

Méthodes et définitions des débits écologiques: principes et limites

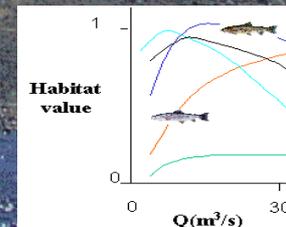
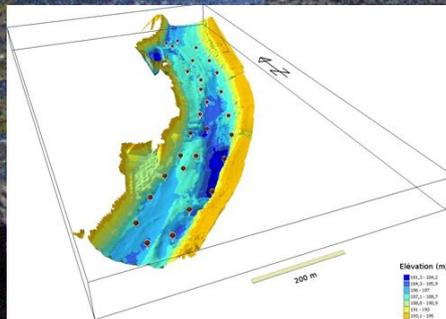
- Quelques définitions (Q réservés, minimum biologiques, etc.)
- Principes de la méthode de « calcul »
- Utilisation et applications
- Limites et conseils d'utilisation

nicolas.lamouroux@inrae.fr

06/2024

RiverLy

INRAE



Débits écologiques ... un compromis usages / milieu

Environmental flow management provides the water flows needed to **sustain freshwater and estuarine ecosystems in coexistence with agriculture, industry, and cities**. The goal of environmental flow management is to restore and maintain the socially valued benefits of healthy, resilient freshwater ecosystems through participatory decision making informed by sound science. Groundwater and floodplain management are integral to environmental flow management.

Brisbane conference, 2007



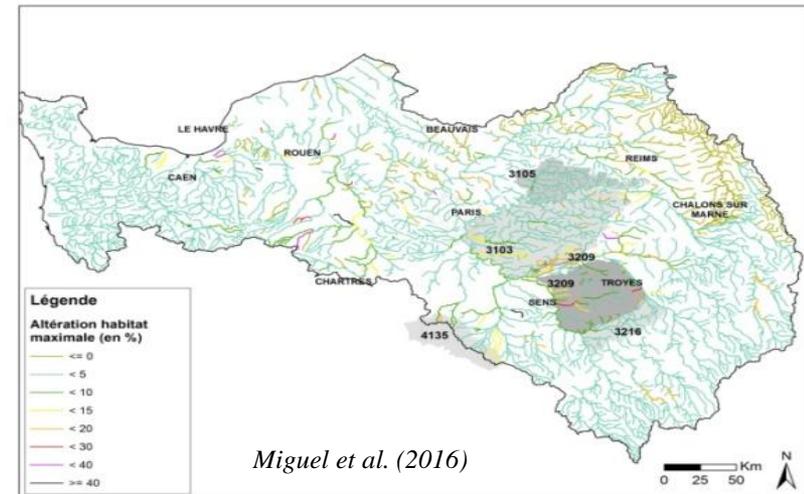
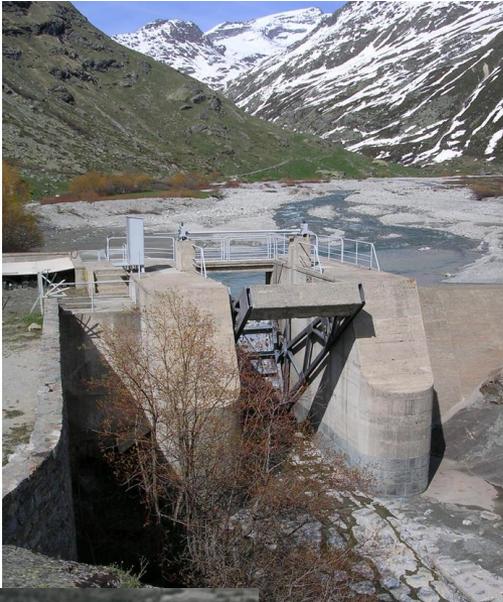
France : contextes d'application

Débits (régimes) réservés
Débits minimum biologiques
Débits planchers

Cadre réglementaire
« ouvrages »
(L. 214.18)

Débits biologiques ?
Débits écologiques ?

Gestion quantitative
des bassins
(volumes prélevables, DOEs,
DCE, Eflow-guidance)



Les débits écologiques ne découlent pas d'un « calcul » :
pas de chiffres magiques La « science » ne sait pas faire

