

Compte Rendu Technique – COTECH N°1 SAGE Baie de Lannion



Date : 30 juin 2021

Rédaction : Rabab YASSINE

Relecture : Olivier BRICARD et Jean-Victor DELAMASURE

Version : #0.1 du 01/07/2021

Objet : validation de la méthodologie des deux premières étapes :

1. Poser les caractéristiques et les grands enjeux du territoire ;
2. Disponibilité en eau et répartition spatiale et temporelle de la ressource en eau.

Etaient présents :

Structure	Prénom et nom	Adresse mail
DDTM 22	M. Bruno LEBRETON	bruno.lebreton@cotes-darmor.gouv.fr
Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB)	M. Valentin SERBIELLE	valentin.serbielle@eau-loire-bretagne.fr
Région Bretagne (RB)	Mme Enora KEROMNES	Enora.KEROMNES@bretagne.bzh
Office Français pour la Biodiversité (OFB)	Mme Hélène ANQUETIL	helene.anquetil@ofb.gouv.fr
SAGE ATG, Pays de Guingamp	Mme Emilie KOLODZIEJCZYK	e.kolodziejczyk@guingamp-paimpol.bzh
SAGE Léon – Trégor	M. Jocelyn HILIOU	sageleontregor@paysdemorlaix.com
Eau et rivières de Bretagne	Mme Dominique LE GOUX	dominique.legoux@eau-et-rivieres.org
SDAEP 22	M. Yann CAUET	yann.cauet@sdaep22.fr
Chambre d'agriculture (CRAB)	M. Charles DAVID	charles.david@bretagne.chambagri.fr
CRAB	Mme Justine CHOQUER	justine.choquer@bretagne.chambagri.fr
Lannion-Trégor-Communauté (LTC)	Mme Gwenaëlle BRIANT	gwenaëlle.briant@lannion-tregor.com
LTC - Bassin versant Vallée du Léguer	M. Samuel JOUON	samuel.jouon@lannion-tregor.com
LTC – SAGE Baie de Lannion	Mme Annie Bras-Denis, Présidente CLE du SAGE	-
LTC- SAGE Baie de Lannion	Mme Lucie CHAUVIN	Lucie.chauvin@lannion-tregor.com
EGIS	M. Olivier BRICARD	Olivier.BRICARD@egis.fr
EGIS	M. Jean-Victor DELAMASURE	Jean-Victor.DELEMASURE@egis.fr
EGIS	Mme Rabab YASSINE	Rabab.YASSINE@egis.fr

Absents / excusés :

Structure	Prénom et nom	Adresse mail
DREAL Bretagne	Mme Pascale FERRY M. Michele VALLET M. Olivier NAULEAU	pascale.ferry@developpement-du-rable.gouv.fr
DDTM 29	M. Guillaume HOFFLER	guillaume.hoeffler@finistere.gouv.fr

Département des Côtes d'Armor	Mme Françoise LIDOU	LIDOUFrancoise@cq22.fr
Département du Finistère	Mme Nathalie BARRAIS	nathalie.barraais@finistere.fr
CRESEB	M. Romain PANSARD Mme Josette LAUNAY	romain.pansard@bretagne.bzh josette.launay@agrocampus-ouest.fr
Bassins versants de la Lieue de Grève	Mme Solène LEDU	solenne.ledu@lannion-tregor.com
Guingamp Paimpol Agglomération	-	e.therin@guingamp-paimpol.bzh c.cabon@guingamp-paimpol.bzh p.thuot@guingamp-paimpol.bzh (pour contact service eau et assainissement) ac.beneventgenevee@guingamp-paimpol.bzh
Morlaix Communauté	Mme Karine BLOCH M. Frédéric COULOMBEL Mme Anne-Claire AULAGNIER	karine.bloch@agglo.morlaix.fr frederic.coulombel@agglo.morlaix.fr anne-claire.aulagnier@agglo.morlaix.fr
AAPPMA	-	aappma.lannion@wanadoo.fr
Syndicat mixte Goas-Koll/Traou Long	-	contact@siaep-traoulong.bzh

Compte rendu présenté selon le déroulé de la présentation d'EGIS.

