



Une école de l'IMT



Pêche aux outils scientifiques n°5

Caractériser les échanges entre rivière et nappe en milieu karstique
Jeudi 22 septembre 2022 – Barjac (30)

eau & CONNAISSANCE

Rivières



Frédéric Paron

frederic.paron@mines-stetienne.fr

Un nouveau guide pour
approcher et quantifier les
échanges hydrauliques
karst/rivières

CONNAÎTRE ET QUANTIFIER
LES ÉCHANGES HYDRAULIQUES
KARST / RIVIÈRE
Recommandations méthodologiques

Retour d'expérience d'études menées
sur les gorges de la Cèze (30)

BASSINS RHÔNE-MÉDITERRANÉE ET DE CORSE

Mai 2022

https://www.eaurmc.fr/jcms/gbr_5509/fr/mediatheque

Contexte

Cadre de travail : Zone Atelier Bassin du Rhône

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

- ❖ *Interactions esu/eso* : besoins méthodologique + connaissance
 - ❖ *Approche scientifique* : développement méthodologique
 - ❖ *Approche opérationnelle* : outil, transfert de connaissance
-
- ❖ *Interdisciplinarité* : hydrologie, hydrogéologie, géologie, géophysique, géochimie, pédologie, imagerie, écologie souterraine, écologie végétale, modélisation, géomatique...
-
- ❖ *Validation et co-construction* : relecteurs, groupes de travail...

https://www.eaurmc.fr/upload/docs/application/pdf/2022-05/support_methodo_karst_riviere_vf.pdf

Échanges Karst/rivière

Eau et connaissance

Un support méthodologique

Fondements : projet échanges karst/rivière (2014-2020)

- valoriser la méthodologie mise au point sur la Cèze
- mettre à profit l'expérience acquise sur la Cèze
- adapter et transposer la méthodologie à d'autres rivières traversant des plateaux calcaires

Concept et objectif du guide :

- comprendre le karst
- connaître et quantifier les échanges karst/rivière
- étudier et analyser les échanges karst/rivière
- quels outils ?
- comment utiliser et mettre en œuvre ces outils

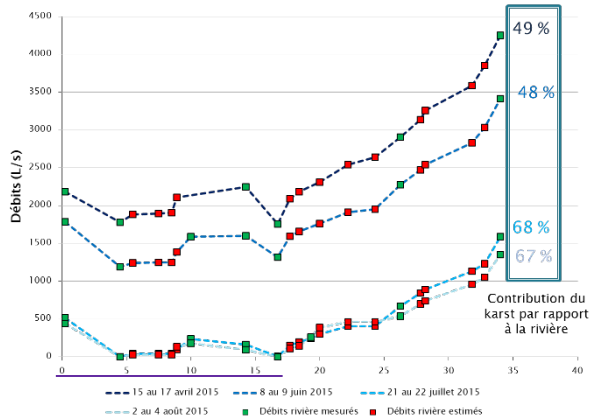
Destinataires :

Bureaux d'études, Syndicats, Collectivités...

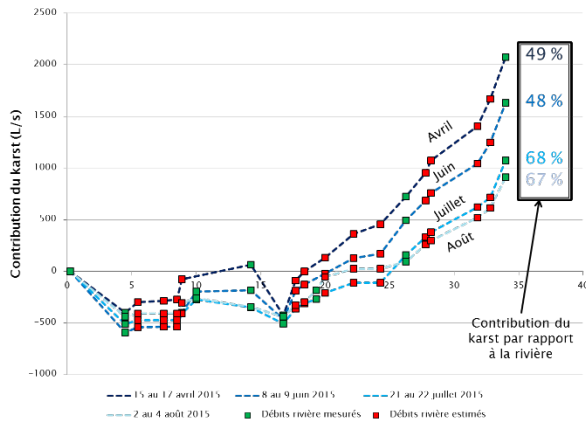
- Continuité du suivi "allégé" sur la Cèze
- Projet sur le BV de l'Ardèche