**Sphère ouvrages -
débits réservés**

Débit minimum biologique

Débit optimum biologique

Débit écologique

**Valeur
d'habitat**

Débit

Débit d'alerte

**Sphère gestion
quantitative**

Débit d'étiage de référence

Débit objectif d'étiage

Débit de crise

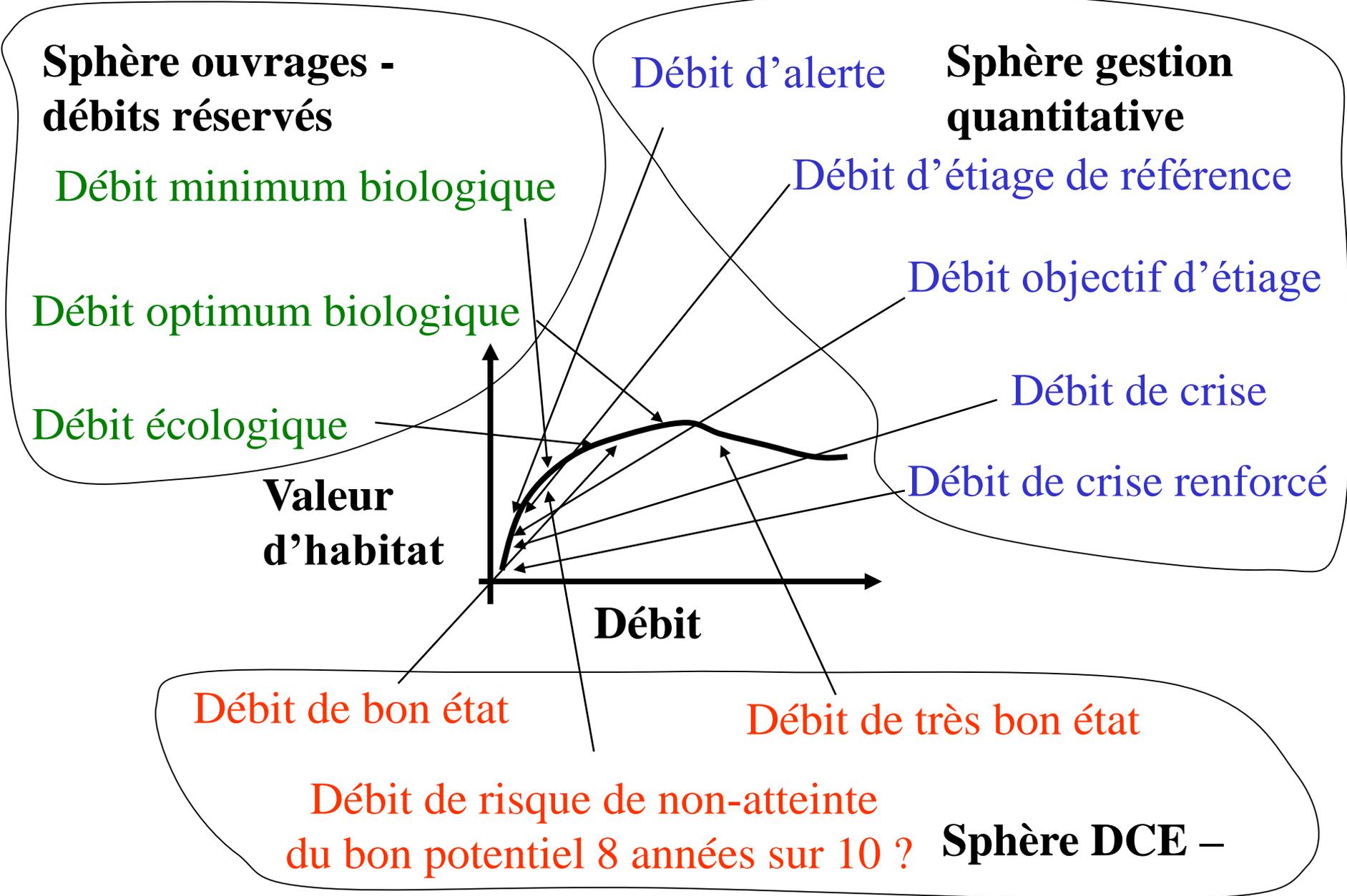
Débit de crise renforcé

Débit de bon état

Débit de très bon état

Débit de risque de non-atteinte
du bon potentiel 8 années sur 10 ?

Sphère DCE –



Les débits écologiques sont un compromis, négocié sur la base de comparaisons de scénarios

Une démarche consensuelle, <http://dx.doi.org/10.1051/hydro/2016004> Lamouroux et al. 2018

Hydroécol. Appl. (2018) Tome 20, pp. 1–27
© EDF, 2018
<https://doi.org/10.1051/hydro/2016004>

<https://www.hydroecologie.org>

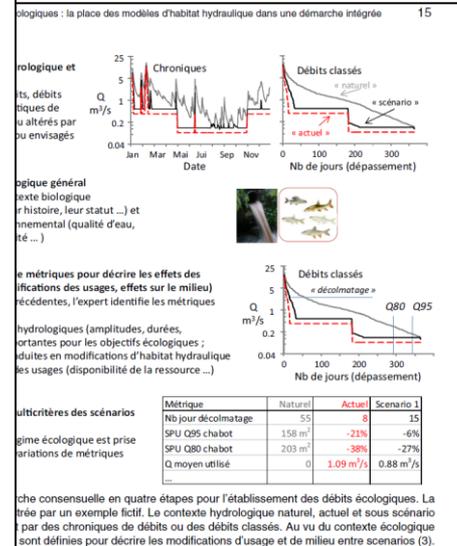
Débits écologiques : la place des modèles d'habitat hydraulique dans une démarche intégrée

Ecological flows: the role of hydraulic habitat models within an integrated framework.

N. Lamouroux¹, B. Augéard², P. Baran³, H. Capra¹, Y. Le Coarer⁴,
V. Girard⁵, V. Gouraud⁶, L. Navarro⁷, O. Prost⁴, P. Sagnes⁸, E. Sauquet⁹,
L. Tissot⁶

- 1 IRSTEA, UR MALY, 5 rue de la Doua, CS 70077, 69626 Villeurbanne Cedex, France
- 2 ONEMA, 5 allée Félix Nadar, 94300 Vincennes, France
- 3 ECOGEA, 352 avenue Roger Tissandier, 31600 Muret, France
- 4 IRSTEA, UR HYAX, 3275 route de Cézanne, CS 40061, 13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France
- 5 Asconit-Consultants, Parc Scientifique Tony Gamier, 6-8 espace Henry Vallée, 69366 Lyon cedex 07, France
- 6 EDF Recherche et Développement, Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, 6 quai Watier, 78401 Chatou Cedex, France
- 7 Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, 2 allée de Lodz, 69007 Lyon, France
- 8 Onema, pôle échohydraulique, IMFT, Allée du Pr. C. Soula, 31400 Toulouse.
- 9 IRSTEA, UR HHLY, 5 rue de la Doua, CS 70077, 69626 Villeurbanne Cedex, France

Résumé – Deux types d'approches techniques complémentaires sont utilisées pour guider l'établissement des débits écologiques, à l'échelle des tronçons de cours d'eau (ex. : débits