ECHANGES

PLANNING

Modification du calendrier : **COPIL 9 septembre 2021** pour lancer les entretiens avec les **acteurs locaux**.

Mme Anne BRAS-DENIS (LTC) précise qu'il faudra faire très attention aux délais par rapport au démarrage des enquêtes étant donné que nous ne sommes pas à l'abri d'une quatrième vague sanitaire. Il est donc nécessaire de garder une bonne dynamique, à l'image de la bonne compréhension des différents enjeux du territoire par EGIS qui a été très appréciée.

M. Olivier BRICARD (EGIS) ajoute qu'il est primordial de prévoir un point avec les acteurs de la mesure de hauteur d'eau et de débit, absents à ce COTECH, afin d'avoir leurs avis concernant la méthodologie de traitement des chroniques de mesure et la méthodologie retenue pour la régionalisation sur des bassins versants non jaugés.

CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE

Mme Lucie CHAUVIN (LTC) indique qu'il est nécessaire de préciser la fréquentation touristique en période juillet/août (donnée différente du nombre de lits touristiques, probablement disponible dans les rapports annuels des offices du tourisme) et réfléchir à comment évaluer le nombre de personnes qui logent dans les maisons de famille (visites pendant les vacances) ?

Des précautions sont à prendre également face aux perturbations liées à la pandémie mondiale du COVID qui peut fausser les données concernant la population permanente. En effet, la crise sanitaire a eu pour effet une augmentation des achats de biens sur le territoire du SAGE Baie de Lannion. Comment peut-on estimer l'influence de cette nouvelle tendance ? Une piste serait de récupérer des informations en lien avec l'évolution du nombre d'enfants scolarisés.

CONTEXTE CLIMATIQUE

M. Olivier Bricard (EGIS) indique que les données climatologiques (précipitations, température, évapotranspiration), peuvent être disponibles aux stations ou sur le carroyage (carrés de 25 km de côté).

M. Yann CAUET (SDAEP) souligne qu'il est peu judicieux d'analyser les données sur l'amont du Guic en raison de la présence du barrage du Guerlesquin.

Mme BRAS-DENIS (LTC) précise que le climat peut être chamboulé du côté de Maël-Pestivien / Louargat en raison de l'effet orographique induit par le Menez Bré, ce qui peut créer des précipitations locales. Sur la cote, les brumes de mer peuvent potentiellement modifier les conditions d'ETP ? Il peut donc être intéressant de considérer également une station du littoral.

M. Olivier BRICARD (EGIS) indique que l'essentiel de la ressource provient de l'amont donc il est nécessaire de bien caractériser cette partie du bassin. Il précise également que la brume de mer ne devrait pas être très impactante en termes de ressources en eau.

Mme KEROMNES (RB) conseille à EGIS de se documenter sur l'étude Democlim qui concerne une approche méthodologique pour aborder un diagnostic territorial de la ressource en eau. Cette étude a été menée par **M. Louis AMIOT (Université de Rennes)** et l'objectif était d'avoir plus d'informations sur la fiabilité des données hydroclimatologiques disponibles sur le territoire Breton. Elle indique que le choix des stations météo a été clé sur ce projet. **Mme KEROMNES (RB)** informe l'ensemble des membres du COTECH des webinaires de formation sur les HMUC dont les vidéos seront bientôt disponibles en rediffusion. Dans l'étude DEMOCLIM, une analyse des différentes stations météo a été réalisée et un support cartographique est disponible. Il ressort de cette analyse que parmi les deux stations référentes sur la baie de Lannion (Lannion et Ploumanac'h) c'est la station de Ploumanac'h qui semblerait fournir des données de meilleure qualité. Elle précise qu'il est également possible de récupérer des données provenant d'autres stations en dehors du territoire du SAGE, si les stations ne sont pas trop éloignées et que le comportement est similaire. La station Plusquellec (territoire de l'Aulne) pourrait, par exemple, être considérée pour représenter l'amont du territoire. Enfin, **Mme KEROMNES (RB)** indique qu'un guide a également été élaboré par **M. Louis AMIOT** à destination des SAGE, contenant des fiches action sur les indicateurs de sélection de la série de données. Ce dernier devrait bientôt être diffusé sur le site du CRESEB. **La question qui se pose aujourd'hui est la suivante : quelle durée de chronique considérer dans l'idéal ? 60 ans ? 30 ans ?**

