



Mise en œuvre d'une plateforme cartographique participative pour le suivi des basses eaux dans les Cévennes (France)

Pierre-Alain Ayral, Billy Pottier, Sophie Sauvagnargues, Philippe Martin, Nathalie Brachet, Patricia Cicille, Jean-François Didon-Lescot, Jean-Marc Domergue, Annick Douguédroit, Nadine Grard, et al.

► To cite this version:

Pierre-Alain Ayral, Billy Pottier, Sophie Sauvagnargues, Philippe Martin, Nathalie Brachet, et al.. Mise en œuvre d'une plateforme cartographique participative pour le suivi des basses eaux dans les Cévennes (France). *Geo-Eco-Trop*, 2019, 43 (4), pp.489-502. hal-02489587

HAL Id: hal-02489587

<https://imt-mines-ales.hal.science/hal-02489587>

Submitted on 23 Mar 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mise en œuvre d'une plateforme cartographique participative pour le suivi des basses eaux dans les Cévennes (France)

A participatory Webmapping platform for the low flow monitoring in *Cévennes* area (France)

AYRAL P-A¹, POTTIER B.¹, SAUVAGNARGUES S.¹, MARTIN P.², BRACHET N.², CICILLE P.³, DIDON-LESCOT J-F.⁴, DOMERGUE J-M.⁴, DOUGUEDROIT A.⁵, GRARD N.⁴, LOPEZ C.¹, MVOULA S.¹ & SPINELLI R.¹

Abstract: Mobilizing citizens for supporting research is a very widespread action in the field of natural sciences and particularly for obtaining data on the location and counting of plant and/or animal species. This practice is much less common for water resource observation.

As part of this study, an online Webmapping platform was developed to collect data (photos, videos, comments, height values...) from citizens on low flow during the summer period in the Cévennes basin of the Gardon (Département du Gard, France). Volunteers were identified according to 3 profiles to supply the platform; (1) the "reader" profile (limnimetric scale reading), (2) the "expert" profile (with whom a precise protocol has been defined) and (3) a more generic profile ("observer") which during his visit to the studied area will bring up a wide range of observations.

This approach and the associated platform were tested during the summer of 2018. Technically, the system works and the approach has proven its relevance. The first results are therefore promising even if it will be necessary to be sustainable in order to continue this approach effectively.

Keywords: low flow, citizen sciences, GIS, Web mapping, participatory mapping, *Cévennes* area

Résumé : Mobiliser les citoyens dans une démarche d'appui à la recherche est une action très répandue dans le domaine des sciences de la nature, tout particulièrement pour l'obtention de données sur la localisation et le comptage d'espèces végétales et/ou animales. Cette pratique est beaucoup moins répandue pour l'observation de la ressource en eau.

Dans le cadre de cette étude, une plateforme cartographique en ligne a été développée pour recueillir les données acquises (photos, vidéos, commentaires, valeurs de hauteurs d'eau...), sur les basses eaux, par des citoyens, durant la période estivale dans bassin cévenol des Gardons (département du Gard, France). Des volontaires ont été identifiés selon trois profils pour alimenter la plateforme; (1) le profil « lecteur » (lecture d'échelle limnimétrique); (2) le profil « expert » (avec qui un protocole précis a été défini) et (3) un profil plus générique (« observateur ») qui lors de sa visite sur la zone étudiée fera remonter des observations.

Cette démarche et la plateforme associée ont été testées durant l'été 2018. Techniquement, le site fonctionne, mais l'approche doit montrer sa pertinence. Les premiers résultats sont prometteurs, même s'il sera nécessaire de les inscrire dans la durée pour poursuivre efficacement cette démarche.

Mots-Clés : basses eaux, étiage, démarche participative, cartographie participative, SIG, Cévennes

INTRODUCTION

Les Cévennes (moyennes montagnes au sud-est du Massif central, France), comme l'ensemble des territoires méditerranéens, sont soumises aux extrêmes hydrologiques et subissent des crues rapides ou « éclairs »

¹ IMT Mines Alès, Université de Montpellier 6 Av. de Clavières, 30319 Alès, France

Email : pierre-alain.ayral@mines-ales.fr, christian.lopez@mines-ales.fr, mvoula_stany@yahoo.fr, billy.pottier@mines-ales.fr, sophie.sauvagnargues@mines-ales.fr, rosario.spinelli@mines-ales.fr

² Université d'Avignon, UMR ESPACE, 74 rue L. Pasteur, 84029 Avignon, France

Email : nathalie.brachet@univ-avignon.fr, philippe.martin@univ-avignon.fr

³ CNRS, UMR ESPACE, 1 rue Parmentier, 13200 Arles, France

Email : Patricia.cicille@univ-amu.fr

⁴ Université de Nice, UMR ESPACE, Station INRA, 390 chemin des Boissières 30380 Saint-Christol-les-Alès, France

Email : Jean-Francois.Didon-Lescot@unice.fr, Jean-Marc.Domergue@unice.fr, nadine.grard@unice.fr

⁵ Aix Marseille université, UMR ESPACE, 29 av. R. Schuman, 13621 Aix-en-Provence, France

Email : annick.douguedroit@univ-amu.fr

(essentiellement durant l'automne), et des sécheresses, plus ou moins prononcées, durant la période estivale. Si la communauté scientifique s'est largement saisie de la question des crues, les sécheresses ont été jusqu'à présent moins étudiées. Le programme de recherche HydroPop : vers une hydrologie populaire et participative a pour objet de s'intéresser à ce problème (MARTIN *et al.*, 2017 a et b)).

La sécheresse estivale du climat méditerranéen et la période de basses eaux des cours d'eau se conjuguent avec l'augmentation de l'utilisation de la ressource en eau, en raison d'activités agricoles et/ou touristiques. Cette situation perdure jusqu'à l'étiage (littéralement le jour durant lequel est enregistré le plus bas débit d'un cycle hydrologique), et jusqu'aux premières précipitations qui vont recharger les sols et les aquifères.

Lorsque la sécheresse est forte, des conséquences comme l'apparition d'algues dans les cours d'eau vont se manifester. L'attrait des cours d'eau diminue d'autant et cela impacte l'activité touristique. D'autres conséquences s'en suivent comme l'assèchement de sections non habituelles de cours d'eau, des restrictions d'usage diminuant les activités des particuliers, et éventuellement une limitation de l'irrigation pour les agriculteurs, voire des problèmes d'alimentation en eau potable... Ces situations de sécheresses sont donc en capacité de générer des conflits d'usages entre les différents acteurs du territoire (agriculteurs, populations saisonnières...) voire des situations de crise qui sont actuellement peu anticipées.