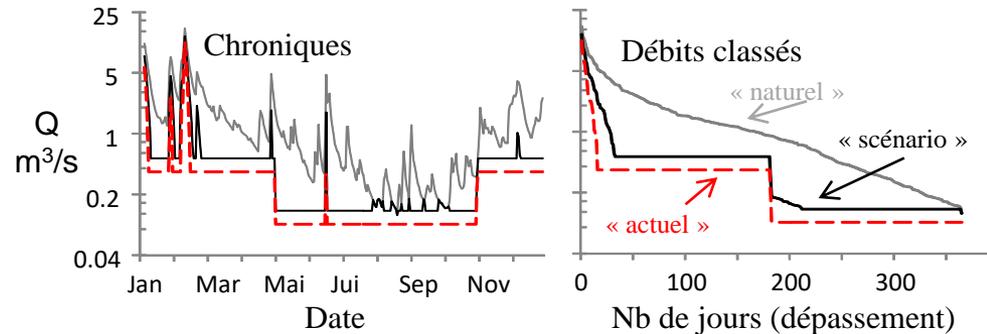


- > Applicable aux échelles de tronçons ET de bassins
- > Compatible avec la réglementation française et la guidance européenne
- > Largement utilisée en pratique, base des formations
- > Qui reconnaît le besoin d'expertise locale

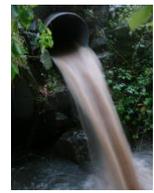
Les débits écologiques sont un compromis, négocié sur la base de comparaisons de scénarios

Une démarche consensuelle, <http://dx.doi.org/10.1051/hydro/2016004> Lamouroux et al. 2018

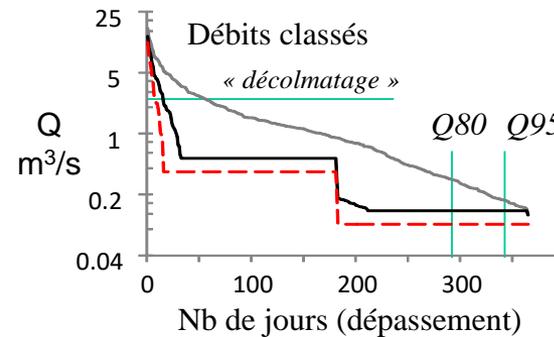
1) Contexte hydrologique et scénarios



2) Contexte écologique général



3) Identification des métriques pertinentes (certaines traduites en « habitat ») pour décrire les impacts sur le milieu et les usages



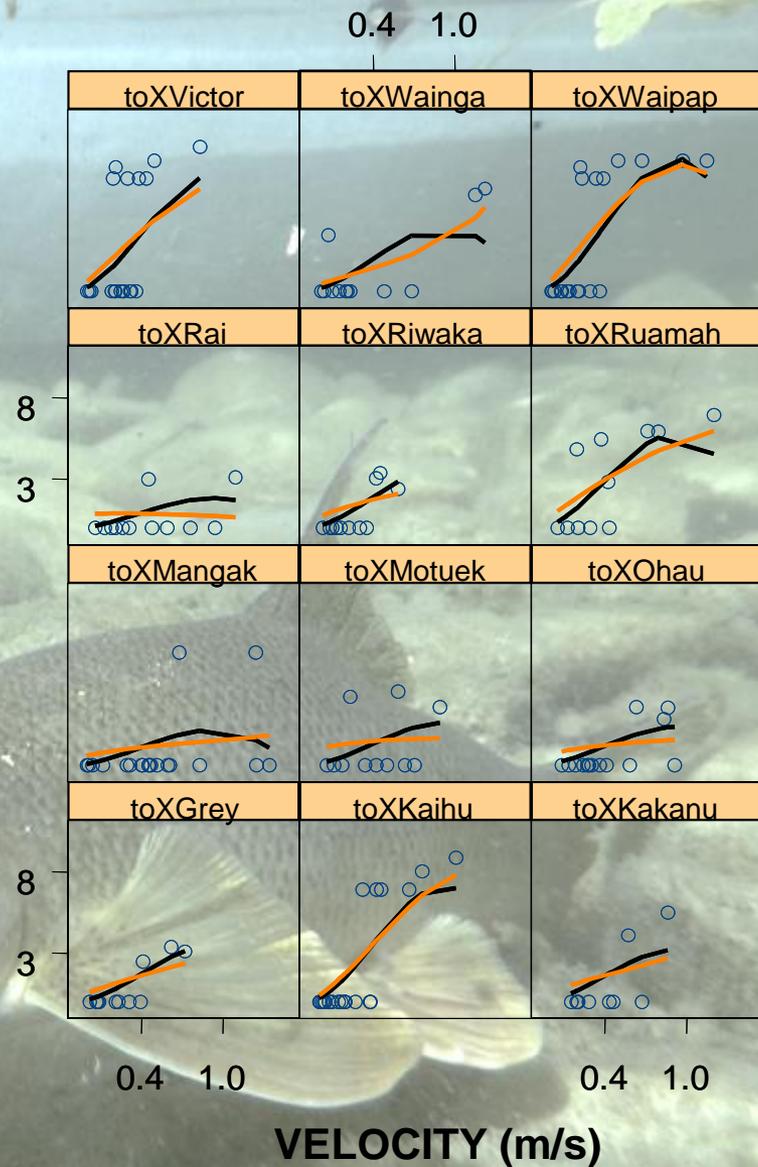
4) Comparaison multi-critères des scénarios de gestion

Métrique	Naturel	Actuel	Scenarion 1
Nb jour décolmatage	55	8	15
SPU Q95 chabot	158 m ²	-21%	-6%
SPU Q80 chabot	203 m ²	-38%	-27%
Q moyen utilisé	0	1.09 m ³ /s	0.88 m ³ /s
...			

