

FICHE SYNTHETIQUE D'INFORMATION PUBLIQUE SUR UNE OPERATION DE TRAÇAGE

Traçage des pertes du ruisseau de Limère aux sources de L'Archer (Loiret)

Bastien GUENAND¹, Tristan HYVERNAT¹, Alexandre FERREIRA TORCATO¹, Kevin PERRETTE¹, Jérôme PERRIN², Jacques MUNEROT², Nevila JOZJA³, Christian DÉFARGE^{1,3}

1 : Ecole d'ingénieurs Polytech'Orléans ; 2 : Spéléologie Subaquatique Loiret ; 3 : Cellule R&D CETRAHE de l'Université d'Orléans <https://www.univ-orleans.fr/fr/cetrahe>

PRÉSENTATION

Le **traçage artificiel** des eaux souterraines est une méthode pratique et rapide de reconnaissance des écoulements souterrains. C'est une "procédure expérimentale" visant à rendre apparent et observable le déplacement de l'eau souterraine dans un aquifère suivant une ou des trajectoire(s) supposée(s) entre un point d'origine et un ou plusieurs autres points. La réalisation d'essais de traçage dans une région peut mettre en évidence les liens souterrains entre les pertes des cours d'eau et des résurgences afin d'avoir une **meilleure connaissance de l'hydrographie locale** et de permettre une **meilleure gestion de ses eaux**.

Le travail présenté ici s'inscrit dans une étude par traçages des sources karstiques et eaux souterraines au **sud de la Loire**, dans le secteur du **nord de la Sologne**. Les terrains de ce secteur sont situés soit dans le lit majeur de la Loire, soit sur un substratum géologique composé de 3 niveaux d'aquifère, de haut en bas : les sables et argiles de Sologne (du Néogène), les marnes de Blamont (de l'Aquitaniens Supérieur) et le calcaire de Pithiviers (de l'Aquitaniens Supérieur, à une vingtaine de mètres de profondeur).

Le **16 janvier 2023**, nous avons réalisé une **opération de traçage à partir des pertes karstiques du ruisseau de Limère (Ardon)**, avec comme points de surveillance les **sources de l'Archer (anciennement de la Pie, à Saint-Hilaire-Saint-Mesmin)**, les **sources de Bellevue et Lepiller (La Chapelle-Saint-Mesmin)**, des **sources du Loiret (Bouillon, Béchets, pont Saint-Nicolas)** et la **rivière de l'Ardoux (à Cléry-Saint-André ; voir situation géographique dans les Figs. 1, 2 et 7)**.



Fig. 3 : Vue de l'une des dolines de Limère.

