Gestion des eaux pluviales en ville

20 ans de recherche au service de l'action

Ouvrage collectif OTHU sous la direction de Laëtitia Bacot, Sylvie Barraud et Gislain Lipeme Kouyi



Sommaire

Avant-pro	00\$	pp. 6/7
Introduction	on	p. 8
1 STRAT	TÉGIE	p. 15
Question 1.1 :	Pourquoi et comment gérer les eaux pluviales aujourd'hui?	p. 16
Question 1.2 :	Quels rôles joue l'organisation des collectivités dans le développement du contrôle à la source des eaux pluviales ? Nina Cossais, Université de Tours CITERES/Université de Lyon EVS — Anne Honegger, ENS de Lyon	p. 18
Question 1.3 :	Quels sont les outils méthodologiques d'aide à la décision pour accompagner le changement de paradigme? Frédéric Cherqui, INSA Lyon/Université Lyon 1 – Laëtitia Bacot, Graie – Sylvie Barraud, INSA Lyon	p. 22
Question 1.4 :	Quel(s) lien(s) entre les usagers et les aménagements de gestion des eaux pluviales?	p. 24
Question 1.5 :	Comment les publics mobilisent-ils les dispositifs alternatifs de gestion des eaux pluviales ?	p. 28
Question 1.6 :	L'épineuse question de l'entretien des techniques alternatives : mythe ou réalité ?	p. 32
2 MÉTR	OLOGIE	p. 37
Question 2.1	Pourquoi, quoi et comment mesurer pour mieux comprendre le fonctionnement d'un bassin versant ? Flora Branger, INRAE Lyon – Bernard Chocat, INSA Lyon	p. 38
Question 2.2 :	Pourquoi le suivi métrologique de long terme de la qualité des rejets urbains par temps de pluie est-il nécessaire ? Jean-Luc Bertrand-Krajewski, INSA Lyon	p. 42
Question 2.3 :	Comment les stations de mesure de l'OTHU ont-elles fait progresser les pratiques métrologiques ? Nicolas Walcker, INSA Lyon – Laëtitia Bacot, GRAIE – Jean-Luc Bertrand-Krajewski, INSA Lyon	p. 46
Question 2.4 :	Mesurage en continu et échantillonnage: pourquoi faut-il aller au-delà de la réglementation? Jean-Luc Bertrand-Krajewski, INSA Lyon	p. 50
Question 2.5 :	Mesurer les performances des techniques alternatives à la source est-ce si facile?	p. 56

QUESTION 2.0:	Gislain Lipeme Kouyi, INSA Lyon	. р. 60
Question 2.7 :	Le vivant au service de la métrologie de terrain : quels bio-indicateurs pour mesurer les impacts des rejets urbains par temps de pluie sur les milieux récepteurs ?	. p. 64
	Florian Mermillod-Blondin, Pierre Marmonier, CNRS et Université Lyon 1 — Claude Durrieu, Antoine Gosset, ENTPE	
Question 2.8 :	Comment produire des données de qualité et exploitables durablement ?	. p. 68
3 CLIMA	AT ET PLUIES	. p. 73
Question 3.1 :	À quelles pluies s'intéresser pour la gestion des eaux pluviales urbaines ? Bernard Chocat, INSA Lyon	p. 74
Question 3.2:	L'étude des circulations atmosphériques peut-elle nous aider, à l'échelle de la ville, à estimer la pluviométrie et son évolution?	n 76
	Florent Renard, Université Lyon 3 – Hélène Castebrunet, INSA Lyon	. р. 70
Question 3.3 :	Quelle est l'influence de la ville sur la pluviométrie ?	. p. 80
4 HYDR	OLOGIE ET ANTHROPISATION	. p. 83
Question 4.1 :	Qu'est-ce que l'artificialisation des sols ? Isabelle Braud et Flora Branger, INRAE Lyon	. p. 84
Question 4.2 :	Quelles sont les conséquences de l'artificialisation des sols sur le cycle de l'eau? Isabelle Braud et Flora Branger, INRAE Lyon	. p. 88
Question 4.3 :	Les aménagements en sous-sol des villes impactent-ils la ressource en eau ?	. p. 92
Question 4.4:	Quels sont les impacts de l'artificialisation des sols sur l'écoulement de l'eau? Isabelle Braud et Flora Branger, INRAE Lyon	. p. 96
Question 4.5 :	L'urbanisation aggrave-t-elle les inondations ? André Paquier, INRAE Lyon – Emmanuel Mignot et Nicolas Rivière, INSA Lyon	p. 100
5 CONT	AMINANT ET POLLUANT	p. 105
Question 5.1 :	Quels polluants trouve-t-on dans les eaux pluviales en milieu urbain? Sylvie Barraud et Jean-Luc Bertrand-Krajewski, INSA Lyon	p. 106

