer à une pile saline

min	Volts	courant	Ah	Wh	prix Ah
1312	0,915	0,113	3,224	5,476	0,060

La capacité est plus forte que la capacité sur 2 Ω, par effet Peukert



6.6 Pile saline Philips



Le sertissage de l'enveloppe externe ne ferme pas complètement la pile, contrairement à la pile alcaline qui possède toujours une enveloppe acier sertie, pour contenir plus longtemps les résidus corrosifs. On n'accède toutefois plus directement à l'enveloppe zinc de la pile, ce qui était le cas autrefois.

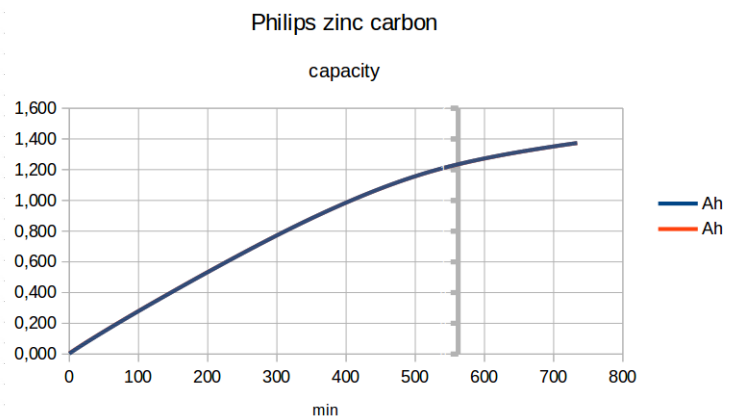
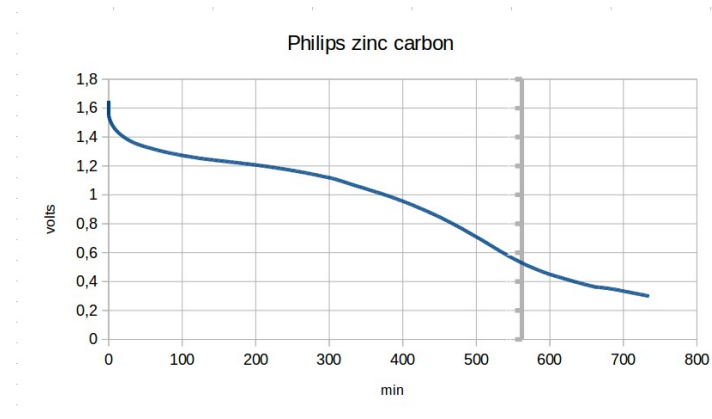
La durée de stockage de ces piles est plus faible que pour les piles alcalines.

La valeur du courant choisie est celle de l'utilisation dans un enregistreur numérique où elles paraissaient anormales à l'utilisateur.

La valeur de capacité normalisée (90 % de l'énergie) est alors inutilisable, l'électronique cessant de fonctionner vers 0,9V, elle passe de 1,235 à 1,1 Ah. Avec une tension d'arrêt de 1V la capacité est de 0,94Ah ou 0,94Wh. Si on la compare aux 3,2Ah de la pile Leclerc utilisée dans des conditions similaires, on voit qu'elle ne dure pas longtemps. Sa résistance interne initiale est de 0,54 Ω.

DLU 02/2017 essais 02/2015

min	Volts	courant	Ah	Wh
562	0,482	0,059	1,235	1,235



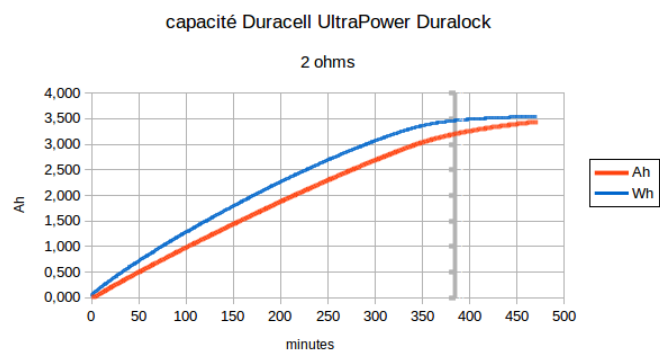
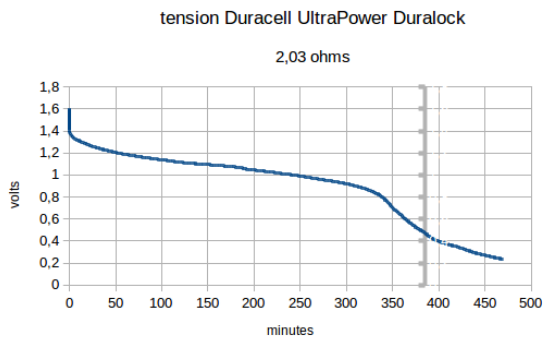
6.7 Pile Duracell Plus Power Duralock



La pile du petit lapin rose !

	volt	courant	capa Ah	capa Wh	prix Ah
	385	0,487	0,240	3,207	3,953
					0,36

DLU 03/2023, essais 2/2015



Si on considère comme tension d'arrêt, la tension où il ne reste que 10 % de la capacité (convention électrotechnique), cette capacité est de 3,2Ah ou 4Wh. Avec une tension d'arrêt de 1V la capacité est de 2,25 Ah ou 2,64Wh, inférieure aux autres bulk alcalines.