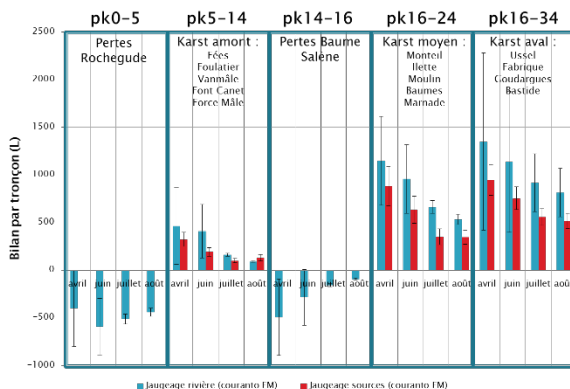
Profils de débit de la rivière



Rôle du karst sur le débit de la rivière



Bilans par tronçons



Méthodologie et typologie

ÉTAPE 1 IDENTIFIER

- Diagnostic géologique
- Variation CE et T° (rivière et sources)
- IRT
- Traçage artificiel

Karst → Rivière	Rivière → Karst	Fonctionnement	Quantification
		✓	
✓			
✓			
✓	✓	✓	

ÉTAPE 2 CARACTÉRISER

- Jaugeage différentiel
- Instrumentation hydrologique
- Analyses corrélatoires
- Analyses fréquentielles

✓	✓		✓
✓	✓		✓
✓		✓	
✓		✓	

ÉTAPE 3 PRÉCISER

- Éléments majeurs
- Isotopes
- Proportions de mélanges
- Communautés d'invertébrés