Sommaire (suite)

Question 5.2 :	Est-il judicieux de baser une stratégie de traitement des RUTP sur le principe du premier flot ?	p.	112
Question 5.3 :	Quels sont les contaminants microbiologiques transportés par les RUTP et quel est leur niveau de dangerosité pour l'Homme ? B. Cournoyer, D. Blaha, W. Galia, V. Rodriguez-Nava, B. Youenou, R. Bouchali, Y. Colin, A. Aigle, A. Meynier Pozzi, E. Bourgeois, J. Voisin, R. Marti, S. Ribun, A. Gleizal, C. Bernardin-Souibgui, F. Vautrin, B. Tilly, L. Marjolet, UMR Écologie Microbienne, Équipe BPOE, VetAgro Sup, Université Lyon 1, CNRS & INRAE	p.	114
Question 5.4 :	Comment connaître la pollution des sédiments des bassins de rétention des eaux pluviales?	p.	120
Question 5.5 :	Comment étudier les processus d'usages et de contaminations des aménagements urbains intégrant des ouvrages de gestion des eaux pluviales ?	p.	124
6 IMPAG	<u></u>	р.	129
Question 6.1 :	Quel est l'impact des bassins d'infiltration d'eaux pluviales sur les nappes phréatiques ?	p.	130
Question 6.2 :	Quels sont les impacts des rejets urbains de temps de pluie sur les petits cours d'eau?	p.	134
Question 6.3:	Quelles sont les trajectoires hydrogéomorphologiques des cours d'eau périurbains?	p.	138
7 INFILT	RATION	p.	143
Question 7.1 :	Pourquoi infiltrer les eaux pluviales ? Sylvie Barraud, Hélène Castebrunet, INSA Lyon	p.	144
Question 7.2 :	Quel rôle joue le sol dans le piégeage des polluants ? Sylvie Barraud, INSA Lyon – Laurent Lassabatère, ENTPE – Florian Mermillod-Blondin, CNRS Université Lyon 1	p.	148
Question 7.3 :	Comment un système d'infiltration se colmate-t-il? Et en combien de temps?	p.	152
Question 7.4 :	Quel est le rôle de la végétation face au colmatage des systèmes d'infiltration ?	p.	156

Question 7.5 :	Quel est le rôle de la faune vis à vis du colmatage des systèmes d'infiltration ?	p. 16	50
Question 7.6 :	Que trouve-t-on comme biodiversité dans les systèmes d'infiltration urbains et que révèle-t-elle ? Laëtitia Bacot, Graie — Pierre Marmonier, Florian Mermillod-Blondin, CNRS Université Lyon 1 — Jean-Philippe Bedell, ENTPE	p. 16	52
8 OUVE	AGES	p. 16	57
Question 8.1 :	Le déversoir d'orage : l'allié des réseaux d'assainissement, l'adversaire des milieux ? Gislain Lipeme Kouyi, INSA Lyon	p. 16	58
Question 8.2:	Intersections dans les réseaux d'assainissement: des structures d'écoulement complexes à comprendre et à gérer?	p. 17	70
	Emmanuel Mignot, Nicolas Rivière, Gislain Lipeme Kouyi, INSA de Lyon		
Question 8.3 :	Techniques alternatives Des alternatives loin de n'être que techniques! Sylvie Barraud, Hélène Castebrunet, Gislain Lipeme Kouyi, INSA Lyon – Elodie Brelot, GRAIE	p. 17	74
Question 8.4 :	Quels sont les facteurs influençant le fonctionnement et la conception d'un ouvrage d'infiltration? Gislain Lipeme Kouyi, INSA Lyon – Laurent Lassabatere, ENTPE – Sylvie Barraud, INSA Lyon – Nelly Maamir, La métropole de Lyon – Rafael Angulo Jaramillo, ENTPE	p. 17	78
Question 8.5 :	Quelle est l'efficacité des ouvrages alternatifs vis-à-vis des micropolluants?	p. 18	32
Question 8.6 :	Comment concevoir un bassin de retenue-décantation efficace en matière de piégeage des sédiments et de la pollution particulaire ? Gislain Lipeme Kouyi, INSA Lyon	p. 18	36
Question 8.7 :	Comment évaluer l'efficacité de piégeage d'un bassin de retenue-décantation ?	p. 18	38
Question 8.8 :	Quels sont les éléments à prendre en compte pour la gestion des sédiments des bassins de retenue-décantation ?	p. 19	3 0
	Gislain Lipeme Kouyi, INSA Lyon – Claire Gibello, Nelly Maamir, Métropole de Lyon – Laure Wiest, ISA – Jean-Yves Toussaint, Sophie Vareilles, EVS – Benoit Cournoyer, Vetagro Sup /Université Lyon 1 CNRS – Yves Perrodin, ENTPE – Céline Becouze-Lareure, Roannaise de l'eau – Sylvie Barraud, INSA DEEP		
Bibliograp	hie	. p.19) 5
Abréviatio	ns	. p.20)7
Remercien	nents	p.20)8

