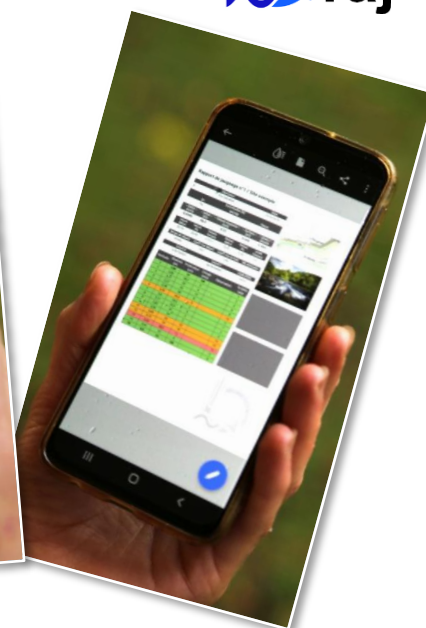


Règles à jauger INRAE : actualités et échanges



Jérôme Le Coz¹, Mickaël Lagouy¹, Cédric Gouineau², Adrien Vergne³

1

INRAE

2



3


**PRÉFET
DE LA RÉGION
BRETAGNE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

DREAL Bretagne

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement

Actualités des règles à jauger INRAE

INRAE

RiverLy

River
hydraulics

Unité de recherche RiverLy
Equipe Hydraulique des Rivières
INRAE (Lyon)



Jérôme Le Coz Mickaël Lagouy



Cellule d'Animation Technique
pour l'Eau et les Rivières
Calvados Orne Manche



Cédric Gouineau

HydrPortail
VIGICRUES

DREAL Bretagne

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement



Adrien Vergne 2

Au sommaire de cette présentation

1. La règle à jauger INRAE : rappels, diffusion et nouveautés
2. L'appli mobile Qràj (CATER COM) ràj
3. Exemple de partenariat : DREAL Bretagne/Syndicat de rivière

Un instrument, différentes appellations...



- règle à jauger
- réglette
- règle à Jéjé (*INRAE Lyon*)
- perche transparente
- perche transparente à charge dynamique
- perche pause-caca (*DREAL Nouvelle-Aquitaine*)
- « Bernoulli en plastique » (Alex Hauet)
- streamgauging ruler
- transparent velocity-head rod
- stream velocity board (*Robin Pike, Canada*)
- "Le Stick" (*Université de Dundee, Ecosse*)

Que voulons-nous mesurer ?

Le **débit** des cours d'eau :
le volume d'eau traversant la section
pendant une unité de temps

$$\text{Débit } Q = \frac{\text{Volume}}{\text{Temps}}$$

Unités de mesure :

- m^3/s
- L/s

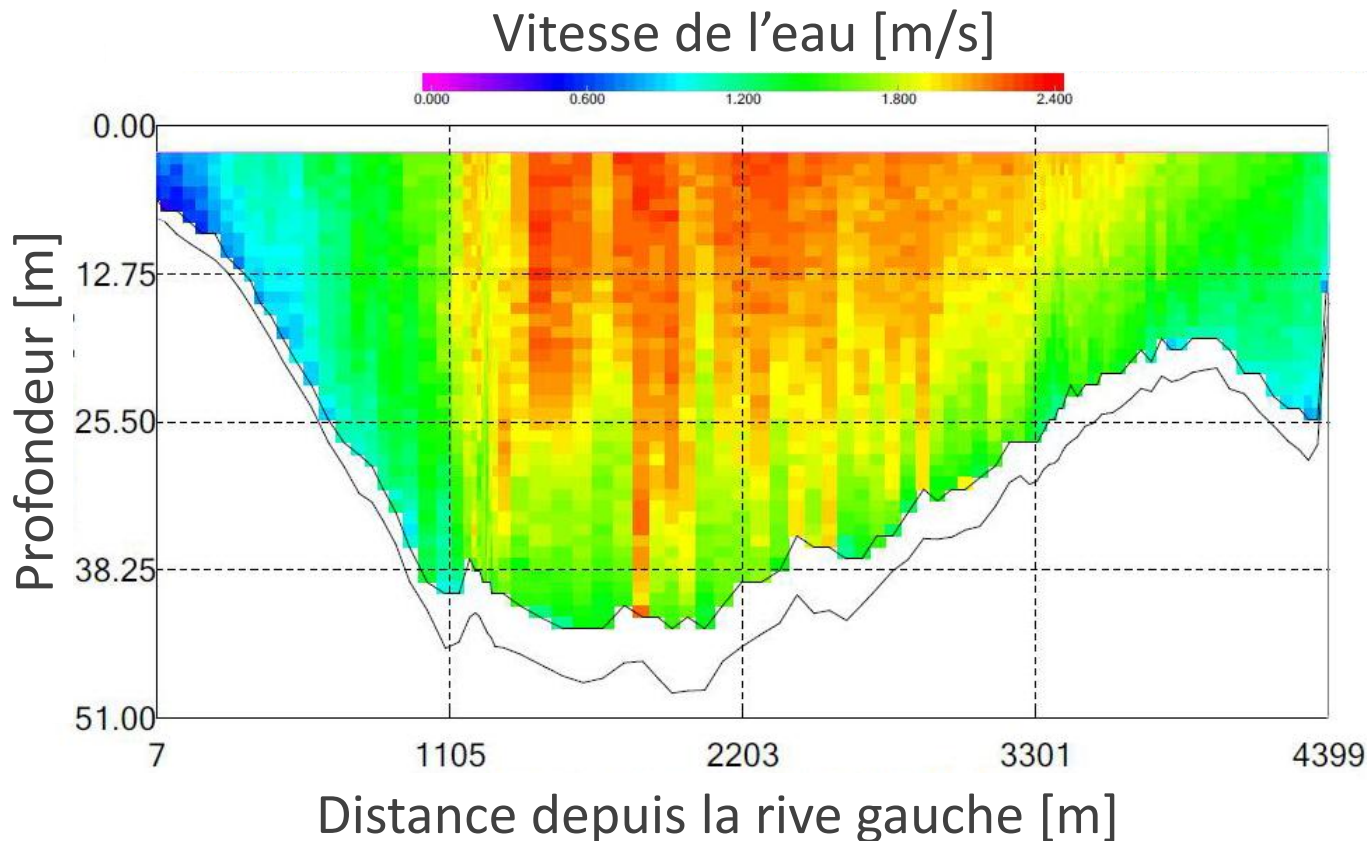


Que voulons-nous mesurer ?

Le **débit** des cours d'eau :
le volume d'eau traversant la section
pendant une unité de temps

$$Q = \text{Vitesse} \times \text{Surface}$$

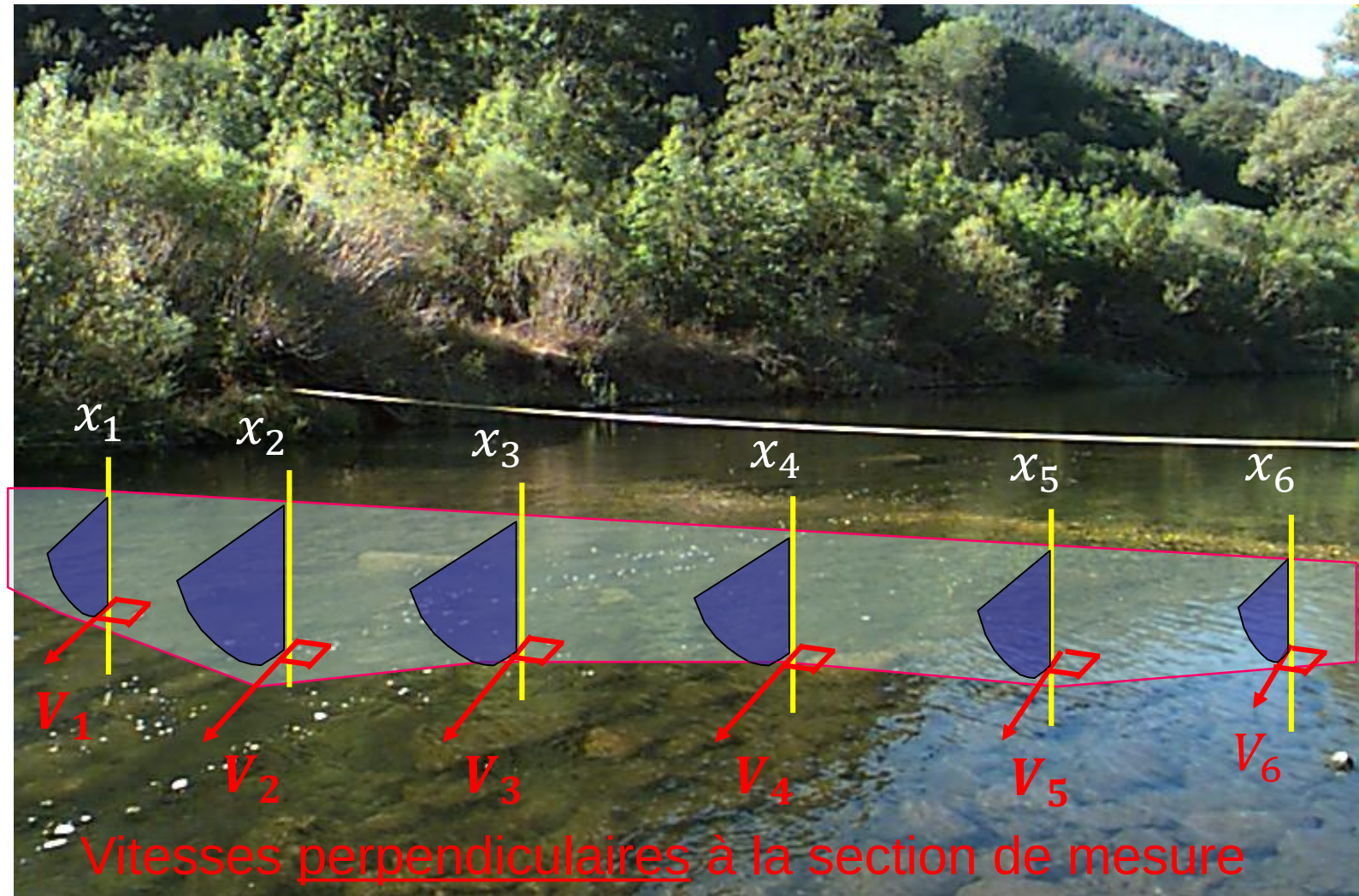
$$\underbrace{\text{m/s} \times \text{m}^2}_{\text{m}^3/\text{s}}$$



Section de
jaugeage de
l'Amazonie à
Itacoatiara, au
Brésil
(220 000 m³/s)

