



**HAL**  
open science

## Le monitoring énergétique pour les systèmes d'acquisition en milieu naturel difficile

Lionel Darras, Armand Mariscal

► **To cite this version:**

Lionel Darras, Armand Mariscal. Le monitoring énergétique pour les systèmes d'acquisition en milieu naturel difficile. Collection EDYTEM. Cahiers de géographie, 2017, Monitoring en milieux naturels - Retours d'expériences en terrains difficiles, 19, pp.19-24. 10.3406/edyte.2017.1357. hal-01676518

**HAL Id: hal-01676518**

**<https://hal.science/hal-01676518>**

Submitted on 10 Jan 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# LE MONITORING ÉNERGETIQUE POUR LES SYSTÈMES D'ACQUISITION EN MILIEU NATUREL DIFFICILE

## *ENERGY MONITORING FOR ACQUISITION SYSTEMS IN DIFFICULT NATURAL ENVIRONMENTS*

LIONEL DARRAS<sup>1</sup>, ARMAND MARISCAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université Lyon2, CNRS, Archéorient, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 7, rue Raulin, 69335 LYON Cedex 7.

<sup>2</sup>Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, IRSTEA, ISTERre, OSUG-C, Maison des Géosciences, 1381, rue de la Piscine, 38400 Saint Martin d'Hères.

Contact : lionel.darras@mom.fr

### RÉSUMÉ

*Des systèmes d'acquisition autonomes sont régulièrement utilisés en milieu naturel difficile. En complément à l'acquisition scientifique, il est courant d'enregistrer la tension de la batterie pour suivre quotidiennement l'état de celle-ci. Il s'agit d'un monitoring énergétique minimal, mais est-ce suffisant ? Est-ce que ces mesures quotidiennes suffisent à détecter et à comprendre une quelconque anomalie du système ? Ne serait-il pas intéressant de mesurer plus fréquemment les tensions et également les courants de charge des batteries ou de consommation des systèmes ? Pour répondre à cette question, entre 2011 et 2014, un monitoring énergétique a été mis en place sur des sites de haute et moyenne montagne dans le cadre de divers projets de suivi de mouvements de terrain du laboratoire ISTERre.*

**MOTS-CLÉS :** MONITORING ÉNERGÉTIQUE, SOLAIRE, CURTOVOLT, TENSION, COURANT, MILIEU NATUREL DIFFICILE.

### ABSTRACT

*Acquisitions systems are regularly used in difficult natural environment. To complete the scientific acquisition, it is customary to memorise the battery voltage in order to follow the battery state on a daily basis. It is a minimal energetic monitoring, but is it sufficient? Are these measures sufficient to detect and understand an anomaly of the system? Would it not be interesting to measure the battery voltage and the charge current of these batteries or the consumption current of systems more often? To answer this question, between 2011 and 2014, an energetic monitoring has been implemented on instrumented sites of high and medium-sized mountains within the framework of several projects of landscape monitoring of ISTERre laboratory.*

**KEYWORDS:** ENERGETIC MONITORING, SOLAR, CURTOVOLT, VOLTAGE, CURRENT, DIFFICULT NATURAL ENVIRONMENTS.

### INTRODUCTION

Lorsqu'un système d'acquisition autonome est installé dans le cadre d'un projet de recherche, les mesures enregistrées par le système sont évidemment scientifiques. Concernant le suivi énergétique du système, en général, seule la tension du jeu de batterie est mesurée et enregistrée une fois par jour (à heure fixe durant la nuit) pour obtenir une information sur l'état de charge de celle-ci.

Deux exemples de suivi de mesures quotidiennes de tension de batterie sont présentés (Figure 1). Sur le graphe de gauche, la tension de batterie semble correcte avec quelques baisses certains jours, mais à quoi correspondent-elles ? Sur le graphe de droite, à partir

d'une certaine date, on constate que la tension de la batterie chute jusqu'à la décharge profonde. Pourquoi cette chute ? Est-ce lié à une source d'énergie insuffisante ? Ou plutôt à un souci de consommation du système d'acquisition et de télécommunication ? Comment mieux appréhender ces problèmes énergétiques ?

