



HAL
open science

**Reconstitution des débits de pointe des crues du 9 août
2018 dans les bassins de l'Ardèche et la Cèze.
Convention DGPR-Ifsttar 2018 n°2201132931 du 22 Mai
2018 - Action 7 appui au SCHAPI.**

Laurent Lebouc, Olivier Payrastre, François Bourgin

► **To cite this version:**

Laurent Lebouc, Olivier Payrastre, François Bourgin. Reconstitution des débits de pointe des crues du 9 août 2018 dans les bassins de l'Ardèche et la Cèze. Convention DGPR-Ifsttar 2018 n°2201132931 du 22 Mai 2018 - Action 7 appui au SCHAPI.. [Rapport de recherche] IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux. 2019, 13p. hal-02110597

HAL Id: hal-02110597

<https://hal.science/hal-02110597>

Submitted on 25 Apr 2019

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.



IFSTTAR

INSTITUT FRANÇAIS
DES SCIENCES
ET TECHNOLOGIES
DES TRANSPORTS,
DE L'AMÉNAGEMENT
ET DES RÉSEAUX



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

Convention DGPR-Ifsttar 2018

n°2201132931 du 22 Mai 2018 – Action 7 appui au SCHAPI

Reconstitution des débits de pointe des crues

du 9 août 2018 dans les bassins de l'Ardèche et la Cèze

Rév 01/03/16

Date : 25/3/2019

Auteur(s) : L.Lebouc, O.Payraastre, F. Bourgin

Nomenclature d'activité : RP3-J18068

Référence sur Numéro de contrat* :

Confidentialité :

** le cas échéant*

Institut français des sciences et technologies des transports de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar)

Site de Marne la Vallée

Département Géotechnique Environnement, Risques naturels et Sciences de la terre

Pt de Distribution

14-21, Boulevard Newton – Cité Descartes – Champs-sur-Marne

77 447 Marne la Vallée Cedex 2

téléphone : 02.40.84.57.04

adresse électronique : olivier.payrastre@ifsttar.fr

Version

Date	Version	Modification	responsable
25/3/2019	1	Version provisoire	L.Lebouc
28/3/2019	2	Version modifiée et complétée	O.Payrastre
28/3/2019	3	Relecture et correction + mise en page	F. Bourgin
29/3/2019	3	Validation	V.Ruban

Destinataires :

DGPR Mr Rodolphe Van Vlaenderen et Mme Margaret Herbaux

DGPR/SRNH/SCHAPI Mr JANET

Ifsttar Mme GUEDON

SOMMAIRE

1 Introduction	5
2 Principe de l'enquête post-crue	5
2.1 Recueil des données de terrain sur la crue	6
2.2 Exploitation des levés pour l'estimation des débits de pointe.....	6
3 Débits estimés pour les crues du 9 août 2018.....	8
4 Comparaison aux courbes enveloppes des débits en région Méditerranéenne	8
5 Conclusion.....	9
6 Bibliographie	9
Annexe 1. Localisation des points d'estimation des débits	11
Annexe 2. Tableau récapitulatif des débits de pointe estimés	13

FICHE DE SATISFACTION

RESUME

Ce rapport présente les estimations de débits de pointe effectuées suite aux crues du 9 août 2018 qui ont touché la partie aval des bassins de l'Ardèche et la Cèze, causant d'importants dégâts dans plusieurs communes traversées par les petits cours d'eau affluents de la Cèze et l'Ardèche. Une enquête de terrain post-crue a été menée et a permis de produire 14 estimations de débits de pointe sur ces cours d'eau non jaugés.

MOTS CLEFS

Crues, inondations, août 2018, Ardèche, Cèze, débit, pluie.

1 Introduction

Le 9 août 2018, les départements de l'Ardèche et du Gard ont été touchés par un épisode pluvieux particulièrement intense pour un mois d'été, avec des cumuls de précipitations qui ont dépassé localement les 250 mm en 6 heures, et une intensité maximale horaire de 111 mm/h enregistrée par le pluviomètre de Montclus (30175001) de 9h à 10h (HL). Les petits affluents non jaugés situés dans la partie aval des bassins de la Cèze et de l'Ardèche, zone des plus forts cumuls pluvieux, ont subi des crues éclair qui ont causé d'importants dégâts dans les communes d'Aiguèze, Saint-Julien de Peyrolas, Montclus, Saint Ambroix, et Tharoux (liste non exhaustive). Le bilan de ces crues fait également état d'une victime et de plusieurs centaines de personnes secourues et évacuées.

De façon à disposer d'informations complètes et détaillées sur les débits de pointe atteints par ces petits cours d'eau non jaugés, une enquête de terrain post-crue a été conduite les 4 et 5 octobre 2018 de façon à recueillir les données nécessaires à l'estimation des débits (sections d'écoulement, pentes de lignes d'eau, ..). Cette enquête a été coordonnée par l'Ifsttar et a mobilisé 13 personnes issues de 8 organismes de recherche : CNRM, Ecole des Mines d'Alès, ESPACE, Ifsttar, IGE, Irstea, Hydrosiences Montpellier, Université de Nice.

