

Comparaison de piles domestiques parmi les plus utilisées : taille AA, LR6 MN1500,

Pour les pressés ou les non-intéressés par les détails techniques, aller directement à la conclusion, lire quand même le petit lapin.

Modalités

décharge complète sur résistance et surveillance de la tension avec enregistrement.

Le montage **KISS** (keep it simple stupid) est fait avec microcontrôleur Atmel AVR Attiny25 (prix 1,5€ chez kessler-electronic, allemagne) dont on utilise le convertisseur analogique-digital 10 bits. Comme 8 bits suffisent pour l'application envisagée, on utilise le décalage prévu par Atmel pour une sortie 8 bits par une simple instruction (mise à 1 du bit ADLAR), cela évite une concaténation suivie d'un décalage. Le mot 8 bits de valeur max 255, est envoyé en mode série RS232 via un convertisseur Maxim MAX232. Comme il n'y a pas d'UART disponible dans la première version écrite (pour tiny13, alors que le tiny25 en dispose, mais le programme est déjà écrit, alors ça reste !), création d'un UART par software. Pas de réception de données.

Pour éviter d'utiliser un microprocesseur plus puissant, la mémorisation est assurée par un ordinateur dont le port série est relié au module électronique.

Au départ j'utilisais un convertisseur de niveau MAX232, qui nécessitait, comme le module de mesure, une alimentation 5V externe. J'ai fini par me décider à utiliser un convertisseur RS232-USB. Cela permet de dériver un peu de courant du port USB et de simplifier le montage. Dans les deux cas le signal RS232 est de type TTL : niveaux logiques 0V ou 5V et niveaux logiques inversés. Le convertisseur RS232-USB à 13€ chez Tuxgraphics.org est prévu pour une isolation galvanique par optocoupleur, elle est court-circuitée ici pour alimenter le module.

Le montage à tiny25 peut mesurer des tensions d'entrée de 2,56V (sauf si on applique un diviseur de tension en entrée) mais supporte sans dommage 5V, et est donc bien adapté aux piles dites 1,5V.

la pile « 1,5V »

Sans entrer dans l'électrochimie, cette pile n'existe pas, puisque la tension varie continûment, et ne fait que passer temporairement à 1,5V. Voir l'histoire des piles avec les piles Volta, Leclanché, Daniell et tant d'autres. Les accus NiMh ont une tension un peu plus faible mais la décroissance est plus brutale rendant très difficile l'estimation de la capacité résiduelle. L'accumulateur NiMh est supposé disposer d'une tension de 1,25V.

Décharge

La décharge est faite à résistance constante.

Pour des valeurs de résistance de 7 ohms, le courant débité est de l'ordre de 200mA (dépend évidemment de la tension présente, qui diminue pendant la décharge selon la bonne vieille loi d'Ohm) la décharge peut prendre une vingtaine d'heures. La « platitude » de certaines courbes donne une idée de la difficulté à connaître la capacité résiduelle, surtout si on fait intervenir la température.

Utilisation nominale des piles

L'utilisation de ces piles est courante dans l'électronique. Dès qu'il y a un processeur (ce qui est de plus en plus courant, même si on ne s'en rend pas compte), il demande souvent une régulation en tension. S'il y a un ampli audio, le courant utilisé dépend alors directement du volume sonore demandé.

La régulation de tension est le plus souvent en mode linéaire série, très rarement encore, à découpage (à puissance constante pour l'électronique élaborée).

Il y a en fait une tension minimale (on parle ici que de la tension ramenée à une seule pile), de l'ordre de 1V par cellule. Ce chiffre est variable et dépend de l'appareil lui-même, d'où la difficulté de le standardiser. J'ai donc choisi cette valeur de 1V !! M'enfin, je fais ce que je veux !

Le petit lapin

Ce n'est pas par hasard qu'une très grande marque centre sa publicité sur un petit lapin où il n'y a pas d'électronique mais un simple moteur électrique. Le lapin s'arrête à une tension bien plus basse que l'électronique : 0,15V voire moins pour le moteur électrique d'un lapin soigné. Evidemment, la pile dure plus longtemps et le lapin va plus loin ! Surtout si on compare à une pile saline.

Mais la rentabilité n'est pas au rendez-vous pour l'utilisateur.

Accumulateurs

Pour les accumulateurs basés sur Cadmium ou sur Nickel, de tension 1,25V, on pourrait utiliser une tension plus basse, 0,8V. Ces accumulateurs souffrant d'une auto-décharge importante, ils se déchargent tout seuls, on aura plutôt tendance à les utiliser à des applications à courant fort : un accu Cd-Ni dans un réveil sera déchargé en quelques semaines alors qu'une pile alcaline durera des années, ceci pour la même capacité théorique. Un autre paramètre influe sur la capacité de décharge : si on demande un fort courant (mettons plus d'un ampère pour une pile d'une capacité de 1Ah) la capacité diminue.

Les premières mesures avec des accus NiMh sont surprenantes, capacité supérieure à celle annoncé, tension bien proche des piles, et résistance interne plus faible. La plus faible résistance interne est un plus lors des appels de courant importants comme le début de la recharge du condensateur CDI ou d'un flash. Leur principal défaut en

comparaison des piles alcalines est l'autodécharge, défaut qui n'existe plus avec les accus Li-ion (mais là, je n'en ai pas encore trouvé en taille AA et la tension est de l'ordre de 3,7V et ne peut directement remplacer une cellule AA saline, alcaline, NiCd ou NiMh).

OK, j'admets que l'exhaustivité absolue demanderait des essais à des courants différents. Mais j'ai décidé de m'arrêter à une résistance fixe, en fait les premiers essais ont été faits avec 7 ohms, mais maintenant le module est équipé de 4,7 ohms, et le restera. Rappelons que ces essais ont été menés pour estimer la durée de fonctionnement d'un allumage CDI pour moto Terrot 1906 à partir d'un appareil photo jetable.

Le fameux Ampère-heure

La capacité est mesurée en Ampères par heure pour suivre la tradition (d'origine électrochimique, nombre de coulombs). Mais la réalité est toute autre. La consommation n'est quasiment jamais constante. On commence à voir, sur certains accumulateurs au Lithium d'appareils photo haut de gamme (Canon G12), des capacités indiquées aussi en Wh peut-être plus réalistes (puisque le watt prend en compte le courant ET la tension), surtout que, vu le prix de cet appareil, il utilise évidemment des alimentations à découpage, à puissance constante (donc le courant croît quand la tension baisse, comportement anti-loi d'Ohm avec « résistance » négative).

