



HAL
open science

Estimation des débits des crues de juin 2013 dans les Pyrénées

Payraastre Olivier, Laurent Bonnifait, Raphaël Le Boursicaud, Eric Gaume, Rémy Gasset, Gwenael Busseuil

► **To cite this version:**

Payraastre Olivier, Laurent Bonnifait, Raphaël Le Boursicaud, Eric Gaume, Rémy Gasset, et al.. Estimation des débits des crues de juin 2013 dans les Pyrénées. IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux. 2014. hal-04524039

HAL Id: hal-04524039

<https://univ-eiffel.hal.science/hal-04524039v1>

Submitted on 27 Mar 2024

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Convention DGPR/Ifsttar 2013 n°2101140317

Estimation des débits des crues de juin 2013 dans les Pyrénées

Département GERS / Laboratoire Eau Environnement

PAYRASTRE Olivier
IDTPE
Cadre de recherche
Téléphone : 33 (0)2 40 84 57 04
Télécopie : 33 (0)2 40 84 58
olivier.payrastre@ifsttar.fr

Date : 26 février 2014 et 28 mars 2014 (corrections de forme)

Auteurs : Olivier Payrastre Ifsttar, GERS / LEE
Laurent Bonnifait, Cerema, Dter Idf
Raphael Le Boursicaud, Irstea Lyon
Eric Gaume, Ifsttar, GERS
Rémy Gasset, Cerema, Dter Sud Ouest
Gwenael Busseuil, Cerema, Dter Sud Ouest

Nomenclature d'activité : RP3
Référence sur Numéro de contrat* : RP3-J13115
Confidentialité : Non confidentiel

** le cas échéant*

*Olivier Payrastre, Ifsttar, GERS / LEE
Laurent Bonnifait, Cerema, Dter Idf
Raphael Le Boursicaud, Irstea Lyon
Eric Gaume, Ifsttar, GERS
Rémy Gasset, Cerema, Dter Sud Ouest
Gwenaél Busseuil, Cerema, Dter Sud Ouest*

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

14-20 Boulevard Newton
Cité Descartes, Champs sur Marne
77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 81 66 80 00
Fax : 01 81 66 80 01

Cerema – Dter Ile de France

12 Rue Teisserenc de Bort
78197 TRAPPES-en-Yvelines Cedex
Tél. : +(33)1 34 82 12 34
Fax : +(33)1 30 50 83 69

Irstea Lyon

5 rue de la Doua
CS70077
69626 VILLEURBANNE Cedex
Tél.: +33 (0)4 72 20 87 87

Cerema – Dter Sud Ouest

24 rue Carton
CS 41635
33073 BORDEAUX Cedex
Tél. : +(33)5 56 70 63 00
Fax : +(33)5 56 70 63 33

SOMMAIRE

1	Introduction.....	4
2	Principe de l'enquête post-événement	4
2.1	Réalisation d'une enquête de terrain.....	4
2.2	Exploitation des levés pour estimation des débits de pointe	5
2.3	Vérification de la cohérence des estimations obtenues.....	6
3	Résultats obtenus	7
3.1	Gave de Pau à l'amont de Lourdes	7
3.2	Nestes à l'amont d'Arreau	8
3.3	Garonne et Pique à l'amont de Chaum	9
4	Conclusion générale	10
5	Bibliographie.....	10
6	Annexes.....	11
6.1	Estimation des débits sur la Garonne.....	12
6.2	Estimation des débits sur les Nestes.....	13
6.3	Estimation des débits sur le Gave de Pau.....	14

1 Introduction

Les crues des 18 et 19 juin 2013 dans les Pyrénées font probablement partie des événements hydrologiques les plus significatifs observés au cours des dernières décennies dans cette région. Ces crues ont par ailleurs généré des dégâts particulièrement importants.

De façon à pouvoir tirer tous les enseignements nécessaires de cet événement, un effort particulier de recueil de données a été conduit suite à la crue de la part des services de l'état (DREALs Midi Pyrénées et Aquitaine, Agence de l'Eau Adour Garonne).

Le présent rapport détaille la contribution apportée par l'Ifsttar à cet effort commun visant à mieux documenter et comprendre le déroulement de cette crue. Cette contribution a pour l'essentiel porté sur l'estimation des débits de pointe de la crue. Elle a été financée dans le cadre de la convention DGPR/Ifsttar 2013 – volet appui au SCHAPI.

Cette contribution a nécessité une enquête de terrain d'une semaine, conduite fin juillet 2013 avec l'appui du Cerema (Dter Ile de France et Dter Sud Ouest) et de l'Isrtea Lyon, de façon à regrouper les informations nécessaires à l'estimation des débits. Cette enquête a porté sur l'ensemble du réseau hydrographique concerné par les crues, avec un effort particulier sur les secteurs non jaugés ou les secteurs pour lesquels les informations en provenance des stations hydrométriques étaient manquantes ou jugées peu fiables.

