

Suivi de la mobilité des sédiments avec des galets synthétiques équipés de transpondeurs actifs à Ultra Haute Fréquence (a-UHT)

Mots-clés : transpondeur actif à ultra haute fréquence, galet synthétique

Type d'outil	Milieux étudiés	Disciplines mobilisées	Destinataires
<ul style="list-style-type: none"> - Méthodologie - Objet technologique 	<ul style="list-style-type: none"> - Cours d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Géomorphologie fluviale 	<ul style="list-style-type: none"> - Chercheurs - Bureaux d'études

OBJECTIFS

Suivre le déplacement des sédiments (galets, graviers) d'un cours d'eau pour mieux comprendre la dynamique de transport de sédiments grossiers dans les systèmes fluviaux (débits critiques de mises en mouvement, distances parcourues par les sédiments en fonction du temps, du débit et de la taille des particules).

CONTENU DE L'OUTIL

Depuis les années 2000, l'étude de la mobilité des sédiments des cours d'eau s'appuie sur la technique d'Identification par Radio-Fréquence (RFID) utilisant des Transpondeurs Passifs Intégrés (PIT tags) insérés dans des galets. Le succès et la généralisation de la méthode sont dus à quatre avantages principaux : (I) un coût faible (>5 US \$ par PIT tag), (II) une durée de vie potentiellement infinie des transpondeurs, donnant la possibilité d'effectuer des études sur le long terme, (III) une identification individuelle des particules permettant de suivre la formation de structures sédimentaires et d'étudier l'impact de flux locaux, et (IV) la possibilité d'équiper une large gamme de galets aux dimensions variables du fait de la taille réduite des transpondeurs ($\leq 32\text{mm}$). Des études sont régulièrement menées pour améliorer le dispositif (portée de détection et algorithme anticollision) néanmoins certaines limites demeurent : (I) une distance de détection faible ($< 1\text{m}$), notamment pour les particules enterrées trop profondément, (II) des phénomènes de « collision » (détection d'un seul signal lorsque les transpondeurs sont simultanément dans le champ de l'antenne) réduisant le taux de retour, (III) un effort de prospection important limitant la zone d'étude prospectée en un temps donné et (IV) une application limitée aux petits cours d'eau (les taux de retour pouvant chuter jusqu'à presque 20% pour de grands cours d'eau). Face à ce constat, les chercheurs de l'UMR 5600 « Environnement Ville Société » (EVS) se sont interrogés sur la pertinence et l'utilité des transpondeurs actifs à ultra haute fréquence (a-UHT) afin de pallier les défauts des PIT tags pour l'étude de la mobilité des sédiments dans les cours d'eau.

L'ESSENTIEL

L'utilisation des transpondeurs actifs UHT associés à des galets synthétiques constitue une amélioration des moyens d'étude du transport des sédiments dans les cours d'eau. En palliant les limites des PIT tags, cette méthode permet d'étendre les études aux grands cours d'eau. Encore en développement, cette technologie vise à se généraliser pour mieux comprendre les phénomènes de transport de charge.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> + Distance de détection décamétrique dans l'air et pluri-métrique dans l'eau ou les sédiments + Protocole anticollision + Temps et effort de prospection réduit + Possibilité d'étudier de grands cours d'eau (rivières en tresses ou système torrentiel très actif) 	<ul style="list-style-type: none"> - Taille des transpondeurs limitant et imposant l'utilisation de galets synthétiques pour l'étude des particules de petite taille (axe b $< 35\text{mm}$) - Prix élevé des transpondeurs ($\sim 40\text{€}$ l'unité) - Détection réduite quand le transpondeur est profondément immergé dans l'eau ($< 2\text{m}$) - Durée de vie des transpondeurs réduite (~ 5ans en fonction de l'intervalle d'émission du signal)

MISE EN ŒUVRE



Temps

Granulométrie et sélection des galets : 1j

Préparation des galets : 5-20 galets/h
selon leurs volumes

Prospection : fonction de la superficie de la zone
d'étude (rapide dans l'ensemble)

Moyens humains : 2

Compétences : Intermédiaire

Matériel

Transpondeurs actifs à ultra haute fréquence

Particules artificielles

Une antenne et un lecteur

Tablette numérique/ordinateur

GPS

Coûts : Application recherche : 40 € /
traceur + Coût des matières premières des
galets + Temps de travail des opérateurs
Application opérationnelle : ~ 80€/ particules
équipées

PRINCIPES

Basée sur une méthodologie similaire à celle des PIT tags, l'utilisation des transpondeurs actifs à ultra haute fréquence se différencie en deux points majeurs : l'usage de transpondeurs actifs émettant des signaux à une fréquence de 433,92MHz et l'utilisation de galets synthétiques.

Pour le choix des transpondeurs et du matériel de détection, l'UMR 5600 s'est équipée auprès de la société ELA Innovation basée à Montpellier. L'équipement se compose ainsi de tags RFID COIN, d'une antenne SLENDER III et d'un lecteur SCIEL READER RU.