Ce programme de recherche s'intéresse donc aux basses eaux au travers de trois actions principales :

- Le suivi et la connaissance du phénomène grâce notamment à l'installation d'un réseau de dix stations hydrométriques et à la diffusion hebdomadaire de débits journaliers aux décideurs et plus généralement à la population ;
- L'analyse des perceptions des basses eaux par la population et les acteurs locaux de la gestion de l'eau au travers d'une enquête dédiée ; le lien entre ces deux volets étant assuré par la troisième action ;
- La mise en œuvre d'une démarche participative de la population sur les basses eaux. C'est cette dernière action qui est décrite dans cet article.

L'objectif de cette démarche participative est double. Il s'agit de solliciter la population pour la sensibiliser à la question de la sécheresse, afin qu'elle puisse être actrice de sa gestion en suivant la progression du phénomène et en adoptant d'elle-même des comportements vertueux pour la préserver (limiter l'arrosage, limiter la consommation en eau pour des activités telles que le lavage des véhicules, le remplissage des piscines...).

Le second objectif consiste à tester différentes configurations de démarches participatives, de montrer ce qui fonctionne, ce qui fonctionne moins bien et d'entrevoir comment l'implication du citoyen dans une démarche de recherche peut améliorer la connaissance du phénomène étudié.

Dans un premier temps, cet article propose un court état de l'art sur certains aspects relatifs aux sciences et aux cartographies participatives. Il présente ensuite la méthodologie déployée, avant d'évoquer et de discuter les résultats obtenus lors de l'été 2018.

SCIENCES ET CARTOGRAPHIES PARTICIPATIVES

Les projets de sciences participatives ont fortement augmenté depuis les quinze dernières années et l'on assiste à un changement rapide dans la façon dont les citoyens peuvent contribuer à la recherche scientifique. De 2007 à 2014, ce sont plus d'un million de personnes à travers le monde qui ont, par exemple, participé à la classification des images des galaxies, à l'écoute des cris des chauves-souris, à la transcription des journaux de la Première Guerre mondiale et à l'identification des animaux en Tanzanie dans le cadre de projets Zooniverse⁶. Ce succès montre l'engouement actuel des citoyens et des chercheurs pour la mise en œuvre de projets de sciences participatives, dans de très nombreux domaines.

HOULLIER et MERILHOU-GOUDARD (2016), sur demande des ministres en charge de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la recherche, ont élaboré un rapport de synthèse sur les sciences participatives en France. Ils proposent une définition large et représentative de la grande diversité des activités que recouvrent ces sciences participatives : « Formes de production de connaissances scientifiques auxquelles des acteurs non scientifiques professionnels, qu'ils s'agissent d'individus ou de groupes, participent de façon active et délibérée ».

⁶ *One Million Volunteers*, The Zooniverse Blog, <http://blog.zooniverse.org/2014/02/14/one-million-volunteers/>. Consulté en janvier 2019

Certains aspects des sciences participatives s'inscrivent dans une histoire ancienne avec comme point de départ, dès la période des grandes découvertes, une application aux sciences naturalistes. Au XIX^e siècle le Museum d'histoire naturelle de Paris a publié des recueils indiquant aux voyageurs naturalistes comment «recueillir, conserver et envoyer des objets d'histoire naturelle». Le XX^e siècle connaît une accentuation de cette tendance puisque la science citoyenne se généralise. Cette dernière est facilitée par des changements sociétaux et technologiques qui rendent la portée, l'échelle et les possibilités de la science citoyenne plus significative. Aujourd'hui les outils informatiques permettent la collecte et l'analyse de données nombreuses portant sur de vastes territoires, mais aussi le partage et la production de nouvelles connaissances (BOEUF *et al.*, 2012 ; SILVERTOWN, 2009).

Typologie des sciences participatives

Le terme « *citizen science* » a émergé simultanément dans les années 1990 aux États-Unis (pour désigner les bénévoles qui collectent des données pour soutenir la recherche ornithologique) et au Royaume-Uni (ce terme désigne alors l'intégration du citoyen dans les projets scientifiques). Si des initiatives de standardisation méthodologique ont émergé, des différences persistent en particulier sur la méthode et le degré d'implication des citoyens (HAKLAY, 2015). Les sciences participatives recouvrent ainsi une multitude de domaines d'activités avec des niveaux d'implication de la population qui peuvent être très différents. Le tableau n° 1 propose une typologie basée sur le niveau d'implication citoyenne.

Tableau 1. Typologie des sciences citoyennes.
(d'après HAKLAY, 2015 *in* : HOULLIER & MERILHOU-GOUDARD, 2016).

Niveau de participation	Terme associé	Rôle des citoyens
Niveau 1	<i>Crowdsourcing</i>	Les citoyens contribuent comme capteurs de données (<i>sensors</i>)
Niveau 2	Intelligence distribuée	Les citoyens contribuent à l'interprétation des données
Niveau 3	Science participative	Les citoyens contribuent à la définition du problème et à la collecte des données
Niveau 4	Collaboration complète	La recherche est collaborative dans les différentes phases (définition des problèmes, collecte des données, analyse)

La dynamique des sciences participatives est en augmentation constante. Cela résulte en partie de transformations sociopolitiques et techniques. Elles sont fondées sur l'altruisme, sur une idée du bien commun.

L'analyse des publications produites sur cette thématique entre 1980 et 2015 réalisée par HOULLIER & MERILHOU-GOUDARD (2016) montre que les universités nord-américaines, qui sont les principales institutions productrices d'articles en lien avec les sciences participatives, assument à elles seules plus de 60 % des publications.

En Europe aussi les sciences participatives sont bien représentées, notamment en Allemagne, en Italie, au Royaume-Uni, en France et aux Pays-Bas. La France représente 4 % de la production mondiale en sciences participatives sur la période 1980 - 2015. Les principales thématiques abordées sont l'agriculture et l'écologie (25 %), l'environnement (17 %), et les sciences sociales (11 %). Les acteurs et les rôles sont variés. Il peut s'agir de chercheurs, de salariés, d'associations, d'industriels, du secteur public, mais aussi de personnes engagées qui se sentent concernées par l'étude (élus, habitants qui ont un intérêt personnel...). Les motivations premières des acteurs sont la production de connaissances (30 %), des raisons professionnelles (20 %), la passion (13 %) et la curiosité (10 %) (HOULLIER & MERILHOU-GOUDARD, 2016).

La manière de conduire / penser la recherche scientifique évolue actuellement. Les approches changent en lien avec les nouvelles technologies et les innovations. On observe une volonté de transition entre une science "*for the people*" à une science "*with and by the people*" (HOULLIER & MERILHOU-GOUDARD, 2016). Il s'agit donc de dépasser le simple stade de la consultation pour aller vers des niveaux plus collaboratifs. Le programme HydroPop se positionne très clairement dans cette dynamique de transition, en abordant la thématique de la sécheresse avec la population.

