Comment les flux de polluants générés par l'anthropisation côtière peuvent-ils aider à caractériser le fonctionnement d'un hydrosystème dépendant des eaux souterraines ? Cas de la lagune de Biguglia, Corse.

9

OHM
Littoral méditerranéen

Erostate M.[1,2], Huneau F.[1,2], Garel E.[1,2], Robert S.[3], Pasqualini V.[1,2]

[1] Université de Corse, Laboratoire d'Hydrogéologie, Campus Grimaldi, BP 52, F-20250 Corte, France.
[2] CNRS, UMR 6134, SPE, F-20250 Corte, France.
[3] CNRS, ESPACE UMR 7300, Aix Marseille Univ, Université Côte d'Azur, Avignon Université, CNRS, Avignon, France

Résumé

Sur le littoral, l'urbanisation croissante constitue une menace majeure pour les ressources en eaux. En effet, les flux hydriques engendrés par les infrastructures d'assainissement sont souvent vecteurs de pollutions nouvelles par les micropolluants émergents. Ces polluants s'infiltrent vers les nappes phréatiques et menace à terme la qualité des eaux de surface en connexion hydraulique avec les eaux souterraines (eaux de rivières et de lagunes). La lagune de Biguglia (Corse), ultime collecteur des eaux d'un bassin versant fortement urbanisé, en constitue en excellent exemple. Le projet µPOL-LAG consistait à identifier les micropolluants émergents impactant l'hydrosystème de la lagune. Pour cela, une campagne d'analyse des micropolluants a été menée en mai 2016, venant compléter les données géochimiques (physico-chimie, éléments majeurs, traces) et isotopiques (18O, 2H, 3H) acquises lors de deux campagnes réalisées en avril et septembre 2015. Ainsi, six micropolluants organiques (ibuprofène, paracétamol, caféine, paraxanthine, cotinine et acésulfame) liés à un usage domestique courant ont été détectés. Ils témoignent d'une contamination engendrée par l'urbanisation croissante, via l'existence de fuites sur le réseau d'assainissement collectif. Le comportement non conservatif de ces micropolluants suggère des temps de transfert courts des eaux de surface et des pollutions vers les eaux souterraines (<18 mois). En plus de démontrer la vulnérabilité des ressources, les micropolluants constituent par leur comportement dans l'environnement des traceurs pertinents, utilisables dans tout type de système anthropisé. Ils permettent ainsi de préciser les zones d'infiltration des eaux, les temps de transfert et les processus de mélanges entre les masses d'eau.

Abstract

Coastal regions are undergoing rapid and increasing urbanization, which represents a major threat to water resources. Indeed, the water flows generated by wastewater treatment infrastructures are often sources of new pollution such as emerging micropollutants. These pollutants leach into groundwater and ultimately threaten the quality of surface water hydraulically connected with groundwater (river and lagoon water). The Biguglia lagoon (Corsica) represents the ultimate collector of waters of a highly urbanized watershed and constitute an excellent example. The aim of the µPOL-LAG project was therefore to identify emerging micro pollutants impacting the lagoon's hydrosystem. To this end, a field campaign for micro pollutant analysis was carried out in May 2016, to complete the geochemical (physico-chemistry, major elements, traces) and isotopic (18O, 2H, 3H) data acquired during two campaigns conducted in April and September 2015. Thus, six organic micropollutants (ibuprofen, paracetamol, caffeine, paraxanthine, cotinine and acesulfam) related to common domestic use were detected. They reflect a contamination connected to increasing urbanization, mainly caused by the existence of leaks on the collective sewage network. The non-conservative behavior of these micropollutants suggests short transfer times of surface water and pollution toward the groundwater (<18 months). In addition to highlighting the vulnerability of water resources, micropollutants constitute also relevant tracers that can be used in any type of anthropised system. Thanks to their behavior in the environment, it allows to specify the infiltration areas of recharge water, transfer times and mixing process between water bodies.