Au vu des tarifs des données Météo France et l'enveloppe allouée à l'achat des données par EGIS, **Mme BRAS-DENIS (LTC)** évoque un éventuel avenant pour compléter au maximum les chroniques de données à récupérer. L'objectif est d'avoir une quantité de données suffisante pour mener à bien l'étude.

Mme ANQUETIL (OFB) demande s'il est prévu de calculer des coefficients de tarissement sur tout le territoire ? **Mme CHAUVIN (LTC)** confirme qu'il s'agit bien de considérer tout le territoire. Dans ce cas-là, **Mme ANQUETIL (OFB)** précise que pour les traitements à effectuer dans le cadre de la tranche optionnelle, il est nécessaire d'avoir des chroniques de données pluviométriques de qualité et suffisamment longues pour estimer les coefficients de tarissements afin de pouvoir capturer les ruptures du comportement du bassin versant dans le temps.

M. BRICARD (EGIS) indique que la priorité pour cette partie contexte climatologique est de récupérer le guide effectué par la Région Bretagne ainsi que les données climatologiques (P, T, ETP). Il est aussi nécessaire de faire coïncider les données disponibles (climatologiques : P, T, ETP et hydrométriques : Q, H) sur les mêmes périodes pour faire un choix.

Mme ANQUETIL (OFB) se demande s'il est nécessaire d'aller calculer le coefficient de tarissement sur tout le territoire si nous n'avons pas assez de données ?

M. Yann CAUET (SDAEP) demande quel est l'intérêt de récupérer des données en aval de Guerlesquin et donc du barrage ? Ces données sont très fortement influencées par les lâchers du barrage. Il rejoint également l'idée de travailler sur des chroniques de données de 30 années minimum. **M. Olivier**

BRICARD (EGIS) ajoute que particulièrement avant 2018, l'hydrologie est fortement influencée par les lâchers de l'abattoir.

Enfin, **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** propose de partir, a priori, sur deux stations avec des chroniques longues (30 ans minimum de données). **M. Bruno LEBRETON (DDTM 22)** informe les membres du COTECH que le comité de gestion de la ressource en eau (CGRE) se rassemble le 2 juillet pour échanger sur le projet d'arrêté cadre de gestion de la ressource en eau pour les Côtes d'Armor. Ce dernier remplacera à terme, l'actuel arrêté cadre sécheresse.

CONTEXTE ECONOMIQUE

Mme Lucie CHAUVIN (LTC) demande de bien préciser les mesures à acquérir en plus pour effectuer des estimations sur les bassins versants non jaugés. **Mme BRAS-DENIS (LTC)** ajoute qu'il existe effectivement un enjeu fort sur des BV non jaugés non instrumentés qui alimentent Lannion en eau potable notamment.

Suite à la présentation des profils en long et des pentes des différents cours d'eau du territoire du SAGE, **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** précise que ces données représentent un préalable à l'étude des bassins non jaugés. **Mme Rabab YASSINE (EGIS)** confirme cette affirmation et ajoute qu'en vue d'une régionalisation des données, il est nécessaire de bien cerner les caractéristiques BV qu'ils soient « donneurs » ou « receveurs ».

