Etude de l'impact écologique du fonctionnement par éclusées sur le Lot de l'aval de Castelnau au Port d'Agrès

Octobre 2016 – VERSION PROVISOIRE

Version V8 amendée et complétée par le Pôle Ecohydraulique de l'ONEMA à partir de la version V7 produite par AGERIN en avril 2016

AGERIN

SAS au capital de 60 000 Euros

Etudes et conseils. Aménagement et Gestion de l'Environnement et des Risques Naturels.

TEL : 05 61 64 63 31 FAX : 05 61 64 63 31 e-mail : info@agerin.net Web : http://www.agerin.net/

RCS Foix : 441 584 752 SIRET : 441 584 752 00022

Pôle Ecohydraulique

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE 6

2. HABITATS DANS LES DIFFERENTS TRONÇONS A HYDROLOGIE HOMOGENE ET STATIONS REPRESENTATIVES 11

2.1. TRONÇON 1 - STATION D'ESPALION 14

2.2. TRONÇON 2 - STATION DU ROC DE CARLUS 17

2.3. TRONÇON 3 - STATIONS DE NOUSSOL ET SOULOUS 19

2.4. TABLEAU RECAPITULATIF 24

3. CARACTERISATION DU REGIME THERMIQUE INFLUENCE 25

4. CARACTERISATION DE L'HYDROLOGIE NATURELLE 31

4.1. TRONÇON 1 ET 2 - LOT A ENTRAYGUES AMONT 31

4.1.1. DEBITS MOYENS MENSUELS 31

4.1.2. FREQUENCE DES DEBITS A L'ECHELLE ANNUELLE ET MENSUELLE 32

4.1.3. GRADIENTS DE DEBIT NATURELS A LA HAUSSE ET A LA BAISSE 35

4.2. TRONÇON 3 - LOT A ENTRAYGUES AVAL 38

4.2.1. DEBITS MOYENS MENSUELS 38

4.2.2. FREQUENCE DES DEBITS A L'ECHELLE ANNUELLE ET MENSUELLE 38

4.2.3. GRADIENTS DE DEBIT NATURELS A LA HAUSSE ET A LA BAISSE 41

5. CARACTERISATION DE L'HYDROLOGIE INFLUENCEE ET DES REGIMES D'ECLUSEES 44

5.1. ANALYSE DES CHRONIQUES HYDROLOGIQUES 44

5.1.1. DONNEES SOURCES 44

5.1.2. CARACTERISATION DU REGIME HYDROLOGIQUE 46

5.1.3. DEBITS MOYENS INTERANNUELS 46

5.1.4. FREQUENCE DES DEBITS A L'ECHELLE ANNUELLE 48

5.1.5. FREQUENCE DES DEBITS A L'ECHELLE MENSUELLE 49

5.1.6. CARACTERISATION DES ECLUSEES A L'AMONT ET A L'AVAL DE LA CONFLUENCE AVEC LA TRUYERE 51

5.2. ANALYSE DES LIMNIGRAMMES AU NIVEAU DES STATIONS D'ETUDE 57

5.2.1. REMARQUES GENERALES 57

5.2.2. MORPHOLOGIE DES ECLUSEES AU DROIT DES STATIONS 59

6. CAMPAGNE TOPOGRAPHIQUE ET RELEVES DE LIGNES D'EAU 64

6.1. LEVES TOPOGRAPHIQUES 64

6.2. RELEVES DE LIGNES D'EAU 66

6.3. APPRECIATION DE LA GRANULOMETRIE 70

7. MODELISATIONS HYDRAULIQUES 73

7.1. METHODOLOGIE 73

7.2. CALAGE DES MODELES 76

7.3. EXPLOITATION DES RESULTATS 78

