

Thème 1 - Réseaux et Concentration

Dimensionnement du réseau de mesure – Résultats de l'audit

Schapi/ADH, Elodie Dufeu

Le réseau de mesure hydrométrique de l'État comprend actuellement 3000 stations actives. Géré par 25 unités d'hydrométrie (UH) en DREAL, il s'est constitué progressivement au fil des réorganisations successives et est amené à poursuivre son évolution pour répondre aux nouveaux enjeux. En effet, le besoin d'utilisation de la donnée hydrométrique se diversifie, les usages et usagers sont toujours plus nombreux, l'exigence de qualité et de fiabilité croît sur toute la gamme de débits, ce qui a un impact non négligeable sur les budgets d'investissement et de fonctionnement, qui eux se contractent.

Pour garantir la pérennité de ce réseau hydrométrique tout en prenant en compte ces nouveaux enjeux, la Direction de l'eau et de la Biodiversité (DEB) et la Direction générale de la prévention des risques ont souhaité qu'une étude d'optimisation du réseau de mesure soit menée. L'objectif de cet audit est d'analyser le réseau de mesure actuel, repérer les pistes amélioration et identifier les synergies possibles avec d'autres opérateurs locaux.

Le Schapi et la DEB, avec l'appui d'un comité technique (constitué de représentants des UH, des services de prévision des crues, des agences de l'eau, des DREAL de bassin, des Directions départementales des territoires et de l'ONEMA) ont lancé un appel d'offre en mai 2016 pour définir une méthodologie nationale et homogène d'analyse multi-critères du réseau de mesure hydrométrique existant et de définition d'un réseau cible optimal à 5 ans. L'année 2018 a été consacrée à l'élaboration des diagnostic de territoire qui permettront ensuite de tracer des scénarios d'optimisation du réseau hydrométrique de l'Etat.

Dimensionnement du réseau de mesure – Mise en oeuvre en régie

DREAL Pays de la Loire, Stéphanie Poligot-Pitsch et DREAL Normandie, Gwen Glaziou

Les UH Normandie et Pays de la Loire ont choisi de réaliser l'audit de leur réseau en régie. Elles vous proposent leur retour d'expérience des points positifs et négatifs quant à la méthodologie (découpages des bassins versants, critères pris en compte, pondérations) et au travail demandé pour le diagnostic et la constitution des scénarios. Les avantages d'une méthodologie nationale sont-ils effacés devant les inconvénients liés à la non prise en compte de spécificités locales? Elles vous présenteront leur démarche de coopération (initié sur leur territoire commun), les analyses des biais repérés et l'utilisation du résultat du diagnostic pour l'élaboration des scénarii, ainsi que les questions qui restent en suspens.

Echanges :

- PY Valantin (DREAL AURA) : Les mêmes biais ont été observés à Grand Delta qu'en Pays de la Loire. L'audit a aussi été réalisé en régie et amène les remarques suivantes :

- Les critères de répartition spatiale proposés ne sont pas pertinents : sous instrumentation des têtes de bassin, surdensité liée aux ouvrages hydrauliques, sur-pondération de la station liée à l'existence d'un TRI impliquant une mauvaise prise en compte de l'enjeu crue (par exemple une station étiage dans un TRI est sur-considérée par rapport à une autre). Autre exemple, les stations liées à un enjeu d'activités nautiques (critique) sont très mal prises en compte. Une réexpertise à la main a été nécessaire pour aboutir à un scénario 0.

- La valeur ajoutée est difficile à utiliser, le score d'utilité paraît plus pertinent. Le score de coût est lui aussi questionnable
- Les calculs sont trop compliqués à modifier et la méthode ne pourra pas être réappliquée régulièrement sans difficultés

- F. pasquet (DRIEE) : Comment produire un scénario réduction sans un cadrage ? OK pour le scénario d'optimisation

- Réponse E Dufeu (Schapi/ADH) : La méthode permet essentiellement de pointer du doigt certaines stations. En premier sera réalisé un scénario d'optimisation. Ensuite il faut procéder de manière itérative avec un cadrage pour un scénario de réduction

- A. Morantin (DREAL Bretagne) : En Bretagne, l'audit a été réalisée par un prestataire mais les mêmes biais ont été remarqués. De plus la méthode ne tient pas compte de l'usage des données pour la qualité de l'eau (des Nitrates et phosphates par exemple).

Collecte IP, premiers chiffres

Schapi/ADH, Fabrice Hébrard

Depuis le lancement officiel de la collecte IP sur réseau privé le 10 juillet 2018, 905 cartes SIM ont été commandées par les UH, dont 477 sont activées au 15 octobre 2018.

L'UH Pays de Loire dispose déjà de 170 cartes SIM activées et l'UH Lorraine de 124 cartes activées.

Ces informations seront actualisées pour les journées hydrométrie.

Avantages de la collecte IP en DREAL Pays de la Loire

DREAL Pays de la Loire, Stéphanie Poligot-Pitsch

En Pays de la Loire, la concentration des données était distincte entre hydrométrie et prévision des crues pour des raisons techniques liées à l'histoire des chaînes de production respectives. En conséquence, le déploiement de la collecte IP a été considéré comme une opportunité pour moderniser et unifier les chaînes de production hydrométrie et prévision des crues. La démarche a été de repartir de la définition des différents besoins métiers, ce qui a engendré des débats dans la division, des changements de postures et pratiques. Le plan d'action triennal DREAL-SCHAPI a été l'occasion de planifier la transition, y compris d'un point de vue budgétaire. La communication vise à présenter l'état précédent, la cible et les étapes de transition prévues, ainsi que les questions qui restent encore à résoudre.

Retour sur la collecte IP au SPC Grand Delta

SPC GD, Jean-François Valy, Boris Aymes

Au Service de Prévision des Crues Grand Delta (SPCGD), le besoin de collecte sur les technologies IP est apparu dès 2007 avec l'installation des premières caméras. L'accélération de leur déploiement en 2012 a conduit le SPCGD à mener des expérimentations de communications IP avec des stations et caméras sur les réseaux cellulaires. Cette expérience lui a permis de participer au projet de mise en place du réseau privé dédié à la collecte IP du SCHAPI depuis la réflexion amont jusqu'aux tests de validation sur site.

La migration des réseaux de collecte GSM et RTC du SPCGD vers l'IP a donc débuté début 2018 avec les phases de recette du marché. Une trentaine de stations est actuellement opérationnelle sur ce nouveau réseau.

Le SPCGD propose de présenter un premier retour d'expérience décrivant l'architecture et le fonctionnement de la solution de collecte IP mise en place depuis la station LNS jusqu'au concentrateur Aquaréal. Il s'agira de détailler notamment les possibilités offertes par ce nouveau réseau pour exploiter les sites équipés de caméras.

Echanges :

P. Hestroffer (DREAL GE) : Une collecte centralisée par le Schapi (cf dernière diapo présentation SPP) est le schéma idéal vers lequel il faudrait tendre.

- JL. Monceyron (SCHAPI/SI) : Rappelle l'instruction d'octobre 2014 qui spécifie que les SPC sont responsables de la concentration des données hydrométriques.

- PY Valantin (DREAL AURA) : rappelle qu'une collecte locale est indispensable dans un SPC avec des réactions hydrométéorologiques rapides de type méditerranéen

- Réponse JL. Monceyron (SCHAPI/SI) : Une étude SSI en cours pourra cependant évaluer si le schéma actuel peut évoluer.

- Antonin Rivat (DREAL NA) via webex : il y a des conflits d'adressage avec le service info de la DREAL. En attente de la réponse du PNE (Réponse JLM).

Thème 2- Opération Hydro 3 (avancement des projets, retours utilisateurs)

Planning général

Schapi/ADH, Elodie Dufeu

Les données hydrométriques, du réseau français de la Prévision des Crues et de l'Hydrométrie (PC&H) sont désormais collectées via un système d'information unifié et seront bientôt mises à disposition de tous les acteurs et utilisateurs de ces données. En effet, l'opération « HYDRO 3 » de modernisation du système d'information national des données hydrométriques a franchi des étapes décisives au cours des dernières années. Ce nouveau système d'information répond progressivement aux deux objectifs du réseau PC&H : le « temps-réel » avec la prévision et la surveillance des crues, d'une part, et le « temps différé » pour le suivi des régimes hydrologiques des cours d'eau et de la ressource en eau, d'autre part. L'objectif de l'aboutissement de cette opération majeure est fixé à **fin 2020**. Les présentations ci-après permettent de faire un état des lieux de chacun des projets constitutifs de l'opération et de préciser le calendrier

API Hubeau

Schapi/SI, Jean-Luc Monceyron

Dans un contexte dynamique pour l'[open-data](#), une forte demande de mise à disposition des observations hydrométriques s'exprime depuis plusieurs années, soit via le site Vigicrues, soit localement auprès des partenaires du réseau Prévision des Crues & Hydrométrie (PCH), soit via différents [hackathons](#) du [Système d'Information sur l'Eau \(SIE\)](#).