Entre 2011 et 2014, un monitoring énergétique a été mis en place sur divers sites de suivi de mouvements de terrain et connecté à un système de télécommunication, il nous a permis de mieux suivre et comprendre en temps réel l'environnement énergétique d'une station d'acquisition autonome en milieu naturel difficile.

## MESURE DE LA TENSION DE BATTERIE

En partant du principe que l'enregistrement d'une seule mesure journalière de la tension de batterie n'apportait pas toutes les informations nécessaires, une première question s'est posée : est-ce qu'enregistrer plus régulièrement cette tension pourrait nous fournir plus d'informations ? Nous avons donc enregistré la tension de la batterie de manière quasi-continue (toutes les minutes). La Figure 2 montre les résultats obtenus pour les mêmes sites que précédemment. Nous obtenons ici des informations qualitatives sur le fonctionnement de la batterie.

Sur la courbe de gauche, il est facile d'observer sur la tension de la batterie les effets des cycles journaliers de charge des panneaux solaires. On distingue les journées où les batteries sont correctement chargées

par l'énergie solaire, et celles où la météo le permet moins (marquées par les cercles verts). Sur la courbe de droite, il est facile de constater que les panneaux solaires semblent fonctionner car les cycles journaliers de charge sont bien visibles et que le problème proviendrait plutôt des systèmes d'acquisition qui doivent consommer trop car les décharges anormales sont visibles essentiellement la nuit (marquées par les cercles verts).

Cependant, aucune information quantitative ne permet d'expliquer complètement les événements. C'est en suivant à la fois le courant de consommation des équipements utilisés et le courant de charge que nous avons essayé de comprendre ces anomalies de comportement de la batterie.

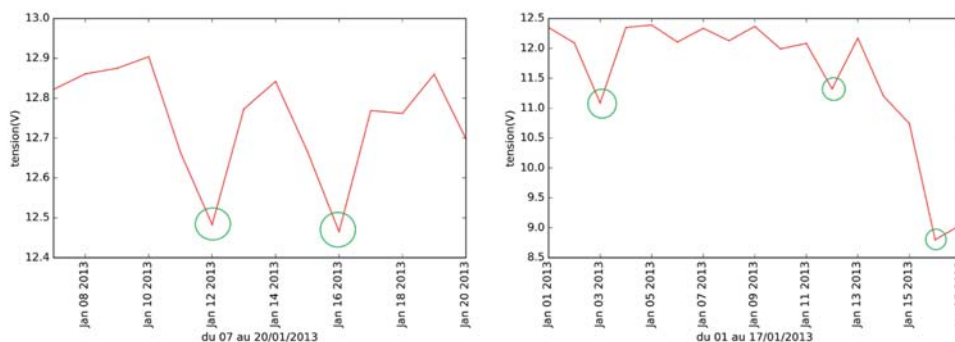


Figure 1 - Exemples de mesures quotidiennes de la tension de batteries.

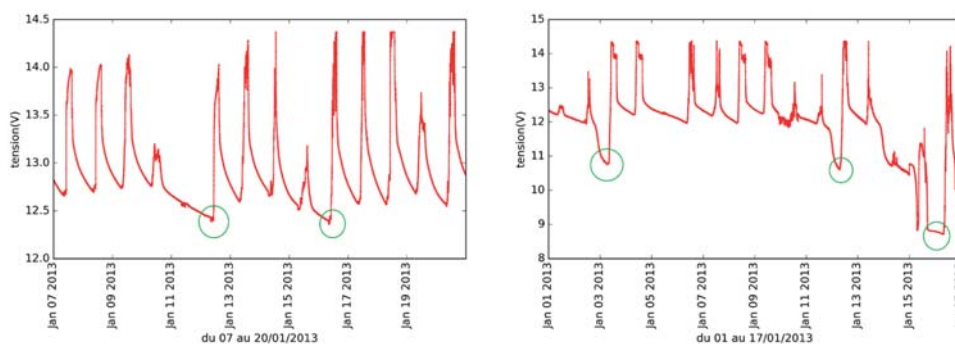


Figure 2 - Exemples de mesures continues de la tension de batterie.

