

**Titre du projet :** Suivi RFID des zones de déclenchement de laves torrentielles (versants instables et lits torrentiels)

*Volet : Recherche*

*Porteur du projet : Laurent BAILLET*

*Laboratoires impliqués : ISterre / IRSTEA*

## Bilan du projet pour l'année/la période

### Bilan d'activité

Pour le suivi des versants instables, le porteur du projet a testé la précision des capteurs RFID passifs pour le suivi des versants instables. Les premiers résultats en 2015 en extérieur ont été extrêmement encourageants puisque la précision sur la mesure du déplacement d'un capteur est de l'ordre du mm pour des distances entre les antennes et le capteur allant jusqu'à 100m. Les tests de triangulation (figure 1) ont montré l'intérêt du développement de cette technologie pour les mouvements de terrain. Durant l'année 2016, l'influence des paramètres environnementaux (température, pluie, gel, neige) sur la phase mesurée sur chaque capteur RFID a été étudiée sur de longues séries temporelles. En 2017 la technologie RFID est en cours d'installation sur le mouvement de terrain du Pont de Bourquin en Suisse. Les mesures des déplacements obtenus par les RFID seront comparés aux relevés extensométriques, photogrammétrique et LIDAR.

Plusieurs campagnes de déploiement et d'inventaire de tags RFID passifs ont été réalisées en 2014 sur les sites instrumentés du Réal (figure 2) dans les Alpes-Maritimes et du Manival en Isère, dans le but de caractériser la mise en mouvement et les distances de propagation des sédiments grossiers transportés sous forme de laves torrentielles. Deux types de tags passifs basse fréquence (134.2 kHz) ont été utilisés : (1) des tags de type ampoule de verre de 32 mm détectables à 1 m (RI-TRP-WR2B) ; (2) des tags cylindriques Jumbo de 120 mm détectables à 2 m (RI-TRP-W9TD). Ces tags ont été incorporés dans les blocs directement sur site, à l'aide d'un perforateur, le long de plusieurs transects situés à proximité des stations de suivi des écoulements torrentiels (50 tags Jumbo et 350 tags 32 mm déployés sur les 2 sites). Un suivi des transects par GPS différentiel, combiné à un suivi large échelle par photogrammétrie SfM à partir de prises de vues au sol, a permis d'obtenir des

informations complémentaires sur la dynamique du lit dans les secteurs équipés de tags. L'analyse des premiers résultats sur le site du Réal montre des taux de retour de 75% et de 40% pour les blocs équipés de tags 120 mm et 32 mm, respectivement. La quasi-totalité des traceurs déployés ont été remobilisés au cours d'une lave survenue en juin 2014. Sur le site du Manival, aucun mouvement n'a été détecté à ce jour. Sur le site du Réal, l'analyse des données, encore en cours, ne montre aucun tri sélectif, avec des blocs de 0.8 m de diamètre transportés sur une distance de 1.5 km. L'analyse en cours des écoulements à l'origine de la mobilisation des blocs devrait permettre à terme d'évaluer l'efficacité prédictive de la contrainte seuil de mise en mouvement (fonction de Shields) pour des écoulements de type lave torrentielle.

Pour l'étude des seuils de mise en mouvement des particules en fonction des sollicitations induites par les écoulements, les pit-tags achetés (marqueurs radio-fréquence passifs) ont été utilisés sur la zone expérimentale du plan des eaux dont la dynamique sédimentaire est présentée par Godon (2013, Fig. 3). Les pit-tags ont été mis en place à la fin du printemps 2014, ce qui a permis le suivi de leur déplacement durant une année (Juin 2014-avril 2015) grâce à l'utilisation d'une antenne. Ce travail a été exploité dans le cadre du stage de licence de Raharinony (2015, voir Figure 5). Les résultats complémentaires obtenus grâce à l'antenne fixe (Fig. 4) seront repris plus en détail dans le cadre de la thèse H. Guillon (en préparation).