Comment les flux de polluants générés par l'anthropisation côtière aident-ils à la compréhension d'un hydrosystème dépendant des eaux souterraines ?

M. Erostate[1,2]*, F. Huneau[1,2], E. Garel[1,2], S. Robert[3], V. Pasqualini[1,2] erostate_m@univ-corse.fr
[1] Université de Corse, Laboratoire d'Hydrogéologie, Campus Grimaldi, BP 52, F-20250 Corte.
[2] CNRS, UMR 6134, SPE, F-20250 Corte.
[3] ESPACE, UMR 7300, CNRS, Aix-Marseille Université, Université d'Avignon, Université de Nice Sophia Antipolis, F-13545. Aix-en-Provence Cedex 4.

Les lagunes côtières assurent un rôle socio-économique majeur. Pourtant, ces environnements fragiles sont fortement menacés par l'urbanisation croissante des zones littorales. Les flux hydriques engendrés par les infrastructures d'assainissement sont souvent vecteurs de pollutions nouvelles : les **micropolluants émergents**. Ces polluants s'infiltrent vers les nappes phréatiques et menacent à terme la qualité des eaux de surface en connexion hydraulique avec les eaux souterraines. La lagune de Biguglia (Corse), ultime collecteur des eaux d'un bassin versant fortement urbanisé, en constitue en excellent exemple.

1. L'hydrosystème de la lagune de Biguglia (Fig. 1)

- Plus **grande zone humide** de Corse : 14.5 km²
- 1991: classée **site RAMSAR** (intérêt international pour la migration des oiseaux)
- 1994: **Réserve Naturelle**
- Bassin versant de **182 km²** formé par:
  - les reliefs schisteux de la Corse alpine
  - la **plaine alluviale de la Marana**, représentant la **formation aquifère**

Il est drainé par 4 cours d'eau : le **Bevincu, pérenne,** et 3 cours d'eau temporaires

Le lido, fine bande sableuse, sépare la lagune de la mer. Seul le grau au Nord contrôle les échanges mer/lagune.

Urbanisation croissante, source de pressions & de pollutions potentielles

- **30 000 habitants** et 3 fois plus en été
- ≈ **1,5 Mm³/an** pompés dans l'aquifère pour l'alimentation en eau potable
- **190 km** de réseau d'assinissement

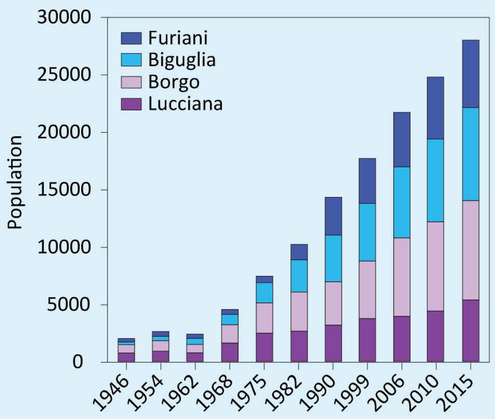

Fig. 2: Evolution démographique pour les 4 communes du bassin versant de la lagune de Biguglia.

Depuis le début du 20ème siècle, la plaine de la Marana-Casinca subit une **urbanisation importante**, qui tend à s'accentuer au cours des dernières décennies (Fig. 2).