## MESURE DES COURANTS

### Méthode mise en place

L'idée a été de développer un projet permettant de convertir des courants en tension mesurés à partir de voies analogiques disponibles de la centrale d'acquisition utilisée (Controlord Gigalog S, Campbell CR1000, etc.) pour pouvoir les récupérer par télétransmission via des scripts se basant sur des drivers comme PyCampbellCR1000.

Une carte électronique (projet CurToVolt) se basant sur un capteur de courant Allegro ACS712-5A pouvant mesurer un courant de -5 à +5A a été développée pour convertir quatre courants en tensions et ainsi être connectée entre les sources d'alimentation et le matériel d'acquisition et de télécommunication (Figure 3).

## Mesure des courants de consommation

Lors de l'installation d'un nouveau système, nous devons nous fier aux spécifications données par le constructeur. Ces valeurs peuvent varier selon les capteurs installés et les configurations d'acquisitions mises en place. Le suivi de consommation des appareils utilisés pouvant être effectué dès la première installation, il est ainsi facile de vérifier que la consommation réelle correspond bien à la consommation estimée.

C'est ainsi que pour un type de station sismologique avec un certain nombre de capteurs connectés, nous avons pu bien vérifier que sa consommation moyenne correspondait à 250 mA (sur 12V), soit 3 W.

De plus, même si l'ajout d'un système de télécommunication à une station d'acquisition apporte quelque chose de vraiment intéressant puisqu'il permet de suivre son fonctionnement à distance, ce matériel consomme et il est intéressant de suivre sa consommation générale. Pour un matériel de télécommunication alimenté en permanence ou non, il nous a effectivement été très utile de suivre sa consommation pour bien différencier les phases de non-fonctionnement du matériel (programmées pour des raisons d'économie d'énergie) et celles de fonctionnement, avec ou sans transfert de données en cours (Figure 4).

Sur la courbe, trois états du modem de télécommunication ont pu ainsi être observés :

- dans l'état A, le système n'est pas alimenté, avec une consommation nulle ;
- dans l'état B, le modem est alimenté et le matériel sismologique connecté et donc accessible à distance, avec une consommation entre 150 et 200 mA ;
- dans l'état C, le modem est en cours de téléchargement d'une journée de données, soit 640 Mo et nous pouvons constater que la télétransmission ici de 24h de données dure un peu moins de 6h. On a pu aussi observer que lors d'un transfert de données, le modem consommait 100 mA (sur 12V) de plus qu'alimenté mais sans transfert de données. Ces relevés ont été intéressants pour deux raisons : pour voir la surconsommation engendrée par une télétransmission continue des données et pour mesurer le temps nécessaire au téléchargement d'une journée entière de données.

La mise en place de cette mesure de consommation des systèmes d'acquisition et de télécommunication nous a aussi permis de détecter des anomalies, générées par des éléments extérieurs aux systèmes, câble rongé par un animal ou sectionné par une chute de rocher ou d'arbre, comme par exemple lors de l'évènement rencontré ci-dessous (Figure 5).