### Illustrations

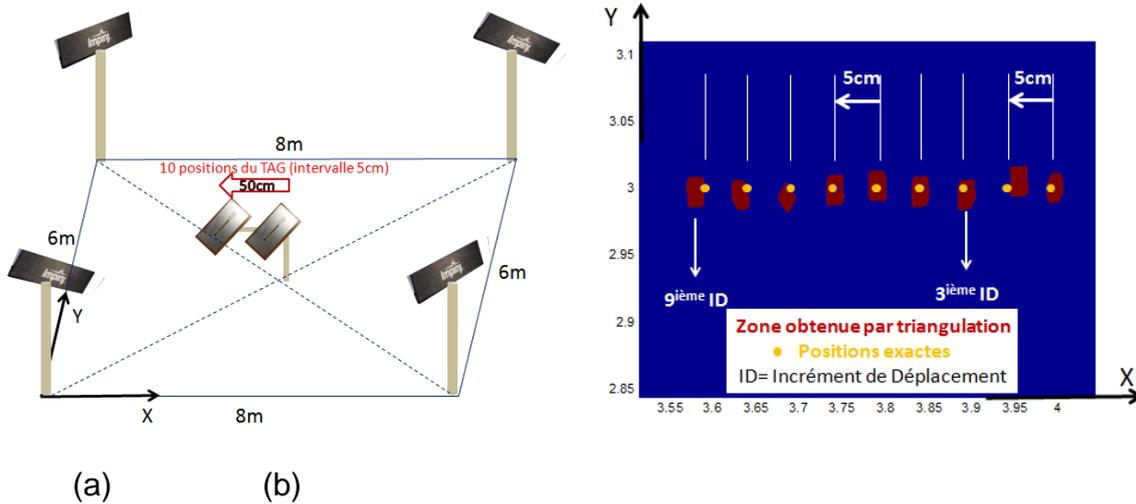


Figure 1 : a. Schéma du dispositif expérimental b. Localisation du TAG passif pour les 9 incréments de déplacement (source : rapport interne Laurent BAILLET, ISTERre)

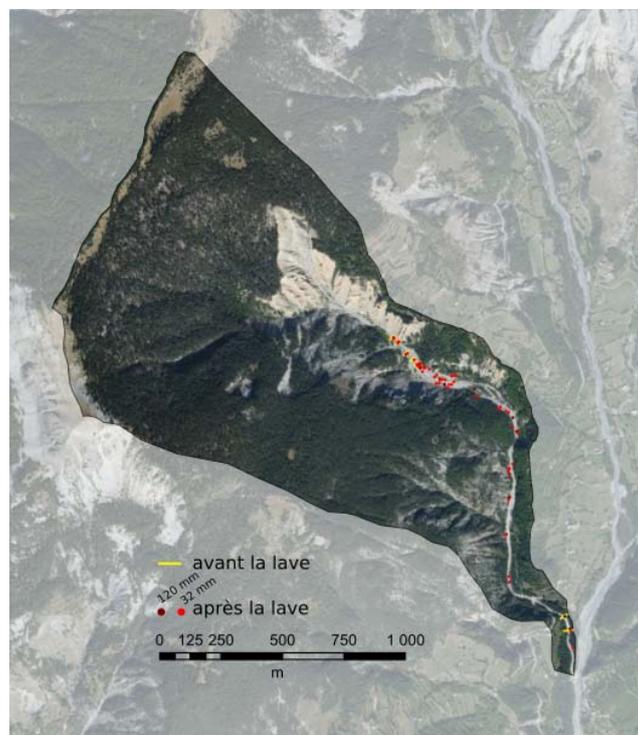


Figure 2. Déplacements de blocs obtenus sur le site du Réal à partir de tags RFID passifs suite à l'occurrence d'une lave torrentielle en juin 2014 ; en jaune, les sites de déploiement des traceurs ; en rouge, les traceurs de 120 et 32mm retrouvés après la crue. (source : Frédéric LIEBAULT, IRSTEA)