2 Principe de l'enquête post-événement conduite

La méthodologie d'enquête appliquée est issue de plusieurs expériences antérieures, généralement appliquées au cas de crues-éclair. Deux campagnes similaires, menées à la suite des crues de 1999 dans l'Aude et 2002 dans le Gard, ont notamment confirmé la possibilité de reconstituer de façon détaillée les débits des petits cours d'eau contribuant à des événements hydrologiques majeurs. La méthodologie définie a ensuite été affinée dans le cadre de deux projets de recherche Européens (Floodsite et Hydrate). Elle a déjà fait l'objet de plusieurs publications [Gaume et Bouvier, 2004; Gaume et al., 2004, 2009; Delrieu, 2005; Gaume, 2006; Borga, 2008; Gaume et Borga, 2008]. Nous en rappellerons néanmoins les grandes lignes ci-dessous.

2.1 Recueil des données de terrain sur la crue

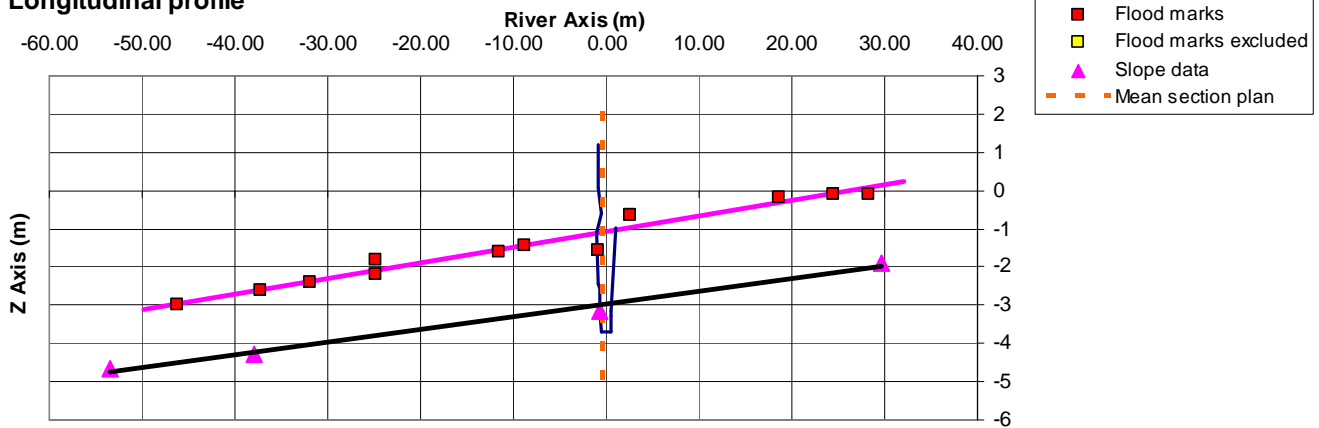
L'enquête de terrain réalisée comporte deux volets principaux:

- 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 PHE 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. 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. Ces critères permettent généralement d'effectuer une hypothèse de régime uniforme et d'éviter le recours à des modèles hydrauliques, plus lourds à mettre en œuvre. 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 recouplement (cf paragraphe 0).