Sur les courbes, trois états de consommation du système d'acquisition ont pu être observés :

- la phase D représente la phase de consommation en fonctionnement normal du système d'acquisition de l'ordre de 250 mA (sur 12V) ;

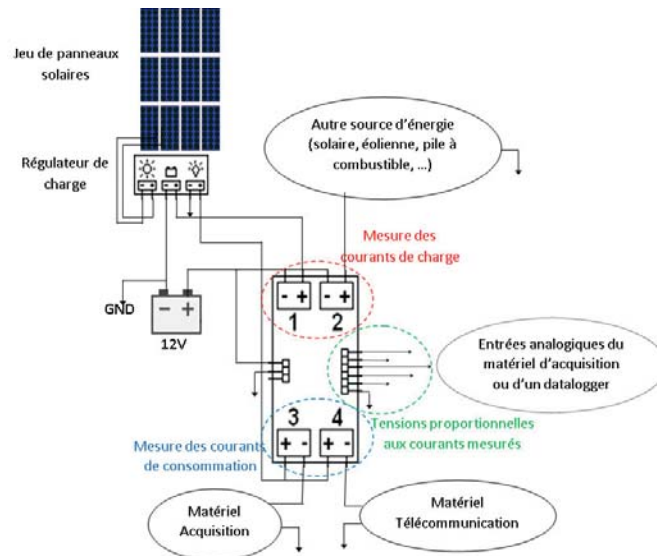


Figure 3 - Interfaçage entre la carte CurToVolt et le système autonome d'acquisition.

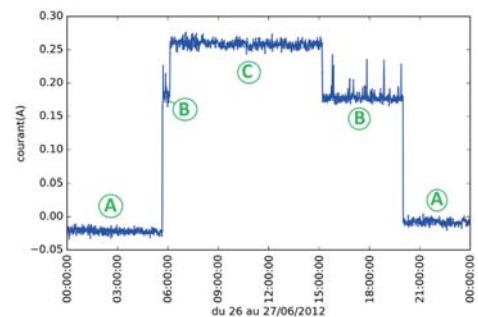


Figure 4 - Exemple de consommation d'un système de télécommunication.

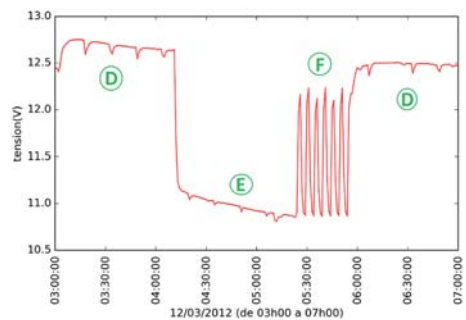
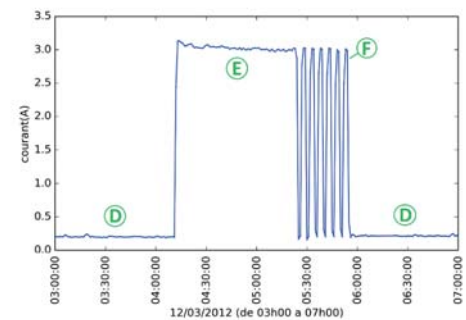


Figure 5 - Événement de surconsommation, mesure du courant de consommation et tension de batterie.

- la phase E marque une période de forte consommation proche de 3 A sûrement due à un court-circuit net de deux fils entraînant une forte baisse de tension de la batterie ;

- la phase F semble représenter une période où les deux fils sont en court-circuit alternativement jusqu'au retour vers la phase A où tout semble être redevenu dans un état normal mis à part le fait que le capteur ne fournit plus de mesures à la centrale d'acquisition (l'essentiel reste que les autres voies fonctionnent).

Après analyse sur le terrain et corrélation avec les données météorologiques, cet événement a apparemment été causé par un câble rongé par un animal laissant plusieurs fils électriques à l'air. L'humidité ambiante a provoqué par la suite les apparitions et disparitions successives d'un court-circuit entraînant la surconsommation observée.

Autre type d'événement rencontré : lorsque l'équipement scientifique est télémétré, il arrive parfois que même si le contact à distance avec le modem de télécommunication fonctionne, la communication avec la station d'acquisition ne fonctionne pas. Au cours de nos années d'expérimentation, deux cas ont été observés :

- le premier cas est une perte d'adresse IP de la station d'acquisition qui, n'étant plus dans le même sous-réseau que le modem de télécommunication, fonctionnait toujours mais ne communiquait plus.