La présentation des cartes d'évolution des sols a permis de revenir sur le commentaire de **Mme BRAS-DENIS (LTC)** concernant l'évolution de l'immobilier sur le territoire suite à la pandémie mondiale. Elle indique que cela n'a pas dû avoir un impact sur l'occupation du sol en terme surfacique depuis 2018 mais seulement sur le marché de l'immobilier existant. **Mme BRAS DENIS (LTC)** ajoute que l'évolution attendue de la surface agricole sur le territoire risque d'aller à la baisse au vu du départ massif à la retraite des agriculteurs dans les prochaines années, sans relèvement.

Des précisions doivent être apportées sur les activités agricoles d'après **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)**. Par exemple, le maïs ensilage, principale culture du territoire est classée sous le nom maïs grain. Le RPG ne fait donc pas la différence entre ces deux catégories. Il est également nécessaire de croiser ces données avec le besoin en eau des différentes cultures, la localisation des sièges d'exploitation et des forages. Elle propose d'essayer de récupérer les données du MOS (Mode d'Occupation des Sols) réputées plus précises.

M. Olivier BRICARD (EGIS) et **Mme Rabab YASSINE (EGIS)** rebondissent en indiquant que bien que le MOS soit plus précis, il reste ponctuel. Les données type CLC restent plus intéressantes pour évaluer les évolutions sur plusieurs périodes et à l'échelle de tout le territoire. Par ailleurs, **Mme Rabab YASSINE (EGIS)** ajoute que de nouvelles données du RPG ont été récupérées (2010 – 2019) ce qui va permettre d'évaluer plus précisément l'évolution de la typologie des sols.

M. Bruno LEBRETON (DDTM22) indique que les données du RPG recensent des déclarations à la parcelle depuis 2015 et qu'il s'agit d'un déclaratif contrôlé. **M. Charles DAVID (CRAB)** confirme ces propos en indiquant que le RPG représente une source de données fiable et précise.

Concernant les Stations d'Épuration (STEP) et autres usages, **Mme BRAS-DENIS (LTC)** indique que le LTC devra donner des éléments précis concernant le fonctionnement des STEP sur le territoire, étant responsable de la compétence assainissement. Toutefois, il est à noter que certaines stations posent des problèmes notamment pour la mise aux normes. Sur Plounevez-Moedec, des travaux sont en cours pour raccorder à la STEP un projet d'abattoir. Par ailleurs, certains ruisseaux récepteurs des rejets des STEP sont jugés faibles et on du mal à accueillir des flux de cette envergure. Enfin, il n'est pas exclu que le site industriel du GUIC puisse retrouver une activité sous peu ce qui peut avoir un impact non négligeable

sur le comportement du cours d'eau à Guerlesquin. Il a également été proposé de bien se renseigner auprès des EPCI compétentes en matière d'assainissement collectif sur l'état des stations d'épuration et des projets de réhabilitation à venir. Les producteurs d'eau sont également concernés, les services de l'état peuvent être consultés à ce sujet (DDTM).

M. BRICARD (EGIS) indique que tout l'intérêt des entretiens à venir est justement d'analyser les évolutions et les projections attendues des rejets.

Enfin, il est clair que des précisions restent à apporter sur les activités industrielles, à savoir : la localisation des industries et les besoins en eau. Ces données pourraient être récupérées auprès de l'AELB. Il est également nécessaire d'identifier des activités directement dépendantes de la qualité des eaux (conchyliculture, bases nautiques, etc.).

Concernant l'occupation des sols, **M. Samuel JOUON (LTC)** propose de regarder également l'évolution du bocage.

HYDROLOGIE

Suite à la présentation des modules spécifiques, **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** précise que la différence entre le module amont et aval à Guerlesquin et due à la retenue et à sa gestion.

M. Samuel JOUON (LTC) demande comment est caractérisé un étiage et **M. BRICARD (EGIS)** précise qu'il s'agit du QMNA¹.

Mme Emilie KOLODZIEJCZYK (SAGE ATG) évoque la nécessité de bien préciser systématiquement sur les graphiques le seuil considéré pour l'étiage car il existe plusieurs indicateurs. Elle ajoute que des liens entre le contexte géologique et l'hétérogénéité des étiages seraient intéressants à établir. **M. BRICARD (EGIS)** répond que c'est prévu au regard de l'analyse hydrogéologique notamment.