8. RESULTATS SUR L'EVOLUTION DES PARAMETRES HYDROMORPHOLOGIQUES 82

8.1. TRONÇON 1 - STATION D'ESPALION 82

8.1.1. EVOLUTION DE LA SURFACE MOUILLEE 82

8.1.2. RELATION ENTRE GRADIENT DE NIVEAU D'EAU ET GRADIENT DE DEBIT, EN FONCTION DU DEBIT 83

Version PROVISOIRE

8.1.3. MISE EN EAU DE ZONES PARTICULIERES (BRAS SECONDAIRES ET PLAGES) 85
8.1.4. POSSIBILITES DE DEPLACEMENT DES POISSONS AU SEIN DES STATIONS 87
8.2. TRONÇON 2 – STATION DE ROC DE CARLUS 88
8.2.1. EVOLUTION DE LA SURFACE MOUILLEE 88
8.2.1. RELATION ENTRE GRADIENT DE NIVEAU D'EAU ET GRADIENT DE DEBIT, EN FONCTION DU DEBIT 89
8.2.2. MISE EN EAU DE ZONES PARTICULIERES (BRAS SECONDAIRES ET PLAGES) 89
8.2.1. POSSIBILITES DE DEPLACEMENT DES POISSONS AU SEIN DES STATIONS 90
8.3. TRONÇON 3 – STATIONS DE NOUSSOL ET SOULOUS 91
8.3.1. EVOLUTION DE LA SURFACE MOUILLEE 91
8.3.2. RELATION ENTRE GRADIENT DE NIVEAU D'EAU ET GRADIENT DE DEBIT, EN FONCTION DU DEBIT 92
8.3.3. MISE EN EAU DE ZONES PARTICULIERES (BRAS SECONDAIRES ET PLAGES) 93
8.3.1. POSSIBILITES DE DEPLACEMENT DES POISSONS AU SEIN DES STATIONS 95

9. MODELISATION DE L'HABITAT PISCICOLE – METHODOLOGIE 97
9.1. PRINCIPE DE LA METHODE DES MICROHABITATS 97
9.2. CHOIX DES ESPECES CIBLES 98
9.3. CHOIX DES MODELES D'HABITATS 100
9.3.1. CAS DE LA TRUITE 100
9.3.2. CAS DE L'OMBRE 100
9.3.3. CAS DU BARBEAU, DE LA VANDOISE ET DU CHABOT 101
9.3.4. HABITAT DES ALEVINS 101

10. RESULTATS SUR L'EVOLUTION DE L'HABITAT PISCICOLE 102
10.1. TRONÇON 1 - STATION D'ESPALION 102
10.1.1. CAS DE LA TRUITE 102
10.1.2. CAS DU CHABOT DE LA VANDOISE ET DU BARBEAU 102
10.1.3. CAS DES ALEVINS POST-EMERGEANT 102
10.2. TRONÇON 2 - STATION DE ROC DE CARLUS 106
10.2.1. CAS DE LA TRUITE 106
10.2.1. CAS DE L'OMBRE 106
10.2.2. CAS DU CHABOT DE LA VANDOISE ET DU BARBEAU 106
10.2.3. CAS DES ALEVINS POST-EMERGEANT 106
10.3. TRONÇON 3 - STATIONS DE NOUSSOL ET SOULOUS 111
10.3.1. CAS DE LA TRUITE 111
10.3.2. CAS DE L'OMBRE 111
10.3.3. CAS DU CHABOT DE LA VANDOISE ET DU BARBEAU 112
10.3.4. CAS DES ALEVINS POST-EMERGEANT 112

11. PROPOSITIONS DE MESURES DE MITIGATION 120
11.1. DEFINITION ET DATE DES PERIODES BIOLOGIQUES 120
11.2. RAISONNEMENT CONDUISANT AUX PROPOSITIONS DE MESURES DE MITIGATION 121
11.2.1. PERIODE HIVERNALE 121
11.2.2. PERIODE PRINTANIERE 121
11.2.3. PERIODE ESTIVALE 122
11.3. PROPOSITIONS POUR LE TRONÇON 1 - AVAL CASTELNAU 123