Cette enquête répondait à un double besoin :

- la nécessité pour les services de l'état de disposer d'estimations de débits expertisées et consensuelles, dans le cadre du retour d'expérience sur l'événement, et plus particulièrement du développement de la prévision des crues (SCHAPI et SPC).
- l'alimentation du programme de recherche HyMeX sur les phénomènes extrêmes du cycle de l'eau en méditerranée. L'existence de ce programme permet de mobiliser plusieurs équipes de recherche françaises à la suite de chaque événement majeur de crues éclair, pour la réalisation de ce type d'enquêtes post-crue.

L'enquête a abouti à 14 estimations de débits de pointe fournissant une vision détaillée des réactions hydrologiques observées lors de l'événement (cf. [annexe 2](#)). Le jeu de données a été diffusé fin 2018 au SCHAPI et au SPC Grand Delta. Il a également été intégré à la base HyMeX/Mistrals (accès limité aux partenaires du projet HyMeX). Ce jeu de données inclut l'ensemble des informations (levés de terrain effectués, interprétation) ayant permis d'aboutir à chacune des estimations de débit.

Le présent rapport présente en détail ce jeu de données, et le compare aux données collectées lors des précédentes campagnes similaires conduites dans le programme HyMeX.

2 Principe de l'enquête post-crue

La méthode d'enquête appliquée est issue de l'expérience acquise au sein de l'observatoire Hydro-Météorologique Cévennes Vivarais, qui conduit ce type d'enquêtes de façon récurrente depuis une vingtaine d'années (crues de l'Aude en 1999 ; du Gard en 2002 et 2008). Cette méthode a été consolidée dans le cadre de deux projets de recherche Européens (Floodsite et Hydrate). Elle a déjà fait l'objet de nombreuses publications [Gaume et al., 2004, 2009; Delrieu et al., 2005; Gaume, 2006; Gaume et Borga, 2008; Lumbroso et Gaume, 2012]. Elle a également été plus récemment décrite sous forme d'un chapitre dans la charte qualité de l'hydrométrie (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2017).

Nous en rappelons néanmoins les grandes lignes ci-dessous.

2.1 Recueil des données de terrain sur la crue

L'enquête de terrain réalisée comporte deux volets principaux:

- D'une part, une campagne de levés topographiques, dont l'objectif est de reconstituer les sections d'écoulement en différents points du réseau hydrographique, à partir des laisses de crues. Les informations recueillies lors de chaque levé sont les suivantes : un ou plusieurs profils en travers (pour disposer de sections d'écoulement complètes), un profil en long du fond du lit (sur une distance suffisante pour en estimer correctement la pente), et les niveaux donnés par les laisses de crue (pris au droit des profils en travers mais aussi en suivant le profil en long).
- D'autre part un recueil de témoignages, permettant de confirmer les levés effectués (niveaux des plus hautes eaux notamment), de rechercher des vidéos ou photos du site en crue permettant de confirmer les vitesses d'écoulement, et de disposer d'éléments chronologiques sur le déroulement de la crue : horaire des plus hautes eaux, dynamique de montée de crue et de décrue.

Les sections de cours d'eau faisant l'objet d'un levé sont choisies de façon à couvrir dans son ensemble le réseau hydrographique touché par la crue, en incluant les cours d'eau principaux mais également les différents affluents non jaugés. Pour faciliter l'estimation ultérieure des débits de pointe, des sections répondant à certains critères hydrauliques simples sont recherchées en priorité: présence d'un écoulement rectiligne et concentré sur une largeur faible, absence d'influence aval identifiée, section et pentes du lit homogènes, etc... Pour cette raison, les traversées de secteurs urbains sont en général évitées, les estimations étant plutôt effectuées à l'amont de ces secteurs. Ces critères permettent généralement d'effectuer une hypothèse de régime uniforme et d'éviter le recours à des modèles hydrauliques, relativement lourds à mettre en œuvre, pour évaluer la forme de la ligne d'eau. Lorsque plusieurs sections se prêtent à un levé sur un même cours d'eau, elles sont généralement toutes retenues, la redondance des levés permettant par la suite de valider les estimations de débits par recoupement (cf. paragraphe 2.2).

2.2 Exploitation des levés pour l'estimation des débits de pointe

L'exploitation des levés permet dans un premier temps de confirmer la hauteur d'eau atteinte en vérifiant la cohérence des laisses de crue, et de valider ou d'invalider l'hypothèse d'un régime uniforme (pente de la ligne d'eau vs pente du lit). Cette vérification n'est toutefois possible que lorsque plusieurs laisses de crue sont disponibles. La Figure 1 donne un exemple d'un levé présentant une bonne cohérence globale des laisses de crue, et une ligne d'eau parallèle au fond du lit. En cas d'incohérence entre les niveaux des laisses relevées, celles présentes dans des zones d'écoulement peu rapide sont généralement privilégiées car moins sujettes à une surélévation liée au choc de l'écoulement contre des obstacles.

Les estimations de débits de pointe sont obtenues par application directe de la formule de Manning-Strickler (cas d'un régime uniforme confirmé), en distinguant lorsque nécessaire les sections en lit mineur et lit majeur. Dès que cela est possible, les informations aidant à confirmer les vitesses d'écoulement sont également exploitées: traces sur la végétation, élévation de la ligne d'eau laisses au droit des obstacles situés dans l'écoulement (laisses de crue ou photos), vidéos prises pendant la crue... Dans le cas de vidéos, une estimation complète du champ de vitesses de surface peut parfois être envisagée (Hauet et al., 2014). Néanmoins, dans le cas des crues d'août 2018, la quantité de photos/vidéos disponibles s'est avérée limitée, et aucune vidéo permettant d'estimer un champ de vitesses de surface n'a été retrouvée.