Longitudinal profile



Transversal profile

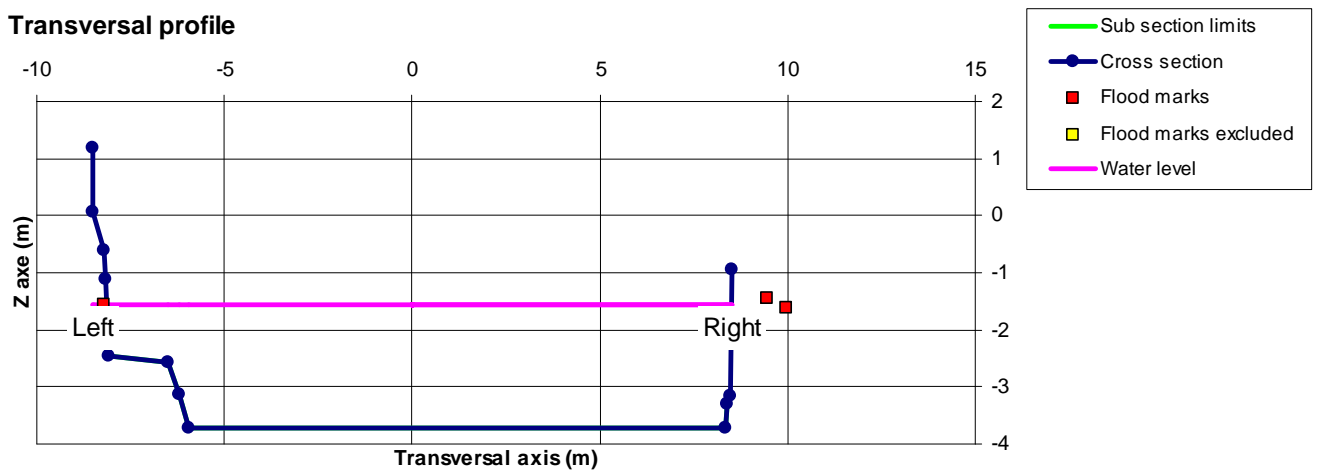


Figure 1. Exemple de profil en long et profil en travers levés sur le Gave de Cauterets à Cauterets, avec indication des laisses de crue. La proximité entre la pente de la ligne d'eau et celle du fond du lit permet de valider l'hypothèse d'un régime uniforme.

2.2 Exploitation des levés pour estimation des débits de pointe

L'exploitation des levés permet dans un premier temps de confirmer la hauteurs 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). La Figure 1, qui présente un exemple de section d'écoulement et de profil en long, fait apparaître la bonne cohérence globale des laisses de crue. En cas d'incohérence, les laisses de crue 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 soit par application directe de la formule de Manning-Strickler (cas d'un régime uniforme confirmé), soit, dès que cela est possible, en exploitant les informations disponibles sur les vitesses d'écoulement. Dans le cas de l'enquête conduite dans le Pyrénées, un effort particulier a été mené pour la recherche et l'exploitation de vidéos permettant de confirmer ces vitesses. Suivant les caractéristiques des vidéos disponibles, l'exploitation réalisée a permis d'obtenir :

- dans certains cas, une estimation ponctuelle des vitesses de surface à partir de corps flottants ou d'une mesure de l'élévation de la ligne d'eau au droit d'obstacles (cf. Figure 2).
- lorsque les vidéos s'y prêtaient (angle de prise de vue, absence de mouvement, présence de repères appropriés), une estimation complète du champ des vitesses de surface. Cette exploitation a été réalisée par Raphael Le Boursicaud à L'irtsea de Lyon (cf. Figure 3).

L'ensemble des estimations de vitesses ainsi obtenues montrent une bonne cohérence d'ensemble, et font état d'ordres de grandeur élevés des vitesses d'écoulement, atteignant régulièrement les 5 m/s en moyenne dans une section, et pouvant parfois dépasser cette valeur dans les secteurs à très forte pente.



Figure 2. Exemples d'estimations ponctuelles de vitesse d'écoulement de surface réalisées à partir de vidéos à Bossost (à gauche) et Saint Bât (à droite) sur la Garonne, confirmant des ordres de l'ordre de 5 m/s.