- le second cas (Figure 6) était dû au fait que dans la continuité de l'anomalie de consommation citée précédemment (Figure 5), la plupart des équipements scientifiques disposent de fusibles de sécurité et que justement lors d'une surconsommation, celle-ci peut dépasser le courant toléré par le fusible et le fonctionnement de la station d'acquisition est donc stoppé.

Dans ces deux cas on peut observer une coupure de communication, mais si dans le premier cas, le souci n'impose pas une intervention humaine immédiate car la station d'acquisition fonctionne toujours, le second cas, lui, impose une intervention sur le terrain pour résoudre le problème de surconsommation et changer le fusible (et sûrement le câble et/ou le capteur) afin que l'acquisition scientifique redémarre le plus tôt possible.

### Mesure des courants de charge

Pour rendre autonome une station d'acquisition scientifique en milieu isolé, l'alimentation solaire est encore la plus utilisée. Lors de l'installation d'une telle station, le dimensionnement de la batterie et de l'alimentation solaire doit toujours être réalisé, mais beaucoup de méthodes différentes existent. Le temps d'ensoleillement de la station est un élément essentiel que chacun essaie d'estimer au mieux mais hélas, il y a rarement possibilité de retour d'expérience sur une éventuelle erreur d'évaluation de ce temps d'ensoleillement ou d'autre paramètre (milieu non complètement

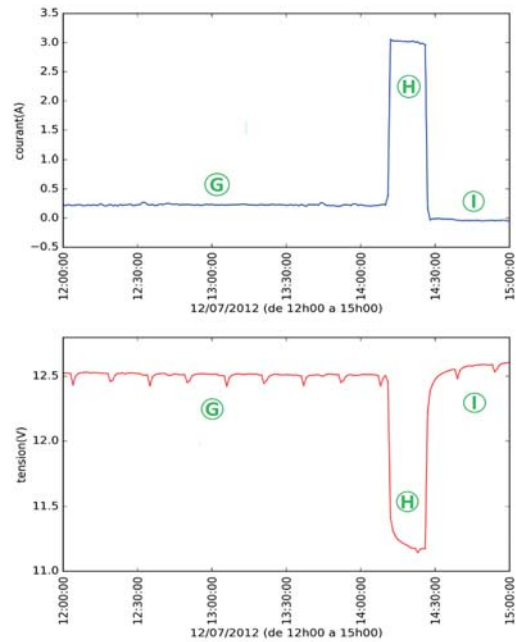


Figure 6 - Événement d'arrêt de la station d'acquisition suite à l'arrêt de fonctionnement du fusible, mesure du courant de consommation et tension de la batterie.

Sur les courbes de la Figure 6, trois nouveaux états de consommation du système d'acquisition ont pu encore être observés :

- la phase G représente une phase de fonctionnement normal avec la consommation moyenne du système d'acquisition de 250 mA.

- la phase H représente le moment où une surconsommation du système apparaît proche de 3 A (sûrement dû à un court-circuit sur une voie), faisant écrouler la tension.

- surgit ensuite la phase I avec un courant de consommation qui devient nul et une tension de batterie qui remonte. Dans ce cas-là, grâce à l'utilisation d'un datalogger externe, nous avons pu enregistrer ce courant nul de consommation et avons supposé que le fusible de 3 A temporisé du système d'acquisition avait cédé et que l'acquisition de toutes les voies avait été stoppée. Une intervention urgente a dû être organisée confirmant effectivement notre hypothèse.

dégagé, inclinaison et orientation du panneau, effet du vieillissement des sources d'alimentation, effet de longueur et de section des câbles).

Sur l'un de nos sites par exemple, pour lequel les panneaux solaires étaient éloignés de 200 m environ des batteries et du système d'acquisition, le dimensionnement énergétique était difficile à estimer avec l'imprécision de l'effet de cette grande longueur de câbles d'alimentation : l'enregistrement régulier des courants de charge effectifs était indispensable pour s'assurer d'une énergie suffisante (Figure 7).