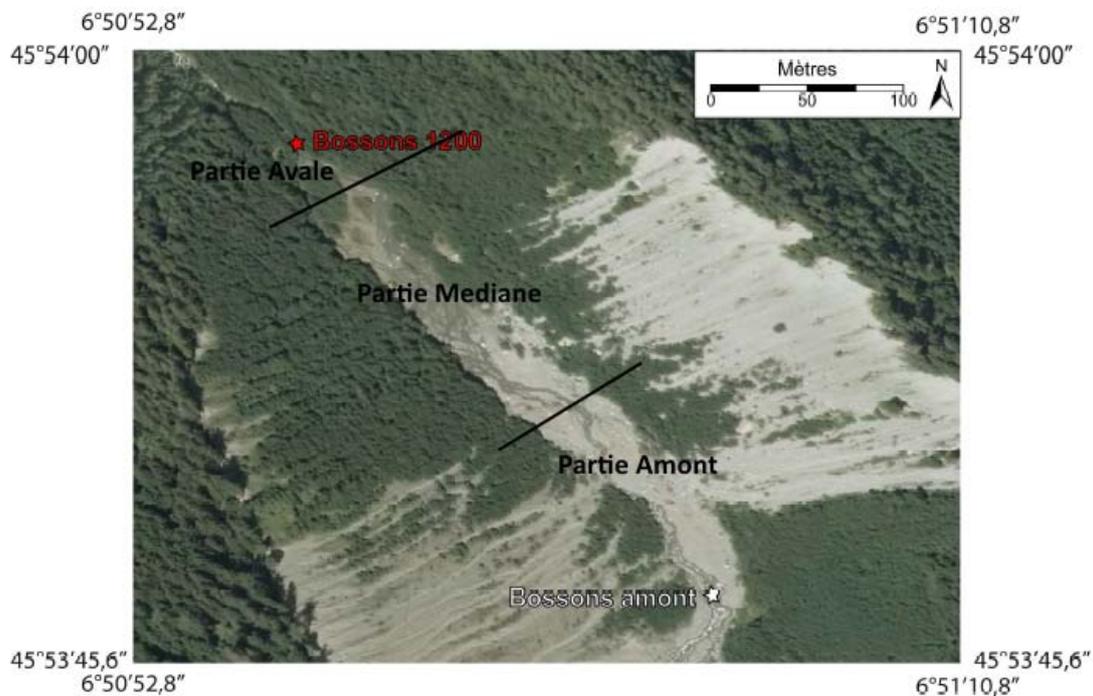


Figure 3 : zone expérimentale du domaine pro-glaciaire des Bossons (Godon et al., 2013) (source : Jean-Louis MUNIER, ISTerre)

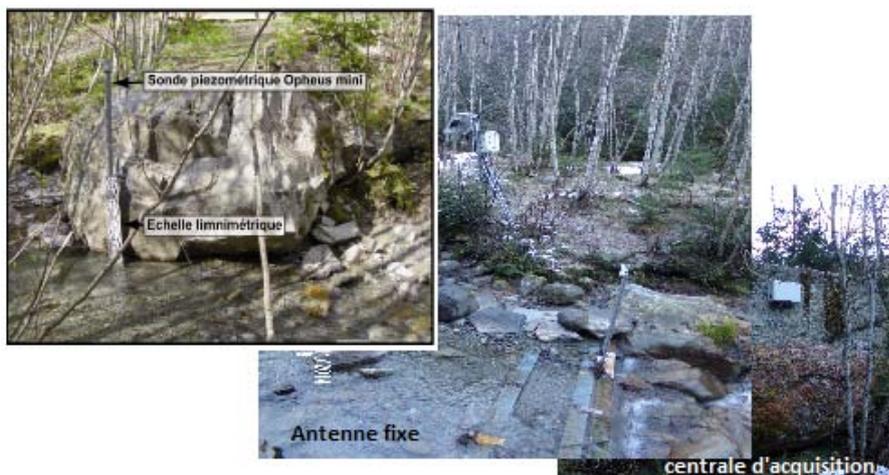


Figure 4: Station hydro-sédimentaire « Bossons 1200 » pour estimation des transports solides (charge en suspension et de fond). L'antenne fixe enregistre le passage des galets porteurs d'un pit-tag en aval de la plaine (thèse Guillon, en préparation) (source : Jean-Louis MUNIER, ISTerre)

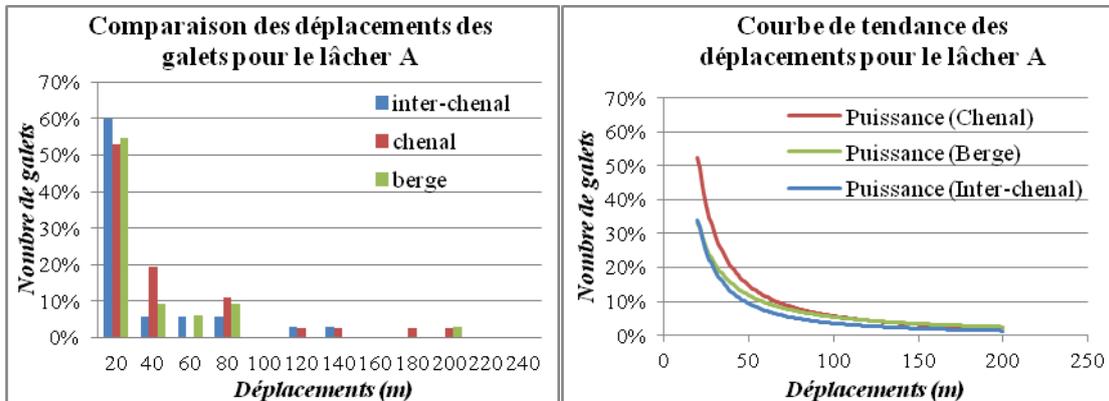


Figure 5: Déplacements des galets pour le lâcher A en fonction de leur position initiale : dans les chenaux, sur les berges ou position inter-chenaux (année 2014-2015) (source : Jean-Louis MUNIER, ISTerre)