Version PROVISOIRE

11.4. PROPOSITIONS POUR LE TRONÇON 2 - AVAL GOLINHAC 125
11.5. PROPOSITIONS POUR LE TRONÇON 3 - AVAL CONFLUENCE TRUYERE 127
12. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES 130
13. REFERENCES 133
14. ANNEXES 135
14.1. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES MODELES HYDRAULIQUES REALISES 135
14.1.1. ESPALION 135
14.1.2. GOLINHAC 137
14.1.3. NOUSSOL 139
14.1.4. SOULOUS 141
14.2. VALEUR D'HABITAT OU DE SPU NORMEE ET DE SPU/100M POUR CHAQUE STATION ET CHAQUE TAXON ETUDIEE 143
14.2.1. ESPALION 143
14.2.2. ROC DE CARLUS 145
14.2.3. NOUSSOL 146
14.2.4. SOULOUS 148
14.3. LIMNIGRAMMES DES SONDES SUR CHACUN DES SITES DU 25 JUIN 2012 AU 24 AVRIL 2013 149
14.4. THERMOGRAMMES DES SONDES SUR CHACUN DES SITES DU 25 JUIN 2012 AU 24 AVRIL 2013 158
14.5. HYDROGRAMMES EN AVAL DE LA CONFLUENCE LOT TRUYERE DE 1990 A 2011 167
14.6. HYDROGRAMMES EN AMONT DE LA CONFLUENCE LOT TRUYERE DE 1990 A 2011 191
14.7. LIMNIGRAMMES DES SONDES SUR CHACUN DES SITES DU 20 OCTOBRE 2014 AU 28 OCTOBRE 2015 213
14.8. THERMOGRAMMES DES SONDES SUR CHACUN DES SITES DU 20 OCTOBRE 2014 AU 28 OCTOBRE 2015 224

Version PROVISOIRE

AVANT PROPOS

La présente étude sur l'impact écologique du fonctionnement par éclusées des aménagements hydroélectriques sur le Lot a été réalisée sous maîtrise d'ouvrage de l'Entente Interdépartementale du Bassin du Lot (EPTB Lot), avec un financement de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Ce rapport regroupe les deux études réalisées par le bureau d'étude AGERIN, la première entre les mois d'avril 2012 et avril 2014, et la seconde entre les mois de septembre 2014 et novembre 2015, ainsi que les amendements et compléments apportés par le Pôle Ecohydraulique ONEMA-IMFT.

Version PROVISOIRE

1. Contexte et objectif de l'étude

Le Lot et la Truyère prennent leur source dans le département de la Lozère (48), puis s'écoulent globalement vers l'ouest pour rejoindre la Garonne en traversant les départements du Cantal (15); de l'Aveyron (12), du Lot (46) et du Lot et Garonne (47) (Figure 1). Au niveau de la confluence avec la Garonne, le bassin versant du Lot est d'environ 11500 km² pour un débit moyen interannuel (module) de l'ordre de 150 m^3/s.

La vallée de la Truyère présente un enjeu hydroélectrique important. Sur cette rivière à forte pente, 9 usines sont présentes, qui représentent 1800 MW, soit 8% du parc national EDF, avec une quantité d'eau retenue de 600 Mm^3. Les barrages de Castelnau et Golinhac sur le Lot amont complètent le dispositif de la chaine de production Lot –Truyère. Le bassin Lot-Truyère est ainsi l'un des plus équipés de France sur le plan hydroélectrique avec un cumul de puissance brute de 2014 MW (y compris la STEP de Montezic) et une production annuelle évaluée à 2,4 TWh par an (hors STEP de Montezic).