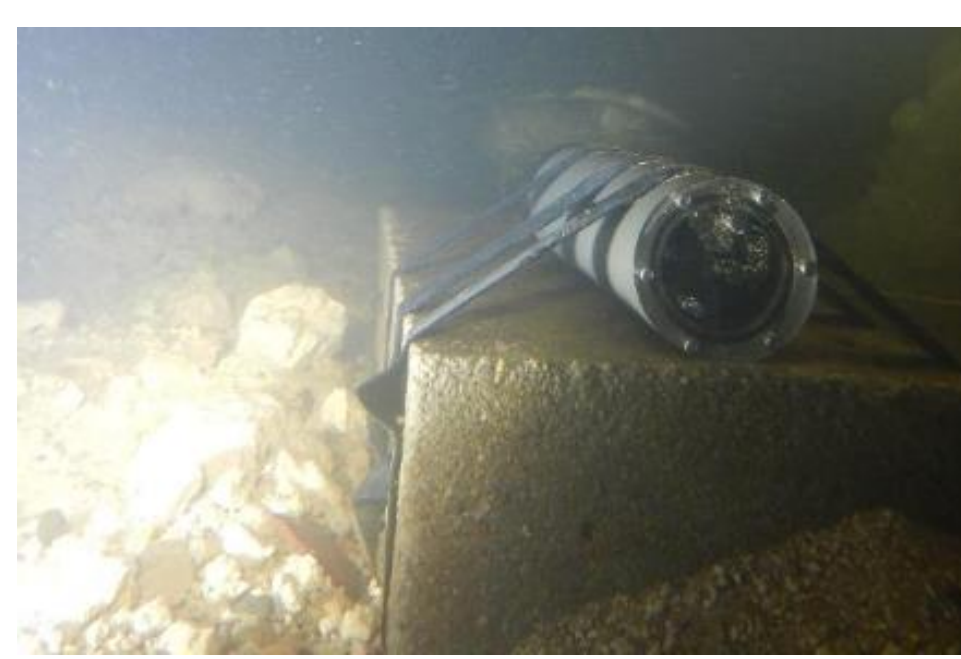
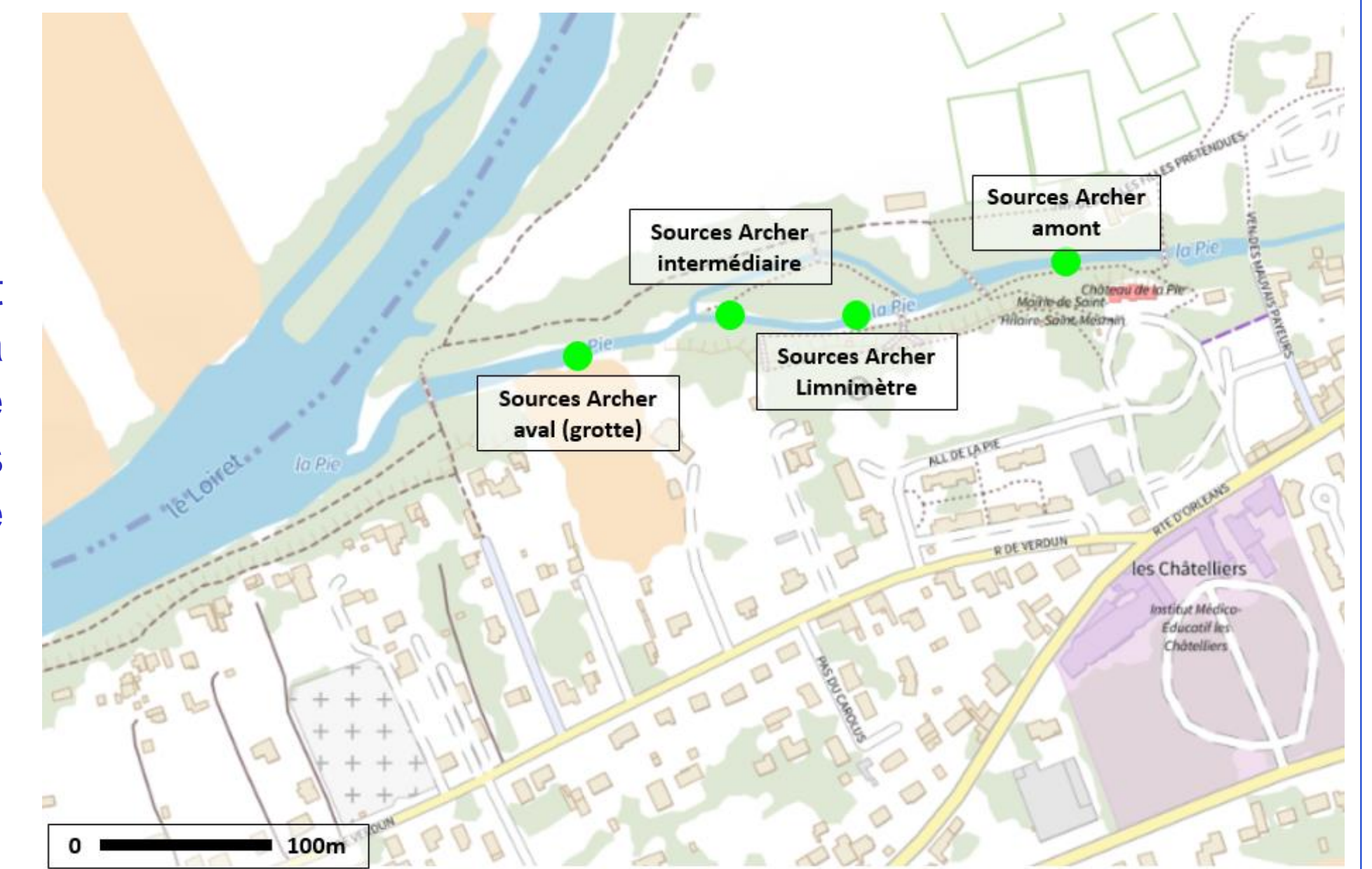
