La mesure des hauteurs et débits des cours d'eau : organisation et pratiques métrologiques de l'État

Stéphanie Pitsch – Service Central Vigicrues

Laurent Diéval – DREAL Nouvelle Aquitaine

Objectifs

Hauteur et/ou débit des cours d'eau

Usages Temps réel :

- Observation et prévision des crues
- Gestion conjoncturelle de la ressource en eau
- Gestion ou surveillance d'ouvrages (protection contre les crues, prélèvements d'eau potable, ouvrages de navigation…)

Usages Temps différé :

- Connaissance des crues / prévention des inondations
- Connaissance des ressources en eau, autorisations prélèvements / rejets
- Evaluation milieux aquatiques (flux de polluants, habitats…)
- Dimensionnement d'ouvrages riverains (ponts, quais…), de retenue d'eau (hydroélectricité, navigation…)
- Surveillance / anticipation changement climatique

Organisation

- Fruit d'une histoire (premières mesures : milieu XIXe pour surveillance crues des grands fleuves, connaissance ressources en eau depuis mi XXe)

- Producteurs :

Producteur	Objectif	Mesures
Etat (80% des points actifs)	Toutes ses politiques publiques	Toute la gamme de débit, en continu
Opérateurs hydroélectricité (15 % des points actifs)	Gestion d'ouvrage, respect débits réservés, prévision de crue	Toute la gamme de débit, en continu
Collectivités territoriales (5% des points actifs, en augmentation)	Loi GEMAPI : prévention inondation, surveillance ouvrages, connaissance et gestion milieux aquatiques	Adaptées à l'objectif : seulement hautes ou basses eaux, seulement à certaines saison…

- Etat (Service Central Vigicrues) = responsable conservation et diffusion données (Système d'information sur l'eau)

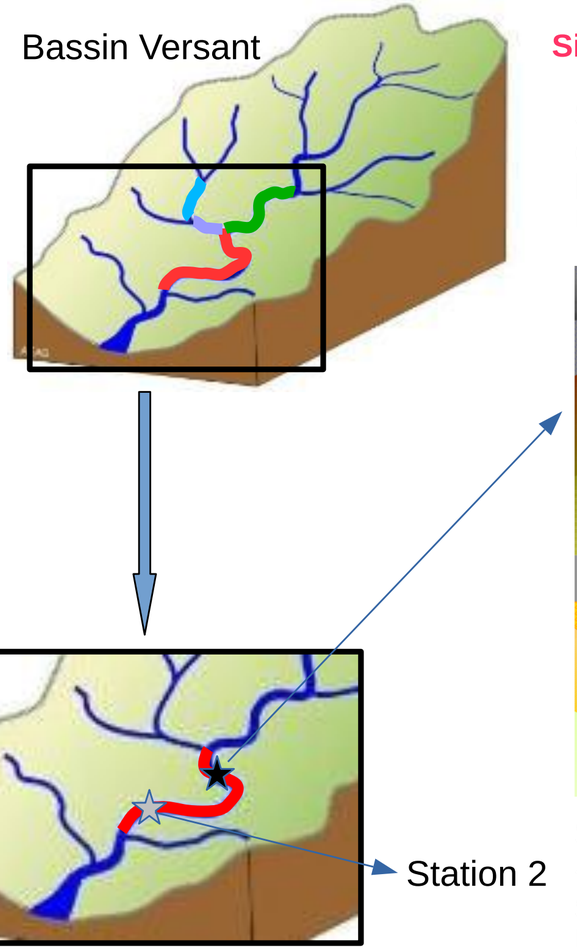
Organisation

1 base de données :

- Pour toutes les données, notamment données publiques
- Modèle de données et format d'échange fixé via le SANDRE
  (Système d'administration national des données et référentiels de l'eau)
- Consultables via HydroPortail (et Vigicrues),
  mais aussi API Hub'eau et téléchargeable en masse via data.gouv
- Pas de contrôles à l'entrée, seule « Charte qualité de l'hydrométrie » donne cadre technique
- Producteur peu identifiable (voir *les rôles* sur les stations)
- Objectif d'un point de mesure : dans champ « Finalités » des fiches d'identité
  -> L'Etat vise la polyvalence (mesure de toute la gamme de débit), mais pas toujours atteignable