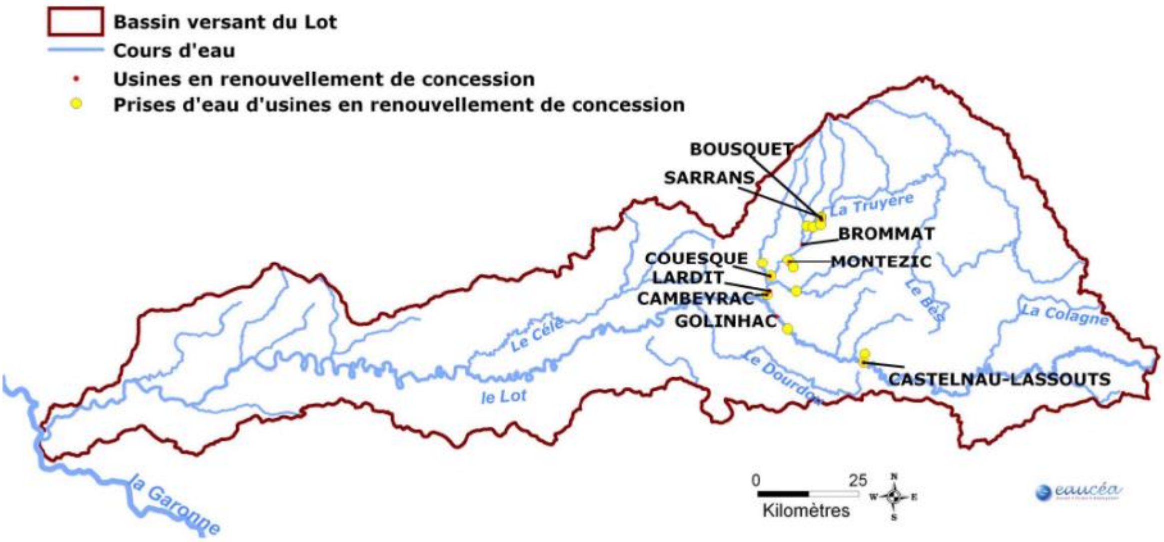
Ces aménagements ont entraîné de profondes modifications des hydrosystèmes avec l'ennoiement de secteurs lotiques sous de grandes retenues. Les barrages et leurs retenues constituent de plus des obstacles irrémédiables à la continuité écologique (circulation des poissons à la montaison et à la dévalaison et transit des sédiments), la mise en place de mesures correctrices (dispositifs de franchissement) n'étant pas envisageable de par la complexité technique et le peu d'intérêt biologique à faire transiter des poissons rhéophiles dans de grandes retenues.

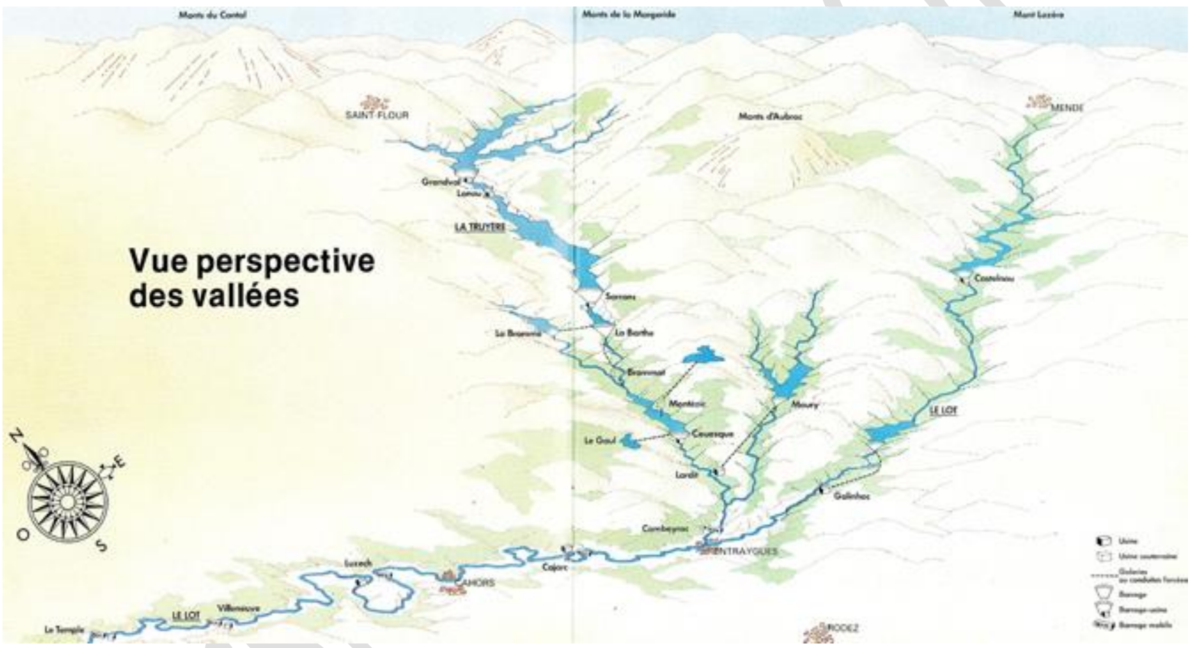
La gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques pour la production d'énergie de pointe induit de profondes modifications du cycle hydrologique du Lot et de la Truyère, avec des cycles de stockage-déstockage de l'eau à différentes échelle de temps (saisonnière, journalière et horaire). La « synthèse des enjeux à liés à l'hydroélectricité sur le bassin du Lot » (Entente Lot - Eaucéa, 2012), a montré que les éclusées constatées sur le Lot sont parmi les plus fortes du bassin Adour-Garonne. L'aval de la confluence Lot-Truyère peut connaître régulièrement jusqu'à 5 variations importantes durant la même journée (350 à 550 par an). Cette gestion par éclusées peut d'une part poser des problèmes de sécurité pour les activités en aval, notamment la navigation et d'autre part est susceptible d'induire des impacts jusqu'à très sévères sur les peuplements des hydrosystèmes.