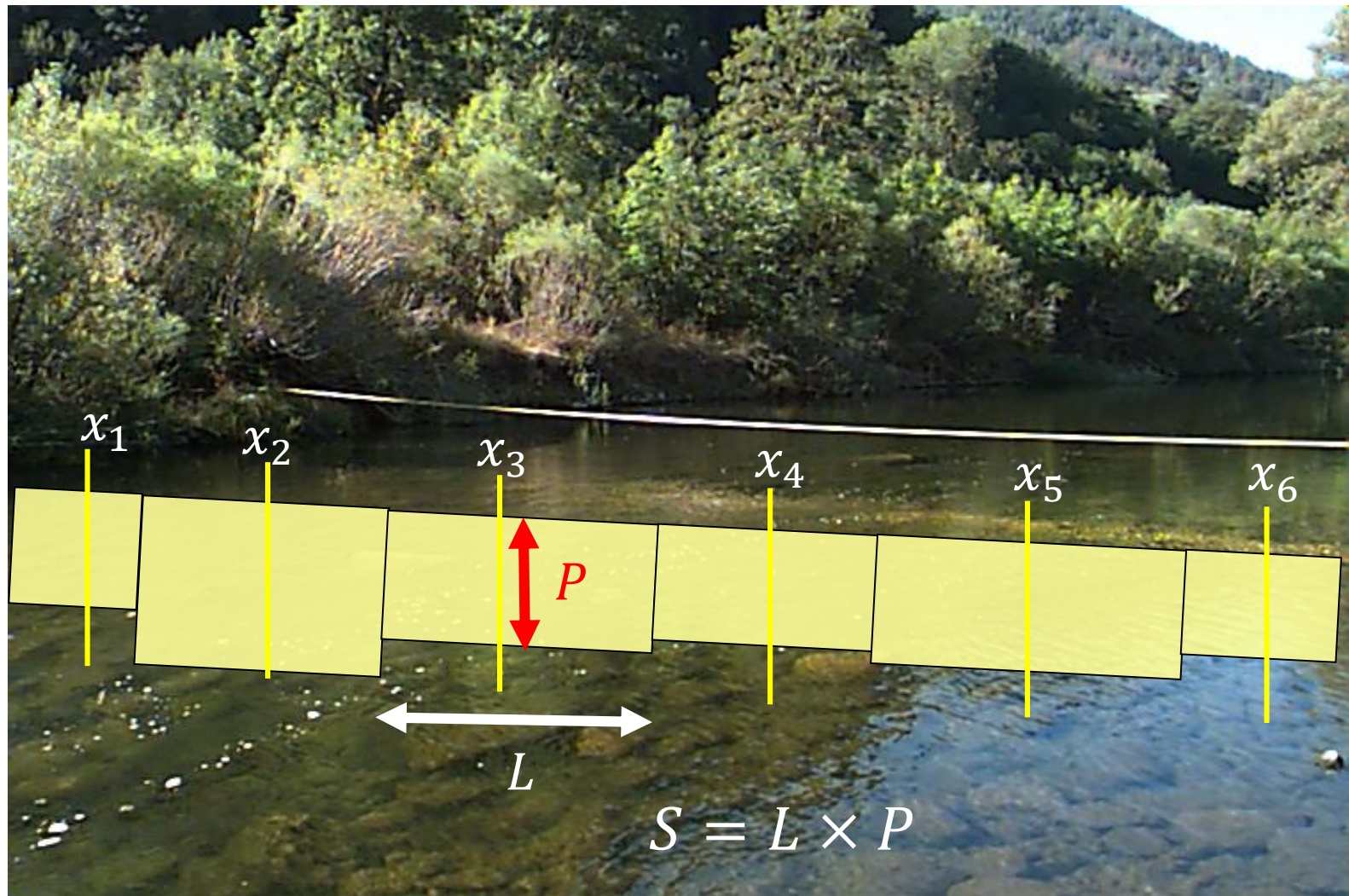
Jaugeage par verticales successives

Mesurer des vitesses moyennes sur des verticales



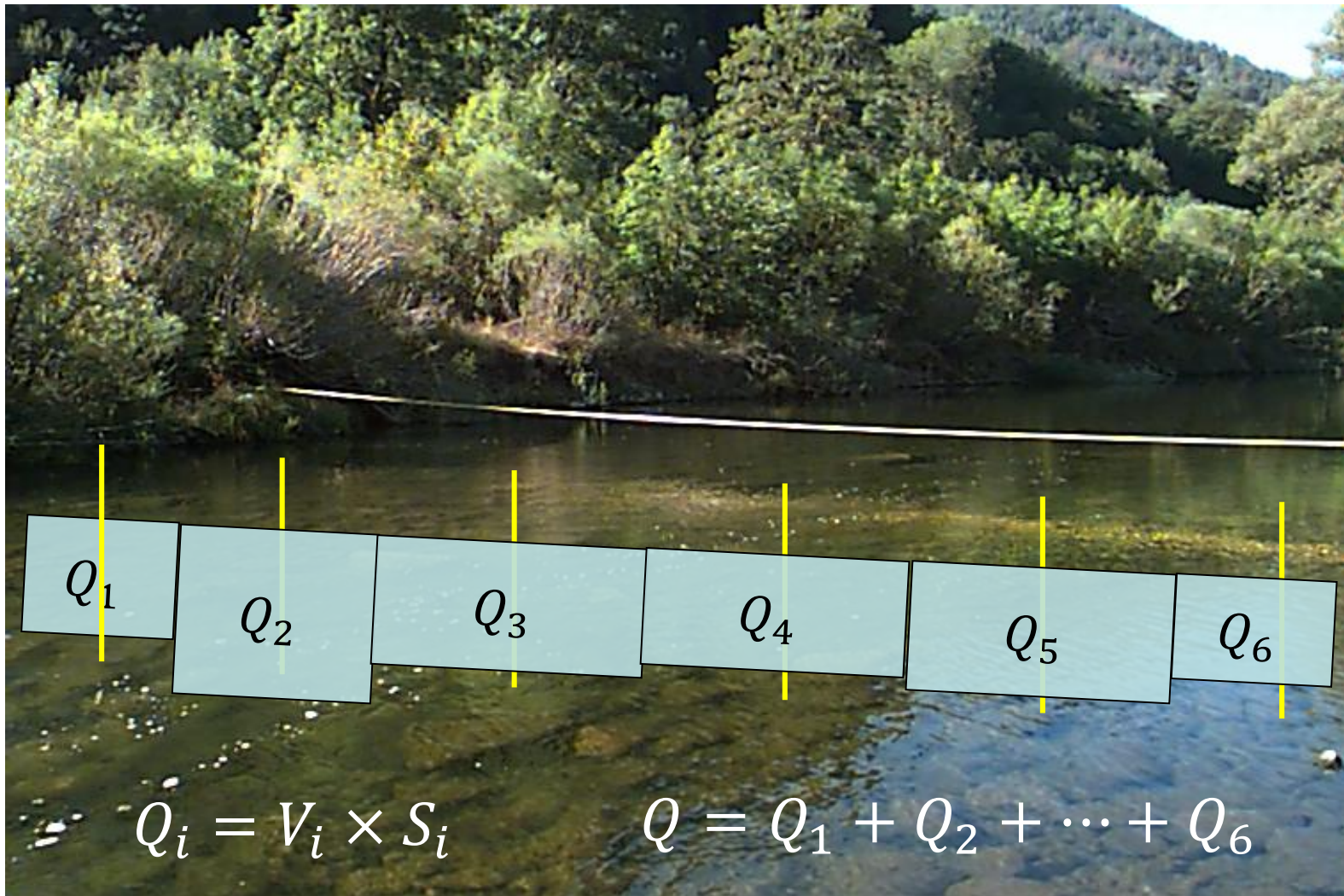
Jaugeage par verticales successives

Associer une sous-section mouillée aux vitesses



Jaugeage par verticales successives

Calculer les débits par sous-section, et sommer



Jaugeage par verticales successives

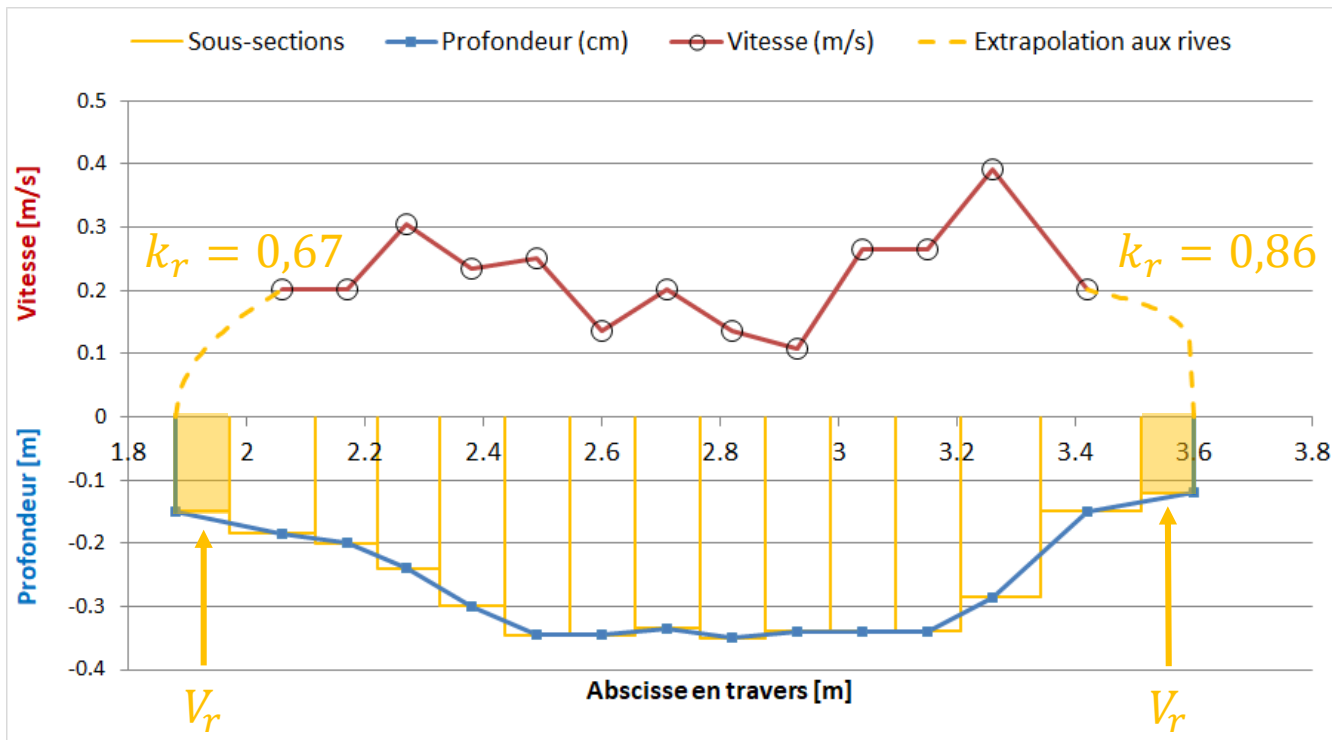
Cas particulier des sous-sections de rive

Le profil de vitesse aux rives est extrapolé avec un **coefficient de rive** k_r , à ajuster.

Valeurs typiques de k_r :

- 0,67 (berge inclinée naturelle)
- 0,91 (paroi verticale lisse, béton)
- 0,86 (situations intermédiaires)

*Pas de mesure de vitesse à la rive !
(Abscisse et profondeur seulement)*



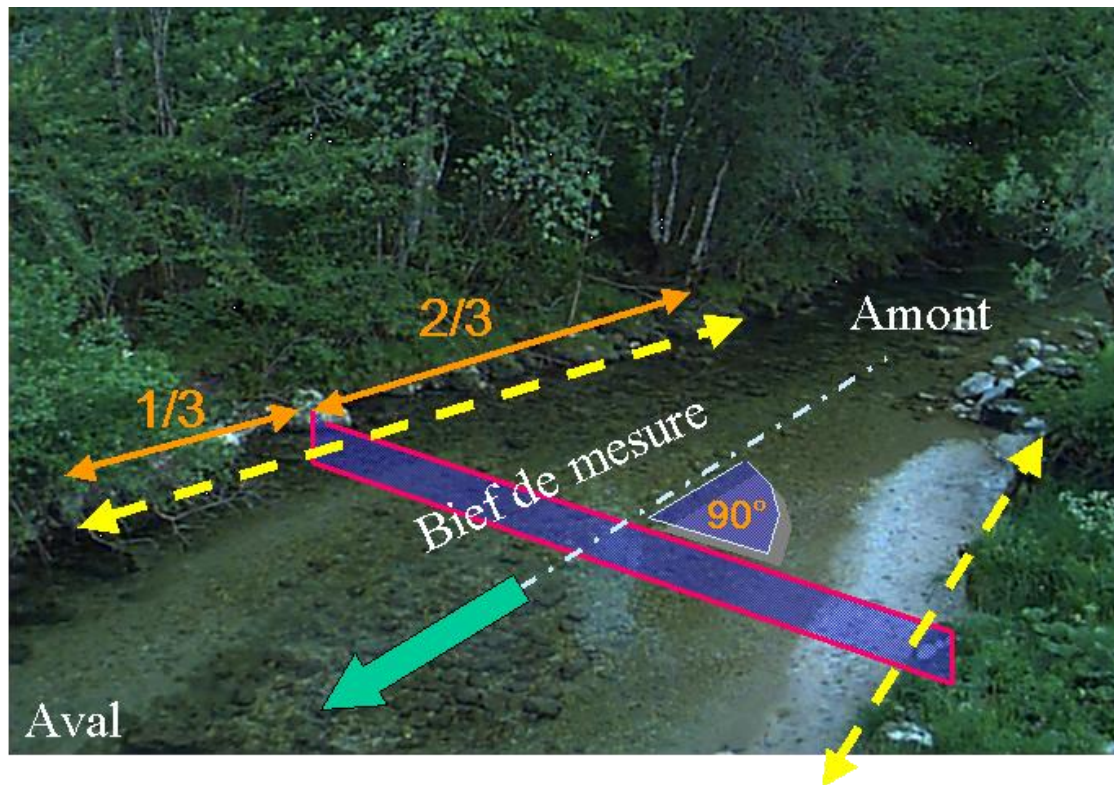
La vitesse V_r affectée aux sous-sections de rive dépend de la vitesse $V_{\text{mesurée}}$ mesurée à la verticale la plus proche :

$$V_r = (2 k_r - 1) V_{\text{mesurée}}$$

Jaugeage par verticales successives

Principales étapes sur le terrain :

1. Choix du site de mesure, aménager si besoin



Jaugeage par verticales successives

Principales étapes sur le terrain :

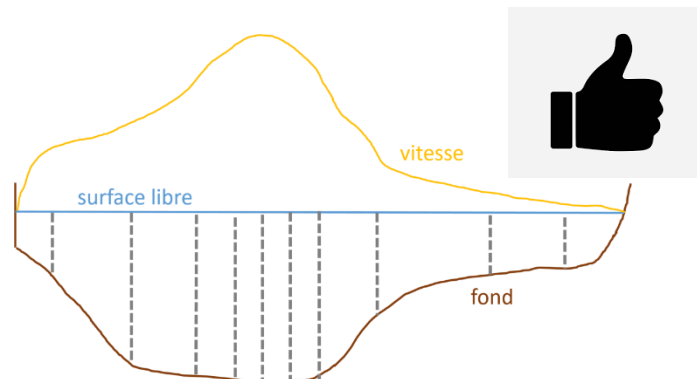
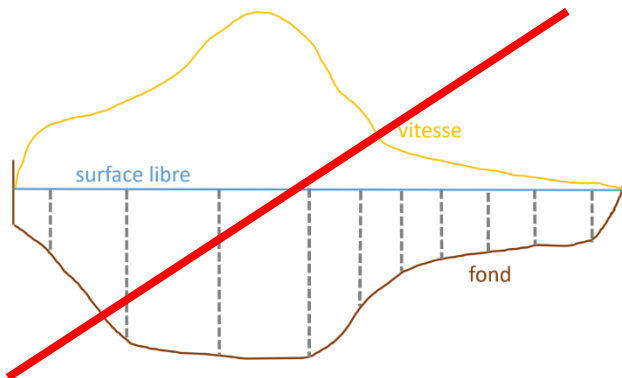
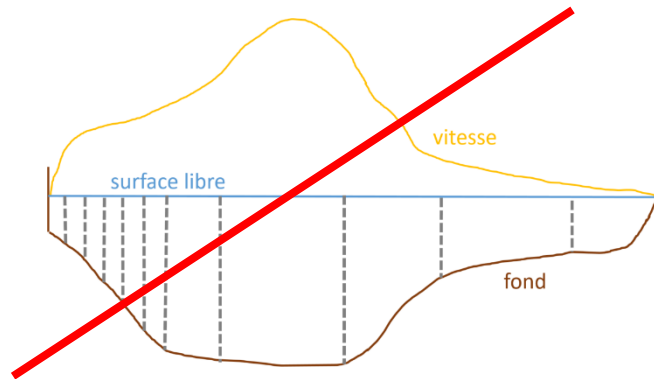
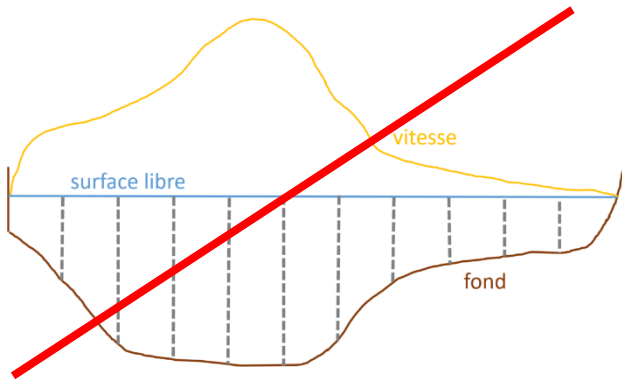
1. Choix du site de mesure, aménager si besoin
2. Mettre en place le décamètre, reconnaître la section de mesure



Jaugeage par verticales successives

Principales étapes sur le terrain :

1. Choix du site de mesure, aménager si besoin
2. Mettre en place le décimètre, reconnaître la section de mesure
3. Planifier le placement des verticales (*au moins 10*)



Jaugeage par verticales successives

Principales étapes sur le terrain :

1. Choix du site de mesure, aménager si besoin
2. Mettre en place le décamètre, reconnaître la section de mesure
3. Planifier le placement des verticales
4. Relever le niveau d'eau de début



Échelle limnimétrique (station)

Échelle temporaire

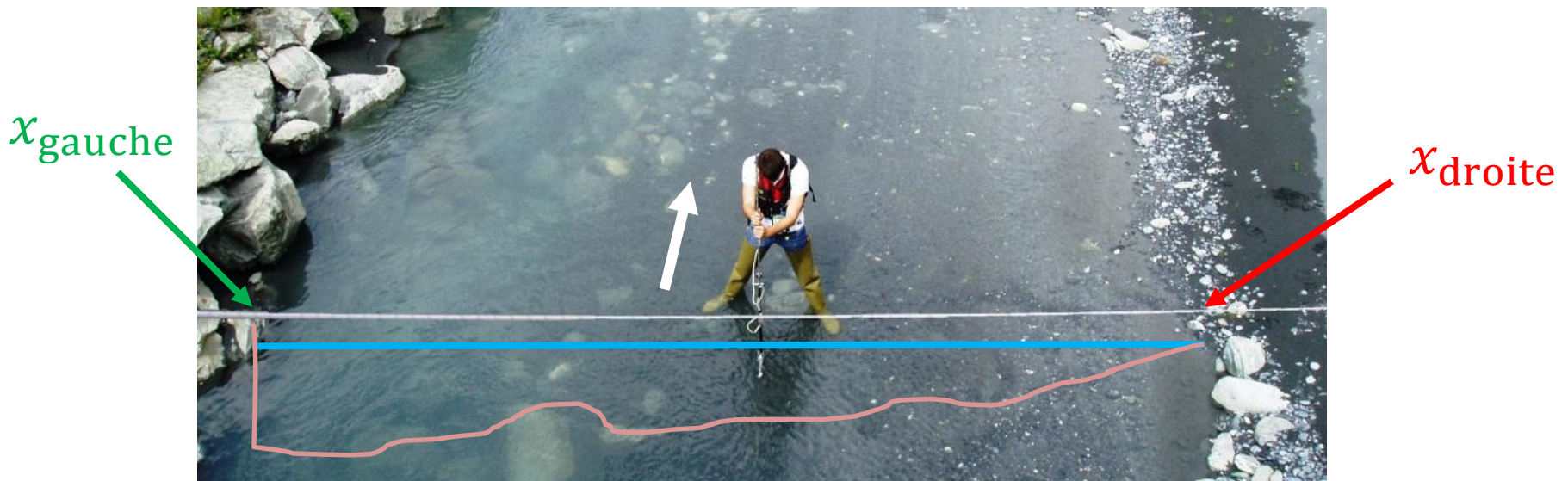
Repère vertical quelconque

Date-heure et fuseau horaire

Jaugeage par verticales successives

Principales étapes sur le terrain :