évolutions possibles

- changer le temps entre acquisitions, actuellement cinq minutes, ce qui permet un nombre confortablement significatif de mesures
- mettre une RAM pour rendre le module totalement autonome (en fait ça casse tout, car il faut changer de processeur pour avoir les fils nécessaires à une mémoire, et comme en changeant de processeur, on change aussi la taille de la RAM interne, y'a plus besoin d'une RAM externe !! on ne reste plus alors dans le cadre d'un montage KISS !!
- mettre un diviseur pour tensions supérieures
- mettre des résistances de charge de puissance plus importantes p ex pour batteries de voiture
- ajouter une charge supplémentaire commutée pendant de brefs instants, pour mesurer la résistance interne, cela ne demande qu'un fil au processeur. Le module actuel permet quand même de mesurer cette résistance interne, puisque le démarrage se fait trois prises de tension espacées de 10 secondes, le temps de mesurer la tension à vide et de placer le jumper qui connecte la résistance de charge avant la phase normale de mesures échantillonnées toutes les cinq minutes.

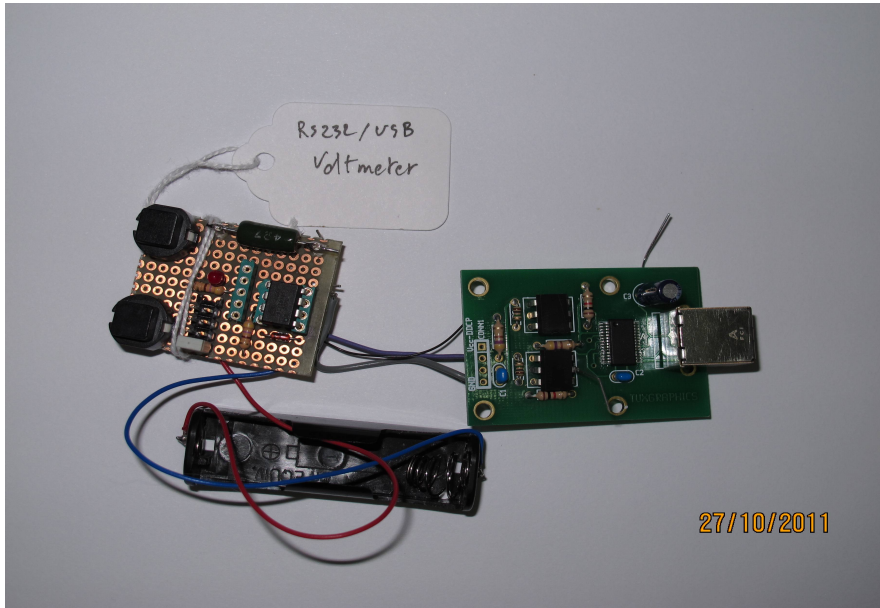
Réalisation

- le programme est réalisé avec des outils libres et gratuits sur Linux, dans sa version Ubuntu 11.x , le tout sans crainte de virus puisque non-Windaube.
- On compile le c avec ARV-gcc
- programmation de la puce par Avrdude et une poignée de résistances - pas plus de 3, quand même, sur port parallèle, ou par programmeur USB-ISP de Tuxgraphics, avec connecteur 5 broches
- acquisition ordinateur, sous Linux, par le logiciel de terminal RS232 Gtk-term
- tableur LibreOffice, compatible Windaube
- les inconditionnels de Windaube pourraient utiliser directement hyperterminal
- le programme utilise le séparateur point-virgule ce qui permet l'incorporation directe en colonnes dans un tableur
- un signal sonore (bell 0x07) est envoyé à chaque transmission et est audible dans gtk-term
- valeur transmise en mode texte human-readable 600 bauds (pour avoir le temps de voir briller la LED, et on n'est pas réellement pressé d'envoyer un court message toutes les cinq minutes) 7 bits 2 stop

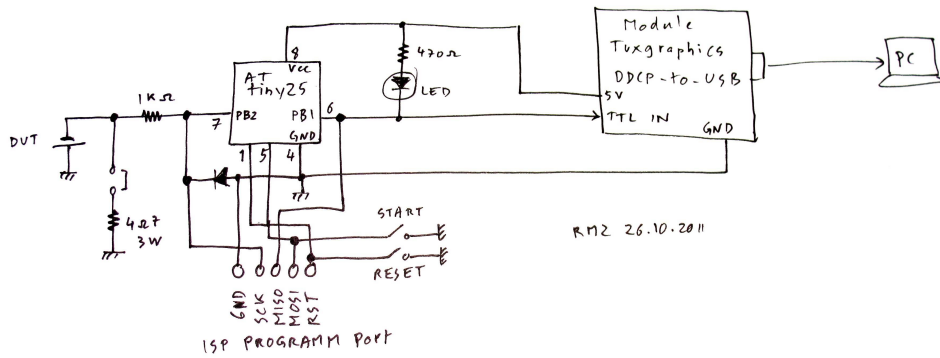
remarque : comme l'acquisition peut durer une vingtaine d'heures et que je ne peux pas mémoriser la totalité dans le processeur (comme expliqué plus haut, il faudrait changer de processeur et le montage ne serait plus KISS), il vaut mieux utiliser un portable équipé d'une batterie si, comme chez moi depuis un an, Edf fait des micro-coupures bi-quotidiennes, ravageuses pour les ordinateurs sans batterie, inférieures à la seconde !j'ai fini par adopter des onduleurs comme dans les pays sous-développés Quant à utiliser sous Windaube pendant vingt heures sans planter, j'avoue que j'ai pas osé, surtout avec micro-coupures (sans reconnaissance de parti pris, évidemment).

Conclusions A la fin !

Montage



schéma



le signal pin 6 : PB1 est un RS232 en logique inverse
 le module DDCP-to-USB peut être directement remplacé par un MAX 232 avec ses condensateurs et sortira alors du RS232 acceptable, à défaut d'être officiel (sur les tensions et courants).

```

/* at tiny25 RS232 voltmeter
*
*
*
* Zibuth27 22/09/2011
* status: complete
* keywords: UART, ADC
*
* PB0 pin5    Switch
* PB1 pin6    Tx RS232
* PB2 pin7    analog in
*/

#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/sfr_defs.h>

void uart_send(unsigned char word)
{
    char i;
    int bit_dur=1670;    // RS232 bit duration for 600 baud
                        // CPU clock speed declared in Makefile
    PORTB &=~_BV(PB1);  // start bit
    _delay_us(bit_dur);
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        if((word & 0x01)==1)PORTB |= _BV(PB1);
        else PORTB &=~_BV(PB1);
        word = word/2;    // bit shift
        _delay_us(bit_dur);
    }
    PORTB |=_BV(PB1);
    _delay_us(bit_dur); // 2 stop bits
    _delay_us(bit_dur);
}

void serialization(unsigned char mot)
    // split the 8 bit value into 3 words to be sent
{
    char val_c,val_d,val_u;

        val_c=mot/100;
        mot=mot%100;
        val_d=mot/10;
        mot=mot%10;
        val_u=mot;

    uart_send(val_c+48);
    _delay_ms(2);
    uart_send(val_d+48);
    _delay_ms(2);
    uart_send(val_u+48);
    _delay_ms(2);

    uart_send(59);
    uart_send(7);
    uart_send(13);
}

void main()
{
    char cnt_val;
    int i;

    DDRB|=(0<<PB3)|(0<<PB2)|(1<<PB1)|(0<<PB0);
    PORTB|=(1<<PB0);
    PORTB|=(0<<PB1);//
    CLKPR=0x01;

    ADMUX|=(1<<MUX0)|(0<<MUX1)|(0<<MUX2)|(0<<MUX3)
        |(1<<REFS2)|(1<<ADLAR)|(0<<REFS0)|(1<<REFS1);
        // MUX 1, internal 2.56V no bypass cap, ADLAR on,
    ADCSRA|=(0<<ADPS0)|(0<<ADPS1)|(1<<ADPS2)|(0<<ADIE)
        |(0<<ADIF)|(0<<ADATE)|(0<<ADSC)|(1<<ADEN);
}