Cette pile fait effectivement 30 % de plus de capacité que la Leclerc (uniquement en mesure à tension d'arrêt faible!) mais le prix à l'ampère*heure est plus de cinq fois le coût de la Leclerc !!

Le petit lapin lui se fiche de la tension d'arrêt à 10 % résiduels, valeur courante des électriciens, il peut continuer à fonctionner jusqu'à environ 0,15V ce qui augmente considérablement la durée, surtout qu'à cette tension le courant diminue notablement. Duracell sait certainement fabriquer un moteur soigné (bobinage argent adapté à une tension de 1,5V max, aimants surpuissants, collecteur soigné, lubrification soignée) pour la démonstration publicitaire. Déjà à résistance constante (mes essais) la durée passe de 300min (5 h) à 600min (10 h) rien qu'en changeant la tension d'arrêt.

Résistance interne initiale = 0,36 Ω.

6.8 Top Budget (Intermarché)



Wh

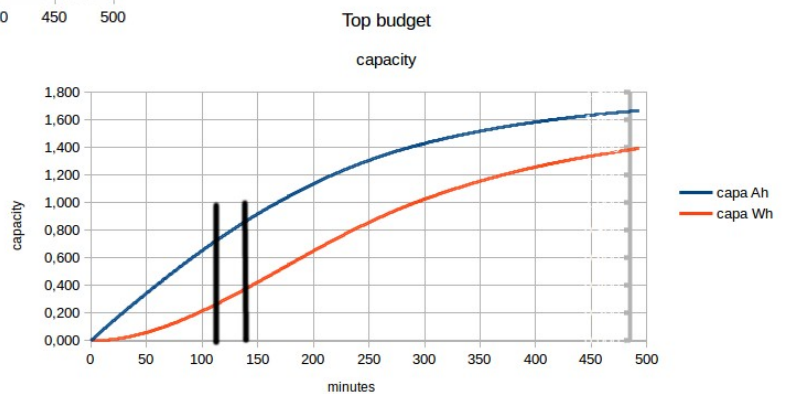
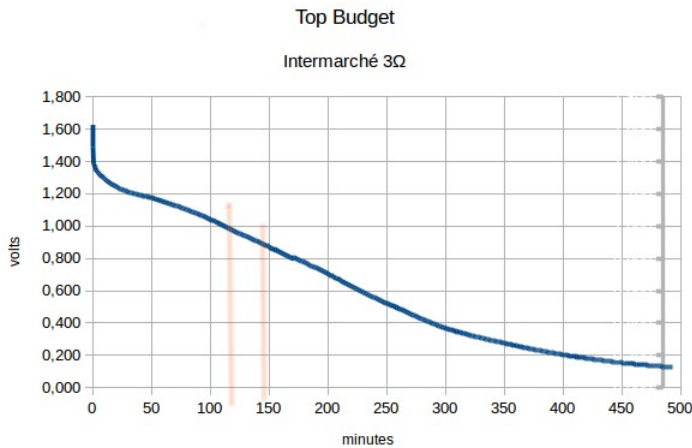
Ah

Top Budget (Intermarché)						Capacité 10 %	1,66	1,38	485 min
prix	0,40 €	essai	11/2015	resistance	2,998	Capacité 0,9V	0,87	0,39	141 min
		DLU	08/20203	Rint	0,417	capacité 1V	0,76	0,26	112 min