1. Choix du site de mesure, aménager si besoin
2. Mettre en place le décamètre, reconnaître la section de mesure
3. Planifier le placement des verticales
4. Relever le niveau d'eau de début
5. Mesurer la berge de départ : abscisse, profondeur, type



$P_{\text{gauche}} > 0$
verticale, lisse

$P_{\text{droite}} = 0$
inclivée, naturelle

Jaugeage par verticales successives

Principales étapes sur le terrain :

1. Choix du site de mesure, aménager si besoin
2. Mettre en place le décamètre, reconnaître la section de mesure
3. Planifier le placement des verticales
4. Relever le niveau d'eau de début
5. Mesurer la berge de départ : abscisse, profondeur, type
6. Mesurer sur chaque verticale : abscisse, profondeur, vitesse



Vitesse V
(courantomètre
aligné
perpendiculairement
au transect)

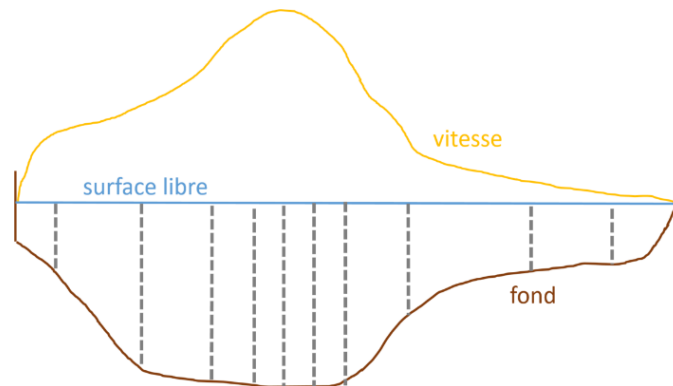
Abscisse x
(décamètre)

Profondeur P
(perche graduée,
pige)

Jaugeage par verticales successives

Principales étapes sur le terrain :

1. Choix du site de mesure, aménager si besoin
2. Mettre en place le décimètre, reconnaître la section de mesure
3. Planifier le placement des verticales
4. Relever le niveau d'eau de début
5. Mesurer la berge de départ : abscisse, profondeur, type
6. Mesurer sur chaque verticale : abscisse, profondeur, vitesse
7. Mesurer la berge d'arrivée : abscisse, profondeur, type
8. Relever le niveau d'eau de fin

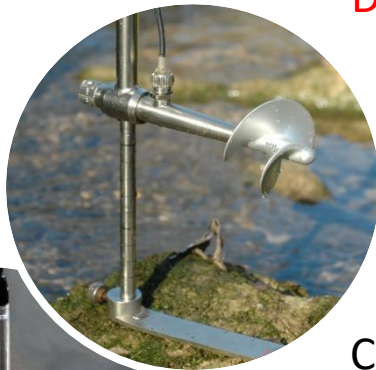


Jaugeage

Jaugeage low-cost et low-tech

Instruments de mesure de vitesse pour le jaugeage à pied : coût

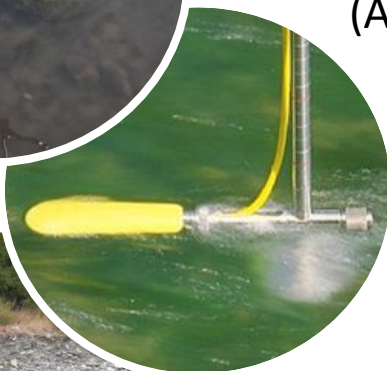
De 5 000 à 30 000 €



Courantomètre
mécanique (moulinet)



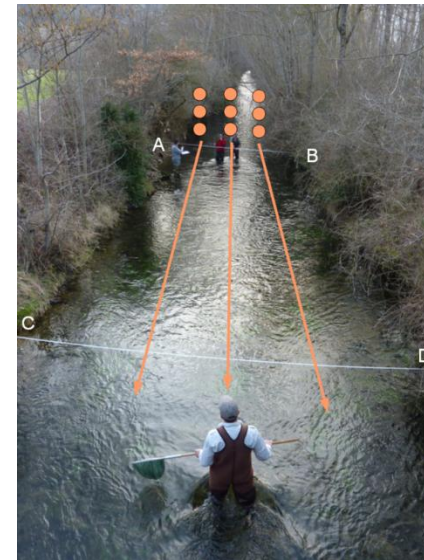
Courantomètre
acoustique Doppler
(ADV)



Courantomètre
électromagnétique

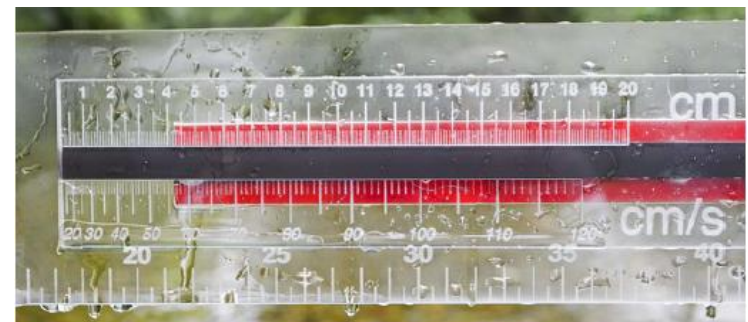


Profileur acoustique
Doppler (ADCP)



Méthode
du flotteur

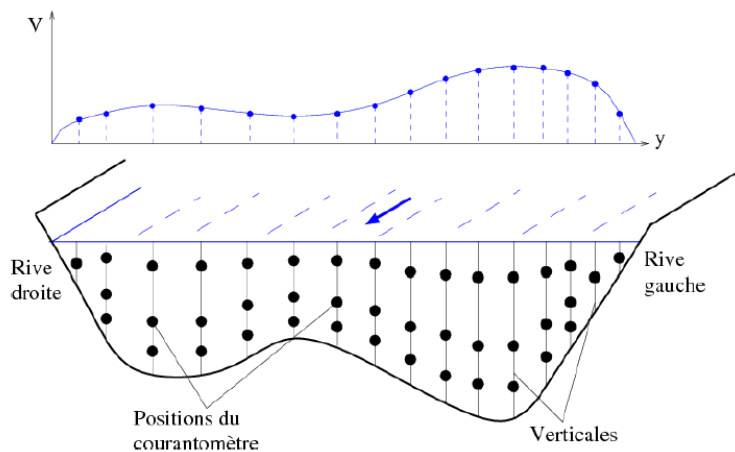
< 50 €



Règle à jaugeur ~ 200 €

Jaugeage low-cost et low-tech

Instruments de mesure de vitesse pour le jaugeage à pied : **complexité**



Courantomètres

- 1 à 3 points de vitesse par verticale
- 30 à 40 s de temps d'exposition par point

Profileurs ADCP

- Déploiement délicat
- Chaîne de mesure complexe
- Post-traitement des résultats (logiciel QRevInt)

Règles à jaugeur

- Déploiement simple
- Mesure directement la vitesse moyenne sur la verticale

Les perches à charge dynamique

existaient bien avant nous...

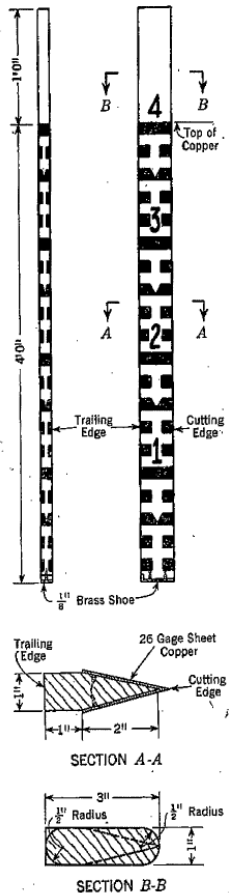
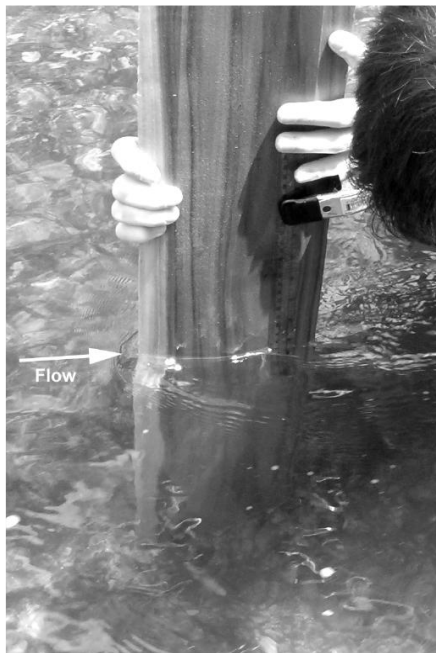


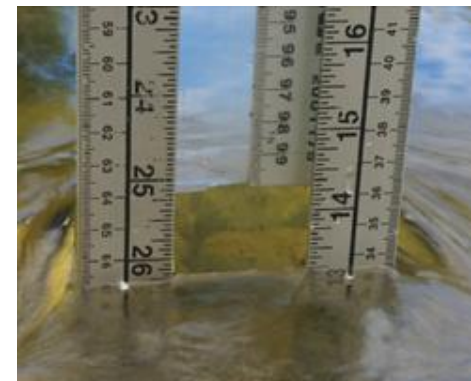
FIG. 1. VELOCITY-HEAD ROD DEVELOPED AT SAN DIMAS EXPERIMENTAL FOREST



Wilm and Storey
(1944)



Drost (1963)



Fonstad et al. (2005)
1^{ère} loi d'étalonnage

Pike et al. (2016)
2^{ème} loi d'étalonnage

Principe de mesure de vitesse

Contre l'obstacle, l'énergie cinétique de l'écoulement se transforme en énergie potentielle.

La charge hydraulique vaut :

$$H = h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = h_2$$

D'où :

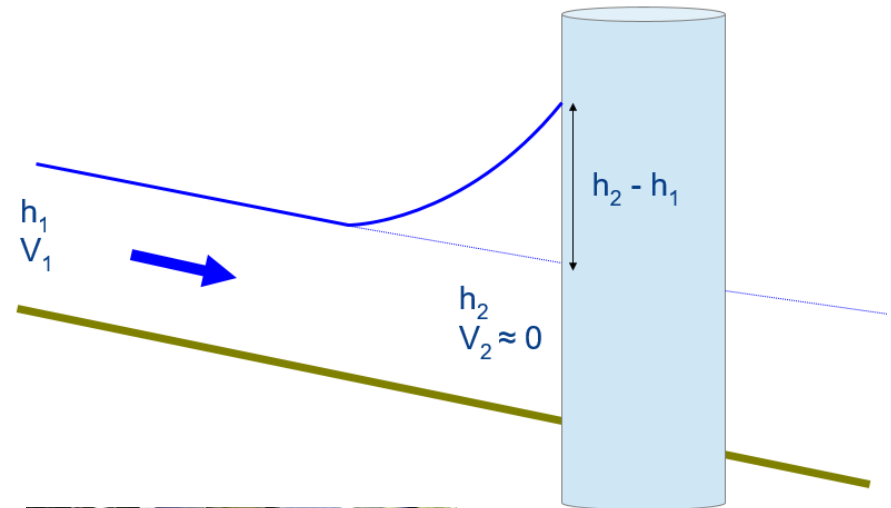
$$V_1 = \sqrt{2g \Delta h}$$

Avec $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (gravité)

$$\Delta h = h_2 - h_1$$

En théorie...

En pratique, une correction est nécessaire



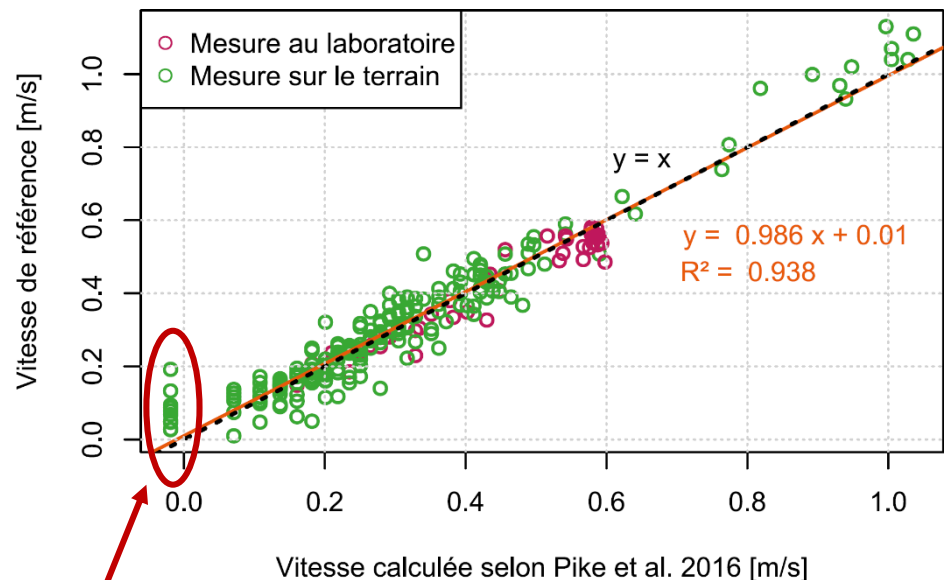
Principe de mesure de vitesse



Profondeur : 5-70 cm
Vitesse : 20-120 cm/s

Relation entre vitesse moyenne V et hauteur de charge Δh (Pike et al., 2016) :

$$V = 0.641 \sqrt{2g \Delta h} - 0.019$$



*Points exclus de la
régression (charge nulle)*

Développement de la règle à jauger INRAE

- Validation de la relation d'étalonnage et des mesures de débit
- Améliorations pratiques : niveau à bulle, réglet gradué en vitesse, fixation par aimants, etc.
- Estimation des incertitudes de mesure
- Procédure terrain et feuille de calcul pour vitesses et débit

INRAE

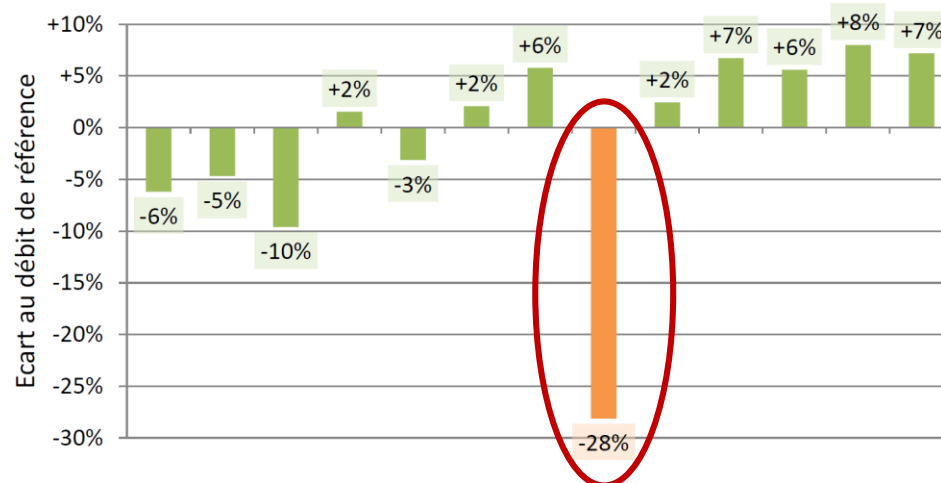


Hydr⁺Portail

VIGICRUES



Le modèle est open-source. Il est produit et commercialisé par l'entreprise AAIS (Sassenage).