```

```

PORTB|=(1<<PB0);    // PB0 pull-up

ADCSRA|=(1<<ADSC);  // start first conversion (lost)
while(bit_is_set(ADCSRA,ADSC)) ;

    loop_until_bit_is_clear(PINB,PB0) ;    // wait for START (switch)
    _delay_ms(200);
PORTB|=(1<<PB1);
_delay_ms(200);
for(i=0;i<3;i++)
{
    ADCSRA|=(1<<ADSC);  // 3 conversions, for time to connect load resistor
    while(bit_is_set(ADCSRA,ADSC)) ;
    cnt_val=ADCH;
    serialization(cnt_val);
    _delay_ms(10000);
}
    uart_send(13);
    uart_send(7);
    _delay_ms(100);
    uart_send(13);
    uart_send(7);

while (1)          // endless loop for recording
{
    ADCSRA|=(1<<ADSC);  // start conversion

    while(bit_is_set(ADCSRA,ADSC)) ;

    cnt_val=ADCH;
    serialization(cnt_val);

    for (i=0;i<300;i++){ _delay_ms(1000); }          // delay 5 mins i = 300
} //end of while
} //end of main

```

hex file (Intel format)

```

:1000000000EC013C012C011C010C00FC00EC00DC072
:100010000CC00BC00AC009C008C007C006C011242C
:100020001FBECFEDCDBF4CD0ADC0EACFC198E1EA45
:10003000F1E03197F1F790E041EA51E080FF02C032
:10004000C19A01C0C19821EA31E0FA013197F1F774
:100050009F5F983011F08695F1CFC19AC901019741
:10006000F1F7C9010197F1F70895FF920F931F93DC
:10007000282F64E67BD0F92E822F78D0805DD6DFE2
:1000800004EF11E0C8010197F1F78F2D6AE06ED0FF
:10009000805DCCDFC8010197F1F78F2D6AE066D053
:1000A000892F805DC3DFC8010197F1F78BE3BEDFC5
:1000B00087E0BCDF8DE0BADF1F910F91FF900895BC
:1000C0000F931F93CF93DF93B99AC09A88B388BBDD
:1000D00081E086BD87B1816B87B986B1846886B9B6
:1000E000C09A369A3699FECFB099FECF80E593EC50
:1000F000FC013197F1F7C19A0197F1F7C0E0D0E028
:1001000009E110E0369A3699FECF85B1AEDF8FEF68
:100110009FEFF8013197F1F70197D9F72196C33096
:10012000D10581F78DE082DF87E080DF88EA91E604
:100130000197F1F78DE07ADF87E078DFC9E1D0E061
:10014000369A3699FECF85B190DF20E030E00BC0C3
:10015000FE013197F1F70197D9F72F5F3F4F81E00B
:100160002C32380769F380E197E2F2CF991B79E0EE
:1001700004C0991F961708F0961B881F7A95C9F737
:0801800080950895F894FFCF6B
:00000001FF

```

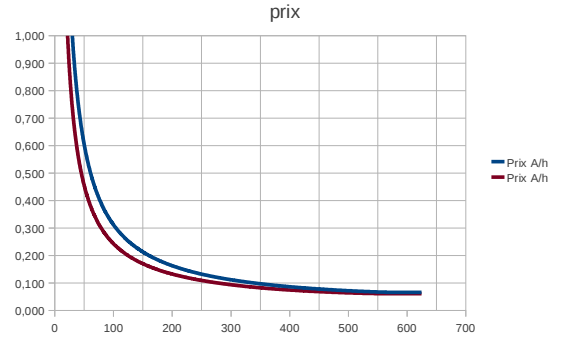
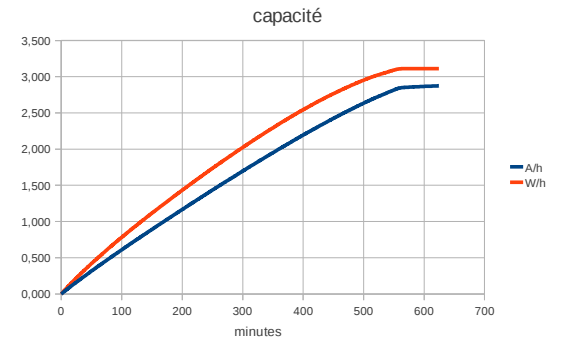
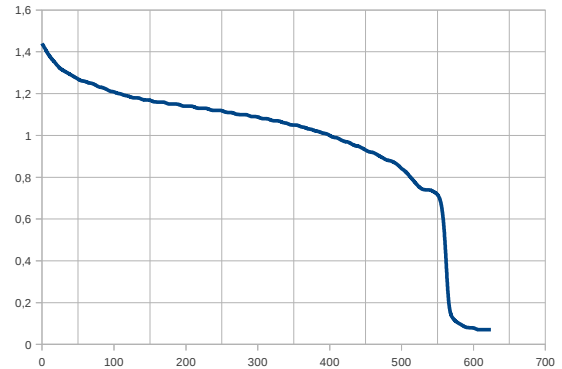
pile Intermarché

Mesures piles AA, V2.0

166 minutes Volts Amp A/h W/h Prix A/h Prix W/h date 03 nov 2011
 166 Ratio 0,0100
 152 ddp vide 1,66
 R interne 0,031 R-> 7,0000
 Prix 0,19
 utiliser avant 01/08/16