METHODOLOGIE POUR L'ESTIMATION DE DEBITS SUR DES BASSINS VERSANTS NON JAUGES

Suite à la présentation de la méthode SIMFEN², **M. Samuel JOUON (LTC)** indique qu'un travail similaire de régionalisation (méthode empirique) a été effectué par SAFEGE il y a quelques années sur le Min Ran et qu'il serait intéressant de comparer ces données avec les résultats des simulations SIMFEN. Par ailleurs, quelques mesures de courantométrie ont été effectuées pour le calage de la formule dans le cadre de cette étude. Ces données pourront être communiquées à EGIS et serviront pour les mêmes vérifications.

Mme Enora KEROMNES (RB) indique que l'outil SIMFEN est également utilisé par la région Bretagne. Les supports et les restitutions vidéo (webinaire) sont d'ailleurs disponibles (M. Christophe CUNELLE). Les résultats sur le territoire Ile et Vilaine montrent des écarts assez importants entre stations jaugées et simulations pour les étiages (BV du Couesnon). Un travail complémentaire est en cours pour analyser la fiabilité de ce modèle pour les étiages. Les vidéos des webinaires seront disponibles dès la première quinzaine de juillet.

Mme Hélène ANQUETIL (OFB) indique qu'il est possible de choisir les stations hydrométriques à retenir pour la transposition sur le modèle SIMFEN. Elle ajoute que les chroniques IRSTEA ont également un intérêt.

Suivant la présentation des trois méthodes suggérées par EGIS (méthode SIMFEN, méthode IRSTEA et méthode empirique), **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** se demande s'il ne serait pas judicieux de faire une combinaison des différentes méthodes. En réponse à cette proposition, **M. Olivier BRICARD (EGIS)** et

¹ QMNA : le débit (Q) mensuel (M) minimal (N) de chaque année civile (A).

Il se calcule, par définition, à partir d'un mois calendaire.

² Service Interopérable de Modélisation des Flux d'Eau et de Nutriments

Mme Rabab YASSINE (EGIS) indiquent qu'il est possible de proposer une combinaison entre la méthode SIMFEN et la méthode IRSTEa qui seront vérifiées avec les données ponctuelles disponibles pour évaluer la fiabilité des calculs.

Mme Lucie CHAUVIN (LTC) propose de définir les unités d'eau dès ce premier COTECH. **Les unités d'eau suivantes ont donc été définies et ont été approuvées par Mme BRAS-DENIS (LTC) : BV du Yar (prise d'eau AEP à l'aval), BV du Roscoat, BV du Kerdu, sBV du Min Ran (présence d'une prise d'eau AEP en aval, vers Kergomar), BV du Léguer découpé en deux (2 prises d'eau AEP à l'aval de la station de jaugeage Léguer à Pluzunet et une prise d'eau AEP au niveau de Trégrom, à l'amont de la station de jaugeage), sBV du Guic et les petits bassins versants côtiers. Pour chacune de ces unités, il faudra préciser les caractéristiques, les enjeux et les méthodes de calcul qui seront utilisées pour estimer les débits statistiques.**

Mme BRAS-DENIS (LTC) se demande s'il faudrait choisir une méthode globale pour l'ensemble des cours d'eau ou s'il faut adapter les méthodologies cours d'eau par cours d'eau ? **Mme Rabab YASSINE (EGIS)** répond à cette question en indiquant qu'il n'existe visiblement des jaugeages que sur le Min Ran. L'adaptation des méthodes ne pourra donc être effectuée qu'à partir de ce cours d'eau. La direction est donc plutôt vers une méthode homogène pour l'ensemble des BV non jaugeés. **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** indique qu'il existe tout de même des résultats de calculs empiriques sur d'autres BV non jaugeés et qu'une comparaison pourrait être faite bien qu'il ne s'agisse pas de mesures. **M. Samuel JOUON (LTC)** ajoute qu'il est nécessaire d'effectuer des estimations de débit également sur le Guic intermédiaire et aval dont le comportement est très peu connu. En effet, les deux stations hydrométriques sont situées en tête de bassin ce qui n'est pas représentatif de l'ensemble du comportement du bassin versant. **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** informe les membres du COTECH qu'il existe d'ailleurs une nouvelle station de mesure sur le Guic aval (Belle-Isle-en-Terre) en fonctionnement depuis 1 an.