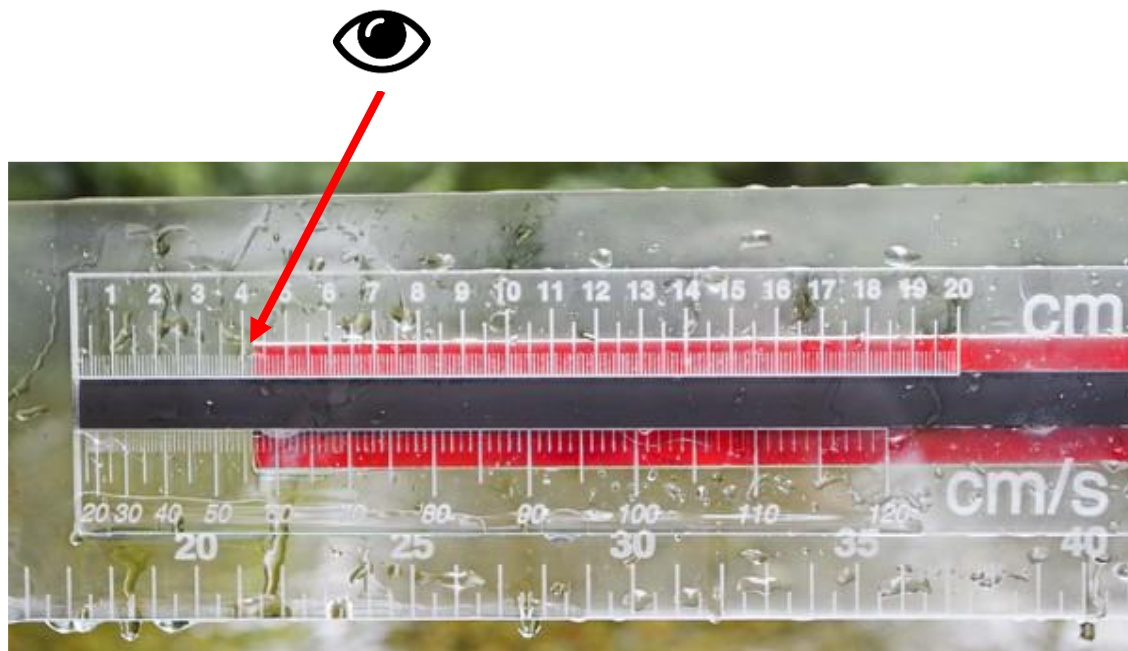


Comparaisons de débit réunies lors du stage de Francis Pernot (2018)

Ecoulement trop lent!
Vitesse < 20 cm/s

Règle à jauger INRAE : évolutions des outils

Avec le nouveau réglet amont gradué (et un curseur à insérer sur le réglet aval), il est possible de lire la charge tête en haut, sans parallaxe.



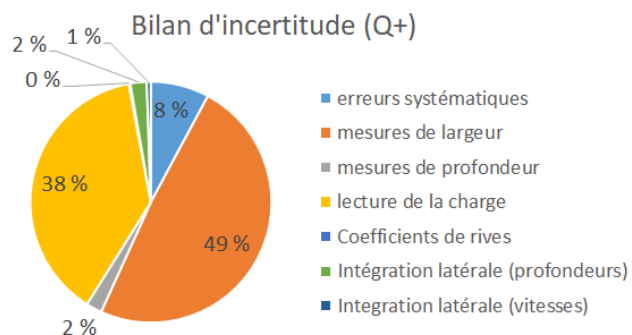
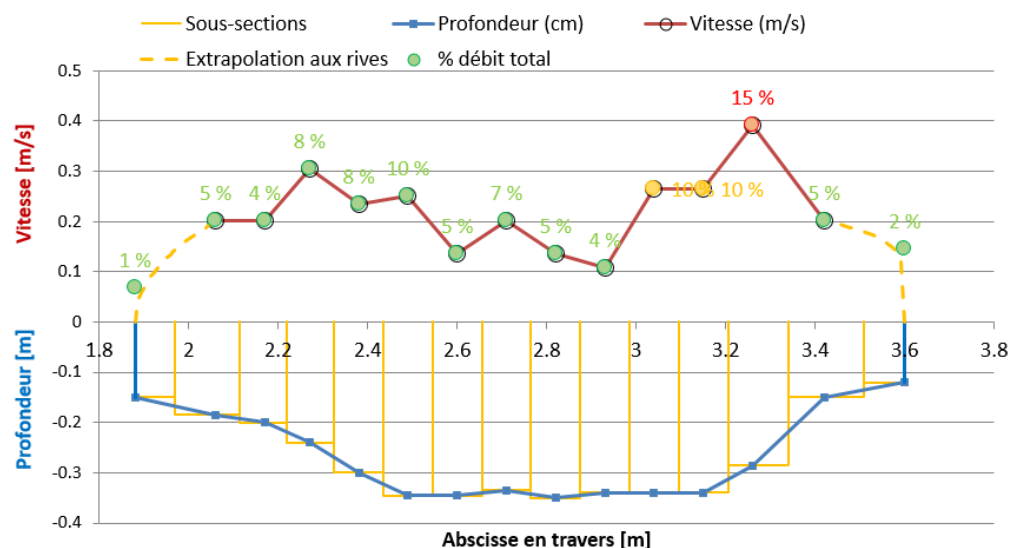
Vérifiez bien l'accord avec la charge lue en bas, et la longueur précise du réglet rouge (1 m)

Règle à jauger INRAE : évolutions des outils

Evolutions de la feuille de calcul

3 estimations d'incertitude du débit selon les méthodes ISO748, Q+, Flaure

Jaugeage à la règle à jauger			Débit (L/s) : 98.9		
Opérateurs :	Clément, Maxime	Date :	21/04/2022		
Cours d'eau :	La Liepvrette	Site :	Liepvreville		
N° perche :	2107	Berge de départ (G/D) :	D		
Heure DEBUT :	08:20 UTC+2	Heure FIN :	08:30 UTC+2		
Niveau d'eau DEBUT (cm) :	9.5	Niveau d'eau FIN (cm) :	9.5		
Verticale	Abscisse (m)	Profondeur (cm)	Charge dynamique (mm)	Coefficient de rive	Observations
1	1.88	15		0.67	
2	2.06	18.5		6	
3	2.17	20		6	
4	2.27	24		13	
5	2.38	30		8	



Résultats					
Débit (m3/s)	Surface (m²)	Vitesse (m/s)		Nb de verticales	
0.099	0.458	0.216		13	
Proportion de débit mesuré		Incertitude de débit			
Débit (L/s)		ISO748	Q+	Flaure	
98.9	97 %	10 %	7 %	18 %	

Règle à jaugeur INRAE : évolutions des outils

Mise à jour du
mémo terrain
OFB/INRAE

Foire aux
Questions :
À consulter!

Mémo terrain – Jaugeages Police de l'Eau
Jaugeage à la règle à jaugeur



1/2

Je respecte les consignes des jaugeages au courantomètre

Voir le Mémo terrain –
Jaugeages Police de l'Eau
**Exploration des vitesses sur
perche**

- Choix du site de mesure
- Surveiller le niveau d'eau
- Déploiement du décimètre
- Nombre et position des verticales
- Dépouillement du débit



- *Eviter tout encombrement amont et aval (blocs, végétation...)*
- *L'écoulement doit être perpendiculaire à la section de jaugeage*
- *Resserrer les verticales là où passe le plus de débit*

Mémo terrain – Jaugeages Police de l'Eau
Jaugeage à la règle à jaugeur



2/2

Je déploie correctement le matériel de mesure

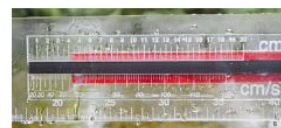
- Mesurer la profondeur à l'aval de la règle alignée sur l'écoulement (photo)
- Mesure de vitesse :**
- Opposer la face sans graduation à l'écoulement
- Se tenir à l'aval jambes écartées



- Ajuster l'extrémité du régllet aval sur le niveau d'eau aval
- Ajuster l'extrémité du coulisseau amont sur le niveau d'eau amont
- *Maintenir la règle verticale grâce à la bulle de niveau*
- *Pas à moins de 15 cm d'une berge ou d'un obstacle*
- *Si les niveaux fluctuent, moyenner la lecture sur 40 secondes*

Je lis la hauteur de charge et la vitesse

Deux méthodes de lecture :



- Lecture en haut de règle, le curseur maintenant l'écartement
- Lire la différence de niveau au millimètre
- Lecture hors d'eau, règle horizontale, perpendiculaire au regard (parallaxe)
- Lire la différence de niveau au millimètre
- Lire la vitesse correspondante (pour info)
- *Charge mini : Dh > 4 mm (V > 15 cm/s)*
- *Charge maxi : Dh < 130 mm (V < 100 cm/s)*

Dépouillement du débit et édition du rapport de jaugeage :

- Logiciel : utiliser la feuille de calcul INRAE ou l'application mobile Qraj (QField)
- Incertitudes : typiquement $\pm 10\%$ → pas plus de 3 chiffres significatifs !



Jaugeage low-cost - la perche transparente

Groupe Doppler Hydrométrie
104 abonnés

S'abonner

4

Partager

Enregistrer

...

719 vues il y a 2 ans

Aucune description n'a été ajoutée à cette vidéo.

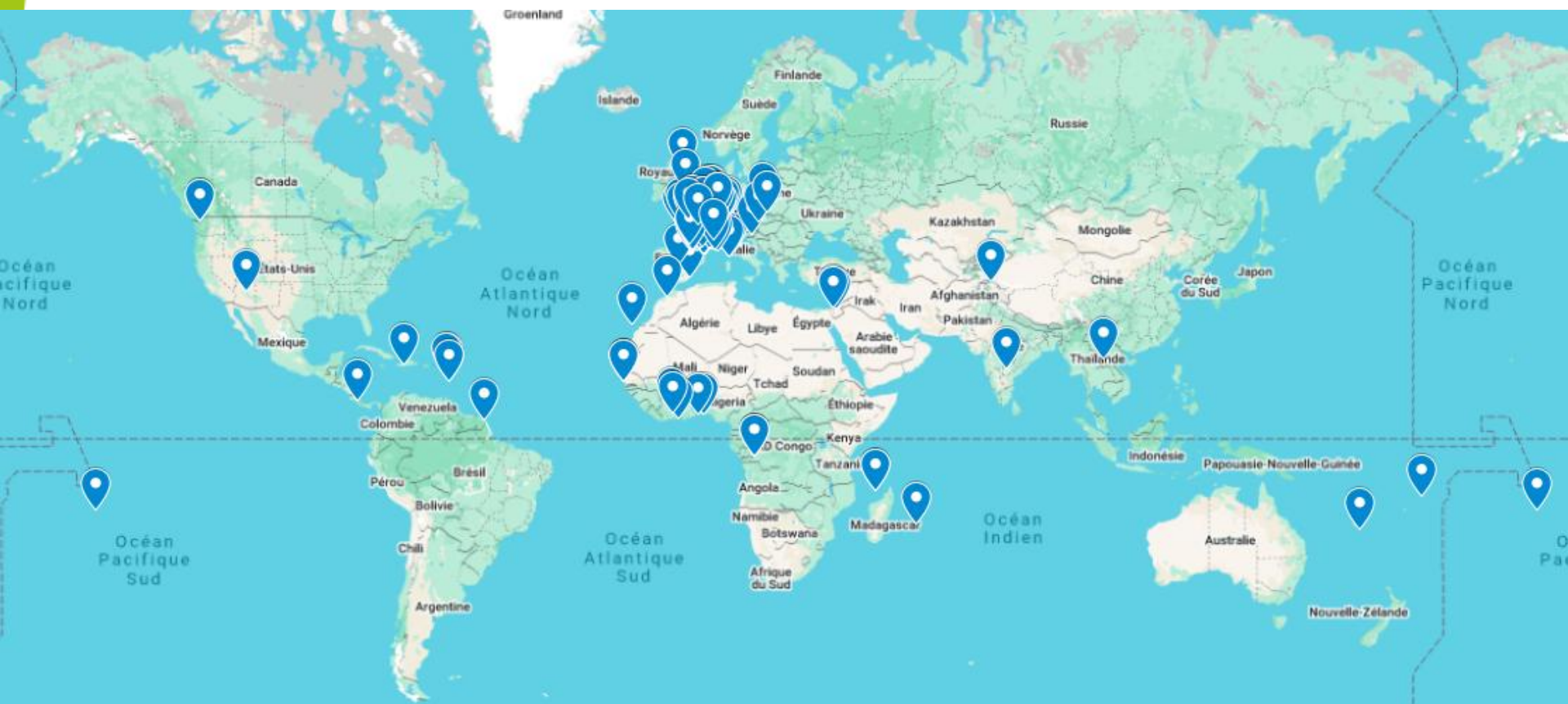
...afficher plus

Tuto vidéo (nouvelle version prévue
en 2025)

Vers une pandémie de RàJ ?