Points positifs et difficultés inhérentes aux sciences participatives

Les travaux conduits dans le domaine des sciences participatives postulent deux catégories de bénéfices (CHEVALIER & BUCKLES, 2013 ; SAUERMAN & FRANZONI, 2015). La première est en termes de quantité de connaissances. Un très grand nombre de contributeurs aux profils variés peut être mobilisé. Cela se

traduit par un gain de temps. Cela permet en outre une mobilisation de compétences et de savoirs très divers. Les volontaires sont par ailleurs plus ou moins dispersés sur un territoire au moment de leurs observations. Ils se positionnent plutôt différemment de l'équipe de recherche. Cela peut conduire à optimiser les observations et le recueil de données en permettant de couvrir des zones très importantes, même si cela reste difficilement contrôlable. Il peut ainsi apparaître une variation spatiale et/ou temporelle des densités des observations. Certains lieux étant visités d'autres non ; certaines heures conduisant à des observations d'autres non. Les observations étant faites par des populations variables selon les lieux et les heures (lieux et heures de baignades...).

La deuxième catégorie de bénéfices est d'ordre social ou sociétal. Les sciences participatives peuvent contribuer à résoudre différents problèmes et ainsi renforcer l'effectivité des acteurs impliqués. Elles apportent également une amélioration des rapports entre la science et la société, ce qui aide les volontaires à s'approprier la démarche scientifique.

Ces bénéfices ne doivent pas masquer les risques qui doivent être anticipés lorsque l'on met en œuvre un projet de sciences participatives. Chaque projet porte des difficultés. HOULLIER & MERILHOU-GOUDARD (2016) dégagent une liste de problèmes récurrents :

- Difficultés de mobilisation des acteurs dans la durée ;
- Difficultés dans le recueil de données, surtout pour des projets qui s'étendent sur le temps long ;
- Difficultés dans les analyses et les interprétations des données compte tenu de leur hétérogénéité.

Ces difficultés peuvent être dépassées à condition que les bénévoles disposent des outils nécessaires et développent une gamme de compétences adaptées (HOULLIER & MERILHOU-GOUDARD, 2016). Certains réseaux comme celui des postes pluviométriques de Météo France ont largement fonctionné sur cette base depuis plus d'un demi-siècle. Les observateurs bénévoles étaient alors des gendarmes, des instituteurs, des hôteliers de montagne...

Cartographies participatives

Le mot de participation appliqué à la cartographie relève de deux usages différents. La carte peut d'une part être un support iconographique du débat public et de la participation des communautés locales. Mais elle peut aussi d'autre part être un moyen facilitant l'implication du public dans la construction de la carte elle-même. Ce second usage, porté par les cartographes et les géomaticiens, renvoie à l'idée que l'implication des communautés locales dans la construction d'une carte peut améliorer le produit final (HIRT & ROCHE, 2015). C'est donc sur ce second usage que la cartographie participative du programme HydroPop va être développée.

Ce qui distingue la cartographie participative de la cartographie traditionnelle c'est le processus par lequel les cartes sont créées, mais aussi les usages auxquels elles sont destinées. Les projets de cartographie participative sont fondés sur les objectifs, perceptions et connaissances des populations de leur territoire dans des domaines d'application variés : gestion du territoire, ressources, risques naturels, création d'infrastructures ou d'équipements, recherches et analyses territoriales, apaisement de conflits fonciers, évaluation du potentiel de développement local (MWANUNDU, 2009 ; PALSKEY, 2010).

Avec l'arrivée des technologies de l'information géographique, tels les GPS, les photographies aériennes, les images satellites, les systèmes d'information géographique (SIG)... la carte participative a changé de visage. Elle est devenue omniprésente, connectée et « grand public » (MERICKSKAY, 2015). Le nombre de cartes participatives est en augmentation forte sur Internet, en lien avec l'arrivée du web 2.0 et le développement d'interfaces de programmation cartographique simples et intuitives.

La cartographie web est la dernière-née des méthodes de cartographie participative. Les SIG participatifs s'appliquent à des travaux variés, mais ont un point commun : il s'agit d'une « production d'une information géographique par une communauté d'individus dans une logique *bottom-up*, de la base vers le sommet. » (PALSKEY, 2010). Les cartes participatives cherchent donc toutes à faire émerger une connaissance spécifique et distribuée sur les territoires.

Le web 2.0 marque une avancée dans l'utilisation des technologies de l'information (TI) et des technologies de l'information géographique (TIG). Pour simplifier, on peut considérer le web traditionnel (1.0) comme un média de consultation et le web 2.0 comme une plateforme de contribution entre différents utilisateurs (MERICKSKAY, 2008). Le web 2.0 offre donc, dans le domaine de la cartographie, des possibilités ouvrant de nouvelles perspectives d'acquisition, d'assemblage et de publication d'informations géographiques. Avec le web 2.0, de nombreux services web cartographiques sont apparus en lien avec de nouvelles technologies (API⁷, Ajax⁸...). Caractérisé par plus de simplicité et d'interactivité, celui-ci a permis notamment de dépasser le stade du simple affichage et de la visualisation de cartes dans un navigateur. Les utilisateurs peuvent maintenant générer des contenus géolocalisés, créer ainsi des cartes personnalisées, et les partager avec d'autres utilisateurs.

⁷ Application Programmer Interface

⁸ Asynchronous JavaScript

Les cartes issues du web 2.0 sont constituées de *mashups* : une superposition de données provenant de sources différentes (mélange d'information géographique institutionnelle, commerciale et volontaire) qui repose sur l'utilisation d'interface de programmation (*Application Programming Interface* : API) comme celles de Google Maps, de Virtual Earth, de Bing Maps, de Yahoo Map ou du Géoportail de l'IGN. En plus d'afficher les plans ou les images satellites, les API fournissent également un ensemble d'outils pour la gestion des données spatiales (création, catalogage, traitement et diffusion) à l'image de l'application *MyMaps* de Google (MERICKSKAY & ROCHE, 2011). On peut considérer ces *mashups* cartographiques comme de l'assemblage plutôt que comme de la production de données. C'est le croisement de ces données qui crée une information nouvelle. Le lancement de Google Maps en 2004, qui est devenu très populaire, a accompagné un développement impressionnant des *mashups* (PALSKY, 2013).