Observer

Mesurer

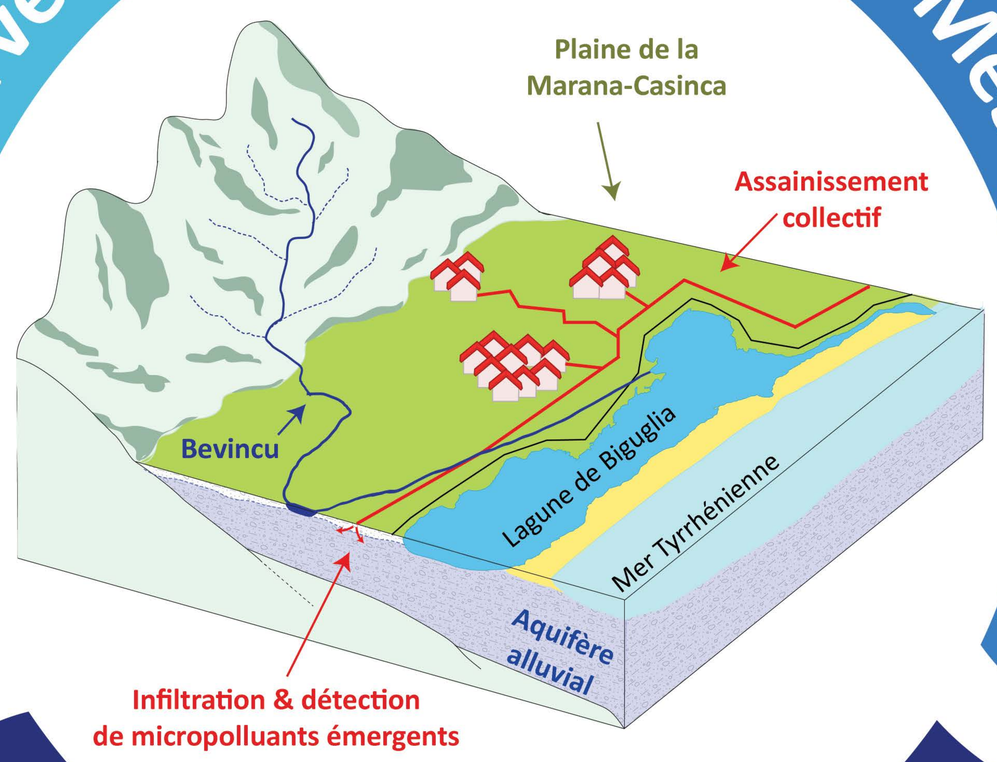

Fig. 1: Représentation schématique du bassin versant de la lagune de Biguglia.

2. Détection des micropolluants émergents

Micropolluants émergents : Substances organiques, générées par la consommation humaine (produits pharmaceutiques, produits de soin, édulcorants...)

Persistence environnementale définie par leur compostion et leur structure (conservatif ou labile, solubilité/adsorption, dégradation/biodégradation)

- 14 points d'échantillonnage (Fig 3): 10 dans l'aquifère, 1 dans le Bevincu et 3 dans la lagune

- 51 molécules analysées

- **6 micropolluants** détectés (Tab. 1) témoignant de **la vulnérabilité de l'aquifère**
- Principalement des micropolluants **rapidement dégradés**[b]
- Omniprésence d'**ibuprofène** : impact humain sur l'ensemble de la plaine

	Aquifère	Bevincu	Lagune
Ibuprofène	x 10/10	x 1/1	o
Caféine	x 3/10	x 1/1	x 2/3
Paraxanthine	x 2/10	o	x 2/3
Paracétamol	x 3/10	x 1/1	x 2/3
Cotinine	x 2/10	o	o
Acésulfame	x 3/10	o	o

Tab. 1 : Détection des micropolluants dans les eaux naturelles (x: présence, o: absence) et nombre impacté/nombre échantilloné.