Il est difficile de trancher à ce stade de l'étude sur une méthodologie à adopter. Les données de jaugeage existantes pourront aider à affiner la réflexion quant au choix méthodologique.

Mme ANQUETIL (OFB) s'interroge sur l'objectif de la reconstitution des débits ? **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** répond à cette question en indiquant que pour la tranche ferme, il s'agit de caractériser de la manière la plus poussée possible les différentes unités sur le territoire avec une analyse des impacts des différents usages. **Mme ANQUETIL (OFB) et M. DELAMASURE (EGIS)** indiquent qu'il est impératif de bien caractériser les différents usages pour identifier le caractère influencé ou non des cours d'eau et donc apprécier la pertinence d'une méthode donnée.

La question qui se pose suite à cette réflexion concerne le type de données à récupérer et leur finesse : Pour les captages, doit-on considérer des flux journaliers ? Le prix qualité, service ? **M. Yann CAUET (SDAEP)** indique qu'il n'existe pas de donnée journalière de prélèvements. Le syndicat départemental possède les données RPQS et RAD. Le pas de temps des données est annuel. Il faudrait se rapprocher des producteurs pour des données plus précises. Une autre difficulté concerne les transferts d'eau inter-bassins. Perros-Guirec est par exemple concerné par des apports en amont du bassin versant. **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** va se rapprocher des producteurs d'eau pour avoir plus d'informations quant aux données disponibles et à leur nature.

Mme BRAS-DENIS (LTC) indique qu'il y a peu d'activités industrielles sur le territoire. **M. JOUON (LTC)** ajoute qu'il a récemment récupéré des données mensuelles sur les prélèvements d'eau en lien avec le tourisme.

Mme ANQUETIL (OFB) indique qu'il n'est pas nécessaire d'avoir des données au pas de temps journalier, il suffit d'avoir le degré de prélèvement.

Enfin, **M. BRICARD (EGIS)** demande si les cours d'eau côtiers sont laissés de côté pour le reste de l'étude ? **Mme BRAS-DENIS (LTC)** répond à cette question en indiquant que peu de prélèvements sont effectués sur ces cours d'eau mais qu'il y a un sujet sur les rejets. **Mme Lucie CHAUVIN (LTC)** ajoute qu'ils ne sont pas à exclure complètement mais qu'ils ne seront pas traités en priorité. **Mme Hélène ANQUETIL (OFB)** se demande s'il n'y a pas de maraîchage ou de culture sous serre aux abords de ces cours d'eau ? **Mme la BRAS-DENIS** indique que la partie maraîchère n'est pas sur ce territoire mais sur le territoire voisin. Par ailleurs, **M. BRICARD** rappelle que sur ces cours d'eau il y a un manque de données.

ECHANGES DE DONNEES / INFORMATIONS

- Article DEMOCLIM (site du CRESEB) : <https://www.creseb.fr/projet-democlim/>
- DDTM22 : contact pour récupérer les données AEP
- Données de jaugeages relevées sur le territoire :
 - o Bassin du Léguer : données dans le cadre de l'élaboration de l'arrêté PCC (2002 – 2005)
 - o Bassins versants de la Lieue de Grève (Quinquis, Yar, Roscoat, Kerdu, Traou Bigot) : données collectées dans le cadre du plan de lutte contre les algues vertes (2010 – 2019)
 - o Bassin versant du Guic : mesures de hauteurs d'eau en attendant le tarage aval réalisé par Fishpass
- Rendez-vous à prendre avec la DREAL pour vérifier la fiabilité des données issues des stations de jaugeage qui leur appartiennent
- Webinaire HMUC de la région (le 02/07/2021) sur les usages.