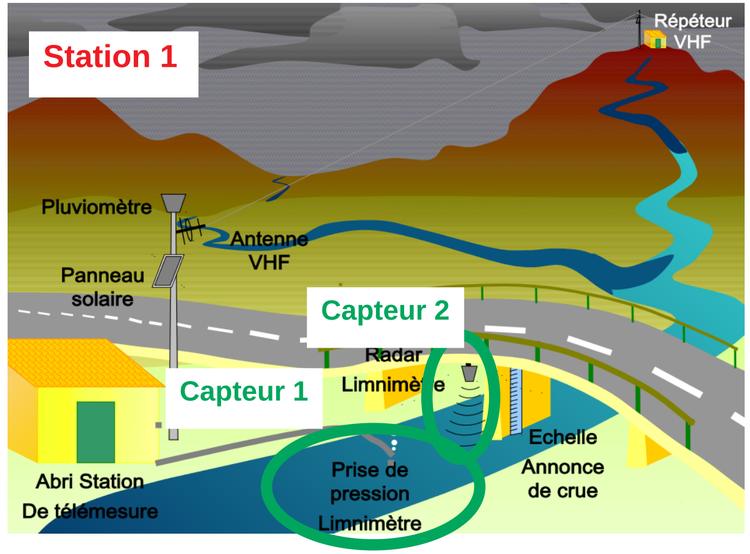
Organisation

- Objets conceptuels :
  - Sites : tronçons de cours d'eau à débit homogène
    ⇒ à consulter pour les débits et statistiques
  - Station : point physique de mesure = échelle limnimétrique
    ⇒ à consulter pour les hauteurs (et débits)
  - Environ 5500 sites / 3500 en service / 2800 gérés par l'Etat (Hexagone + Corse + OM)



Site 1, **Site 2**, **Site 3**, **Site 4**, ...

Site : Tronçon de cours d'eau à l'intérieur duquel le débit peut être considéré comme homogène.
Un site peut comprendre plusieurs stations.



Station : correspond en général à une « échelle limnimétrique » disposant le plus souvent d'une courbe de tarage.
Un station peut comprendre plusieurs capteurs (dispositif de mesure de la hauteur).

