Instrumentation pour l'acquisition automatique de données : application à la capture autonome d'images haute résolution en milieu montagnard et arctique

J.-M Friedt[1,2], C. Ferrandez[2], G. Martin[2], S. Guinot[1], É. Carry[1], P. Berthelot [2], L. Moreau [3], M. Griselin[4]

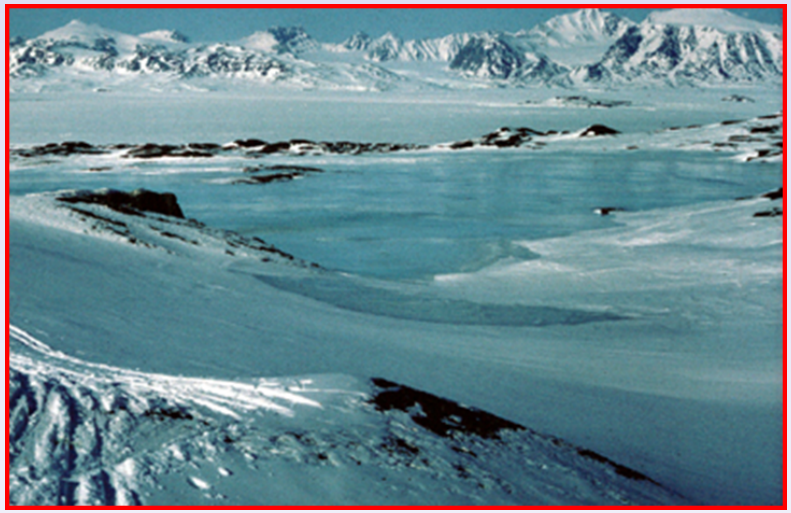
[1] Assoc. Projet Aurore, Maison de l'Étudiant, La Bouloie, Besançon
[2] FEMTO-ST/LPMO, 32 avenue de l'Observatoire, 25044 Besançon
[3] Laboratoire Environnements, Dynamiques, et Territoires de la Montagne, Université de Savoie, UMR CNRS 5205
[4] ThéMA, 30 rue Mégevand, 25000 Besançon

jmfriedt@lpmo.edu
transparents et références disponibles à http://jmfriedt.free.fr

Introduction

Présence d'événements rapides (quelques jours), à des dates imprévisibles, d'intérêt pour l'étude de l'hydrologie des glaciers