Avant-propos



Laurent Roy,Directeur général de l'Agence de l'eau
Rhône Méditerranée Corse

a meilleure maîtrise des eaux pluviales est devenue un défi majeur de l'assainissement, notamment du fait de la forte artificialisation des sols. En France, entre 20000 et

30 000 hectares sont artificialisés chaque année, ce qui augmente le ruissellement des eaux de pluie sur des surfaces imperméabilisées où elles se chargent en pollution. Les réseaux d'assainissement unitaires sont saturés par ces eaux ce qui entraînent des rejets de pollution sans traitement vers le milieu naturel.

Les solutions existent et sont éprouvées: la déconnexion des eaux pluviales et la désimperméabilisation des sols afin que l'eau s'infiltre là où elle tombe. L'eau de pluie est ainsi réintégrée sur place dans le cycle de l'eau, ce qui a pour effet de désengorger les réseaux d'assainissement mais aussi de recharger les nappes. De plus, cette gestion intégrée de l'eau permet de verdir les villes grâce aux solutions d'infiltration fondées sur la nature (noues végétalisées, jardins de pluie...) et de lutter contre les îlots de chaleur.

Cette politique, soutenue par l'agence de l'eau, a permis de passer d'un volume de 62 millions de m³ d'eaux usées non traitées et rejetés vers le milieu naturel en 2018 à un volume de 35 millions de m³ en 2020. C'est le résultat de l'engagement des collectivités qui sont de plus en plus nombreuses à considérer cet enjeu. Elles ont un rôle primordial dans ce changement de paradigme parce qu'elles répondent à des enjeux environnementaux et sanitaires mais aussi parce qu'elles répondent aux attentes sociétales pour des villes qui laissent davantage place à la nature et s'adaptent aux effets du dérèglement climatique. Voiries, parkings, cours d'école... sont autant d'espaces à désimperméabiliser et à réinventer en leur associant d'autres usages propices à la biodiversité et au bien-être.

Cette transition vers une ville perméable n'a pu s'opérer sans un travail soutenu de recherche et d'observation. Pendant 20 ans, l'OTHU, financé entre autres par l'agence de l'eau, a produit des études dans ce domaine sur le secteur de la Métropole de Lyon. À titre d'exemple, l'OTHU a démontré que dans les ouvrages d'infiltration des eaux pluviales, la plupart des contaminants sont retenus dans les premiers centimètres du sol. Cette expertise est une force qui permet aux aménageurs de pouvoir construire la ville de demain, en minimisant les impacts sur l'environnement.

L'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse se réjouit de la parution de ce guide récapitulatif des grands enseignements du travail de recherche de l'OTHU, qui sera très utile aux acteurs de l'aménagement du territoire et de l'assainissement pour gérer au mieux les eaux pluviales. Je vous en souhaite bonne lecture.

Avant-propos



Anne Grosperrin, Vice-présidente de la Métropole de Lyon, déléguée au cycle de l'eau

Depuis deux décennies, la Métropole de Lyon soutient et contribue aux recherches et aux observations de l'OTHU pour l'amélioration de la gestion des eaux pluviales en ville.

Cela répond à un vrai défi car il s'agit de **rendre nos villes perméables.** En quelques mots, cette proposition constitue un changement profond, une rupture même, dans notre façon d'aménager le territoire, de fabriquer la ville, d'être en relation avec nos ressources naturelles.