Parmi les indicateurs d'impact ...
 ... l'importance de l'hydraulique



DENSITY (ln)



Microhabitat selection models...

Many models, strong transferability
(on average !)

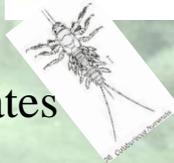
<https://habby.wiki.inrae.fr>

European fish

~40 taxa

Lamouroux et al. 1999

Plichard et al. 2020



European
macroinvertebrates

~200 taxa

Dolédec et al. 2007, Mérigoux et al. 2009

Lamouroux et al. 2013, Forcellini et al. 2022

Tropical fish and shrimps

~10 taxa

Faivre et al. in prep.



Alpine, glacier fed streams invertebrates

~20 taxa

Becquet et al. In press



@ Ollagnier

2/3 ...

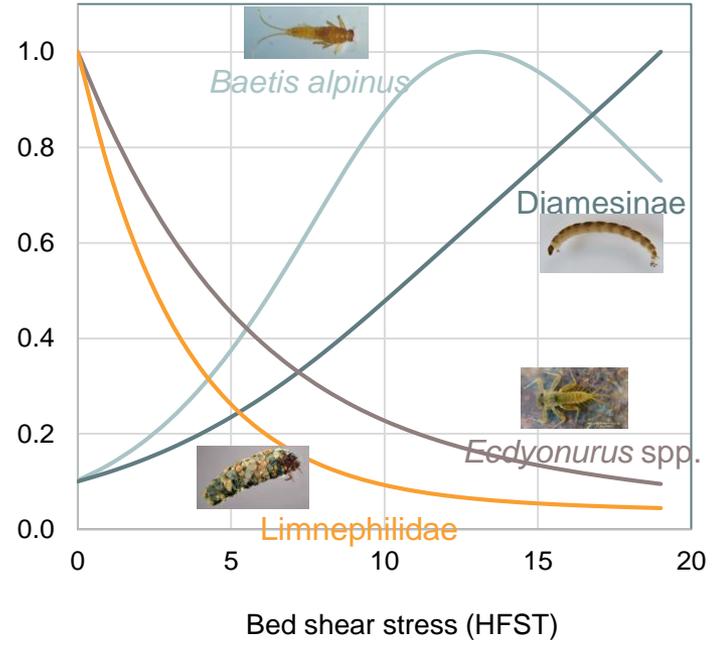
... of taxa have significant
hydraulic preferences

...of observed « preferences » are
explained by average « regional » models

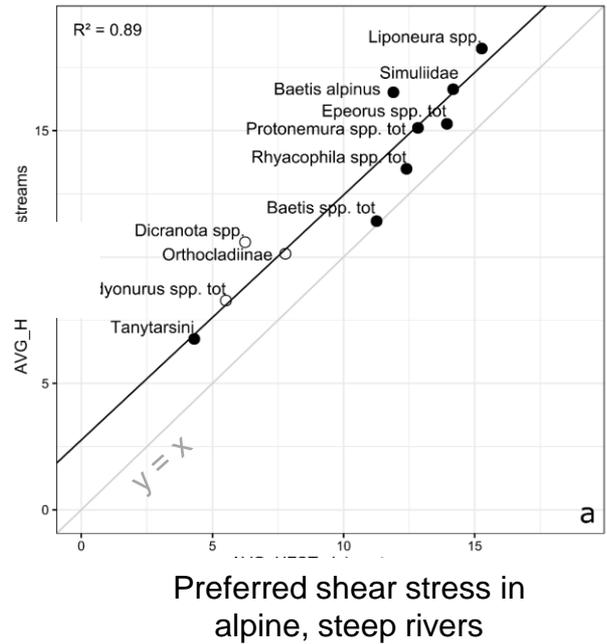
... of models transfer well in other rivers



Habitat Value
(between 0 and 1)