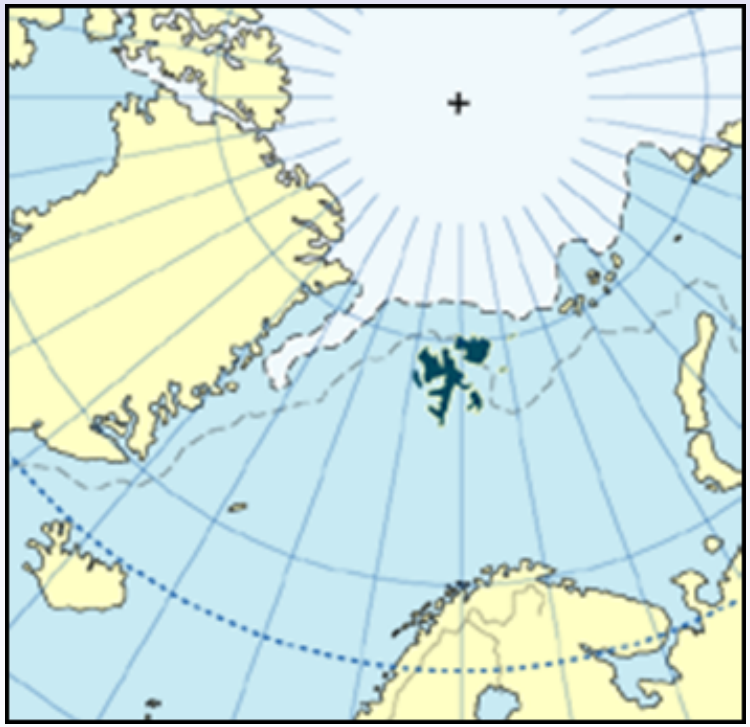


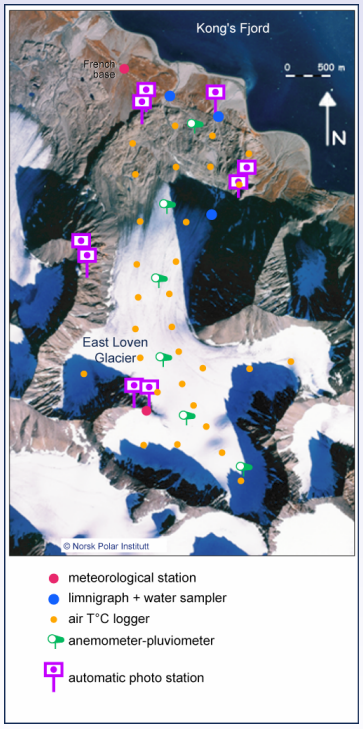
Deux images du même site prises à 4 jours d'intervalle

Ces événements ne peuvent être compris que par une observation continue du site.

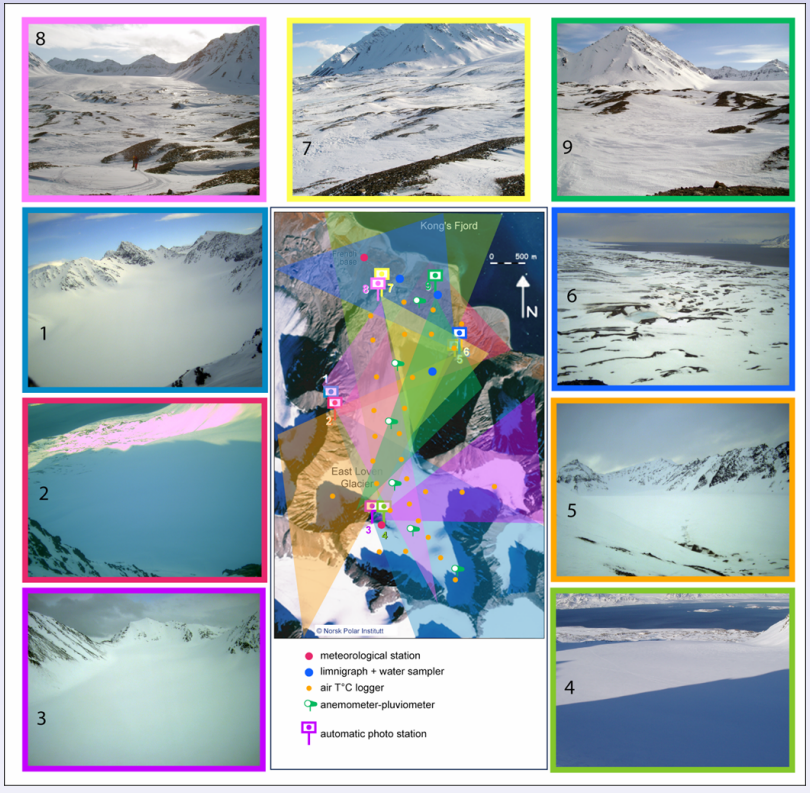
Introduction

- Projet ANR "Hydro-Sensor-FLOWS" de 2007 à 2010 (couvre les années polaires internationales)
- Collaboration du département d'électronique de FEMTO-ST/LPMO pour développer des appareils de prises de vues automatiques, haute résolution, en milieu arctique





Introduction



Le matériel existant ne répond pas aux exigences :

- résolution médiocre (webcam [1] ou numérisation de signal analogique [2])
- consommation électrique élevée ⇒ autonomie réduite

[1] `http://www.campbellsci.co.uk/index.cfm?id=928`

[2] `http://www.metsupport.dk/RDC/`

Objectif

Installer un nombre important d'instruments autonomes capables de capturer plusieurs images par jour de leur environnement.