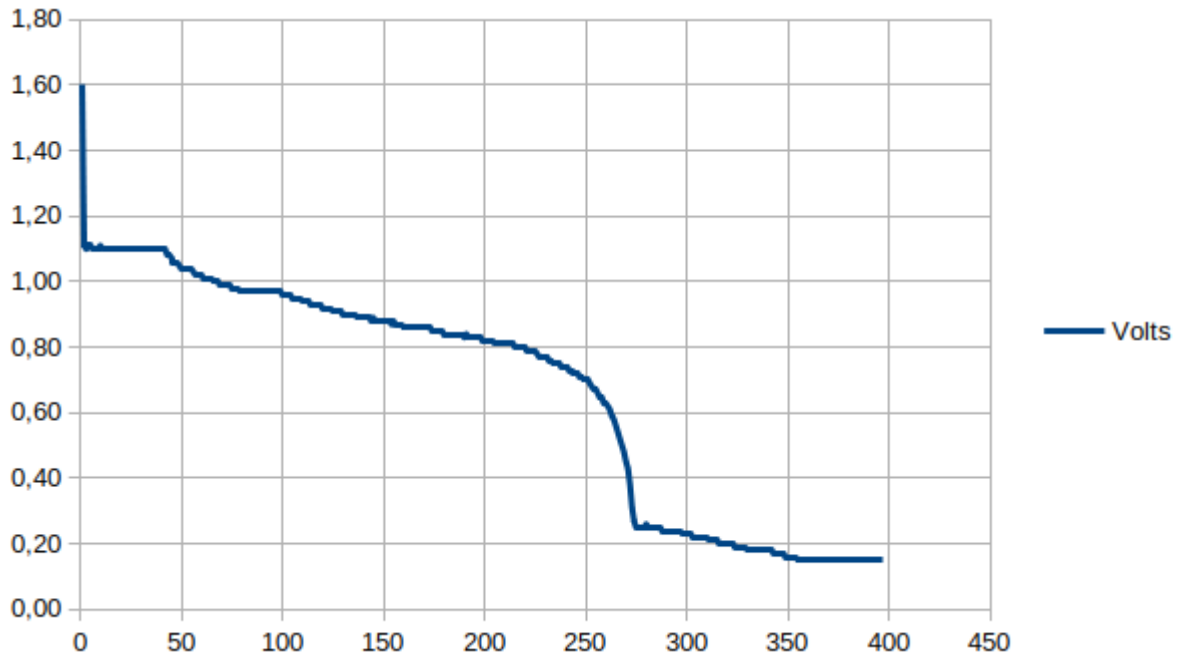
Cette pile, bien que labellisée « alcaline » a une courbe de décharge ressemblant à une pile saline et une capacité à peine supérieure ! Le maximum d'énergie se trouve pour des tensions d'arrêt inférieures à 0,9 V, elle est bonne pour les lapins électriques plutôt que pour l'électronique. Sa résistance interne est plus élevée que celle des autres alcalines essayées. Son coût à 1Ah est élevé : 0,46€ l'Ah (@0,9V), plus élevé que celui de Duracell, qui est déjà cinq fois plus élevé que Leclerc/Lidl.

Pile à éviter !

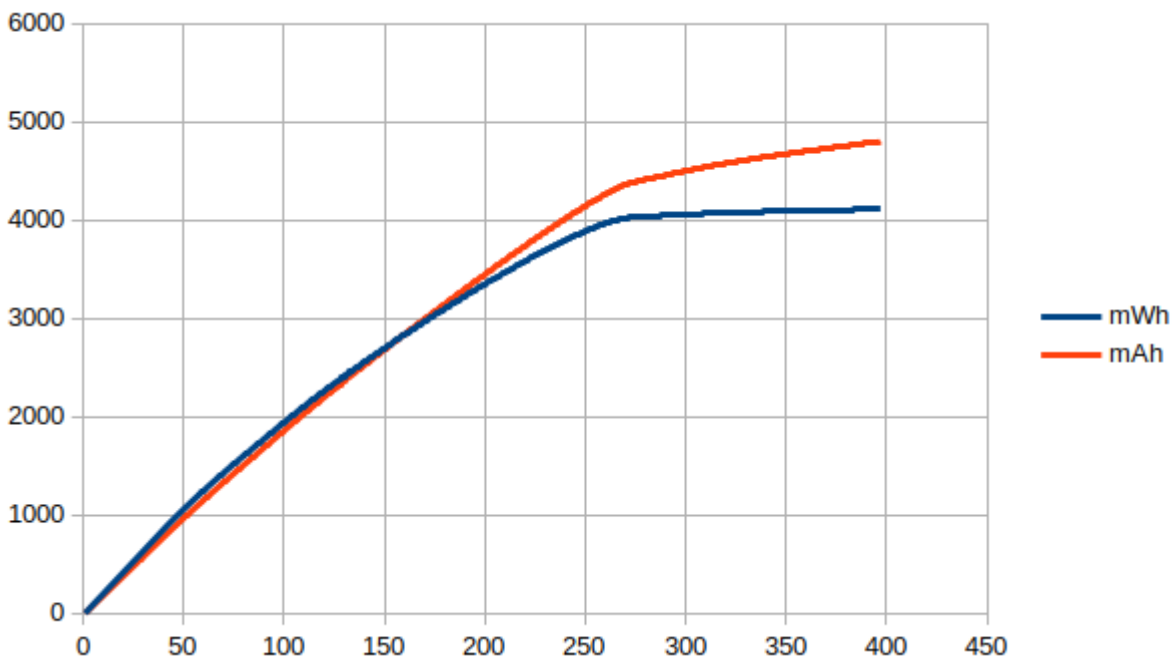
Elle mérite juste d'être révérifiée avec de futurs lots.



