



HAL
open science

**Plateforme expérimentale ESPACE
FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DES
COURS D'EAU AMONT DU BASSIN DE LA CÈZE
ÉTIAGE 2019**

Philippe Martin, Jean-François Didon-Lescot, Pierre-Alain Ayrat, H. Di Costanzo, Jean-Marc Domergue, Nadine Grard, Loris Lapierre

► **To cite this version:**

Philippe Martin, Jean-François Didon-Lescot, Pierre-Alain Ayrat, H. Di Costanzo, Jean-Marc Domergue, et al.. Plateforme expérimentale ESPACE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DES COURS D'EAU AMONT DU BASSIN DE LA CÈZE ÉTIAGE 2019. [Rapport de recherche] Avignon Université. 2020. hal-03016159

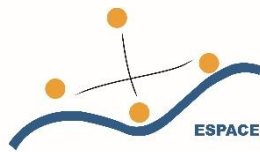
HAL Id: hal-03016159

<https://hal.science/hal-03016159>

Submitted on 20 Nov 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.



**FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DES COURS D'EAU AMONT
DU BASSIN DE LA CÈZE
ÉTIAGE 2019**

Novembre 2019

Par

Philippe Martin*, Jean-François Didon-Lescot**, Pierre-Alain Ayral***, Hadrien Di-Cozanzo,
Jean-Marc Domergue**, Nadine Grard**, Loris Lapierre****

* *Université d'Avignon, UMR ESPACE 7 300 du CNRS,*

** *UMR ESPACE 7 300 du CNRS,*

*** *IMT-École des mines d'Alès,*

**** *stagiaire BTSA GEMEAU — E. P.L.E.F.P.A Nîmes — Rodilhan*

Convention en date du 2 mai 2019 entre le Syndicat AB-Cèze et l'AU (UMR ESPACE) sur l'installation et le suivi de cinq stations d'étiage de cours d'eau amont du bassin de la Cèze durant l'été 2019.

Table des matières

1	Contexte.....	4
1.1	Objectif et déroulement de l'étude.....	5
2	Les sites étudiés	6
3	Équipement et types de données	7
4	Premiers résultats	10
4.1	Situation climato-hydrologique	10
4.2	Les jaugeages	11
4.3	Construction des courbes de tarage.....	13
4.4	Méthodologie de traitement des enregistrements.....	13
5	Les stations suivies en 2019.....	15
5.1	Station du Davaladou sur l'Homol	15
5.1.1	Présentation de la station	15
5.1.2	Tableau des jaugeages.....	17
5.1.3	Chronique de récupération des données.....	17
5.1.4	Courbe de tarage	17
5.1.5	Hydrogramme et éléments de fonctionnement	18
5.2	Station du Luech à Chamboredon.....	18
5.2.1	Présentation de la station	19
5.2.2	Tableau des jaugeages.....	20
5.2.3	Chronique des récupérations de données	20
5.2.4	Courbe de tarage	21
5.2.5	Hydrogramme et éléments du fonctionnement	21
5.3	Station de la Cèze amont aux Fournels.....	22
5.3.1	Présentation de la station	22
5.3.2	Tableau des jaugeages.....	23
5.3.3	Chronique des récupérations de données	23
5.3.4	Courbe de tarage	24
5.3.5	Hydrogramme et éléments du fonctionnement	24
5.4	Station de la Gagnière à l'aval de la confluence avec l'Abeau.....	25
5.4.1	Présentation de la station	25
5.4.2	Tableau des jaugeages.....	26
5.4.3	Chronique des récupérations de données	26
5.4.4	Hydrogramme et éléments du fonctionnement	27
5.5	Station de l'Auzonnet en amont du pont d'Auzon.....	28
5.5.1	Présentation de la station	28
5.5.2	Tableau des jaugeages.....	29

5.5.3	Chronique des récupérations de données	29
5.5.4	Courbe de tarage	30
5.5.5	Hydrogramme et éléments du fonctionnement	30
6	Comparaison des débits spécifiques en 2019.....	31
7	Conclusions générales.....	32
8	Références.....	33

1 Contexte

La Cèze et ses affluents connaissent depuis de nombreuses années des étiages réguliers. À ce jour, cette phase hydrologique est mal connue, ce qui entraîne des difficultés dans la gestion quantitative de l'eau.

La convention a pour objectifs la mise en place d'un suivi pendant l'étiage de l'année 2019 (du mois de juin à septembre) et une intégration partielle au programme de recherche Hydropop-2, développé sur le Gardon amont. Dans le rapport la notion d'étiage sera, sauf indication contraire, entendue dans son sens vernaculaire qui est celui de basses eaux d'été. Dans son sens scientifique, l'étiage est le jour de débit le plus faible clôturant un cycle.

Le suivi de l'étiage concerne cinq stations hydrométriques temporaires d'étiage.

Deux stations hydrométriques ont déjà été suivies dès 2017. Elles seront reprises, car de bonne qualité.

- Une sur l'Homol ;
- Une sur le Luech ;

Trois nouvelles stations seront installées :

- Une sur la Cèze amont ;
- Une sur la Ganière ;
- Une sur l'Auzonnet.

Cette convention a également pour objet d'acter la participation d'AB-Cèze au programme Hydropop-1 (2019 – 2020). Cette participation concernera notamment une réflexion pour mettre en place une et peut-être deux échelles GraviSec (sur le Luech et/ou sur l'Homol). Seules ces deux solutions sont actuellement envisageables, car l'installation d'échelles GraviSec nécessite de disposer préalablement de mesures sur plusieurs années afin de pouvoir faire une étude statistique des débits et ainsi déterminer les seuils des niveaux GraviSec.

Le Syndicat mixte AB-Cèze, à la suite de l'étude sur les volumes prélevables, a lancé un plan de gestion de la ressource en eau. Ce dernier vise à définir collégialement, avec les acteurs de l'eau, les règles de partage de l'eau afin d'établir un équilibre entre les besoins des usagers et la préservation des équilibres écologiques. Le Syndicat AB-Cèze doit disposer d'éléments lui permettant une gestion plus précise des phases de basses eaux (tarissement et étiage). Ses objectifs sont : d'améliorer la connaissance du fonctionnement de ces cours d'eau à l'étiage, de gérer les situations de tension (arrêtés sécheresse), et de réfléchir à la mise en place d'échelle(s) de niveaux afin de mieux informer les usagers.

De son côté, l'UMR ESPACE travaille dans le bassin versant de la Cèze depuis de nombreuses années au travers d'un observatoire CNRS (l'Observatoire Hydro Météorologique Cévennes-Vivarais : OHM-CV), et pilote un site atelier dédié aux Rivières Cévenoles (Ardèche, Cèze et Gardon : SA_RivCev), dans le cadre de la ZABR (Zone Atelier du Bassin du Rhône) qui dépend de l'INERIS et d'une infrastructure de recherche de l'INSU (OZCAR : Observatoire de la Zone Critique, Aménagements, Recherche) auquel participe aussi l'UMR ESPACE.

Ses activités portent particulièrement sur le fonctionnement hydrologique de cours d'eau cévenols en situation de basses eaux (programmes quinquennaux de l'UMR ESPACE du CNRS : – CBE — Criticité des Basses Eaux 2012 - 2016 et TRAJECTOIRE écologiquement et sociologiquement responsable des territoires 2017 - 2022).

L'UMR ESPACE, équipes d'Avignon et de Nice, a déjà travaillé avec le Syndicat AB-Cèze au travers de conventions annuelles ou biennales sur l'hydrologie du bassin de la Cèze. Depuis 2013 (Suivi de l'étiage estival des bassins de la Gardonnette à Génolhac, du Luech à Chamboredon et de l'Homol à Sénéchas : campagne 2013, puis campagne 2014 ; suivi du *béal* de Chareneuve-été 2016), Luech à Chamboredon et de l'Homol à Sénéchas : campagne 2017, et a donc déjà fréquenté ces sites, et fourni des informations à AB-Cèze.

1.1 Objectif et déroulement de l'étude

L'étude a pour objectif de mieux connaître le fonctionnement hydrologique durant l'étiage 2019 de quatre cours d'eau affluents de la Cèze, ainsi qu'un tronçon de la Cèze amont drainant 65 km². Ce fonctionnement hydrologique sera évalué par l'analyse des débits obtenus sur ces quatre affluents de la Cèze et sur le cours amont de la Cèze, stations déjà surveillées durant l'étiage 2018 à l'exception de la Gagnière. Ces stations sont :

- sur l'Homol à Davaladou (suivis existant en 2013, 2014, 2017 et 2018),
- sur le Luech à Chamboredon (suivis estivaux existant depuis 2013 à l'exception de 2015),
- Sur la Cèze amont, au pied du Mas des Fournels,
- Sur la Gagnière, juste en aval de la confluence avec l'Abeau,
- Sur l'Auzonnet, la station est installée sur un seuil artificiel permettant d'alimenter anciennement un *béal* (qui doit rester fermé) et située entre La Bégude et le Mas Coulet.

Le laboratoire installera, avant la fin du mois de juin (sauf conditions hydrologiques défavorables, crues notables de printemps) les stations hydrologiques, comprenant un limnigraphe (une sonde de mesure de pression, de température) et une échelle limnimétrique mobile (non laissée à demeure pour des questions de discrétion de la station).

Ces stations seront maintenues en fonctionnement jusqu'au 30 septembre 2019, sauf conditions hydrologiques défavorables (risque de crues ; épisode cévenol) ou prolongement de l'étiage.

Le laboratoire assurera l'installation et le suivi de ces installations. Le laboratoire réalisera les courbes de tarage des sections hydrauliques choisies et calculera les débits moyens journaliers correspondant à la période de fonctionnement de la station (mai à septembre, sauf problèmes techniques).

Le laboratoire effectuera des passages en fonction des niveaux d'eau supposés ou attendus et pouvant permettre de construire la courbe de tarage. Celles-ci en particulier pour les stations sans historicité ne pourront être très précises. Au mieux, en fonction des situations hydrologiques et des possibilités offertes par les tournées seuls quelques jaugeages pourront être réalisés par le laboratoire.

D'autre part, le personnel d'AB-Cèze pourra exercer une surveillance et signaler au laboratoire des problèmes affectant la station (vandalisme, vol, modification du seuil...).

La fréquence du calcul des débits à partir des données des sondes dépendra donc de deux éléments : d'une part des jours de relevé des sondes (il est préférable que celles-ci ne soient pas trop souvent sorties de l'eau et il est inutile de les sortir trop souvent si nous n'avons pas de courbe de tarage pour exploiter les hauteurs d'eau mesurées) et de la construction (et/ou de la vérification) de la courbe de tarage.

Si une courbe de tarage existe (stations anciennes), celle-ci sera vérifiée par quelques jaugeages. Il s'agit de savoir si la morphologie du seuil déterminant le plan d'eau n'a pas varié. Si la courbe de tarage n'existe pas (ou si la morphologie du seuil s'avère avoir varié de façon importante (détarage) il conviendra de refaire cette courbe. Mais tant que celle-ci n'est pas établie par un nombre suffisant de jaugeages, le calcul des débits ne peut être techniquement réalisé.

Par ailleurs, les débits fournis n'auront de validité qu'entre les valeurs extrêmes des jaugeages permettant d'établir les courbes de tarage. Par contre, le laboratoire pourra transmettre à AB-Cèze les hauteurs d'eau enregistrées (et la température).

Les débits moyens journaliers constitueront un « livrable » de la convention. Ces données concernent à minima les débits moyens journaliers récoltés du 1^{er} juin au 30 septembre en fonction des conditions hydrologiques et des risques de crue.

Ces informations interprétées (réalisation d'un hydrogramme, éléments de statistique descriptive) seront rassemblées dans un rapport final et remis à AB-Cèze début 2020. Ce rapport sera réalisé sur le modèle de ceux des années précédentes.

Dans le rapport, devront être livrés les débits moyens journaliers des stations sous forme de tableaux ou de graphiques. Ces données seront aussi transmises à AB-Cèze sous une forme numérique (fichier de type Excel ou txt suivant les besoins d'AB-Cèze).

Le tableau de la figure 3 présente la période d'observation sur les cinq sites.

2 Les sites étudiés

Il n'a pas été envisagé de gestion en direct des stations hydrométriques dans le sens où les relevés des données ne sont pas automatisés et nécessitent un déplacement sur site. L'objectif étant bien d'acquérir de la donnée et de la mettre en perspective avec des actions de gestion.

Les stations suivies en 2019 sont les suivantes (Fig.1) :

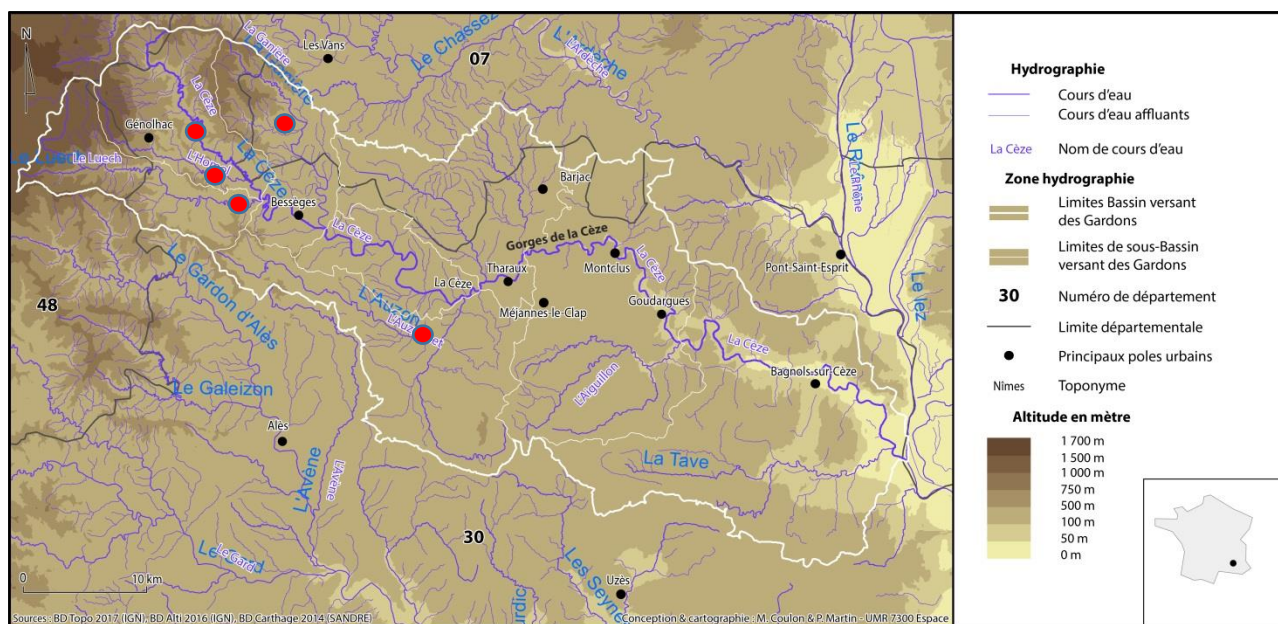
1 — Station de Davaladou sur l'Homol à Sénéchas : (31,8 km²) ; longitude : 3°51' 49,21 " E ; latitude : 44°02' 19,9 " N ; altitude : 250 m.