Les transpondeurs, équipés d'une batterie, émettent un signal transmettant un code d'identification, le niveau de la batterie et une indication de la force du signal reçu (RSSI : Received Signal Strength Indication). L'émission de ce signal fait la force de ce dispositif en assurant une meilleure distance de détection. Ainsi un transpondeur peut être repéré jusqu'à 80m à l'air libre et jusqu'à 2.60m de profondeur et ce, dans un rayon de 4m. En comparaison, la portée de détection des PIT tags est inférieure à 1m quelle que soit la taille des PIT tags ou de l'antenne utilisée. Cependant cet avantage est contrebalancé par une espérance de vie plus courte dépendant de la batterie. Le temps d'activité du transpondeur peut être modulé en ajustant l'intervalle de temps entre chaque émission du signal (en secondes). Pour repère, le fournisseur assure une durée de vie de 5 ans pour un signal toutes les 2,2s. Le choix du temps de récurrence modifie aussi la probabilité de détection par un opérateur mobile et la précision de la localisation des particules (Cassel et al. 2017). Il doit donc être pensé en fonction des objectifs d'étude (échelle spatiale et temporelle).

Par ailleurs, en raison des dimensions importantes du transpondeur actif (24mm de diamètre et 5mm d'épaisseur), l'intégration dans des sédiments naturels de petites tailles devient impossible et induit une fragilité accrue pour les particules de plus grande taille. De ce fait, les transpondeurs actifs UHT sont généralement utilisés en association avec des galets artificiels développés au sein de l'UMR 5600. Composés d'une résine de polyuréthane et de corindon, les galets artificiels sont sensibles à l'usure par attrition mais ont une résistance accrue à la fracture. Suite aux tests effectués par Cassel M., Piégay H. et Lavé J. (2016), ceux-ci semblent incassables. De plus, leur composition n'affecte pas la transmission des signaux et permet d'atteindre des densités de 2,6g/cm³. Celle-ci permet de mimer au mieux le comportement des sédiments d'un cours d'eau. Les galets artificiels permettent ainsi d'étudier des particules dont les dimensions sont très proches de celles des transpondeurs, avec un risque de fracture et de destruction du dispositif mineur.

La fabrication des galets artificiels est réalisée à partir du moulage de cailloux prélevés dans le cours d'eau et que l'on souhaite suivre. La sélection des traceurs se fait de la même manière que pour les PIT tags et en fonction de la problématique abordée. Pour cela, la granulométrie du lit ainsi que les dimensions moyennes des particules (axes a, b et c) sont évaluées afin de sélectionner des tailles représentatives des sédiments du cours d'eau.

Les avantages des galets synthétiques ouvrent de nouvelles opportunités pour l'étude du transport des sédiments dans les cours d'eau à charriage intense (Cassel et al. 2020). En effet, appliqués aux PIT tags, ceux-ci permettront d'étendre la gamme des particules étudiées grâce à leur taille réduite en comparaison avec les transpondeurs actifs. Et leur résistance assure des pertes limitées et ce, d'autant plus que les études se font sur le long terme.

PERSPECTIVES ET PRECONISATIONS

Depuis sa mise au point, la méthode a été utilisée à plusieurs reprises, sur le Rhône (barrage de Jons, brèche de Neyron), sur le Buëch, la Rhue, la Séveraise, la Durance Ces études ont permis des retours d'expérience positifs et encourageants quant au taux de retour assez élevé eu égard aux temps de prospection courts pour les atteindre. Le traitement de ces informations permettra à l'avenir de parfaire la technique et de faire des préconisations en vue de son utilisation généralisée par des gestionnaires.

En ce qui concerne les particules artificielles, le savoir-faire de leur conception n'est actuellement maîtrisé que par l'UMR 5600 (pour des applications recherches). Les droits d'exploitation commerciale ont été transférés au bureau d'étude GeoPeka.

PERSONNES RESSOURCES

Mathieu CASSEL

Labo/structure UMR 5600 Environnement Ville
Société, ENS Lyon
mathieu.cassel@ens-lyon.fr

Hervé/ PIEGAY

Labo/structure UMR 5600 Environnement Ville
Société, ENS Lyon
herve.piegay@ens-lyon.fr
Tel : 04 37 37 63 51

GeoPeka

Idees.projets.questions@geopeka.com

DOCUMENT(S) SOURCE

Cassel M., Piégay H., Lavé J., (2016), Effects of transport and insertion of radio frequency identification (RFID) transponders on resistance and shape of natural and synthetic pebbles: applications for riverine and coastal bedload tracking, Earth surface processes and landforms, 15 pages

Cassel M., Dépret T., Piégay H., (2017), Assessment of a new solution for tracking pebbles in rivers based on active RFID, Earth surface processes and landforms, 14 pages

Cassel, M., Piegay, H., Fantino, G., Lejot, J., Bultingaire, L., Michel, K., & Perret, F. (2020). Comparison of ground-based and UAV a-UHF artificial tracer mobility monitoring methods on a braided river. Earth Surface Processes and Landforms, 45(5), 1123-1140.

AUTEUR(S)

CASSEL M., DEPRET T., LAVE J., PIEGAY H.

STRUCTURE(S) PORTEUSE(S) DU PROJET

UMR 5600 « Environnement Ville Société », ENS Lyon

SITES ET OBSERVATOIRES DE LA ZABR MOBILISES

Développé sur l'Ain et le Rhône (OHM-VR : Observatoire Homme Milieu – Vallée du Rhône) et le site « rivières en tresses »

THEMATIQUES ZABR ABORDEES

Flux, formes, habitats et biocénoses

PROJET

L'utilisation des transpondeurs actifs à ultra haute fréquence ainsi que la mise au point des galets synthétiques est une idée qui a été développée dans le cadre de la thèse de Mathieu Cassel au sein de l'UMR 5600.