Pour limiter les effets des éclusées principalement sur la pratique des sports d'eaux-vives et de la navigation sur le Lot, une convention de limitation des débits maximum des éclusées entre le 1er juin et le 30 septembre (4 mois) a été signée entre EDF et l'Entente Lot en 2009 (convention du 26/06/2009 ; les modalités sont précisées dans la partie 2 [Tableau 3]).

La gestion des aménagements hydroélectriques est également influencée par une mission de soutien d'étiage entre le 1er juillet et le 30 septembre, voire le 31 octobre (3 à 4 mois) depuis 1989. Cela a fait l'objet de multiples conventions et documents entre l'Entente Lot et EDF depuis 1989 (premier protocole d'accord signé le 10/05/1994 ; première convention d'exploitation en juin 1989 ; second protocole d'accord signé le 18/11/1994 ; règlement technique adopté le 16/05/1995 ; seconde convention générale du 23/06/1995 ; les modalités sont précisées dans la partie 2 [Tableau 3]).

Version provisoire


Bassin versant du Lot
Cours d'eau
Usines en renouvellement de concession
Prises d'eau d'usines en renouvellement de concession
BOUSQUET
SARRANS
La Truyère
BROMMAT
COUESQUE
LARDIT
MONTEZIC
CAMBEYRAC
GOLINHAC
Le Bès
La Colagne
Le Célé
le Lot
Le Dourdou
CASTELNAU-LASSOUTS
la Garonne
0
25
Kilomètres
eaucéa


Vue perspective
des vallées
SAINT-FLOUR
MENDE
LA TRUYERE
LE LOT
ENTRAYGUES
CAHORS
RODEZ

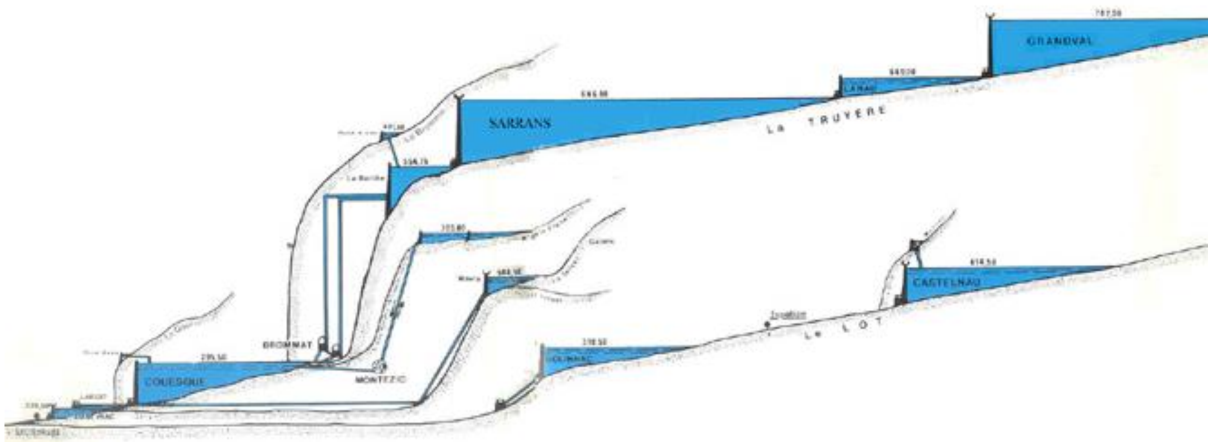

GRANDVAL
SARRANS
La TRUYERE
BROMMAT
MONTEZIC
COUESQUE
CASTELNAU
Le LOT

Figure 1 : Bassin versant du Lot (en haut), vue perspective des vallées du Lot et de la Truyère (au centre) et synoptique des aménagements hydroélectriques (en bas).