L'Homol prend sa source sur le mont Lozère à 1 440 m d'altitude sur la commune de Concoules. La station de Davaladou, à 15 kilomètres de sa source, est distante de 2 600 m en amont du barrage de Sénéchas.

2 — Station de Chamboredon sur le Luech au Chambon (90 km²) ; longitude : 3°56' 11,5 " E ; latitude : 44°04' 10,6 " N ; altitude : 155 m.

Le Luech, tire aussi son origine du flanc sud du mont Lozère, et commence à couler non loin de la Croix de Berthel à 1 105 m d'altitude sur la commune de Saint-Maurice de Ventalon (maintenant commune de Pont de Montvert-Sud Mont-Lozère). Son parcours est de 25 km depuis la source jusqu'à la station de Chamboredon.

FIG.1 — CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS DES CINQ COURS D'EAU SUIVIS EN 2019



Ces deux stations avaient déjà été étudiées en 2013, 2014, 2017 et 2018 (Rapports pour AB-Cèze, 2013 ; 2014 ; 2017 ; 2018) et aussi en 2016 pour celle de Chamboredon (2016).

3 — Station de la Cèze amont aux Fournels (commune d'Aujac) (65,2 km²) ; longitude : 3°59' 34,59 " E ; latitude : 44°21' 17,87 " N ; altitude : 313 m. Cette station a remplacé en septembre 2018 la station amont qui était problématique (barrage et dérivation). La nouvelle station avait alors donné toute satisfaction. Son positionnement en rive droite nécessitant de traverser le cours d'eau dans de bonnes conditions de sécurité reste toutefois un frein pour une mise en place précoce. Ses coordonnées sont les suivantes : longitude : 3°59' 27,11 " E ; latitude : 44°20' 54,95 " N ; altitude : 308 m

La Cèze prend sa source sur la partie orientale du mont Lozère à 798 m d'altitude, sur la commune de St André Capcèze (Lozère). Le bassin versant est d'abord sur granite, puis sur schiste au niveau de la station de mesure, distante d'environ 15 km de sa source.

4 — Station de la Gagnière en aval de la confluence avec l'Abeau dans la plaine d'Abeau (commune de Malbosc, Ardèche) (47 km²) ; longitude : 4° 06' 17,46 " E ; latitude : 44° 21' 7,23 " N ; altitude à la station : 233 m ; source au-dessus de Bonnevaux à 930 m d'altitude.

Son bassin est très boisé, sa lithologie est composée de schistes et de grès, et connaît un certain nombre de pertes dans le tronçon aval.

5 — Station de l'Auzonnet en amont du pont d'Auzon (132 km²). Longitude: 4° 14' 14,04 " E ; latitude : 44° 12' 8,08 " N ; altitude : 155 m. C'est le plus grand bassin versant des cinq rivières étudiées. L'Auzonnet est également un affluent de la Cèze. Il prend sa source sur la commune de Portes à 550 m d'altitude (terrains houillers), puis traverse un secteur schisteux jusqu'au Martinet. Enfin à partir des Mages il coule dans le fossé d'Alès, avec une pente beaucoup plus faible, il y perd son caractère de rivière cévenole, et reçoit les eaux karstiques de l'Alauzène et d'une partie du Mont Bouquet lui conférant alors une composition chimique nettement plus carbonatée. Dans son tronçon de plaine, le bassin versant devient très agricole et subit ainsi des prélèvements d'eau importants.

3 Équipement et types de données

Il s'agit de stations installées sur des sections naturelles pour l'Homol, le Luech, la Gagnière et la Cèze amont, donc géométriquement conformes à la morphologie générée par les flux passants, *a priori* stables d'un point de vue morphologique. La hauteur d'eau à la station est contrôlée par un seuil rocheux, sauf pour le Luech où le contrôle se trouve à plus de 40 m à l'aval, dans un secteur à faible pente.

La station de l'Auzonnet correspond par contre, à un aménagement (seuil bâti).

Cela étant, les stations ont été choisies pour suivre au mieux les étiages avec des sections pas trop larges, dans la mesure du possible sur socle, et de façon à éviter, *a priori*, la réalisation de petits barrages en été, par des usagers du lit des rivières. Dans la mesure du possible elles ont été positionnées de façon à être très discrètes, pour des raisons « esthétiques », mais surtout pour ne pas attirer l'attention des utilisateurs estivaux des lieux. Comme nous le verrons, ce but n'est pas toujours atteint.

Chaque site est équipé d'une sonde de mesure de pression de l'eau (Pe, charge hydraulique) positionnée au fond de la rivière. Elle est associée à une sonde barométrique (Pa, pression atmosphérique) placée en berge dans le voisinage ; le niveau d'eau, dans la rivière (charge : C), étant obtenu par différence entre Pe et Pa. Les sondes hydrométriques sont protégées mécaniquement par des tubes métalliques fermés. Pour chaque station, on a réalisé un ancrage (goujons) permettant de positionner temporairement une échelle limnimétrique, qui n'est mise en place qu'au moment du relevé (Hauteur lue : H_{lu}), de façon à renforcer la discrétion des points de mesure. Cet ancrage permet de replacer l'échelle exactement au même niveau, assurant ainsi la continuité des mesures entre chaque jaugeage et campagne annuelle.

On utilise des sondes Levelogger 0-10 m — pouvant supporter la pression d'une colonne d'eau comprise entre zéro et dix mètres d'eau — de la société Solinst (mesure de la pression — transformée en hauteur d'eau — et de la température de l'eau). Trois nouvelles sondes de 0-5 m ont par ailleurs été installées sur la Gagnière, l'Auzonnet et le Luech. La sonde (Fig.2), d'une longueur de 15 cm, est vissée à la base d'un tube en PVC (diamètre 20 mm et de 1,0 m de longueur de façon à toujours être au même niveau) et glissée dans un tube protecteur métallique totalement obturé d'un côté. La sonde repose sur ce bouchon fixe. Le tube est percé d'un petit trou, près de la sonde, à l'extrémité inférieure, afin que se réalise un équilibre hydrostatique sans toutefois permettre qu'une trop grande quantité d'alluvion n'entre pas dans le tube.

Notons que ces sondes présentent une incertitude assez grande de mesure — de l'ordre de 0,5 mm —, ce qui impose une cadence de mesure élevée (résolution temporelle à 5 mn), pour réduire l'incertitude sur la valeur journalière (moyenne de 288 valeurs).

FIG.2 — SONDES SOLINST UTILISÉES POUR LA MESURE DES NIVEAUX D'EAU — SONDE LEVELLOGGER (DANS SON SABOT DE TRANSFERT DE DONNÉES) ET SONDE BAROMÉTRIQUE (PRESSION DE L'AIR)



Les sondes fournissent une valeur de pression, qui nécessitent de connaître la pression atmosphérique locale, acquise à partir de sonde barométrique (Barologger), pour en assurer la compensation et ainsi connaître le niveau de l'eau. Ces dernières sont installées sur chaque site, dans un endroit discret et dans le voisinage immédiat de la sonde de niveau.

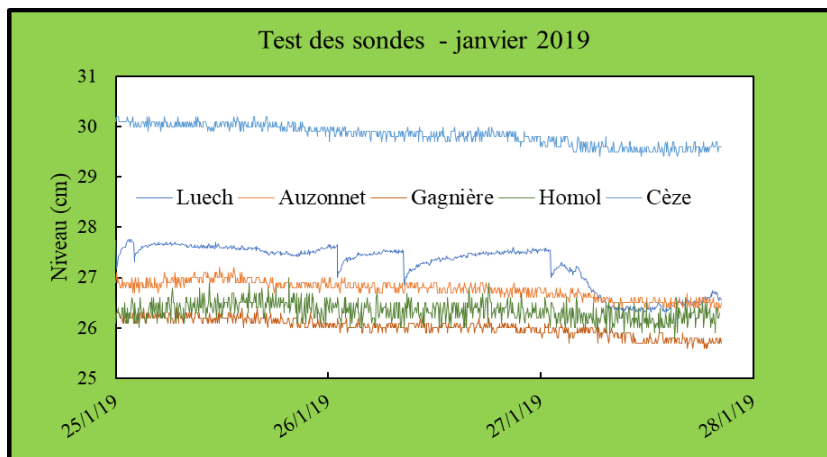
La durée du suivi 2019 est comprise entre 20 et 25 semaines (Fig.3), et plus étendue que ce qui était prévu dans la convention, à la fois favorisé par des conditions climatiques qui ont permis une installation plus précoce, et une durée de l'étiage plus longue débordant sur le mois d'octobre.

FIG. 3 — TABLEAU DE FONCTIONNEMENT DES SONDES EN 2019 ; LA CHRONOLOGIE EST DÉCOMPTÉE EN SEMAINES DEPUIS LA PREMIÈRE SEMAINE DE MAI (N° 19) ; LES X INDIQUENT QUE LA TOTALITÉ DE LA SEMAINE A ÉTÉ ENREGISTRÉE

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Homol																									
— Davaladou	7/5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22/10
Luech																									
— Chamboredon	7/5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	29/10
Cèze amont																									
— Fourmels			21/5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	29/10
Gagnière																									
— confluence Abeau						12/6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22/10
Auzonnet																									
— Pont d'Auzon	3/5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22/10

Il a été procédé à un test en vraie grandeur durant quelques jours sur les sondes utilisées par l'UMR ESPACE pour le suivi des étiages. Les sondes de pression ont été testées au laboratoire de l'antenne cévenole à St Christol lez Alès, et les sondes barométriques testées dans l'abri météo. La figure 4 donne le résultat du test pour les cinq sondes Levellogger, placées dans une éprouvette où l'on pouvait faire varier le niveau de l'eau et à la même profondeur, et testées durant une dizaine de jours (ci-dessous, zoom sur trois jours, la légère baisse constatée correspondant à l'évaporation d'eau dans l'éprouvette). On peut distinguer le bruit de fond propre à chaque sonde, la plus bruitée étant celle mise en place sur l'Homol. On notera que celle qui a le bruit le plus faible (Luech), de l'ordre de 1 mm présente aussi des décrochements brutaux inexpliqués. La sonde de l'Homol a été achetée en 2016, les sondes du Luech, de l'Auzonnet et de la Gagnière en mai 2018, et celle de la Cèze en 2019. Il semble bien qu'il n'existe pas de lien direct entre les imperfections notées et l'âge de la sonde.

FIG.4 — TEST DES SONDES LEVELOGGER MISES EN PLACE DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE EN 2019

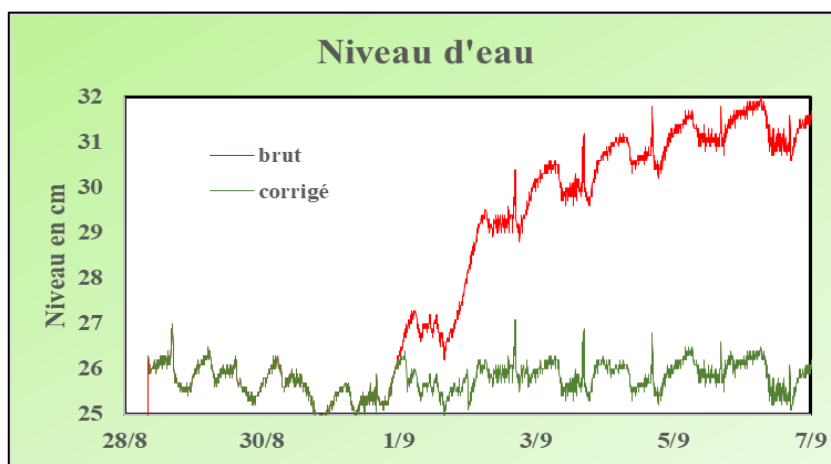


Après un repérage des sites en avril, le matériel a été installé entre le 3 mai et le 21 juin. Les chroniques des enregistrements sont indiquées dans le tableau (Fig. 3).

Dans la plupart des cas, les séries hauteur — temps obtenues sont directement exploitables. Il faut cependant mentionner plusieurs difficultés rencontrées :

- Sur la station de l’Auzonnet, régulièrement encombrée au niveau du seuil où se trouve le système de mesure par un colmatage régulier de la goulotte et ceci visible dès le 3 juillet. La figure 5 montre l’impact de la fermeture progressive du chenal due à l’accumulation de feuilles entre le 1^{er} et le 7 septembre (niveau « brut » en rouge, et niveau corrigé en vert). Il faut alors déconstruire numériquement le barrage pour rétablir le niveau d’eau non influencé.
- Les barrages temporaires occasionnés par les estivants, de façon récurrente sur le Luech.
- La perte d’une sonde barométrique (vol sur la Gagnière entre le 28 août et le 10 septembre), et le défaut de connexion de la sonde baro sur l’Homol, compliquant la compensation barométrique, durant un mois.

FIG.5 — LIMNIGRAMME (HAUTEURS AU PAS DE TEMPS DE 5 MINUTES) DE L’AUZONNET DU 28/08 AU 07/09/2019



Dans ce texte de synthèse, nous nous en tenons à la définition scientifique de l’étiage qui est le dernier jour d’un cycle hydrologique qui correspond au débit moyen journalier le plus bas de ce cycle avant les premières crues survenant en automne.

Lorsque les débits sont très faibles, il n’est pas toujours aisé de déterminer ce jour. Si on considère les débits mesurés sur des périodes plus courtes (5 mn) que la même journée il apparaît qu’il existe toujours des

débites plus faibles que le débit moyen journalier choisi à d'autres moments (la veille, le lendemain...), mais dans ces cas la moyenne journalière livre une valeur un peu supérieure au débit d'étiage.

Cela étant la moyenne sur vingt-quatre heures permet de lisser la fluctuation généralement sinusoïdale d'un possible pompage de la végétation. Il n'en est parfois pas de même pour les prélèvements anthropiques qui relèvent de logiques différentes. C'est pourquoi il est utile de moyenniser sur trois jours les débits mesurés à la fin d'un cycle. On en arrive ainsi aux débits d'étiage moyen sur trois jours (Qe3j).

L'étiage est donc une situation extrême de basses eaux (débit inférieur au module soit annuel, soit mensuel, en théorie établie sur trente ans) qui se place temporellement généralement à la fin d'un tarissement qui est une décroissance souvent exponentielle du débit. Celui-ci s'initie donc à l'issue d'une décrue (qui débute après la pointe de crue) et s'achève sur une montée de crue qui conduit à une nouvelle pointe de crue. Il correspond en théorie à un régime hydrologique non influencé (sans apports par de précipitations) de vidange progressive de tous les aquifères présents en amont de la station considérée. La chronique des débits sera généralement donnée sous une forme semi-logarithmique ($\log(Q)$ vs t) soit graphique, soit numérique, les logarithmes utilisés étant en base dix.