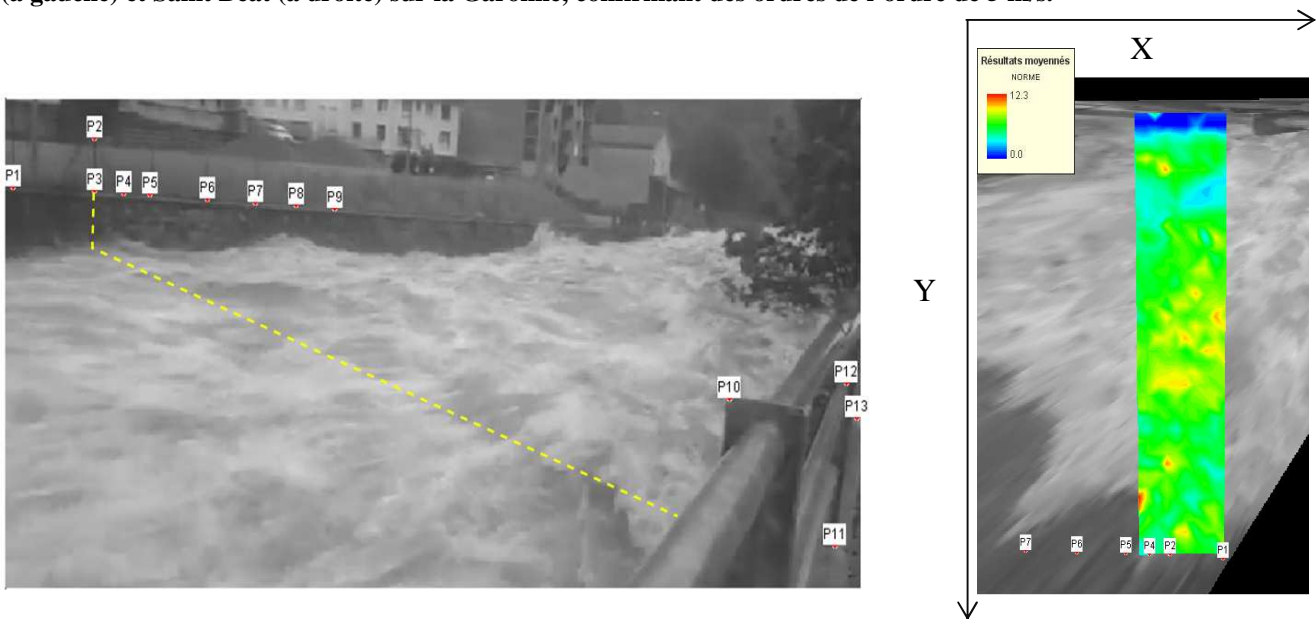


Figure 3. Exemple d'estimations de champs de vitesses de surface à Cauterets sur le Gave de Cauterets (source Raphael Le Boursicaut, Irstea). La vitesse de surface moyenne est estimée à 5 m/s, avec un maximum à 6,9 m/s.

2.3 Vérification de la cohérence des estimations obtenues

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

Cette vérification globale de la cohérence des estimations a également ici pu s'appuyer sur les informations recueillies par ailleurs par EDF-DTG, et par la DREAL Midi Pyrénées. L'ensemble de ces informations ont pu être confrontées lors d'une réunion qui s'est tenue dans les locaux de la DREAL Midi Pyrénées le 17 janvier 2014.

Malgré ce travail de recoupement, les estimations de débits de pointe finalement obtenues restent par nature incertaines et seront donc systématiquement par la suite associées à un intervalle indiquant la gamme de 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). On notera que dans le cas de l'enquête menée dans les Pyrénées, l'absence d'informations détaillées sur la bathymétrie a souvent constitué une source d'incertitude supplémentaire.

3 Résultats obtenus

33 estimations de débits de pointe ont initialement été obtenues à partir de l'enquête de terrain. Quelques unes de ces estimations ont par la suite été invalidées en raison à la fois des doutes sur les levés et des incohérences flagrantes avec d'autres informations disponibles à proximité, analysées notamment lors de la réunion du 17 janvier 2014 à la DREAL Midi Pyrénées.

Les tableaux (Tableau 1 à Tableau 3) ci-après synthétisent les résultats des estimations retenues (hors estimations invalidées qui figurent en annexe uniquement), avec dans chaque cas les intervalles et les valeurs de débits spécifiques (Q_p/S) et pseudo spécifiques ($Q_p/S^{0.8}$) associées. Des informations plus détaillées ont été regroupées en annexe, incluant les localisations XY de chaque point d'estimation, ainsi que des indications sur les doutes subsistant et les points forts éventuels de chaque levé (bathymétrie à confirmer, incertitude sur le niveau de la ligne d'eau, vitesses d'écoulements confirmées par un film par exemple), et enfin les raisons qui ont conduit à invalider certaines des estimations.

Les figures (Figure 4 à Figure 6) permettent pour leur part d'illustrer la répartition des points d'estimation sur le réseau hydrographique, et les ordres de grandeur des réactions hydrologiques exprimées en débits pseudo-spécifiques (unité $m^3/s/km^{1.6}$).

3.1 Gave de Pau à l'amont de Lourdes

Sur le Gave de Pau les estimations obtenues font apparaître une contribution relativement homogène des différents affluents, depuis Gavarnie et Gèdre jusqu'à Argelès - Gazost. Les ordres de grandeur de débits spécifiques se situent autour de 1 à 1.5 $m^3/s/km^2$. L'estimation obtenue au pont de la Reine semble un peu faible au regard des contributions provenant de l'amont, ce qui peut être attribué à une certaine incertitude sur la ligne d'eau et la section d'écoulement correspondante.