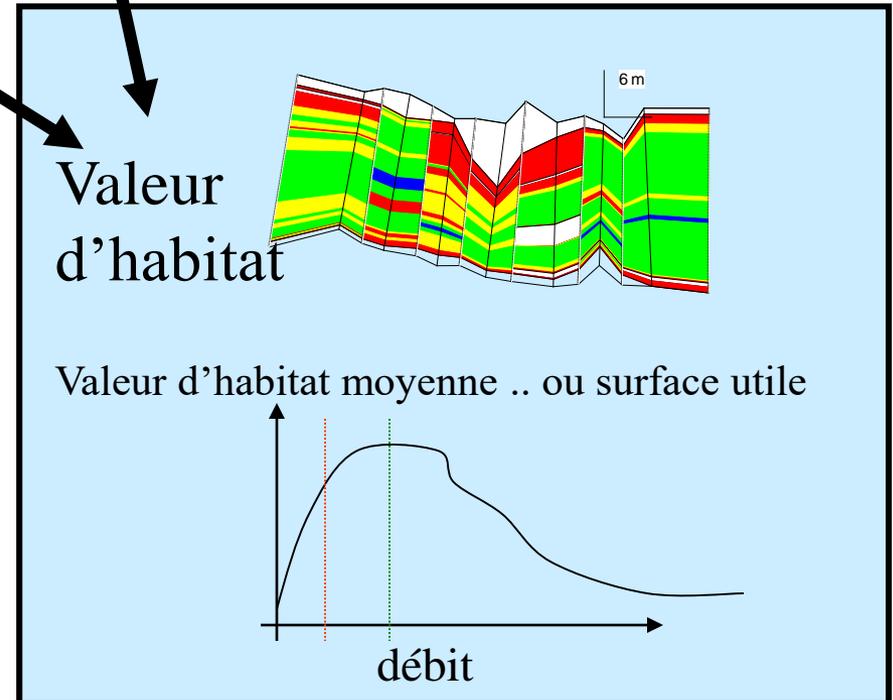
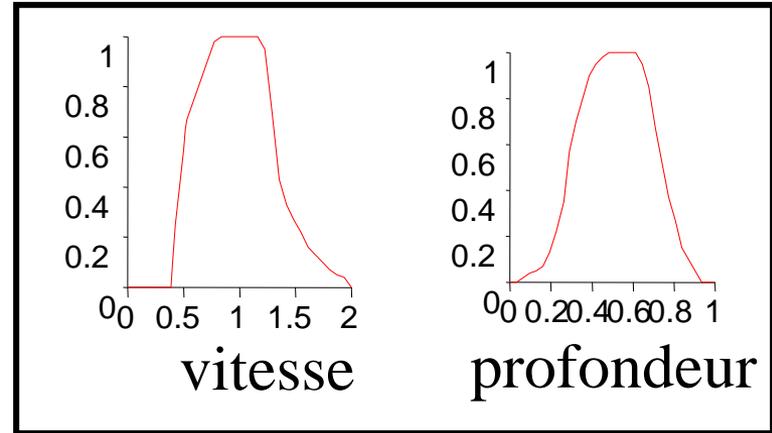
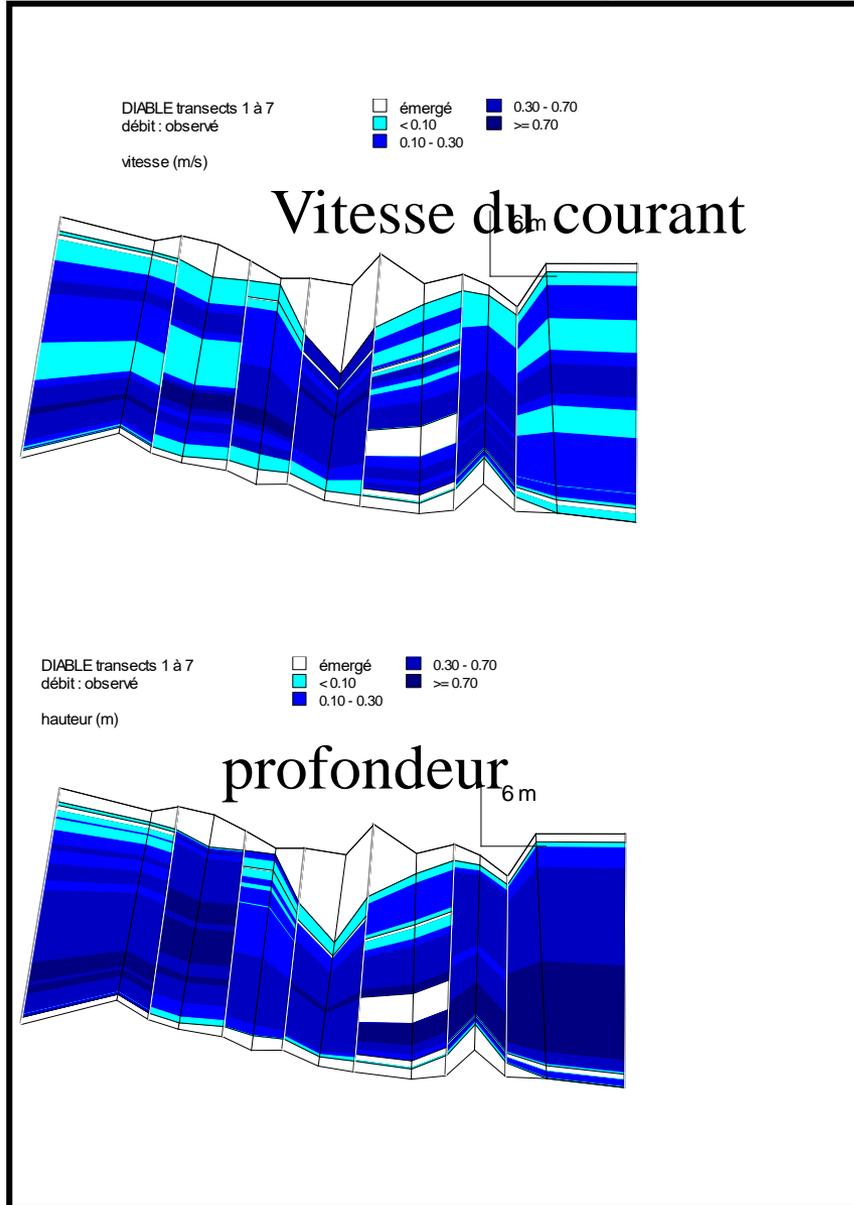
Preferred shear stress
in large lowland rivers



Modèles d'habitat hydraulique : les principes...

HYDRAULIQUE

BIOLOGIE

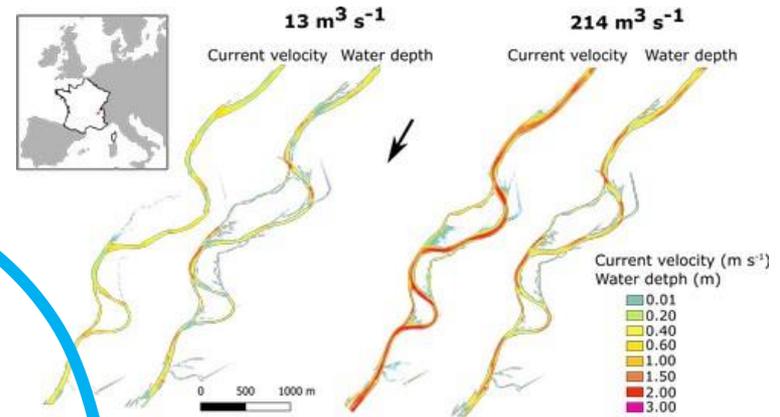


Modèles d'habitat hydraulique : une large gamme...