4 Premiers résultats

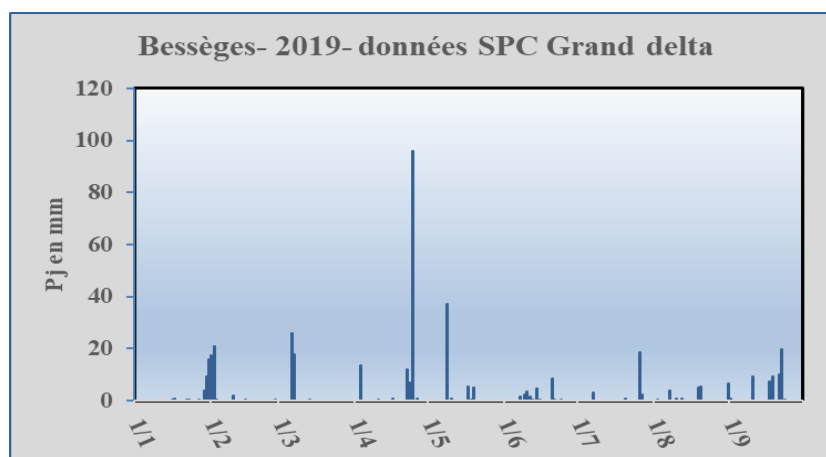
Nous envisagerons dans un premier temps quelques caractéristiques climatiques et hydrologiques pour la période allant de janvier à septembre 2019.

4.1 Situation climato-hydrologique

Dans l'ensemble, les précipitations des six premiers mois de l'année 2019 ne représentent que les 2/3 des précipitations moyennes de la période 1950-2018 au poste de St-Christol-lès-Alès (298 mm contre 440 mm). Seul le mois d'avril est très arrosé, à la faveur des pluies du 6 avril (25 mm) et du 22 au 25 (94 mm), qui assurent 81 % des précipitations du mois (Fig.6). Les autres mois sont déficitaires, entre 23 % en mai, et jusqu'à 80 % en août.

Dans ces conditions, on comprend aisément que le niveau des cours d'eau ait été assez bas pour pouvoir installer le matériel, dès le 20 mars sur certaines stations. À l'inverse, le déficit pluviométrique observé en septembre et en octobre, explique largement la baisse des rivières au début de l'automne et jusqu'au 10 octobre.

FIG.6 - PRÉCIPITATIONS MOYENNES JOURNALIÈRES À BESSÈGES DU 1^{ER} JANVIER AU 1^{ER} OCTOBRE 2019 (SOURCE SPC GRAND DELTA)

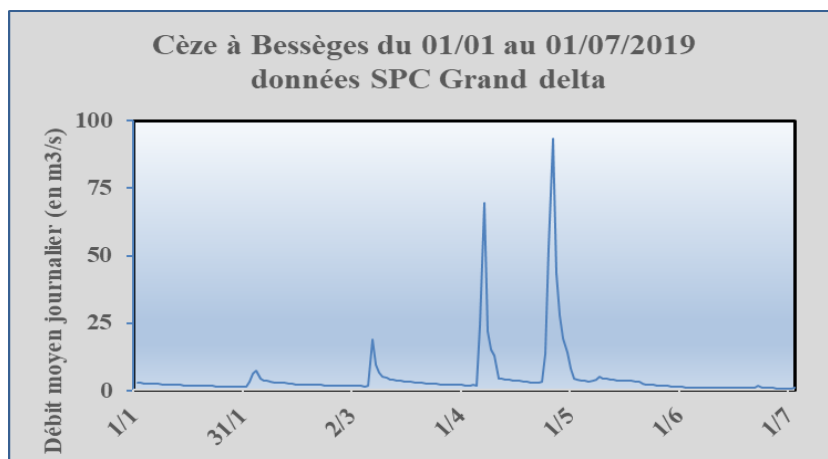


À Bessèges, selon les données obtenues par le SPC Grand delta, en 2019 il est tombé 323 mm du 1^{er} janvier au 30 juin (881 mm en 2018), et 110 mm du premier juillet au 14 octobre 2019 (320 mm en 2018).

La situation hydrologique des six premiers mois de l'année 2019 peut être résumée au travers de la figure 7, qui représente les débits moyens journaliers pour la Cèze à Bessèges (QMJ, données SPC-Grand delta (www.rdbmrc.com/hydroreel2/listestation.php?spc=GD)).

Les six premiers mois de l'année 2019 montrent des débits faibles dans l'ensemble (médiane de $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$), avec 4 crues d'ampleur croissante, les 6 février ($3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ en 24 heures), 7 mars ($18,7 \text{ m}^3/\text{s}$), 8 avril ($69,5 \text{ m}^3/\text{s}$) et enfin, les 25-26 avril ($93,5 \text{ m}^3/\text{s}$), chacune d'elle se prolongeant par une longue phase de récession : 34 jours (du 1/1 au 4/2) ; 27 jours (du 5/2 au 6/3) ; 9 jours (du 8/3 au 7/4) et enfin 64 jours du 27/4 au 1^{er} juillet. Cette situation est donc très différente des deux premiers trimestres de l'année 2018 : médiane de $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ et pas moins de 9 crues comprises entre 15 et $100 \text{ m}^3/\text{s}$, dont la dernière en date le 12 juin ($18 \text{ min } 3 \text{ s/s}$).

FIG.7 — DÉBITS MOYENS JOURNALIERS À BESSÈGES DU 1^{ER} JANVIER AU 1^{ER} JUILLET 2019 ; DONNÉES EXTRAITES DU SITE DU SPC GRAND DELTA



Les débits spécifiques d'étiage (étiage sensu stricto ou moyenne sur les trois derniers jours du cycle = $Qe3j$) sont donnés dans le tableau placé en annexe.

4.2 Les jaugeages

De mai à septembre 2019, 32 jaugeages ont été réalisés pour l'ensemble des 5 stations, venant compléter les jaugeages réalisés en 2018 et depuis 2013 pour le Luech à Chamboredon. Pour la nouvelle station sur la Gagnière, la courbe de tarage utilise les 10 jaugeages réalisés entre le 7 mai et le 10 septembre.

Pour l'essentiel, il s'agit de jaugeages par dilution d'une saumure (0,2 à 1 kg de chlorure de sodium), injectée rapidement dans le cours d'eau dans un secteur de bon brassage. Le passage de la saumure provoque sur un temps court, de 10 à 20 minutes, une modification de la conductivité électrique de l'eau et on considère que le traceur est complètement passé, quand la valeur de la conductivité de l'eau retrouve la valeur initiale.

Dans l'ensemble, les caractéristiques des eaux (naturellement peu minéralisées, et en général comprises entre 50 à $250 \mu\text{S}/\text{cm}$) sont favorables à ce type de jaugeage. De bons résultats ont également été obtenus pour l'Auzonnet, alors que les eaux sont davantage minéralisées (jusqu'à $700 \mu\text{S}/\text{cm}$). Dans certaines conditions (Auzonnet), un courantomètre a pu être utilisé.

En fin de saison, la technique par empotement (mesure du temps de remplissage d'une éprouvette graduée de 2 litres a été utilisée pour la Gagnière avec d'excellentes reproductibilités (pour un débit mesuré jusqu'à $0,5 \text{ l/s}$) et avec un récipient de 20 litres pour l'Auzonnet (débit de 5 à 10 l/s), mais avec une plus grande imprécision.

En 2019, toutes les stations fournissent des courbes de tarage robustes dans la gamme des débits observés, mais qui restent bien entendu des débits de basses et moyennes eaux.

FIG.8 — SECTION DE JAUGEAGE SUR LE LUECH (GAUCHE) ET CONDUCTIMÈTRE À CHAMBOREDON (DROITE)



À l’issue de cette campagne de mesure, on peut raisonnablement conclure que les courbes de tarage de moyennes et basses eaux sont de bonne qualité pour toutes les stations (Fig.9 et Fig.10). Elles sont linéarisées par une transformation bi log des débits et des hauteurs, et ceci dans la gamme des débits mesurés : 77 à 2015 l/s pour le Luech, de 59 à 816 l/s pour l’Homol, de 0,5 à 821 l/s pour la Gagnière, de 43 à 832 l/s pour la Cèze amont et de 5 à 760 l/s pour l’Auzonnet.

FIG.9 — COURBE DE TARAGE DE LA STATION DE LA CÈZE AUX FOURNELS EN 2018-2019

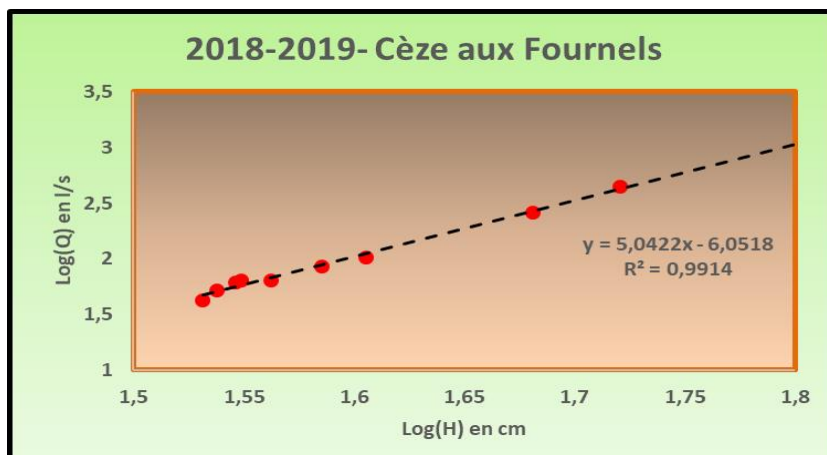
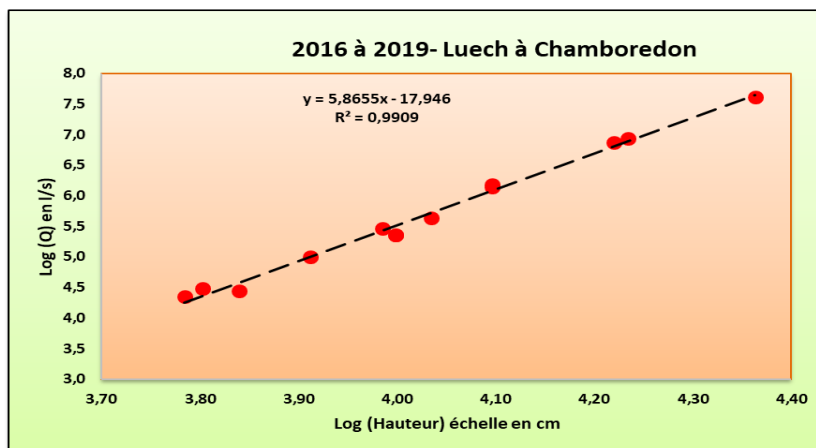


FIG.10 — COURBE DE TARAGE DE LA STATION DU LUECH À CHAMBOREDON DE 2016 À 2019



Les plus faibles débits jaugés en 2019 sont tous inférieurs aux débits mesurés en 2018, mais en général sans atteindre les valeurs voisines du zéro de la station, à l'exception de la station de la Gagnière (débit <math><0,5\text{ l/s}</math>) et de l'Auzonnet (5 l/s). Pour des valeurs encore plus faibles, la relation linéaire ne doit vraisemblablement plus être valable, et la valeur de hauteur correspondant à un débit nul devrait être obtenue par un lever topo, en s'appuyant sur la cote du seuil qui contrôle naturellement la station.

4.3 Construction des courbes de tarage

La situation de l'année 2019 entre mai (fin des moyennes eaux) et fin septembre (étiage tardif) a permis d'inventorier une partie intéressante des débits de moyennes et basses eaux.

L'analyse des coefficients de détermination lors du calcul de la courbe de tarage conduit à constater que pour les différentes stations, la courbe est de bonne qualité et offrira une précision importante surtout si elle peut être étendue et perfectionnée.

Cela étant la validité réelle de ces courbes ne s'entend qu'entre les valeurs jaugées correspondant à des hauteurs particulières nonobstant toutes les incertitudes indiquées.

4.4 Méthodologie de traitement des enregistrements

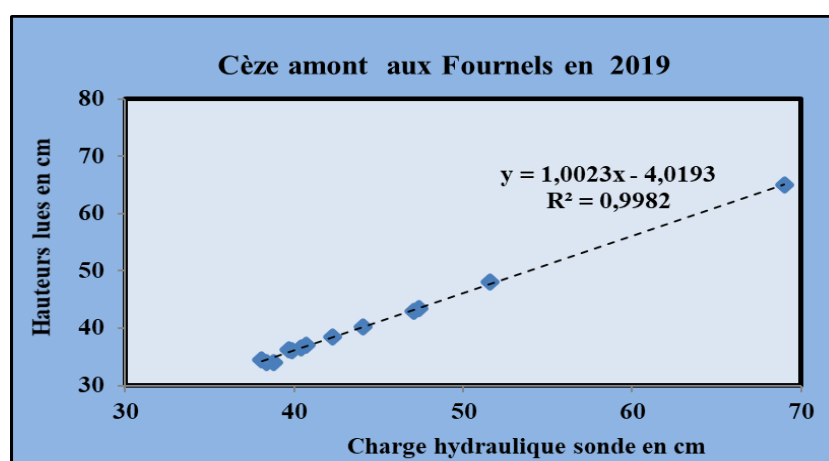
À chaque passage et particulièrement lors de chaque jaugeage, l'opérateur relève le niveau d'eau par une lecture de l'échelle limnimétrique (H_{lu}). Que la sonde soit sortie de l'eau pour la décharger ou non, celle-ci enregistre, à la même heure, la charge hydraulique qu'elle supporte (C).

Il devient alors possible de traiter statistiquement la relation entre la charge et la hauteur lue, d'en tirer un modèle, lequel sera utilisé pour recalculer les données enregistrées de façon à ce qu'elles correspondent aux niveaux lisibles sur l'échelle limnimétrique ; c'est-à-dire aux niveaux observés au moment des jaugeages.

Cette relation est donc essentielle. Ces dernières sont toutes de forme linéaire et sont hautement significatives entre la hauteur enregistrée et la hauteur lue sur l'échelle (Fig.11 et 12). Elles permettent de moyenner de petites erreurs résiduelles.

Un exemple est donné par la figure 11, pour la station de la Cèze amont en 2018 — 2019. La relation donnée dans la figure 12, pour une dizaine de passages durant l'été, est excellente.

FIG. 11 — RELATION ENTRE LA CHARGE HYDRAULIQUE ET LES HAUTEURS LUES SUR L'ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE DE LA CÈZE AMONT AUX FOURNELS EN 2019



Il reste cependant parfois un problème avant de faire correspondre les hauteurs d'eau aux débits jaugés. C'est la question des interventions intempestives et le plus souvent inconscientes d'utilisateurs de la rivière (touristes, enfants...).

Évidemment, cette élévation du niveau de l'eau est enregistrée par la sonde. Nos équipes, lorsqu'elles passent vérifier et récupérer les enregistrements, détruisent ces petits barrages produisant ainsi un abaissement tout aussi artificiel du niveau de l'eau qui est lui aussi enregistré. En conséquence au moment du dépouillement des données il faut corriger ces variations et cela ne peut se faire qu'à la main après une lecture du limnigramme en soustrayant une hauteur de quelques centimètres à la mesure de hauteur d'eau entre le moment de la construction du barrage (souvent en milieu de journée) et l'heure de passage de nos équipes.