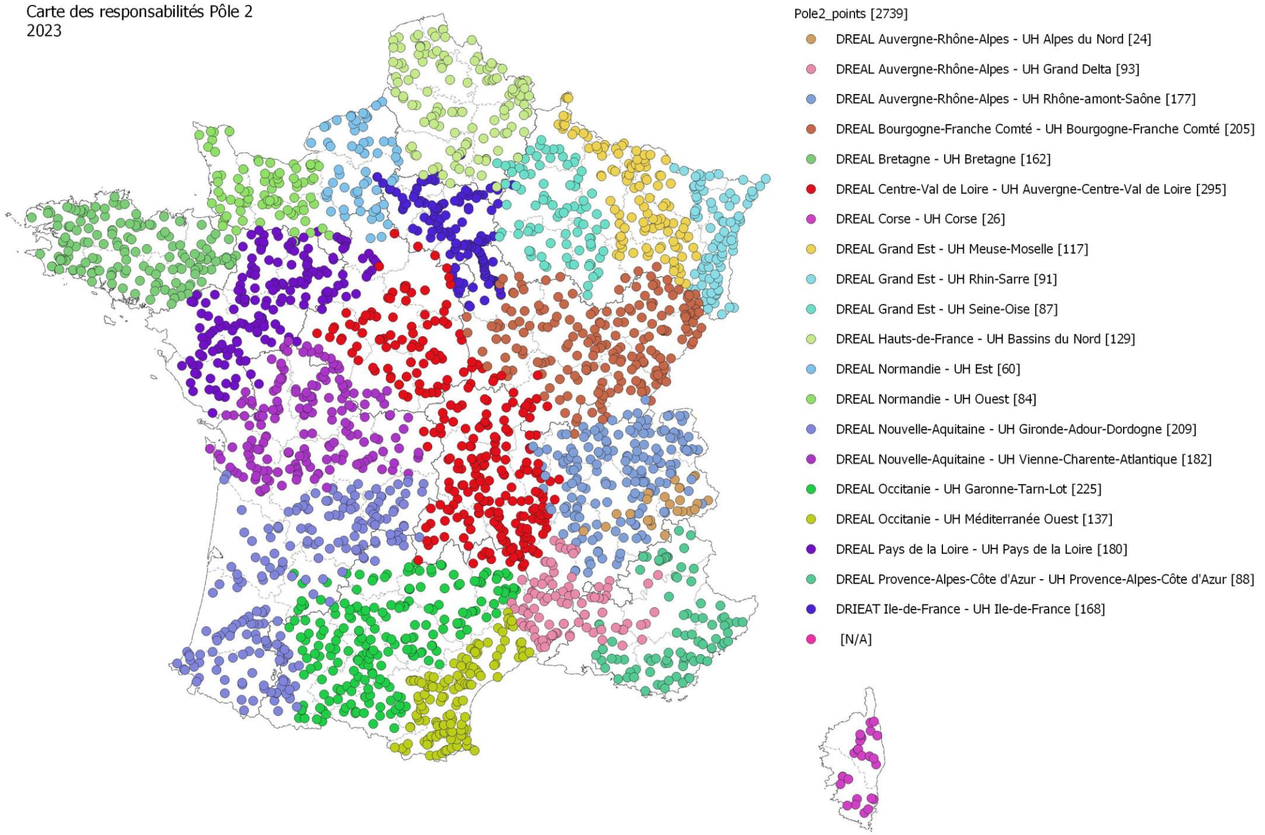
Organisation

Etat :

Unités d'hydrométrie en DREAL et DEAL (Guyane, Martinique, Guadeloupe, Réunion, Mayotte)

Pilotées par le Service Central Vigicrues

Nombreux logiciels nationaux et directives techniques communes
Cycle de formation nationale complet
-> pratiques harmonisées, définition d'un « état de l'art »



Tous producteurs :

Association informelle : Groupe Doppler Hydrométrie
But : échanges et diffusion bonnes pratiques

Aspects techniques

Débit = vitesse * section

1. Mesures directes
   Hauteur et vitesses « en continu »
   (5% des stations)

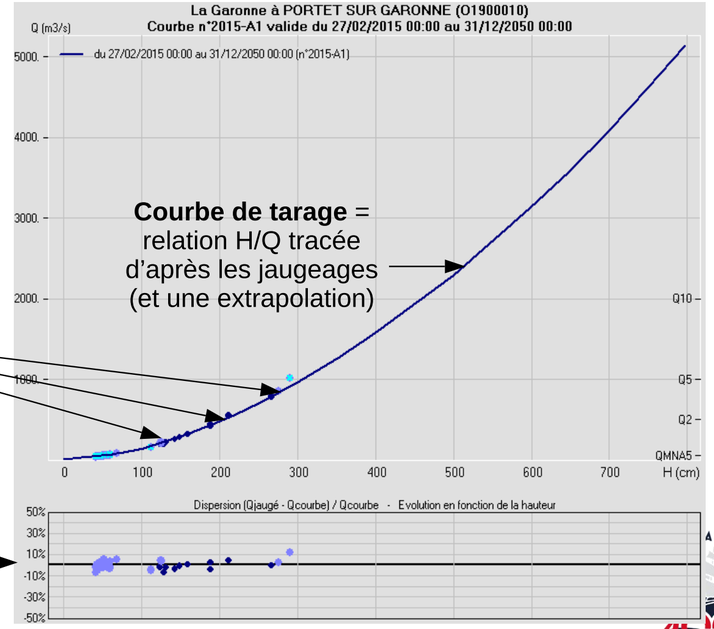
2. Mesure indirecte
   Hauteur « en continu »
   Débit ponctuel = jaugeage
   puis construction relation H/Q