6.9 Eco+ Leclerc 2021

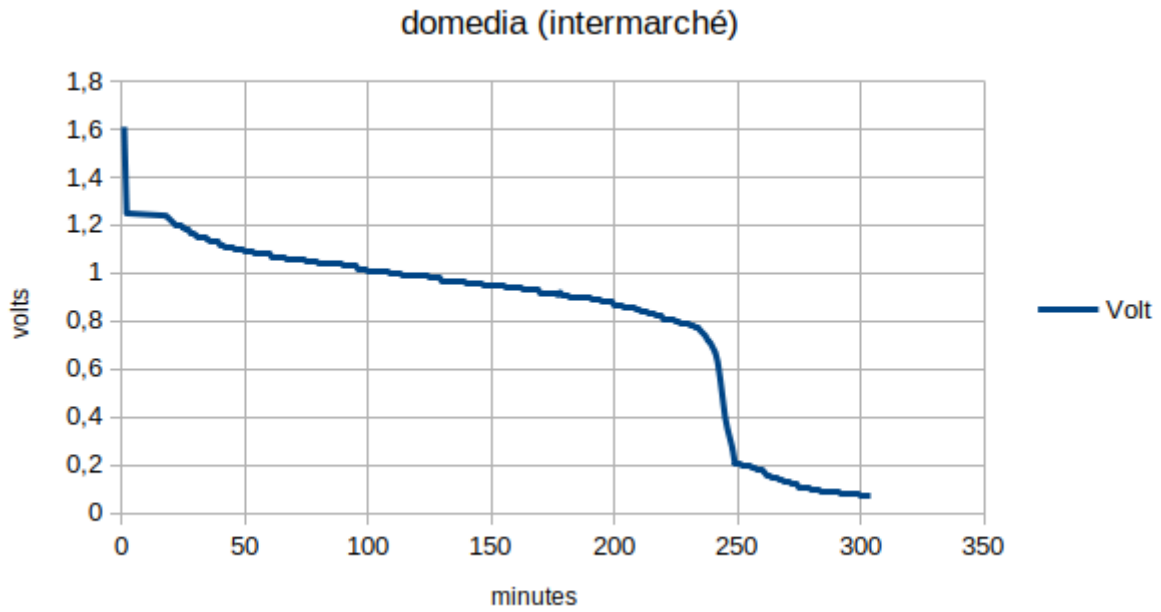


Ri = 0,25Ω x en minutes

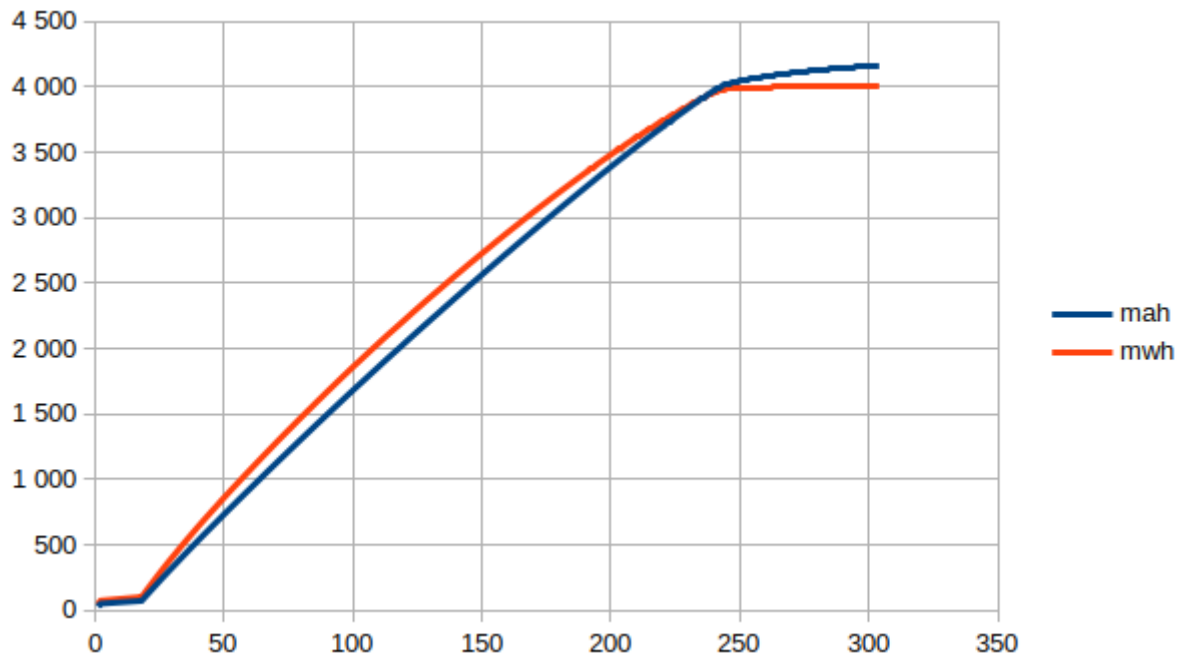


capacité plus élevée que l'ancienne

6.10 Domesia 2021 (intermarché, remplace la Top Budget)



Résistance interne 0,175Ω, courbe sur charge 2Ω



Les performances se sont nettement améliorées depuis la Top Budget, d'Intermarché également