La cartographie web offre donc désormais de larges possibilités à tout utilisateur d'Internet. La récupération de l'information géographique s'étend des formes classiques de cartes statiques, à des cartes plus interactives, dynamiques et animées. Les technologies actuelles du web permettent la mise en place d'applications cartographiques présentant d'excellentes capacités d'affichage et de manipulation des données (fluidité, navigation agréable, changement d'échelle intuitif, importation et organisation des données...) (MERICKSKAY & ROCHE, 2011). La plateforme cartographique participative d'HydroPop va donc relever de ce type d'approche.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie a été construite pour l'observation des basses eaux avec comme objectif de recueillir la participation de certaines personnes au travers d'une plateforme cartographique web. Il s'agissait donc d'organiser la participation, de la susciter, mais aussi de développer un outil cartographique capable de recueillir, d'afficher et de gérer le flux de données issues des observateurs bénévoles, mais aussi des scientifiques.

Organiser la participation

Pour organiser la participation, il a été nécessaire de répondre à une série de questions afin de savoir (1) Qu'observer ? (2) Où l'observer ? (3) Avec quelle périodicité ? Et enfin (4) qui est en capacité d'observer au travers de sa pratique (baignade, promenades...) les rivières.

Une large gamme d'observations peut être réalisée en bordure d'un cours d'eau en périodes de basses eaux. Trois catégories d'information peuvent être attendues. Il est possible de faire remonter une valeur quantitative, par exemple une hauteur d'eau, une vitesse de courant, une température... ce qui impose de disposer de matériels en permanence au bord de la rivière ou de matériels utilisés temporairement et donc de distribuer ces matériels aux volontaires. Il est également possible de relever une situation qualitative (la présence ou l'absence d'eau, d'algues, de baigneurs, de canoës...) et/ou d'essayer d'estimer une information relative comme un pourcentage de recouvrement algal, un taux de fréquentation d'une plage... Enfin, en s'adressant à la population il est possible de recueillir un sentiment basé sur la connaissance ou la pratique du milieu : « tout va bien », « je n'ai jamais vu ça », « ça baisse fort depuis une semaine »...

La question de la localisation de l'observation (point 2) permet de dégager plusieurs possibilités qui vont de l'observation en un point fixe en bordure du cours d'eau (état statique à une station pérenne), à des observations toujours ponctuelles, mais sans contraintes de localisation. Il est aussi possible d'envisager des observations qui portent sur un linéaire de cours d'eau lors d'une sortie de pêche par exemple.

Concernant la fréquence (point 3), là encore il s'agit d'intégrer différentes possibilités qui vont d'observations à des pas de temps contrôlés, jusqu'à des observations à des pas de temps libres ou en fonction des événements (tarissement du cours d'eau, apparition d'algues...).

La réponse à la question portant sur « qui » (point 4), requiert de revenir à l'objectif d'HydroPop qui intègre d'une part la démarche participative afin de sensibiliser la population à la question de la ressource en eau, mais qui vise aussi d'autre part, à intégrer ces observateurs bénévoles, au processus de recherche, tout en se questionnant sur l'intérêt et la mise en œuvre de ces démarches participatives. Il était donc nécessaire d'intégrer plusieurs niveaux de participation des citoyens : des citoyens « capteurs » aux citoyens « acteurs » du processus de recherche (cf. Tableau 1). Pour ce faire trois types de volontaires ont été définis : le volontaire lecteur, le volontaire observateur et le volontaire expert.

Le volontaire lecteur

Il s'agit de mettre en œuvre une démarche issue de la *CrowdHydrology* et directement inspirée des travaux de LOWRY & FIENEN (2012) qui ont organisé le relevé de hauteurs d'eau par des citoyens, et leur transcription sur une plateforme cartographique dédiée⁹. Une échelle limnimétrique est installée dans un cours d'eau. Un panneau explicatif est positionné sur la berge et indique le mode opératoire à réaliser pour faire un

⁹ <http://www.crowdhydrology.com/>, Consulté en janvier 2019

relevé de qualité et pour pouvoir le communiquer (hauteur d'eau + code de la station + heure de la mesure) à l'équipe de recherche, soit par SMS, soit directement sur la plateforme cartographique.

Les volontaires lecteurs, dans ce cadre, sont donc des promeneurs ou des baigneurs qui passent à proximité du site équipé et qui vont décider de faire bénévolement la mesure.

Le volontaire observateur

Le volontaire observateur a la possibilité de faire remonter des informations directement sur la plateforme cartographique sans contraintes de lieux, de temps, au gré de sa pratique du bassin versant (randonnée, pêche, baignade...). Un guide méthodologique téléchargeable sur la plateforme lui permet de prendre connaissance des éléments qui intéressent l'équipe de recherche (algues, assecs, tarissement des sources...) et cet observateur a également la possibilité d'ajouter d'autres observations qui lui semblent pertinentes. Il peut ajouter une photo et géoréférencer ses observations directement sur la plateforme ou depuis son smartphone. Il est incité à participer au plan média et aux enquêtes menées sur la zone d'étude (MARTIN *et al.* 2017 a et b).



Figure 1 : Échelle limnimétrique sur le site des Bastides (crédit photo : J-F DIDON-LESCOT).

Le volontaire expert

Le dernier profil expérimenté dans HydroPop est celui du volontaire expert. Ce dernier est sélectionné pour ses compétences (expertise dans le domaine de l'eau par exemple, formation supérieure...), sa localisation géographique à proximité d'un cours d'eau, ou encore sa motivation. Un protocole expérimental de suivi des basses eaux est mis en place avec lui, en fonction de ses contraintes, de ses centres d'intérêt et des besoins de l'équipe de recherche. L'objectif du programme HydroPop est de constituer *in fine* un groupe d'une dizaine d'experts.

Contrairement aux autres profils, il s'agit ici de fixer la périodicité et le type de mesure afin de s'assurer de la production de données de qualité. Il peut s'agir d'un relevé journalier de hauteur d'eau, de la prise de photographies sur un point identifié, etc. Du matériel de mesure ou d'observation peut ainsi être prêté à l'expert et l'équipe de recherche reste en appui et à l'écoute de cette personne durant toute sa période d'activité pour l'étude. La donnée produite est téléchargée sur la plateforme cartographique, soit par l'expert, soit par l'équipe de recherche.

Susciter la participation

Pour susciter la participation il est tout d'abord nécessaire que tous les membres de l'équipe de recherche en charge des relevés hydrologiques sur les stations d'étiage, ou des enquêtes de terrain, soient clairement identifiables sur le terrain d'où la création d'un logo, de teeshirts de casquettes... qui permettent à ces agents d'être facilement reconnaissables (cf. Figure 2). Ils peuvent ainsi plus aisément promouvoir, faire connaître le projet ainsi que l'existence de la plateforme cartographique. Cette signalétique est gage de sérieux et de sécurité, certaines stations étant installées dans des propriétés privées dans lesquelles nous sommes amenés fréquemment à entrer.