En mars 2025, 370 règles à jauger INRAE dans 21 pays, dont :

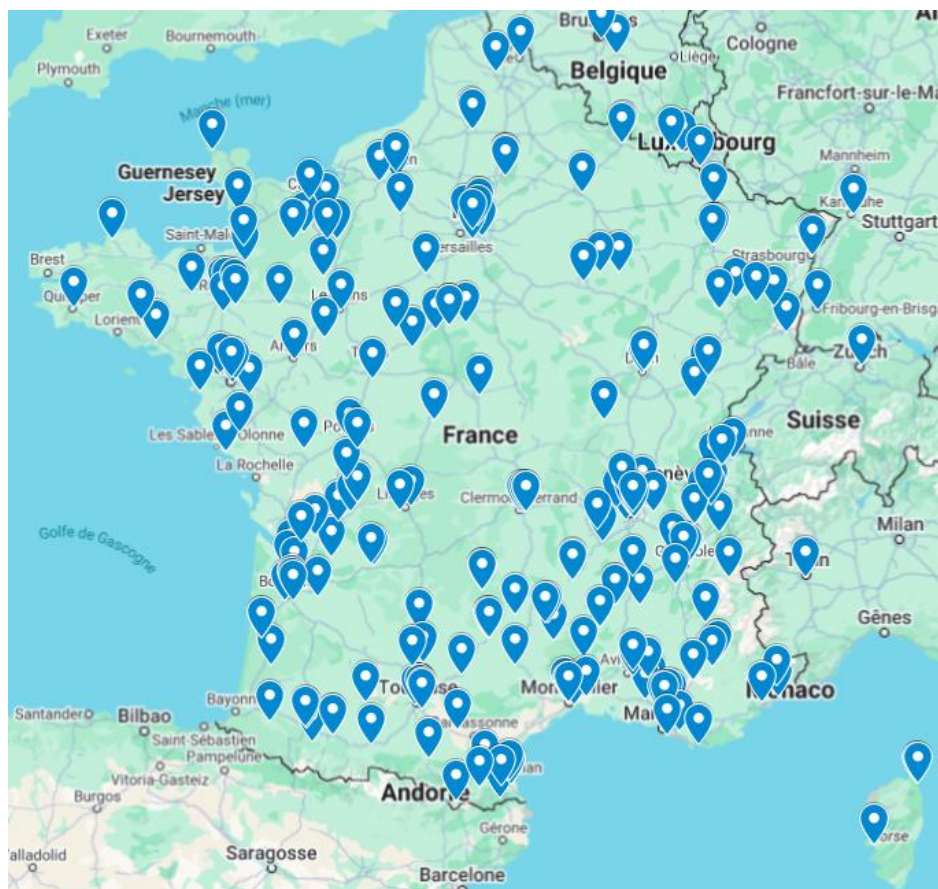
- Haïti (3 + 10 commandées, projet Université de Louvain-la-Neuve en Belgique)
- Laos (14, projet IRD Toulouse)
- Canada (11, via Robin Pike, un des inventeurs de la RàJ)



Vers une pandémie de RàJ ?

Les règles à jauger INRAE en France (Métropole et outre-mer) :

- Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion, Mayotte
- Nouvelle-Calédonie, Polynésie française, Wallis-et-Futuna



Mayotte (2022)

Possible de jauger sur seuil épais, là où la profondeur serait trop faible pour un moulinet ou un courantomètre

Formations



Page web et ressources

FR EN SE CONNECTER

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INRAE

RiverLy

AQUA

River hydraulics

Tapez ici votre recherche

Recherche Outils Activités Publications Personnel Nous rejoindre Toutes les rubriques

Règles à jauger

River Hydraulics - INRAE RiverLY > Outils > Instrumentation > Règles à jauger

◆ Règles à jauger

Imprimer Partager

Cette [courte vidéo](#) ainsi que ce [poster](#) et ce [mémo terrain](#) présentent l'essentiel sur les règles à jauger INRAE.

La saisie et le dépouillement des mesures peuvent se faire à l'aide de cette [FEUILLE DE CALCUL](#) ou bien à l'aide de l'[APPLICATION MOBILE Grāj](#) développée par l'association CATER Calvados Orne Manche, qui propose également une [documentation utilisateur](#).

Introduite par Fonstad et al. (2005) et modifiée par Pike et al. (2016), la règle à jauger (ou perche à charge dynamique transparente) est un outil de jaugeage peu coûteux.

Références

Article scientifique publié en libre accès
dans Journal of Hydrology (2024)
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131887>

Introduit l'instrument, les outils associés,
ainsi que la méthode de calcul des
incertitudes (adaptation de Q+)

Journal of Hydrology 642 (2024) 131887

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol



Research papers

The streamgauging ruler: A low-cost, low-tech, alternative discharge measurement technique

J. Le Coz*, M. Lagouy, F. Pernot, A. Buffet, C. Berni

INRAE, UR Riverly, River Hydraulics, 5 rue de la Doua 69100 Villeurbanne, France

ARTICLE INFO

This manuscript was handled by Marco Borga, Editor-in-Chief, with the assistance of George Constantinescu, Associate Editor.

Keywords:
Velocity-head rod
Low-cost
Hydrometry
Streamgauging
Uncertainty

ABSTRACT

The streamgauging ruler, a.k.a. transparent velocity-head rod, is an inexpensive, easy, and quick tool for conducting wading discharge measurements in open-channel flows. It provides reliable velocity and discharge measurements when the right measuring conditions, especially minimum flow velocity, are met. The principle is simple: depth-averaged velocity can be computed from the water level difference between the upstream and downstream sides of a plastic board placed into the flow perpendicular to the flow direction. The model developed by INRAE (commercially available for €210) is a little more expensive than previously published models but it significantly improves the ease-of-use and measurement quality. Comparison experiments with reference measurements performed in a laboratory flume and at various field sites confirm the accuracy of the semi-empirical velocity rating established by Pike et al. (2016). Over most of the investigated cross-sections, the discharge measurements are generally within 10% of the reference discharge, when the velocity is greater than 0.2 m/s. However, operator-related effects (site selection, number and distribution of verticals, adjustment and reading of the sliding rulers) can lead to larger errors, hence operator training and care are essential.

A first evaluation of the velocity uncertainty related to the velocity-head reading is proposed in the form of an equation that can be used in existing methods for calculating discharge measurement uncertainty. As the method is extremely simple and quick, it is well suited for rapid discharge estimates, training or demonstration, citizen science programmes, or cooperation with services with limited resources and/or lacking specialized expertise in hydrometry. As of July 2024, 304 instruments had been built and released to diverse users around the world, along with a simple discharge computing spreadsheet, a video tutorial, and a field memo.

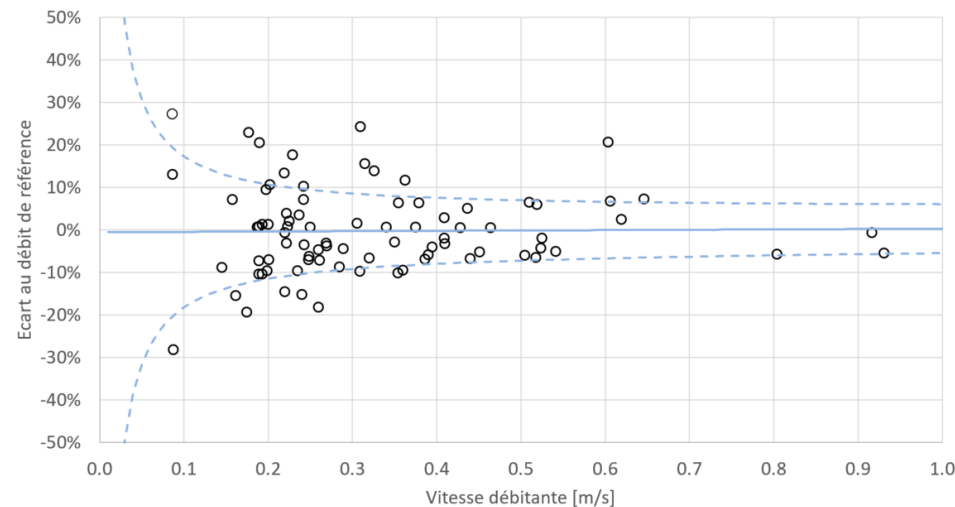
1. Introduction

Research, management, and decision making relating to water resources and water-related hazards are based on hydrological data, notably streamflow measurements and time series (McMillan et al., 2017). Most often, streamflow time series are derived from water level records using stage-discharge models (rating curves) which are established using streamgaugings, i.e. occasional measurements of stage and

It is therefore useful to develop and validate alternative streamgauging systems that are inexpensive, easy to deploy and build, and sufficiently reliable and accurate for the intended purpose of the data. Alternative low-cost techniques may improve discharge measurements in specific site conditions and/or would be more affordable for training purposes and/or use in developing countries or remote regions. Innovative low-cost solutions are often revisited, modernized versions of old and sometimes forgotten instruments and techniques. For in-

~100 comparaisons règle à jauger / jaugeage conventionnel :

écarts en débit généralement <10% si la vitesse moyenne est supérieure à 20 cm/s

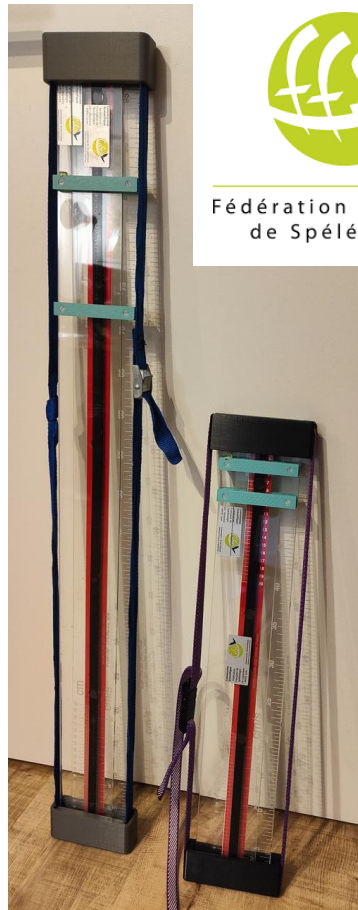


A citer également :

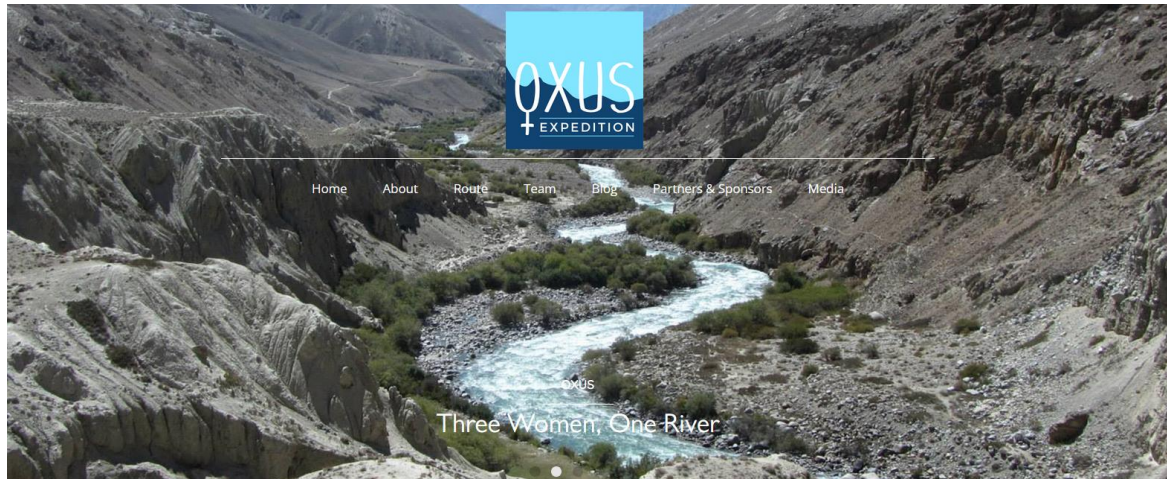
- Norme ISO 748 (jaugeage par exploration du champ des vitesses)
- Charte Qualité de l'hydrométrie (2017)
- Guide pratique OFB/INRAE (2011, en refonte)

Règle à jauger : quelques projets originaux

Modèle raccourci et système de protection et portage
(Commission scientifique de la **Fédération française de Spéléologie**, Vincent Schneider)



Fédération Française
de Spéléologie



Sophie measuring flow depth with the TVHR

L'expédition Oxus : 3 exploratrices à la recherche des sources de l'Amou Darya, dans le corridor du Wakhan (Afghanistan). Mission 2024 reportée à l'été 2025

Règle à jauger : quelques projets originaux

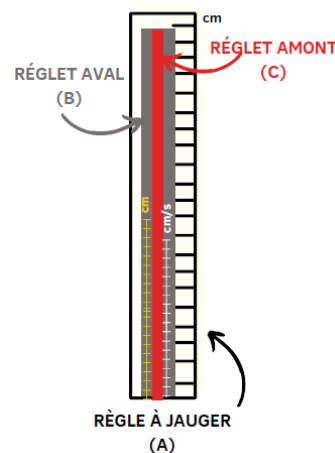
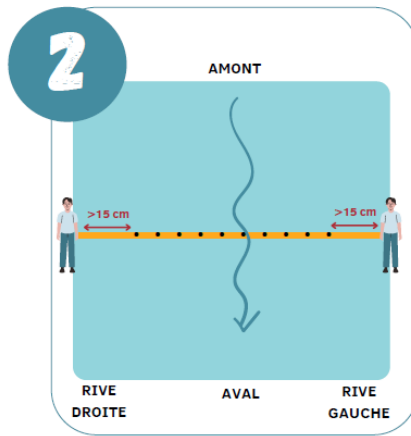
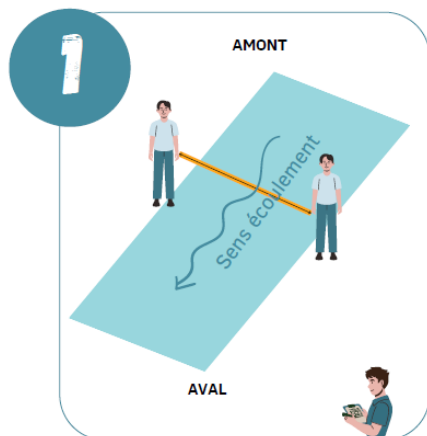


Projet de science participative en milieu scolaire, inspiré du projet canadien **Adopte un cours d'eau**, avec deux sites démonstrateurs :

- Lycée polyvalent de Muret (la Lèze, 31)
- Collège de Puygrellier (les Eaux claires, 16)



Fiche terrain



Charge dynamique (mm) (3)	Coefficient de rive (4)	Observations
Ne pas remplir		
	Ne pas remplir	
	Ne pas remplir	
	Ne pas remplir	
	Ne pas remplir	
	Ne pas remplir	
	Ne pas remplir	
	Ne pas remplir	
	Ne pas remplir	
	Ne pas remplir	
Ne pas remplir		

Extraits du protocole adapté pour les élèves



Cédric Gouineau
Cellule d'Animation Technique
pour l'Eau et les Rivières
Calvados Orne Manche

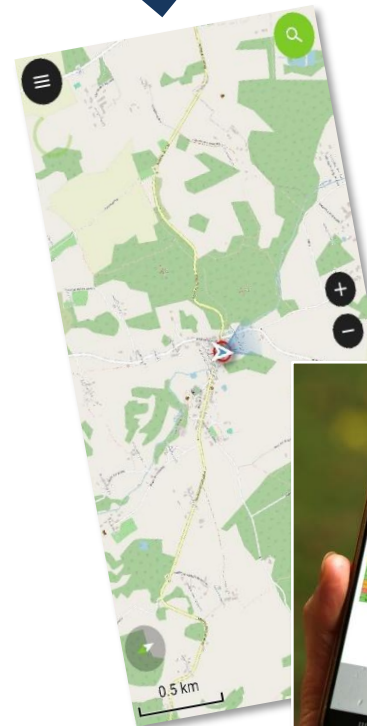
Contexte du projet

Au commencement il y avait Excel...