Les estimations de débits de pointe obtenues restent par nature incertaines et sont donc systématiquement associées à un intervalle indiquant la gamme des débits envisageables: cet intervalle est établi par une analyse de sensibilité aux différents facteurs d'incertitude (valeur de rugosité du lit, éventuellement pente de ligne d'eau et/ou niveau d'eau atteint dans la section, ou encore gamme de vitesses d'écoulement possibles au regard des informations disponibles).

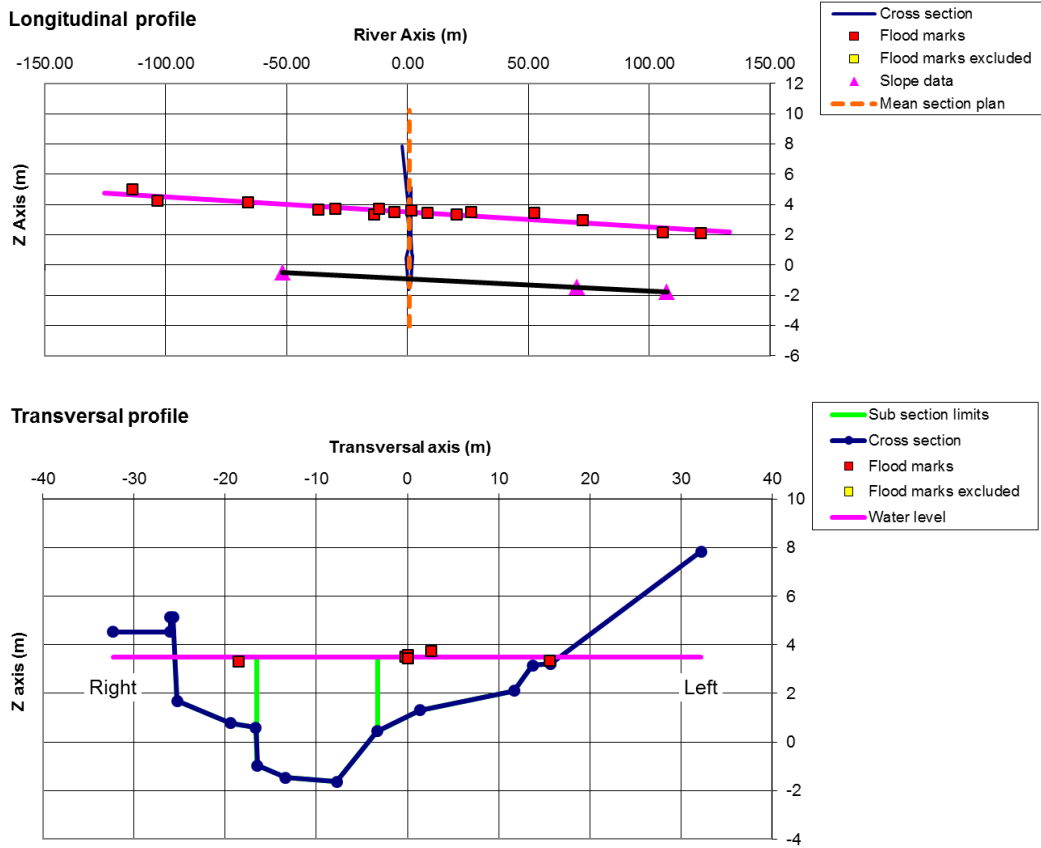


Figure 1. Exemple de profil en long et profil en travers, avec indication des laisses de crue. La proximité entre la pente de la ligne d'eau et celle du fond du lit permet de valider l'hypothèse d'un régime uniforme.

