

---

**VARIABILITÉ DES TEMPS DE RÉSIDENCE DE L'EAU ET DU DÉBIT  
DANS LES RIVIÈRES ET LES NAPPES PHRÉATIQUES :  
IMPLICATIONS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU**

**Inférence, modélisation et prédiction des temps de transit de l'eau  
dans les bassins versants**

Thèse de Jean **MARÇAIS**<sup>1</sup>

Analyse de Guy **FRADIN**<sup>2</sup>

Directeur de thèse : Jean-Raynald **de DREUZY** Directeur de recherche au CNRS

Co-directeur de thèse : Gilles **PINAY** Directeur de recherche à l'Irstea

Il faut d'abord noter l'intérêt majeur du sujet traité par Monsieur **MARÇAIS** : il s'intéresse à ce qu'il appelle la « zone critique », définie comme l'interface entre l'atmosphère, la biosphère, la lithosphère et l'hydrosphère, lieu des interactions majeures de nature physicochimique et biochimique impactées par les activités humaines et conduisant à un état dégradé des aquifères et des rivières.

Il observe que la communauté scientifique et les gestionnaires ont investi massivement dans la collecte des données relatives aux milieux aquatiques continentaux et aux structures géologiques traversées par l'eau mais aussi que le nombre important de ces données et leur grande hétérogénéité ne permet pas de caractériser suffisamment la structure, la fonction et la réactivité de la zone critique. C'est pourquoi il propose de les intégrer dans une modélisation renouvelée pour mieux caractériser et comprendre la zone critique et mieux prédire la qualité de l'eau impactée par les activités humaines et notamment agricoles.

Ainsi son travail consiste, en s'appuyant sur les concepts de temps de résidence et de temps de transit de l'eau dans les aquifères, le conduisant à distinguer les « eaux vieilles » et les « eaux jeunes », à développer un cadre original de modélisation permettant d'évaluer les mécanismes des transferts des polluants et anticiper et prévoir l'évolution des pollutions en sortie de bassin versant.

A cette fin, l'auteur s'intéresse très précisément à la valeur des traceurs susceptibles de permettre une évaluation aussi précise que possible des temps de résidence et de transit et

---

<sup>1</sup> Thèse de doctorat de Sciences de la terre et de l'environnement réalisée à l'Université de Rennes I, Comue Université Bretagne Loire, Unité de recherche : Géosciences RENNES - UMR 6118, présentée et soutenue le 25/09/2018

<sup>2</sup> Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, section 7 « Environnement et territoires »

propose, en complément des traceurs classiques, d'utiliser la silice. Celle-ci se révèle être un indicateur robuste et bon marché des temps de résidence moyens dans les eaux souterraines sur une échelle de 5 à 100 ans et donc complémentaires aux CFC classiquement utilisés.

On se référera aux deux rapports de présentation de la thèse (Florence Habets, directeur de recherche au CNRS et Jérôme Gaillardet professeur à l'IPGP) pour entrer plus en détail dans le contenu de chaque chapitre de la thèse. Elle est incontestablement d'une haute tenue scientifique, incluant sept articles scientifiques dont cinq déjà publiés ; originale et riche elle propose des méthodes de modélisation fondamentales des écoulements et du transport à l'échelle du bassin versant, testées sur des bassins versants bretons mais génériques et transposables à d'autres contextes géographiques et géologiques et conclut à la nécessité d'associer les modèles mécanistes et les modèles fondés sur l'intelligence artificielle couplant ainsi données réelles et synthétiques. Surtout il m'a semblé qu'elle proposait une démarche conceptuelle et novatrice qui offre des perspectives de développement et constitue, partant, une base pour de fructueux travaux ultérieurs.

Il faut en effet noter enfin que l'auteur ne perd jamais de vue l'objectif pragmatique d'utilisation concrète de ses travaux pour l'évaluation de la réactivité des bassins versants et la prévision de la qualité de l'eau en rivière, élément fondamental de la formulation d'une stratégie efficace de reconquête du bon état des masses d'eau : une vision qui renforce le lien entre science et politique.

Il s'agit donc d'un travail de très grande qualité dont la valeur devrait intéresser tout autant le ministère chargé de l'environnement que celui de l'agriculture et justifie pleinement la reconnaissance par notre Académie, d'une part en figurant sur son site et d'autre part en concourant à la remise d'une distinction.