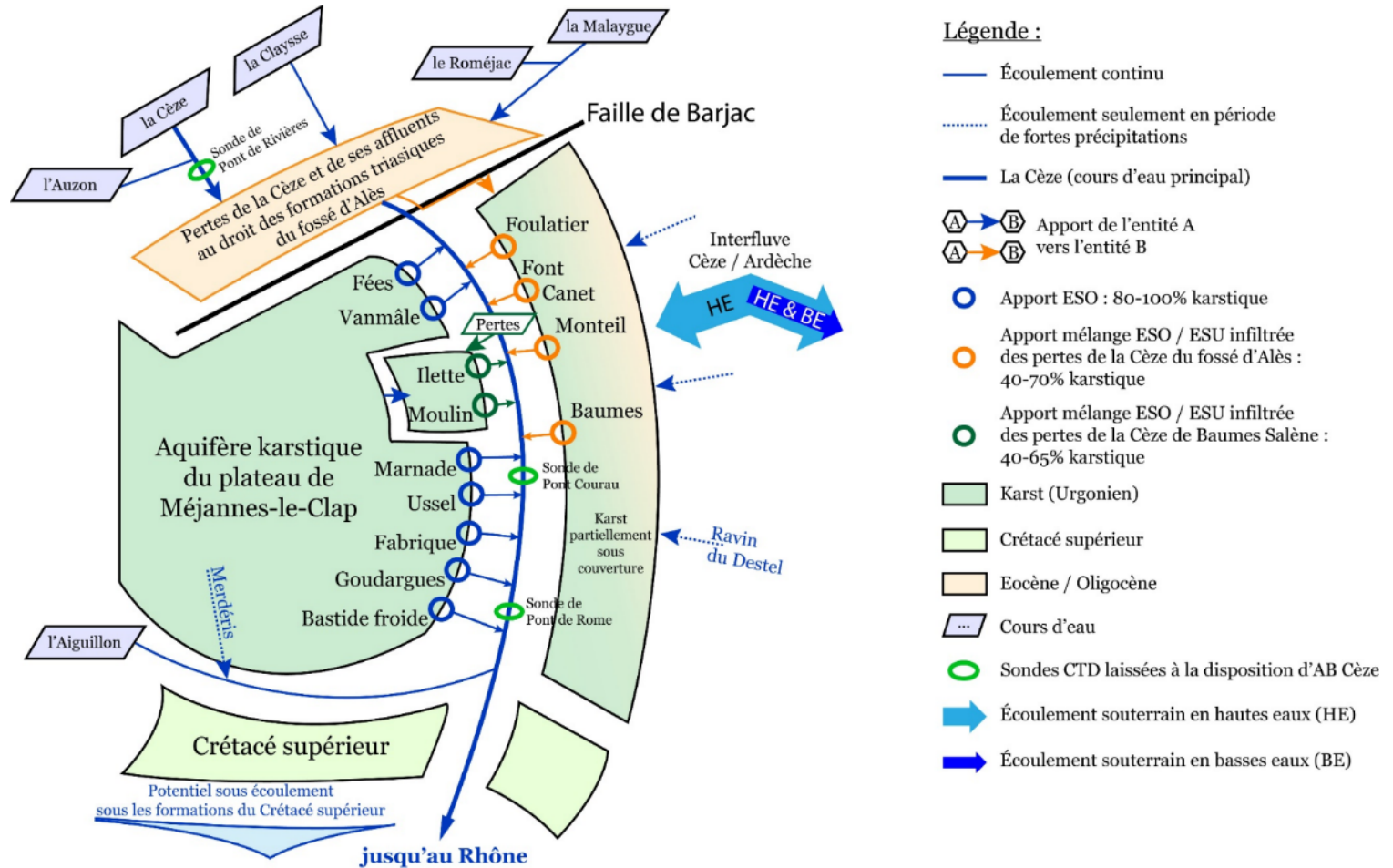
✓	✓		
✓	✓	✓	✓
✓	✓		✓
✓	✓		

ÉTAPE 4 MODÉLISER

- Conceptualisation
- KarstMod
- Scénarios de prévision

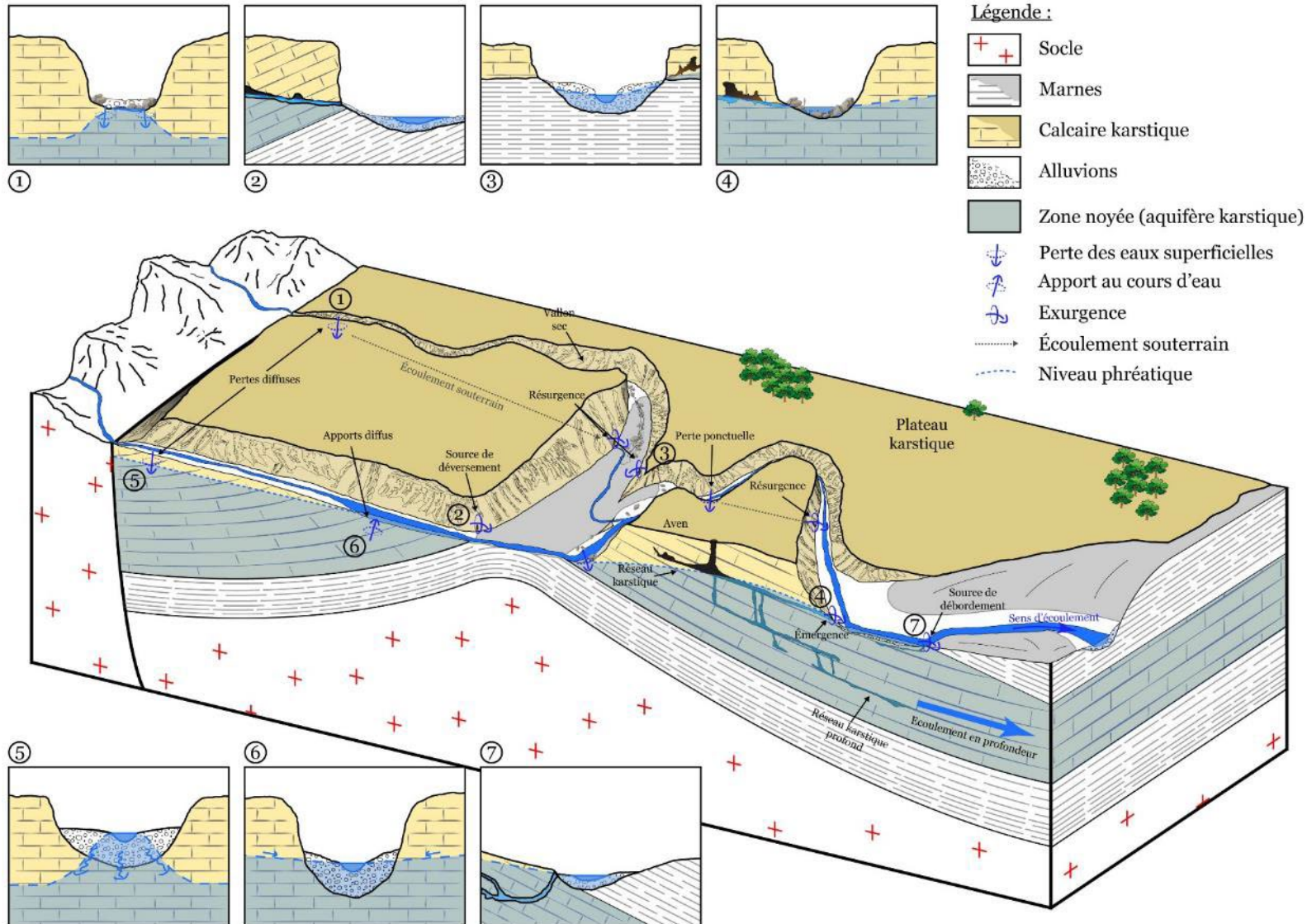
		✓	
✓		✓	✓
✓		✓	

Exemple de résultats



Contributions karstiques à la Cèze
48 et 60 % en BE
(2m³/s en juin 2015)

Exemple de résultats



Pêche aux outils Karst – Graie-Zabr

14 juin 2022 à Barjac
Présentation du guide Karst et démonstration

Guide karst/rivière : auteurs et contributeurs

Auteurs principaux :

Hervé Chapuis, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Etienne, hervé.chapuis@mines-stetienne.fr

Yvan Pascoletti, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Etienne

Auteurs :

Frédéric Paran, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Étienne, frederic.paran@mines-stetienne.fr

Didier Graillot, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Étienne, didier.graillot@mines-stetienne.fr

Jordan Ré Bahuaud, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Étienne

Anne Johannet, Mines d'Alès LGEI, anne.johannet@mines-ales.fr

Bernard Guy, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Étienne

Steve Peuble, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Etienne, steve.peuble@mines-stetienne.fr

Pierre Marmonier, UMR 5023 LEHNA, Université de Lyon, pierre.marmonier@univ-lyon1.fr