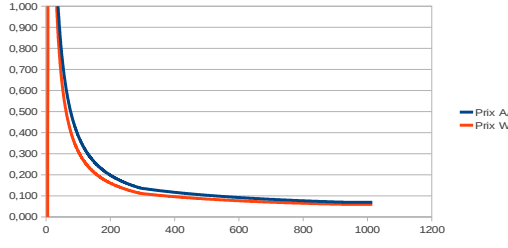
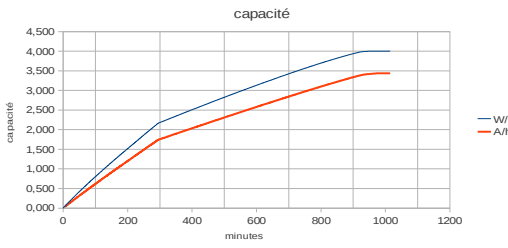
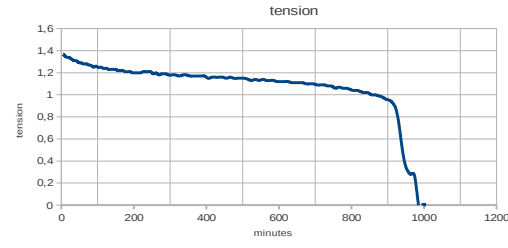
minutes	Volts	Amp	A/h	W/h	Prix A/h	Prix W/h
144	0	1,44	0,206	0,000	0,000	0,000
141	5	1,41	0,201	0,034	0,047	5,660
138	10	1,38	0,197	0,066	0,093	2,860
136	15	1,36	0,194	0,099	0,137	1,923
134	20	1,34	0,191	0,131	0,179	1,454
132	25	1,32	0,189	0,162	0,221	1,172
131	30	1,31	0,187	0,193	0,262	0,983
130	35	1,3	0,186	0,224	0,302	0,847
129	40	1,29	0,184	0,255	0,342	0,745
128	45	1,28	0,183	0,285	0,381	0,666
127	50	1,27	0,181	0,316	0,419	0,602
126	55	1,26	0,180	0,346	0,457	0,550
126	60	1,26	0,180	0,376	0,495	0,506
125	65	1,25	0,179	0,405	0,532	0,469
125	70	1,25	0,179	0,435	0,569	0,437
124	75	1,24	0,177	0,465	0,606	0,409
123	80	1,23	0,176	0,494	0,642	0,385
123	85	1,23	0,176	0,523	0,678	0,363
122	90	1,22	0,174	0,552	0,713	0,344
121	95	1,21	0,173	0,581	0,748	0,327
121	100	1,21	0,173	0,610	0,783	0,311
120	105	1,2	0,171	0,639	0,817	0,298
120	110	1,2	0,171	0,667	0,851	0,285
119	115	1,19	0,170	0,695	0,885	0,273
119	120	1,19	0,170	0,724	0,919	0,263
118	125	1,18	0,169	0,752	0,952	0,253
118	130	1,18	0,169	0,780	0,985	0,244
118	135	1,18	0,169	0,808	1,018	0,235
117	140	1,17	0,167	0,836	1,051	0,227
117	145	1,17	0,167	0,864	1,084	0,220
117	150	1,17	0,167	0,892	1,116	0,213
116	155	1,16	0,166	0,919	1,148	0,207
116	160	1,16	0,166	0,947	1,180	0,201
116	165	1,16	0,166	0,975	1,212	0,195
116	170	1,16	0,166	1,002	1,244	0,190
115	175	1,15	0,164	1,030	1,276	0,185
115	180	1,15	0,164	1,057	1,307	0,180
115	185	1,15	0,164	1,084	1,339	0,175
115	190	1,15	0,164	1,112	1,370	0,171
114	195	1,14	0,163	1,139	1,401	0,167
114	200	1,14	0,163	1,166	1,432	0,163
114	205	1,14	0,163	1,193	1,463	0,159
114	210	1,14	0,163	1,220	1,494	0,156
113	215	1,13	0,161	1,247	1,524	0,152
113	220	1,13	0,161	1,274	1,555	0,149
113	225	1,13	0,161	1,301	1,585	0,146
113	230	1,13	0,161	1,328	1,616	0,143
112	235	1,12	0,160	1,355	1,645	0,140
112	240	1,12	0,160	1,381	1,675	0,138
112	245	1,12	0,160	1,408	1,705	0,135
112	250	1,12	0,160	1,435	1,735	0,132
111	255	1,11	0,159	1,461	1,764	0,130
111	260	1,11	0,159	1,487	1,794	0,128
111	265	1,11	0,159	1,514	1,823	0,126
110	270	1,1	0,157	1,540	1,852	0,123
110	275	1,1	0,157	1,566	1,881	0,121
110	280	1,1	0,157	1,592	1,910	0,119
110	285	1,1	0,157	1,619	1,938	0,117
109	290	1,09	0,156	1,645	1,967	0,116
109	295	1,09	0,156	1,670	1,995	0,114
109	300	1,09	0,156	1,696	2,023	0,112
108	305	1,08	0,154	1,722	2,051	0,110
108	310	1,08	0,154	1,748	2,079	0,109
108	315	1,08	0,154	1,774	2,107	0,107
107	320	1,07	0,153	1,799	2,134	0,106
107	325	1,07	0,153	1,825	2,161	0,104
107	330	1,07	0,153	1,850	2,188	0,103
106	335	1,06	0,151	1,875	2,215	0,101
106	340	1,06	0,151	1,900	2,242	0,100
105	345	1,05	0,150	1,925	2,268	0,099
105	350	1,05	0,150	1,950	2,294	0,097
105	355	1,05	0,150	1,975	2,321	0,096
104	360	1,04	0,149	2,000	2,346	0,095
104	365	1,04	0,149	2,025	2,372	0,094
103	370	1,03	0,147	2,050	2,397	0,093
103	375	1,03	0,147	2,074	2,423	0,092
102	380	1,02	0,146	2,098	2,447	0,091
102	385	1,02	0,146	2,123	2,472	0,090
101	390	1,01	0,144	2,147	2,496	0,089
101	395	1,01	0,144	2,171	2,521	0,088
100	400	1	0,143	2,195	2,545	0,087
99	405	0,99	0,141	2,218	2,568	0,086
99	410	0,99	0,141	2,242	2,591	0,085
98	415	0,98	0,140	2,265	2,614	0,084
97	420	0,97	0,139	2,288	2,636	0,083
97	425	0,97	0,139	2,311	2,659	0,082
96	430	0,96	0,137	2,334	2,681	0,081
95	435	0,95	0,136	2,357	2,702	0,081
95	440	0,95	0,136	2,379	2,724	0,080
94	445	0,94	0,134	2,402	2,745	0,079
93	450	0,93	0,133	2,424	2,765	0,078
92	455	0,92	0,131	2,446	2,786	0,078
92	460	0,92	0,131	2,468	2,806	0,077
91	465	0,91	0,130	2,489	2,825	0,076