Penser une ville perméable signifie rompre avec une approche hygiéniste, purement hydraulique et basée sur la gestion des flux et des débits, qui prédomine encore largement, pour se rapprocher du cycle naturel de l'eau et infiltrer l'eau de pluie là où elle tombe.

Nous devons bouleverser nos conceptions classiques de l'aménagement urbain car ce qui est en jeu, c'est la disponibilité de la ressource en eau, la qualité du cadre de vie, la santé, la protection des milieux aquatiques et, plus globalement, l'adaptation au changement climatique.

Les villes sont désormais en pleine évolution pour améliorer les performances des réseaux d'assainissement, réduire la pollution des milieux, favoriser la recharge des nappes phréatiques, lutter contre les ruissellements et les inondations, créer des îlots de fraîcheur mais aussi développer la biodiversité en ville.

C'est l'ambition que nous nous sommes donnée pour la Métropole de Lyon à travers une stratégie métropolitaine globale nommée « Ville perméable ». Appuyée sur la compétence technique des services métropolitains de l'eau et de l'assainissement, ainsi que sur le partage d'expériences avec l'OTHU, d'autres collectivités et des établissements publics de l'État, cette ambition implique aujourd'hui un changement d'échelle et de culture.

C'est ce qui en fait toute la difficulté car c'est désormais la politique de l'eau, ressource finie, qui doit guider en amont les autres politiques publiques concernées (urbanisme, voirie, végétalisation, bâtiments publics...). Il faut pour cela que les élu-es portent ce changement dans les politiques publiques de manière transversale et que les services intègrent cette question de la gestion des eaux pluviales dans leurs projets dès l'idée.

Les collectivités ont la responsabilité de porter à l'échelle locale les innovations nécessaires à une adaptation au changement climatique et à une transition écologique ambitieuse. Cet ouvrage issu de vingt années de recherche de l'OTHU est une aide précieuse pour les accompagner dans ce défi.

Introduction

a gestion des eaux en milieu urbain et leurs rejets dans les milieux (rivières, sols, nappes) constituent et continuent de constituer une des préoccupations majeures des territoires urbanisés (villes, zones périurbaines).

Parallèlement durant les dernières décennies, l'eau de pluie est de plus en plus perçue comme une véritable ressource et une plus-value pour la ville (utilisation comme élément d'agrément, réutilisation à différentes fins, régulation de la température urbaine, éléments de biodiversité...).

La gestion de l'eau se situe donc dans un entre-deux entre menace et opportunité, complexe mais stimulant pour les acteurs de l'eau et de la ville.

Dans ce contexte, il y a plus de 20 ans maintenant, les acteurs de l'eau en ville de la place lyonnaise (chercheurs et opérationnels) se réunissaient pour fédérer leurs efforts pour comprendre et agir. La direction de l'Eau (et à l'origine le service d'écologie urbaine) de la métropole de Lyon et de l'agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse décidaient avec un consortium de chercheurs lyonnais issus de différentes disciplines de co-construire et de coordonner un Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine visant à répondre aux préoccupations majeures de notre temps liées à la gestion de l'eau en ville et en particulier à celle de la gestion sur son territoire.

Une approche peu banale et courageuse pour les chercheurs et les opérationnels

Pour les chercheurs – dont on sait combien les disciplines scientifiques spécifiques, les enferment parfois et les éloignent les uns des autres – s'étaient réunis pour aborder des sujets complexes co-construits avec des opérationnels, sujets nécessitant de croiser, de travailler aux interfaces des disciplines, d'accepter d'observer conjointement et de manière concourante des systèmes, des phénomènes en situation réelle, et ce, sur le long terme.

Pour les opérationnels, le défi était aussi courageux: celui d'apporter du « réalisme de contexte » aux recherches mais aussi celui de se confronter aux issues de la recherche susceptible de remettre en cause leurs pratiques. Malgré cela, la Métropole et l'Agence de l'Eau via le contrat d'Agglomération et avaient choisi d'adopter, ce qu'une chercheuse sur les observatoires français du domaine nommera « l'innovation précautionneuse » en opposition à une innovation « radicale » impliquant une prise de risque non maîtrisée (Soyer et al, 2013)¹.