Hervé Piégay, UMR 5600 EVS, ENS de Lyon Biogéophile, hervé.piegay@ens-lyon.fr

Véronique Lavastre, UMR CNRS 5276 LGL, Université Jean Monnet, veronique.lavastre@univ-st-etienne.fr

Joël Jolivet, UMR 7300 Espace, Université Sophia Antipolis, joel.jolivet2@wanadoo.fr

Contributeurs :

Philippe Martin, UMR 7300 ESPACE, Université d'Avignon, philippe.martin@univ-avignon.fr

Adriano Mayer, UMR 1114 EMMAH, Université d'Avignon, adriano.mayer@univ-avignon.fr

Olivier Radakovitch, CEREGE, Université Aix-Marseille

Hubert Camus, CENOTE, hubert.camus@cenote.fr

Bastien Chadelle, Doctorant à l'Université de Toulouse Jean Jaurès, chadelle.bastien@gmail.com

Comité de lecture :

Bruno Arfib, CEREGE UMR 7330 Université Aix-Marseille, arfib@cerège.fr

Pierre Marchet, Agence de l'Eau Adour Garonne, pierre.marchet@eau-adour-garonne.fr

Vincent Fister, Pôle karst EPTB Saône-Doubs, vincent.fister@eptb-saone-doubs.fr

Laurent Cadilhac, Agence de l'eau Rhône – Méditerranée - Corse, laurent.cadilhac@eamrhc.fr

Pierre Marmonier, LEHNA UMR 5023, pierre.marmonier@univ-lyon1.fr

Véronique Lavastre, UMR CNRS 5276 LGL, Université Jean Monnet, veronique.lavastre@univ-st-etienne.fr

Jean-Baptiste Charlier, BRGM, jcharlier@brgm.fr

Hervé Piegay, UMR 5600 EVS, ENS de Lyon - Biogéophile, hervé.piegay@ens-lyon.fr

Baptiste Marteau, UMR 5600 EVS, ENS de Lyon - Biogéophile, baptiste.marteau@ens-lyon.fr