Les aménagements concédés sur le Lot et la Truyère, hormis ceux de Grandval et Lanau sur la Truyère amont et de Touluch, font l'objet d'une procédure de renouvellement de concession les regroupant dans une unique concession (Tableau 1). Cette procédure est en cours, mais son échéance n'est actuellement pas connue. Quoi qu'il en soit, cette procédure de renouvellement de concession est l'occasion de redéfinir les modalités de gestion des aménagements en fonction des différents objectifs énergétiques, environnementaux, multi-usages, …

Nouvelle conces-sion	Hydro-graphie	Ouvrages	Puissance maximale brute (MW)	Date de fin
Truyére	Truyère	Brommat	497	2012
	Truyère	Suréqui-pement Brommat	100	
	Truyère	Sarrans	199	
	Truyère	Le Bous-quet	5	
	Truyère	Couesque	150	2025
	Truyère	Montezic	910	2025
	Truyère	Lardit	51	2021
	Truyère	Cambeyrac	12	2032
	Lot amont	Castelnau	90	2021
	Lot amont	Golinhac		2035

Tableau 1 : Récapitulatif des concessions regroupées dans la concession dite « Truyère » (source : communiqué de presse du MEEDDM, du 22 avril 2010).

L'hydromorphologie de la partie aval du Lot, entre Entraygues et la confluence avec la Garonne (Domaine Public Fluvial), est également profondément modifiée du fait des nombreux ouvrages pour rendre ce cours d'eau navigable : 64 chaussées construites jusqu'à la fin du XIXème siècle et dont la moitié sont équipées d'usines hydroélectriques. La plupart de ces ouvrages ne sont pas équipés de dispositifs de franchissement piscicole. Ceci se traduit par une banalisation des peuplements de poissons, constatée au niveau des stations de mesure du Réseau Hydrobiologique et Piscicole.

Dans ce contexte, **l'Entente Interdépartementale du Bassin du Lot (EPTB Lot) a souhaité lancer une étude sur l'impact écologique du fonctionnement par éclusées sur le Lot à partir de l'aval de l'ouvrage de Castelnau (12) pour le Lot et de l'aval de Cambeyrac (12) pour la Truyère, jusqu'à Port d'Agrès** (Figure 2). Cette étude cible ainsi les secteurs du Lot à écoulements « libres » plus sensibles d'un point de vue écologique aux

variations de débit que les secteurs ennoyés sous les retenues (secteur navigable notamment).

Les objectifs de cette étude sont de réaliser :

- **une description des habitats dans les différents tronçons à hydrologie homogène** au sein du secteur d'étude, permettant notamment de définir des stations qui en sont représentatives (partie 2),
- **une caractérisation du régime thermique influencé**, permettant de mieux cerner les éventuels impacts sur la thermie, ainsi que le calendrier biologique des espèces (période de reproduction des adultes, d'émergence des alevins, …) (partie 3),
- **une caractérisation de l'hydrologie naturelle** à partir de données historiques, pour disposer d'une référence naturelle et pouvoir aussi apprécier la faisabilité hydrologique des mesures correctrices que l'on pourra proposer au final (maintien des débits minimaux notamment) (partie 4),
- **une caractérisation de l'hydrologie influencée et des régimes d'éclusées générés par les aménagements** permettant d'apprécier les modifications liées à la gestion des aménagements hydroélectriques et la sévérité des éclusées (partie 5),
- **une analyse de l'évolution des paramètres hydromorphologiques en fonction du débit (surface mouillée, hauteurs d'eau, vitesse d'écoulements, …)**, à partir des modélisations hydrauliques sur les stations représentatives des tronçons (parties 6, 7 et 8),
- **une analyse de l'évolution des qualités et quantités des habitats piscicoles en fonction du débit** sur les stations représentatives des tronçons (parties 9 et 10),
- **le tout de façon à proposer, pour chaque tronçon, des mesures sur la gestion des débits à l'aval des aménagements pour limiter l'impact écologique des éclusées** (partie 11)**.**