6.11 Accumulateurs essayés



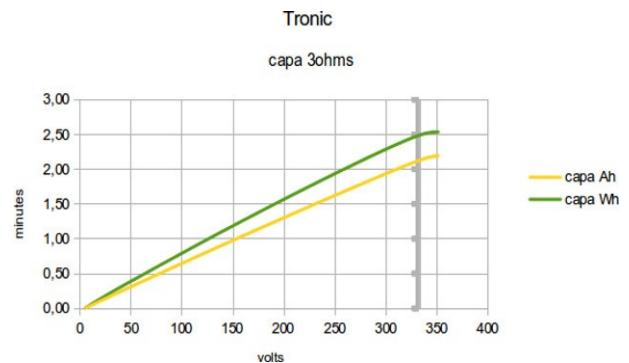
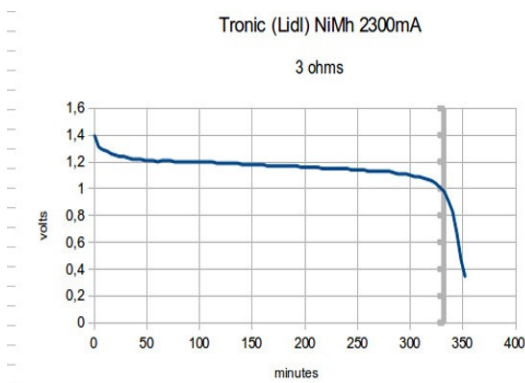
6.11.1 Accumulateur Tronic Energy 2300 (Lidl)

Accumulateur NiMh fabriqué par EURES GmbH

Time	Volt	courant	capa Ah	capa Wh	résistance int	paramètres		
0	1,4					resistance	3	batterie NiMh
4	1,31	0,44	0,00	0,00	0,030	date	03/2014	valeur faciale :
8	1,29	0,43	0,03	0,04		validité		fabricant EURE
12	1,28	0,43	0,06	0,07		intervalle (min)	4	vendeur Lidl
16	1,26	0,42	0,09	0,11		prix		
332	0,98	0,33	2,13	2,48				

La capacité (arrêt à 1,0V) est de 2,13Ah ou 2,48Wh

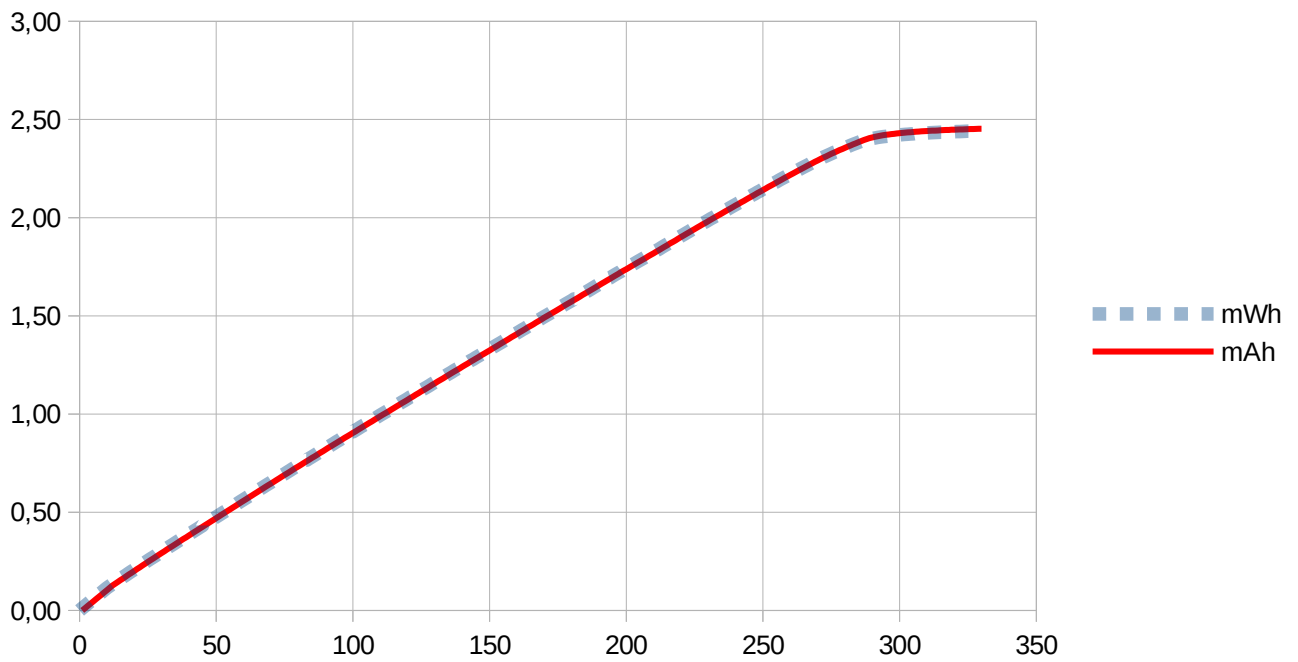
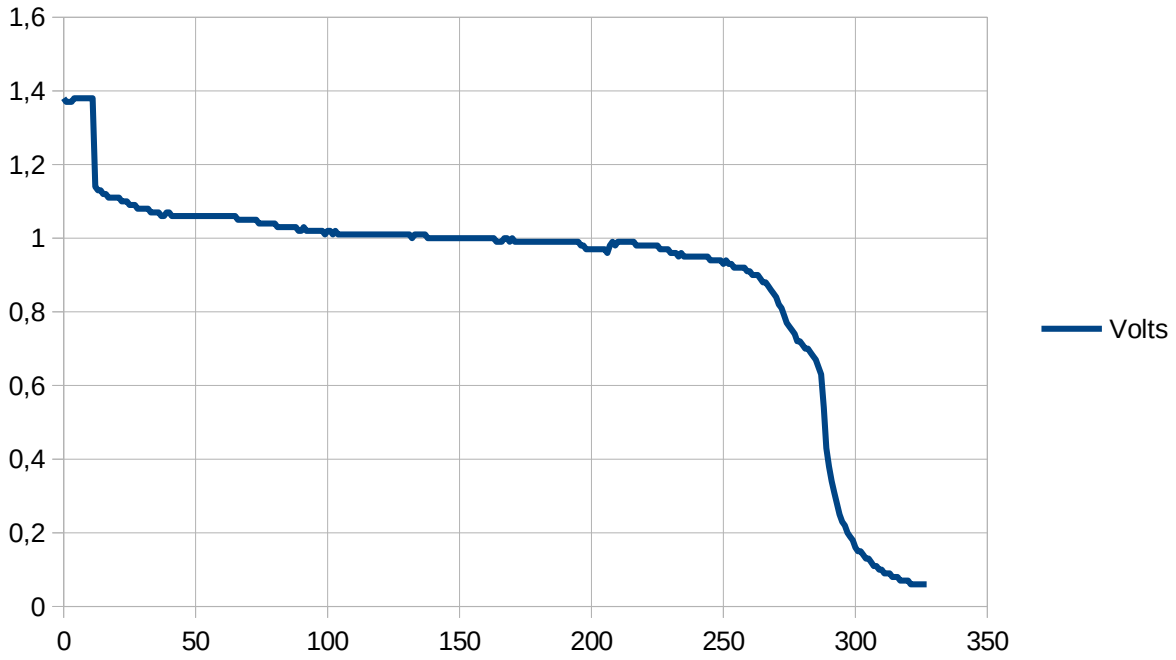
La résistance dynamique est de 0,2 Ω