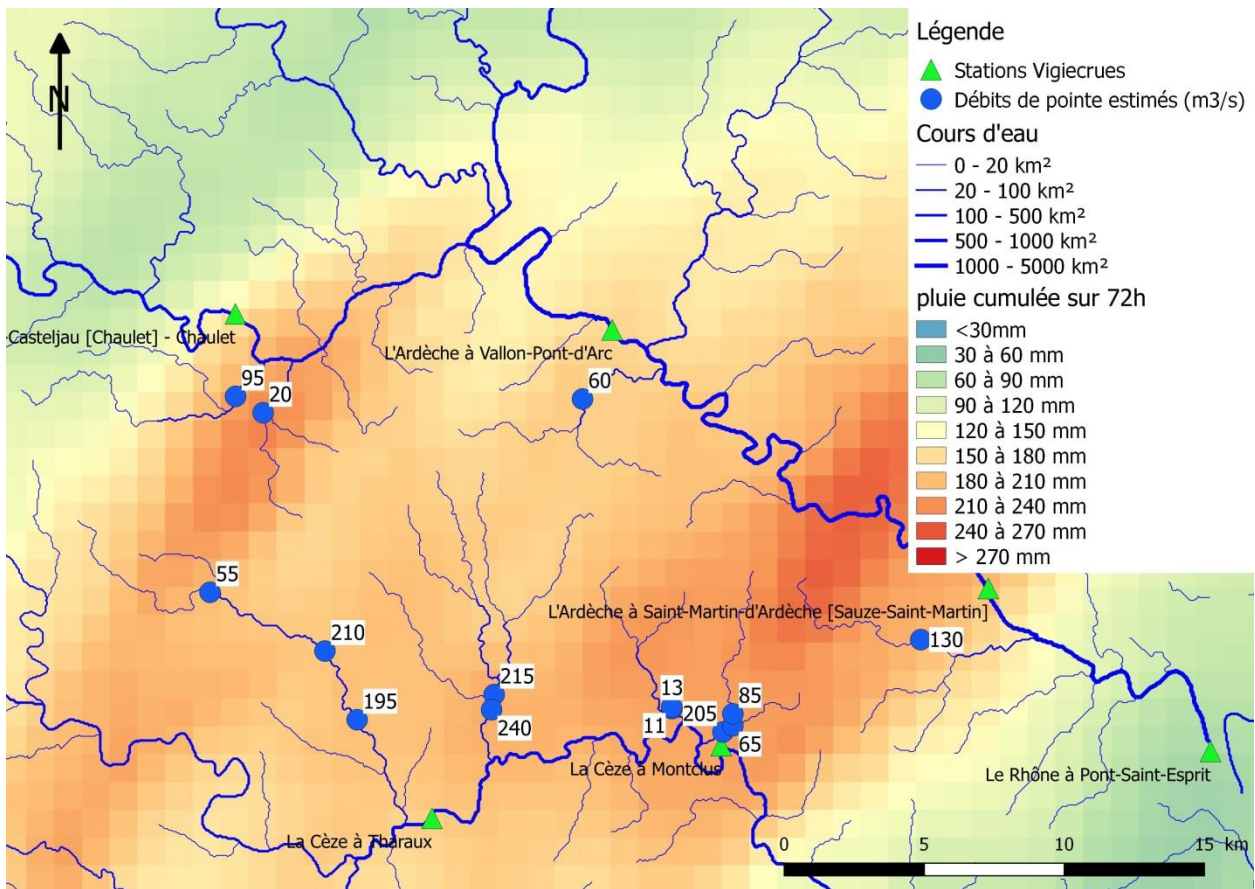


Figure 2. Cumuls de pluie enregistrés sur 72h lors de l'événement (source lame d'eau Panthère, Météo France), et position des points d'estimation des débits de pointe.

En fin d'enquête, une vérification de la cohérence d'ensemble des informations obtenues est également réalisée (recoupement avec les autres estimations disponibles, notamment les données des stations hydrométriques, ainsi que la pluviométrie), et conduit si nécessaire à d'éventuels compléments (recherche de témoignages supplémentaires, nouveaux levés, etc..) ou éventuellement à l'invalidation de certaines estimations jugées incohérentes avec les sources d'information disponibles par ailleurs.

3 Débits estimés pour les crues du 9 août 2018

La Figure 2 présente la localisation des 14 estimations de débits de pointe obtenues, ainsi que les cumuls pluviométriques enregistrés lors de l'événement. Cette figure montre que les points d'estimations des débits couvrent la plupart des cours d'eau touchés par les fortes pluies, à l'exception toutefois de quelques affluents de l'Ardèche (secteur des gorges), ainsi que de l'Auzon sur la Cèze qui est équipé d'une station hydrométrique.

Des cartes de localisation plus détaillées sont présentées en [annexe 1](#). Les débits de pointe obtenus sont pour leur part détaillés dans le tableau en [annexe 2](#). Les surfaces drainées au droit des points d'estimation ont été estimées à partir d'un traitement MNT.

Dans le cas de la Cèze, les débits sont par exemple estimés à environ 200 m³/s sur la Claysse à l'amont de Tharoux, auxquels il faut ajouter 240 m³/s en aval de Tharoux sur le Romejac, environ 200 m³/s sur le Valat de Boudouyre au niveau de Montclus. Sur ce dernier cours d'eau un témoignage permet de situer l'horaire du pic à environ 09h30 (HL). Les stations d'hydrométrie ont pour leur part enregistré des débits de pointe de 600 m³/s à Tharoux le 09/08 à 16h (HL) et 500 m³/s à Bagnols sur Cèze le 10/08 à 01h00 (HL). Entre ces deux stations, les apports intermédiaires de débit en provenance du Romejac et du Valat de Boudouyre semblent s'être produits bien avant la pointe à Tharoux, ce qui peut expliquer la diminution de débit finalement observée d'amont en aval.

Dans le secteur de l'Ardèche, les relevés permettent des estimations de débit sur de petits affluents du Chassezac en amont de Vallon Pont d'Arc, tel le Granzon avec de l'ordre de 95 m³/s. A l'amont du secteur d'Aiguèze – Saint Julien de Peyrolas, on estime un pic de débit de 130 m³/s sur le ruisseau de Cannaux.

4 Comparaison aux courbes enveloppes des débits en région Méditerranéenne

La Figure 3 compare les débits spécifiques estimés à ceux observés lors des précédentes campagnes HyMeX conduites en France, incluant les crues de juin 2010 dans le Var, de l'automne 2014 dans l'Hérault et le Gard, d'octobre 2015 dans les Alpes Maritimes et d'octobre 2018 dans l'Aude.