Grâce à ces relevés, nous avons pu vérifier qu'entre deux mois, un en été et un en hiver, même si le courant de charge maximal était du même ordre, la différence d'énergie solaire fournie était surtout due à la durée des plages d'ensoleillement maximal. Nous avons pu aussi mesurer l'énergie exacte fournie par nos jeux de panneaux solaire et savoir s'ils étaient adaptés à la consommation du matériel utilisé (Tableau 1).

Plusieurs sources d'alimentation peuvent contribuer à la charge d'un même jeu de batteries. Il peut s'agir de deux sources de même type (deux jeux de panneaux solaires), ou deux de sources de type différents (panneaux solaires, pile à combustible, éolienne, etc.). Sur nos divers sites, les sources d'alimentation sont généralement des panneaux solaires de différentes puissances, mais sur trois de nos sites d'observation, une pile à combustible au méthanol permettait de compléter l'énergie solaire si nécessaire. Le suivi des courants de charge de ces deux alimentations nous a permis de mieux comprendre la répartition de charge de la batterie et de comparer ces courants.

Lorsqu'une station scientifique est installée en montagne, le panneau solaire peut être évidemment enneigé empêchant pendant quelques temps une utilisation correcte de l'énergie solaire.

Disposer d'un suivi de ce courant de charge issu du panneau solaire nous a permis ainsi de détecter la présence de neige sur le panneau (Figure 8) : en corrélant ces mesures avec les mesures météorologiques, nous avons pu constater que la première baisse d'énergie solaire (marquée par le cercle vert) était due à une chute de neige ce jour-là, mais que l'absence d'énergie solaire (marquée par le cercle violet) le jour suivant, alors qu'il ne neigeait plus, était due à la neige accumulée sur le panneau qui restait présente. Le retour du courant de charge le jour suivant (marqué par le cercle orange) nous a permis de vérifier que le panneau n'était plus couvert ni de neige, ni de gel, c'est-à-dire que la neige avait bien petit à petit fondu et avait glissé hors du panneau. Il faut préciser que cette hypothèse a effectivement été vérifiée grâce à des mesures de température externe et des photos prises par un autre système installé sur le même site. Suivre les courants de charge permet ainsi de reconnaître les situations où le panneau solaire ne peut plus fournir assez d'énergie pour des raisons météorologiques.

Ce monitoring du courant de charge est aussi intéressant pour être sûr que l'inclinaison du panneau solaire soit suffisante pour l'évacuation naturelle de la neige accumulée sur le panneau : sur l'un de nos sites, les températures extrêmement basses après une chute de neige avaient formé une couche d'eau gelée sur le panneau solaire que le soleil timidement de retour par la suite ne suffisait pas à faire fondre ; ce phénomène avait empêché la charge de la batterie pendant plus d'une semaine jusqu'à une intervention humaine devenue indispensable.

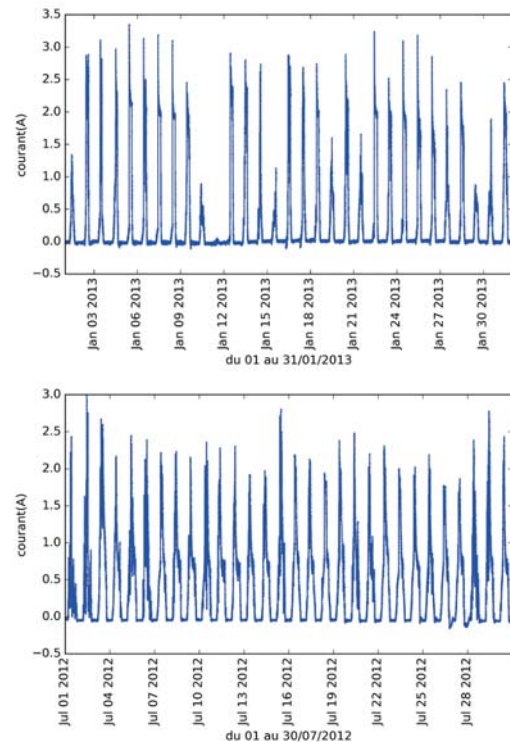


Figure 7 - Courant de charge de batterie sur un même site pour deux mois de saisons différentes.