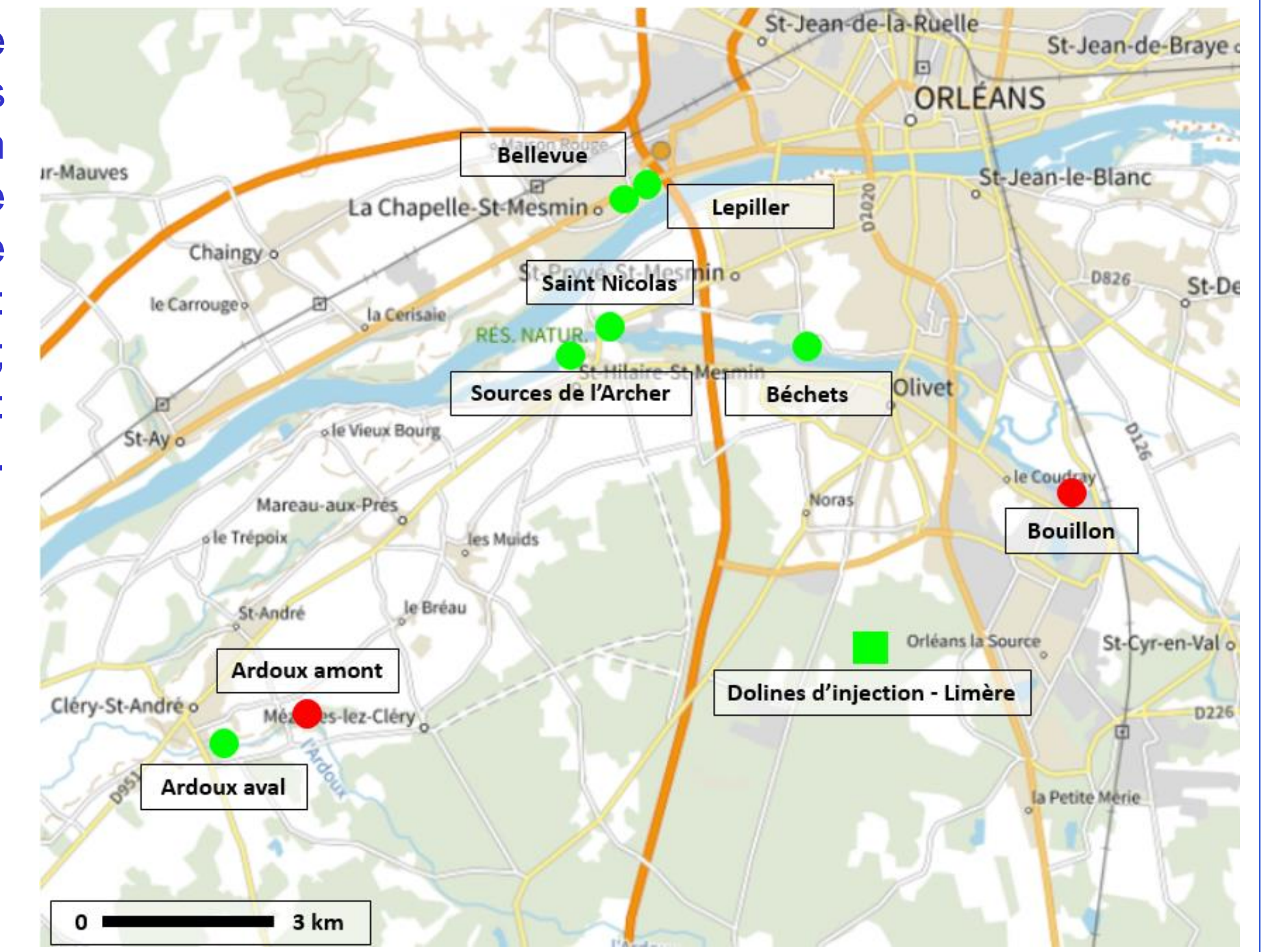