Les débits de la crue d'août 2018 se situent sensiblement en dessous de ceux observés dans le Gard et de l'Hérault en 2014. Ils semblent également légèrement inférieurs à ceux atteints en octobre 2018 dans l'Aude.

Ces débits atteignent néanmoins ponctuellement des valeurs importantes se situant entre 8 et 12 m³/s/km², pour de très faibles surfaces drainées (moins de 20 km²). Ceci représente l'équivalent d'une intensité pluvieuse de 30 à 40 mm/h s'écoulant en intégralité sur le temps de concentration des bassins concernés. Cet ordre de grandeur paraît cohérent avec les intensités pluvieuses relevées lors de l'événement.

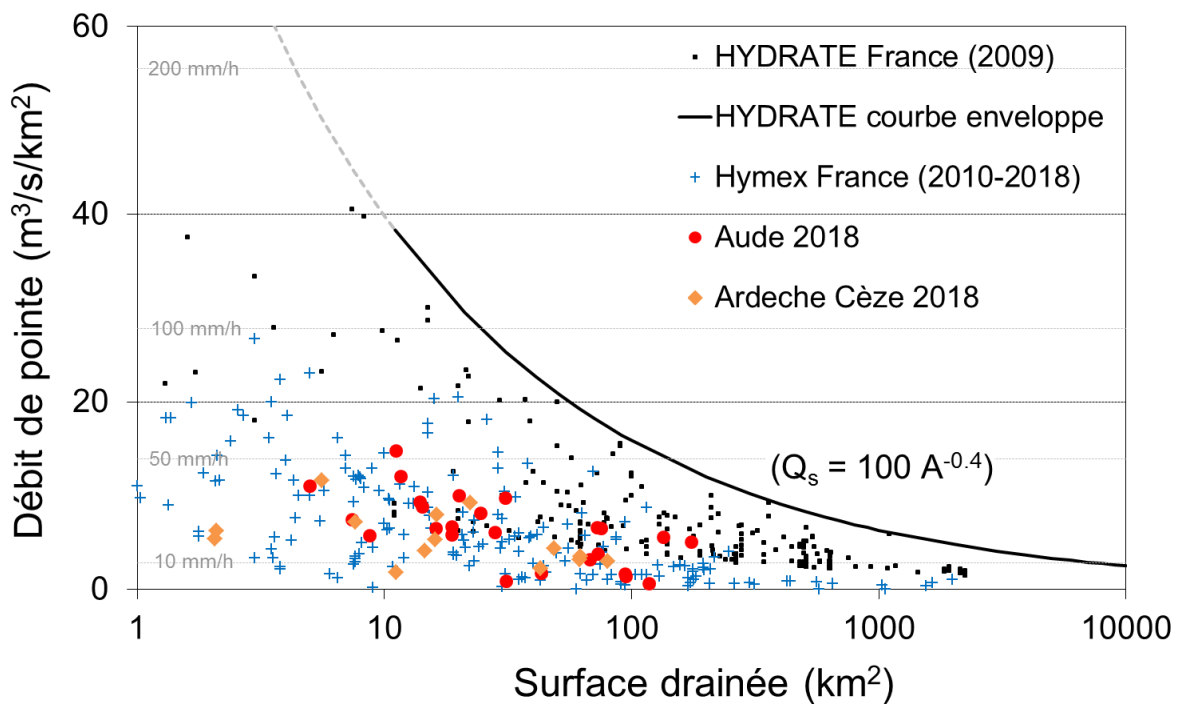


Figure 3. Comparaison des valeurs de débits estimées pour l'événement du 9 août 2018 à celles observées lors des autres événements récents ayant fait l'objet d'enquêtes similaires dans le cadre du programme HyMeX (Var 2010, Gard Herault 2014, Alpes Maritimes 2015, Aude 2018), et aux courbes enveloppes des débits déterminées lors du projet Européen Hydrate (Gaume et al., 2009).