## **Production scientifique** (*articles scientifiques, actes de congrès...*)

- Cécile Godon (2013) L'érosion dans les environnements glaciaires: exemple du glacier des Bossons (France), thèse université Grenoble, 244 p. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00909603>  
Réalisée dans le cadre de l'ANR ERDAIps.
- Hervé Guillon (soutenance décembre 2015) production de sédiments au pourtour d'un glacier et impacts du réchauffement climatique: apport de l'observation à l'aval du glacier des Bossons; Thèse université de Savoie.
- Raharinony Dina (2015) Comparaison des vitesses de déplacement des galets situés dans les lits principaux et sur les berges dans la zone alluviale à l'avant du glacier des Bossons (Chamonix). stage licence STE L3 (Université de Savoie). 30 p.
- Bel, C., Liébault, F., Bellot, H., Fontaine, F., Laigle, D., Navratil, O., 2014. Debris flow monitoring in the French Alps, in: Schleiss, A.J., de Cesare, G., Franca, M.J., Pfister, M. (Eds.), River Flow 2014. Taylor & Francis Group, London, pp. 1589-1595 (poster).
- Bel, C., Navratil, O., Liébault, F., Fontaine, F., Bellot, H., Laigle, D., 2015. Monitoring Debris Flow Propagation in Steep Erodible Channels, in: Lollino, G., Arattano, M., Rinaldi, M., Giustolisi, O., Marechal, J.C., Grant, G.E. (Eds.), Engineering Geology for Society and Territory. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 103-107 (communication orale).
- Liébault, F., Chapuis, M., Bellot, H., Deschâtres, M., 2015. Utilisation de traceurs RFID en contexte torrentiel. Workshop Traceurs-Poissons-Sédiments, Lyon, 3 April 2015 (communication orale).
- Bel, C., Liébault, F., Bellot, H., Fontaine, F., Laigle, D. 2015. Debris-flow initiation in the Réal Torrent, French Alps. Towards an Improved Sediment Management in the Alpine Space, SedAlp Final Conference, Bolzano-Bozen, Italy, 9-10 June 2015 (poster).
- Bel, C., Liébault, F., Navratil, O., Bellot, H., Fontaine, F., & Laigle, D. (2015). Debris-flow initiation in the Réal Torrent, French Alps. 6th International Conference on Debris Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment, Tsukuba, Japan, 22-25 June 2015 (poster).
- Spitoni, M., 2014. Suivi des changements géomorphologiques de deux torrents actifs des Alpes françaises via l'utilisation de la stéréophotogrammétrie multi-vue et le traçage RFID des sédiments. Unpublished Master Thesis, Université de Strasbourg, 75 pp.
- Sibeud Florian (2015) Programmation et mise au point d'une chaîne de mesures de déplacement pour TAG passifs et semi-passifs. Stage M1 (ESIGELEC). 28 p.
- Otniel SOVOESSI (2015) SUIVI DE GLISSEMENT ROCHEUX A PARTIR DE LA TECHNOLOGIE RFID. Stage M1 (ESIGELEC). 38 p.
- Le Breton M., Baillet L, & al. Outdoor meteorological effects on UHF RFID phase shift: experimental simulations, 2017 IEEE International Conference on RFID.



Ce projet est soutenu par le Laboratoire d'Excellence OSUG@2020 (ANR10 LABX56) financé par le programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'Etat et mis en oeuvre par l'ANR.



**Bilan financier succinct** (avec suivant les cas : co-financements éventuels, équipements achetés, missions, recrutements divers, fonctionnements divers...)

Financement obtenu : 16 400 €

2k€: achat de 1000 Tag passif insérés dans des cailloux

2k€achat de 20 tags RFID semi-passif

2k€ achat d'antennes

2k€ achat cables

1.4k€: Achat emetteur-recepteur RFID

2k€: gratification stage M1

1.5k€: Achat petit matériel

2.5 k€Missions

1k€Frais de gestion