Le développement du [dispositif Hub'Eau](#) dans le cadre du SIE constitue une opportunité pour mettre à disposition en masse les observations hydrométriques publiques issues de la PHyC, en avance de phase par rapport à l'aboutissement du projet HYDRO3. L'objectif est en particulier de décharger le réseau PCH de la gestion de ces mises à disposition, et de valoriser ainsi leur investissement dans le projet HYDRO3.

Après des premiers tests menés en 2018, une interface de programmation applicative (ou API pour *Application Programming Interface*) est mise à disposition en version bêta publique sur Hub'Eau à l'adresse suivante :

<https://hubeau.eaufrance.fr/page/api-hydrometrie-version-beta>

Cette API constitue la façon de dialoguer avec une réplique partielle de la PHyC située dans le dispositif du SIE pour extraire des données en masse sur les sites, stations et observations « temps-réel » de statut publique, avec une profondeur d'un mois.

SANDRE V2 / PhyC

Schapi/SI, Philippe Gouin, Sébastien Romon

HydroPortail, Migref3 et producteurs externes

Schapi/ADH, Anouck Foray

2018 est une année charnière pour HydroPortail. En effet, après de gros retards accumulés en 2017.

- L'HydroPortail est désormais accessible sur internet pour les producteurs de données externes au réseau PC&H.

- Ces producteurs vont prendre en main l'application et s'inscrire dans l'opération HYDRO 3 grâce aux formations dispensées à partir de novembre 2018 par les CFA.

- La nouvelle version (V2.11) est enfin opérationnelle pour tous.

- Le marché de développement de la V3 (qui permettra la fermeture de la Banque HYDRO 2) a démarré.

Vous êtes invités à poser vos questions et/ou à découvrir l'application autour d'un café puis nous détaillerons ces différents points d'avancement afin que vous puissiez trouver toutes les réponses à vos questions sur l'avancement, le périmètre du projet.

Echanges :

- PY. Valantin (DREAL AuRA) : Au moment des formations producteurs externes à l'HydroPortail, pour les stations co-gérées, il faut mettre en lien les producteurs externes avec l'UH co-gestionnaire de la station (ou du site)

- A. FORAY (SCHAPI/ADH) : En effet, pendant les formations, Les producteurs externes auront comme contact les CFA pour le fonctionnel de l'application et les UH si besoin pour les cas de stations co-gérées.

Reprise des données

Schapi/ADH, Martine Baillon

Après la rédaction des spécifications métier par le GT reprise des données et le travail de recherche des séquences d'horodatage du passé par les UH, il est temps de réfléchir aux aspects techniques de ce transfert. Nous envisageons un travail découpé en trois blocs (extraction, formatage, insertion) dont les responsabilités reposeraient sur des entités différentes, au Schapi, pour les développements. Une implication forte des UH (et producteurs en général) avant et après transfert est indispensable.

Echanges :

- S. Poligot-Pitsch (DREAL PdL) : Alors que l'échéance approche, les UH ne sont pas assez tenues au courant des spécifications métier. Si elles ont des choses à faire, elles doivent le planifier, il faut donc communiquer vers elles au plus tôt.

- M Baillon (SCHAPI/ADH) : les spécifications métiers ont été élaborées par un GT incluant des UH. Elles sont présentes sur l'[extranet du réseau](#) (rubrique HYDRO3/temps différé/reprise des données historiques). Le Schapi réfléchit plus précisément aux aspects techniques depuis peu et reviendra tout début 2019 vers les UH pour les précisions nécessaires sur le référentiel (codes, calendriers d'activité).

OCTAVE

Schapi/ADH, Rémi Lamblin

Point d'avancement sur le nouvel outil d'expertise des données.

Etude amont monitoring

Schapi/ADH, Fabrice Hébrard

Le périmètre retenu est centré sur les besoins des pôles 3 (maintenance) et 4 (collecte), ainsi que sur le suivi des flux informatiques.

Le Copil a privilégié le délai de réalisation et la volonté de ne pas développer de doublons pour choisir une solution d'amélioration de l'existant, basée sur Aquareel et les outils de monitoring du Schapi.

SAMHy

Schapi/ADH, Elodie Dufeu

Afin d'assurer le suivi des matériels d'hydrométrie et notamment des stations de mesure, les services d'hydrométrie ont développé divers outils informatiques soit en interne ou via des prestataires externes. Ces outils élaborés à partir de simples tableurs, de bases de données type Access ou bien sous-traités à des sociétés diffusant des outils de GMAO (Gestion de Maintenance Assisté par Ordinateur) ne présentent pas une pérennité suffisante. Dans un souci de cohérence nationale, le Schapi a donc souhaité mettre en place un outil informatique de gestion unique via une application web. L'outil de Suivi Assisté de Maintenance Hydrométrique (SAMHy) a été développé et déployé dans sa première version en 2018. Il permet de gérer :

- les emplacements
- les matériels :
- les interventions (curatives, préventives, travaux, ...)
- les anomalies (déclaration et suivi des anomalies)
- Les évènements
- les agents et rôles

SAMHy – Retour utilisateurs

DREAL Nouvelle Aquitaine, Fabrice Michaud

La division hydrométrie Vienne Charente Atlantique composée de 3 antennes, disposait de différents outils informatiques (tableurs, Interventions CS, ...) pour le suivi de ses matériels d'hydrométrie et notamment des stations de mesure. Afin d'harmoniser nos pratiques et de pérenniser un outil de gestion informatique propre à nos besoins, nous avons souhaité participer au groupe de travail animé par la Schapi pour l'élaboration d'un outil national.

De 2014 à 2015, nous avons participé à une vingtaine de réunions (GT, COPIL, ...) afin d'élaborer une maquette de la future application. De 2016 à 2017, l'application a été expérimentée et testée sur deux sites pilotes en DREAL Grand Est et Nouvelle Aquitaine. En parallèle, des visioconférences ont été programmées mensuellement afin de corriger au fur et à mesure les bugs et dysfonctionnements rencontrés et dans la mesure du possible d'améliorer l'ergonomie. Le déploiement opérationnel des applications web et de terrain sont en place depuis début 2018. Elles permettent d'assurer le suivi de l'ensemble des matériels d'hydrométrie (stations hydros. et pluvios., matériels de jaugeage ...), les stocks, les interventions (curative, préventive, travaux ...), les anomalies, la gestion des évènements ainsi que les profils des agents.

Pour les futurs utilisateurs de l'application, la reprise des données des anciennes bases doit être le plus exhaustive possible afin de rendre l'application Samhy opérationnelle rapidement. Au préalable, chaque utilisateur devra avoir une habilitation Cerbère pour Hydroportail et Samhy ainsi que les rôles et profils définis.

Un correspondant fonctionnel d'application sera nommé dans chaque service et une formation lui sera dispensée.

Néanmoins, l'application SAMHY doit être un outil simple à utiliser notamment sur le terrain, des évolutions seront donc indispensables pour améliorer son ergonomie et la synchronisation des données. Une prochaine version devra également intégrer la gestion de pièces-jointes (pièces administratives, plans, photos, autorisations diverses ...) ainsi que la production de tableaux de bord permettant des aides à la décision (fréquence de pannes sur une station, coûts de matériels, coûts de SAV, etc ...).

Echanges :

- D. Besson (DREAL CVL): Quel interfaçage SAMHy/OCTAVE en vue de la validation des données ?

- Réponse E Dufeu (SCHAPI/ADH) : Il n'y en a pas : il faut saisir un évènement en PhyC : SAMHy comme OCTAVE interrogent la PhyC.

- D. Besson (DREAL CVL): Les différents pôles peuvent-ils intervenir sur SAMHy pour une même station ?

- Réponse E Dufeu : Oui

- C Apolit (PNR des Grands Causses) : le logiciel SAMHy peut-il être diffusé à l'extérieur du réseau ?