5 Conclusion

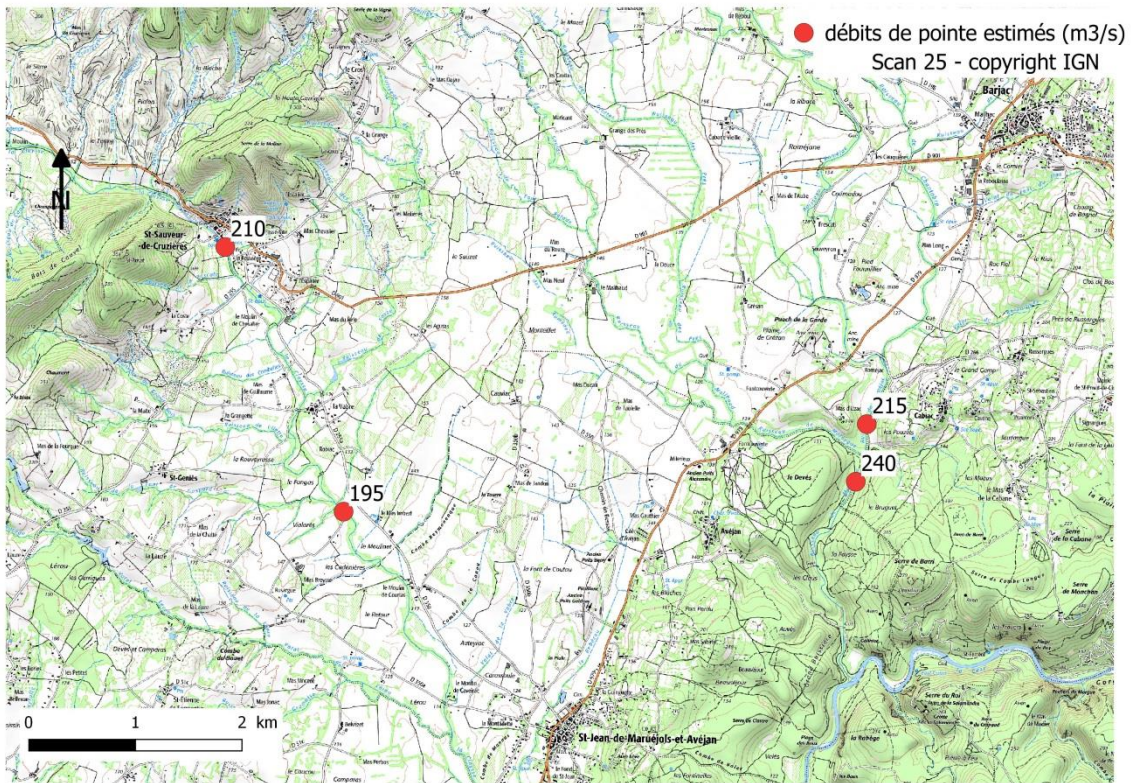
L'enquête de terrain conduite suite aux crues du 9 août 2018 a permis de disposer d'un jeu de données détaillé sur les débits de pointe atteints sur les différents cours d'eau concernés par l'événement. 14 estimations de débits ont été produites sur l'ensemble de la zone touchée. Les valeurs de débits obtenues culminent ponctuellement à 8-12 m³/s/km² pour les très faibles surfaces drainées. Elles s'avèrent globalement cohérentes avec la pluviométrie et les débits enregistrés aux stations hydrométriques.

6 Bibliographie

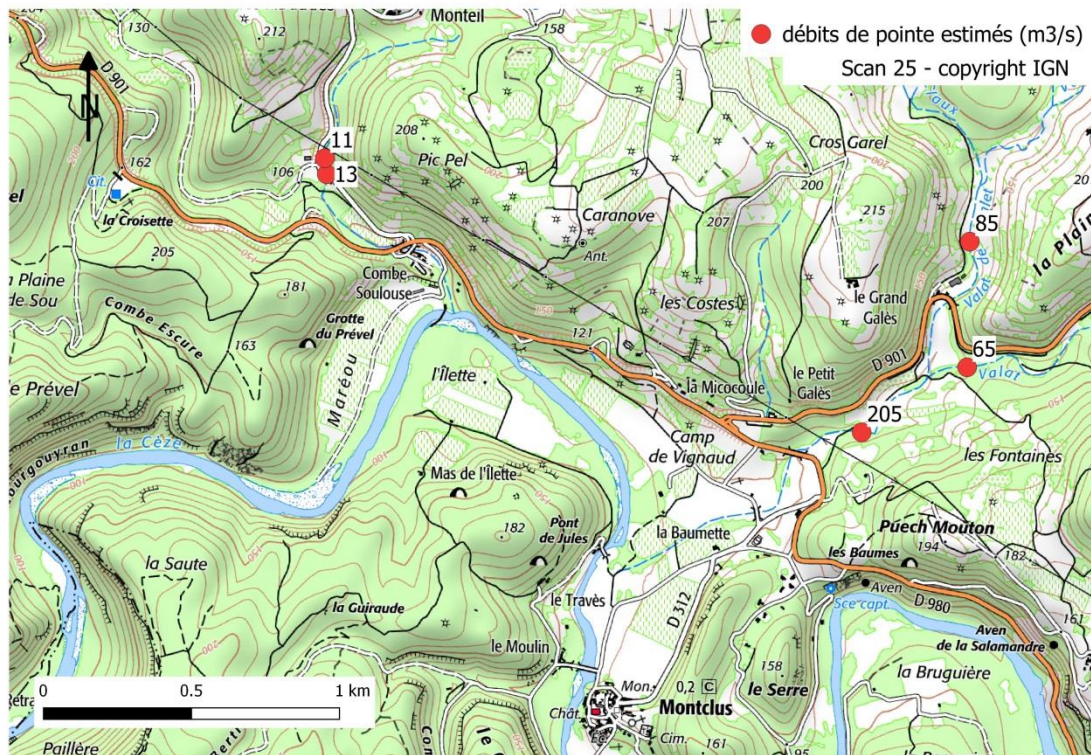
- Delrieu G, Ducrocq V, Gaume E, Nicol J, Payrastre O, Yates E, Kirstetter P-E, Andrieu H, Ayrat PA, Bouvier C, Creutin JD, Livet M, Anquetin A, Lang M, Neppel L, Obled C, Parent-du-Chatelet J, Saulnier GM, Walpersdorf A, Wobrock W. 2005. The catastrophic flash-flood event of 8–9 September 2002 in the Gard region, France: a first case study for the Cevennes-Vivarais Mediterranean Hydro-meteorological Observatory. *Journal of Hydrometeorology*, 6: 34–52.
- Gaume E, Livet M, Desbordes M, Villeneuve JP. 2004. Hydrological analysis of the river Aude, France, flash flood on 12 and 13 November 1999. *Journal of Hydrology* 286: 135–154.
- Gaume E., 2006, Methodological note on post flash-flood investigations, deliverable report D23.2 from the FLOODsite project (<http://www.floodsite.net>), 54p.
- Gaume E., Borga M. 2008, Post-flood field investigations in upland catchments after major flash floods : proposal of a methodology and illustrations, *Journal of Flood Risk Management*, 1, pp.175-189.