Concentrations mesurées

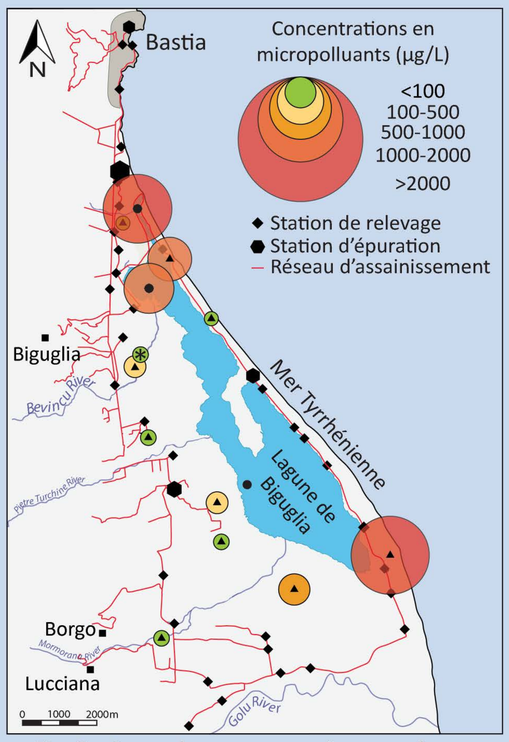

Fig. 3: Carte des concentrations totales en micropolluants mesurées dans l'aquifère (▲), la rivière (*) et la lagune (●).

- Concentrations «faibles» traduisant une **dégradation qualitative en cours** de réalisation
- Concentrations les plus **élevées à proximité du réseau d'assainissement** & dans les secteurs résidentiels

Comprendre

3. Développement de nouveaux traceurs hydrologiques

Traceur: élément ou substance, naturel ou d'origine humaine, dont les variations dans l'espace et/ou dans le temps peuvent marquer et différencier une masse d'eau, identifier son origine ou repérer son évolution.

A. Etudier la persistance des polluants

	Usage principal	Persistance	
		½ vie (j)	Types d'eau
Ibuprofène	Anti-inflammatoire	<2[h]	Eaux sout.
		2.5[d]	Rivière
		4.4[f]	
		4.6[c]	
		5.1[d]	
Paracétamol	Analgésique	2 à 58[g]	Rivière
		<1[h]	Eaux sout.
Caféine	Diurétique Stimulant	0.8[i]	Rivière
		1.5[e]	
		13[b]	Eaux côtières
		3.5[b]	
		<2[h]	Eaux sout.
Cotinine	Stimulant	70[b]	Eaux côtières
		>100[b]	

Tab. 2: Temps de demi-vie observés, en fonction des types d'eau, pour certains micropolluants détectés dans l'aquifère de la Marana-Casinca.

Réferences :
a. Araujo et al. (2014)
b. Benotti and Brownawell (2009)
c.Fono et al. (2006)
d. Kunkel and Radke (2008)
e. Lam et al. (2009)
f. Matamoros et al. (2009)
g.US National Library of Medicine (2018)
h.Valhondo et al. (2014)
i. Zoeteman et al. (1980)

B. Exploiter leur présence & caractéristiques

- **Détection** de micropolluants →
- Temps de ½ vie courts et donc **disparition rapide des micropolluants** →
- Ibuprofène, caféine & paracétamol connus pour être **particulièrement bien éliminés** dans les stations d'épuration →
- Absence d'**ibuprofène** dans la lagune →

C. Interpréter en hydrologie

Localisation de zones de recharge: si infiltration d'eau polluée, également infiltration d'eau non polluée

Temps de transit courts des eaux, depuis la surface vers l'aquifère

Infiltration d'eau **non traitées → Fuites sur le réseau** d'assainissement

Processus de **biodégradation**

La détection de micropolluants émergents dans les eaux de l'hydrosystème de la lagune de Biguglia permet de mettre en avant **l'existence de fuites sur le réseaux d'assainissement**. Les concentrations en polluants encore faibles traduisent le **début du processus de contamination**. En plus de montrer la vulnérabilité de l'aquifère aux pollutions, les micropolluants, de part leur comportement dans l'environnement, fournissent des informations précieuses pour l'**identification des zones de recharge et la compréhension des temps de transfert des eaux de surface vers les eaux souterraines**.

Séminaire annuel du Labex DRIIHM
Dispositif de Recherche Interdisciplinaire sur les Interactions Hommes-Milieux
8, 9 et 10 octobre 2018 - Marseille / La Couronne