SUITES

Préparation du **COPIL du 09/09/2021** durant lequel seront présentés :

- Les guides pour les entretiens avec les acteurs
- L'analyse par unités d'eau

Le mois de Juillet permettra à EGIS d'affiner les méthodes, en discussion avec Mme Lucie CHAUVIN et préparer les questionnaires pour les entretiens.

Données	Qui ?	Echéance
Carte des prélèvements / restitution, localisation station limni simplifiée	EGIS	09 juillet 2021
Données de jaugeage pour affiner la méthode	SAGE Lannion et ses partenaires	16 juillet 2021
Réunion d'échange technique pour définir la méthode	EGIS, DREAL, SAGE, etc.	13 juillet 2021
REX sur les données prélèvements BNPE/territoire	SAGE Baie de Lannion	23 août 2021
Trame entretien acteur : définir une liste de questions/thématiques par acteur	EGIS	30 juillet
Données par masse d'eau (cartographie et tableaux)	EGIS	30 juillet

REFERENCES

Méthode SIMFEN :

Aouissi J., Pouget J.C., Boudhraâ H., Storer G., Cudennec C, 2013. Joint spatial, topological and scaling analysis of river network geomorphometry. *Géomorphologie–Relief Processus Environnement*, 1, 7-16, <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.10082>.

Béra R., Squidant H., Le Henaff G., Pichelin P., Ruiz L., Launay J., Vanhouteghem J., Aurousseau P., Cudennec C., 2015. GéoSAS : A modular and interoperable open source spatial data infrastructure for research. In 'Remote sensing and GIS for hydrology and water resources', Chen et al. (Ed.), PIAHS, 368, 9-14, <https://doi.org/10.5194/piahs-368-9-2015>.

Boudhraâ H., Cudennec C., Slimani M., Andrieu H., 2009. Hydrograph transposition between basins through a geomorphology-based deconvolution-reconvolution approach. In 'New Approaches to Hydrological Prediction in Data Sparse Regions', Yilmaz K. et coll. (Ed.), IAHS Publ., 333, 76-83, https://iahs.info/uploads/dms/14818.14-76-83-333-30-4175_Boudhraaetal-corr.pdf.

Boudhraâ H., Cudennec C., Andrieu H., Slimani M., 2018. Net rainfall estimation by the inversion of a geomorphology-based transfer function and discharge deconvolution. Hydrological Sciences Journal, 63, 2, 285-301, <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2018.1425801>.

Cudennec C., Fouad Y., Sumarjo Gatot I., Duchesne J., 2004. A geomorphological explanation of the unit hydrograph concept. Hydrological Processes, 18, 4, 603-621, <https://doi.org/10.1002/hyp.1368>.

Cudennec C., Slimani M., Le Goulven P., 2005. Accounting for sparsely observed rainfall space-time variability in a rainfall-runoff model of a semiarid Tunisian basin. Hydrological Sciences Journal, 50, 4, 617-630, <https://doi.org/10.1623/hysj.2005.50.4.617>.

Cudennec C., 2007. On width function-based unit hydrographs deduced from separately random self-similar river networks and rainfall variability. Hydrological Sciences Journal, 52, 1, 230-237, <https://doi.org/10.1623/hysj.52.1.230>.

Hrachowitz M., Savenije H.H.G., Blöschl G., McDonnell J.J., Sivapalan M., Pomeroy J.W., Arheimer B., Blume T., Clark M.P., Ehret U., Fenicia F., Freer J.E., Gelfan A., Gupta H.V., Hughes D.A., Hut R.W., Montanari A., Pande S., Tetzlaff D., Troch P.A., Uhlenbrook S., Wagener T., Winsemius H.C., Woods R.A., Zehe, E., Cudennec C., 2013. A decade of Predictions in Ungauged Basins (PUB) – a review. Hydrological Sciences Journal, 58, 6, 1198-1255, <https://doi.org/10.1080/02626667.2013.803183>.