En parallèle, une émission hebdomadaire de radio, sur Radio InterVal, qui est reçue dans la région d'Alès et en Cévennes, est réalisée le vendredi matin. L'enregistrement effectué est ensuite multi diffusé le samedi et le

dimanche. Elle vise à livrer tous les sept jours un point sur l'état de la ressource en eau. En outre plusieurs conférences sont réalisées durant les étés dans différentes communes du bassin versant étudié. Ces démarches sont complétées par la distribution de dépliants par les enquêteurs ou les agents (10 000 durant les étés 2017 et 2018).

Recueillir la participation

Pour le développement de la plateforme, et dans le contexte d'un projet de recherche expérimental, le choix a été fait de s'orienter vers des outils libres (POTTIER, 2017). Ainsi, les logiciels *PostgreSQL/postGIS* ont été utilisés pour le système de gestion de base de données, *Geoserver* pour le serveur cartographique, *Apache* comme serveur web et *OpenLayers* pour le client cartographique. La plateforme cartographique a été développée avec les langages suivants : HTML (*HyperText MarkupLanguage*)/CSS (*Cascading Style Sheets*: feuille de style en cascade), JavaScript et PHP (*HypertextPreprocessor*). Pour un souci d'efficacité, cette plateforme a été adaptée pour être consultée facilement à partir d'une tablette ou d'un smartphone (MVOULA-NTSOUMOU, 2018).



Figure 2 : Susciter la participation (crédit photo : J.-F. DIDON-LESCOT).

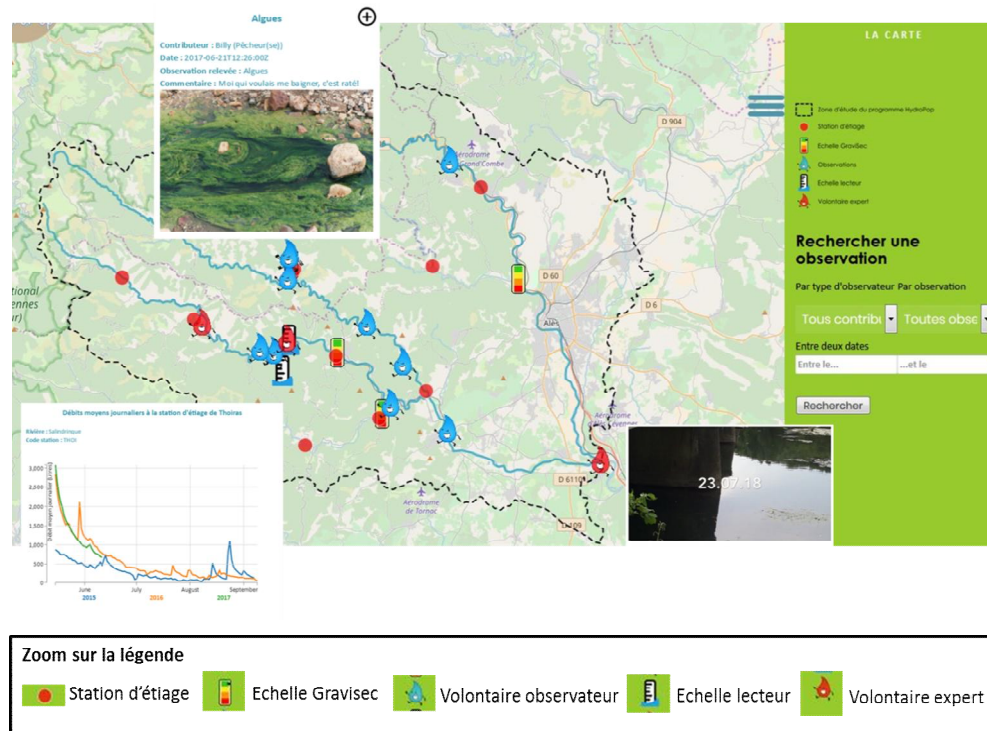


Figure 3 : La carte de la plateforme participative (<https://hydropop.mines-ales.fr/>).

La plateforme cartographique permet d'informer sur le projet, de présenter les différentes manières de contribuer, de télécharger des guides spécifiques, d'afficher sur une carte différentes informations collectées sur une partie du bassin versant (Figure 3), d'enregistrer et de géolocaliser des observations (Figure 4).

La plateforme cartographique offre également la possibilité d'afficher :

- Les débits journaliers issus des stations d'étiage que l'équipe de recherche met à jour chaque semaine (points rouges sur la figure 3) ;
- Les niveaux portés sur les échelles GraviSec qui permettent de qualifier l'état hydrologique des cours d'eau en certains points, en référence à une échelle de gravité à quatre niveaux (vert, jaune, orange et rouge) définis statistiquement à partir des données de plusieurs saisons estivales ;
- Les observations des bénévoles (gouttes bleues sur la figure 3) ;
- Les niveaux d'eau relevés par les lecteurs sur les échelles limnimétriques ;
- Et enfin, les relevés effectués par les experts (gouttes rouges sur la figure 3).

Des données aussi diverses que des graphiques, des images, des montages de vidéos à partir d'images (*Timelapse*) s'affichent dans une fenêtre spécifique lorsque l'on clique sur une icône (cf. Figure 3).

Figure 4 : Géolocaliser son observation sur la plateforme.

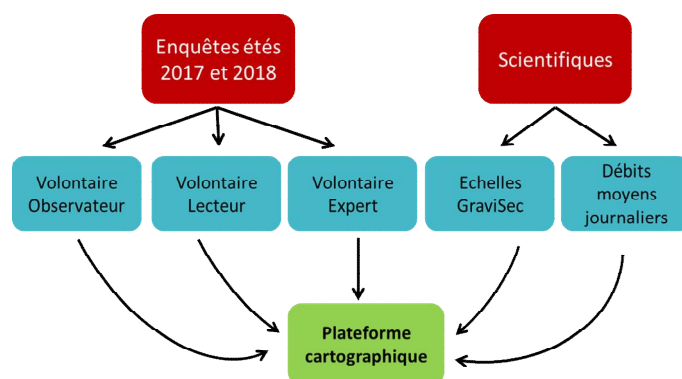


Figure 5 : La plateforme cartographique, circuit de l'information.

Une page spéciale est dédiée à l'enregistrement des observations par les volontaires (cf. Figure 4). Cet écran permet d'être guidé dans la démarche, avec des listes qui permettent de renseigner très rapidement un formulaire. Pour positionner une observation sur le territoire, un fond de carte *Open Street Map* ou un fond

d'image satellite (*Google Earth*) peut être utilisé. Il est également proposé d'apprécier l'incertitude du positionnement de chaque observation.

La plateforme cartographique participative occupe donc une place centrale dans le programme de recherche HydroPop et devrait voir converger l'ensemble des observations réalisées par des observateurs bénévoles et celles effectuées par l'équipe de recherche (Figure 5).