Fig. 4 : Installation du fluorimètre STREAM à l'une des sources de l'Archer.



Fig. 5 : Installation d'un préleveur automatique à la source de l'Archer amont.

Fig. 1 : Carte des points d'injection (carré) et de surveillance (ronds ; verts : positifs ; rouges : négatifs).



Le traceur utilisé est l'**uranine** (voir caractéristiques ci-dessous). Nous en avons injecté **9 kilogrammes** (mis en solution sur place avec l'eau du ruisseau de Limère) aux dolines de Limère (voir photos de l'injection Figures 8 et 9).

CARACTÉRISTIQUES DU TRACEUR

Un **traceur** est une substance introduite dans une masse d'eau en mouvement et qui, mélangée à cette eau, permet d'en étudier l'écoulement ou la circulation. Il existe de nombreux traceurs, ce qui permet de choisir de façon pertinente celui qui conviendra le mieux à chaque milieu et à chaque opération en fonction des critères retenus. Notre choix s'est porté sur un traceur fluorescent, l'uranine.



Fig. 6 : Échantillon d'uranine en poudre.

L'**uranine** (ou fluorescéine sodique) est le traceur le plus utilisé car il présente plusieurs avantages : grand rendement de fluorescence, quasi-absence dans les eaux naturelles, basses limites de détection permettant de l'identifier même à des concentrations très faibles (de l'ordre de 1 nanogramme par litre, par exemple, sur nos appareils), faible coût.

L'uranine est sans danger pour l'Être humain et les animaux et sans effet pour le milieu naturel aux concentrations utilisées.

RÉSULTATS DU TRAÇAGE

Les échantillons prélevés par préleveur automatique (Fig. 5) ou manuellement à la source de l'Archer ont été analysés à CETRAHE à l'aide d'un spectrofluorimètre Hitachi F2500. Les autres points ont été surveillés par un fluorimètre STREAM (TRAQUA) ou des fluocapteurs (charbons actifs, également analysés à CETRAHE).

Les mesures de **fluorescence en fonction du temps** ont permis de constater l'arrivée de l'uranine dans la majorité des points de prélèvement et de la quantifier à la source de l'Archer. Les seuls points ayant donné un résultat négatif sont la source du Bouillon et l'Ardoux amont (Fig. 1). Le fait que le traceur ait été détecté en aval de l'Ardoux semble indiquer que la résurgence (Source bleue) entre ces deux points est connectée au drain karstique des pertes de Limère. Les courbes de restitution du traceur en fonction du temps sont présentées ci-dessous, ainsi que les paramètres hydrodynamiques du transit qu'il a été possible d'en déduire (Figures 10-12).