Scenarios [hydrologie + gestion + climat]
-> Q, T°C journalières-horaires

Approches simples
génériques

Approches statistiques



Approches détaillées
2D Hydraulic + 1D thermal modeling
Allement-Rhône

Scenarios d'indicateurs écologiques
(habitats thermiques et jhydrauliques)

Modèles d'habitat hydraulique : une large gamme...

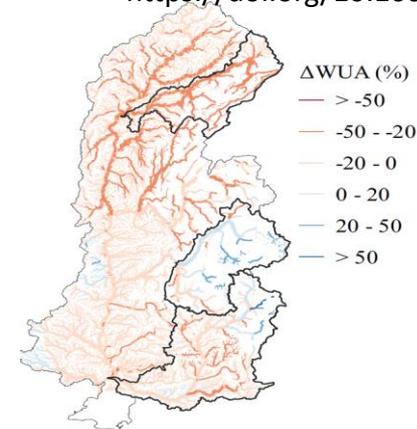
Scenarios [hydrologie + gestion + climat]
-> Q, T°C journalières-horaires

**Approches simples
génériques**

Approches statistiques



Morel et al. (2023)
<https://doi.org/10.1002/eco.2513>



Changes in suitable habitat areas
for the barbel in the Rhône catchment
under climatic scenario RCP8.5

**Scenarios d'indicateurs écologiques
(habitats thermiques et jhydrauliques)**

	EVHA	LAMMI	ESTIMHAB	Fstress, Stathab, Stathab_steep
Précision / objectivité	+	= Sensible au choix/poids de ~9 transects. Extrapolations à discuter	+	+
Facilité d'utilisation	- Topo complète Vitesses, calibration	- >3-4 débits, vitesses points fixes	+ Trop facile ?	+ Trop facile ?
Cartographie / produits	+	=	- Pas de carto. Moins d'espèces, mais guildes	= Pas de carto. Mais utilisables avec toutes les courbes de préférence (sans substrat)
Domaine d'application technique	= Pas applicable en écoulement complexe Plus de SAV !	+	- Morphologie artificielle exclue	- Morphologie artificielle exclue

Habitat tools: **HABBY** free and flexible

Le Coarer et al.

<https://habby.wiki.inrae.fr>

Statistical Hydraulic Models

(cheap)

Stathab
Stathab_steep
FSTress
Estimhab

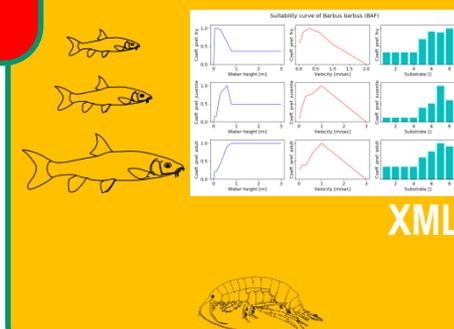
Hydrology



Particle size(shp)



Biological models Rich library



Numerical Hydrodynamic Models

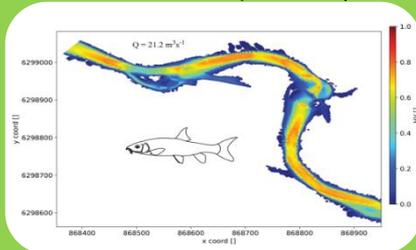
HEC-RAS 1D /2D
TELEMAC 2D
RUBAR 2D
BASEMENT
LAMMI
...OTHERS

HABBY computing interface

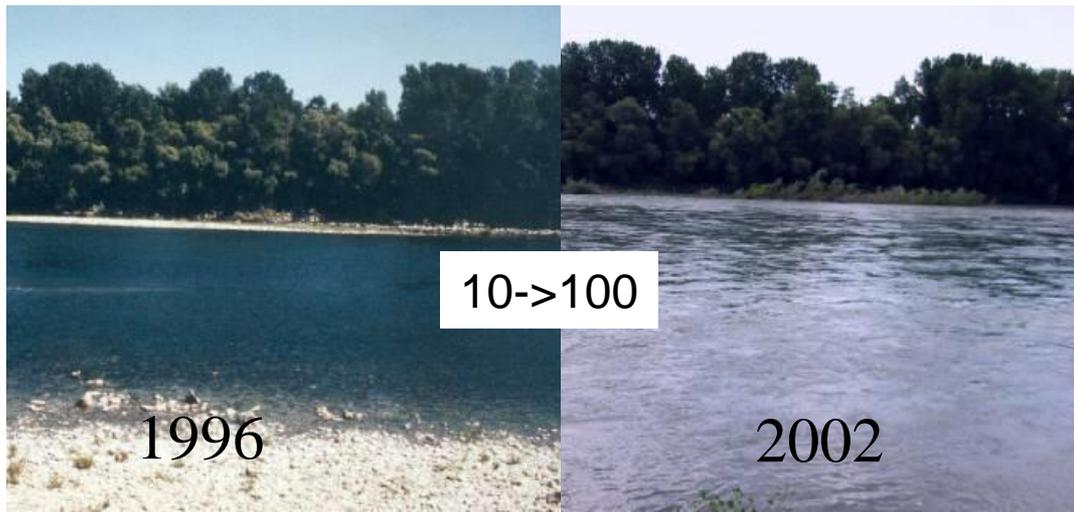
one file format: HDF5 (2D)