⇒ La hauteur est l'élément clé





Coffret d'acquisition des données *Allier à Vic-le-Comte (63)* *Allier à Vieille-Brioude (43)*



Jaugeages = mesures ponctuelles de débit rattachées à la hauteur à l'échelle

Courbe de tarage = relation H/Q tracée d'après les jaugeages (et une extrapolation)

Écarts relatifs Courbe de tarage/jaugeages = **si < 10 % en valeur absolue**, la courbe peut être considérée comme **fiable** dans la gamme jaugée

Aspects techniques

La référence : l'échelle limnimétrique

Graduation : 1 cm
(sur grands fleuves, graduation
à 2 cm peut subsister)











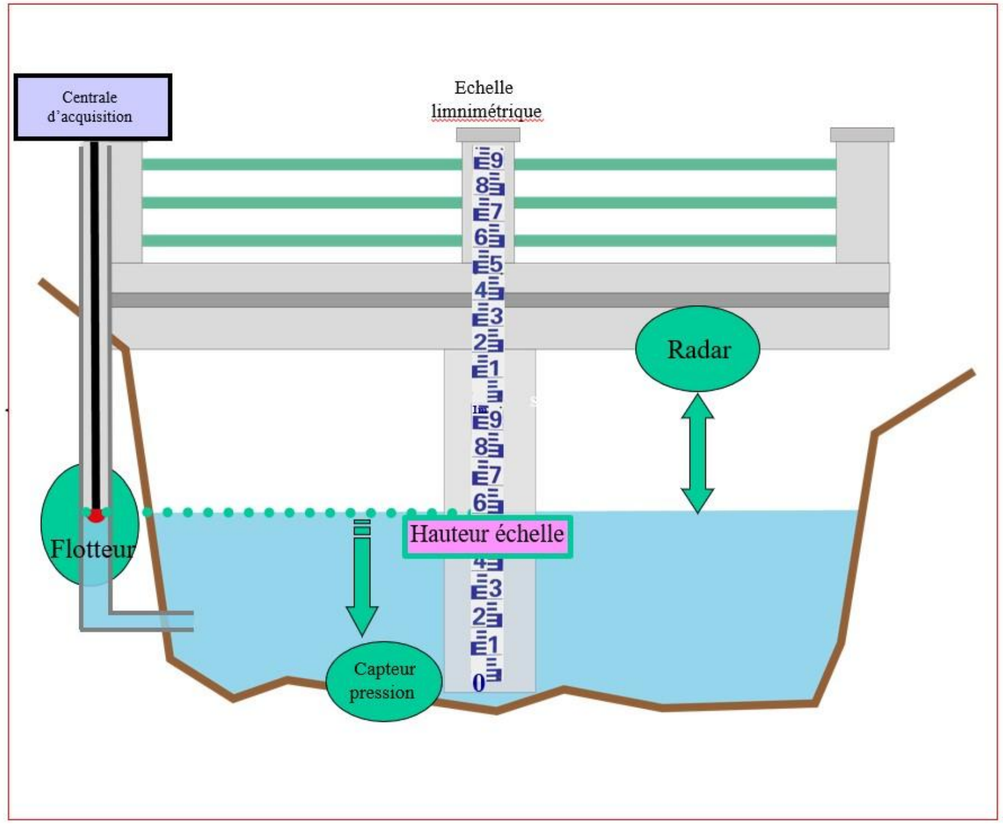
Raccordées par nivellement au NGF
Mais hauteurs Hydroportail sont en référence locale

Aspects techniques

« En continu » : capteurs = 1 mesure instantanée toutes les 5 à 10 minutes

« Instantanée » : dépend du capteur, voire de son paramétrage :