Mesures piles AA, V2.0

minutes	Volts	Amp	A/h	W/h	Prix A/h	Prix W/h
147						
139	0	1,39	0,199	0,000	0,000	0,000
137	5	1,37	0,196	0,033	0,045	7,296
135	10	1,35	0,193	0,065	0,088	3,675
134	15	1,34	0,191	0,097	0,131	2,462
134	20	1,34	0,191	0,129	0,174	1,851
133	25	1,33	0,190	0,160	0,216	1,485
132	30	1,32	0,189	0,192	0,257	1,242
131	35	1,31	0,187	0,223	0,298	1,068
131	40	1,31	0,187	0,254	0,339	0,937
130	45	1,3	0,186	0,285	0,379	0,835
129	50	1,29	0,184	0,316	0,419	0,754
129	55	1,29	0,184	0,346	0,458	0,687
128	60	1,28	0,183	0,377	0,497	0,631
128	65	1,28	0,183	0,407	0,536	0,584
128	70	1,28	0,183	0,438	0,575	0,544
127	75	1,27	0,181	0,468	0,614	0,508
127	80	1,27	0,181	0,498	0,652	0,478
126	85	1,26	0,180	0,528	0,690	0,450
125	90	1,25	0,179	0,558	0,727	0,426
126	95	1,26	0,180	0,588	0,765	0,405
125	100	1,25	0,179	0,618	0,802	0,385
125	105	1,25	0,179	0,648	0,839	0,368
125	110	1,25	0,179	0,677	0,877	0,351
124	115	1,24	0,177	0,707	0,913	0,337
124	120	1,24	0,177	0,736	0,950	0,323
124	125	1,24	0,177	0,766	0,986	0,311
123	130	1,23	0,176	0,795	1,022	0,299
123	135	1,23	0,176	0,825	1,059	0,289
123	140	1,23	0,176	0,854	1,095	0,279
123	145	1,23	0,176	0,883	1,131	0,270
123	150	1,23	0,176	0,912	1,167	0,261
122	155	1,22	0,174	0,941	1,202	0,253
122	160	1,22	0,174	0,970	1,237	0,245
122	165	1,22	0,174	1,000	1,273	0,238
122	170	1,22	0,174	1,029	1,308	0,231
121	175	1,21	0,173	1,057	1,343	0,225
121	180	1,21	0,173	1,086	1,378	0,219
121	185	1,21	0,173	1,115	1,413	0,213
121	190	1,21	0,173	1,144	1,448	0,208
120	195	1,2	0,171	1,172	1,482	0,203
120	200	1,2	0,171	1,201	1,516	0,198
120	205	1,2	0,171	1,230	1,551	0,194
120	210	1,2	0,171	1,258	1,585	0,189
120	215	1,2	0,171	1,287	1,619	0,185
120	220	1,2	0,171	1,315	1,653	0,181
121	225	1,21	0,173	1,344	1,688	0,177
121	230	1,21	0,173	1,373	1,723	0,173
121	235	1,21	0,173	1,402	1,758	0,170
121	240	1,21	0,173	1,430	1,793	0,166
121	245	1,21	0,173	1,459	1,828	0,163
120	250	1,2	0,171	1,488	1,862	0,160
119	255	1,19	0,170	1,516	1,896	0,157
119	260	1,2	0,171	1,545	1,930	0,154
119	265	1,19	0,170	1,573	1,964	0,151
118	270	1,18	0,169	1,601	1,997	0,149
119	275	1,19	0,170	1,630	2,031	0,146
119	280	1,19	0,170	1,658	2,064	0,144
119	285	1,19	0,170	1,686	2,098	0,141
119	290	1,19	0,170	1,715	2,132	0,139
118	295	1,18	0,169	1,743	2,165	0,137
118	300	1,18	0,169	1,771	2,198	0,134
118	315	1,18	0,169	1,799	2,231	0,132
117	325	1,17	0,167	1,827	2,264	0,130
118	335	1,18	0,169	1,855	2,297	0,128
118	345	1,18	0,169	1,883	2,330	0,126
117	355	1,17	0,167	1,911	2,363	0,125
117	365	1,17	0,167	1,939	2,395	0,123
117	375	1,17	0,167	1,966	2,428	0,121
117	385	1,17	0,167	1,994	2,461	0,119
117	395	1,17	0,167	2,022	2,493	0,118
115	405	1,15	0,164	2,050	2,525	0,116
116	415	1,16	0,166	2,077	2,557	0,115
116	425	1,16	0,166	2,105	2,589	0,113
116	435	1,16	0,166	2,132	2,621	0,112
116	445	1,16	0,166	2,160	2,653	0,110
115	455	1,15	0,164	2,187	2,684	0,109
116	465	1,16	0,166	2,215	2,716	0,107
115	475	1,15	0,164	2,242	2,748	0,106
115	485	1,15	0,164	2,270	2,779	0,105
115	495	1,15	0,164	2,297	2,811	0,104
115	505	1,15	0,164	2,325	2,842	0,102
114	514	1,14	0,163	2,352	2,873	0,101
113	525	1,13	0,161	2,379	2,904	0,100
114	535	1,14	0,163	2,406	2,935	0,099
113	545	1,13	0,161	2,433	2,965	0,098
114	555	1,14	0,163	2,460	2,996	0,097
113	565	1,13	0,161	2,487	3,026	0,096
113	575	1,13	0,161	2,514	3,057	0,095
113	585	1,13	0,161	2,540	3,087	0,094
112	595	1,12	0,160	2,567	3,117	0,093
112	605	1,12	0,160	2,594	3,147	0,092
112	615	1,12	0,160	2,620	3,177	0,091
112	625	1,12	0,160	2,647	3,207	0,090
111	635	1,11	0,159	2,674	3,236	0,089
111	645	1,11	0,159	2,700	3,265	0,088
111	655	1,11	0,159	2,726	3,295	0,087
111	665	1,11	0,159	2,753	3,324	0,086
110	675	1,1	0,157	2,779	3,353	0,086
110	685	1,1	0,157	2,805	3,382	0,085
110	695	1,1	0,157	2,831	3,410	0,084
109	705	1,09	0,156	2,857	3,439	0,083
109	715	1,09	0,156	2,883	3,467	0,083
109	725	1,09	0,156	2,909	3,495	0,082
108	735	1,08	0,154	2,935	3,523	0,081
108	745	1,08	0,154	2,961	3,551	0,080
106	755	1,06	0,151	2,986	3,577	0,080
107	765	1,07	0,153	3,011	3,605	0,079
106	775	1,06	0,151	3,037	3,631	0,078
106	785	1,06	0,151	3,062	3,658	0,078
105	795	1,05	0,150	3,087	3,684	0,077
104	805	1,04	0,149	3,112	3,710	0,076
104	815	1,04	0,149	3,136	3,736	0,076
103	825	1,03	0,147	3,161	3,761	0,075
102	835	1,02	0,146	3,185	3,786	0,075
102	845	1,02	0,146	3,210	3,811	0,074
100	855	1	0,143	3,233	3,835	0,074
100	865	1	0,143	3,257	3,858	0,073
99	875	0,99	0,141	3,281	3,882	0,073
98	885	0,98	0,140	3,304	3,905	0,072
96	895	0,96	0,137	3,327	3,927	0,072
95	905	0,95	0,136	3,350	3,948	0,071
92	915	0,92	0,131	3,371	3,968	0,071
84	925	0,84	0,120	3,391	3,985	0,070
63	935	0,63	0,090	3,406	3,994	0,070
41	945	0,41	0,059	3,416	3,998	0,070
31	955	0,31	0,044	3,424	4,001	0,070
28	965	0,28	0,040	3,430	4,003	0,069
25	975	0,25	0,036	3,436	4,004	0,069