Scripts

RESULTS: .txt, .png, .pdf, .gpkg (GIS)
.stl,.pvd,.vtu (Paraview)

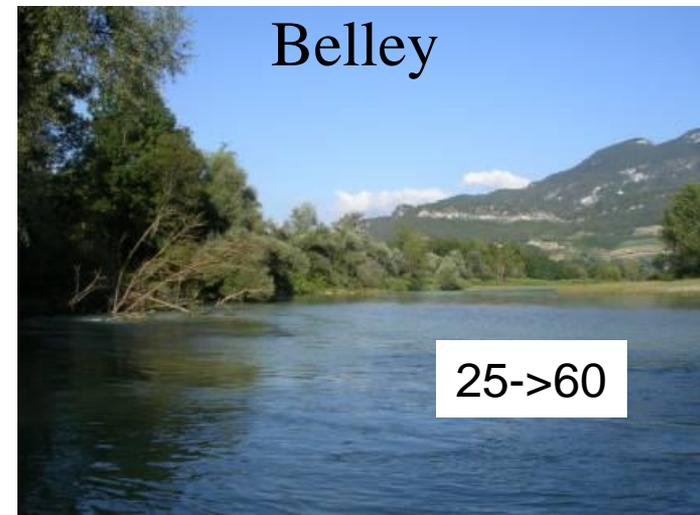


Retour d'expérience : exemple des Q minimum du Rhône



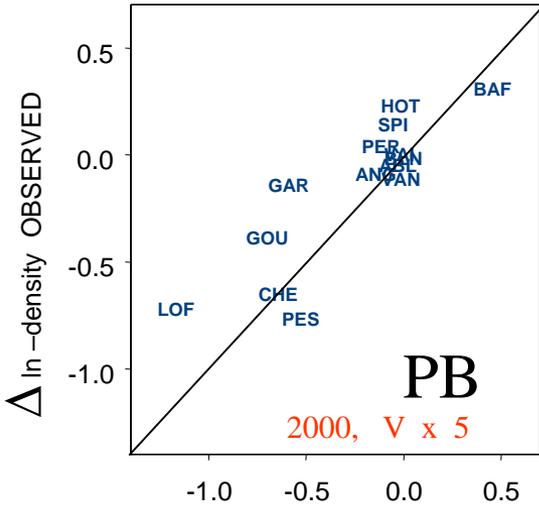
Pierre-Bénite

Hauteur d'eau	1.2 m	2.1 m
Vitesse	0.07 m/s	0.35 m/s



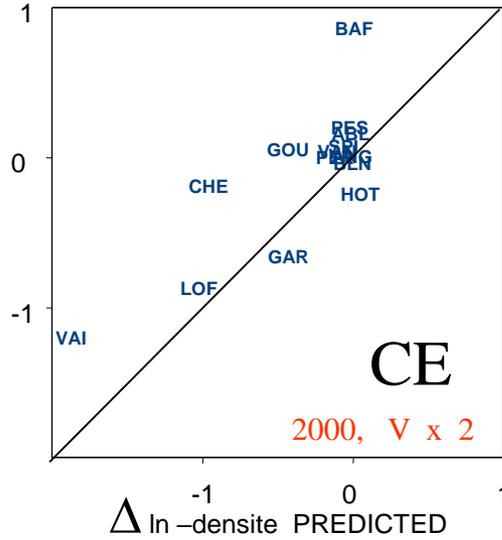
Densités ~ :5 à x2

Pierre-Bénite (2000)



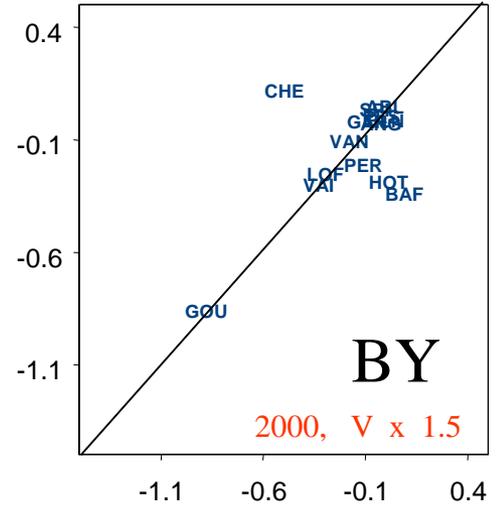
$R^2 = 0.74, P < 10^{-4}$

Chautagne (2004)



$R^2 = 0.63, P < 10^{-3}$

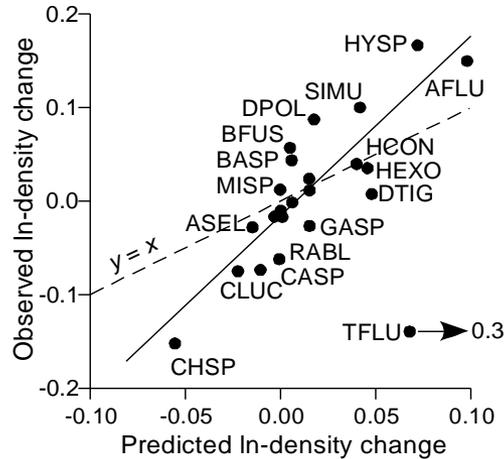
Belley (2005)