Hugues Brentegani, ABCèze, hbrentegani@abceze.fr

Relecture finale :

Stéphane Stroffek, Agence de l'eau Rhône - Méditerranée-Corse, stephane.stroffek@eamrhc.fr

Anne Clémens, Zone Atelier Bassin du Rhône, anne.clemens@zabr.org

eau & CONNAISSANCE



CARACTÉRISATION DES ÉCHANGES NAPPES/ RIVIÈRES EN MILIEU ALLUVIONNAIRE

GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

Milieux alluvionnaires

BASSINS RHÔNE-MÉDITERRANÉE ET CORSE

Septembre 2015



**SAUVONS
L'EAU!**



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Guide
Intera
Des outils
les échange

RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité



eau & CONNAISSANCE

Rivières



CONNAÎTRE ET QUANTIFIER LES ÉCHANGES HYDRAULIQUES KARST / RIVIÈRE

Recommandations méthodologiques

Retour d'expérience d'études menées
sur les gorges de la Cèze (30)

BASSINS RHÔNE-MÉDITERRANÉE ET DE CORSE

Mai 2022

ZA Zone
Atelier
LYSER FRANCE BASSIN DU RHÔNE

**SAUVONS
L'EAU!**

Annexe 1.1

Une logique interdisciplinaire : auteurs et contributeurs

Guide nappe/Rhône

Auteurs

¹PARAN F, ²ARTHAUD F, ³NOVEL M, ¹GRAILLOT D, ⁴BORNETTE G, ⁵PISCART C, ^{3,9}MARMONIER P, ⁶LAVASTRE V, ⁷TRAVI Y, ⁸CADILHAC L

Contributeurs (par ordre alphabétique)

³Baillet H, ³Capderrey C, ⁹Clémens A, ¹⁰Douchets R, ¹⁰Doutriaux E, ¹Dujardin F, ³Ferreira D, ¹Gaur S, ¹Germain A, ³Gibert J, ³Jezequel C, ¹¹Lafont M., ¹Lalot E, ¹Mimoun D, ³Puijalon S, ³Rodriguez C, ¹²Roux-Michollet D., ³Simon L, ⁷Stroffek S, ¹⁰Taravel Y, ¹³Winiarski T

1. ENSM-SE – GSE : Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, Centre SPIN, UMR CNRS 5600 EVS, Département Géo-Sciences et Environnement,
2. US-CARRTEL : Université de Savoie, UMR INRA 042, Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et les Ecosystèmes Limniques
3. UCBL – LEHNA : Université Claude Bernard Lyon 1, UMR CNRS 5023, Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés
4. UMR CNRS 6249, Chronoenvironnement, Université de Franche Comté, Besançon
5. ECOBIO : Université de Rennes 1, UMR CNRS 6553, Ecosystèmes, Biodiversité, Evolution
6. UJM-SE : Université Jean Monnet de Saint-Etienne, UMR CNRS 6524, Magmas et Volcans
7. UAPV – LHA : Université d'Avignon Pays de Vaucluse, Département Hydrogéologie
8. AE-RMC : Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse
9. ZABR : Zone Atelier Bassin du Rhône
10. CNR : Compagnie Nationale du Rhône
11. Irstea : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, Lyon, UR Bely
12. GRAIE : Groupe de Recherche Rhône Alpes sur les Infrastructures et l'Eau
13. ENTPE – LEHNA : Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Vaulx-en-Velin, UMR CNRS 5023, Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés