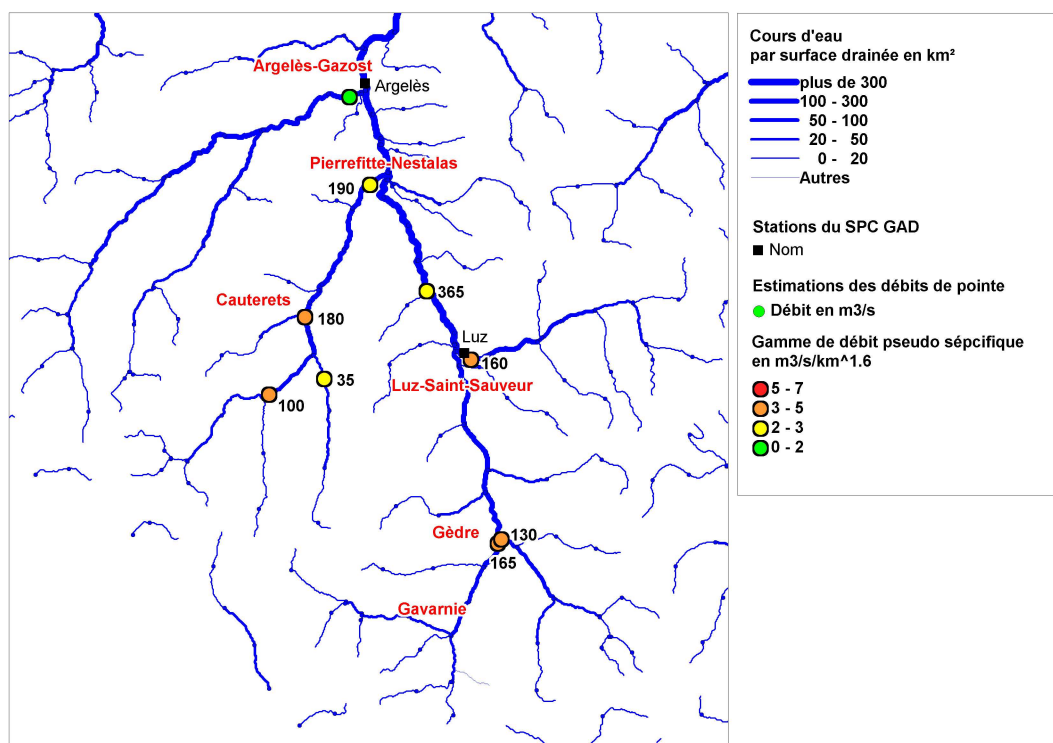


Figure 4. Localisation des estimations de débits de pointe obtenues sur le Gave de Pau.

Tableau 1. Estimations des débits de pointe obtenues sur le Gave de Pau

Cours d'eau	Lieu	Surface (km ²)	Qp (m ³ /s)	[Qmin;Qmax] (m ³ /s)	Q spécifique (m ³ /s/km ²)	Q pseudo-spécifique (m ³ /s/km ^{1.6})
Bastan	Luz Saint Sauveur	104	160	[135;185]	1.54	3.89
Gave de Cauterets	Cauterets	115	180	[160;230]	1.57	4.04
Gave de Cauterets	Pierrefitte - Nestalas	179	190	[160;235]	1.06	3.00
Gave de Cauterets	Pont d'Espagne	62	100	[80;120]	1.61	3.68
Gave de Gavarnie	Gèdre	110	165	[135;200]	1.50	3.84
Gave de Gavarnie	Pont de la Reine	425	365	[320;400]	0.86	2.88
Gave de Heas	Gèdre	83	130	[100;160]	1.57	3.79
Gave de Lutour	amont des cascades de Lutour	35	35	[25;40]	1.00	2.04

3.2 Nestes à l'amont d'Arreau

Sur les Nestes les réactions hydrologiques s'avèrent nettement plus hétérogènes. On observe une crue très significative de la partie sud-est du bassin (Rioumajou, Mousquère, et Ruisseau d'Aube à l'amont de Loudenvielle), avec des débits spécifiques pouvant atteindre voire dépasser les 2 m³/s/km². En revanche la partie ouest du bassin (amont de la Neste d'Aure dans le secteur d'Aragnouet) semble avoir nettement moins répondu. Sur la Neste du Lournon, une diminution significative des débits spécifiques à l'aval de Loudenvielle et à Arreau est observée (l'estimation à Arreau restant à confirmer par l'analyse d'une video) : cette diminution pourrait être attribuée à l'effet combiné du lac de Loudenvielle, et d'une réaction limitée des petits affluents aval.