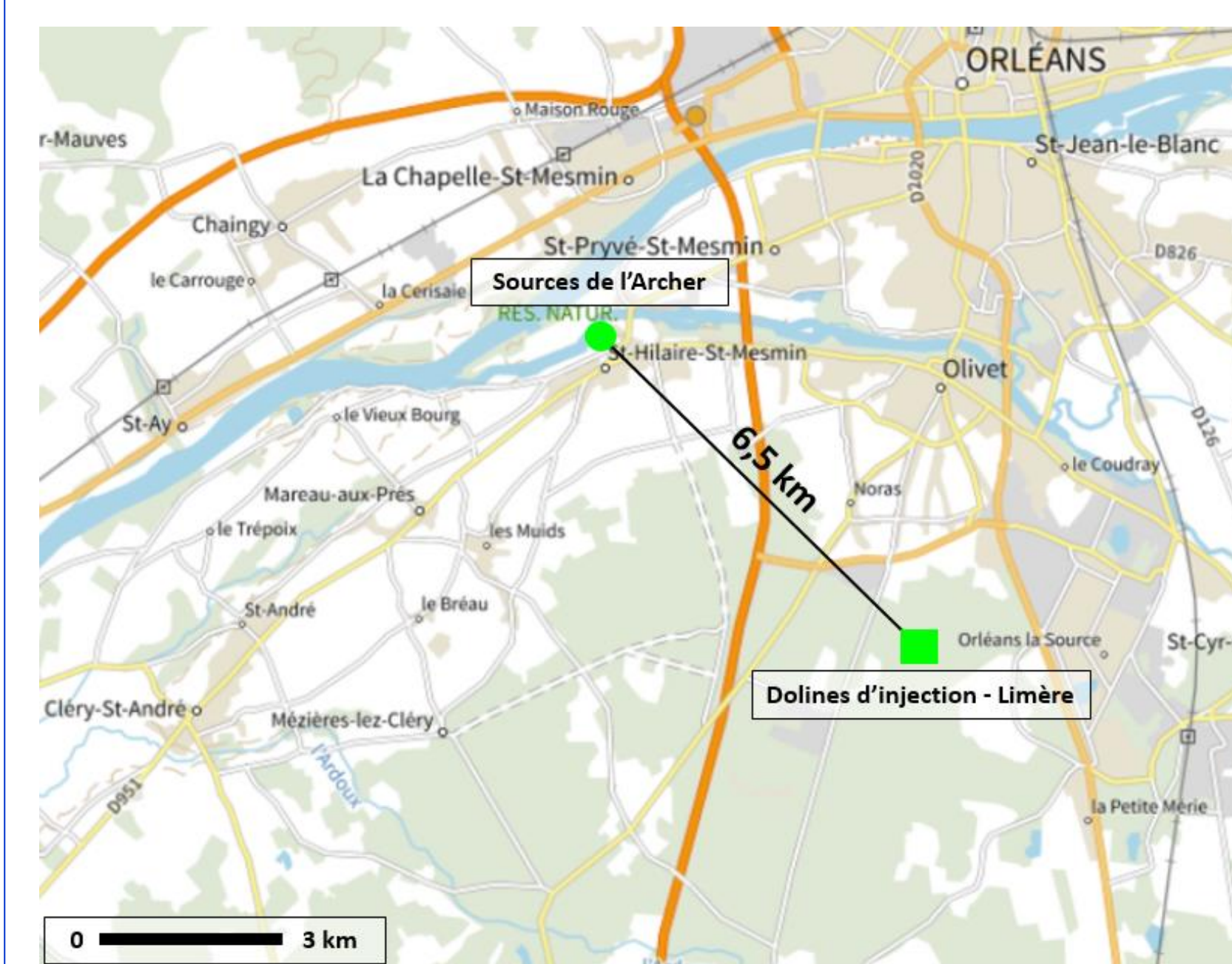


Fig. 8 : Injection du traceur.



Fig. 9 : Site après l'injection.

OBJECTIFS



Le but de ce traçage était de vérifier si les **pertes de Limère** et les **sources de l'Archer** sont connectées via un réseau karstique, et dans un même temps, déterminer le parcours des eaux s'infiltrant au niveau des **pertes de Limère**.

Fig. 7 : Distance géographique entre le point d'injection et les points de surveillance à la source de l'Archer. Point d'injection (point carré) : dolines de Limère. Point de surveillance (point rond) : sources de l'Archer.