- Réponse E Dufeu (SCHAPI/ADH) : Nous sommes tout à fait favorables à ce que SAMHy soit diffusé vers les autres producteurs de données comme le sont déjà d'autres outils comme Bareme, Graphyte et bientôt Octave. Néanmoins il y a certaines contraintes techniques : il est nécessaire d'avoir un compte Cerbère, ce qui est possible pour les producteurs externes (HydroPortail), mais il faut aussi d'autres évolutions pour que les web-services utilisés par SAMHy soient accessibles hors RIE. La faisabilité va être étudiée en 2019.

- D. Danet (DREAL Bretagne) : La reprise des données d'intervention CS est possible hormis les ressources graphiques. Cela est-il prévu à terme ?

- Réponse E Dufeu : Ce n'est pas prévu dans la V1 mais envisagé dans la V2. Des ateliers fonctionnels auront lieu en 2019 pour définir les besoins métiers à prioriser.

- A Morantin (DREAL Bretagne) : Dans Intervention CS, les ressources sont affectées à un type de code (HYDRO2?).

- Réponse E Dufeu : Il faudra faire des manipulations pour les reprendre sous leurs nouveaux codes.

- N. Watrin (DREAL Occitanie) : SAMHy est une usine à gaz au regard des spécifications initiales. A quoi cela va servir si certains agents ne jouent pas tous le jeu et/ou n'y saisissent pas tout ?

- Réponse F. Michaud (DREAL Nouvelle Aquitaine) : à VCA, les hydromètres utilisent tous SAMHy et ça se passe bien.

Thème 3- Matériels et jaugeages

Calage d'un débitmètre par ultrasons et temps de transit

VNF, Philippe Battaglia

L'exposé présente un mode de paramétrage d'un débitmètre à ultrasons et temps de transit de la DREAL Grand Est à Corny sur Moselle, basé sur une corrélation entre les vitesses mesurées par les cordes et la vitesse moyenne de l'écoulement. Les principes de calage sont présentés ainsi que la validation sur des événements postérieurs au paramétrage. Les résultats obtenus sont satisfaisants, aucune modification du paramétrage n'a été nécessaire depuis plus de trois ans et les écarts entre les débits calculés et jaugés sont faibles. Malheureusement la méthode n'a été testée que sur un seul site pour l'instant et il serait intéressant de la mettre en œuvre sur d'autres débitmètres pour vérifier qu'elle peut aussi donner de bons résultats ailleurs.

Echanges :

- A Hauet (EDF/DTG) : L'approche présentée est intéressante mais compliquée. Une piste plus simple consisterait à utiliser une méthode par index (moyenne des vitesses sur les 2 cordes, à corrélérer à la vitesse débitante) et étudier l'impact du nombre de cordes.

- Réponse P. Battaglia (VNF, anciennement DREAL Grand-Est) : Il faut évaluer l'apport de la corde supérieure en crue débordante.

- N. Watrin (DREAL Occitanie) : cet équipement est très onéreux (120000€) au regard de son apport pour les crues. La mise en place d'un capteur vidéo pourrait être intéressante.

- Réponse P. Battaglia (VNF, anciennement DREAL Grand-Est) : La station est indispensable à l'hydrométrie générale (toute la partie est navigable). Il est donc impossible de remplacer cette station par un capteur vidéo.

Jaugeages à bas coût par perches transparentes

IRSTEA, Jérôme Le Coz, F. Pernot, A. Buffet, F. Lacroix, C. Berni

Les différentes méthodes de jaugeage actuelles nécessitent en général un équipement coûteux, à l'exception notable des jaugeages volumétriques (à la bassine) ou par flotteurs, dont la mise en œuvre est cependant souvent difficile et limitée. Le stage de Francis Pernot (2018) avait pour but de mettre en place des systèmes de jaugeage fournissant des mesures fiables, qui soient faciles à déployer et à construire et pour un coût typiquement inférieur à 40€ pièce.

La « perche à charge dynamique » décrite par Wilm et Storey (1944), rendue transparente par Fonstad et al. (2005) et améliorée par Pike et al. (2016) répond à ces objectifs, pour des jaugeages à pied avec des vitesses supérieures à 20 cm/s. C'est une perche en plastique transparent de 9.85 cm de large que l'on place verticalement en travers du cours d'eau pour repérer les niveaux d'eau amont et aval à l'aide de réglets mobiles. La différence de niveau (ou charge dynamique) permet de calculer la vitesse moyenne sur la verticale, à l'aide d'une relation d'étalonnage semi-empirique.

Des expériences réalisées dans le laboratoire hydraulique d'Irstea et sur le terrain par des volontaires d'Irstea et des UH d'Angers, Lyon et Strasbourg ont permis de retrouver une relation d'étalonnage similaire à celle proposée par Pike et al. (2016) et de confirmer les limites d'utilisation. L'écart moyen à un débit de référence est proche de 5% sauf pour des sites à écoulement très lent. L'influence sur la charge dynamique de la largeur de la perche et d'un écoulement sous la perche a été étudiée au laboratoire. L'incertitude sur la vitesse mesurée due à l'incertitude de lecture de la charge dynamique a été calculée : elle explose à basse vitesse en raison de charges très faibles, et elle augmente à forte vitesse en raison des fluctuations du niveau d'eau difficiles à moyenner.

Plusieurs améliorations pratiques ont été testées et apportées au prototype afin de faciliter et améliorer la mesure, sans trop alourdir le budget : réglet aimanté, suppression d'un réglet gradué (coûteux), lecture de la profondeur avec un autre réglet, niveau à bulle, contact électrique (pour éviter de se pencher au raz de l'eau). Un protocole opérationnel et une feuille de dépouillement du jaugeage ont été produits. La méthode étant extrêmement simple et rapide à appliquer, elle est bien adaptée pour des estimations rapides du débit (à la place des flotteurs), des formations ou démonstrations (chaque étudiant peut avoir son instrument), des programmes de sciences participatives ou de coopération avec des services à ressources limitées.

Echanges :

- A. Hauet (EDF) : L'incertitude liée à la perche transparente est plus grande qu'au moulinet mais comme la mesure est plus rapide, on peut compenser en faisant plus de verticales. Et ainsi faire diminuer l'incertitude (à condition qu'il n'y ait pas de biais : à confirmer)

- N. Watrin (DREAL Occitanie) : Quelle est la durée de la mesure ?

- Réponse J Le Coz (IRSTEA): 40s si la vitesse est élevée (recommandation Canada), sinon moins longtemps.
- J Le Coz passe un appel à testeurs.

La mesure de débit des cours d'eau par dilution à injection globale à EDF-DTG

EDF/DTG, Lucas Toranatore, Arnaud Belleville

Dans le cadre de l'exploitation de son réseau de mesure d'hydrométrie (environ 300 stations), EDF-DTG met en œuvre différents moyens de jaugeage : exploration du champ des vitesses au courantomètre ou à l'ADCP, exploration du champ de vitesse de surface au moyen de radar ou d'imagerie, dilution. Environ 900 jaugeages sont réalisés annuellement.

S'agissant spécifiquement de la méthode par dilution, celle-ci ne représente que 10 % des jaugeages réalisés. Elle est déployée à EDF-DTG depuis plus de 50 ans dans sa version à injection à débit constant d'un traceur (bichromate de sodium jusque dans les années 90, puis Rhodamine WT). Cependant, force est de constater que les difficultés de mise en œuvre de la méthode ont rendu difficile sa diffusion auprès des autres équipes d'hydromètres français, alors même qu'elle constitue souvent la seule méthode de jaugeage applicable en moyennes et hautes eaux dans les conditions torrentielles. Ainsi, dans l'objectif de simplifier sa mise en œuvre, une variante par injection globale a été développée il y a une dizaine d'années, dans un premier temps avec le traceur NaCl, puis plus récemment avec le traceur Rhodamine WT. On propose par la suite de détailler cette dernière méthode.

La méthode de jaugeage par dilution instantanée de Rhodamine WT (ou « dilution globale RWT ») a été déployée à EDF au printemps 2018. En peu de temps, un nombre significatif de mesures a été réalisé et les retours sont très positifs :

- Gain de temps indéniable par rapport à la dilution à débit constant ;
- Phase laboratoire plus simple et moins incertaine ;
- Contrôle sur site de la qualité de la mesure ;
- Large gamme de débits mesurables.

Nous détaillerons le protocole de mesure en laboratoire (préparation en amont de la mesure), sur le terrain (réalisation de la mesure) et le post-traitement nécessaire. Nous présenterons également notre retour d'expérience, quelques analyses sur la méthode et le matériel ainsi que les limites et les axes d'améliorations.