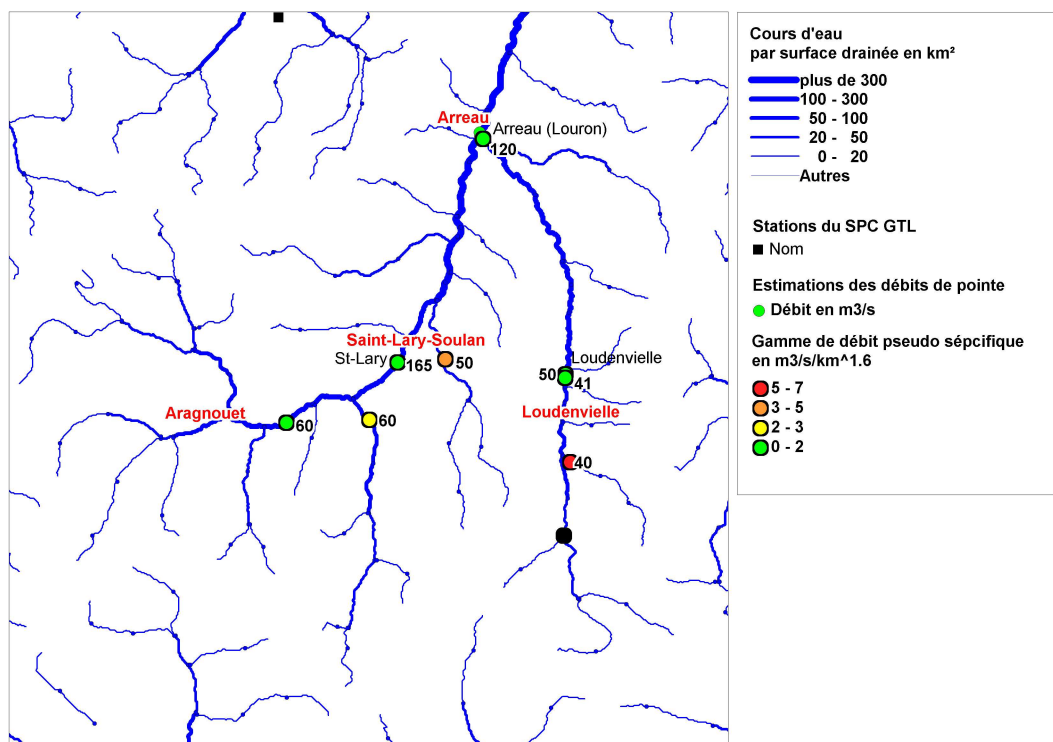


Figure 5. Positions des points d'estimations des débits sur le Gave de Pau.

Tableau 2. Estimations des débits de pointe obtenues sur les Nests

Cours d'eau	Lieu	Surface (km ²)	Qp (m ³ /s)	[Qmin;Qmax] (m ³ /s)	Q spécifique (m ³ /s/km ²)	Q pseudo-spécifique (m ³ /s/km ^{1.6})
la Mousquère	Azet	31	50		1.61	3.21
Neste d'Aure	Saint Lary	260	165	[135;200]	0.63	1.93
Neste d'Aure	Eget	170	60	[45;75]	0.35	0.99
Neste du Louron	Arreau	173	120		0.69	1.94
Neste du Louron	Aval du lac de Loudenvielle	91	50	[43;52]	0.55	1.35
Neste du Louron	Exutoire du lac de Loudenvielle	94	41	[28;52]	0.44	1.08
Rioumajou	Tramezaïgues	66	60	[50;70]	0.91	2.10
Ruisseau d'Aube	Pont des chèvres	12	40	[32;45]	3.33	5.48

3.3 Garonne et Pique à l'amont de Chaum

Sur la Garonne et la Pique les réactions hydrologiques paraissent également très hétérogènes de l'amont vers l'aval. La crue de la Garonne semble provenir essentiellement de l'amont de Bossost, les affluents situés à l'aval semblant contribuer de façon relativement marginale à la crue, d'où une baisse rapide des débits spécifiques vers l'aval.

Sur la Pique, là encore ce sont les bassins amont qui semblent avoir été les principaux contributeurs à la crue, avec des débits avoisinant les 1 m³/s/km² : partie sud de la Neste d'Oo, et Pique à l'amont de Luchon. A l'aval de Luchon les débits spécifiques semblent s'effondrer rapidement, ce qui suggère une nouvelle fois une contribution nettement plus faible des affluents situés dans la partie nord du bassin versant.