date 26 sept 2011
Ratio 0,0100
ddp vide 1,49V
R-> 7,0000
Prix 0,238



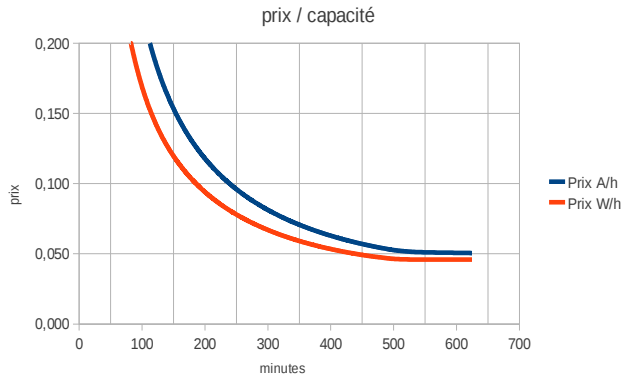
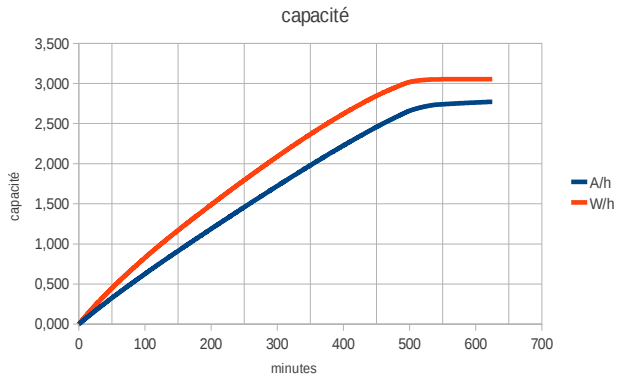
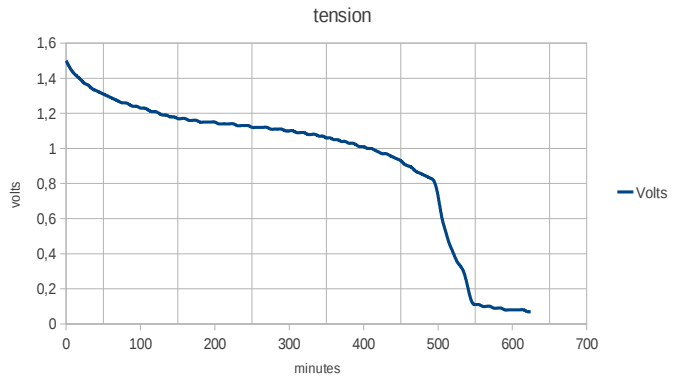
pile
Leclerc



Mesures piles AA, V2.0

minutes	Volts	Amp	A/h	W/h	Prix A/h	Prix W/h
0	1,5	0,214	0,000	0,000	0,000	0,000
5	1,46	0,209	0,035	0,051	4,027	2,758
10	1,43	0,204	0,069	0,099	2,035	1,408
15	1,41	0,201	0,102	0,147	1,367	0,954
20	1,39	0,199	0,135	0,193	1,033	0,726
25	1,37	0,196	0,168	0,237	0,833	0,590
30	1,36	0,194	0,200	0,282	0,698	0,497
35	1,34	0,191	0,232	0,324	0,602	0,432
40	1,33	0,190	0,264	0,366	0,530	0,382
45	1,32	0,189	0,295	0,408	0,474	0,343
50	1,31	0,187	0,327	0,449	0,429	0,312
55	1,3	0,186	0,358	0,489	0,391	0,286
60	1,29	0,184	0,388	0,529	0,361	0,265
65	1,28	0,183	0,419	0,568	0,334	0,247
70	1,27	0,181	0,449	0,606	0,312	0,231
75	1,26	0,180	0,479	0,644	0,292	0,217
80	1,26	0,180	0,509	0,682	0,275	0,205
85	1,25	0,179	0,539	0,719	0,260	0,195
90	1,24	0,177	0,568	0,755	0,246	0,185
95	1,24	0,177	0,598	0,792	0,234	0,177
100	1,23	0,176	0,627	0,828	0,223	0,169
105	1,23	0,176	0,656	0,864	0,213	0,162
110	1,22	0,174	0,685	0,899	0,204	0,156
115	1,21	0,173	0,714	0,934	0,196	0,150
120	1,21	0,173	0,743	0,969	0,188	0,144
125	1,2	0,171	0,772	1,003	0,181	0,140
130	1,19	0,170	0,800	1,037	0,175	0,135
135	1,19	0,170	0,828	1,071	0,169	0,131
140	1,18	0,169	0,856	1,104	0,163	0,127
145	1,18	0,169	0,885	1,137	0,158	0,123
150	1,17	0,167	0,912	1,170	0,153	0,120
155	1,17	0,167	0,940	1,202	0,149	0,116
160	1,17	0,167	0,968	1,235	0,145	0,113
165	1,16	0,166	0,996	1,267	0,141	0,110
170	1,16	0,166	1,023	1,299	0,137	0,108
175	1,16	0,166	1,051	1,331	0,133	0,105
180	1,15	0,164	1,078	1,363	0,130	0,103
185	1,15	0,164	1,106	1,394	0,127	0,100
190	1,15	0,164	1,133	1,426	0,124	0,098
195	1,15	0,164	1,160	1,457	0,121	0,096
200	1,15	0,164	1,188	1,489	0,118	0,094
205	1,14	0,163	1,215	1,520	0,115	0,092
210	1,14	0,163	1,242	1,550	0,113	0,090
215	1,14	0,163	1,269	1,581	0,110	0,089
220	1,14	0,163	1,296	1,612	0,108	0,087
225	1,14	0,163	1,324	1,643	0,106	0,085
230	1,13	0,161	1,350	1,674	0,104	0,084
235	1,13	0,161	1,377	1,704	0,102	0,082
240	1,13	0,161	1,404	1,734	0,100	0,081
245	1,13	0,161	1,431	1,765	0,098	0,079
250	1,12	0,160	1,458	1,795	0,096	0,078
255	1,12	0,160	1,485	1,825	0,094	0,077
260	1,12	0,160	1,511	1,854	0,093	0,075
265	1,12	0,160	1,538	1,884	0,091	0,074
270	1,12	0,160	1,565	1,914	0,089	0,073
275	1,11	0,159	1,591	1,944	0,088	0,072
280	1,11	0,159	1,617	1,973	0,087	0,071
285	1,11	0,159	1,644	2,002	0,085	0,070
290	1,11	0,159	1,670	2,032	0,084	0,069
295	1,1	0,157	1,696	2,060	0,083	0,068
300	1,1	0,157	1,723	2,089	0,081	0,067
305	1,1	0,157	1,749	2,118	0,080	0,066
310	1,09	0,156	1,775	2,146	0,079	0,065
315	1,09	0,156	1,801	2,175	0,078	0,064
320	1,09	0,156	1,827	2,203	0,077	0,064
325	1,08	0,154	1,852	2,231	0,076	0,063
330	1,08	0,154	1,878	2,258	0,075	0,062
335	1,08	0,154	1,904	2,286	0,074	0,061
340	1,07	0,153	1,929	2,313	0,073	0,061
345	1,07	0,153	1,955	2,341	0,072	0,060
350	1,06	0,151	1,980	2,367	0,071	0,059
355	1,06	0,151	2,005	2,394	0,070	0,058
360	1,05	0,150	2,030	2,420	0,069	0,058
365	1,05	0,150	2,055	2,447	0,068	0,057
370	1,04	0,149	2,080	2,472	0,067	0,057
375	1,04	0,149	2,105	2,498	0,067	0,056
380	1,03	0,147	2,129	2,523	0,066	0,055
385	1,03	0,147	2,154	2,549	0,065	0,055
390	1,02	0,146	2,178	2,573	0,064	0,054
395	1,01	0,144	2,202	2,598	0,064	0,054
400	1,01	0,144	2,226	2,622	0,063	0,053
405	1	0,143	2,250	2,646	0,062	0,053
410	1	0,143	2,274	2,670	0,062	0,052
415	0,99	0,141	2,297	2,693	0,061	0,052
420	0,98	0,140	2,321	2,716	0,060	0,052