Echanges :

- J Le Coz (IRSTEA) précise l'existence de quelque chose d'analogue en Suède mais en mode automatique. Cela a-t-il été envisagé ici ?

- Réponse L. Tornatore (EDF) : Pas d'automatisation envisagée pour des raisons de stabilité en raison de la température de l'eau. Coût de 2 sondes : 15000€

Thème 4- Stations influencées

Une courbe de tarage pour les stations sous influence maritime

DREAL Nouvelle Aquitaine, Laurent Dieval

Parmi les tronçons réglementaires, le SPC-GAD doit réaliser des prévisions aux niveaux de ses stations sur trois embouchures et estuaire. Ce sont la Nivelle, l'Adour et l'estuaire de la Gironde. Suivant la distance des stations de sa façade océanique, trois comportements des signaux s'observent : des comportements purement maritimes,

d'autres principalement fluviaux et les derniers fluvio-martime. Il devient assez complexe d'effectuer des prévisions.

Pour afficher des prévisions, le SPC-GAD développe une méthode de décomposition du signal. Elle sépare les composantes maritime et les fluviales. Actuellement elle ne s'applique que sur deux caractéristiques particulières qui sont les basses mers (BM) et les pleines mers (PM). Ce qui permet de construire des courbes de tarage classique pour les BM et des « courbes de tarages » 3D pour les PM.

Echanges :

- D Besson (DREAL CVL) demande si les surcotes sont prises en compte.

- Réponse L. Dieval (DREAL Nouvelle Aquitaine) oui, la marée observée correspond au signal marée SHOM + surcote

Influence du Karst sur les débits de pointe (crue du 12/09/2015 Lodève)

Université de Montpellier, Pascal Brunet

Le 12 septembre 2015, les environs de Lodève ont reçu des précipitations exceptionnelles. Les cumuls journaliers ont varié entre 300 et 350 mm sur les stations situées sur le bassin de la Lergue. La pluie a été caractérisée par une cellule intense ayant produit localement des cumuls de 85 mm en 30 mn, 140 mm en 1h, et 220 mm en 2h. La Lergue, principale rivière du secteur, jaugée au niveau de la ville de Lodève, a enregistré sa crue la plus importante depuis l'installation de la station de mesure, il y a plus de 50 ans. Le bassin de la Lergue étant caractérisé par des plateaux karstiques en amont, et par des terrains peu perméables à l'aval, cet événement a donné l'occasion de mettre en évidence les différentes réponses hydrologiques en fonction de la géologie des sous-bassins, et la capacité des karsts à absorber les pluies. Les bassins situés dans la zone pluvieuse (> 250 mm en 24h) ont en effet eu des réponses très contrastées selon la géologie du bassin, comme le montrent les débits de pointe de crue reconstitués sur une dizaine de sections des cours d'eau. Les débits de pointe de crue sont dans un rapport de 1 à 4 selon le caractère karstique ou non-karstique des bassins. Les débits de pointe de crue estimés par retour d'expérience ont été finalement comparés à ceux d'autres retours d'expérience réalisés en France, puis aux évaluations fournies par des formules régionales (Crupedix, Bressand-Golossof) ou par un modèle pluie-débit (SCS-LR), afin de réviser les paramètres intervenant dans ces formules ou ce modèle.

Echanges :

- E Mutin (SPC MO) : Le comportement des différents types de karsts est-il équivalent face à l'écrêtement des crues ?

- Réponse P. Brunet (Université de Montpellier) : Non, il peut être très différent. Et quand il est plein, on observe du ruissellement seul.

- F Caravaglia (EDF) : Si on faisait une approche plus continue, on pourrait en modélisation mieux envisager l'apport du BV donnant vers le BV recevant. Il y a un article dans la houille blanche (il y a environ 1 an et demi) sur le sujet.

Mise à jour du guide de travail en rivière

DREAL Pays de la Loire, Jocelyn Cousseau

A la suite de la mise en place du document unique d'évaluation des risques professionnels (Duerp) en DREAL Pays de Loire, la cheffe de division a décidé de renforcer le lien entre le Duerp Pays de Loire et le guide interne issu du guide national de travail en rivière provenant des DIREN. Sur la base de ce guide (édition 1998 - revu en 2008), nous avons effectué une mise à jour des données et profondément modifié la forme du document. Ce guide régional de prévention des risques doit assurer l'information et la responsabilisation de l'ensemble des acteurs de la prévention : les agents travaillant en rivière, l'encadrement, le correspondant hygiène et sécurité, le médecin de prévention. Pour que chacun devienne acteur de la prévention et s'approprie le document, il se présente sous forme de fiches thématiques - "les risques" et "les recommandations". Pour le rendre attractif, un gros effort de présentation a été produit. Ce travail collaboratif aboutira avant la fin de l'année 2018. Quelques fiches emblématiques seront présentées.

Echanges :

- F. Pasquet (DRIEE) : une démarche du même ordre a été menée à la DRIEE

- quelle est l'implication du médecin du travail ?
- la réglementation peut être très lourde (exemple du gilet de sauvetage avec très peu d'eau)
- quelles sont les références sur la signalisation sur routes ?

- Réponse S. poligot-Pitsch (DREAL PdL) :

- Nouveau médecin très impliqué.
- En effet, il y a une dérogation pour le gilet de sauvetage mais c'est le seul cas et ça sera validé au CCHS à venir)
- Gilet jaune obligatoire + référence chantiers mobiles (durée < 1/2 journée). Si intervention d'un prestataire, signature d'un plan de prévention par les deux parties.

- A Morantin (DREAL Bretagne): Lors de l'accident survenu ce printemps, l'enquête n'a pas relevé de problème de sécurité, les règles avaient été respectées. Il a été recommandé lors du CHSCT d'installer un feu tournant sur le camion et d'améliorer le stationnement.

-PM Bechon (UH Lyon) : Les arrêtés de circulation sont difficiles à obtenir car les chantiers sont considérés comme fixes par les gestionnaires de voirie => très lourd.

- D. Danet (DREAL Bretagne, membre du CHSCT) : en accord avec la DIRO, il certifie que les jaugeages sont des chantiers mobiles. Une liste de tous les sites dangereux a été réalisée, aucun jaugeage au camion n'y est fait. Dans de nombreux cas, c'est la mise en place de la signalisation qui est la plus dangereuse.

- D. Lognon (DREAL GE) : souligne la difficulté plus grande en ville qu'en campagne. Qu'en est-il pour les jaugeages de nuit ? À la DREAL GE, jaugeage de nuit uniquement pour les crues intéressantes et sur la liste des ponts jugés peu dangereux.

- P. Moquet (UH Champagne-Ardennes) : Précise que l'accord du gestionnaire est nécessaire pour barrer une route et qu'un arrêté est nécessaire pour dévier la circulation piétonne.

- Réponse S Poligot Pitsch : le guide n'aborde pas le jaugeage de nuit pour le moment.

- PM Bechon (DREAL AuRA) : Une vision nationale partagée serait souhaitable => CICH ? Qui ?

- Réponse E Dufeu : Un CICH pourra être initié en 2019 avec le pilotage d'une Unité d'Hydrométrie.

RETEX épisode de Goudet
DREAL Centre Val de Loire, David Besson

La Haute-loire a connu en le 13 juin 2017 des orages exceptionnels avec des intensités de pluies record. Suite a un enchaînement d'instabilité orageuses isolées et mobiles entre 15 et 17 h le 13 juin 2017, des orages stationnaires et particulièrement violent se sont en effet enchaînés sur une zone très localisée : un peu plus de 200km² sur les communes de Goudet, Landos, Brigon-Solignac et Costaros) entre 17 et 23 h. Les intensités mesurées ont effectivement atteint des records (source MF avec des cumuls de :

- 193 mm en 2 heures (soit le 3 ème record en France après Lodève en 2015 avec 221mm)
- 123 mm en 1 heure à Landos (soit 2 fois la période de retour centennale pour un pas de temps 1 heure)
- 18 mm en 6' (soit le record en France métropolitaine).

Les pluies max (1 km²) ont atteint 290 à 310 mm de 17 à 23 h pour les affluents au droit de la Commune de Goudet : ruisseaux de l'Holme et des Ceyssoux).