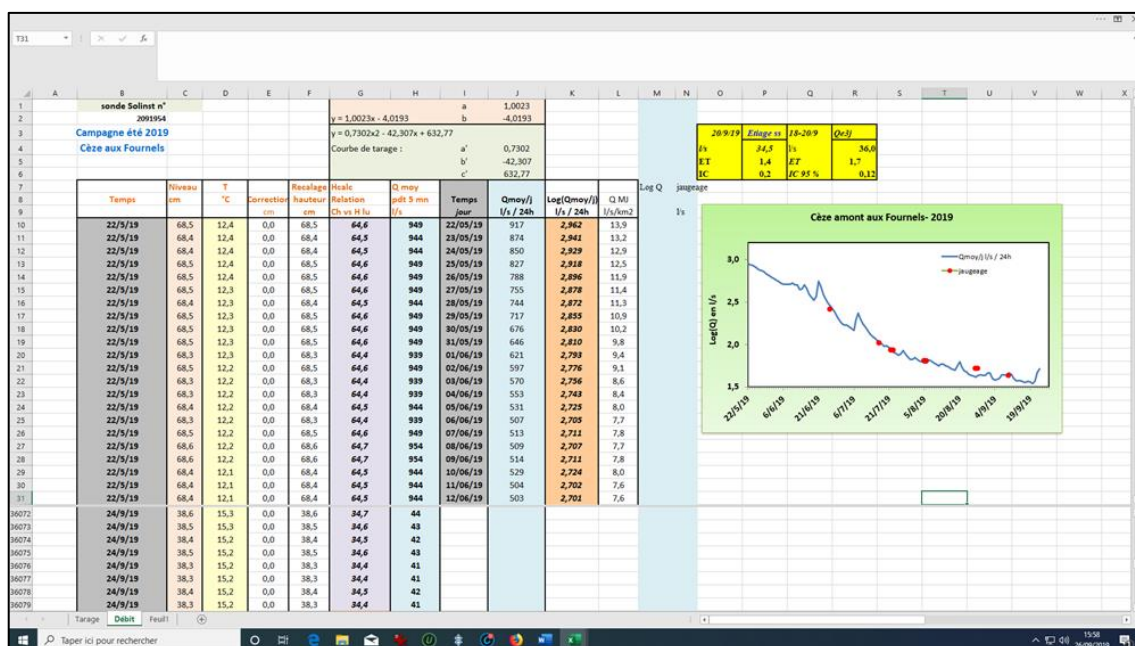
Dans la mesure du possible, on essaye de garder une certaine progressivité dans la soustraction lors de la montée du plan d'eau (si celui-ci se remplit lentement) et au contraire d'introduire un abaissement assez rapide lors de la destruction du barrage, car la vidange se fait très vite. La figure 5 montre une élévation du plan d'eau de 7 cm provoquée par le développement progressif du bouchon de feuilles et de branchages par un castor, puis l'élévation d'un barrage. Malgré le soin apporté à la correction, la courbe reconstituée en vert reste entachée d'une petite incertitude.

FIG.12 — RELATION ENTRE LA CHARGE HYDRAULIQUE ET LA VALEUR LUE SUR L'ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE EN 2019 POUR LES CINQ STATIONS ÉTUDIÉES

Cours d'eau	Localisation	Relation	R ²
Homol	Davaladou	1,2371 x - 21923	0,9830
Luech	Chamboredon	0,8796 x + 8,9932	0,9717
Cèze amont	Fournels	1,0023 x - 4,0193	0,9982
Gagnière	Confluence Abeau	1,0013 x+ 0,1289	0,9951
Auzonnet	Pont d'Auzon	0,9850 x+ 8,7543	0,9985

À partir de ces valeurs de hauteur calculées à cinq minutes, nous avons déterminé le débit sur le même pas de temps, pour obtenir ensuite le débit moyen journalier, donc sur vingt-quatre heures en moyennant deux cent quatre-vingt-huit valeurs de débits.

FIG.13 — EXEMPLE DE FEUILLE DE CALCUL EXCEL POUR LE TRAITEMENT DES DÉBITS À 5 MN ET DES DÉBITS MOYENS JOURNALIERS ET DE SA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE



À l'issue de toutes ces corrections et validations, en croisant les hauteurs calculées et les valeurs jaugées, il devient possible de tester la relation entre les débits jaugés et les débits obtenus au bout de toute la

chaîne de calculs. Ces éléments, tout comme la comparaison entre les débits calculés et jaugés, permettent d'avoir une meilleure idée de la véracité des débits obtenus.

La figure 13 présente une feuille de calcul — ici, pour la Cèze amont 2019 — avec les deux équations utilisées pour la transformation des charges hydrauliques en hauteur échelle (rose), et la courbe de tarage (vert clair).

De gauche à droite, on trouve : les données brutes enregistrées (en C et D : H sonde, la température de l'eau), les corrections possibles pour supprimer l'effet du barrage (colonnes E et F), la hauteur corrigée par application de la relation (G), puis le débit au pas de temps de 5 minutes (H). Enfin, le débit moyen journalier (1/s en 24 h) dans la colonne J et sa transformation en log (colonne K), permettent de dessiner la figure des débits. Au-dessus, se trouve en jaune, la valeur de l'étiage : étiage vrai et Qe₃.

5 Les stations suivies en 2019

5.1 Station du Davaladou sur l'Homol

Cette station se trouve à une cinquantaine de mètres de la D 156, et accessible par un petit sentier de randonnée traversant l'Homol sur un pont noyé (Fig.14), en remontant la rive droite sur une centaine de mètres. Elle est située sur la partie aval de l'Homol, sur la commune de Sénéchas et à deux kilomètres et demi en amont du barrage de Sénéchas. Longitude : 4°01' 25,70 " E ; latitude : 44°19' 23,00 " N ; altitude : 298 m ; superficie du bassin versant : 31,8 km².

FIG.14 — BASSIN VERSANT ET LOCALISATION DE LA STATION DE DAVALADOU (SÉNÉCHAS) SUR L'HOMOL



5.1.1 Présentation de la station

En rive droite du cours d'eau, une sonde Levelogger est positionnée au fond de l'eau, protégée par son fourreau métallique ancré dans le rocher (Fig.15). Elle est extraite pour le transfert des données sur un ordinateur portable.

À quelques mètres, cachée dans les rochers se trouve la sonde barométrique. Le niveau de l'eau est contrôlé lors des relevés hebdomadaires par une échelle positionnée à partir d'un repère fixe (goujons de fixation). Au même endroit, mais en rive gauche, se trouve l'échelle de l'ancienne station gérée par le Département, pour la gestion du barrage de Sénéchas. La station est par ailleurs un point de baignade et de jeux, ce qui se traduit par la réalisation de barrages plus ou moins éphémères, compliquant le suivi des niveaux durant une partie de l'été.

Sur ce site, le Conseil départemental du Gard, disposait d'une station hydrométrique dans le cadre de la gestion du barrage de Sénéchas, station maintenant abandonnée qui a du fonctionner une vingtaine d'années à partir de 1990. Cette station comportait une échelle limnimétrique — toujours en place et presque détarée en basses eaux — et un limnigraphe (bulle à bulles ?) placé dans une armoire à une dizaine de mètres au-dessus de la rivière.

FIG.15 — STATION DU DAVALADOU SUR L'HOMOL EN 2019 ; EN HAUT À GAUCHE, SEUIL AVAL CONTRÔLANT LE NIVEAU D'EAU À LA STATION (PETIT BARRAGE DE BLOCS) ; À DROITE ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE ET TUBE GUIDE DE SONDE ; BAS À GAUCHE, BARRAGE EN RIVE DROITE LE 23/07 ; BAS À DROITE, ÉCHELLE DE L'ANCIENNE STATION DU CD30

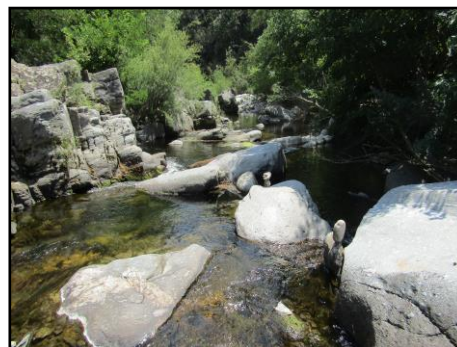
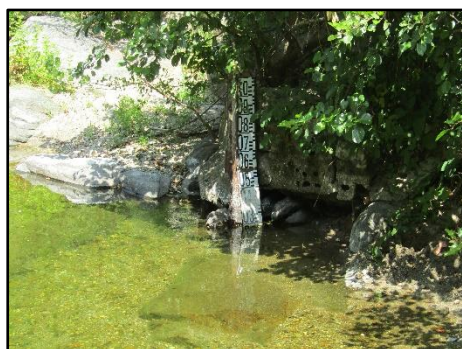


FIG.16 — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU SYSTÈME DE MESURE SUR L'HOMOL À DAVALADOU (SÉNÉCHAS) EN 2019

Sonde	Donnée produite	Emplacement	Mise en place TU	Fermeture TU	N° sonde	Fréquence de la mesure
Levellogger	T (°C), niveau et conductivité (µS/cm)	Voir carte	07/05/2019 à 12 h 00	22/10/2019 à 10 h 05	1 072 830	5 mn
Barologger	Pression atmosphérique et T (°C)	Voir carte	07/05/2019 à 12 h 00	28/08/2019 à 11 h 45	2 066 798	5 mn
Barologger	Pression atmosphérique et T (°C)	Voir carte	24/09/2019 10 h 45	22/10/2019 10 h 20	2 074 286	5 mn

Au droit de la station, l'eau court sur des dalles granitiques, assurant un seuil de très bonne qualité. Toutefois, ce site discret est un point recherché par des estivants, et durant la saison chaude, des aménagements temporaires visant à remonter le plan d'eau peuvent compliquer la mesure des débits, surtout si les tournées sont espacées. Ce type d'aménagement temporaire a été réalisé à plusieurs reprises durant le mois d'août 2019, rendant la qualité des mesures moins bonne entre le 6 et le 28 août.

Les mesures ont été compliquées d'une part, à cause de ces barrages temporaires, mais aussi par le dysfonctionnement de la sonde barométrique. La compensation a été obtenue en utilisant la sonde baro la plus proche en altitude, celle de Chamboredon (210 m contre 270 m à Davaladou), mais la correction

obtenue apporte des imprécisions importantes qui affectent la période allant du 28 août au 24 septembre. Le 24 septembre, une sonde barométrique de remplacement a été mise en place. Les débits obtenus pour ces trois périodes concernées sont identifiés dans la figure 20.

5.1.2 Tableau des jaugeages

Les trois jaugeages de 2019, réalisés une cinquantaine de mètres à l'aval de la station de mesure, et dans le voisinage du pont noyé qui enjambe l'Homol sont tous de bonne qualité. Ils recourent et complètent heureusement les jaugeages effectués en 2017 et 2018, qui avaient déjà conduit à une courbe robuste (Fig.17).

FIG.17 — JAUGEAGES RÉALISÉS PAR DILUTION À LA STATION DE DAVALADOU (SÉNÉCHAS) SUR L'HOMOL EN 2019 (SEULES SONT NOTÉES — PAR DES X, DE 0 À 3X — LES QUALITÉS DES JAUGEAGES AU SEL)

Date	Heure TU	Technique	Qualité	H (cm)	Q (l/s)	Conductivité (µS/cm)	Équipe	Observations
07/05/2019	12 h 00	Dilution	XXX	68,0	815	68	JMD-JFD	
06/08/2019	12 h 05	Dilution	XX	37,9	76	84	LL-HDC-JFD	Petit barrage
28/08/2019	11 h 40	Dilution	XXX	37,0	58,6	85	HDC-JMD	

5.1.3 Chronique de récupération des données

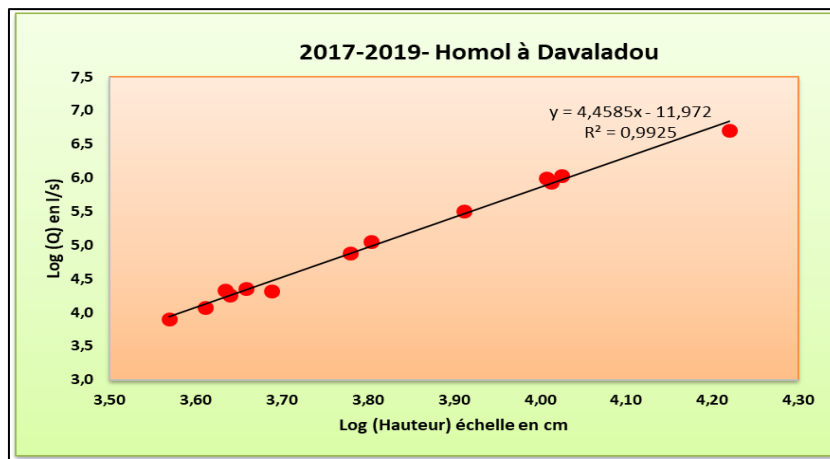
La chronique des treize fichiers récupérés au cours des tournées s'étend du 7 mai au 22 octobre 2019. Elle a été unifiée en une seule chronique avec un recalage des hauteurs d'eau à partir de la relation établie entre la charge hydraulique sur la sonde et la hauteur lue à l'échelle limnimétrique pour la période allant du 07/05 au 24/09 (Fig.18). Une nouvelle relation a été calculée pour la période allant du 24/09 au 22/10/2019, à partir de la nouvelle sonde baro (en grisé dans le tableau). Quant à la période intermédiaire où la compensation barométrique dépendait de la pression de l'air mesurée à Chamboredon, les relevés sont indiqués en italique dans la même figure.

FIG.18 — PÉRIODES DE FONCTIONNEMENT CONTINU DE LA SONDE À DAVALADOU EN 2019

Début	Fin	H début (TU)	H fin (TU)	Observations
07/05/2019	26/06/2019	12 h 00	11 h 10	5 mn
26/06/2019	03/07/2019	11 h 10	11 h 25	5 mn
03/07/2019	10/07/2019	11 h 25	11 h 25	5 mn
10/07/2019	17/07/2019	11 h 40	11 h 00	5 mn
17/07/2019	23/07/2019	11 h 05	11 h 30	5 mn
23/07/2019	31/07/2019	11 h 40	11 h 30	5 mn
31/07/2019	06/08/2019	11 h 40	11 h 30	5 mn
06/08/2019	13/08/2019	12 h 10	10 h 35	5 mn
13/08/2019	19/08/2019	10 h 45	12 h 45	5 mn
19/08/2019	28/08/2019	12 h 45	11 h 35	5 mn
28/08/2019	10/09/2019	11 h 45	11 h 40	5 mn
10/09/2019	24/09/2019	11 h 50	10 h 30	5 mn
24/09/2019	14/10/2019	10 h 45	11 h 15	5 mn
14/10/2019	22/10/2019	11 h 20	10 h 05	5 mn et démontage

5.1.4 Courbe de tarage

La courbe de tarage de la station de Davaladou (Fig. 19) utilise tous les jaugeages réalisés depuis 2017.