Un ciment indispensable: le GRAIE

Enfin, on peut se demander quel ciment avait permis de faire prendre cette fédération atypique de chercheurs aux disciplines si diverses et d'opérationnels aux préoccupations parfois divergentes. Ce liant majeur a été sans conteste et dès le départ l'association GRAIE (groupe de recherche, animation technique et information sur l'eau), dont le rôle, depuis 1985, est de mobiliser et de mettre en relation des acteurs de la gestion de l'eau, des milieux aquatiques et de l'aménagement urbain. Elle a joué et continue de jouer un rôle fondamental dans l'animation, la coordination des suivis et la valorisation des résultats. Ces résultats seront

¹ Soyer M. Deroubaix J.-F., De Gouvello B., Hubert G. (2013). L'innovation dans les métropoles dépend-elle de leur capacité à nouer des relations spécifiques avec leur environnement scientifique? Formes, échelles des réseaux et trajectoires d'innovation dans la gestion des eaux pluviales en France, 8th International conference NOVATECH, 23-27 june 2013, Lyon, 10 p.

largement exploités dans les groupes de travail de l'association, les rencontres techniques ou conférences nationales et internationales qu'elle organise.

Mais parlons un peu de ce qu'est fondamentalement cet observatoire dont vingt années de recherche sont reportées ici dans cet ouvrage.

L'OTHU un modèle inspirant

Au-delà de ces actions propres, l'OTHU servira de modèle et intégrera la ZABR (Zone Atelier Bassin du Rhône) en 2001, sera l'un des supports de l'EUR H₂O'Lyon qui structurera dès 2017 la formation universitaire dans le domaine de l'Eau et des hydrosystèmes. Il servira également d'appui aux stratégies de la métropole (comme par exemple Ville perméable, surveillance des milieux, méthode d'autosurveillance, réseau pluviométrique...).

Mais pourquoi l'OTHU plus précisément? Et que recouvre-t-il?

La compréhension des phénomènes liés à la gestion de l'eau en milieu urbain ou périurbain et aux rejets associés se heurte à une complexité importante liée aux échelles spatiales et à la variété des « objets » étudiés (bassins versants, ouvrages d'assainissement traditionnel comme les réseaux de conduites unitaires ou séparatifs munis ou non de déversoirs d'orage, systèmes alternatifs comme les infrastructures vertes infiltrantes, milieux naturels superficiels et souterrains...). Elle se heurte également à la diversité et la complexité des phénomènes naturels et anthropiques mis en jeu, qui demandent la prise en compte de phénomènes aussi bien hydrodynamiques (modes d'écoulement), physico-chimiques (mobilisation et transfert des polluants) que biologiques (impacts des rejets sur les milieux, espèces végétales) dont les dynamiques temporelles sont très différentes et qui sont de surcroît intimement interdépendantes. Les phénomènes dépendent enfin des activités humaines en milieu urbain et donc des pratiques des gestionnaires des systèmes techniques et des usagers. Enfin, la compréhension globale et intégrée de l'ensemble de ces phénomènes reste souvent contrainte par l'organisation très mono disciplinaire de la recherche en France et très éclatée des services gestionnaires.

Mieux connaître et mieux maîtriser la gestion de l'eau en ville et dans les milieux naturels par temps sec et par temps de pluie demande l'acquisition de données d'observation des hydrosystèmes. La pratique courante dans ce domaine, depuis les années 1960, a consisté à procéder à des campagnes de mesures ponctuelles dans le temps, parfois nombreuses mais rarement concertées. Si ces expérimentations de terrain ont permis de faire progresser les connaissances (notamment en matière de pollution des eaux de ruissellement), elles n'ont pas permis d'en appréhender les dynamiques, les mécanismes, ni l'évolution sur le long terme.

C'est donc en rupture avec ces approches antérieures que l'OTHU s'est construit en 1999, avec l'ambition de constituer un réseau d'observations: **intensives** (pour être sûr d'observer correctement les phénomènes quand ils se produisent et avoir une bonne couverture spatiale et temporelle des phénomènes dont la variabilité est grande), **fiables** ou du moins avec des incertitudes estimées, **pérennes** (pour intercepter des événements rares, intégrer l'évolution des systèmes techniques sur le long terme et mesurer l'impact des changements globaux (climatiques, développement urbain..., sur ces systèmes) et **interdisciplinaires** pour aborder des questions à l'interface de sciences aussi différentes que les sciences de l'ingénieur, l'écologie, l'urbanisme et la sociologie. Bernard Chocat en sera le père fondateur et premier Directeur.