- 1 mesure
- Plusieurs mesures sur pas de temps court (1 à quelques secondes) moyennées
- Plusieurs mesures sur ~1 minute moyennées pour lisser le batillage à fréquence rapide (vent…),
  car dommageable pour le calcul du débit



Aspects techiques : capteurs



Le plus courant : radar
Emergé
Moyenne sur temps paramétrable



Capteurs immergés

Bulle à bulle
moyenne sur temps paramétrable



Sonde piézométrique
Moyenne sur temps court



Ultrason
moyenne sur temps court paramétrable

Précision des capteurs : entre 0.3 et 1 cm
Précision du raccordement à l'échelle : entre 0.5 et … cm

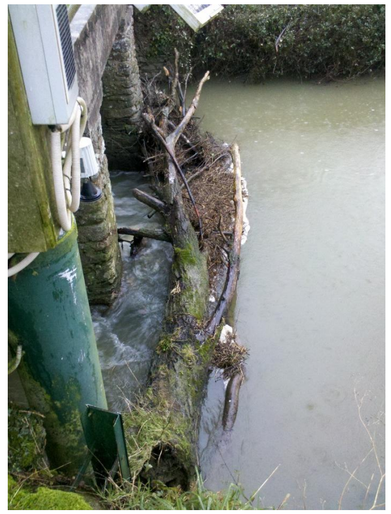
Aspects techniques

Expertise :

- Visites terrain ~mensuelles :
  - Vérification calage capteur/échelle (quelques minutes)
  - Vérification environnement
  - Nettoyage échelle

- Expertise données :
  - Hauteurs, jaugeages, CT
  - Elimination données non hydrologiques (batillage…)
    -> conduit à des données à pas de temps variable, et une méta donnée « continuité »

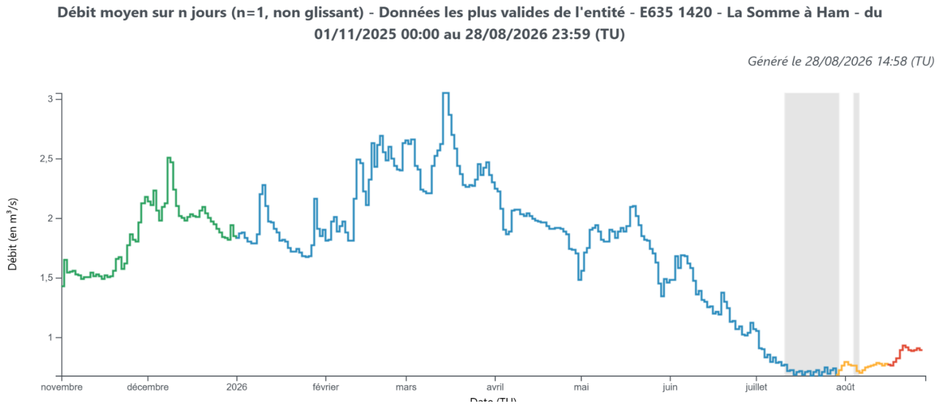




2 exemples venant compliquer la mesure de hauteur ou le calage à l'échelle

↳ 4 « statuts » :

- Brut
- ○ Corrigé (données aberrantes)
- ➤ Pré-validé (après passage terrain)
- ✓ Validé (après analyse approfondie)



Aspects techniques

Matériels communs aux services de l'Etat :

- Stations d'acquisition :
  marché de développement / fourniture avec Paratronic : stations « AquaCJ » ou « LNS »
- Réseau privé de collecte (collecte IP)
- Logiciel de concentration

Transmissions :

- Principal : 3G/4G essentiellement, Radio (zones à crues rapides), fibre optique (rare)
- Secours (stations prioritaires pour les crues) : LoRa en développement, expérimentations satellite (Kinéis, Irridium, Bgan)

Méthodes d'expertise des données en cours d'harmonisation

Calcul d'incertitudes de mesures en cours de détermination
(fait pour jaugeage, en cours pour courbe de tarage, à démarrer pour hauteur)