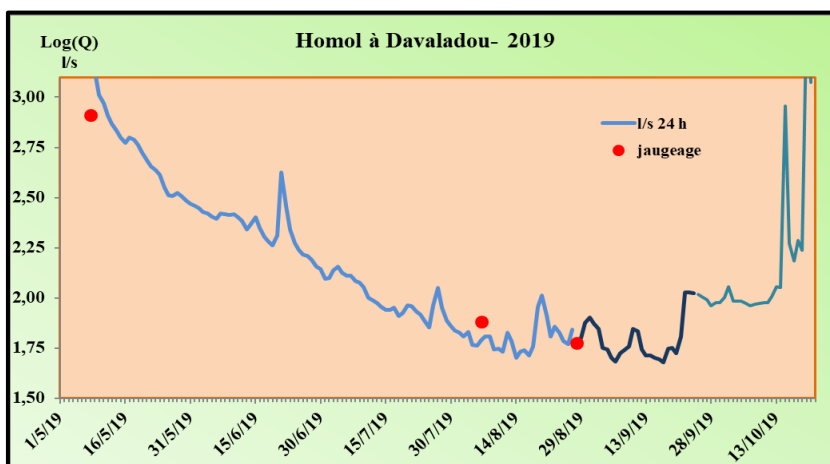


5.1.5 Hydrogramme et éléments de fonctionnement

La figure 20 présente la chronique des débits moyens journaliers avec une échelle log, du 8 mai au 21 octobre. Les jaugeages instantanés sont également indiqués. Comme a déjà été signalé, les débits calculés sont de bonne qualité jusqu’au 28 août, et après le 24/09 à 10 h 40. Entre les deux, ils sont moins sûrs.

La période considérée apparaît comme une longue récession, du 8 mai au 17 août dont la décroissance est juste perturbée par les crues des 21 juin (421 l/s), du 27 juillet (112 l/s) et du 19-20/08 (110 l/s). Les débits sont imprécis durant un mois (20/08-24/09), période où se situe l’étéage *sensu stricto* le 17 septembre (39,5 +/- 0,2 l/s) et le Qe3, entre le 15 et le 17/09 (41,5 +/- 0,1 l/s). Les débits sont plus étayés à partir du 24 septembre (petite crue des 23-24/09), et ils se maintiennent autour des 100 l/s jusqu’au 12 octobre. La recharge se fait progressivement ; elle est entrecoupée de la crue du 15/10 (moyenne de 902 l/s en 24 h, puis de celle du 20 octobre (3028 l/s). Au moment du démontage, le 22 octobre à 10 h TU, le débit était de 790 l/s.

FIG.20 — HYDROGRAMME DE L’HOMOL À DAVALADOU (SÉNÉCHAS) EN 2019 — EN ROUGE, JAUGEAGE ; EN BLEU CLAIR ET EN VERT, NIVEAUX COMPENSÉS AVEC UNE SONDE DE PRESSION SUR SITE ; EN NOIR COMPENSATION AVEC SONDE BARO DE CHAMBOREDON



5.2 Station du Luech à Chamboredon

Cette station a été mise en place pour la première fois au début de l’été 2013 et réinstallée pour le suivi de l’étéage estival chaque année, à l’exception de 2015 — année pour laquelle on avait uniquement réalisé un

jaugeage en très basses eaux —. Les coordonnées sont les suivantes : longitude 4° 02' 37,22 " E ; latitude, 44° 18' 24,02 " N ; altitude : 234 m ; surface du bassin drainé : 90 km².

FIG.21 — BASSIN VERSANT DU LUECH À CHAMBOREDON ET LOCALISATION DE LA STATION DE MESURES



5.2.1 Présentation de la station

FIG.22 — STATION DU LUECH À CHAMBOREDON — HAUT À GAUCHE : VUE VERS L'AMONT ; DROITE : VUE VERS L'AVAL AVEC DEUX NIVEAUX DE CONTRÔLE (SEUILS ÉMERGENTS) ; BAS À GAUCHE : AMONT EN DIRECTION DU PONT ; EN BAS À DROITE : ÉCHELLE ET SUPPORT DE SONDE



Positionnée juste sous le pont menant au hameau du Lingot, et dans un lit rocheux empêchant tout sous écoulement, la station comprend une échelle limnimétrique, placée sur un rocher en rive droite, et une sonde Levelogger installée au fond du lit, dans son tube de protection. La sonde barométrique est juste en bordure du pont et bien cachée.

L'échelle, qui est en place depuis l'été 2013, a subi à ce titre les usures du temps et plusieurs grosses crues, et elle est devenue illisible dans la gamme des hauteurs qui nous intéresse. Une échelle mobile est dorénavant posée lors de chaque tournée.

La sonde a été remise en place cette année le 7 mai. Notons qu'à proximité immédiate, le SPC Grand delta a installé une station de mesures, avec capteur positionné au milieu du pont, l'échelle de contrôle étant

sur un rocher, en face de la nôtre. Cette station télétransmise fournit les hauteurs d'eau en temps réel qui sont accessibles sur le site www.rdbrmc.com/hydroreel2/listestation.php?codestation=1099

FIG.23 — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU MATÉRIEL UTILISÉ À LA STATION DU LUECH À CHAMBOREDON EN 2019

Sonde	Donnée produite	Emplacement	Mise en place (TU)	Fermeture (TU)	N° sonde	Fréquence de la mesure
Levelogger 0-10 m	Niveau et T (°C)	Sous le pont	07/05/2019 14 h 30	29/10/2019 10 h 45	2 075 933	5 mn
Barologger	Pression atmosphérique et T (C°)	Sous le pont	07/05/2019 14 h 30	29/10/2019 10 h 45	2 062642	5 mn

5.2.2 Tableau des jaugeages

Trois jaugeages ont été réalisés en 2019, le premier, le jour de l'installation correspondant à un débit de 2025 l/s, et le plus faible, le 10 septembre, donnant 77 l/s.

FIG.24 — JAUGEAGE RÉALISÉ EN 2019 SUR LE LUECH À CHAMBOREDON) ; SEULES SONT NOTÉES — PAR DES X, DE 0 À 3X — LES QUALITÉS DES JAUGEAGES AU SEL QUI CORRESPONDENT À LA QUALITÉ DE LA COURBE DE CONDUCTIVITÉ QUI TRADUIT LE PLUS OU MOINS BON BRASSAGE DE LA SAUMURE

Date	Heure	Technique	Qualité (Dilution)	H (cm)	Q (L/s)	Conductivité (µS/cm)	Équipe
07/05/2019	12 h 45	Dilution	XXX	78,0	2025	63,2	JMD-JFD
06/08/2019	12 h 00	Dilution	XXX	48,5	88,5	211	LL-HDC-JFD
10/09/2019	12 h 30	Dilution	XXX	44,0	77,7	244	JMD-JFD

5.2.3 Chronique des récupérations de données

La sonde Solinst a fonctionné correctement sur toute la période, mais les valeurs en fin de campagne semblent douteuses.

FIG.25 — PÉRIODES DES RELEVÉS DE LA SONDE LEVELLOGGER SUR LE LUECH À CHAMBOREDON

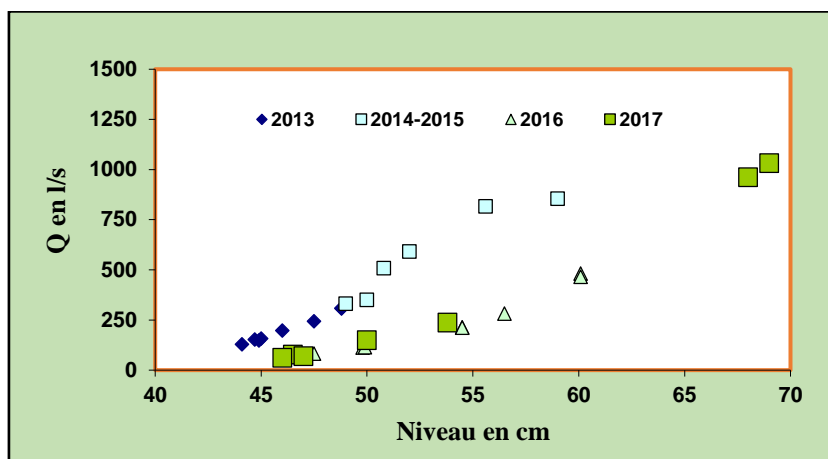
Début	Fin	H début (TU)	H fin (TU)	Observations
07/05/2019	26/06/2019	14 h 00	11 h 30	5 mn
26/06/2019	03/07/2019	11 h 35	12 h 00	5 mn
03/07/2019	10/07/2019	12 h 10	11 h 50	5 mn
10/07/2019	17/07/2019	12 h 10	11 h 40	5 mn
17/07/2019	23/07/2019	11 h 45	12 h 50	5 mn
23/07/2019	31/07/2019	12 h 15	12 h 00	5 mn
31/07/2019	06/08/2019	12 h 50	13 h 00	5 mn
06/08/2019	12/08/2019	13 h 15	12 h 00	5 mn
12/08/2019	19/08/2019	12 h 10	12 h 50	5 mn
19/08/2019	28/08/2019	12 h 15	12 h 50	5 mn
28/08/2019	10/09/2019	12 h 15	12 h 30	5 mn
10/09/2019	24/09/2019	12 h 40	11 h 50	5 mn
24/10/2019	14/10/2019	11 h 15	11 h 55	5 mn
14/10/2019	29/10/2019	12 h 50	10 h 45	5 mn et démontage

5.2.4 Courbe de tarage

La courbe de tarage à Chamboredon (Fig.10) réalisée pour la période 2016-2019 est de très bonne qualité, ce qui permet de rendre compte des débits de basses et moyennes eaux pour cette dernière campagne. Depuis 2016, il n'y a pas eu de détarage, contrairement à la période 2013-2014 (Fig.26), probablement détarée après une crue majeure de l'automne 2014. L'eau était alors passée au-dessus du pont soit à plus de six mètres, il y aurait alors eu un creusement d'environ cinq centimètres du fond au niveau de la station depuis l'automne 2014.

Des trois jaugeages effectués en 2019, deux améliorent la courbe de tarage, puisque le débit le plus faible (78 l/s) a été mesuré le 10 septembre, et que celui de mai correspond à la plus forte valeur jaugée (2025 l/s).

FIG.26 — ÉVOLUTION DES JAUGEAGES À LA STATION DU LUECH À CHAMBOREDON ENTRE 2013 ET 2017



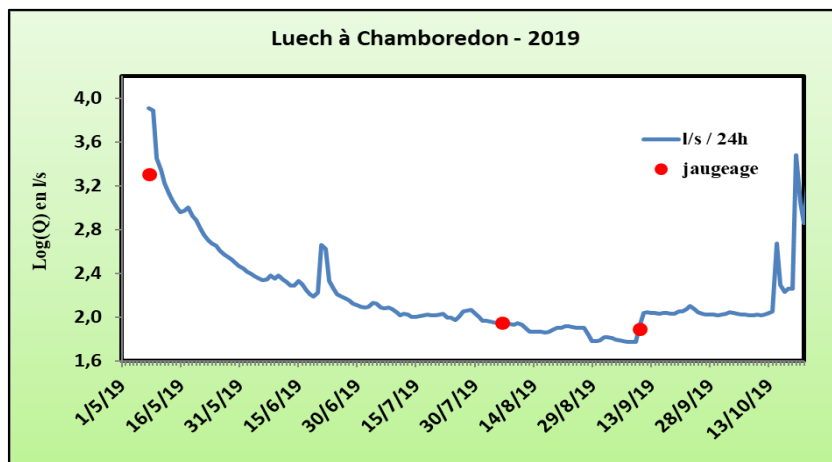
5.2.5 Hydrogramme et éléments du fonctionnement

L'hydrogramme montre une longue phase de tarissement (Fig.27), entrecoupée uniquement par la modeste crue du 21 juin (424 l/s), qui ne retarde que temporairement la baisse des niveaux. On peut noter qu'après une forte récession jusqu'au 13 mai (1350 l/s), la baisse se poursuit, mais avec une pente plus faible jusqu'au 4 juin (237 l/s), puis encore plus faible jusqu'au 10 juillet (110 l/s). Ensuite, le débit diminue jusqu'au 11 août (85 l/s).

La diminution le 28 août peut être artificielle, les variations pouvant s'expliquer soit par des pompages en amont, soit par la difficulté de mesurer ces faibles débits (incertitude sur les hauteurs d'eau mesurées, application de la courbe de tarage). À cet égard, le seul jaugeage réalisé à cette période, le 10 septembre, et qui est de bonne qualité, donne un débit instantané de 78 l/s à 12 h 30 TU, valeur à comparer avec le débit moyen calculé pour cette journée de 61 l/s). Après la toute petite crue du 22 septembre, les basses eaux se poursuivent jusqu'au début octobre. (Fig.28).

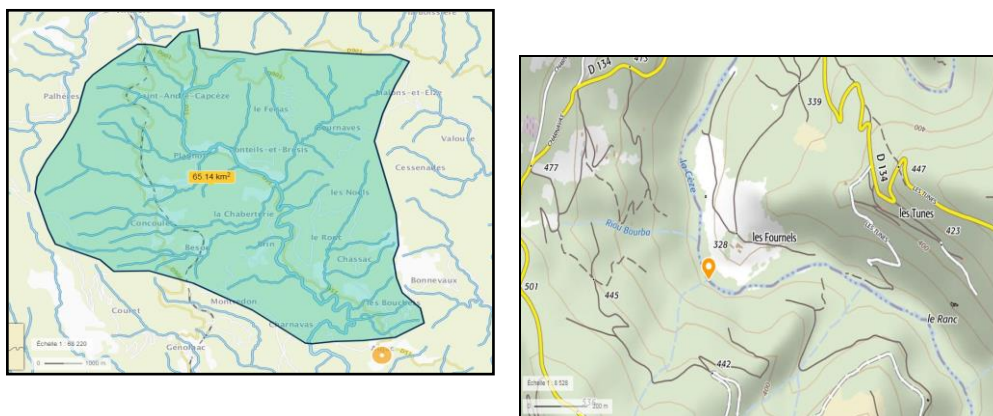
L'étiage absolu calculé avec la courbe de tarage se produit le 8 septembre, avec un débit de 59,7 +/- 0,05 l/s, et celui du Qe3J entre le 7 et le 9 septembre, avec la même valeur. Il faut noter que les débits calculés du 11/9 au 13/10 semblent douteux (remontée puis stabilisation pour une valeur moyenne de 105 l/s), sans que l'on trouve d'explication. L'étiage se termine le 15 octobre (débit moyen journalier de 472 l/s), il est de 400 l/s à la fin des observations, le 29 octobre.

FIG.27 — HYDROGRAMME DU LUECH À CHAMBOREDON DURANT LA CAMPAGNE 2019



5.3 Station de la Cèze amont aux Fournels

FIG.28 — BASSIN VERSANT DE LA CÈZE AUX FOURNELS ET LOCALISATION DE LA STATION DE MESURES



5.3.1 Présentation de la station

Le site utilisé en 2019 est celui qui se trouve 400 m en aval de la station initiale de 2018 (appelée Cèze amont-1), la rencontre avec le propriétaire des lieux, Monsieur Albert Pertus, avait permis de trouver un site de bien meilleure qualité quelques centaines de mètres à l’aval.