Mois	Courant de charge accumulé
Juillet 2012	306,54 Ah/mois
Septembre 2012	273,86 Ah/mois
Janvier 2013	245,533 Ah/mois

Tableau 1 - Courant de charge accumulé selon quelques mois de l'année.

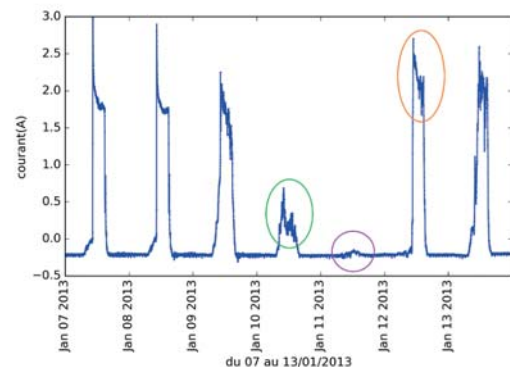


Figure 8 - Courant de charge d'une batterie par énergie solaire une semaine d'hiver.

Comptabiliser également le nombre de jours durant lesquels la neige a empêché le rechargement de la batterie est important pour le dimensionnement solaire des installations ultérieures.

## CONCLUSION

Pendant ces trois années d'expérimentation, disposer d'un tel monitoring énergétique a favorisé la compréhension et l'anticipation de ces événements et la résolution rapide de problèmes si souvent rencontrés en milieu naturel difficile.

Il nous semble évident que ce monitoring peut être une aide précieuse pour toute future installation de système d'acquisition dans un tel environnement pour vérifier un dimensionnement énergétique ou mieux

étudier l'effet du vieillissement d'une batterie, d'un panneau solaire ou toute autre source d'énergie. Ces points peuvent être analysés *a posteriori* même si ces informations ne sont pas récupérables à distance en temps réel, mais connecté à un système de télécommunication, les données récupérées à distance quotidiennement, par exemple, aident à anticiper un dysfonctionnement pour essayer d'éviter tout arrêt des mesures scientifiques de ces systèmes d'acquisition.

## Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier les chercheurs qui ont permis de réaliser ce monitoring énergétique en complément de l'acquisition de leurs données sur leurs sites d'études : L. BAILLET, G. BIÈVRE, P. BOTTELIN, D. JONGMANS, D. HANTZ, A. HELMSTETTER et E. LAROSE.

Les auteurs ont une pensée particulière pour leur ami Julien Turpin, jeune ingénieur qui s'est souvent investi dans la réflexion du monitoring énergétique et qui nous a quitté trop tôt.

## RÉFÉRENCES COMPLÉMENTAIRES

HARRACHE S., DARRAS L., ULRICH P., VIDAL M., FAVEREAU L., BIÈVRE G., 2013. Récupération de données des stations Campbell de type CR1000 & Davis Vantage Pro 2 par drivers en langage Python. Journées Aléas Gravitaires, Sept 2013, Grenoble, France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01467191v1>.

DARRAS L., 2012. CurToVolt, Projet électronique pour visualiser/enregistrer 4 mesures de courant par un datalogger. <https://github.com/LionelDarras/Curtovolt>.

ALEXANDRE O., LAROSE E., DARRAS L., TURPIN J., 2013. Chamousset la pierre qui chante, Teaser, maintenance d'un dispositif instrumental pour le suivi d'une écaïlle rocheuse dans le Sud Vercors. [http://vercorstv.wmaker.tv/Chamousset-La-pierre-qui-chante\\_v619.html](http://vercorstv.wmaker.tv/Chamousset-La-pierre-qui-chante_v619.html).