La plateforme cartographique a été développée en 2017 et mise en ligne pour être opérationnelle lors de la période estivale 2018.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

La figure suivante présente une synthèse des résultats et des observations recueillies durant l'été 2018.

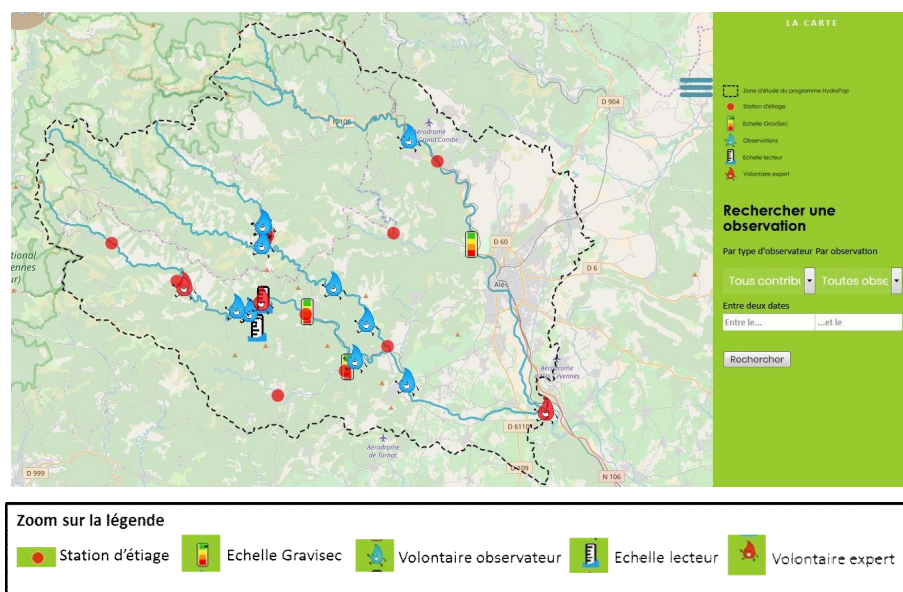


Figure 6 : Les observations recueillies durant l'été 2018 par des volontaires experts.

Les données des chercheurs

Les données de débits journaliers sont mises à jour pour chacune des dix stations de manière hebdomadaire. Elles sont superposées à celles des années précédentes et en particulier aux chroniques de référence pour les plus hautes et les plus basses eaux enregistrées à une station. Ceci permet d'obtenir une première visualisation de la sévérité (ou de l'absence de problème) de l'étiage en cours. Les échelles GraviSec, mises à jour également chaque semaine, permettent, en fonction des différents niveaux de couleur (subdivisés en outre en trois), une vision plus qualitative de la sévérité de l'étiage.

Pour l'équipe de recherche, cet aspect présente une difficulté spécifique liée à la nécessité de mettre à disposition chaque semaine les données hydrologiques. En effet, deux journées de terrain sont nécessaires pour relever les dix stations hydrométriques (et effectuer des jaugeages), et une journée est ensuite nécessaire pour la transformation des données brutes en débits moyens journaliers. À cela s'ajoute environ une demi-journée pour établir pour chaque station les niveaux GraviSec.

L'expérience a montré que ce planning pouvait être problématique en cas de difficultés liées aux capteurs (dégradation, dérive, panne, problème de lecture de la sonde...), à des modifications de la section de mesure à la suite de dynamiques naturelles (dépôts à la suite d'une crue...) ou anthropiques (barrages réalisés par les usagers de la rivière, jeu sur les martelières de béals...), etc. La prise en compte de tous ces problèmes allonge nécessairement le traitement des données et/ou nécessite une intervention spécifique (remplacement de sonde...) et parfois la construction d'une nouvelle relation hauteur-débit. La télétransmission de données pourrait être une solution si un réseau de qualité suffisante pouvait à l'avenir être disponible en Cévennes, non dans les villages, mais dans les fonds de vallées, là où sont positionnées les stations temporaires d'étiage. Cette solution aurait en outre le désavantage d'exposer un matériel relativement coûteux à des populations dont on a pu parfois démontrer un faible respect de la propriété et du travail d'autrui.

Les données des citoyens

La plateforme cartographique participative a permis durant sa première saison de mise en œuvre de recueillir les données issues des volontaires « lecteur », « observateur » et « expert ».

Le volontaire lecteur

Durant l'été 2018, un seul site, à proximité d'un chemin de randonnée thématique sur l'eau, a été équipé avec une échelle limnimétrique et un panneau explicatif. Cette opération n'a pas produit de résultat pendant cette première période de test. Pourtant, des dispositifs semblables ont été mis en œuvre avec succès sur de nombreux sites aux États-Unis (LOWRY & FIENEN, 2012).

Plusieurs possibilités peuvent expliquer cette absence de contributions sur ce sentier : d'une part le niveau de fréquentation du sentier qu'il n'est actuellement pas possible d'estimer et/ou d'autre part le peu d'intérêt, pour les randonneurs, à s'arrêter et à prendre le temps de faire une mesure. Dans un cas il s'agit d'un problème de fréquentation. Une autre localisation avec une fréquentation supplémentaire pourrait résoudre cette difficulté. Dans le second cas, le problème pourrait être plus « grave » et renvoyer à une disposition assez faible de certaines populations de « jouer le jeu ». Dans ce cas ce serait bien plus un problème de culture, d'habitude de s'insérer dans un système participatif très nouveau dans ces zones touristiques et habitées par un vieux fond de population autochtone.

Comprendre ce résultat implique de mettre en œuvre de nouvelles expériences en instrumentant de nouveaux sites permettant d'approcher une population se livrant à d'autres activités, comme la baignade par exemple. Il faut en outre se donner les moyens d'estimer les flux de populations passant à proximité de ces sites. Une optimisation de la fiche présentant les consignes nécessaires pour réaliser la mesure sera également envisagée.

Le volontaire observateur

Une vingtaine d'observations a été proposée par les observateurs et géolocalisée sur la plateforme cartographie (goutte d'eau sur la figure 5). Il s'agit pour l'essentiel de personnes proches de l'équipe de recherche qui ont plutôt contribué par des photos de sections de cours d'eau. Les facteurs d'information et de motivation des volontaires évoqués dans le chapitre précédant peuvent être également explicatifs de la modeste contribution des volontaires observateurs.