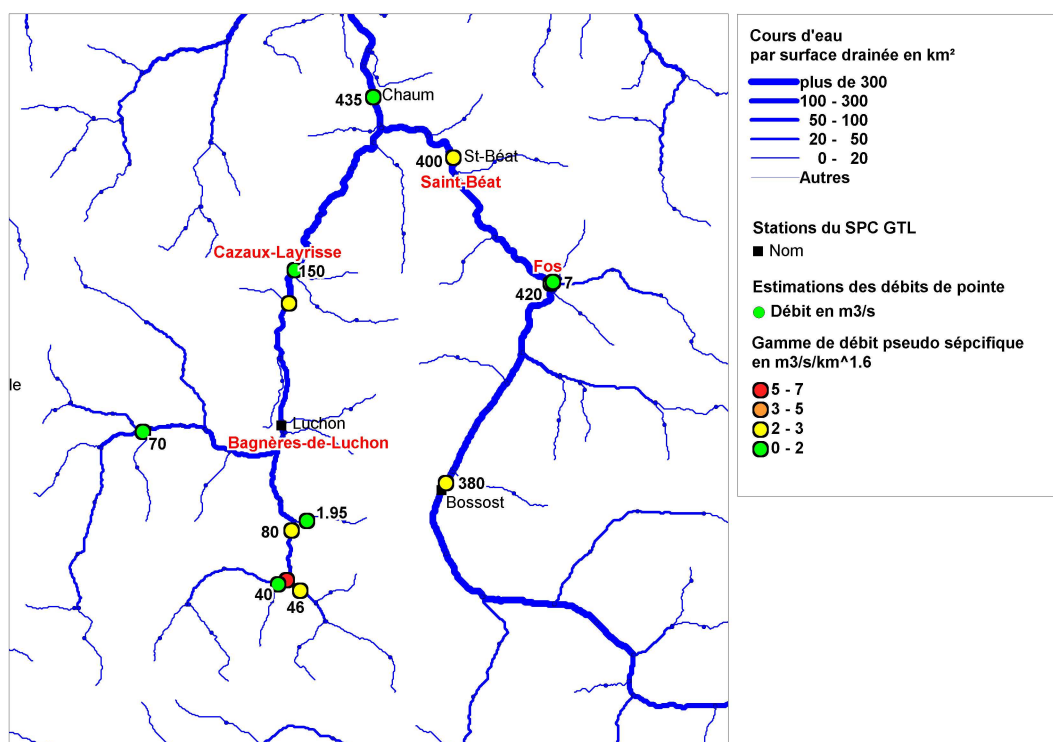


Figure 6. Positions des points d'estimations des débits sur le Gave de Pau.

Tableau 3. Estimations des débits de pointe obtenues sur la Garonne

Cours d'eau	Lieu	Surface (km ²)	Qp (m ³ /s)	[Qmin;Qmax] (m ³ /s)	Q spécifique (m ³ /s/km ²)	Q pseudo-spécifique (m ³ /s/km ^{1.6})
Garonne	Bossost	440	380	[350;410]	0.86	2.92
Garonne	amont de Fos	560	420	[340;500]	0.75	2.66
Garonne	Saint-Beat	650	400	[350;450]	0.62	2.25
Garonne	Chaum (station DREAL)	1032	435	[360;510]	0.42	1.69
Lys	Seuil amont pont sur le Lys	43	40	[28;53]	0.93	1.97
Neste d'Oo	Cazeaux de Larboust	91	70	[60;80]	0.77	1.90
Pique	Amont de Luchon	80	80	[64;100]	1.00	2.40
Pique	Amont confluence Lys	36	46	[37;55]	1.28	2.62
Pique	Cazaux	315	150	[110;185]	0.48	1.50
Ru de Burbe		9	2.2	[1.8;3]	0.22	0.34
Ruisseau de Maudan	Fos	30	7	[5;9]	0.23	0.46

4 Conclusion générale

L'enquête post-crue conduite conjointement par l'Ifsttar, le Cerema et l'Irstea a finalement permis d'obtenir un jeu de données détaillé sur les débits de pointe atteints au cours des crues de juin 2013.

Dans un nombre significatifs de cas, les vitesses d'écoulement ont pu être confirmées par l'analyse de vidéos, ce qui renforce la confiance dans les estimations de débits concernées, et d'une façon générale dans les gammes de vitesses d'écoulement retenues pour l'ensemble des estimations. Le travail de confrontation et de recoupement avec les informations disponibles à EDF-DTG et à la DREAL a par ailleurs permis d'éliminer les estimations conduisant à des incohérences manifestes.

Même s'il ne couvre pas de façon exhaustive l'ensemble des petits affluents, ce jeu de données permet finalement d'illustrer et d'émettre des hypothèses intéressantes sur la contribution respective des différentes parties des bassins versants à la crue.

5 Bibliographie

- Borga M., Gaume E., Creutin D., Marchi L., 2008, Surveying flash flood : gauging the ungauged extremes, *Hydrological processes*, 22, Vol. 18, pp 3883-3885.
- Delrieu G, Ducrocq V, Gaume E, Nicol J, Payrastra 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., Bouvier C. 2004, Analyse hydro-pluviométrique des crues du Gard et du Vidourle des 8 et 9 septembre 2002, *La Houille Blanche*, 2004-6.
- Gaume E. , 2006, Methodological note on post flash-flood investigations, deliverable report D23.2 from the FLOODsite project (<http://www.floodsite.net/default.htm>), 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.