Les réactions des affluents de la Loire et le ruissellement au sein des vallons de ce secteur a été en conséquence explosif est particulièrement dévastateur. Une crue c'est formée dans la partie intermédiaire de la Loire amont (1,2m³/s à Pont de la borie sur la Loire amont (229 km²) puis environ 250m³/s à Goudet (442 km²) et environ 700m³/s à Coubon (700 km²). Le principal affluent rive droite sur lequel une station était présente a enregistré une pointe à 210 m³/s (sup. à 20 ans de période de retour) alors que seule la partie aval de ce bassin a été impacté par l'orage : les apports intermédiaires sont estimés à 180m³/s pour un BV de 70 km² soit un débit de point spécifique de 2,6m³/s/km²). L'absence d'anticipation sur cet évènement n'a pas permis de jauger les pointes de crues compte-tenu de la rapidité de l'évènement (sauf en aval) mais des jaugeages ont quand même pu être effectués pendant cet évènement (SVR et camion) permettant de compléter les valeurs hautes sur ces stations et surtout de mettre en évidence un détarage exceptionnel sur la station de Goudet (plus de 80 cm, publication de 500m³/s pour 250m³/s estimé après jaugeage). Le transport solide des affluents de la Loire a en effet créé de nombreux cônes d'alluvions en travers de la Loire qui a été littéralement barré à plusieurs endroits dont en aval de la station de Goudet ce qui explique le détarage. Une instrumentation vidéo de ce sites est en cours afin de tester le potentiel de mesure de vitesse en temps réel sur des sites aussi complexe et de pallier au manque de récativité et /ou disponibilité potentiel sur des évènements aussi violents et rapide.

RETEX crue de janvier 2018
DREAL Bourgogne-Franche-Comté, Marc Philippe / Erwan Le Barbu

Intérêt du radar en épisode pluvio-orageux (crue du Lirou 04/11/2017)
Université de Montpellier, Pascal Brunet

Le 4/11/2017 un épisode pluvieux intense a touché l'est de l'Hérault et le Gard. Après 4 mois de fort déficit pluviométrique, la réaction des cours d'eau de la région a été modérée voire faible. Cependant on a enregistré sur le Lirou, principal affluent du Lez, au nord de Montpellier, une crue assez importante. Le réseau d'observation Medycys et les stations hydrologiques de la Dreal permettent une description précise de la crue. Par contre les pluies enregistrées sur les pluviographes du secteur, 5 sur 300 km², semblent insuffisantes pour expliquer une telle crue (maximum 73 mm en 2 heures). Seul le recours à l'image radar permet d'expliquer la crue, nous révélant une zone de pluie intense centrée sur notre bassin versant et à l'intérieur du réseau de pluviographes.

Crue rare, aux limites de l'hydrométrie, de l'hydrologie statistique et de la météo (uin 2016 sur le Loing)
DRIEE / IRSTEA, Carine Chaléon, Michel Lang

Problématique Catnat pour l'hydromètre et l'hydrologue, intérêt du lancement d'un GT
DRIEE Carine Chaléon / Fabien Pasquet

Echanges :

- PY Valantin (SPC GD): Le SPC GD n'envoie que les valeurs observées et estimations décennales demandées, sans les bornes, et pas les rapports.

- F Duquesne (SCHAPI) : précise l'existence des deux procédures (traditionnelle et d'urgence).

- J Hoffman (SCHAPI) : précise qu'en janvier, BRIL a demandé au Schapi de coordonner les retours car situation exceptionnelle. Mais cette coordination est à réfléchir et le formalisme doit être défini.

- Réponse E Dufeu : Un CICH pourra être initié. Suite aux journées de l'hydrométrie Fabien Pasquet en a pris l'initiative.

Thème 7- Consolidation/extrapolation des courbes de tarage

Diagnostic du risque d'hystérésis dû à la propagation d'une onde de crue sur les stations de la Banque Hydro
IRSTEA, Emeline Perret, Michel Lang, Jérôme Le Coz

Le phénomène d'hystérésis s'observe généralement sur des chenaux à faibles pentes et se produit lors de la propagation d'un écoulement transitoire. Dans ce cas, la célérité de l'onde de pression (niveau d'eau) devient inférieure à celle de l'onde de vitesse, et donc inférieure à celle de l'onde de débit. Le pic de débit lors d'écoulements transitoires est donc atteint avant le maximum de hauteur d'eau. Si une station hydrométrique est soumise à cet effet d'hystérésis, sa relation hauteur-débit peut être affectée en cas de crue et prendre une forme de boucle, traduisant pour une hauteur d'eau donnée un débit plus fort lors de la montée de crue que lors de la décrue. Cette étude a pour but de recenser les stations potentiellement impactées par ce phénomène sur l'ensemble du réseau français : on parlera de stations à risque. Le diagnostic est réalisé à l'aide de la formule de Jones (1915). Cette dernière permet de disposer d'une courbe de tarage où le débit est relié à la hauteur d'eau et son gradient. En utilisant cette formule, il est possible d'estimer pour chaque station de la Banque Hydro un coefficient multiplicatif permettant de passer du débit permanent uniforme au débit réel. Si ce coefficient diffère significativement de 1, alors la station est à risque.

En pratique, l'hystérésis est souvent ignorée. Il est cependant important d'avoir conscience de ce risque qui, si considéré comme négligeable, peut entraîner une mauvaise prédiction des crues (retard dans l'estimation du pic de débit et sous-estimation du débit de pointe). Une fois celui-ci cartographié, la prédiction des débits sera sans doute plus précise et l'aléa inondation pourra être mieux évalué.

Echanges :

Philippe Battaglia (VNF, anciennement DREAL Grand Est) avait essayé de modéliser ce phénomène d'hystérésis avec Mascaret. Cela semble intéressant en temps réel. Mais il ne voit pas comment faire autrement que le CorTh pour l'instant dans la banque Hydro pour représenter ces 2 courbes de tarage (à la montée et à la descente).

Le SVR et la vidéo permettent d'avoir de nombreux jaugeages en crue, y compris en phase ascendante (ce qui est rare) et ainsi de voir cette hystérésis. L'Irstea est à la recherche de jeux de données pour réaliser ce type de comparaisons sur des sites équipés de caméras.

Modèle de courbes de tarage dynamiques : effet de la végétation aquatique saisonnière

IRSTEA, Emeline Perret, Jérôme Le Coz, Benjamin Renard

De nos jours, la prédiction des débits au niveau des stations hydrométriques à courbes de tarage dites stables et univoques (relations uniques entre le débit Q et la hauteur d'eau h) est plutôt fiable. En revanche, celle des stations à courbes de tarage dites dynamiques (variables dans le temps) reste plus incertaine. Certaines stations sont soumises à des instabilités pouvant entraîner des changements brutaux (travaux, crues morphogènes) ou des changements transitoires (développement de plantes aquatiques, présence d'une couche de glace). Dans ces derniers cas, les relations h - Q ne sont plus univoques et deviennent complexes. Nous nous intéressons aux stations affectées par la végétation aquatique saisonnière, où les courbes de tarage évoluent continuellement en fonction du développement des plantes. À notre connaissance, aucun modèle de courbes de tarage prenant en compte cet aspect n'existe. Pour pallier ce manque et être capable d'estimer Q sur ce genre de stations, nous proposons un modèle à base physique, faisant intervenir des paramètres facilement mesurables sur le terrain (h et autres variables liées aux caractéristiques de la plante et à son développement). Il dépend du type de plantes, de leur capacité de fléchissement et de leur densité au niveau du tronçon étudié induisant une résistance hydraulique. Le modèle a été implémenté dans le code BaM en vue d'applications opérationnelles puis testé sur une station affectée par la végétation pour vérification. BaM est un code de calcul développé à Irstea par B. Renard, et est basé sur la méthode bayésienne permettant d'estimer les paramètres d'un modèle (accompagnés de leurs incertitudes) et d'effectuer des prédictions à partir du modèle (accompagnées de leurs incertitudes). Il est une généralisation de la méthode BaRatin pour des modèles quelconques.

Echanges :

Comment intégrer le faisceau de courbes de tarage issues du modèle de CT dynamiques dans notre chaîne opérationnelle. Le CorTh assure finalement bien ce rôle aujourd'hui.

Ce sujet n'est pas encore à un stade opérationnel. S'il doit y arriver, cela passera par une évolution des outils pour prendre en compte une variation des paramètres du modèle plutôt que le CorTh.

- Marc Valente (DRIEE IF) : ça peut être efficace pour le temps-réel. Mesure de la température de l'eau ?

- Gwen Glaziou (DREAL Normandie) :

- intérêt de comparer sur une station avec caméra en continu.. ?
- Mais comment traiter les données ? En tout cas OK s'il y a des infos.