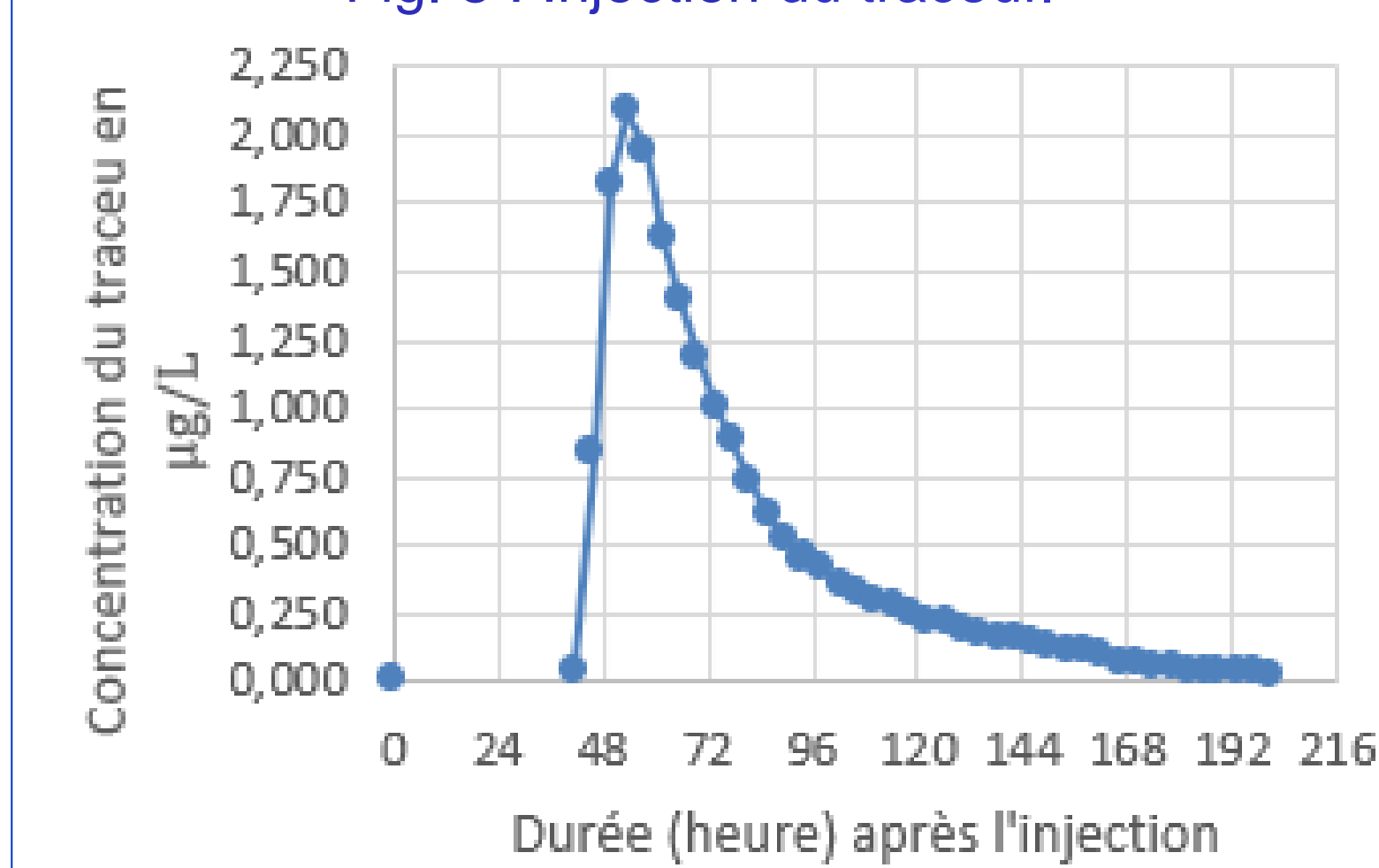


Fig. 10 : Courbe de restitution de l'uranine en fonction du temps à la source de l'Archer.