6.11.2 Accu Ni-Mh Varta

**Varta
2300**

minutes	Volts	courant	mAh	mWh	Ri	essai	DLU
0	1,38	0,69	0,000	0,00	0,325	03/21	02/24
1	1,37	0,69	0,011	0,011	1,38-1,14		
					2Ω		



Les deux courbes Ah et Wh se recouvrent à une épaisseur de ligne près !

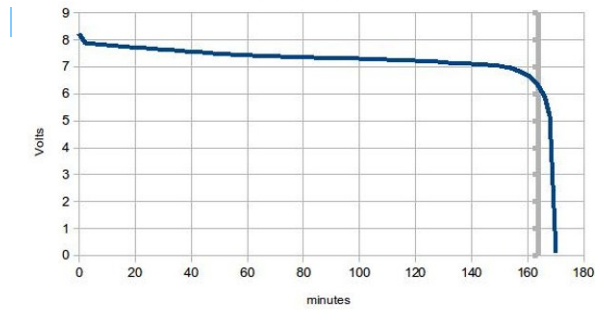
6.11.3 Batterie Canon, Li-Ion

Cette batterie a déjà été utilisée assez intensivement pendant deux ans sur un G12
Encore très utilisable !

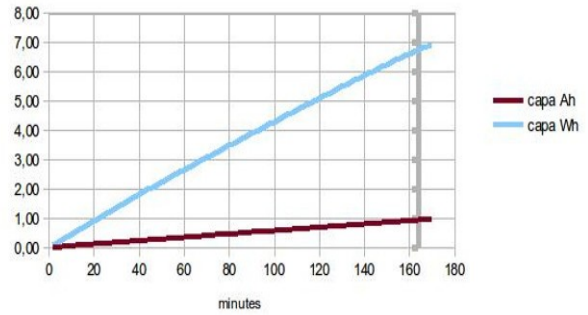


	minutes	Value	courant	capa Ah	capa Wh	paramètres	
Le	0	8,23	0,37	0,01	0,10	resistance	22
	2	7.89	0.36	0.02	(

Canon NB-7L Li Ion
used - load 22ohms



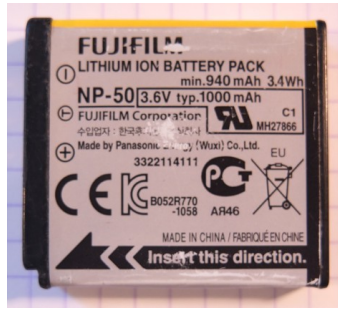
Canon NB-7L
used



chargeur Canon est en fait fabriqué par Yuasa. La batterie le serait-elle aussi ?