Finalité : extraire par traitement d'images des informations pertinentes sur l'hydrologie d'un glacier

Nécessite :

- un séquenceur pour programmer la prise de vues selon les contraintes prédéfinies (intervalle de temps et nombre de photos variable)
- une autonomie (énergie et stockage de données) de plusieurs mois
- une résistance mécanique à l'environnement (vent, neige, condensation)
- un capteur d'images performant (faible consommation, optique de bonne qualité, haute résolution)

Solutions technologique

Deux approches possibles

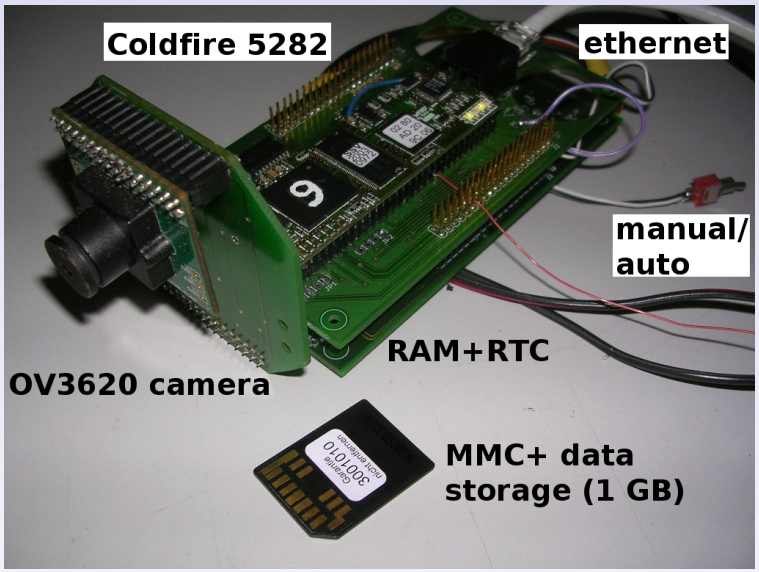
- développer un nouvel instrument : nécessite de résoudre de nombreux verrous technologiques
  - capture d'image à grande vitesse
  - stockage temporaire de l'image acquise
  - interpréter l'image brute du capteur optique (CMOS)
  - stocker l'image sur support de masse non volatile avec format de fichier
  - transmettre l'information acquise
  - associer une optique digne des appareils commerciaux

  mais permet de totalement maîtriser la technologie utilisée et la faire évoluer en lui apportant des améliorations
- modifier un instrument existant
  - comprendre comment fonctionne l'appareil photo numérique existant et le modifier
  - contourner des points associés aux utilisations pour lesquelles l'appareil n'est pas prévu (déporter la carte mémoire, limiter la consommation d'énergie en mode veille)

  fournit des appareils performants mais solution peu évolutive

Première solution : réinventer la roue

Solution la plus satisfaisante d'un point de vue ingénierie, mais difficile à faire aboutir en comparaison des solutions commercialement disponibles.





[3] C. Ferrandez, J.-M Friedt, K.P. Yew, D. Fuin, H. Guyennet, *An autonomous sensor platform including a high resolution camera for harsh environments*, Rencontres Mondiales du Logiciel Libre 2006 (Nancy)
[4] S. Guinot, J.-M Friedt, *Stockage de masse non-volatile : un block device pour MultiMediaCard*, GNU/Linux Magazine France, Hors Série 25 (Avril 2006)
[5] S. Guinot, J.-M Friedt, *La réception d'images météorologiques issues de satellites : utilisation d'un systme embarqué*, GNU/Linux Magazine France, Hors Série 24 (Février 2006)

[6] J.-M Friedt, S. Guinot, *Introduction au Coldfire 5282*, GNU/Linux Magazine France, **75** (Septembre 2005)

Solution développée en laboratoire

Intérêt :

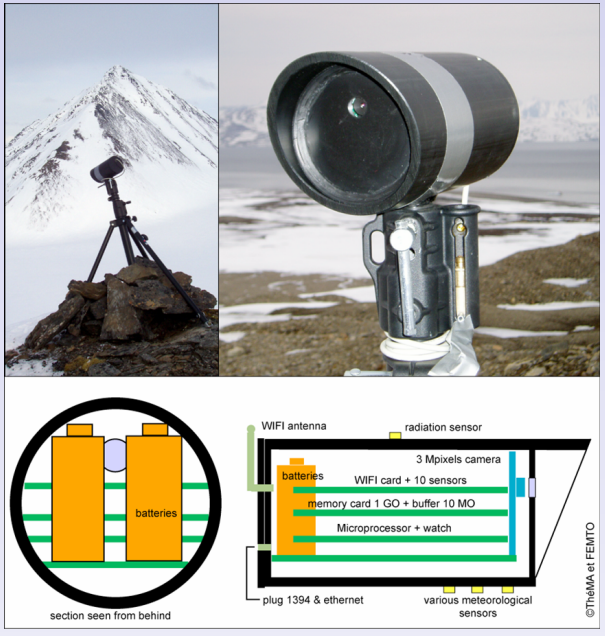
- obtention des données brutes du capteur CMOS sans artéfact de compression
- capacité à transmettre les images en temps réel si un lien longue distance existe (sortie ethernet)
- ajout possible d'autres capteurs échantillonés de façon synchrone avec la capture d'images