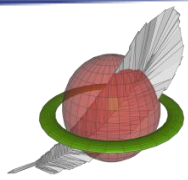
Jaugeage par perche transparente				Débit (L/s) : 98,9	
Opérateurs :	Clément, Maxime		Date :	21/04/2022	
Cours d'eau :	La Liepvette		Site :	Liepville	
N° perche :	2107		Berge de départ (G/D) :	D	
Heure DEBUT :	08:20 UTC+2		Heure FIN :	08:30 UTC+2	
Niveau d'eau DEBUT (cm) :	9,5		Niveau d'eau FIN (cm) :	9,5	
Verticale	Abscisse (m)	Profondeur (cm)	Charge dynamique (mm)	Coefficient de rive	Observations
1	1,88	15		0,67	
2	2,06	18,5	6		
3	2,17	20	6		
4	2,27	24	13		
5	2,38	30	8		
6	2,49	34,5	9		
7	2,6	34,5	3		



Distance (m)	Profondeur (cm)	Charge dynamique (mm)	Coefficient de rive
1,88	15		0,67
#N/A			
2,06	18,5	6	
#N/A			
2,17	20	6	
#N/A			
2,17	20	6	
#N/A			



Les briques du projet



- Qgis, opensource, cross platform, extensible, évolution dynamique, gratuit. Largement utilisé au sein des collectivités locales et des services de l'État, notamment ceux rattachés au MTEECPR à l'environnement 😊.



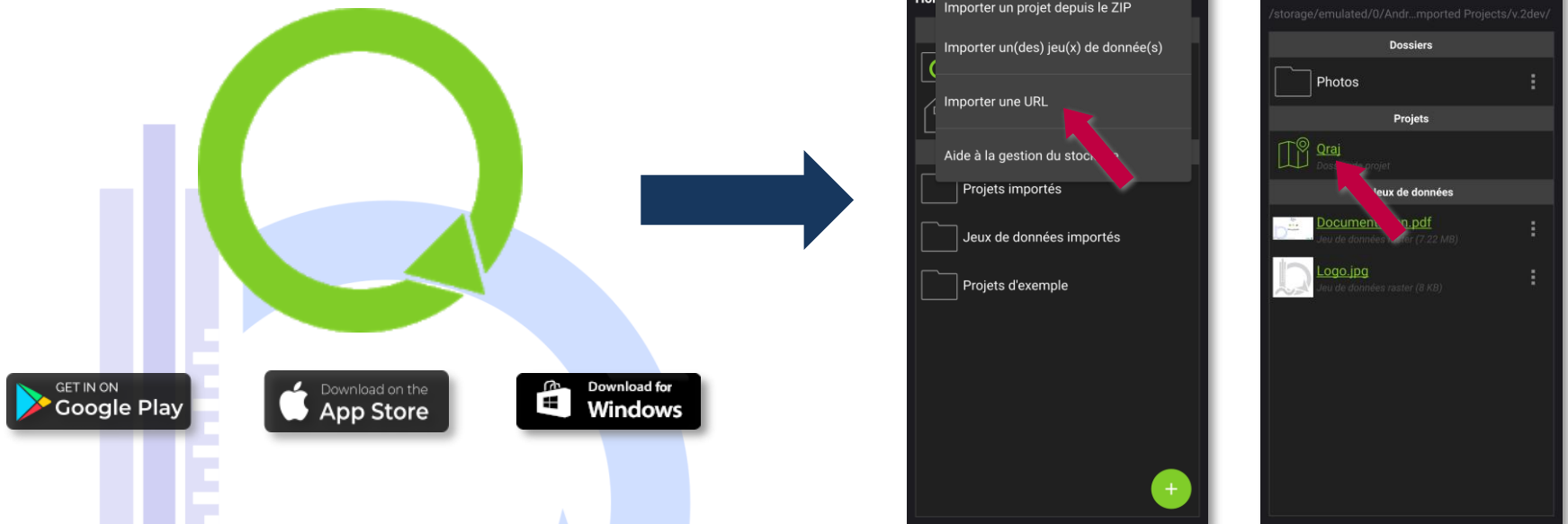
- QField, pendant smartphone / tablette de Qgis, cross platform, évolution dynamique, documenté, prise en main facile, gratuit.



- SQLite, base de données autonome, simple et légère crossplatform, gratuite, éprouvée, prise en charge par Qgis et QField. Son module Spatialite lui confère des aptitudes de traitement spatiaux... C'est au sein de la base via le traitement SQL que la magie opère

Installation

Installez (ou mettez à jour) Qfield à partir de votre AppStore et chargez le zip de Qrāj via l'URL

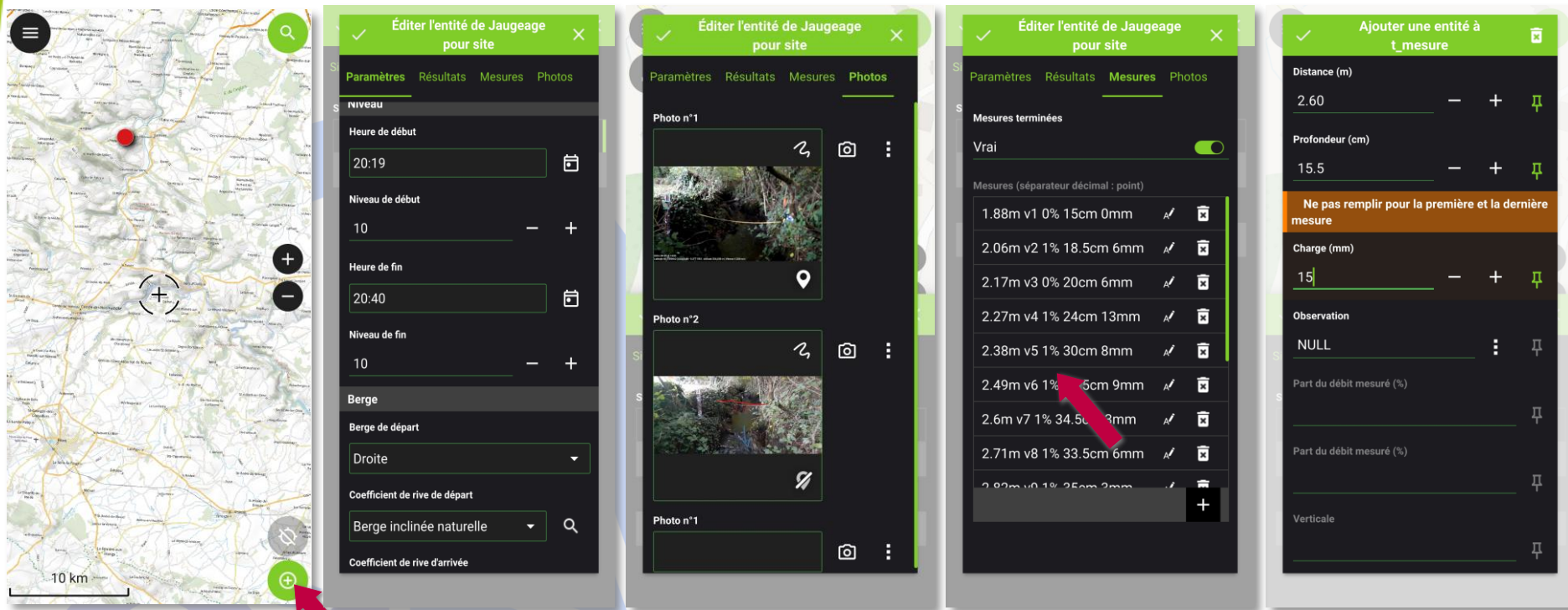


Installez-le via l'option « Importer une URL » en utilisant l'URL ci-dessous

<https://www.cater-com.fr/fichiers/mediatheque/documents/Qraj.zip>

Interface

Carte, formulaires de saisie adaptés à un écran de smartphone. **Calcul in situ de la part de débit de chaque verticale.**



Résultats

Débit, surface mouillée, vitesse moyenne, incertitude (Q+), rapport de jaugeage.

< > 4/4: j8/j240909155523
= 0.028 m³/s

Heure début
15:56:14

Heure fin
16:27:50

Débit (m³/s)
0.028

Débit (l/s)
28.4

Vitesse moyenne (m/s)
0.239

Surface (m²)
0.119

Nb verticales
5

Niveau début
0

< > 4/4: j8/j240909155523
= 0.028 m³/s

Niveau fin
0

Berge de départ
D

Coefficient rive départ
0.86

Coefficient rive arrivée
0.86

Insertitude ISO748

Insertitude Q+
11%

Insertitude Flaure

Qmes/Qestim
945.80%

Opérateur

Rapport de jaugeage n°1 / Site exemple

Opérateur		Date	
Eric DALBAN		2024-04-09	

Incertitudes (%)		Flaure	
ISO748			
Q+	7%		

- Débit - (m³/s)	- Débit - (l/s)	- Vitesse moyenne - (m/s)	- Surface - (m²)	- Qmes / - Qestim
0.0090	9.9	0.22	0.458	9.99%

Heure début	Heure fin	Fuseau horaire	Niveau début	Niveau fin	Unité (niveau)
20:19	20:40	UTC+1	10,00	10,00	cm

Berge de départ: Coeff rive départ: Coeff rive arrivée: Nb verticales

Droite: 0.87 0.86 13

Coord X	Coord Y	Code EPSG
-50743301	48,98340882	4326

Verticale	Distance (m)	Profondeur (cm)	Charge (mm)	Observation	% débit total
1	1.88	15	VR		1
2	2.06	18,5	6		5
3	2.17	20	6		4
4	2.27	24	13		8
5	2.38	30	8		8
6	2.49	34,5	9		10
7	2.6	34,5	3		5
8	2.71	33,5	6		7
9	2.82	35	3		5
10	2.93	34	2		4
11	3.04	34	10		10
12	3.15	34	10		10
13	3.26	28,5	21		15
14	3.42	15	6		5
15	3.6	12	VR		2

Logo: cater CALVADOS ORNE MANCHE

Trois saveurs

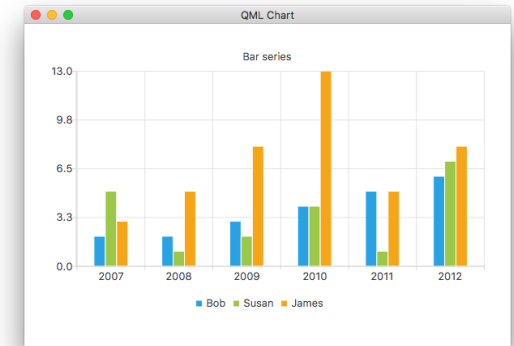
Qraj > version francophone projetée en Lambert 93 (EPSG 2154) avec la couche « IGN Plan v2 » activée par défaut, destiné à un usage en France métropolitaine.

Qraj_fr_wld > version francophone projetée en WGS84/Pseudo Mercator (EPSG 3857) avec la couche « OpenStreetMap » activée par défaut, destiné un usage sur les territoires francophones hors métropole...à Tahiti par exemple ;-)

Qraj_en_wld > version anglophone projetée en WGS84/Pseudo Mercator (EPSG 3857) avec la couche « OpenStreetMap » activée par défaut, destiné à un usage hors territoires francophones.

Et après...

- Nous travaillons déjà sur des améliorations pour la prochaine version.
- QField évolue et apportera sans doute des nouveautés exploitables par Qrèj.
- Qfield a ouvert un dispositif de plugin basé sur le langage QML (Qt + Javascript). QML peut gérer des graphiques donc ... et javascript pourrait sans doute exporter du CSV...
- Qgis et QField > capteurs externes > interfaces de visualisation, de collecte et de traitement d'autres données hydrométriques.



Exemple d'application partenariale

De plus en plus de **demandes** de mesure de débit en **étiage**

(SAGEs, syndicats de bassin versant, communautés de communes, ...)

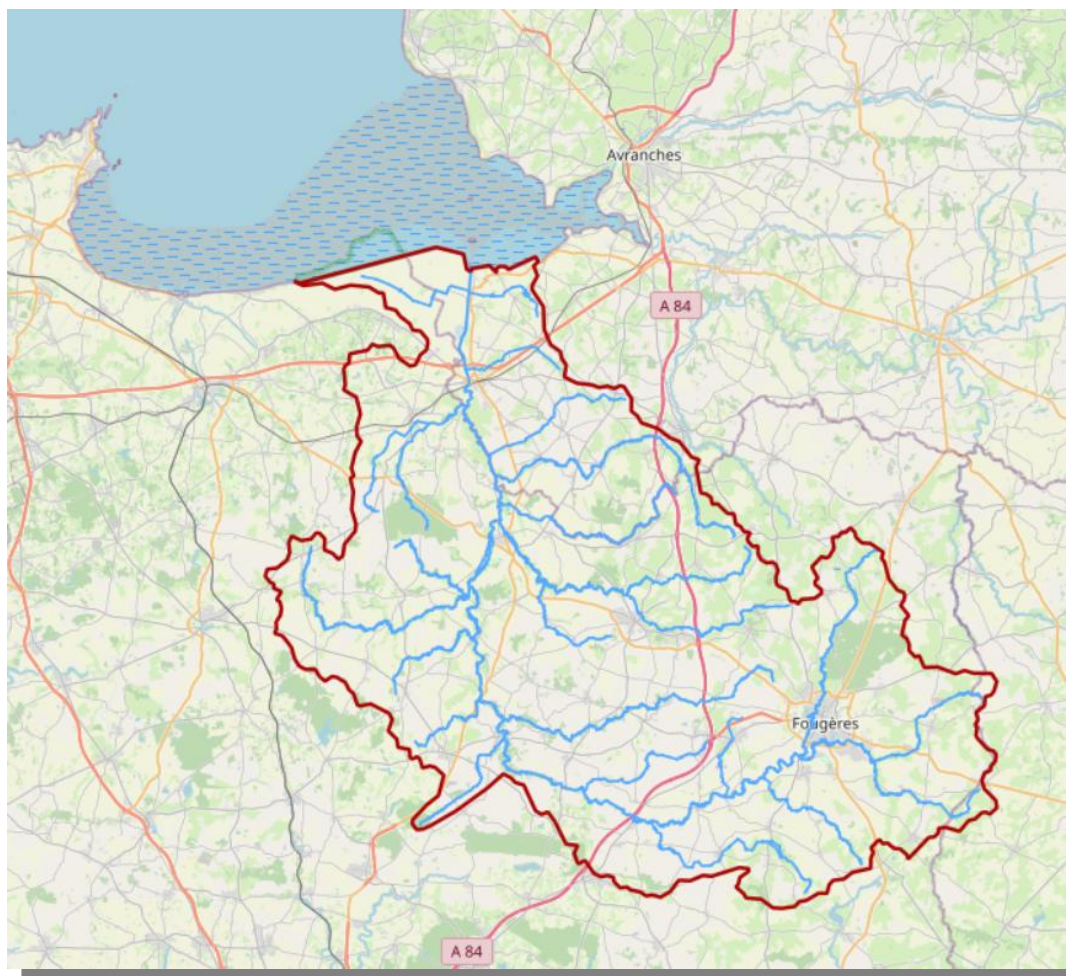
- Prise de conscience sécheresse 2022
- Volumes prélevables ?
- Rejets stations épuration ?
- Flux de polluants ?
- ...



Le réseau hydrométrique de la DREAL Bretagne **ne répond pas** à tous les enjeux locaux.