Guide Naprom

Auteurs

Paran Frédéric, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Étienne, GSE, frederic.paran@mines-st-etienne.fr
 Grallot Didier, UMR 5600 EVS, didier.grallot@mines-st-etienne.fr
 Arthaud Florent, UMR 042 Cartel, florent.arthaud@univ-savoie.fr
 Bornette Gudrun, UMR 6249 Chrono-environnement, gudrun.bornette@univ-fcomte.fr
 Chateller Marion, BRGM Nouvelle-Aquitaine - site de Poitiers
 Douez Olivier, BRGM - Direction régionale Nouvelle-Aquitaine, o.douez@brgm.fr
 Filpo Nicolas, Mines ParisTech, Nicolas.Filpo@mines-paristech.fr
 Habets Florence, Mines ParisTech, florence.habets@upmc.fr
 Lavastre Véronique, UMR 6524 LMV, veronique.lavastre@univ-st-etienne.fr
 Marmonier Pierre, UMR 5023 Lehna, pierre.marmonier@univ-lyon1.fr
 Mouhri Amer, Mines ParisTech, amer.mouhri@gmail.com
 Plégay Hervé, UMR 5600 EVS, Herve.Plegay@ens-lyon.fr
 Piscart Christophe, UMR 6553 Ecobio, christophe.piscart@univ-rennes1.fr
 Simon Laurent, UMR 5023 Lehna, laurent.simon@univ-lyon1.fr
 Tallec Gaëlle, Irstea, gaelle.taltec@irstea.fr
 Vergnes Jean-Pierre, BRGM Orléans, jp.vergnes@brgm.fr
 Wawrzyniak Vincent, UMR 5600 EVS, vincent.wawrzyniak@gmail.com
 Maugis Pascal, UMR 8212 Mosaic, pascal.maugis@iscea.fr
 Augéard Bénédicte, AFB, benedicte.augeard@afbiodiversite.fr

Contributeurs et relecteurs

Dujardin F., Lalot E. (UMR 5600 EVS, Mines Saint-Étienne, GSE) ; Bichot F. (BRGM) ; Thierlon C. (Mines ParisTech) ; Novel M. (UMR 5023 Lehna) ; Poulet N. (Onema puis AFB) ; Akopian M. (AE-SN puis AFB) ; Bigué J. (Arra) ; Bonneville S., Carroget A., Grivel S., Lequien A. (MEEM) ; Cadilhac L. (AE-RMC) ; Clémens A., Roux-Michollet D. (Zabr-Graie) ; Delporte C. (CD 46) ; Deruyver S. (Sage Beauce) ; Dumont E. (Cete Ile-de-France) ; Duval J., Fermond C. (SMRD) ; Faton J.M. (Réserve des Ramières) ; Grimaud L., Klerch D. (Creseb) ; Jacquelin I. (EDF) ; Janodet S. (SPL Eau de Grenoble) ; Lambert M. (SEV) ; Le Bechec G. (SBVA) ; Lefur S. (Aste) ; Marchet P. (AE-AG) ; Naville T. (SM3A) ; Pellerin F.M. (FNE / Marais poitevin) ; Pellizzaro H. (CD 64) ; Raout F. (Drieu Ile-de-France) ; Reynaud A. (Aquitaine) ; Reynaud S. (CNR) ; Schott P., Toulet F. (Aprona) ; Tochon E. (Antea Group) ; Verley F. (Dreal Centre)

Annexe 1.2.

Eau et connaissance - 2015

Un guide « somme »

Fondements

Apports et acquis du projet « Échanges Nappes-Rhône »