FIG.29 — STATION DE LA CÈZE AMONT AUX FOURNELS — À GAUCHE : AMONT DE LA STATION ; À DROITE : ÉCHELLE ET SUPPORT DE SONDE



La sonde a été mise en place le 21 mai avec une cote de 80 cm, le niveau de l'eau restant trop élevé jusqu'à cette date pour installer le matériel. Elle a été retirée le 29 octobre, avec un niveau de 74 cm

FIG.30 — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU MATÉRIEL UTILISÉ AUX DEUX STATIONS DE LA CÈZE AMONT

Sonde	Donnée produite	Emplacement	Mise en place (TU)	Fermeture (TU)	N° sonde	Fréquence de la mesure
Levelogger 0-10 m	Niveau et T (°C)	Cèze amont	21/05/2019 12 h 00	29/10/2019 10 h 50	2 091954	5 mn
Barologger	Pression atmosphérique et T (C°)	Voir carte	21/05/2019 12 h 00	29/10/2019 10 h 15	2 075888	5 mn

5.3.2 Tableau des jaugeages

Sept jaugeages ont été réalisés, pour des valeurs comprises entre 832 l/s le 7 mai et 41 l/s le 28 août.

FIG.31 — JAUGEAGES RÉALISÉS EN 2019 SUR LA CÈZE AMONT AUX FOURNELS ; SEULES SONT NOTÉES — PAR DES X, DE 0 À 3X — LES QUALITÉS DES JAUGEAGES AU SEL QUI CORRESPONDENT À LA QUALITÉ DE LA COURBE DE CONDUCTIVITÉ QUI TRADUIT LE PLUS OU MOINS BON BRASSAGE DE LA SAUMURE

Date	Heure	Technique	Qualité (Dilution)	H (cm)	Q (L/s)	Conductivité (µS/cm)	Équipe
07/05/2019	10 h 40	Dilution	XXX	80,0	832	52,6	JMD-JFD
26/06/2019	8 h 50	Dilution	XXX	48,0	256	56,9	JMD-LL
17/07/2019	9 h 50	Dilution	XXX	43,1	103	62,0	JMD-LL
23/07/2019	10 h 15	Dilution	XXX	38,5	85	65,3	JMD-LL
06/08/2019	10 h 30	Dilution	XXX	36,5	64	66,2	LL-HDC-JFD
28/08/2019	10 h 15	Dilution	XXX	34,5	41	64,7	JMD-HDC
10/09/2019	10 h 35	Dilution	XXX	34,0	42	65,0	JMD-JFD

5.3.3 Chronique des récupérations de données

La sonde Levelogger a bien fonctionné correctement sur toute la période d'observation.

FIG.32 — PÉRIODES DES RELEVÉS DE LA SONDE LEVELOGGER SUR LA CÈZE AUX FOURNELS EN 2019

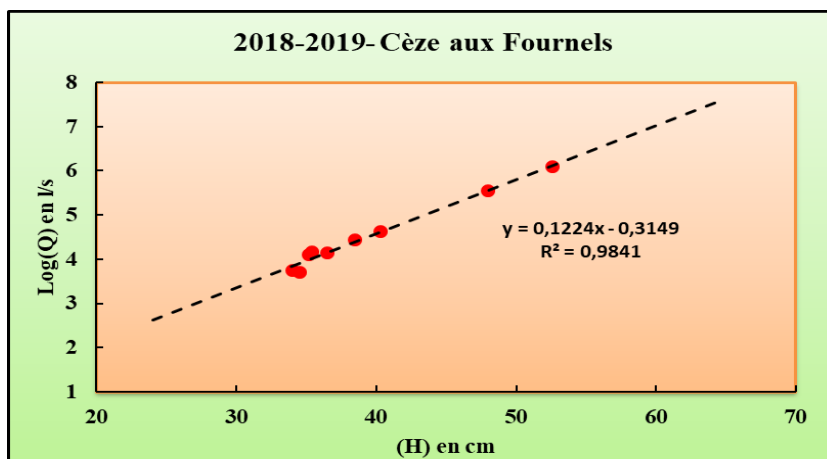
Début	Fin	H début (TU)	H fin (TU)	Observations
21/05/2019	12/06/2019	12 h 00	11 h 50	5 mn
12/06/2019	26/06/2019	11 h 15	09 h 55	5 mn
26/06/2019	03/07/2019	10 h 50	10 h 40	5 mn
03/07/2019	10/07/2019	10 h 45	09 h 55	5 mn
10/07/2019	17/07/2019	10 h 50	09 h 45	5 mn
17/07/2019	23/07/2019	09 h 55	10 h 25	5 mn
23/07/2019	31/07/2019	10 h 30	10 h 30	5 mn
31/07/2019	06/08/2019	10 h 40	10 h 40	5 mn
06/08/2019	13/08/2019	10 h 50	10 h 50	5 mn
13/08/2019	19/08/2019	10 h 15	13 h 25	5 mn
19/08/2019	28/08/2019	13 h 35	10 h 15	5 mn
28/08/2019	10/09/2019	10 h 25	10 h 30	5 mn
10/09/2019	24/09/2019	10 h 40	09 h 55	5 mn

24/09/2019	14/10/2019	10 h 00	10 h 35	5 mn
14/10/2019	29/10/2019	10 h 45	10 h 50	5 mn

5.3.4 Courbe de tarage

La courbe de tarage de la Cèze amont aux Fournels (Fig.33), comprise entre 40 et 1000 l/s, permet de rendre compte des débits de la période étudiée en 2019 concernant les moyennes et basses eaux.

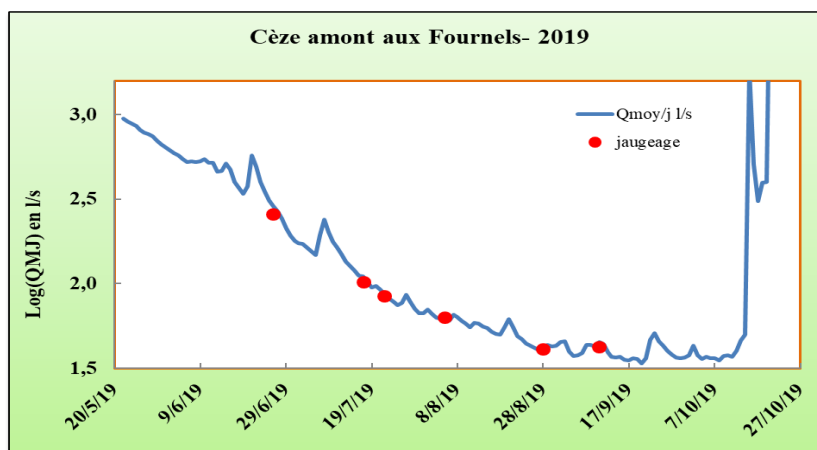
FIG.33 — COURBE DE TARAGE À LA STATION DE LA CÈZE AMONT AUX FOURNELS EN 2018-2019



5.3.5 Hydrogramme et éléments du fonctionnement

L'hydrogramme, présenté sur la figure 34, calculé avec la courbe de tarage montre l'évolution des débits moyens journaliers — ici sous forme logarithmique — au cours de la saison estivale pour la Cèze amont entre le 22 mai et le 29 octobre. On notera la très bonne adéquation entre les valeurs de débits moyens journaliers et les jaugeages instantanés.

FIG.34 — DÉBITS MOYENS JOURNALIERS DE LA CÈZE AMONT AUX FOURNELS POUR LA CAMPAGNE 2019



Ici encore, la courbe de récession est interrompue par les deux petites crues des 21 juin (558 l/s) et du 8 juillet (234 l/s), les petites pluies d'août ayant très peu d'effet sur la remontée des niveaux. Ensuite, le débit continue de baisser en septembre et l'étiage *sensu stricto* est atteint le 20 septembre (34,5 +/- 0,2 l/s), ce qui correspond à un débit spécifique de 0,53 l/s/km² et le débit moyen sur 3 jours, du 18 au 20/9 de 36,0 +/- 0,1 l/s. Les basses eaux se poursuivent jusqu'au 12 octobre, avec un débit moyen journalier (QMJ) de 37 l/s

entre le 3 et le 12/10. La fin des basses eaux a véritablement lieu avec la crue du 20 octobre (QMJ de 8300 l/s), le débit au moment du démontage le 29 octobre à 10 h TU étant de 1450 l/s.

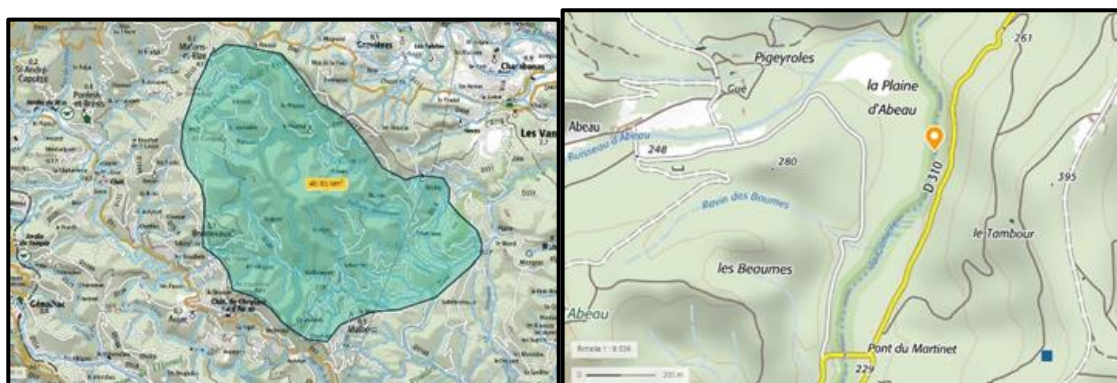
5.4 Station de la Gagnière à l'aval de la confluence avec l'Abeau

Le bassin de la Gagnière est en grande partie boisé et composé de grès, bien développés en fond de vallon. La station se trouve dans un secteur peu fréquenté. Ce cours d'eau devient intermittent en été.

À la fin août, le vol de la sonde barométrique (pression dans l'air), a nécessité de compenser la sonde Levelogger (pression dans l'eau) avec la sonde baro la plus proche en altitude, en l'occurrence, celle de Chamboredon (155 m alt), ce qui est cependant loin d'être idéal, la station de Gagnière étant à 233 m d'altitude.

En conséquence, le débit calculé pour la période correspondante, du 28 /08 au 10/09, est sujet à caution.

FIG.35 — BASSIN VERSANT DE LA GAGNIERE ET LOCALISATION DE LA STATION DE MESURES



5.4.1 Présentation de la station

FIG.36 — STATION DE LA GAGNIÈRE À L'AVAL DE LA CONFLUENCE AVEC L'ABEAU — GAUCHE : ÉQUIPEMENT DE LA STATION ; DROITE : ÉCOULEMENT LE 17 SEPTEMBRE 2019



Les coordonnées sont les suivantes : longitude : 4° 06' 17,46 " E ; latitude : 44° 21' 7,23 " N ; altitude à la station : 233 m.

Il s'agit de la même sonde que celle utilisée en 2018 sur l'Abeau.

FIG.37 — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU MATÉRIEL UTILISÉ À LA STATION DE LA GAGNIERE

Sonde	Donnée produite	Emplacement	Mise en place (TU)	Fermeture (TU)	N° sonde	Fréquence de la mesure
Levelogger 0-10 m	Niveau et T (°C)	Voir carte	12/06/2019 à 12 h 15	22/10/2019 à 9 h 00	2 089 242	5 mn
Barologger	Pression atmosphérique et T (C°)	Voir carte	12/06/2019 à 12 h 15	10/09/2019 (volée)	2 088 917	5 mn
Barologger	Pression atmosphérique et T (C°)	Voir carte	10/09/2019 à 10 h 20	22/10/2019 à 9 h 00	2 103 753	5 mn

5.4.2 Tableau des jaugeages

Huit jaugeages ont été réalisés en 2019 sur cette nouvelle station, correspondant à des débits compris entre 0,5 et 821 l/s. À partir du 6 août, les jaugeages ont été obtenus par empotement.

FIG.38 — JAUGEAGES RÉALISÉS PAR DILUTION SUR LA GAGNIERE EN 2019 (EN GRIS, PAR EMPOTEMENT) ; SEULES SONT NOTÉES — PAR DES X, DE 0 À 3X — LES QUALITÉS DES JAUGEAGES AU SEL QUI CORRESPONDENT À LA QUALITÉ DE LA COURBE DE CONDUCTIVITÉ QUI TRADUIT LE PLUS OU MOINS BON BRASSAGE DE LA SAUMURE

Date	Heure	Technique	Qualité	H (cm)	Q (l/s)	Conductivité (µS/cm)	Équipe
12/06/2019	12 h 15	Dilution	XXX	34,9	141,8	44,1	JMD-JFD
26/06/2019	08 h 30	Dilution	XXX	31,5	71,8	49,5	JMD-JFD
03/07/2019	09 h 10	Dilution	XXX	28,7	38,2	53,2	JMD-LL
17/07/2019	08 h 20	Dilution	XXX	25,5	12,2	52,6	JMD-LL
23/07/2019	08 h 40	Dilution	XXX		8,3	59,7	JMD-LL
31/07/2019	11 h 05	Dilution	XXX	22,5	6,0	81,8	JMD-LL
06/08/2019	08 h 40	Empotement	X	20,5	2,5	?	LL-HDC
28/08/2019	09 h 20	Empotement	XXX	20,5	0,7	?	JMD-JFD
10/09/2019	09 h 00	Empotement	XX	18,4	0,5	74,5	JMD-JFD

5.4.3 Chronique des récupérations de données

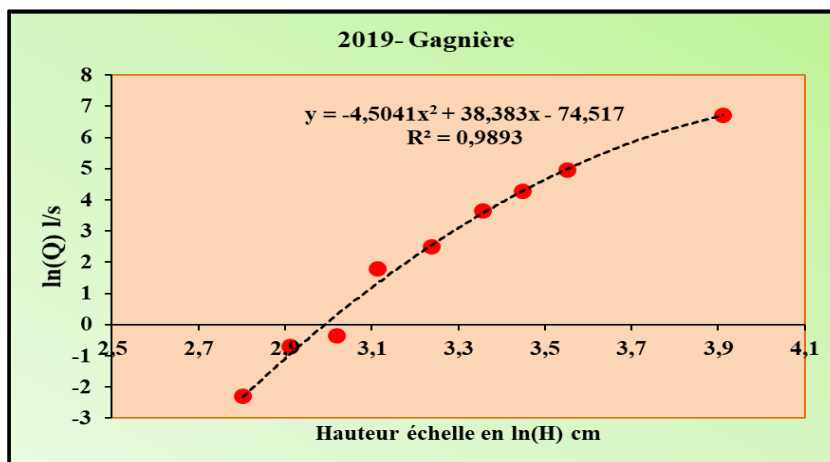
FIG.39 — PÉRIODES DES RELEVÉS DE LA SONDE LEVELOGGER SUR LA GAGNIÈRE EN 2019

Début	Fin	H début (TU)	H fin (TU)	Observations
12/06/2019	26/06/2019	12 h 15	8 h 40	5 mn
26/06/2019	03/07/2019	8 h 50	9 h 20	5 mn
03/07/2019	10/07/2019	9 h 30	9 h 00	5 mn
10/07/2019	17/07/2019	9 h 10	8 h 25	5 mn
17/07/2019	23/07/2019	8 h 30	8 h 45	5 mn
23/07/2019	31/07/2019	8 h 50	9 h 15	5 mn
31/07/2019	06/08/2019	9 h 20	8 h 35	5 mn
06/08/2019	13/08/2019	8 h 40	9 h 15	5 mn
13/08/2019	19/08/2019	9 h 20	14 h 20	5 mn
19/08/2019	28/08/2019	14 h 30	9 h 15	5 mn
28/08/2019	10/09/2019	9 h 25	9 h 00	5 mn (*) baro volée
10/09/2019	24/09/2019	9 h 20	9 h 50	5 mn
24/09/2019	14/10/2019	9 h 15	9 h 50	5 mn
14/10/2019	22/10/2019	9 h 55	9 h 20	5 mn et démontage

La récupération des données n'a pas posé de problème particulier jusqu'au 10 septembre, jour où il a été constaté la disparition de la sonde barométrique (vol). Une nouvelle sonde barologger a été mise en remplacement le même jour. Courbe de tarage

La courbe de tarage de la Gagnière, obtenue avec 9 jaugeages entre 0,5 et 142 l/s, montre un bon ajustement des points selon une loi polynôme d'ordre 2, après conversion des hauteurs et des débits en logarithmes népériens et permet de calculer la gamme des débits de zéro à 1000 l/s, ce qui couvre l'ensemble des débits de l'été.