Dans l'analyse de l'évolution des qualités et quantités des habitats, les travaux ont ciblé les populations de poissons et plus particulièrement certaines espèces « cibles » (truite, ombre, barbeau, chabot et vandoise) définies en fonction du peuplement observé et du peuplement théorique du cours d'eau. Ce choix est lié au fait qu'en l'état des connaissances, la modélisation des habitats et l'analyse des résultats vis-à-vis des impacts des éclusées ne sont envisageables que pour certaines espèces de poissons (dont celles ciblées). Ce choix ne doit pas faire oublier que les autres espèces (invertébrés, espèces terrestres inféodés au cours d'eau, …) peuvent également être impactées par la gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques. Sur le Lot, on peut en particulier noter la présence de 3 espèces d'odonates, qui sont protégées sur le site Natura 2000 FR7300912 - Moyenne vallée du Lot inférieure : Macromia splendens ; Oxygastra curtisii ; Gomphus graslinii.

VERSION PROVISOIRE

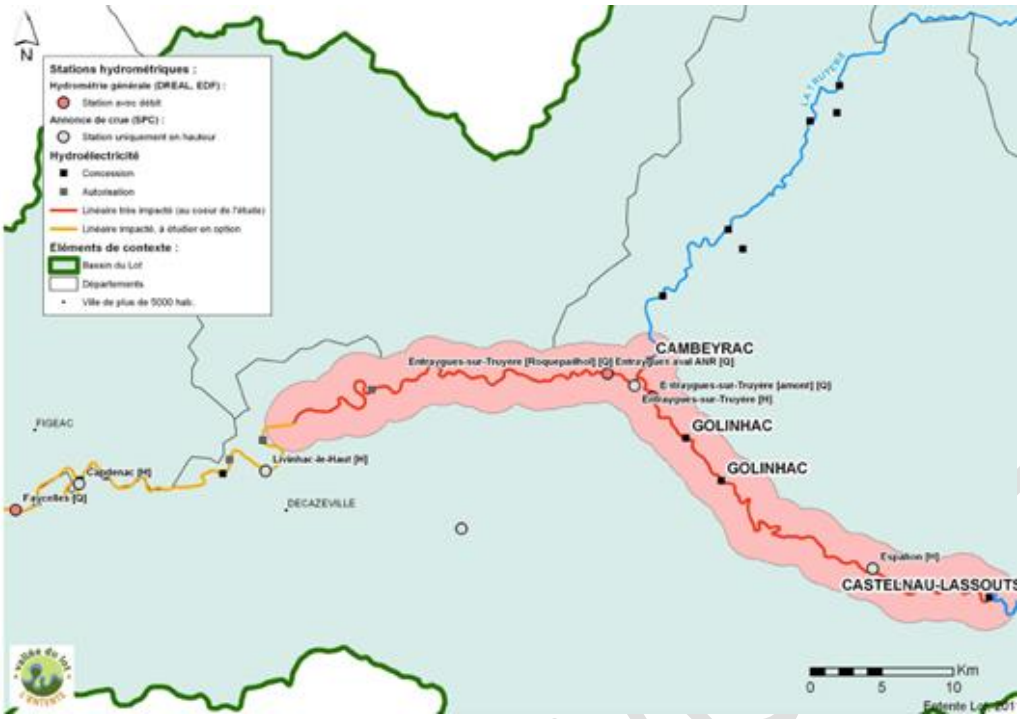


Figure 2 : la zone d'étude de Castelnau à Port d'Agrès

Photo 1 : le Lot à Noussol

2. Habitats dans les différents tronçons à hydrologie homogène et stations représentatives

Le secteur d'étude s'étend globalement sur le Lot de l'aval de l'aménagement hydroélectrique de Castelnau, jusqu'au début du tronçon remis en navigation récemment (Port d'Agrès), soit un linéaire d'environ 75 km, ainsi que sur la Truyère de l'aval de l'aménagement hydroélectrique de Cambeyrac, jusqu'à la confluence avec le Lot, soit un linéaire d'environ 1.5 km (revoir la Figure 2 page précédente). Le bassin versant du Lot sur la zone d'étude varie de 1650 km² à Castelnau, à 6400 km² à Livinhac-le-Haut en aval de la zone d'étude. La Truyère conflue avec le Lot au niveau d'Entraygues-sur-Truyère et draine à elle seule un bassin versant de 3280 km². Le débit moyen interannuel (module) du Lot sur la zone d'étude varie d'environ 25 m³/s à 113 m³/s, l'apport de la Truyère étant d'environ 60 m³/s.