<http://www.graie.org/zabr/projetstrans/index.htm>

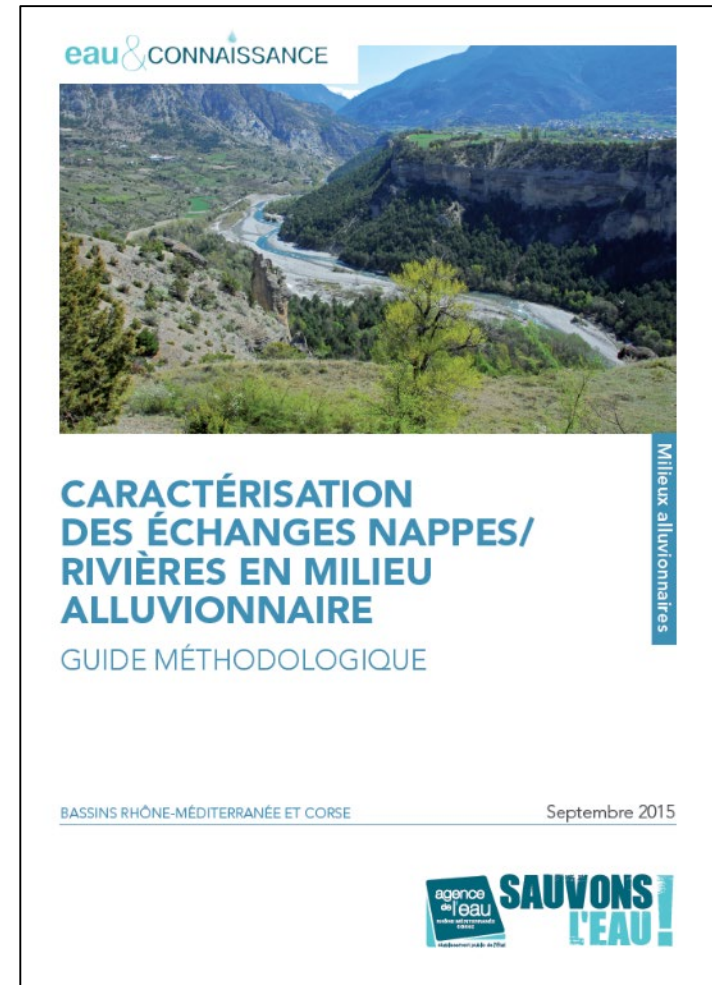
Concept et objectif du guide

Quels sont les outils les plus adaptés sur les milieux alluvionnaires pour caractériser les échanges nappe-rivière ?

Comment procéder et quelle est la marche à suivre pour caractériser les échanges nappe-rivière ?

Destination du guide – « acteurs » de l'eau

SAGE, Contrats de milieux, Agences de l'Eau, AFB (ONEMA), Administrations, Collectivités, Syndicats mixtes, Bureaux d'études...



Annexe 1.3.

Guides et protocoles - 2017

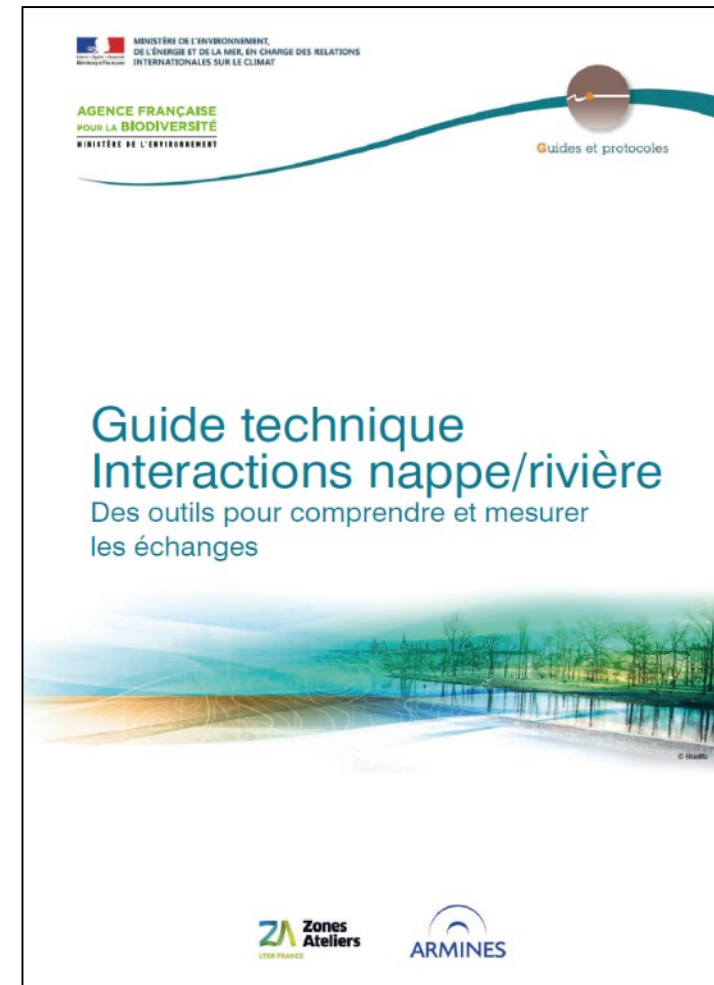
Un guide « light »