6 Annexes

6.1 Estimation des débits sur la Garonne

Cours d'eau	Lieu	X_L93	Y_L93	Surface (km ²)	Qp (m ³ /s)	[Qmin ;Qmax] (m ³ /s)	Niveau ligne d'eau à confirmer	Bathymétrie à confirmer	Estimation des vitesses	Commentaire
Garonne	Bossost	511053	6190069	440	380	[350;410]		X	Vidéo	
Garonne	amont de Fos	515717	6198948	560	420	[340;500]		X	MS	
Garonne	Saint-Beat	511390	6204550	650	400	[350;450]		X	Vidéo	
Garonne	Chaum (station DREAL)	507823	6207238	1032	435	[360;510]		X	Vidéo + MS	
Lys	Sous le pont sur le Lys	503977	6185756	44	110	[90;135]	X		MS	Estimation invalidée (incohérence avec données EDF et avec l'estimation réalisée juste à l'amont)
Lys	Seuil à l'amont	503586	6185569	43	40	[28;53]			Loi de seuil	
Neste d'Oo	Cazeaux de Larboust	497577	6192345	91	70	[60;80]			MS	Incohérence apparente avec données EDF mais pouvant être liée à une faible réaction du bassin intermédiaire
Pique	Amont de Luchon	504189	6187967	80	80	[64;100]			Loi de seuil	
Pique	Amont confluence Lys	504575	6185280	36	46	[37;55]			Loi de seuil	
Pique	Amont de Cazaux	504077	6198066	300	210	[150;270]	X	X	MS	Estimation invalidée (incohérence avec données DREAL et avec l'estimation réalisée à Cazaux)
Pique	Cazaux	504328	6199555	315	150	[110;185]			MS	Incohérence apparente avec données amont mais pouvant être liée à une faible réaction du bassin intermédiaire
Ru de Burbe	Juste avant l'épingle à cheveux	504875	6188385	9	2.2	[1.8;3]			MS	
Ruisseau de Maudan	Fos	515819	6199020	30	7	[5;9]			MS	

MS : Manning-Strickler

6.2 Estimation des débits sur les Nestes

Cours d'eau	Lieu	X_L93	Y_L93	Surface (km ²)	Qp (m3/s)	[Qmin;Qmax] (m3/s)	Niveau ligne d'eau à confirmer	Bathymétrie à confirmer	Estimation des vitesses	Commentaire
la Mousquère	Azet	482530	6194410	31	50					levé simplifié effectué au distomètre laser
Neste d'Aure	Arreau	484034	6204421	574				Vidéo		Traitement en cours
Neste d'Aure	Saint Lary	480405	6194271	260	165	[135;200]		X	MS	
Neste d'Aure	Eget	475460	6191581	170	60	[45;75]			MS	
Neste du Luron	Arreau	484204	6204198	173	120				Vidéo	Estimation provisoire. Traitement vidéo en cours.
Neste du Luron	Aval du lac de Loudenvielle	487868	6193732	91	50	[43;52]			Loi de seuil	Cohérence à vérifier en fonction des informations SHEM.
Neste du Luron	Exutoire du lac de Loudenvielle	487855	6193577	94	41	[28;52]			Loi de seuil	Cohérence à vérifier en fonction des informations SHEM.
Neste du Luron	amont Loudenvielle	487804	6186562	44	290	[240;340]			MS	Probablement à invalider. Cohérence à vérifier en fonction des informations SHEM.
Rioumajou	Tremezaïgues	479150	6191720	66	60	[50;70]			MS	
Ruisseau d'Aube	Pont des chèvres	488085	6189831	12	40	[32;45]			MS	Cohérence à vérifier en fonction des informations SHEM.

MS : Manning-Strickler

6.3 Estimation des débits sur le Gave de Pau

Cours d'eau	Lieu	X_L93	Y_L93	Surface (km ²)	Qp (m3/s)	[Qmin ;Qmax] (m3/s)	Niveau ligne d'eau à confirmer	Bathymétrie à confirmer	Estimation des vitesses	Commentaire
Bastan	Luz Saint Sauveur	454334	6201837	104	160	[135;185]			MS + Vidéo	
Gave d'Azun	Argeles Gazost	447780	6216015	207	130	[100;160]	X		MS	pb de cohérence avec données EDF (vérifier incertitude sur ligne d'eau)
Gave de Cauterets	Cauterets	445379	6204127	115	180	[160;230]			Vidéo	
Gave de Cauterets	Pierrefitte - Nestalas	448879	6211284	179	190	[160;235]			Vidéo	
Gave de Cauterets	Pont d'Espagne	443430	6199955	62	100	[80;120]			MS	
Gave de Gavarnie	Gèdre	455783	6191916	110	165	[135;200]	X		MS	
Gave de Gavarnie	Pont de la Reine	451934	6205535	425	365	[320;400]	X	X	Photo (surélévation)	
Gave de Heas	Gèdre	455967	6192127	83	130	[100;160]			MS	
Gave de Lutour	amont des cascades de Lutour	446410	6200794	35	35	[25;40]	X		MS	
Gave de Pau	Lourdes	450973	6226937	1066						en cours de traitement

MS : Manning-Strickler