Introduction (suite)

Les sites

Les sites principaux d'observation qui ont servi de support aux connaissances présentées dans cet ouvrage ont été choisis de manière à couvrir, autant que possible, des configurations variées en termes de bassin versant (caractéristiques physiques et type d'urbanisme), de système d'assainissement (réseau séparatif, réseau unitaire, système de gestion à la source) et de milieux récepteurs (nappes et rivières).

On trouvera ci-dessous la carte des sites de l'OTHU et dans le tableau les principales caractéristiques de ces sites. Ces sites sont aujourd'hui complétés:

- par un **dispositif pluviométrique et météorologique** réparti sur la totalité du territoire;
- par des sites satellites (4) plus faiblement instrumentés et suivis sur des périodes courtes.
 Ils viennent infirmer ou confirmer des tendances observées sur les sites de base ou visent à augmenter encore la diversité de situations;
- par des sites ateliers (13) ayant fait l'objet de suivis par le passé ou mobilisés dans le cadre de programmes de recherche, ils pourront être ponctuellement réactivés à des fins de recherche ou en lien avec des questions précises de suivis;
- par des dispositifs de laboratoire en conditions contrôlées en lien direct avec les observations faites sur le terrain.

Légendes des sites expérimentaux de l'OTHU

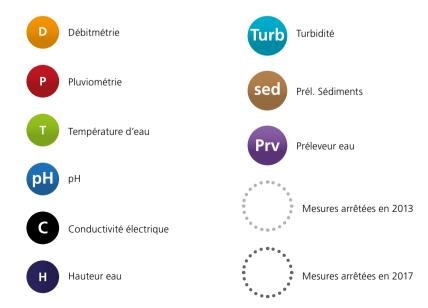
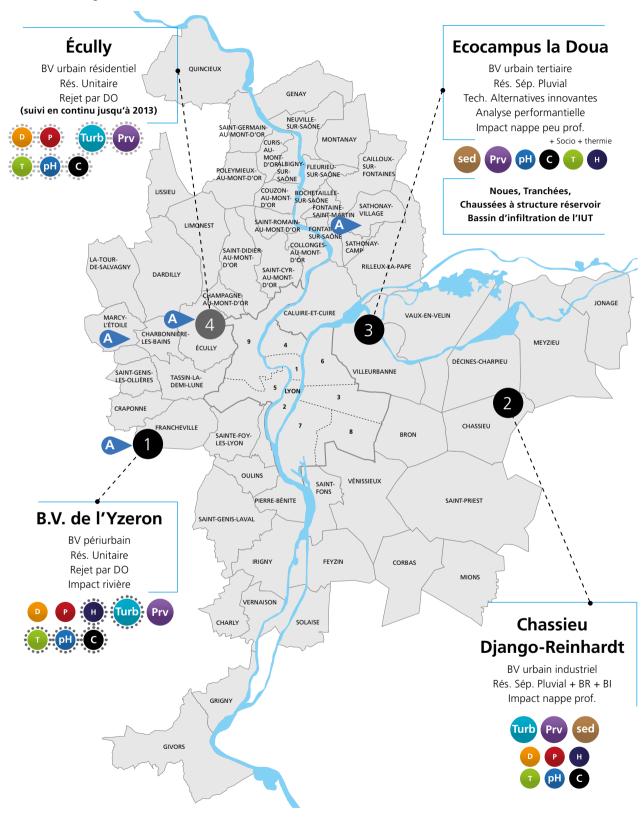


Figure 1: SITES EXPÉRIMENTAUX DE L'OTHU



- + 13 sites satellites (13 bassins)
- + 3 sites ateliers remobilisables sur projets de recherche DSM Sathonay, filtre planté de Marcy l'Étoile, Grézieu la Varenne, Écully (A)

Introduction (suite)