date 03 nov 2011
 Ratio 0,0100
 ddp vide 1,66
 R--> 7,0000
 Prix 0,14
 utilisateur avant 01/12/16



Mesures piles AA, V2.0

136 minutes Volts Amp A/h W/h Prix A/h Prix W/h date 06 nov 2011
 134 Ratio 0,0100
 133

Carrefour nimh 2300

ddp vide 1,36
 R-> 5,3700
 Prix

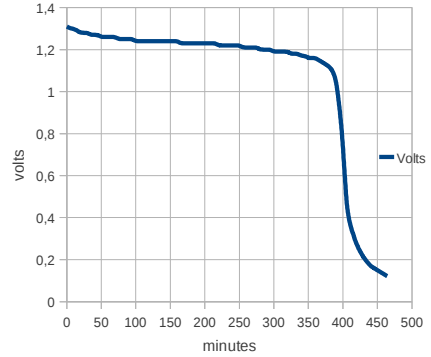


utiliser avant

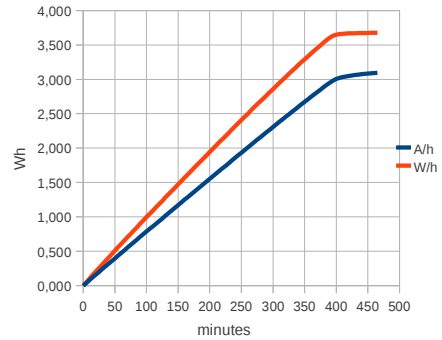
minutes	Volts	Amp	A/h	W/h	Prix A/h	Prix W/h
131	0	1,31	0,244	0,000	0,000	0,000
130	5	1,3	0,242	0,040	0,052	0,000
130	10	1,3	0,242	0,081	0,105	0,000
129	15	1,29	0,240	0,121	0,157	0,000
128	20	1,28	0,238	0,160	0,207	0,000
128	25	1,28	0,238	0,200	0,258	0,000
128	30	1,28	0,238	0,240	0,309	0,000
127	35	1,27	0,236	0,279	0,359	0,000
127	40	1,27	0,236	0,319	0,409	0,000
127	45	1,27	0,236	0,358	0,459	0,000
126	50	1,26	0,235	0,397	0,509	0,000
126	55	1,26	0,235	0,436	0,558	0,000
126	60	1,26	0,235	0,475	0,607	0,000
126	65	1,26	0,235	0,515	0,656	0,000
126	70	1,26	0,235	0,554	0,706	0,000
125	75	1,25	0,233	0,592	0,754	0,000
125	80	1,25	0,233	0,631	0,803	0,000
125	85	1,25	0,233	0,670	0,851	0,000
125	90	1,25	0,233	0,709	0,900	0,000
125	95	1,25	0,233	0,748	0,948	0,000
124	100	1,24	0,231	0,786	0,996	0,000
124	105	1,24	0,231	0,825	1,044	0,000
124	110	1,24	0,231	0,863	1,091	0,000
124	115	1,24	0,231	0,902	1,139	0,000
124	120	1,24	0,231	0,940	1,187	0,000
124	125	1,24	0,231	0,979	1,234	0,000
124	130	1,24	0,231	1,017	1,282	0,000
124	135	1,24	0,231	1,056	1,330	0,000
124	140	1,24	0,231	1,094	1,378	0,000
124	145	1,24	0,231	1,133	1,425	0,000
124	150	1,24	0,231	1,171	1,473	0,000
124	155	1,24	0,231	1,209	1,521	0,000
124	160	1,24	0,231	1,248	1,569	0,000
123	165	1,23	0,229	1,286	1,615	0,000
123	170	1,23	0,229	1,324	1,662	0,000
123	175	1,23	0,229	1,363	1,709	0,000
123	180	1,23	0,229	1,401	1,756	0,000
123	185	1,23	0,229	1,439	1,803	0,000
123	190	1,23	0,229	1,477	1,850	0,000
123	195	1,23	0,229	1,515	1,897	0,000
123	200	1,23	0,229	1,553	1,944	0,000
123	205	1,23	0,229	1,592	1,991	0,000
123	210	1,23	0,229	1,630	2,038	0,000
123	215	1,23	0,229	1,668	2,085	0,000
122	220	1,22	0,227	1,706	2,131	0,000
122	225	1,22	0,227	1,744	2,177	0,000
122	230	1,22	0,227	1,782	2,224	0,000
122	235	1,22	0,227	1,819	2,270	0,000
122	240	1,22	0,227	1,857	2,316	0,000
122	245	1,22	0,227	1,895	2,362	0,000
122	250	1,22	0,227	1,933	2,408	0,000
121	255	1,21	0,225	1,971	2,454	0,000
121	260	1,21	0,225	2,008	2,499	0,000
121	265	1,21	0,225	2,046	2,545	0,000
121	270	1,21	0,225	2,083	2,590	0,000
121	275	1,21	0,225	2,121	2,636	0,000
120	280	1,2	0,223	2,158	2,680	0,000
120	285	1,2	0,223	2,195	2,725	0,000
120	290	1,2	0,223	2,232	2,770	0,000
120	295	1,2	0,223	2,270	2,814	0,000
119	300	1,19	0,222	2,307	2,858	0,000
119	305	1,19	0,222	2,344	2,902	0,000
119	310	1,19	0,222	2,381	2,946	0,000
119	315	1,19	0,222	2,417	2,990	0,000
119	320	1,19	0,222	2,454	3,034	0,000
118	325	1,18	0,220	2,491	3,077	0,000
118	330	1,18	0,220	2,528	3,121	0,000
118	335	1,18	0,220	2,564	3,164	0,000
117	340	1,17	0,218	2,601	3,206	0,000
117	345	1,17	0,218	2,637	3,249	0,000
116	350	1,16	0,216	2,673	3,290	0,000
116	355	1,16	0,216	2,709	3,332	0,000
116	360	1,16	0,216	2,745	3,374	0,000
115	365	1,15	0,214	2,781	3,415	0,000
114	370	1,14	0,212	2,816	3,455	0,000
113	375	1,13	0,210	2,851	3,495	0,000
112	380	1,12	0,209	2,886	3,534	0,000
110	385	1,1	0,205	2,920	3,572	0,000
106	390	1,06	0,197	2,953	3,606	0,000
93	395	0,93	0,173	2,982	3,633	0,000
76	400	0,76	0,142	3,005	3,651	0,000