Dallery D., Squidant H., de Lavenne A., Launay J., Cudennec C., 2020. An end-user-friendly hydrological Web Service for hydrograph prediction in ungauged basins. Hydrological Sciences Journal <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1797045>

de Lavenne A., 2013. Modélisation hydrologique à base géomorphologique de bassins versants non jaugés par régionalisation et transposition d'hydrogramme. PhD thesis,. URL. Sciences de l'environnement. Rennes, Agrocampus-Ouest <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02810356>.

de Lavenne A., Boudhraâ H., Cudennec C., 2015. Streamflow prediction in ungauged basins through geomorphology-based hydrograph transposition. Hydrology Research, 46,2, 291-302, <https://doi.org/10.2166/nh.2013.099>.

de Lavenne A., Skøien J.O., Cudennec C., Curie F., Moatar F., 2016. Transferring measured discharge time-series: large-scale comparison of Top-kriging to geomorphology-based inverse modeling. Water Resources Research, 52, 7, 5555-5576, <http://dx.doi.org/10.1002/2016WR018716>.

de Lavenne A., Cudennec C. Assessment of freshwater discharge into a coastal bay through multi-basin ensemble hydrological modelling. Science of the Total Environment, 669, 812-820, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.387>.

Ecrepont S., Cudennec C., Anctil F., Jaffrèzic A., 2019. PUB in Québec: A robust geomorphology-based deconvolution-reconvolution framework for the spatial transposition of hydrographs. Journal of Hydrology, 570, 378-392, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.12.052>.

Rodriguez F., Cudennec C., Andrieu H., 2005. Application of morphological approaches to determine unit hydrographs of urban catchments. *Hydrological Processes*, 19, 5, 1021-1035, <https://doi.org/10.1002/hyp.5643>.

Squidant H., Béra R., Aurousseau P., Cudennec C., 2015. Online watershed boundary delineation: sharing models through spatial data infrastructures. In 'Remote sensing and GIS for hydrology and water resources', Chen et al. (Ed.), *PIAHS*, 268, 144-149, <https://doi.org/10.5194/piahs-368-144-2015>.

Méthode IRSTEA :

Bourgin, F. (2014) Comment quantifier l'incertitude prédictive en modélisation hydrologique ? Travail exploratoire sur un grand échantillon de bassins versants. AgroparisTech (Paris), Cemagref (Antony). Soutenance prévue en avril 2014.

Brigode, P., Vasken, A., Bourgin, F. & Lobligois, F. (2014). Reconstitution ponctuelle de chroniques hydrologiques incomplètes ou manquantes par modèle pluie-débit. Irstea. 25 pages.

Lobligois, F. (2014) Mieux connaître la distribution spatiale des précipitations améliore-t-il la modélisation des crues ? Diagnostic sur. AgroparisTech (Paris), Irstea (Antony)

Mathevet, T., Michel, C., Andréassian, V. & Perrin, C. (2006) A bounded version of the Nash-Sutcliffe criterion for better model assessment on large sets of basins. *IAHS-AISH publication* 211– 219. Nash, J. E. & Sutcliffe, J. V. (1970) River flow forecasting through conceptual models part I – A discussion of principles. *Journal of Hydrology* 10(3), 282–290. doi:10.1016/0022-1694(70)90255-6

Oudin, L., Andréassian, V., Perrin, C., Michel, C. & Moine, N. Le. (2008) Spatial proximity, physical similarity, regression and ungaged catchments: A comparison of regionalization approaches based on 913 French catchments. *Water Resources Research* 44(3). doi:10.1029/2007WR006240

Perrin, C., Michel, C. & Andréassian, V. (2003) Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology* 279(1-4), 275–289. doi:10.1016/S0022-1694(03)00225-7

Valéry, A. (2010) Modélisation précipitations-débit sous influence nivale. Élaboration d'un module neige et évaluation sur 380 bassins versants. AgroparisTech (Paris), Cemagref (Antony).