Tableau 1: Récapitulatif des sites expérimentaux OTHU

Informations	BV Yzeron	Chassieu Django-Reinhardt	Écully	Ecocampus la Doua IUT
Type de bassin versant (BV)	Périurbain (130 km²)	Urbain dense (activité industrielle). 185 ha imperméabilisé à 70 % environ.	Urbain moyennement dense. Bassin versant: 245 ha, pentu, zone avec habitats résidentiels.	Urbain moyennement dense 100 hectares, activités universitaires.
Système d'assainissement	Réseau unitaire	Réseau séparatif pluvial dont l'exutoire est un Bassin de rétention/ infiltration	Réseau majoritairement unitaire.	Destiné à l'étude des flux d'eau et de polluants, de la biodiversité produit par un BV muni de techniques alternatives innovantes de gestion des eaux pluviales (tranchée, chaussées réservoir, noues, Bassin de retenue/infiltration de l'IUT).
Milieux touchés par les rejets associés	Cours d'eaux intermittents dont les ruisseaux de la Chaudanne et du Mercier.	Rejet en nappe profonde (zone non saturée de l'ordre de 13 m).	Nombreux déversements par déversoir d'orage vers le ruisseau du Trouillat.	Rejet en nappe peu profonde (zone non saturée inferieure à 1 m pour le bassin d'infiltration).
Objectifs	Caractérisation des flux d'eau et de polluants produits sur ce BV et évaluation de leurs impacts sur de petites rivières.	Quantité et qualité des flux d'eau et de polluants produits sur ce BV et évaluation de leurs impacts sur la nappe.	Connaissance des flux d'eau et de polluants produits par ce BV.	Quantité et qualité des flux d'eau et de polluants produits sur ce BV et évaluation de leurs impacts sur la nappe. Analyse performantielle de ces techniques sur le plan hydraulique, environnemental et énergétique des ouvrages à la source. Perception des ouvrages à la source par différents acteurs.
État de fonctionnement	Suivi continu pluie (9 stations)/débit (9 stations) distribué sur des sous-bassins emboîtés. Suivi qualité via préleveurs amovibles (+ un bungalow remobilisable sur projet).	2 bungalows équipés + piézomètres nappe	1 bungalow équipé (déséquipé en 2013)	Depuis 2017 : instrumentation noues, tranchée et chaussée à structure réservoir à l'aide de 3 chambres de mesures équipées. Depuis 2001 : Bassin d'infiltration IUT équipé de piézomètres pour le suivi de la nappe, instrumentation complétée en 2021.

Site à l'arrêt: Le site « Lyon centre » situé en zone urbaine dense (habitations et activités commerciales) sur le campus de la DOUA avait été initialement équipé d'un bungalow pour le suivi des rejets en réseau unitaire avec un suivi des déversements via un déversoir d'orage dans le Rhône. Pour des raisons de maintenance trop importante, ce site a été arrêté en 2008.

Sites ateliers:

- le site Écully suivi finement jusqu'en 2013 et arrêté totalement en 2019 (déséquipé)
- le site de Grézieu la Varenne au sein du BV Yzeron (2,5 km², 3 bungalows équipés sur le ruisseau de la Chaudanne pour suivre l'impact des rejets d'un déversoir d'orage sur un cours d'eau périurbain intermittent), suivi finement jusqu'en 2018. Le site est progressivement déséquipé, seul le bungalow central (rejet déversoir d'orage) restera mobilisable en cas de besoin.
- le site du DSM (dispositif de surveillance et de maîtrise des flux) à Sathonay Camp, canal dont la conception permet de garantir des mesures et suivis fiables de débits et flux polluants déversés.
- le filtre planté de macrophytes de Marcy l'Étoile destiné au traitement des rejets d'un déversoir d'orage et qui a servi de support de recherche.

Sites satellites (13 bassins rétention et/ou infiltration) Bois Carré (Saint-Bonnet de Mure), Carreau (Décines), Centre Routier (Chassieu), Charbonnier (Vénissieux), Chemin de Feyzin (Mions), Chemin de Raquin (Chassieu), Grandes terres (Saint-Bonnet de Mure), Granges Blanches (Corbas), Leader (Saint-Priest), Léopha (Corbas), Minerve (Saint-Priest), Pithioud mi-plaine (Saint-Priest), Pivolles (Décines), Revoisson (Genas), Triangle de Bron (Bron) et ZAC du Chêne (Chassieu).

Un ouvrage relatant plus de 20 ans d'observation

Maintenant que vous êtes informés de ce qu'est ce formidable outil de connaissances, il ne vous reste plus qu'à parcourir les différents articles classés en huit grandes rubriques. Chaque rubrique débute par une présentation générale de synthèse que l'on vous invite à lire au préalable pour en avoir une vision globale.

Ces articles qui rassemblent les principales avancées scientifiques et techniques peuvent être ensuite lus partiellement et dans le désordre. Ils sont synthétiques et ont été produits conjointement entre chercheurs et opérationnels sous l'œil attentif et parfois aussi la plume du GRAIE pour que ces articles puissent être, autant que possible, destinés à une lecture « profane ».

Bonne lecture donc!