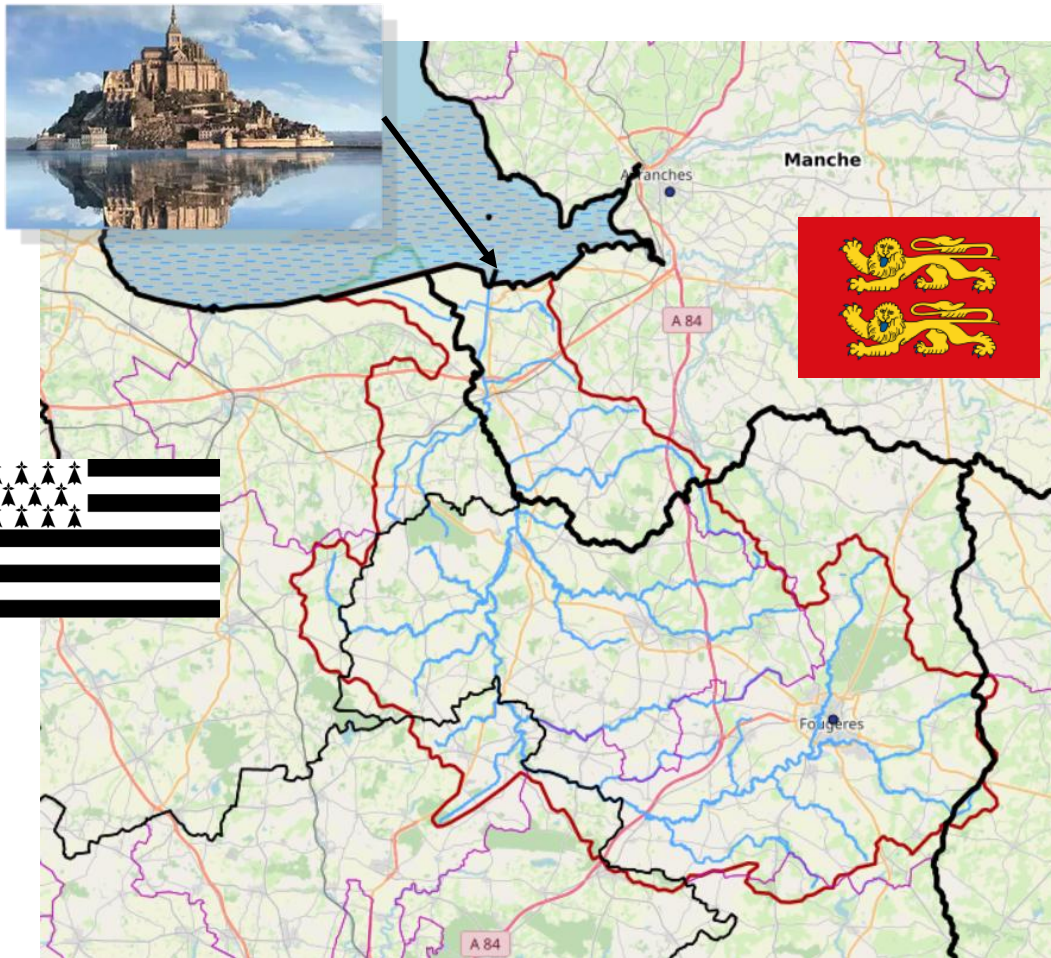
Exemple d'application partenariale

Expérimentation sur le **Couesnon**



Exemple d'application partenariale

Le Couesnon est une **source de conflit territorial...**

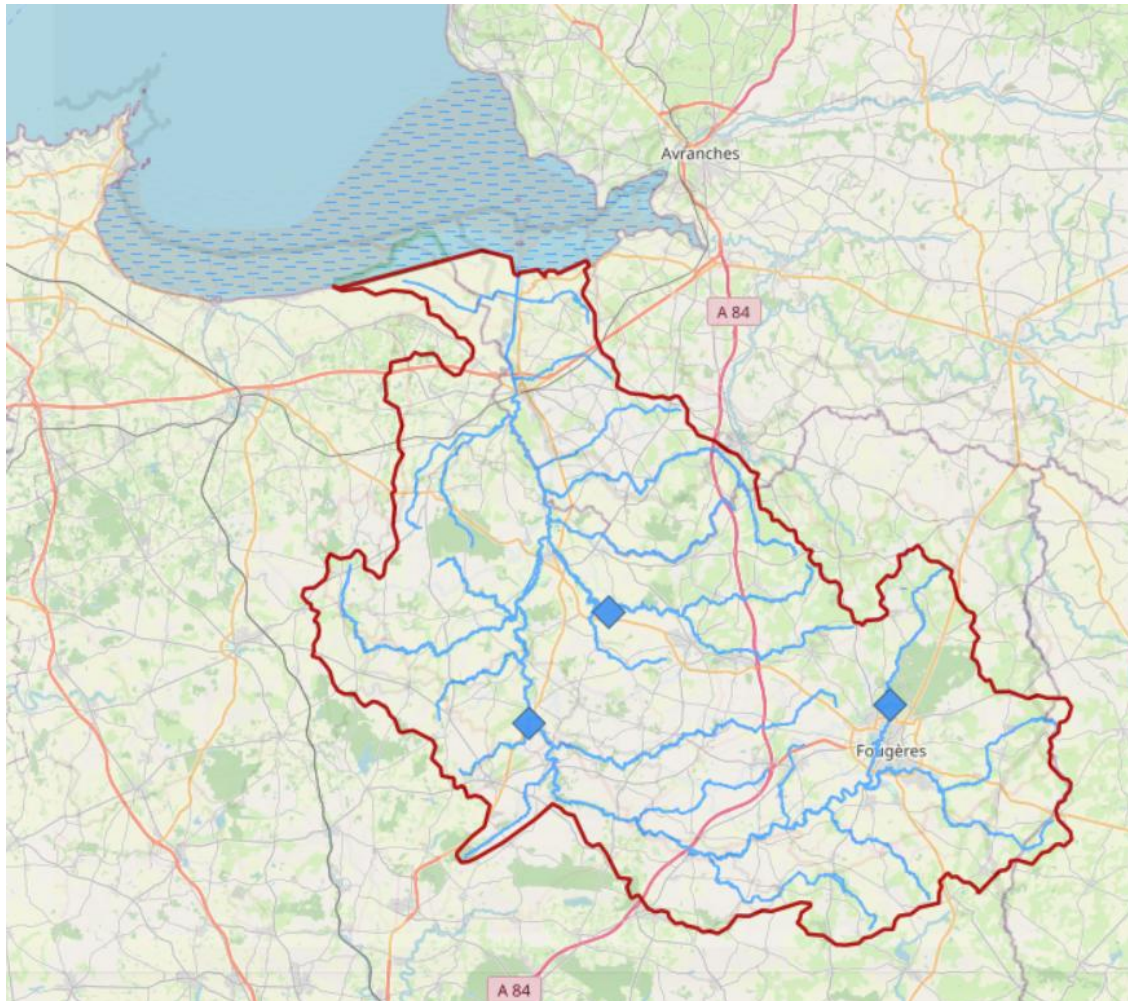


*Le Couesnon, dans sa folie,
a mis le Mont en Normandie*

*Et le rendra aux Bretons
dès qu'il retrouvera raison...*

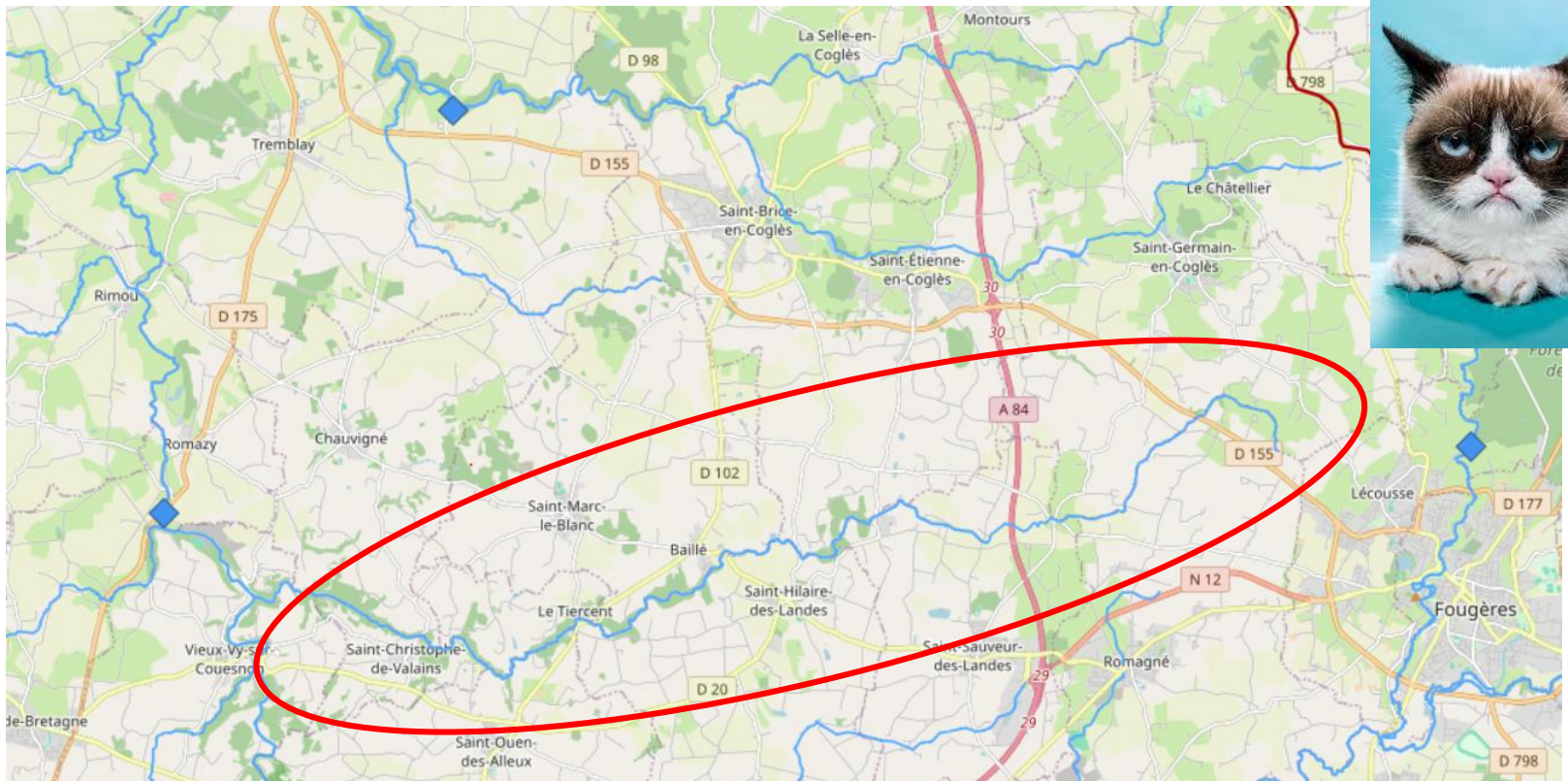
Exemple d'application partenariale

Malgré tout **bien instrumenté** par les Bretons : 3 stations hydrométriques !



Exemple d'application partenariale

Insuffisant pour les acteurs locaux. Quel est le débit de la **Minette** ??



Exemple d'application partenariale

1/2 journée terrain DREAL/Syndicat pour ...