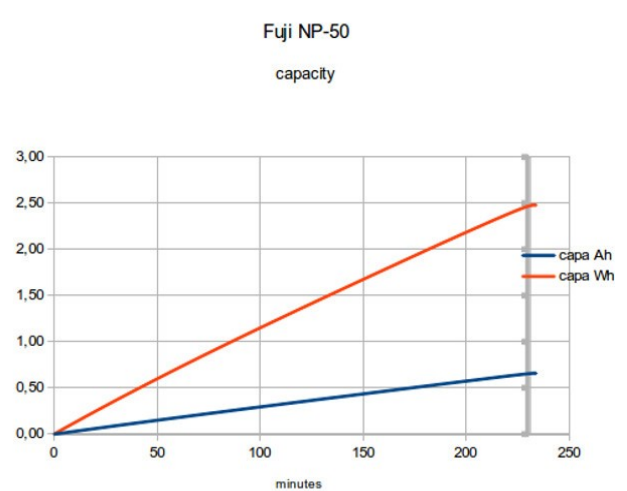
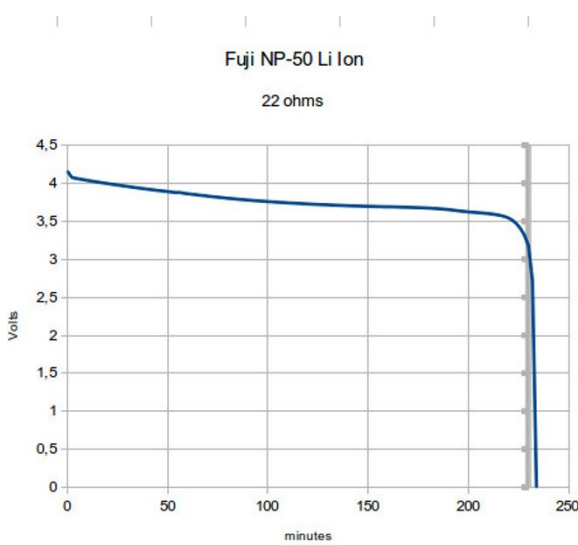
6.11.4 Batterie Fuji NP-50, Li-Ion



J'ai testé en fait une batterie compatible pour fujifilm X20

minutes	Volts	courant	capa Ah	capa Wh	paramètres		
0	4,16	0,19	0,00	0,00	resistance	22	batterie compatible PEN D-LI
2	4,079	0,19	0,01	0,03	date	02/2014	valeur faciale 650mAh
4	4,067	0,18	0,01	0,05	validité		
6	4,057	0,18	0,02	0,08	intervalle (min)	2	
230	3,181	0,14	0,66	2,47			

La capacité (arrêt à 10%) est de 660 mAh ou 2,47Wh



PRODUCT DATASHEET



1-800-383-7323 USA/CAN
www.energizer.com

ENERGIZER E91

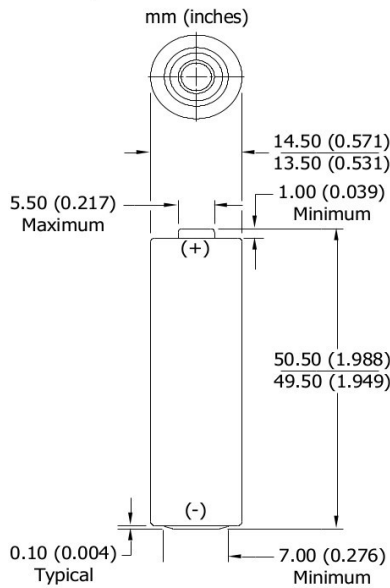
AA



Specifications

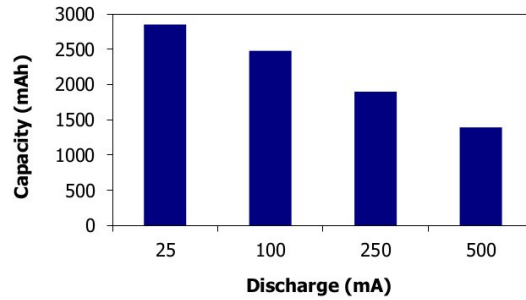
Classification:	Alkaline
Chemical System:	Zinc-Manganese Dioxide (Zn/MnO ₂) No added mercury or cadmium
Designation:	ANSI-15A, IEC-LR6
Nominal Voltage:	1.5 volts
Nominal IR:	150 to 300 milliohms (fresh)
Operating Temp:	-18°C to 55°C (0°F to 130°F)
Typical Weight:	23.0 grams (0.8 oz.)
Typical Volume:	8.1 cubic centimeters (0.5 cubic inch)
Jacket:	Plastic Label
Shelf Life:	10 years at 21°C
Terminal:	Flat Contact

Industry Standard Dimensions



Milliamp-Hours Capacity

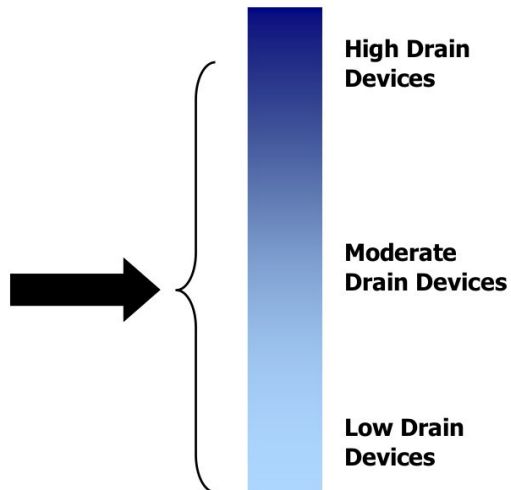
Continuous discharge to 0.8 volts at 21°C



Device Selection Guide:

- Digital Camera
- Photoflash
- Games, CD's, MD's
- Tape Player
- Lighting
- Toy
- Remote Control
- Radio
- Clock

Battery Selection Indicator



Important Notice

This data sheet contains typical information specific to products manufactured at the time of its publication.
©Energizer Holdings, Inc. - Contents herein do not constitute a warranty.