- Gaume E., Bain V., Bernardara P., Newinger O., Barbuc M., Bateman A., Blaškovičová L., Blöschl G., Borga M., Dumitrescu A., Daliakopoulos I., Garcia J., Irimescu A., Kohnova S., Koutroulis A., Marchi L., Matreata S., Medina V., Preciso E., Sempere-Torres D, *et al.*, 2009, A compilation of data on European flash floods, *Journal of Hydrology*, 367, 1-2, pp 70-78.
- Hauet A., Jodeau M., Le Coz J., Marchand B., Moran A.D., Le Boursicaud R., Dramais G, 2014. Application of the LSPIV method for the measurement of velocity fields and flood discharges in reduced scale model and in rivers. *La Houille Blanche – Revue Internationale de l'Eau*, 3, 16-22, DOI: 10.1051/lhb/2014024
- Lumbroso D., Gaume, E., 2012. Reducing the uncertainty in indirect estimates of extreme flash flood discharges, *Journal of Hydrology*, doi:10.1016/j.jhydrol.2011.08.048
- Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Direction Générale de la Prévention des Risques, 2017. Charte qualité de l'hydrométrie, Guide de bonnes pratiques, 83 p., www.eaufrance.fr/IMG/pdf/Schapi_Charte_hydro_P01-84_BasseDefinition_5Mo_.pdf

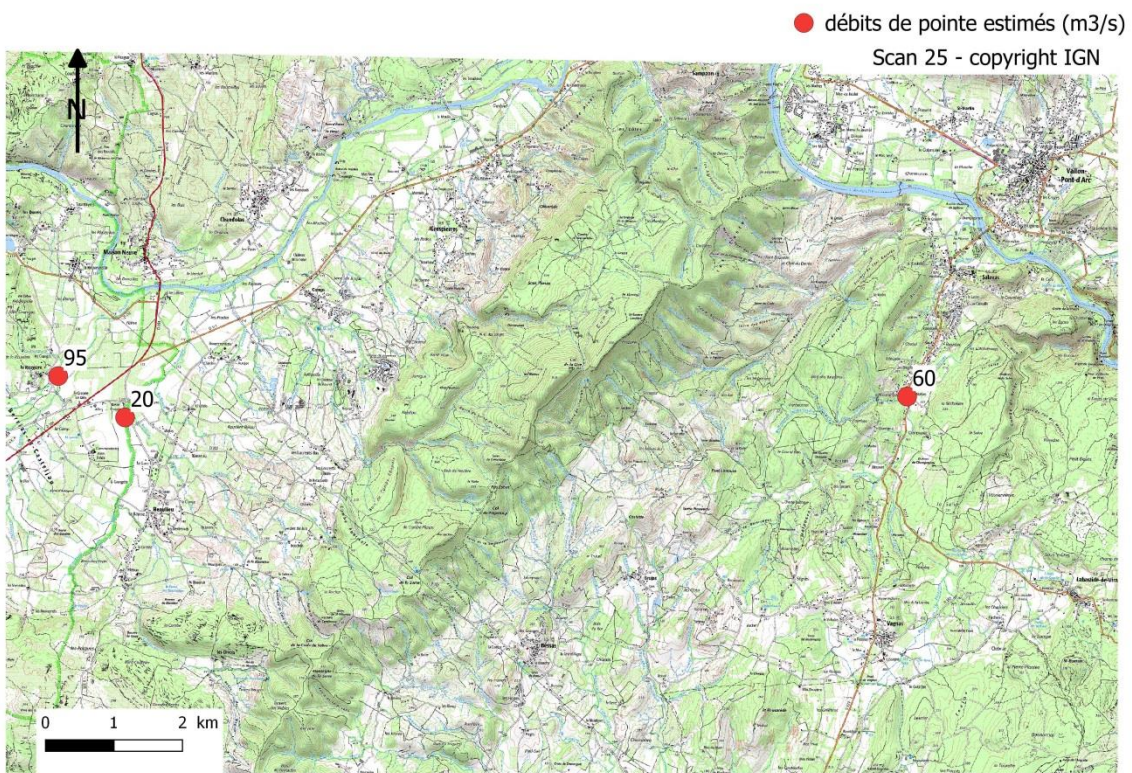
Annexe 1. Localisation des points d'estimation des débits