FIG.40 — COURBE DE TARAGE À LA STATION DE LA GAGNIERE DURANT L'ÉTIAGE 2019

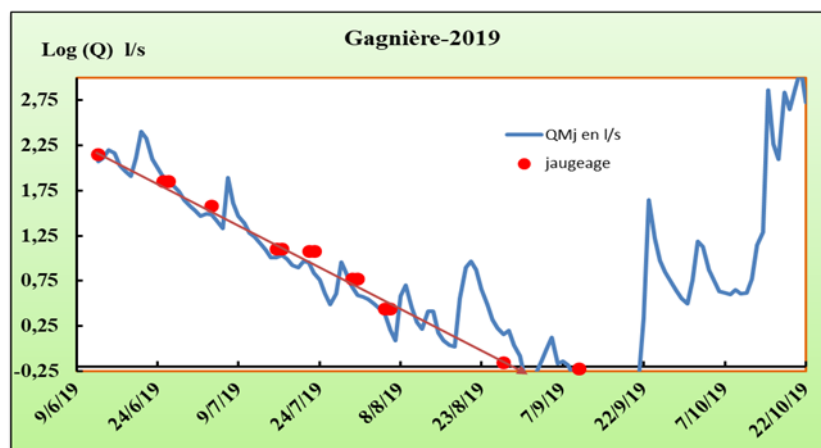


5.4.4 Hydrogramme et éléments du fonctionnement

L'hydrogramme de la figure 41 est complet pour la période allant du 13 juin au 22 octobre 2019.

Les débits décroissent fortement régulièrement jusqu'à pratiquement l'assèchement du bassin versant vers le 31 août. Un petit épisode de pluie le 20 août a momentanément fait gonfler le débit, qui passe de 1 l/s le 19/8 à 5 h 20 TU à 9 l/s le 20/8 à 20 h 15 TU. Ensuite, les valeurs restent faibles (la figure, sous forme logarithmique, exagérant fortement les faibles débits).

FIG.41 — HYDROGRAMME DE A GAGNIÈRE DURANT LA CAMPAGNE 2019



La petite taille du bassin versant, ainsi que les pertes d'eau souterraines, conduit à des débits modestes. On relève 120 l/s le 13 juin, puis 33 l/s le 1^{er} juillet, 4 l/s le 1^{er} août, 0,3 l/s le 1^{er} septembre et 3 l/s le 30

septembre. Le débit juste avant la recharge le 11 octobre reste toujours très faible (4,1 l/s), et il n'est pas exclu que des assècs se soient produits sur certains tronçons au plus bas de la saison.

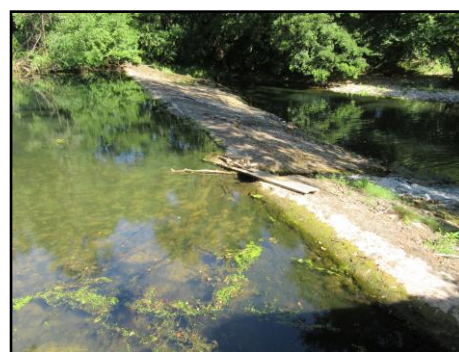
Dans ces conditions l'étiage absolu, compte tenu des incertitudes sur de si faibles débits, s'est produit le 13 septembre (0,28+/-0,01 l/s soit 0,006 l/s/km²), et le débit moyen des 3 jours à plus faible débit est de 0,32 +/- 0,01 l/s.

On remarquera par ailleurs que l'on peut situer la date de la presque totalité de la vidange de l'aquifère aux alentours de début septembre, en suivant la pente de la récession.

5.5 Station de l'Auzonnet en amont du pont d'Auzon

5.5.1 Présentation de la station

FIG.42 — STATION DE L'AUZONNET EN AMONT DU PONT D'AUZON — À GAUCHE : VUE DU SEUIL LE 10 JUILLET 2019 ; À DROITE : LE SEUIL DÉGAGÉ, LE 10 SEPTEMBRE



Cette station située sur la commune de Boisson s'appuie sur un grand seuil construit d'une vingtaine de mètres de large, de façon à assurer une prise d'eau (*béal*) en rive droite. La sonde et le support d'échelle sont positionnés également en rive droite, contre le seuil, sur une bordure maçonnée. Le seuil est échancré dans son premier tiers en rive droite, et présente une goulotte d'une vingtaine de centimètres de large, et d'une profondeur de 15 cm, assurant l'écoulement lors des très faibles débits.

La section à cet endroit n'est pas idéale dans la mesure où la largeur du cours d'eau entraîne de relativement faibles variations de niveau durant les basses eaux.

FIG.43 — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU MATÉRIEL UTILISÉ À LA STATION DE L'AUZONNET

Sonde	Donnée produite	Emplacement	Mise en place (TU)	Fermeture (TU)	N° sonde	Fréquence de la mesure
Levelogger 0-10 m	Niveau et T (°C)	Voir carte	03/05/2019 à 12 h 00	22/10/2019 à 8 h 25	2089 220	5 mn
Barologger	Pression atmosphérique et T (°C)	Voir carte	03/05/2019 à 12 h 00	22/10/2019 à 8 h 40	2088 910	5 mn

Cet ouvrage est positionné environ 400 mètres en amont du pont sur l'Auzonnet qui enjambe la D 37, au pied duquel se trouve une station hydrométrique gérée par le SPC Grand delta :

(<https://www.rdbmrc.com/hydroreel2/station.php?codestation=1106>).

Le site retenu par ESPACE est discret et attire très peu de baigneurs, et s'était révélé finalement propice aux mesures de basses eaux en 2018. En 2019, une complication majeure a été l'obstruction à plusieurs reprises de la goulotte, par des bois d'assez gros calibres, qui ont été retirés à chaque passage pour connaître le niveau exact de l'eau. Compte tenu du plan d'eau en amont de la retenue, il fallait plusieurs heures pour retrouver le niveau naturel.

5.5.2 Tableau des jaugeages

Huit jaugeages ont été réalisés par l'UMR ESPACE en 2019, donnant des débits compris entre 5 et 760 l/s, selon la technique de dilution par injection totale jusqu'au 26 juin, puis au courantomètre (jaugeages des 10 et 23/07), enfin, par empotement pour les débits inférieurs à 10 l/s. Cette technique a permis de jauger de façon assez fiable le débit dans le tronçon sous le seuil, alors que la méthode par dilution était inopérante. Cependant, ces derniers résultats restent assez imprécis dans la mesure où le débit restait fort au regard de la capacité du seau utilisé (20 litres).

Enfin, le *béal* crée une petite prise d'eau juste au niveau du bief. Les observations de 2018 avaient conduit à ne plus tenir compte de ce détournement d'eau après le 1^{er} juillet. La situation hydrologique de cette année en début de campagne a confirmé la faiblesse du détournement de l'eau dans ce *béal*.

FIG.44 — JAUGEAGES RÉALISÉS EN 2019 SUR L'AUZONNET EN AMONT DU PONT D'AUZON (EN GRIS, JAUGEAGES PAR EMPOTEMENT) ; SEULES SONT NOTÉES — PAR DES X, DE 0 À 3X — LES QUALITÉS DES JAUGEAGES AU SEL QUI CORRESPONDENT À LA QUALITÉ DE LA COURBE DE CONDUCTIVITÉ QUI TRADUIT LE PLUS OU MOINS BON BRASSAGE DE LA SAUMURE

Date	Heure	Technique	Qualité (Dilution)	H (cm)	Q (l/s)	Conductivité (µS/cm)	Équipe
03/05/2019	7 h 50	Dilution	XXX	60,0	759	523	JMD
26/06/2019	7 h 30	Dilution	XX	51,8	114	620	JMD-LL
10/07/2019	8 h 00	Dilution	XX	44,5	76	682	JMD-LL
23/07/2019	7 h 35	Dilution	XXX	36,0	10	649	JMD-LL-HDC
06/08/2019	7 h 50	Empotement	X	38,0	10	664	LL-HDC-JFD
13/08/2019	8 h 10	Empotement	X	32,5	5	684	LL-HDC
28/08/2019	8 h 15	Empotement	X	33,9	7	?	JMD-HDC
10/09/2019	7 h 55	Empotement	X	33,5	8,7	645	JMD-JFD

5.5.3 Chronique des récupérations de données

FIG.45 — PÉRIODES DES RELEVÉS DE LA SONDÉ LEVELOGGER SUR L'AUZONNET EN 2019

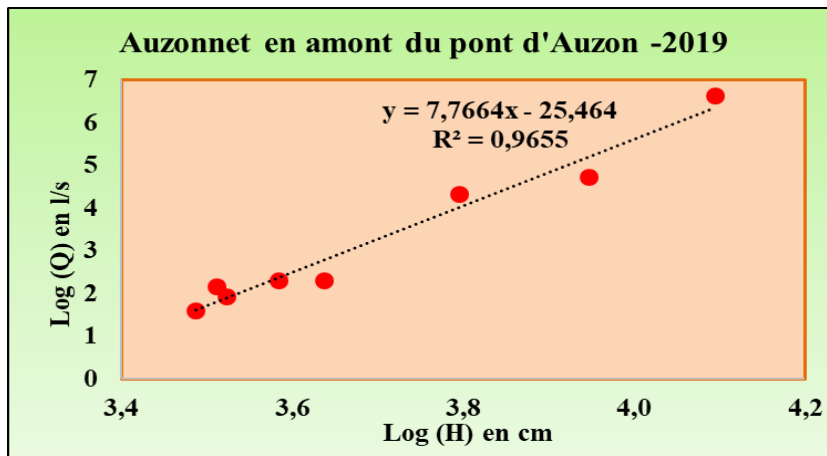
Début	Fin	H début (TU)	H fin (TU)	Observations
03/05/2019	26/06/2019	12 h 00	7 h 30	5 mn
26/06/2019	03/07/2019	7 h 35	8 h 00	5 mn
03/07/2019	10/07/2019	8 h 50	7 h 55	5 mn
10/07/2019	17/07/2019	8 h 50	7 h 30	5 mn
17/07/2019	23/07/2019	7 h 35	7 h 35	5 mn
23/07/2019	31/07/2019	7 h 40	8 h 50	5 mn
31/07/2019	06/08/2019	8 h 10	7 h 50	5 mn
06/08/2019	13/08/2019	7 h 10	8 h 15	5 mn
13/08/2019	20/08/2019	8 h 20	15 h 25	5 mn
20/08/2019	28/08/2019	15 h 30	8 h 15	5 mn
28/08/2019	10/09/2019	8 h 20	8 h 00	5 mn
10/09/2019	24/09/2019	8 h 50	8 h 50	5 mn
24/09/2019	14/10/2019	8 h 20	9 h 50	5 mn
14/10/2019	22/10/2019	9 h 15	8 h 25	5 mn et démontage

La récupération des données n'a pas posé de problème particulier.

5.5.4 Courbe de tarage

Les points de jaugeage de l'Auzonnet en amont du pont d'Auzon s'alignent sur une droite une fois convertis débits et niveaux en logarithmes (Fig.46). Cependant, si cette loi fournit des débits sûrs dans la gamme des basses et très basses eaux, il est probable que l'extrapolation au-dessus de 1000 l/s soit relativement imprécise et surestime largement les débits.

FIG.46 - COURBE DE TARAGE À LA STATION DE L'AUZONNET EN AMONT DU PONT D'AUZON DURANT L'ÉTIAGE 2019

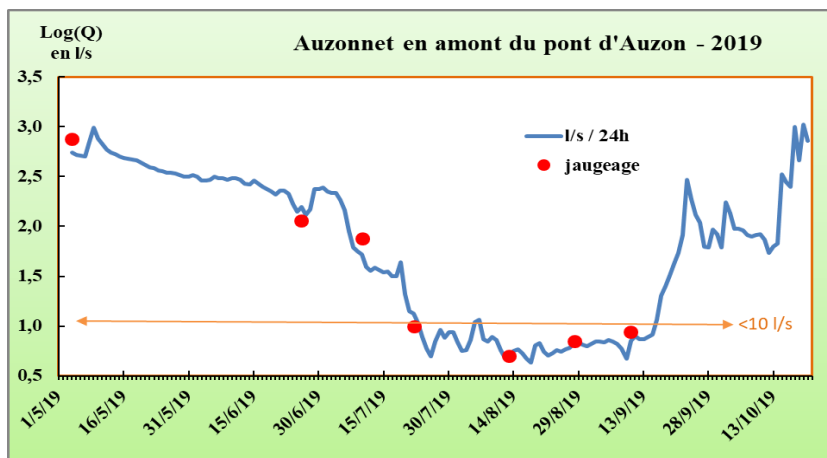


5.5.5 Hydrogramme et éléments du fonctionnement

L'hydrogramme de la figure 47 est complet pour la période allant du 4 mai au 21 octobre 2019.

Son interprétation est rendue délicate pour plusieurs raisons : courant juin et jusqu'au début juillet, la vanne du *béal* était levée, entraînant une fuite d'eau vers ce dernier, puis remise en place. Ensuite les barrages intentionnels (et/ou de castor) surélèvent la côte de plusieurs centimètres à plusieurs reprises : + 3 cm entre le 13 et le 17 juillet, ou encore + 7 cm entre le 1^{er} et le 7 septembre (Fig.5). Il n'y a plus de barrage perceptible sur l'enregistrement après cette date.

FIG.47 — HYDROGRAMME DE L'AUZONNET EN AMONT DU PONT D'AUZON DURANT LA CAMPAGNE 2019



En croisant l'enregistrement et les jaugeages ponctuels, à l'exception de la petite crue des 8 et 9 mai (passage du débit de 500 à 982 l/s), le débit décroît régulièrement jusqu'au 1^{er} juillet (246 l/s). Dans un deuxième temps, il baisse brutalement jusqu'au 12 juillet (36 l/s). Ensuite, l'écoulement — quand il n'est pas perturbé par les barrages — devient très faible. Le 25 juillet il est de 6 l/s et il reste compris entre 5 et 10 l/s jusqu'au 15 septembre, soit durant 54 jours. L'étiage aurait été atteint dès le 18 août (4,32 l/s, soit 0,03 l/s/km²), mais on observe encore un très faible débit le 9 septembre (4,7 l/s). Par la suite le niveau remonte légèrement, essentiellement avec les pluies des 21-22 septembre (20 mm à Bessèges), pour atteindre 293 l/s le 23/9, puis il rebaisse ensuite, et reste faible jusqu'au 12 octobre (55 l/s). La période des basses eaux s'achève le 14 octobre, et après les crues des 15, 18 et 20 octobre, le débit est revenu à 535 l/s (4 l/s/km²) le 22 octobre à 8 h 30 TU, au moment du démontage.