Des pistes d'évolution / amélioration peuvent aussi être mises en œuvre pour les observateurs. Cela étant les conditions hydrologiques plutôt humides de l'été 2018 (entre 50 et 100 mm sur le bassin) ont contribué à maintenir des niveaux importants dans les cours d'eau et ont rendu le problème de la sécheresse sans guère d'actualité lors de l'été 2018. Ces années « non problématiques », du point de vue de la thématique des basses eaux, sont toutefois importantes à documenter dans une perspective d'acquisition de données sur de longues périodes. Là encore, une action ciblée d'information des volontaires pourrait permettre d'améliorer cet aspect.

D'autres éléments peuvent expliquer ces résultats comme l'efficacité relative des différents et importants moyens de communication (cf. Figure 2) engagés qui peuvent aussi être questionnés. En effet, la contribution de la population a été modeste malgré plus de 10 000 plaquettes distribuées sur les marchés, dans les commerces de proximité, les campings... Il est toutefois très difficile d'estimer l'impact de notre stratégie de communication auprès de la population, et plus particulièrement l'audience de la radio locale (InterVal) relayant les messages HydroPop.

Le peu d'observations peut également s'expliquer, comme évoqué précédemment, par le manque d'attrait pour la population à participer à ces observations. Il convient donc peut-être de trouver des solutions plus ludiques (ou festives) pour rendre plus attrayantes ces actions participatives. La mise en œuvre de « chasses au trésor » thématiques (*Géocaching*) peut être en ce sens une alternative intéressante à développer, ainsi que des circuits de balades et de randonnées intégrant des points d'observation HydroPop (lien à établir avec les offices de tourisme qui proposent ces guides de balades). Une démarche purement esthétique basée sur la capacité d'éprouver peut aussi être envisagée (MARTIN Ph., 2018), en association ou non avec des professionnels du tourisme vert.

De très nombreuses études précisent qu'il faut du temps pour développer efficacement une démarche participative (HOULLIER & MERILHOU-GOUDARD, 2016), or le déploiement participatif du projet HydroPop n'a qu'une année d'existence. Il est donc nécessaire de poursuivre cette action lors des prochaines périodes estivales 2019 et 2020 avant peut-être de percevoir les prémices d'une dynamique récurrente qui se mettrait en œuvre.

Le volontaire expert

Trois experts ont été mobilisés durant l'été 2018 pour relever des hauteurs d'eau (Figure 7) et prendre des photographies d'un point particulier à un pas de temps régulier. Sur la figure 7, on peut voir la série produite par un volontaire durant l'été 2018. On constate que malgré une lacune (du 5 au 10/8), cette série permet d'appréhender l'évolution de la hauteur d'eau du cours d'eau. La petite crue intervenant vers le 9/8/18, ainsi que sa récession, peuvent être repérées. De même, les bas niveaux du début du mois d'août sont visibles.

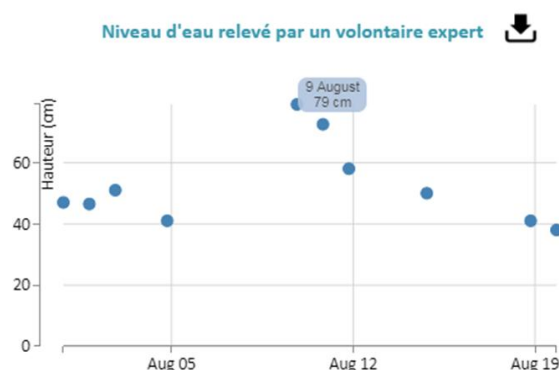


Figure 7 : Relevés de hauteurs d'eau par un volontaire expert.

Le travail engagé auprès des volontaires experts a été satisfaisant du point de vue de leur motivation, de la régularité et de la qualité des informations collectées. Il faut toutefois souligner l'investissement nécessaire par l'équipe de recherche pour accompagner ces experts dans leurs observations (contacts réguliers, appuis techniques...), tâche passionnante, mais très chronophage.

Quelles perspectives envisager ?

Cette première saison de mise en œuvre de la plateforme cartographique participative a été riche d'enseignements et va permettre de dégager plusieurs pistes pour améliorer l'information, la participation et l'adhésion de la population au projet.

Concernant l'information de la population, il semble important de poursuivre les démarches engagées au plus proche des personnes avec une distribution de dépliants, des émissions radio, des conférences... Il faut envisager en outre développer des actions sur les réseaux sociaux, notamment avec la création et l'animation de comptes Facebook et Twitter. Des relais seront également à trouver auprès des Offices de tourisme et des communes afin qu'ils relayent et diffusent cette information.

Trouver des ressorts ludiques pour accompagner la population vers l'observation est assurément un axe important pour augmenter la contribution des citoyens. Là encore un partenariat avec les Offices de tourisme devrait permettre d'intégrer les actions participatives proposées dans les guides de balades et de randonnée, auprès des organisateurs d'activités ludiques, des gîtes, des chambres d'hôtes...

Pour activer les autres profils de volontaire, il va falloir multiplier les échelles limnimétriques afin comprendre d'où vient l'absence de retour du profil « lecteur ». Est-ce un problème de site insuffisamment équipé ou est-ce un désintérêt des pratiquants d'activité de pleine nature pour ce type de démarche ? Augmenter le réseau de volontaires experts est également un objectif dans la limite du temps à dégager pour organiser ce partenariat, citoyen/chercheur, riche de sens.

En parallèle, il va être important de développer une stratégie d'observation de la participation pour pouvoir suivre l'évolution des observations, analyser les profils des volontaires de manière à pouvoir apporter des éléments de réponse sur le choix des leviers à déployer pour associer efficacement la population à une démarche participative sur les basses eaux.

À l'issue des prochaines périodes estivales et sous réserve de récolter suffisamment de données, il sera également possible d'évaluer l'importance de l'observation citoyenne pour l'amélioration de la connaissance des sécheresses sur ces bassins versants méditerranéens de moyenne montagne.

CONCLUSION

Le programme de recherche HydroPop a été bien évalué par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse et par les gestionnaires des bassins versants étudiés (Syndicats de bassin du Gardon et de la Cèze, Parc National des Cévennes). Il vient d'être reconduit pour deux ans supplémentaires (2019 et 2020). Il y aura donc deux périodes d'observations estivales en plus pour déployer la démarche participative et poursuivre l'exploration des deux objectifs concomitants du projet ; évaluer les ressorts des sciences citoyennes pour susciter la participation et observer l'intérêt de cette participation pour sensibiliser la population à la problématique des basses eaux et plus largement au partage équitable et durable de la ressource en eau en période de sécheresse.

Les efforts vont devoir porter sur le volet information des populations et sur l'évaluation de ces campagnes d'information, axe qui a été trop peu développé dans la première partie de ce programme de recherche. D'une manière plus générale, construire des méthodologies d'évaluation de la participation est un préalable pour rendre compte du premier objectif décrit (analyse des ressorts de la participation citoyenne).