Fondements :

- valoriser les projets « Nappes-Rhône » et NAPROM
- mettre à profit l'expérience du guide méthodologique
- aller plus loin dans le travail avec les acteurs de l'eau

Concept et objectif du guide :

- proposer une aide à la caractérisation et au choix des sites
- intégrer de nouveaux outils dans la démarche
- étendre le champ d'utilisation du guide au domaine sédimentaire et la typologie des configuration d'échanges
- proposer un format plus léger avec une information plus facilement et plus rapidement accessible



Annexe 2.1

Références bibliographiques

Guide et projet Naprom

Paran F., Augeard B. (coordinateurs) (2017) *Guide technique Interactions nappe/rivière : des outils pour comprendre et mesurer les échanges*. Agence française pour la biodiversité, collection Guides et protocoles, 102p.

<http://www.onema.fr/Guide-Interactions-nappe-riviere>

Paran F., Graillot D., Arthaud F., Bodet L., Bornette G., Chatelier M., Douez O., Dujardin F., Flipo N., Guérin R., Habets F., Lalot E., Marmonier P., Mouhri A., Novel M., Piscart C., Rejiba F., Tallec G., Thierion C., Vergnes J.P., Maugis P., Augeard B. (2014) *Caractérisation des échanges nappes/rivières à l'échelle du tronçon ou du linéaire par métrique expérimentale ou par modélisation jusqu'à l'échelle régionale. Projet Naprom (Nappes-rivières : observation et modélisation)*. Armines, Onema, Rapport final, 209p.

Guide et projet nappes/Rhône

Paran F., Arthaud F., Novel M., Graillot D., Bornette G., Piscart C., Marmonier P., Lavastre V., Travi Y., Cadilhac L. (2015) *Caractérisation des échanges nappes/rivières en milieu alluvionnaire – Guide méthodologique*. Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse – Eau et connaissance, 178p.

http://www.graie.org/zabr/zabrdoc/Guides_methodo/Guide_Echanges_NR_RMC_VF.pdf

Lalot E. (2014) *Analyse des signaux piézométriques et modélisation pour l'évaluation quantitative des échanges hydrauliques entre aquifères alluviaux et rivières – Application au Rhône*. Thèse de Doctorat. Mines Saint-Etienne.

Annexe 2.2

Références bibliographiques

Guide et projet Karst/rivière

- Chapuis, H. (2017). *Évaluation, caractérisation, modélisation des échanges hydrauliques entre aquifères karstiques et rivières - application à la Cèze (France, Gard)*. Thèse de doctorat, Mines Saint-Etienne.
- Chapuis, H., Paran, F., Graillot, D., Cadilhac, L. (2020). *Caractérisation des échanges entre eaux superficielles (rivière) et eaux souterraines en domaine karstique - Exemple d'un affluent du Rhône, la Cèze (30)*. Rapport de synthèse, Zabr, AE-RMC.
- Pascoletti, Y., Chapuis, H., Paran, F., Graillot, D., Cadilhac, L. (2022). *Interactions karst/rivière – Approches développées sur les gorges de la Cèze (30) – Support méthodologique*. Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse – Eau et connaissance.

Projet ZHTB

- Paran F., Ré-Bahuaud J., Graillot D. (2017) *Étude et compréhension du rôle hydrologique et hydrogéologique des zones humides de têtes de bassins dans le soutien d'étiage des cours d'eau. Recherche de références dans les contextes très contrastés du bassin du Rhône*. Rapport phase 1. Zabr, AE-RMC, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Étienne.
- Paran F., Pascoletti Y., Graillot D., Dujardin F., Artigue G., Pinel S., Caldirak H., Johannet A., Winiarski T., Cubizolle H., Jolly T., Mazagol P.M., Sacca C., Riquier J., Lavastre V., Chevet J., Cocula C., Ebrard E., Laroque B. (2019) *Étude et compréhension du rôle hydrologique et hydrogéologique des zones humides de têtes de bassins dans le soutien d'étiage des cours d'eau – Mise en œuvre sur les sites de Luitel et Frasne*. Rapport phase 2. Zabr, AE-RMC, 183p + annexes.