- Réponse J. le Coz (IRSTEA) :

- SVR vidéo accumule les jaugeages en montée de crue (technique sans contact), ce qui est plutôt rare avec les autres techniques. En pourcentage, l'écart est assez faible.
- anticipe trop les courbes de tarage dynamiques. Petit nombre de paramètres pour le prendre en compte.

Détection et estimation des détarages en rétrospectif et en temps réel

IRSTEA, Matteo Darienzo, Jérôme Le Coz, Benjamin Renard, Michel Lang

La plupart des séries temporelles de débit des rivières sont établies en utilisant une courbe de tarage, c'est-à-dire un modèle fournissant le débit en sortie à partir de la hauteur d'eau en entrée. Malheureusement, de nombreuses relations hauteur-débit sont instables : elles peuvent changer soudainement ou graduellement à cause de nombreux facteurs (par exemple, changement de la géométrie du cours d'eau suite à une forte crue, ou cycles de croissance/déclin de la végétation aquatique, ou développement de la glace). Ces « détarages » nécessitent l'utilisation de modèles hauteur-débit dynamiques. L'objectif est de développer une méthode

bayésienne pour estimer de tels modèles en temps réel, c'est-à-dire dès le détarage survenu et avant même le prochain jaugeage. En particulier, on se focalise sur la détection des détarages éventuels et sur leur probabilité d'occurrence ainsi que leur magnitude, en utilisant un jeu de stations hydrométriques bien documentées. L'analyse est divisée en deux étapes : une analyse rétrospective essentiellement basée sur l'analyse des jaugeages et des récessions en étiage pour détecter des détarages passés ; ensuite le calage des méthodes, comme l'estimation du transport solide qui affecte l'évolution du fond du lit, qui sont utilisées en temps réel pour estimer le débit et quantifier son incertitude.

La modélisation hydraulique pour expertiser l'extrapolation haut débit des courbes de tarage – Impact sur les débits historiques et retours d'expérience sur les réanalyses des chroniques à EDF-DTG

EDF-DTG Damien Sevrez⁽¹⁾, Arnaud Belleville⁽¹⁾, Amélie Tacnet

Dans le processus d'élaboration de données de débit qui va de la mesure des hauteurs d'eau à l'archivage des données validées de débit, l'étape qui consiste à construire la courbe de tarage est sans conteste celle où l'expertise humaine est maximale. Construite à partir des jaugeages et de la connaissance de l'hydraulique des écoulements, la courbe de tarage est la traduction graphique et mathématique de la relation physique entre hauteur d'eau et débit. Si le tracé dans la gamme jaugée est parfois complexe à réaliser, c'est surtout aux extrémités de la courbe que les plus fortes incertitudes demeurent, car les jaugeages y sont souvent plus rares. La modélisation hydraulique peut alors apporter une aide précieuse pour expertiser les extrapolations à haut débit.

EDF-DTG a mis en œuvre sur la période 2015-2018 un projet visant à caler des modèles hydrauliques sur un panel de 170 stations d'hydrométrie issues de son réseau de mesure. Il s'agit de modèles 1D (modèle Mascaret) calés sur les jaugeages et utilisés pour extrapoler les courbes de tarage jusqu'à des débits correspondant à un temps de retour 100 ans. 110 modèles sont d'ores et déjà disponibles et une grande proportion a été intégrée aux courbes de tarage temps-réel. Mais ces nouvelles données posent également la question de la validité des extrapolations historiques des courbes de tarage.

Une première étude d'impact partielle a donc été menée. Pour chacune des 85 stations, une courbe de tarage « modélisée » est établie à partir des résultats du modèle hydraulique appliqués à partir d'une hauteur correspondant au début de la zone de convergence de la relation hauteur-débit (définie par l'hydromètre). Les hydrogrammes des plus fortes crues (échantillonnées à une fréquence moyenne de 2 crues/an) sont alors recalculés à partir du limnigramme et de cette courbe modélisée. Les débits de pointes peuvent alors être comparés aux débits de crues archivés en base de données. La figure 1 présente les résultats obtenus sur 85 stations.

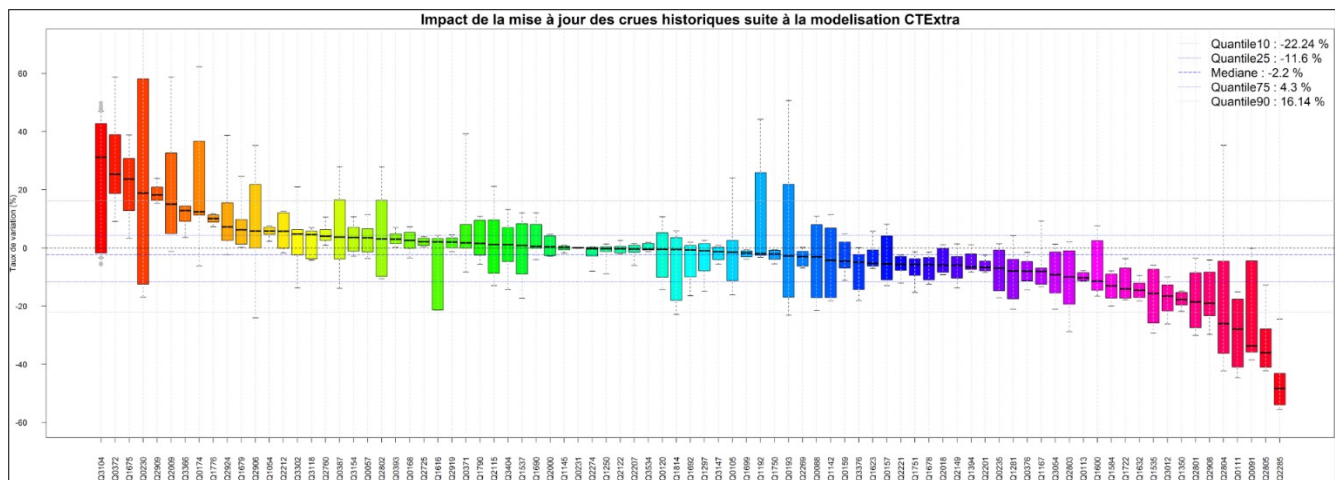


Figure 1 : Écarts entre les débits de crues recalculés par modélisation hydraulique et les débits historiques

Pour chaque station, la médiane et les quantiles des écarts calculés sur les 2n crues (n : nombre d'années de la chronique historique) sont reportés. Au global, on constate que l'écart médian est limité, mais qu'il peut être très significatif pour certaines stations. Cette nouvelle vision des historiques de débit crue et la détection des biais ou hétérogénéités ainsi réalisée interpelle nécessairement l'hydromètre. Des actions de mises à jour des historiques sont donc mises en œuvre à EDF depuis le début du programme de modélisation.

Pour les stations jugées les plus biaisées et comportant un enjeu patrimonial fort, il convient alors de mener une mise à jour complète des données, y compris pour la gamme courante des débits, de manière à produire une série de débit débiaisée et statistiquement homogène temporellement.

La réanalyse de l'historique complet est menée avec la méthode GesDyn (gestion dynamique des courbes de tarage) qui propose des outils de tracé dynamique de courbe de tarage et de calcul des chroniques de débit ou par une mise à jour manuelle des courbes de tarage anciennes pour les cas les plus simples. Ces séries expertisées peuvent ensuite être valorisées dans les études hydrologiques ou de prédétermination des extrêmes ce qui, in fine, permet de mesurer l'impact direct de la modélisation hydraulique sur les métriques hydrologiques tels que les crues de références.

En résumé, ces nouvelles données de modélisation et le développement des nouveaux outils de valorisation tels que Gesdyn permettent aujourd'hui à EDF de présenter un retour d'expérience opérationnel sur la pratique métier des réanalyses des chroniques historiques de débit. Les premiers bénéfices métier peuvent être dégagés ainsi que les nouveaux questionnements associés et les voies de développement encore à explorer.

Echanges :

Comment filtrer les jaugeages, selon quels critères ?

- D'une part vis-à-vis des messages.
- Il faut aussi désarchiver les feuilles terrain et étudier les commentaires.
- Et « sentir » les doutes
- Lorsqu'on constate une contradiction avec la population des jaugeages, c'est plus compliqué.

En tout cas effectivement le choix est important.