La question de la pérennité de la démarche va se poser et devra être anticipée. Ce n'est bien évidemment pas à l'équipe de recherche de poursuivre cette démarche au-delà du programme prévu, mais bien aux gestionnaires de bassin. Une fois le bilan effectué, il leur appartiendra de se positionner et de prendre la main sur la plateforme et sur les réseaux citoyen et hydrométrique. L'équipe de recherche sera toutefois là pour accompagner les gestionnaires dans les choix et dans la stratégie d'observation qui sera la leur.

Ce programme de recherche questionne aussi la place du citoyen dans un processus de recherche à plusieurs niveaux. Le citoyen est ici impliqué dans ce processus comme observateur avec différents degrés de participation. Il dispose d'une plateforme qui permet d'afficher ses observations et celles de l'équipe de recherche. Des éléments sont donc à attendre sur les gains obtenus en termes de connaissance. Quelle connaissance supplémentaire est-il possible d'atteindre grâce à ce savoir partagé sur la connaissance des basses eaux ? Ce gain devrait être en relation avec la capacité de sensibilisation de la population, seule à même de se réguler et d'envisager une gestion partagée et durable de cette ressource sur ces territoires méditerranéens de moyenne montagne.

BIBLIOGRAPHIE

- BOEUF, G., ALLAIN, Y.-M. & BOUVIER, M., 2012. L'apport des sciences participatives à la connaissance de la biodiversité en France. *La Lettre de l'OCIM Musées, Patrimoine et Culture scientifiques et techniques*. 144 : 8-18.
- CHEVALIER J.M. & BUCKLES D.J., 2013. Participatory Action Research: Theory and Methods for Engaged Inquiry, Routledge. ed. London, 414 p.
- HAKLAY, M., 2015. Citizen Science and Policy: A European Perspective. *Commons Lab, Science and Technology Innovation Program, Woodrow Wilson International Center for Scholars, Case Study Series*. 4 : 76 p.
- HIRT I. & ROCHE S., 2015. Cartographie participative. In: CASILLO I., BARBIER R., BLONDIAUX L., CHATEAURAYNAUD F., FOURNIAU J.-M., LEFEBVRE R., NEVEU C. & SALLES D. (dir.), *Dictionnaire critique et interdisciplinaire de la participation*, GIS Démocratie et Participation, Paris, 2013, 4 p.
- HOULLIER, F. & MERILHOU-GOUDARD, J.-B., 2016. Les sciences participatives en France. États des lieux, bonnes pratiques et recommandations, Ministères de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Paris, France, 63 p.
- LOWRY C. S. & FIENEN M. N., 2012. CrowdHydrology : Crowdsourcing Hydrologic Data and Engaging Citizen Scientists. *Groundwater*. 51-1: 151–156.
- MARTIN P., 2018, Esthétique des phénomènes extrêmes et construction sociale de la sécheresse. Communication sous forme de poster et de résumé étendu, 3 p, ISRiver 2018, Lyon 4-8 juin. <http://www.graie.org/ISRivers/docs/papers/2018/2P249-366MAR.pdf>
- MARTIN P., AYRAL P.-A., CANOVAS I., CICILLE P., DIDON-LESCOT J.-F., DOMERGUE J.-M., DOUGUEDROIT A., GRARD N., KAMARA S., LOPEZ C., MORARDET S. & SAUVAGNARGUES S., 2017.a. De l'hydrologie populaire et participative : une nouvelle façon d'aborder la question du partage de l'eau en situation de basses eaux en France métropolitaine méridionale. Colloque Ressources en Eau & Changement Climatique, Impacts Anthropiques et Climatiques sur la Variabilité des Ressources en Eau, Volume 1 : Eau-Société-Climat'2017 (ESC-2017). Hammamet le 2, 3 et 4 Octobre 2017. 6 p. Résumé : <http://docplayer.fr/78093239-Resume-abstract-ressources-en-eau-changement-climatique-impacts-anthropiques-et-climatiques-sur-la-variabilite-des-ressources-en-eau.html>
- MARTIN P., AYRAL P.-A., CANOVAS I., CICILLE P., DIDON-LESCOT J.-F., DOMERGUE J.-M., DOUGUEDROIT A., GRARD N., KAMARA S., LOPEZ C., MORARDET S. & SAUVAGNARGUES S. 2017.b, HydroPop : une nouvelle façon d'aborder la question du partage de l'eau en situation de basses eaux en France métropolitaine méridionale. *Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de*

- l'Environnement, N° 2, p.29-32. <http://jistee.org/wp-content/uploads/2019/01/Journal-ISTEE-Volume-2-Numéro-1---Février-2017-3.pdf>
- MERICSKAY, B., 2015. Géolocalisation et sciences participatives État de l'art, enjeux et perspectives, Atelier plantes et cartographie participative. Paris, 2015.
- MERICSKAY, B., 2008. Étude du processus de démocratisation de la géomatique à travers l'exemple du développement du Géoweb 2.0 et de ses impacts sur les processus de géocollaboration. Master Carthago, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, Université Paris Diderot, ENSG, Mémoire réalisé à l'Université Laval, 34 p.
- MERICSKAY B. & ROCHE S., 2011. Cartographie 2.0 : Le grand public, producteur de contenus et de savoirs géographiques avec le Web 2.0. *CyberGeo*. 2011, 1–18.
- MVOULA-NTSOUMOU S., 2018. Étude des basses eaux en régions méditerranéennes : Constitution d'une base de données et premières analyses hydrologiques, Mémoire de Master 2 Observation de la Terre et Géomatique, Université de Strasbourg, Mémoire réalisé à IMT Mines Alès, 71 p.
- MWANUNDU S., 2009. Cartographie participative et bonnes pratiques. Étude préparée pour le Fonds international de développement agricole (FIDA), 59 p.
- PALSKY G., 2013. Cartographie participative, Cartographie indisciplinée. *L'Information géographique*. 77-4 : 10-25.
- POTTIER B., 2017. Élaboration d'une plateforme cartographique participative sur le suivi des basses eaux dans le bassin versant des Gardons, Mémoire de Master 2 Carthago, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, Université Paris Diderot, ENSG, Mémoire réalisé à IMT Mines Alès, 68 p.
- SAUERMAN H. & FRANZONI C., 2015. Crowd science user contribution patterns and their implications. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*. 112: 679 – 84.
- SILVERTOWN J., 2009. A new dawn for citizen science. *Trends Ecol. Evol.* 24 : 467-471.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse pour le financement de ce projet de recherche dans le cadre de son accord-cadre avec la Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR). Merci à la ZABR et au Site Atelier « Rivières Cévenoles » pour leur appui administratif et scientifique. Enfin, les auteurs tiennent à remercier tous les volontaires qui se sont mobilisés lors des étés 2017 et 2018.