mais

- difficulté à obtenir des images de qualité professionelle (ajustement des conditions de prises de vue, **optique**)
- vu les difficultés à mettre en œuvre un capteur 3 Mpixels, il est peu probable que cette solution puisse évoluer aussi vite que les appareils commerciaux (RAM, documentation et fourniture composants).

Tests





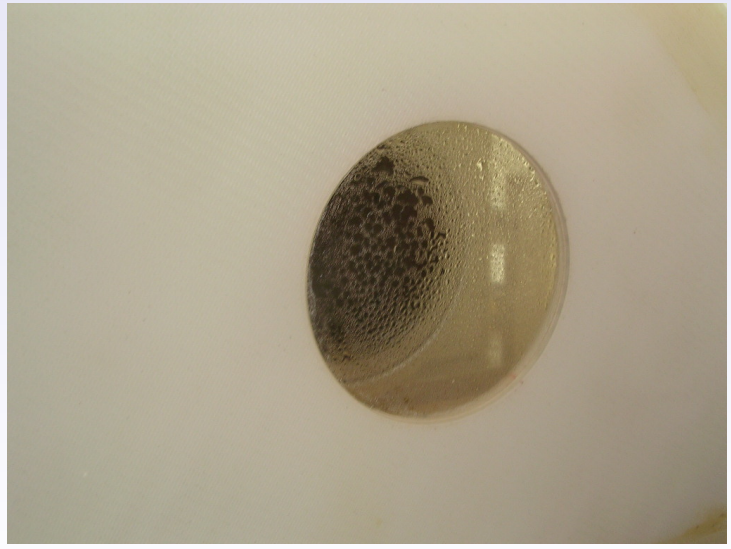
Cette solution est en attente de finalisation car

- difficile de stocker rapidement l'image sur carte mémoire (=consommation excessive)
- la possibilité de transmettre les images en temps réel est abandonnée (restriction de l'utilisation de la liaison RF)
- impossible d'obtenir une optique de qualité comparable aux appareils photos

Seconde solution : modifier un appareil existant

- Choix d'un appareil compact motorisé muni d'une excellente optique mais peu propice aux modifications.
- Le circuit électronique développé simule l'appui sur des touches par une utilisateur : extensible à tout type d'appareil (photographique ou non), et notamment APN reflex plus propice aux modifications de leur fonctionnement.





Estimation de l'autonomie

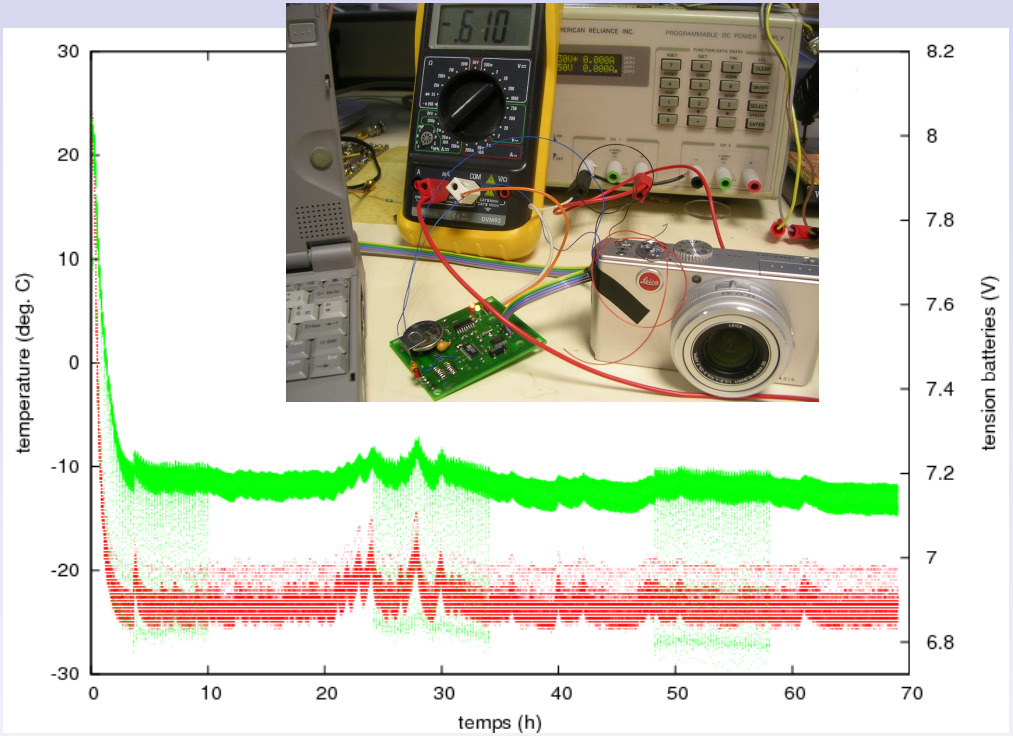
Consommations :