Thème 8- Mesures des vitesses de surface

Distribution verticale des vitesses et ratio entre la vitesse moyenne et la vitesse de surface (α) en rivières naturelles : Étude expérimentale sur un large jeu de jaugeages à EDF-DTG

EDF-DTG, Alexandre Hauet, Thomas Morlot, Léa Daubagnan

Mesurer le débit des rivières en crue reste un défi hydrométrique du fait de la dangerosité des écoulements et de la dynamique très instationnaire. Les techniques traditionnelles (courantomètres, ADCP), ne permettent pas de réaliser les mesures en ces conditions exceptionnelles. Les méthodes de jaugeage sans contact avec la rivière, ou non-intrusives, comme l'imagerie (LSPIV) ou le radar Doppler (Surface Velocity Radar, SVR), sont des alternatives intéressantes permettant de mesurer uniquement les vitesses de surface. Il faut convertir ces vitesses de surface en vitesses moyennées sur la profondeur pour pouvoir calculer le débit de la rivière.

Alors que de nombreuses études théoriques existent sur la forme de la distribution verticale des vitesses, on propose ici une approche expérimentale. Un jeu de plus de 3600 jaugeages au courantomètres, réalisés sur 176 stations hydrométriques de morphologies variées, est utilisé pour calculer le ratio entre la vitesse moyennée sur la profondeur et la vitesse de surface, appelé coefficient α . On profite du protocole de jaugeage particulier utilisé à EDF-DTG, consistant à réaliser un grand nombre de point de mesure par vertical (5 en moyenne), dont un point le plus proche possible de la surface libre. 3 méthodes sont utilisées pour calculer le coefficient α :

utilisation de la vitesse mesurée proche de la surface comme valeur de la vitesse de surface ; ajustement d'une loi logarithmique et ajustement d'une loi puissance.

Sur le jeu de données, les 3 méthodes donnent des résultats proches, avec une valeur moyenne de α de 0.8, et très peu de dispersion (les quantiles 5 et 95% étant de 0.7 et 0.9 respectivement). Un lien entre α et la profondeur de l'écoulement est notable, α augmentant avec la profondeur, alors que le lien entre α et la rugosité du fond de la rivière est moins net. Finalement, les résultats permettent une évaluation de α selon des critères visibles de la rivière, et une estimation de l'incertitude associée.

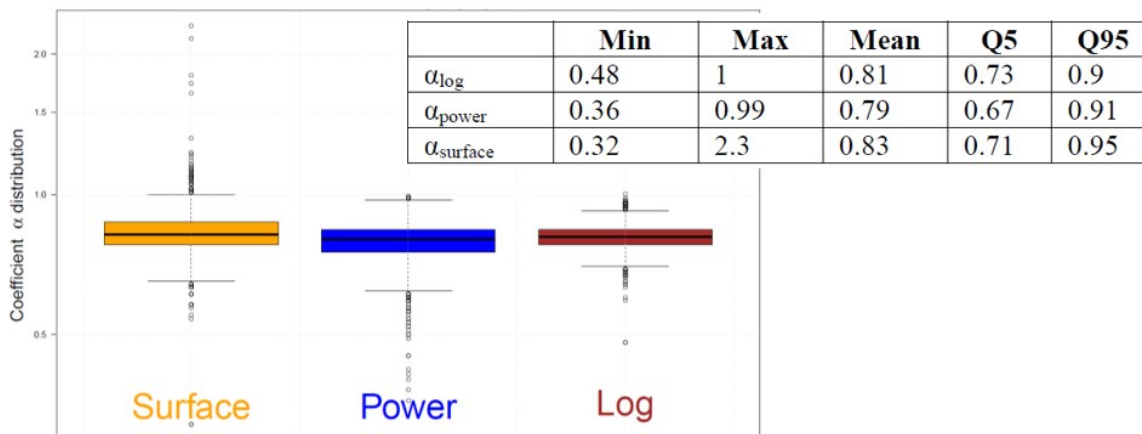


Figure 1: valeurs du coefficient α calculé pour le jeu de 3611 jaugeages et selon trois méthodes

Mise en oeuvre des mesures de vitesse sans contact en DREAL PACA (SVR et vidéo) CEREMA, Laurent Bonnifait

Les crues de la région PACA sont rapides, et avec les temps de déplacement nécessaires, il est parfois difficile pour les hydromètres d'être à temps sur place pour mesurer un débit de pointe.

De plus, pendant un jaugeage la hauteur d'eau peut varier de plusieurs dizaines de centimètres, et lors de crues importantes, il est même fréquent qu'il soit impossible de jauger à l'ADCP ou au saumon en raison de la vitesse des écoulements.

Il est donc essentiel pour l'unité hydrométrie de pouvoir utiliser des techniques de jaugeage sans contact, un peu plus incertaines, mais qui permettent une mesure quand aucune autre technique n'est possible, dans un temps relativement court et de façon sécuritaire.

Le Cerema Méditerranée assure une mission d'appui et d'accompagnement sur les techniques sans contact : radar vélocimétrique (SVR), et analyse d'images vidéo.

Cette présentation a pour but d'illustrer le protocole de jaugeage au SVR finalisé conjointement avec les hydromètres de l'UH PACA, ainsi que les documents techniques de terrain.

Ce protocole comprend trois étapes:

- La préparation préalable du site (souhaitable mais pas indispensable à la mesure)
- La mise en oeuvre des mesures sur le terrain
- Le calcul du débit

Un protocole semblable sera réalisé pour les jaugeages par analyse d'images vidéo.

Logiciel FUDAA-LSPIV: récentes évolutions, développements en cours (App Smartphone) et exemples d'application

Yoan Longefay⁽¹⁾, Jérôme Le Coz⁽²⁾, Alexandre Hauet⁽³⁾, Magali Jodeau⁽⁴⁾, Bertrand Marchand⁽⁵⁾

⁽¹⁾DREAL Auvergne Rhône Alpes ; ⁽²⁾ IRSTEA ; ⁽³⁾ EDF-DTG ; ⁽⁴⁾ EDF R&D ; ⁽⁵⁾ DeltaCAD

L'analyse de séquences d'images LSPIV (Large Scale particle Image Velocimetry) est une méthode intéressante pour jauger les rivières en crue. Son caractère non intrusif permet de mesurer en sécurité, et sa rapidité de mise en œuvre est en adéquation avec la forte instationnarité des écoulements. Depuis 2008, EDF, Irstea et DeltaCAD développent un logiciel LSPIV libre et gratuit : Fudaa-LSPIV. On propose une présentation des derniers développements du logiciel (version 1.6.4) ainsi que les travaux en cours, incluant le développement d'une application LSPIV pour Smartphone, StreamFlow. Des exemples d'applications opérationnelles de Fudaa-LSPIV sont présentés, sur différents cas (crues, courantométrie, déversoirs de barrage). La DREAL AURA présente une application aux crues de décembre 2017 avec notamment l'élaboration d'un document d'aide à l'utilisation et des conseils pratiques issus des nombreux cas étudiés.

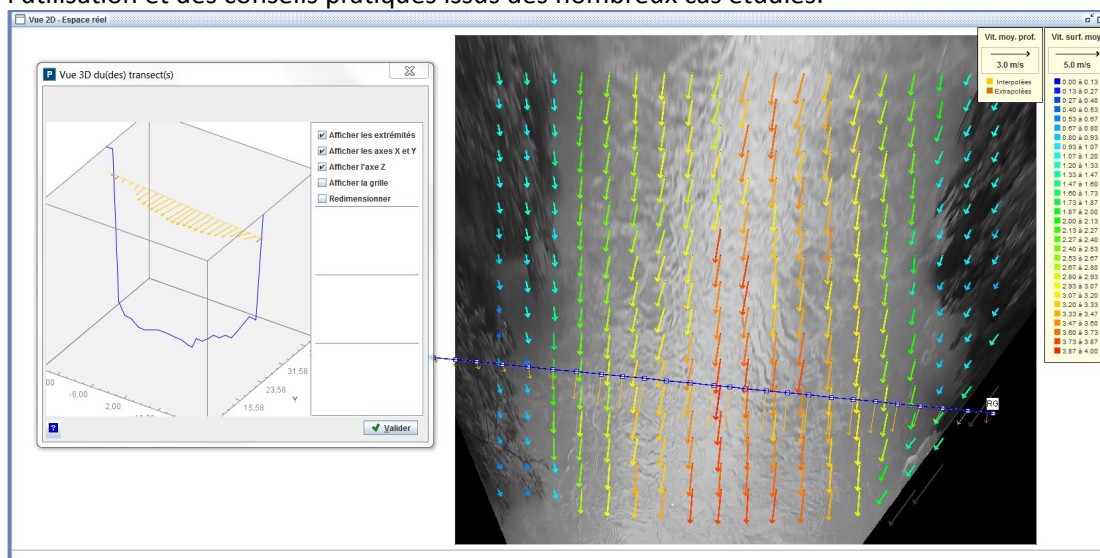


Figure 2 : cas d'application du logiciel Fudaa-LSPIV sur une crue

Echanges :

Noël Watrin (DREAL Occitanie) : L'impact du nombre d'images/sec (entre 10 et 30 images/sec) peut surprendre.