6 Comparaison des débits spécifiques en 2019

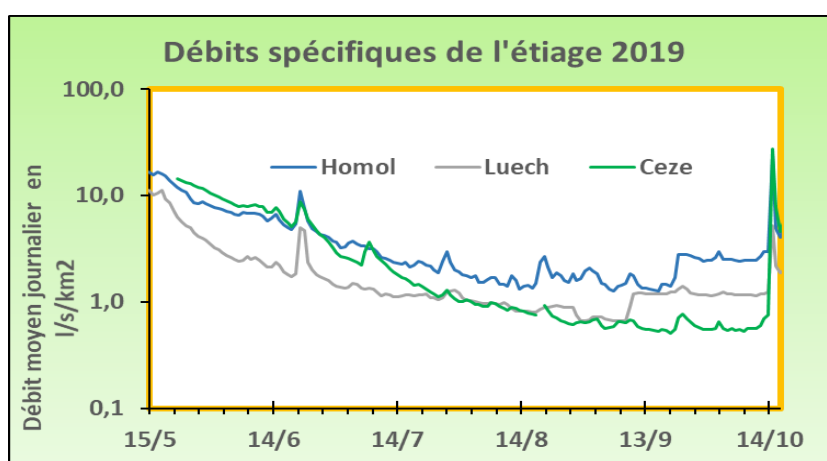
Les figures 48 et 49 présentent les variations des débits spécifiques moyens journaliers de l'étiage estival 2019, d'une part pour l'Homol, le Luech et la Cèze amont, et d'autre part pour l'Auzonnet et la Gagnière. Les trois premiers ont leur source sur le mont Lozère, la Cèze amont étant la plus orientale des trois.

Le débit est plus soutenu pour l'Homol. Les variations sont similaires pour les trois bassins jusqu'au 5 août, date à laquelle le débit spécifique de la Cèze devient équivalent à celui du Luech (1 l/s/km²), puis baisse ensuite plus fortement. Alors qu'une recharge pourrait s'opérer sur le Luech dès le 11 septembre — un doute subsiste sur cette période concernant la qualité des mesures, la sonde semblant beaucoup moins fidèle —, et à partir du 20 septembre pour l'Homol, la Cèze reste particulièrement basse jusqu'au 14 octobre.

L'étiage 2019 se produit le 8 septembre pour le Luech (QMJ de 60 l/s soit 0,7 l/s/km²), le 6 septembre pour l'Homol (débit moyen journalier de 48 l/s, soit 1,3 l/s/km²) et seulement le 20 septembre (34 l/s, soit 0,5 l/s/km²) pour la Cèze. 2019 montre des débits particulièrement faibles déjà en tête du bassin de la Cèze au cours de l'été, justifiant le positionnement de la partie amont de ce bassin (en amont du pont de Tharoux) dans le cadre des arrêtés sécheresse : du 30 juillet en vigilance de niveau 1, puis dans celui du 20 août 2019 comme étant en vigilance de niveau 2 (en crise pour la partie aval).

Pour mémoire le débit de l'étiage calculé en 2018 le 29 septembre était pour l'Homol de 1,9 l/s/km² le 29/9, de 0,9 l/s/km² pour le Luech et également de 0,9 l/s/km² pour la Cèze amont.

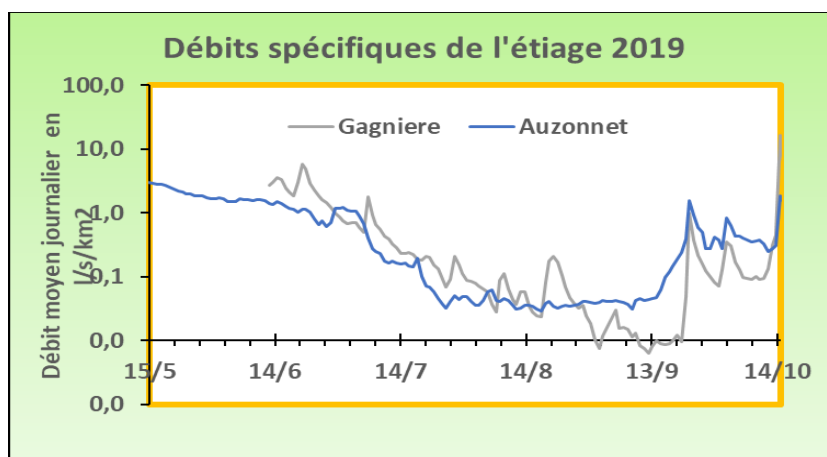
FIG.48 — COMPARAISON DES DÉBITS SPÉCIFIQUES DE L'HOMOL, DU LUECH ET DE LA CÈZE AMONT DURANT LA CAMPAGNE 2019



La situation est très différente pour les bassins versants de l'Auzonnet et de la Gagnière. Déjà identifiés en 2018, comme étant ceux qui baissaient le plus au cours de l'été, la situation 2019 est encore plus prononcée pour l'Auzonnet et la Gagnière.

Pour la période commune qui va du 13 juin au 15 octobre, la Gagnière présente un débit spécifique plus soutenu que l'Auzonnet jusqu'au 15 août, même si ces débits sont très faibles. On y relève respectivement : au 15 juin, 3,6 l/s/km² à Gagnière contre 1,5 à l'Auzonnet, au 15 juillet : 0,3 contre 0,2 et équivalent au 15 août : 0,03 l/s/km² ! Ensuite le débit s'effondre sur la Gagnière, il disparaît autour du 13 septembre, alors qu'il remonte très faiblement sur l'Auzonnet (0,04 l/s/km²), et continue d'augmenter progressivement jusqu'au 22 septembre. La crue du 23 septembre amorce un début de recharge sur les deux bassins, qui va s'intensifier avec les petites crues de la mi-octobre.

FIG.49 — COMPARAISON DES DÉBITS SPÉCIFIQUES DE LA GAGNIÈRE ET DE L'AUZONNET DURANT LA CAMPAGNE 2019



Si l'épuisement de la ressource pour la Gagnière est à rechercher dans la faiblesse des réserves en eau du bassin qui commence à présenter des pertes à proximité de la station de mesures, pour l'Auzonnet, il en est tout autrement. L'Auzonnet est alimenté dans sa partie aval par une zone karstique, le Mont Bouquet, dont les réserves souterraines alimentent ce dernier durant l'étiage estival, notamment par l'intermédiaire de l'Alauzène. Les prélèvements importants amorcés dès le début de l'été ont largement entamé les réserves, et le débit reste voisin de 10 à 15 l/s pendant 56 jours, entre le 23 juillet et le 16 septembre. Il semble bien que la modeste remontée observée après le 15 août résulte de la diminution de ces prélèvements, alors que les précipitations n'étaient pas significatives jusqu'au 21 septembre.

En conclusion, les bassins versants peuvent être classés de la manière suivante, au vu de leur débit spécifique au moment de l'étiage fin septembre début octobre 2019 :

Homol > Luech et Cèze amont > Auzonnet >> Gagnière

7 Conclusions générales

La campagne 2019 a apporté des informations intéressantes, tant du point de vue météorologique, que sur le fonctionnement des cinq bassins versants.

Techniquement, il a été possible de tester les sondes avant leur mise en place sur le terrain et voir ainsi les bonnes sondes et celles qui méritent d'être remplacées. Cette tâche doit être également effectuée à l'issue de la campagne 2019 pour détecter les sondes qui vieillissent mal. Un seul type a été utilisé, il s'agit des sondes Levelogger 0-10 m de la société Solinst, qui étaient apparues aussi plus sûres dans le cadre d'une autre étude (l'étiage 2017 dans le Gardon amont, Ph. Martin *et coll.*, 2017).

En 2019, toutes les sondes de pression dans l'eau installées dans le cadre de cette étude ont bien fonctionné, même si on peut penser à un vieillissement de la sonde utilisée sur le Luech à Chamboredon en fin de campagne. L'utilisation d'un tube support de sonde pour s'assurer de la stabilité du niveau dans le tube métallique après le relevé a confirmé que le décalage observé sur l'enregistrement, qui peut atteindre 1 à

2 cm, avec cette manipulation, était sensible durant une trentaine de minutes après le relevé. Pour le calcul du débit moyen journalier, qui utilise les 288 valeurs à 5 mn d'intervalle, ce défaut temporaire qui porte sur une moyenne de 5 à 6 valeurs n'a pas d'incidence sur le débit calculé pour une journée. Il faut noter que les sondes barométriques (pression dans l'air pour effectuer la compensation) ont connu des destins divers, compliquant les mesures à Gagnière (vol) et à Davaladou (défaut de connexion).

Il est apparu nécessaire de passer très régulièrement sur les stations, pour éviter les détarages liés à la construction de barrages temporaires par les estivants. Les stations retenues ont dans l'ensemble été peu affectées par ce type de désagrément, si ce n'est celle de l'Homol à Davaladou. La situation a été plus compliquée pour l'Auzonnet. Même si le détournement d'une petite partie du débit a pu être noté fin juin à la faveur du *béal* en rive droite, c'est surtout la faiblesse du tirant d'eau retenu par le seuil, et le contrôle hydraulique à ce niveau perturbé par des branches divers qui ont rendu délicates les mesures.

Les tournées ont été réalisées durant 25 semaines, de fin juin à mi-octobre, avec une tournée chaque semaine. Le traitement des jaugeages est effectué à l'issue du retour au bureau, et le traitement des données, à partir d'une chaîne automatisée (feuille de calcul) le même jour ou le lendemain. Il exige cependant une observation minutieuse des enregistrements, de façon à éliminer les données parasites — le plus souvent associées à des interventions humaines du type petit barrage —.

Si les courbes de tarage ont permis de fournir des débits d'étiage étayés dans la gamme des faibles débits de 2019, des mesures complémentaires seront nécessaires pour étendre davantage la connaissance des débits en moyennes eaux, et à l'inverse, pour les très faibles débits. Il reste illusoire de penser pouvoir fournir des débits supérieurs à 10 m³/s.

La station du Davaladou sur l'Homol occupe le même site que celui utilisé dès 1990 par le Conseil départemental pour la gestion du barrage de Sénéchas. Les mesures de l'UMR ESPACE ne font probablement pas double emploi, dans la mesure où l'échelle fixe semble plus ou moins hors d'eau à certains moments de l'été, et que la station a été démontée il y a plusieurs années.

Concernant le site du Luech à Chamboredon, où il y a également une autre station récente, gérée par le SPC Grand delta, notre matériel reste dédié à la mesure des faibles débits.

La station de la Gagnière a été mise en place en 2019. Bien que ce site soit discret et très peu fréquenté, il faut déplorer le vol de la sonde baro....

Le site de la Cèze amont aux Fournels a très bien fonctionné, il est à l'écart de la fréquentation estivale, et de ce fait et il est tout à fait adapté aux mesures de basses eaux.

Le rapport fournit donc des débits moyens journaliers de la campagne 2019 de juin à mi-octobre, obtenus avec les courbes de tarage actuelles, susceptibles d'amélioration plus tard.

8 Références

Suivi de l'étiage estival des bassins de la Gardonnette à Génolhac, du Luech à Chamboredon et de l'Homol à Sénéchas. Campagne 2013. (2013). Didon-Lescot J-F., Domergue J-M., Grard N., Salze D., Sichere F. Rapport pour AB-Cèze — 26 p.

Suivi de l'étiage estival des bassins de la Gardonnette à Génolhac, du Luech à Chamboredon et de l'Homol à Sénéchas. Campagne 2014. Résultats de la campagne 2014 et comparaison avec celle de 2013. (2014). Didon-Lescot J-F., Martin Ph., Domergue J-M., Grard N., Ayrat P-A. Rapport pour AB-Cèze — 31 p.

Étude du fonctionnement du *béal* de Charreneuve (commune du Chambon, Gard), durant l'étiage estival 2016 (2016). Martin Ph., Didon-Lescot J-F., Ayrat P-A., Domergue J-M., Grard N. Rapport pour AB-Cèze — 27 p.

L'étiage 2017 dans le Gardon amont (Cévennes) — projet pilote de suivi des débits d'étiage. (2017) Martin Ph., Didon-Lescot J-F., Ayrat P-A., Domergue J-M., Grard N., Pottier B. Rapport pour SMAGE des Gardons — 68 p.

Étude du fonctionnement hydrologique de l'Homol et du Luech — bassin de la Cèze — (2017). Martin Ph., Didon-Lescot J-F., Ayrat P-A., Domergue J-M., Grard N., Pottier B. Rapport pour AB-Cèze — 27 p.

Fonctionnement hydrologique des cours d'eau en amont du bassin de la Cèze - Étiage 2018 (2018). Martin Ph., Didon-Lescot J-F., Ayrat P-A., Domergue J-M., Grard N. Rapport pour AB-Cèze — 39 p.

Tableaux en annexe

Code station	Rivière	Station Lieu-dit	Surface drainée km ²	Longitude	Latitude	Altitude	Mesure Limnimètre	Mesure Atmosphère	Mesure Conductivité	Mesure Température	Résolution max
HOMOL	Homol	Davaladou	31,8	4° 01'25,70 ''E	44° 19'23,00''N	298	Oui	Oui	Non	Oui	5 mn
LUECH	Luech	Chamboredon	90,0	4° 02'37,22''E	44° 18'24,02''N	234	Oui	Oui	Oui	Oui	5 mn
CÈZE	Cèze amont	Fournels	65,2	3° 59'34,59''E	44° 21'17,87''N	313	Oui	Oui	Non	Oui	5 mn
GAGNIERE	Gagnière	Plaine d'Abeau	47,0	4° 06'17,46''E	44° 21'07,23''N	233	Oui	Oui	Non	Oui	5 mn
AUZONNET	Auzonnet	Pont d'Auzon	132,0	4° 14'14,04''E	44° 12'08,08''N	155	Oui	Oui	Non	Oui	5 mn

Code station	Courbe de tarage	Q _{min} Sur CT (l/s)	Q _{max} Sur CT (l/s)	2019 Date début	2019 Date fin	Q _{moyjour} minimorum (l/s)	Intervalle de confiance (l/s)	Q _{moyjour} minimorum (l/s/km ²)	Date minimorum	Q _{moyen étiage Sur} 3 jours (l/s)	Intervalle de confiance (l/s)	Q _{moyen étiage SUR} 3 jours (l/s/km ²)
HOMOL	Oui	59	815	7 mai	22 octobre	48,0	0,17	1,25	17/9	49,2	0,13	1,29
LUECH	Oui	78	2025	7 mai	22 octobre	59,7	0,05	0,66	08/09	60,0	0,05	0,67
CÈZE	Oui	41	832	21 mai	29 octobre	34,5	0,2	0,53	20/09	36,0	0,1	0,55
GAGNIERE	Oui	0,5	821	12 juin	22 octobre	0,28	0,01	0,006	13/09	0,32	0,01	0,007
AUZONNET	Oui	5	759	03 mai	22 octobre	4,32	0,05	0,03	18/08	5,0	0,05	0,04