PRODUCT DATASHEET



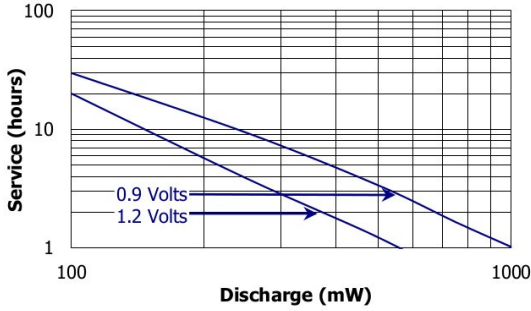
1-800-383-7323 USA/CAN
www.energizer.com

ENERGIZER E91



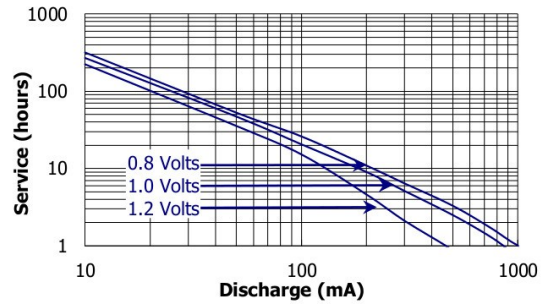
Constant Power Performance

Typical Characteristics (21°C)



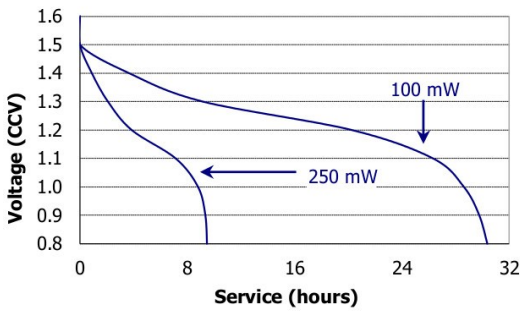
Constant Current Performance

Typical Characteristics (21°C)



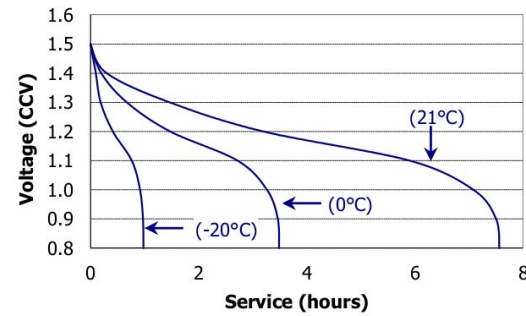
Constant Power Performance

Discharge Characteristics (21°C)

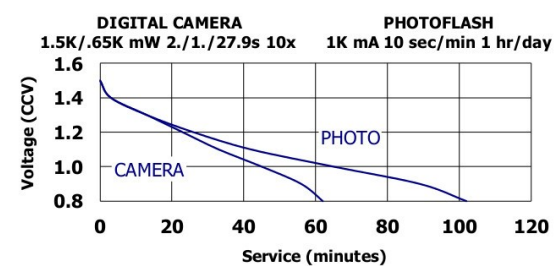
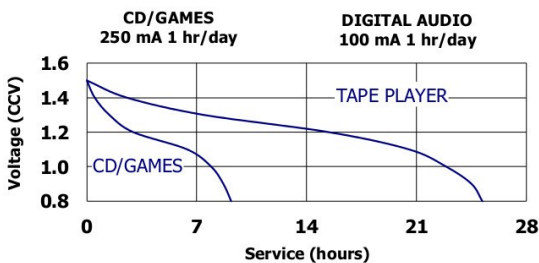
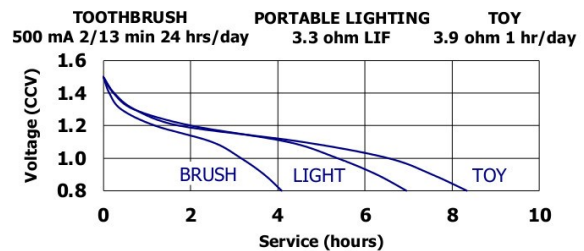
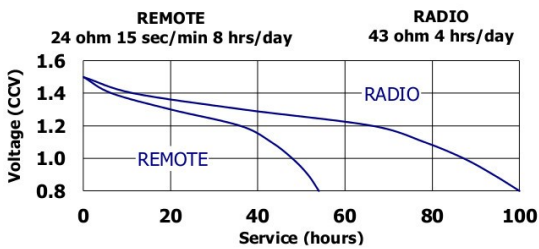


Constant Current Performance

250 mA Discharge (-20°C / 0°C / 21°C)



Industry Standard Tests (21°C)



Important Notice

This data sheet contains typical information specific to products manufactured at the time of its publication.
©Energizer Holdings, Inc. - Contents herein do not constitute a warranty.