Réponse A. Hauet (EDF DTG) : Il faut en effet trouver un compromis entre la corrélation entre images successives et le déplacement minimal des traceurs. Cette optimisation sera prise en compte dans la prochaine version en automatisant le choix du nombre d'images.

Le protocole pour ces mesures "vidéo" est similaire à celui des courantomètres, avec une mesure d'au moins 10 sec, voire 30 sec.

La vidéo est parfois le seul jaugeage possible. Il peut être intéressant de multiplier les mesures incertaines pour diminuer l'incertitude globale de la courbe de tarage.

L'incertitude des jaugeages SVR peut venir de différents critères selon les cas : bathymétrie, hauteur d'eau, mesure de vitesse....

Hydrométrie participative sur les rivières non suivies

DREAL Nouvelle Aquitaine, Yan Lacaze

Le présent projet vise à proposer une démarche expérimentale afin de faire émerger une hydrométrie participative sur les bassins versants non jaugés.

Il doit permettre de participer à la construction d'une connaissance partagée des rivières non instrumentées par l'agrégation des observations et mesures in situ des particuliers.

Pour ce faire nous proposons le développement d'une version applicative mobile ludique de la méthode de LSPIV pour l'estimation des débits, reliée à une base de données que les utilisateurs de l'application peuvent venir enrichir de leurs mesures. Celles-ci doivent être réalisées en des sites préalablement définis dont un relevé topographie et bathymétrique doit être réalisé, et équipés d'une échelle limnimétrique pour pouvoir appliquer la méthode dans les meilleures conditions. A travers une revue non exhaustive de la littérature nous montrons d'une part le bénéfice que ces jaugeages pourraient apporter et d'autre part la possibilité technique d'un tel projet. Nous présentons dans cette communication les étapes, les points méthodologiques, les modes opératoires envisageables, les possibilités, les limites, ainsi que des applications possibles de la démarche expérimentale que nous appelons de nos vœux afin de faire émerger une enthousiasmante hydrométrie participative sur les rivières non jaugées.

Echanges :

J. LeCoz (IRSTEA) : La demande de film amateur peut être rejetée par les préfetures, car elle peut encourager une prise de risque du public et qu'elle peut être politiquement ambiguë par rapport à la connaissance des débits maximaux.

La participation peut être dans un premier temps limitée à des professionnels, en particulier les collectivités, notamment sur le réseau non surveillé.

Ce type de jaugeage induit une forte incertitude qu'il faudra prendre en compte.

F. Berard (CISALB, Syndicat du Lac du Bourget) : En temps que syndicat, un plus grand nombre d'échanges avec les UH serait des plus intéressants (par exemple : il nous arrive parfois de jauger les stations État et de transmettre les infos à l'UH à l'étiage notamment).

- A posteriori, Anouck FORAY (SCHAPI) : Un Groupe de Travail Conventionnement avec les producteurs externes est lancé en interne réseau PC&H pour lister les échanges possibles entre DREAL et collectivités. Les conclusions de ce GT devraient déboucher sur une convention type qui sera partagée avec les collectivités.

- Réponse F. Duquesne (SCHAPI) : Cette initiative est tout à fait intéressante. Il serait prudent d'y aller par étapes en commençant par les collectivités, puis en étendant éventuellement au grand public, mais avec une attention particulière à la sécurité.

- A posteriori, E. Dufeu : En 2019, le SCHAPI sollicitera les DREAL pour trouver une collectivité pilote pour mettre en place ce type de projet

Thème 9- Prise en compte des incertitudes

Débitmétrie par vidéo : Méthode Bayésienne Bim pour le calage de l'orthorectification des images IRSTEA, J.

Le Coz, B. Renard, V. Vansuyt, M. Jodeau, A. Hauet

La débitmétrie par vidéo continue de se développer pour des jaugeages sans contact, des stations à jaugeage de crue automatisé ou encore l'exploitation de films de crue amateurs pour l'estimation des débits. Quelle que soit la technique vélocimétrique employée (LSPIV, STIV, PTV...), une orthorectification des images est nécessaire au préalable, de façon que chaque pixel ait la même taille physique (en mètres) et que cette taille

soit connue. Deux approches sont possibles : le calage des coefficients d'orthorectification à partir de points de référence (GRP) de coordonnées image et réelles connues, ou bien le calcul de ces coefficients à partir des valeurs des paramètres intrinsèques (focale, taille capteur...) et extrinsèques (position, angles) de la caméra.

L'approche bayésienne proposée ici permet de combiner les deux approches : le modèle de caméra est estimé en combinant la connaissance a priori des valeurs des paramètres de la caméra avec des observations (les GRP). Les deux sources d'information étant assimilées avec leurs incertitudes associées, il est possible d'utiliser des informations plus ou moins incertaines, comme par exemple des mesures incertaines de position et d'inclinaison d'un smartphone ou des évaluations de distance à l'œil ou sur carte.

Une fois les paramètres caméra calés, les coefficients d'orthorectification sont calculés, toujours sous forme d'ensemble de tirages Monte Carlo, ce qui permet d'évaluer les incertitudes sur les vitesses et sur le débit dues aux erreurs d'orthorectification. Des tests réalisés sur une scène de synthèse (de paramètres connus) et sur un enregistrement sur l'Arc à Aiguebelle permettent d'illustrer l'impact du nombre, de l'incertitude et de la distribution spatiale des GRP sur l'incertitude de l'orthorectification et des résultats de vitesse et débit.

Prises de vue lors des jaugeages

DREAL Normandie, Gwen Glaziou

Les cours d'eau normands ont connu une année hydrologique 2017-2018 marquée par de multiples crues hivernales (décembre et janvier) et printanières (juin). La réalisation de certains jaugeages de crues ont été accompagnés de prises de video dont l'objectif était d'enregistrer les observations sur le contrôle hydraulique, sur l'existence de débordement et/ou d'écoulement en lit majeur, sur le rôle de la végétation de rive, Ces vidéos se sont avérées très utiles a posteriori pour l'analyse du tracé du haut de la courbe de tarage, permettant de réfléchir à tête reposée à la notion de section de contrôle. Elles ont notamment permis de distinguer sans ambiguïté les conditions de réalisation de chaque jaugeage pour des stations qui ont été jaugées à plusieurs reprises en crue en quelques jours/semaines, répétitions pour lesquelles les seules mémoires humaines atteignent parfois leur limite de distinction. Elles ont également permis des échanges vertueux au bureau sur les conditions de jaugeage (écoulement, comportement du matériel, sécurité) avec les autres membres de l'équipe, non présents lors de ces jaugeages.

Demandant finalement peu de temps (moins de 5 minutes) par rapport à la durée de réalisation d'un jaugeage cette pratique initiée cette année a vocation à être généralisée à l'avenir, les videos venant alimenter la photothèque de l'unité.

Questions et tentatives de réponses sur l'utilisation de Qrev en Pays de la Loire

DREAL Pays de la Loire, Stéphanie Poligot Pitsch, Stéphane Marlette

Echanges :

Le calcul d'incertitudes de l'outil Oursin (développé par la CNR) est en cours d'implémentation dans Qrev.

Les participants souhaitent une doctrine nationale et des formations. Il s'agit d'un sujet relativement nouveau dans le réseau, qui n'est pas encore pris en compte dans tous les outils (PHyC, HydroPortail...) Barème permet déjà de suivre 2 incertitudes, calculée et retenue.

PERSPECTIVES

- *Appel à testeurs de jaugeages à bas coût par J. Le Coz (IRSTEA)*
- *Appel aux services à proposer des ressources (photos, vidéos) pour faire vivre et enrichir le site du GDH (administrateur G. Dramais, IRSTEA)*
- *CICH Catnat : F. Pasquet (DRIEE IdF) prend l'initiative, appel à volontaires.*
- *CICH Homogénéisation des consignes d'hygiène et sécurité au plan national : appel à volontaires*
- *Hydrométrie participative : En 2019, le SCHAPI sollicitera les DREAL pour trouver une collectivité pilote.*
- *GT conventionnement avec les producteurs de données externes lancé.*