R interne 0,009

tension



capacité

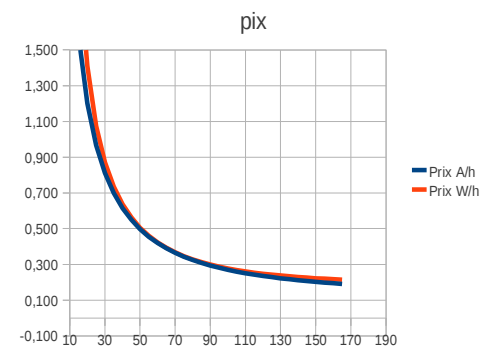
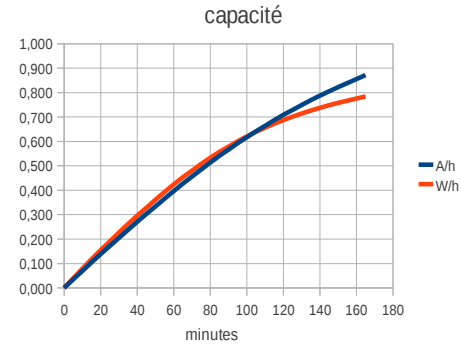
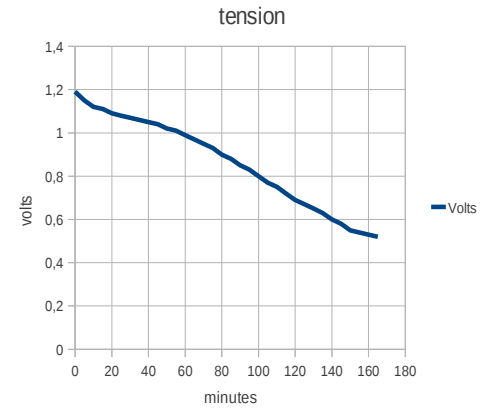


Mesures piles AA, V2.0

minutes	Volts	Amp	A/h	W/h	Prix A/h	Prix W/h
160						
136						
135						
	Saline X-energy					
	R interne 0,076					
134						
119	0	1,19	0,222	0,000	0,000	0,000
115	5	1,15	0,214	0,036	0,041	4,668
112	10	1,12	0,209	0,070	0,080	2,365
111	15	1,11	0,207	0,105	0,118	1,588
109	20	1,09	0,203	0,139	0,155	1,201
108	25	1,08	0,201	0,172	0,191	0,967
107	30	1,07	0,199	0,205	0,227	0,811
106	35	1,06	0,197	0,238	0,262	0,699
105	40	1,05	0,196	0,271	0,296	0,615
104	45	1,04	0,194	0,303	0,329	0,549
102	50	1,02	0,190	0,335	0,362	0,497
101	55	1,01	0,188	0,366	0,393	0,455
99	60	0,99	0,184	0,397	0,424	0,420
97	65	0,97	0,181	0,427	0,453	0,390
95	70	0,95	0,177	0,457	0,481	0,365
93	75	0,93	0,173	0,485	0,508	0,343
90	80	0,9	0,168	0,513	0,533	0,325
88	85	0,88	0,164	0,541	0,557	0,308
85	90	0,85	0,158	0,567	0,580	0,294
83	95	0,83	0,155	0,593	0,601	0,281
80	100	0,8	0,149	0,618	0,621	0,270
77	105	0,77	0,143	0,642	0,639	0,260
75	110	0,75	0,140	0,665	0,657	0,251
72	115	0,72	0,134	0,687	0,673	0,242
69	120	0,69	0,128	0,709	0,687	0,235
67	125	0,67	0,125	0,729	0,701	0,228
65	130	0,65	0,121	0,750	0,715	0,222
63	135	0,63	0,117	0,769	0,727	0,217
60	140	0,6	0,112	0,788	0,738	0,211
58	145	0,58	0,108	0,806	0,748	0,207
55	150	0,55	0,102	0,823	0,758	0,202
54	155	0,54	0,101	0,840	0,767	0,198
53	160	0,53	0,099	0,856	0,776	0,195
52	165	0,52	0,097	0,872	0,784	0,191
50	170	0,5	0,093	0,888	0,792	0,188
49						
47						
46						
44						
43						
42						
41						
40						
39						
37						
36						
36						



date déc 2011
 Ratio 0,0100
 ddp vide 1,60
 R-> 5,3700
 Prix 0,1666
 utiliser avant 01/07/13



Dans les tableaux les grandeurs A/h et W/h ont été introduites par erreur dans le premier tableau et donc reproduites par copier/coller. Le lecteur averti l'avait déjà repéré et corrigé

Conclusions

	Volts	courant	Ah	Wh	prix par Ah	par Wh
Intermarché	1	0,143	3,506	4,124	0,071	0,061
Leclerc	1	0,143	3,257	3,858	0,073	0,062
Duracell	1	0,143	3,962	4,776	0,284	0,236
Fry's (USA)	1	0,143	2,250	2,646	0,062	0,053
Carrefour NiMh 2300	1,06	0,197	2,953	3,606	0,000	0,000
saline	0,99	0,184	0,397	0,424	0,420	0,393

La pile Duracell dispose bien d'une capacité un peu plus élevée (3,9Ah contre 3,5 pour les autres soit 20%) mais coûte 400% de la pile de base. Il n'y a pas photo et il est absolument inutile d'acheter les piles de marque. Les piles Fry's se trouvent chez ce fournisseur pour geek sur de la cote ouest des US, dans des boutiques de 50000m² où on trouve tout ce qui est nécessaire au geek : composants électroniques, ordinateurs, coca, chips, vidéo, photo, frigos, télévisions, lits,...

Les accumulateurs NiMh essayés montrent étonnamment une capacité supérieure à celle annoncée, indice d'une possible disparité de fabrication ou d'une profondeur de décharge max à respecter pour leur longévité, leur coût d'usage dépendra du nombre de cycles utilisés

La pile saline essayée à titre historique, correspond à l'attendu, faible capacité, coût d'usage élevé elle devient très difficile à trouver, car elle est peut-être maintenant interdite.

J'ai, bien évidemment, essayé d'autres piles (Energizer, Auchan, etc) et le résultat est sans appel : acheter les boîtes de piles « en vrac » et laisser tomber le petit lapin, pour le prix au kWh dans ces conditions d'utilisation.