$R^2 = 0.35, P = 0.02$ mais

Poissons

Invertébrés



$R^2 = 0.75 \quad P = 10^{-6}$

Été 2020



Été 2022

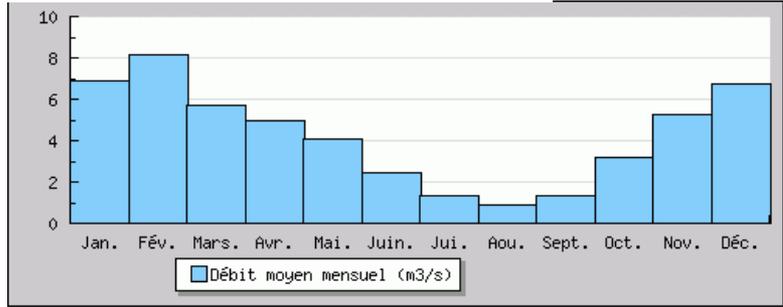
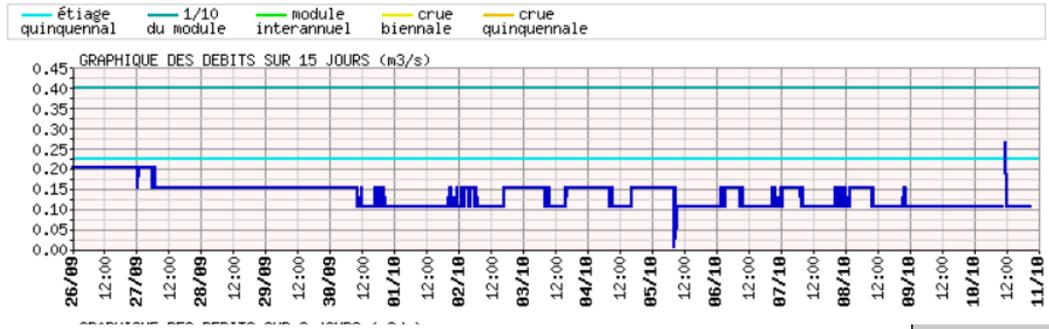
**Intégrer les scénarios climatiques
...dont le réchauffement...
devient primordial**



Été 2022

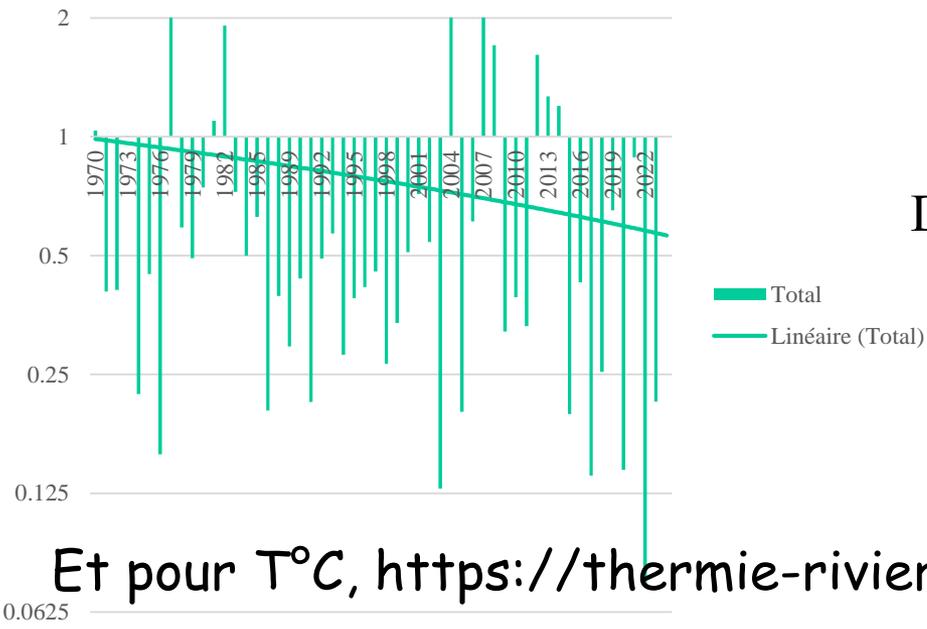


(Châtillon-d'Azergues) Graphiques des DEBITS en m3/s , dernière valeur 0.106 m3/s le 10/10/2023 - 21:00



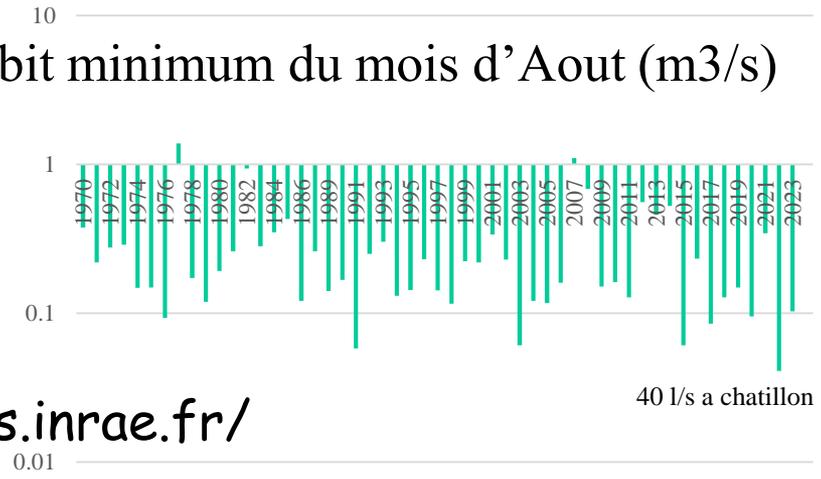
Débit moyen du mois d'Aout (m3/s)

Total



Débit minimum du mois d'Aout (m3/s)

Total



Et pour T°C, <https://thermie-rivieres.inrae.fr/>

40 l/s a chatillon



La démarche

<http://dx.doi.org/10.1051/hydro/2016004>

Applications

<https://doi.org/10.1002/eco.2513>

Les outils

<https://habby.wiki.inrae.fr>

<https://ecoflows.inrae.fr/software/>

<https://thermie-rivieres.inrae.fr/>