+



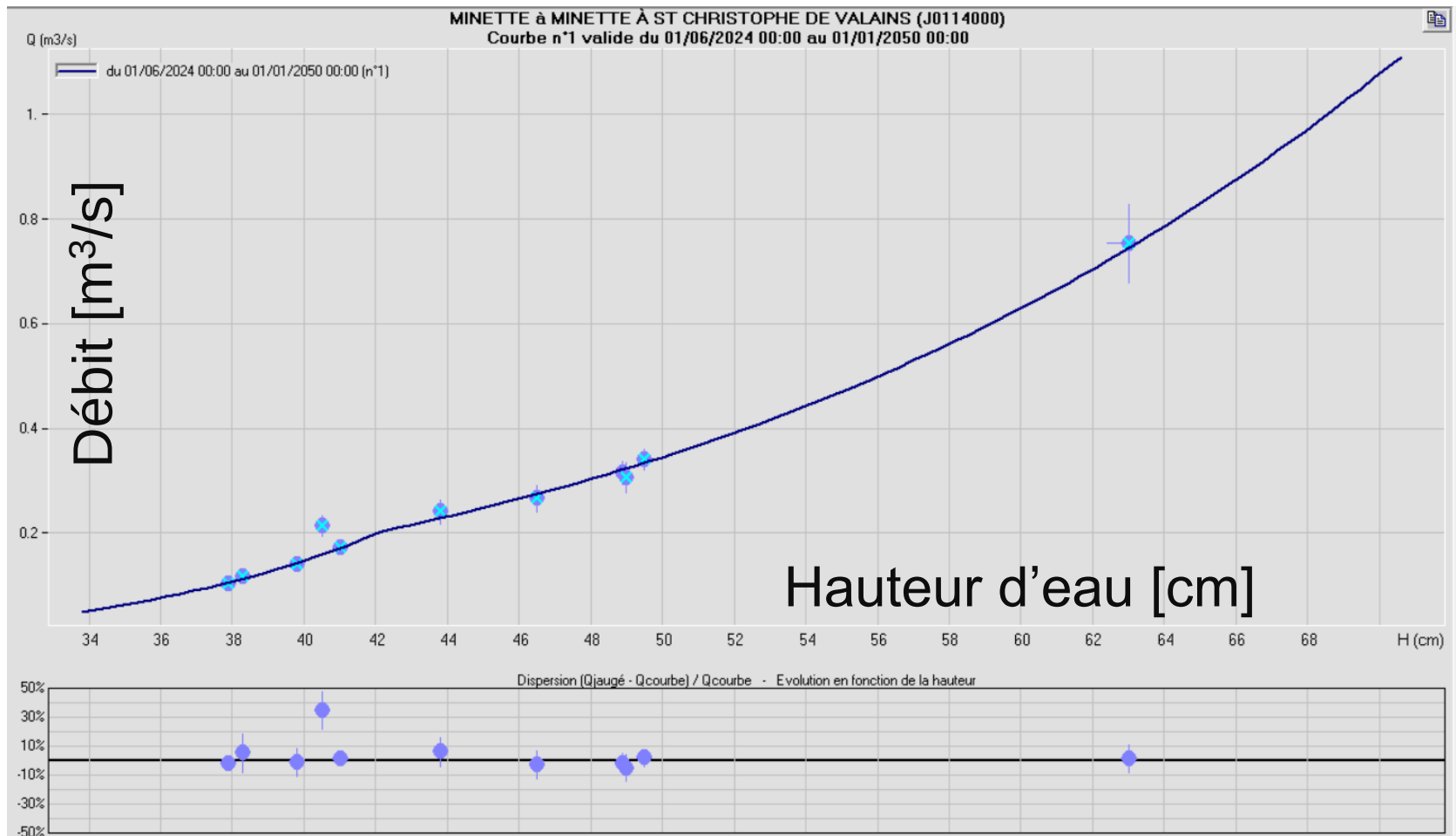
Installer échelle + capteur autonome

Identifier section jaugeage + formation RàJ

Objectif : un jaugeage tous les 10 jours

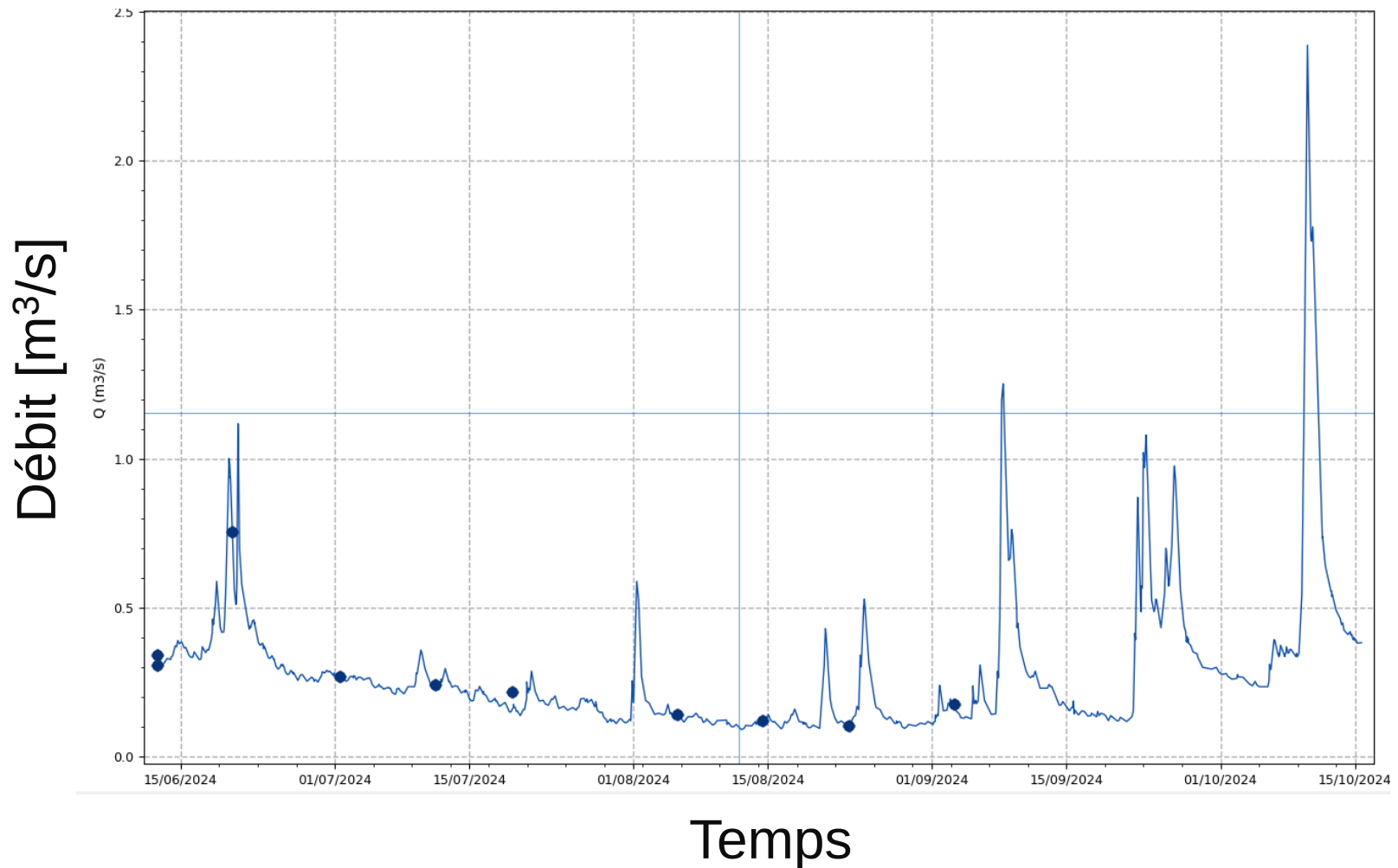
Exemple d'application partenariale

A la fin de l'été 2024 → **courbe de tarage d'étiage**



Exemple d'application partenariale

→ Chronique de **débit** sur l'été 2024
(sauvegardée dans la base nationale PhyC, accessible via Hydroportail)



Exemple d'application partenariale

Suite : réaliser la même chose sur 3 à 5 étés

→ calage d'une **relation avec les stations DREAL**

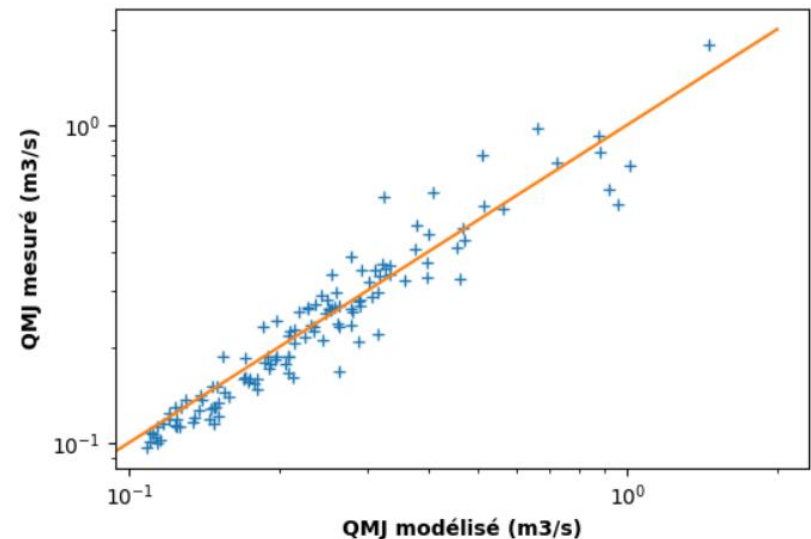
→ **extrapolation** sur la durée des chroniques DREAL pour obtenir le QMNA5, VCN3 10 ans, etc.

OLS Regression Results

```
=====
Dep. Variable:          Minette      R-squared:                0.859
Model:                  OLS          Adj. R-squared:             0.857
Method:                 Least Squares  F-statistic:              368.6
Date:                   Mon, 17 Mar 2025  Prob (F-statistic):      3.35e-52
Time:                   17:38:10      Log-Likelihood:           675.34
No. Observations:       124          AIC:                     -1345.
Df Residuals:           121          BIC:                     -1336.
Df Model:                2
Covariance Type:        nonrobust
=====
```

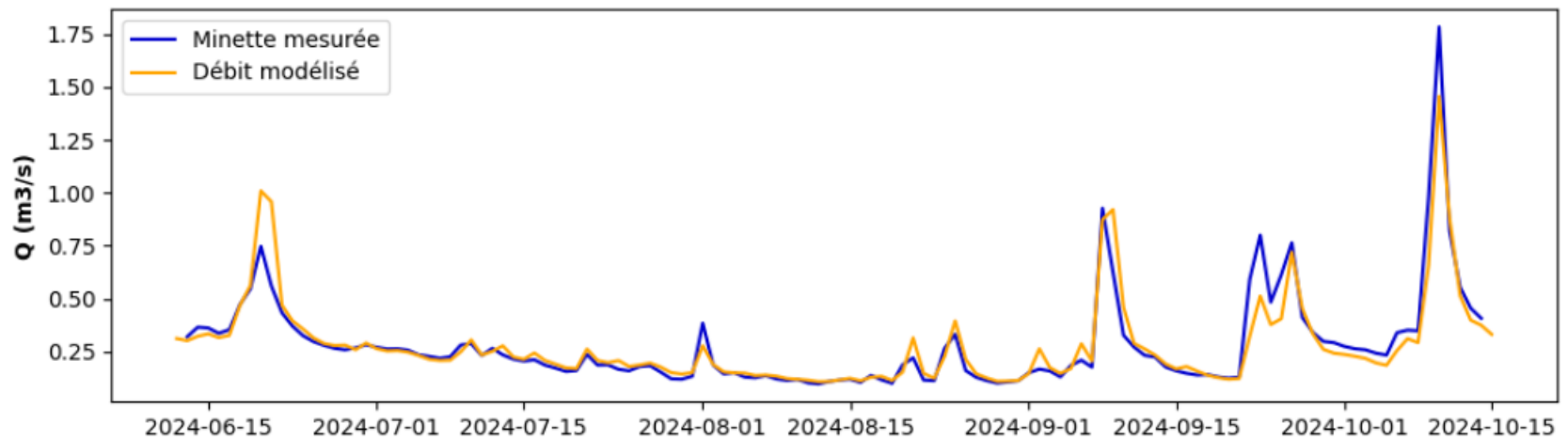
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-0.0003	0.000	-1.023	0.308	-0.001	0.000
Couesnon	0.7599	0.046	16.408	0.000	0.668	0.852
Nançon	0.0421	0.052	0.812	0.418	-0.061	0.145

```
=====
Omnibus:                 33.058      Durbin-Watson:             1.011
Prob(Omnibus):            0.000      Jarque-Bera (JB):          445.263
Skew:                     0.123      Prob(JB):                  2.05e-97
Kurtosis:                 12.280      Cond. No.                  692.
=====
```



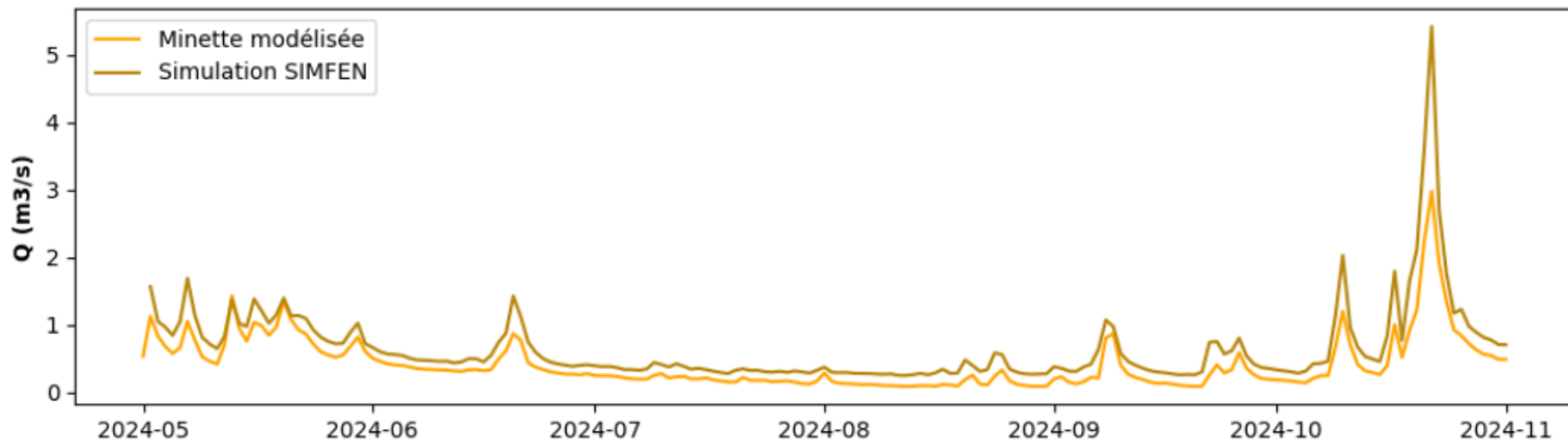
Exemple d'application partenariale

Exemple sur un an : débit mesuré vs. modèle linéaire



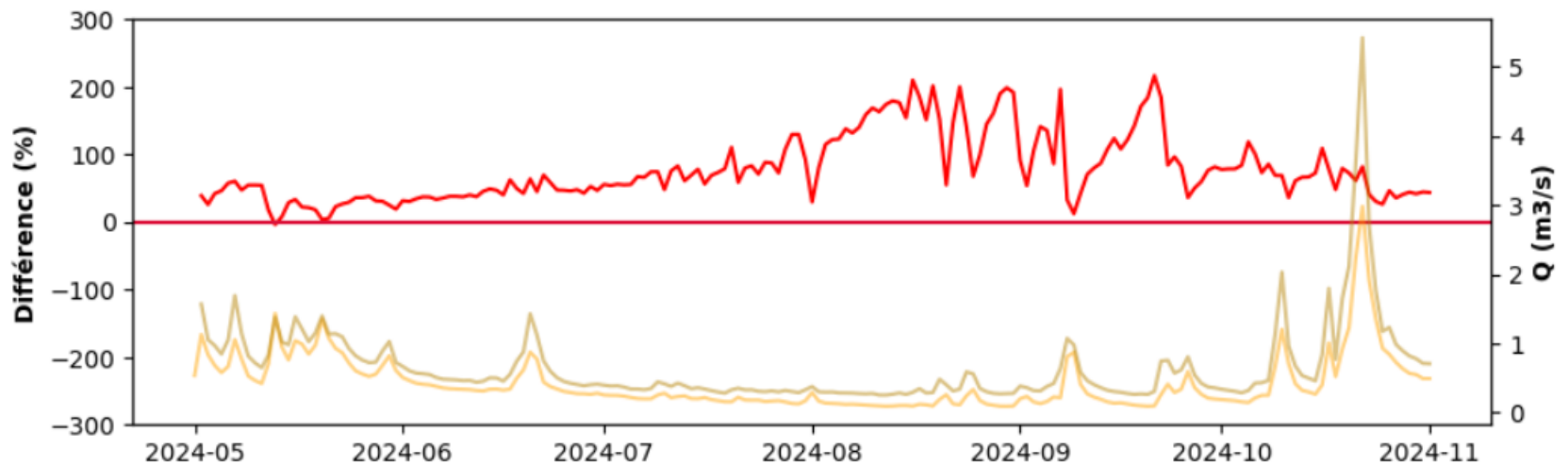
Exemple d'application partenariale

Comparaison **modèle linéaire** (issu des mesures RaJ) vs. **modélisation SIMFEN** (modélisation à partir de bassins jaugés similaires)



Exemple d'application partenariale

→ pour les faibles débits, jusqu'à 200 % de différence



Exemple d'application partenariale

Conclusion / perspectives

- Solution (parmi d'autres) prometteuse pour obtenir des **chroniques de débit d'étiage** avec une **incertitude maîtrisée** (contrairement à la modélisation)
- **Faible investissement** : env. 2500 - 3000 € (capteur + règle à jaugeur + échelle limnimétrique + décamètre + cuissardes)
- Adapté aux **acteurs proches du lieu de mesure**
- **Pas adapté partout** (avoir vitesse d'écoulement suffisante)
- Indispensable : **faire un jaugeage avec exploration du champ des vitesses** sur la section identifiée pour utiliser la RàJ

Merci pour votre attention !



Hydr^oPortail

VIGICRUES



Remerciements

Depuis 2018, le développement de la règle à jaugeur INRAE a été soutenu par l'Office Français de la Biodiversité (OFB), et par le **Service central Vigicrues**.

De nombreux utilisateurs des DREAL et autres services hydrométriques ont fourni des mesures comparatives et des retours d'expérience précieux.

L'entreprise AAIS (Sassenage) fabrique et distribue (pour son propre compte) des règles à jaugeur INRAE.

Merci à tous !



**William Ewart Gladstone
(1809-1898)**

Quatre fois premier ministre sous le règne de Victoria, et adepte de la règle à jaugeur !

*Vu dans le St. George's Hall
(Liverpool, UK)*