Circuit de commande :
700 μA sous 3,3 V
(entrée $> 3,8$ V)
Leica Deluxe 3 :
courant de fuite=7 mA

tension (V)	allumage (mA)	stable (mA)	photo (mA)
5.0	700	320	400
4.5	790	360	420
4.0	1000	410	520
3.8	1040	470	
3.5	1260	490	530

Pour comparaison :
Nikon D200 :
courant de fuite=0 mA

tension (V)	allumage (mA)	stable (mA)	photo (mA)
13.5	280	250	1400
13.0	300	260	1490
12.5	290	270	1400
12.0	310	280	1400





Alimentations *séparées* du circuit de commande et de l'appareil :

- l'appel de courant lors de la mise sous tension de l'appareil numérique motorisé est un problème majeur : la pile doit être capable de débiter rapidement
- le circuit de commande n'est pas affecté par l'appel de courant de l'appareil photo lors de la mise sous tension
- même si l'appareil ne se réveille pas, le circuit de commande continue à fonctionner
- Circuit de commande : piles 5 A.h $\Rightarrow$ 9 mois d'autonomie
- Appareil numérique : piles 5 A.h, 15 s/photo $\Rightarrow$ 1200 photos ou 10 mois à 4 photos/jour



$\Rightarrow$ changer les piles et les cartes mémoire tous les 6 mois

Tests en conditions réelles

- Validation de la tenue aux conditions climatiques et températures
- Procédure de cadrage des prises de vues et de récupération des photos stockées sur carte mémoire
- Stabilité de l'appareil à ces manipulations





Intervalle de prises de vues

Suréchantillonage afin de maximiser les chances d'une photo avec de bonnes conditions d'illumination chaque jour





Départ de la séquence à heure prédéfinie tous les jours, puis un certain nombre de photos à intervalles réguliers (ne pas prendre de photos pendant la nuit).

Capture d'événements brefs

- Ne déclencher la prise de vue que lors d'une chute de séracs
- Nécessite une machine puissante capable de traiter plus de 25 images/seconde et suffisamment de mémoire pour un tampon rotatif mémorisant l'état de l'image *avant* l'événement.
- Détection du mouvement par `motion` sous GNU/Linux [7] (`http://www.lavrsen.dk/twiki/bin/view/Motion/WebHome`).
- Le point crucial est de déterminer le seuil de détection de mouvement et d'éviter la saturation du support de stockage entre deux récupérations de données.