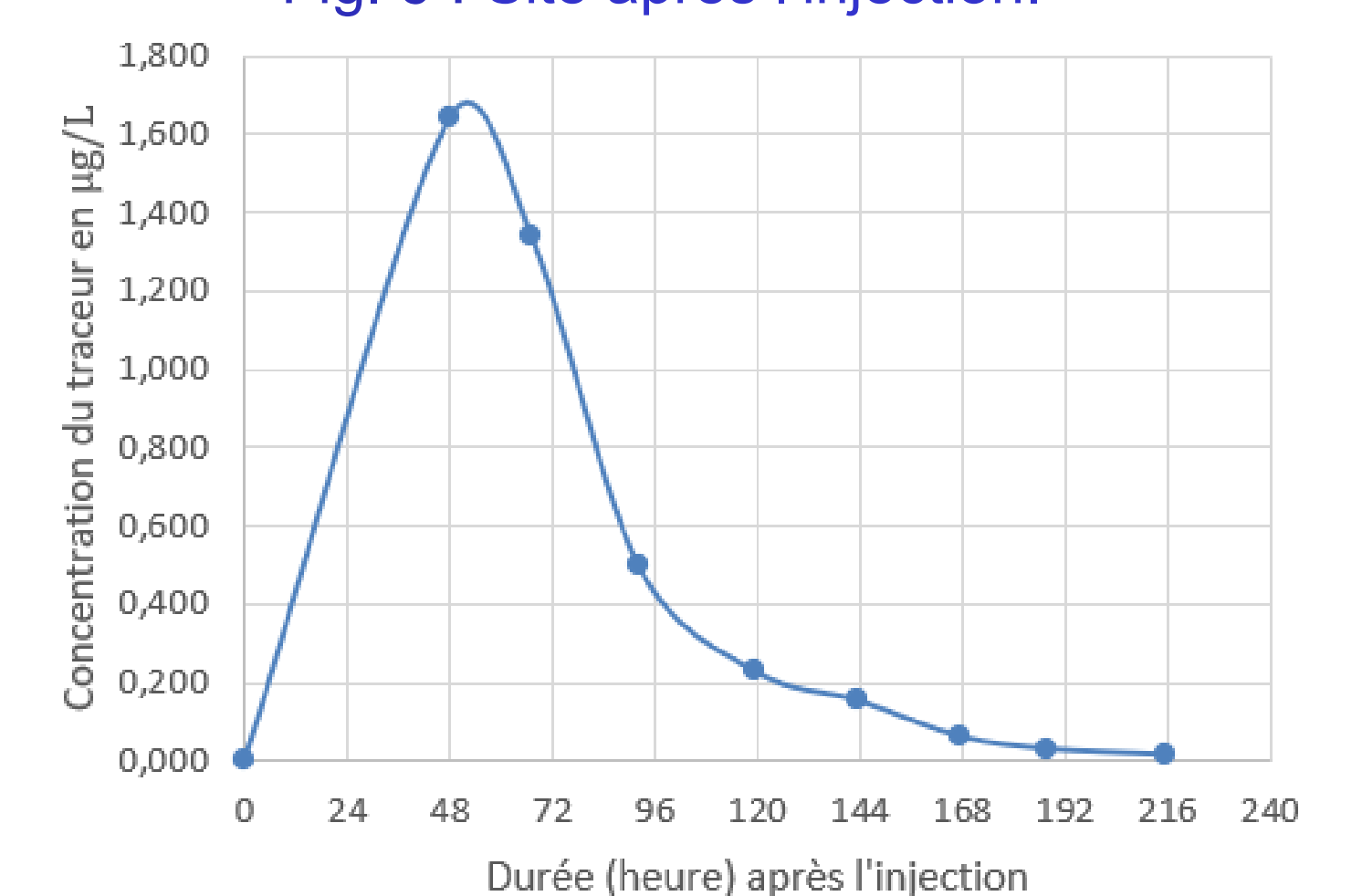


Fig. 11 : Courbe de restitution de l'uranine en fonction du temps à la passerelle de l'Archer.

CHIMIE DE L'EAU

Une différence de composition entre les sources de L'Archer et du Bouillon (source la plus en amont de la rivière Loiret) est connue de longue date (la 1^{ère} étant enrichie en la plupart des ions, en matières en suspension, mais appauvrie en O₂ dissous : Chéry 1983, archives CETRAHE), bien qu'elles soient toutes deux alimentées par des eaux de la Loire, ce qui pouvait faire penser à un ou des contributeurs supplémentaires à L'Archer. Ce traçage prouve pour la 1^{ère} fois l'existence d'un tel contributeur, mais ces infiltrations de surface épisodiques à partir des pertes de Limère, ne semblent pas pouvoir expliquer à elles seules la différence de composition entre les deux sources. Elle impliquerait donc vraisemblablement au moins un autre contributeur, qui pourrait être la nappe de Beauce, comme c'est le cas à la source de Bellevue (Gonzalez 1992).

	Source de l'Archer	Passerelle
Vitesse modale de transit	141 m/h	97 m/h
Vitesse apparente de transit	91 m/h	84 m/h
Temps moyen de séjour	71 h	77 h
Durée de la restitution	174 heures	175 heures
Bilan de restitution	2,2%	1,5 %

Fig. 12 : Paramètres hydrodynamiques du transit des eaux aux sources et à la passerelle de l'Archer.

CONCLUSIONS

Cette expérience de traçage a permis de prouver le **lien hydrogéologique entre les pertes du ruisseau de Limère et les sources de l'Archer**. **L'origine des eaux de ces sources est donc multiple : les pertes de Limère et des pertes de la Loire**. La composition de l'eau de ces sources suggérerait qu'elles pourraient être aussi alimentées par la nappe de Beauce. Un rapport complet sur l'opération est téléchargeable à https://www.univ-orleans.fr/upload/public/2023-06/traçage-pertes de Limère 2016Jan23_final.pdf

Remerciements : Villes de Saint-Hilaire-Saint-Mesmin (en particulier Pascal DELAUGERE) et d'Olivet, Audrey DUFOUR (CETRAHE), Maxime LAUBER et Antoine LEREIDE (Polytech'Orléans), société TRAQUA, Agence nationale du Sport et Fédération Française de Spéléologie.