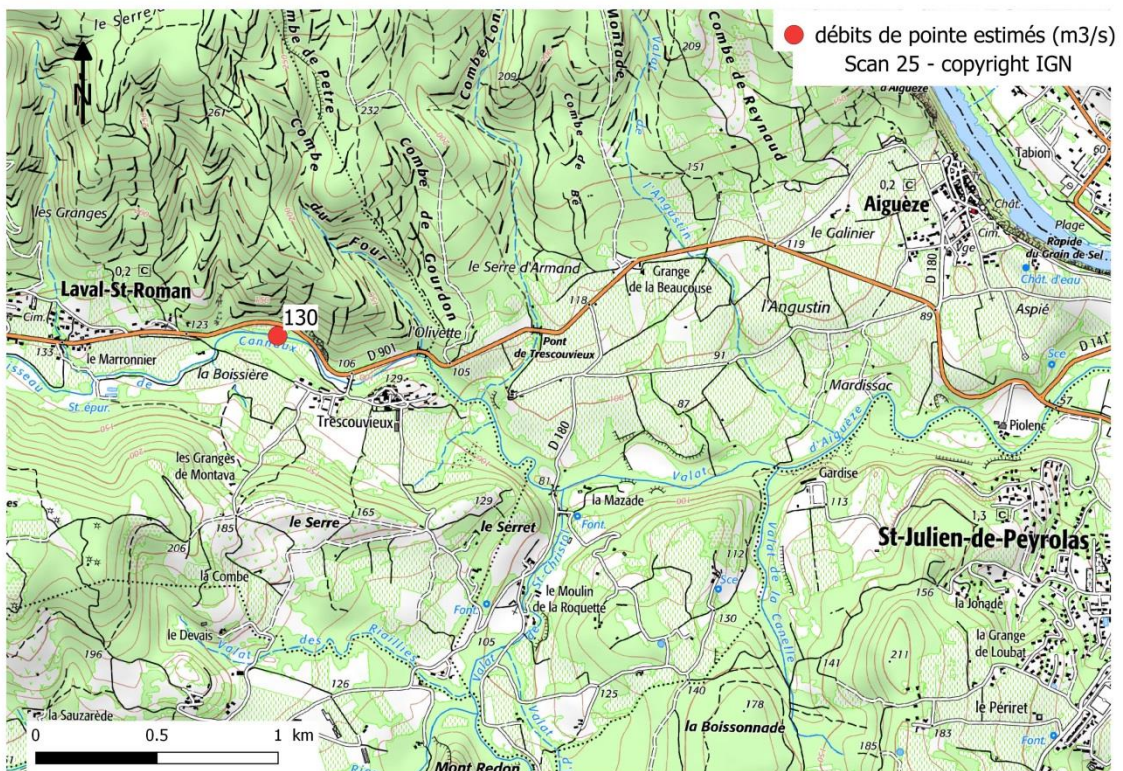
Débits de pointe estimés sur la Claysse et le Romejac dans le secteur amont de Saint-Jean de Maruéjols et Tharax (bassin de la Cèze).



Débits de pointe estimés sur le Valat de Boudouyre dans le secteur de Montclus (bassin de la Cèze).



Débits de pointe estimés sur les affluents du Chassezac et de l'Ardèche dans le secteur de Vallon Pont d'Arc (Bassin de l'Ardèche)



Débit de pointe estimé sur le Valat d'Aiguèze (ruisseau des Cannaux) dans le secteur de Laval-Saint-Roman (Bassin de l'Ardèche)

Annexe 2. Tableau récapitulatif des débits de pointe estimés

Bassin versant	Cours d'eau	Lieu	X (L 93)	Y (L 93)	Date du pic	Heure du pic (TU)	BV amont (km ²)	Qmin (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)
Ardèche	Granzon	Berrias et Casteljaou	796843	6365291	09/08/2018		43,0	65	95	125
Ardèche	Le Rieussec	Salavas	809229	6365196	09/08/2018		14,6	40	60	80
Ardèche	Ruisseau de Cannaux	Laval St Roman, en amont de Trecouvieux	821304	6356610	09/08/2018		16,3	100	130	160
Ardèche	Ruisseau du Tegoul	Beaulieu	797828	6364705	09/08/2018		11,1	13	20	26
Cèze	Claysse	St sauveur de Cruzières	800033	6356204	09/08/2018		48,5	165	210	255
Cèze	Claysse	Chadouillet	795932	6358300	09/08/2018		7,7	35	55	75
Cèze	Claysse	aval, près du Mas Imbert	801182	6353753	09/08/2018		61,6	100	195	300
Cèze	Combe Soulose	Montclus, route de Monteil RD712	812420	6354150	09/08/2018		2,1	10	13	16
Cèze	Combe Soulose	Montclus, route de Monteil RD712	812412	6354204	09/08/2018		2,1	9	11	13
Cèze	Romejac	Barjac, amont confluence Malaygue	806075	6354651	09/08/2018		62,2	150	215	275
Cèze	Romejac	Barjac, aval confluence Malaygue	805981	6354111	09/08/2018		79,9	170	240	310
Cèze	Valat de Boudouyre	Montclus	814242	6353314	09/08/2018		22,3	155	205	260
Cèze	Valat de Genobre	Montclus	814594	6353540	09/08/2018		5,6	55	65	75
Cèze	Valat de Vidalet	Montclus, en amont de la ferme	814596	6353963	09/08/2018	07:30	16,1	70	85	100