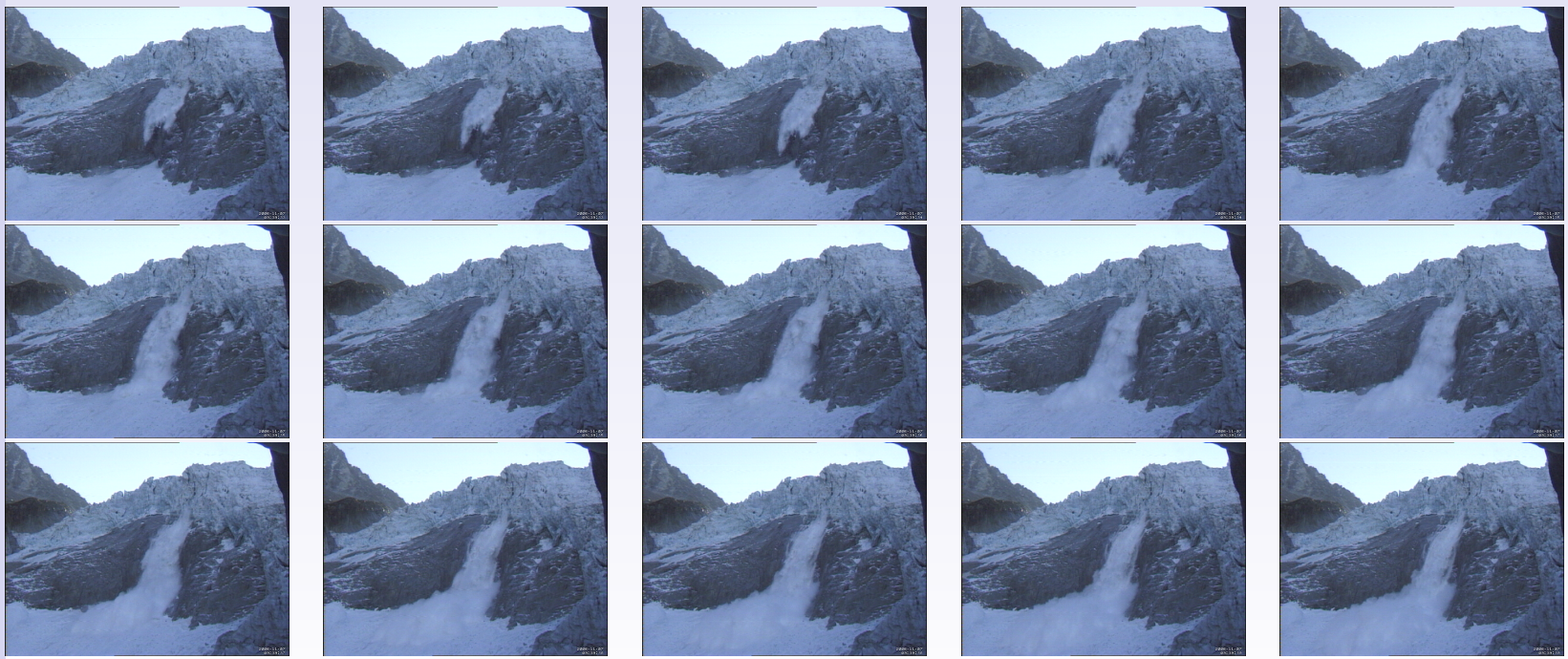




[7] J.-M Friedt, É. Carry, *Prises de vues automatiques*, GNU/Linux Magazine France, Hors Série 27 (Octobre 2006)

Capture d'événements : optimisations

- Élimination des images prises la nuit (bruit de la caméra) par calcul des lever/coucher de soleil au moyen de `remind`.
- Limité pour le moment à de la résolution moyenne (flux vidéo)
- En cours de transfert vers une carte ACME Fox (GNU/Linux) dont la consommation est la fraction de celle d'un PC



Conclusion

- étude de diverses méthodes de capture d'images haute résolution en environnement glacier
- exploration de deux solutions : un instrument conçu pour cette tâche ou la modification d'appareils existant
- la réalisation d'un appareil photo autonome n'est pas qu'un problème d'électronique mais nécessite de résoudre tous les problèmes d'un *système* (optique, gestion d'énergie, mécanique)
- fourniture dans des délais brefs d'appareils fonctionnels afin d'amorcer l'étude au plus tôt



Travail de G. Weisenhorn et P. Pamba Capo-Chichi Medetonhan, Laboratoire d'Informatique de Franche Comté (LIFC), Besançon

Perspectives

L'étude actuelle doit être complétée par

- le remplacement de l'appareil photo compact par un reflex (focale fixe)
- l'ajout d'une source d'énergie externe (panneau solaire) associée à la sélection d'une batterie rechargeable appropriée
- compléter les images par des informations pertinentes sur l'environnement de prise de vue (température, point de rosée ...) acquises de façon synchrone à l'image

Financement de l'ANR dans le cadre du projet Hydro-Sensor-Flows.

Remerciements à Emosson S.A. pour l'accès aux installations sous le glacier d'Argentière