Au sein du secteur d'étude, **3 principaux tronçons soumis aux éclusées hydroélectriques et dont l'hydrologie est homogène ont été identifiés sur le Lot et étudiés** :

- **Tronçon 1 : du barrage-usine de Castelnau, jusqu'à la retenue de Golinhac (22.3 km)**. L'hydrologie y est influencée par la gestion de l'aménagement de Castelnau.
- **Tronçon 2 : de l'usine de Golinhac, jusqu'à la confluence de la Truyère (6.6 km)**. L'hydrologie y est influencée par la gestion de l'aménagement de Golinhac.
- **Tronçon 3 : de la confluence de la Truyère, jusqu'au Port d'Agrès (34.7 km)**, limite aval du secteur d'étude. L'hydrologie y est influencée par la gestion de l'aménagement de Golinhac sur le Lot et de la chaîne d'aménagements sur la Truyère. Ce tronçon peut être subdivisé en 2 sous-tronçons de part et d'autre de la confluence du Dourdou, à l'aval immédiat de laquelle se trouve un seuil équipé d'une microcentrale (ROE 24440) :
  - **tronçon 3a : de la confluence de la Truyère, jusqu'à la confluence avec le Dourdou (21.7 km).**
  - tronçon 3b : de la confluence du Dourdou, jusqu'au Port d'Agrès (13 km).

  Sur le tronçon 3, l'effort d'étude s'est concentré sur le tronçon 3a, le tronçon 3b faisant l'objet d'un important projet hydroélectrique qui risque d'en modifier fortement le fonctionnement hydraulique.

Un 4eme tronçon soumis aux éclusées hydroélectriques existe sur la Truyère, de l'aval de l'aménagement de Cambeyrac, jusqu'à la confluence avec le Lot. Ce tronçon n'a toutefois pas l'objet d'investigation étant donné sa longueur limitée (≈ 1.5 km), et le fait qu'il est en très grande partie ennoyé par la retenue d'une microcentrale.

Le Tableau 3 récapitule les caractéristiques des tronçons soumis aux éclusées hydroélectriques étudiés sur le Lot. Les tronçons 1, 2 et 3a ont fait l'objet d'une description de leurs habitats (Figure 3). Concernant le tronçon 3, à l'aval de la confluence avec la Truyère, le débit maximum turbiné correspond à la somme des débits d'équipement des centrales de Golinhac sur le Lot (86.2 m³/s) et de Cambeyrac sur la Truyère (220 m³/s), soit un total de 306.2 m³/s. Toutefois, coté Truyère, les centrales de Couesque et Lardit présentes à l'amont de Cambeyrac présentent des débits d'équipement de 270 m³/s et 15.5 m³/s, soit un total de

Version PROVISOIRE

285.5 m^3/s supérieur au débit maximum turbinable de Cambeyrac, dont le barrage peut être amené à surverser lorsque de tels débits sont turbinés longuement. Ainsi, le débit maximum turbiné sur le Lot à l'aval de la confluence avec la Truyère peut atteindre 371 m^3/s.

Quatre stations représentatives d'environ 1 km de long chacune ont été retenues pour faire l'objet de la modélisation hydraulique et des analyses sur l'évolution des paramètres hydromorphologiques et des habitats piscicoles. Les sondes thermiques et piézométriques ont également été positionnées au niveau de ces stations. Les stations englobent autant que possible des zones de granulométrie favorable à la reproduction des poissons lithophiles (truite et ombre notamment), des habitats de croissance des juvéniles et des sites potentiels d'échouages-piégeages (annexes hydrauliques et plages exondables). Le choix des stations a été fait en collaboration étroite avec la Fédération de pêche Aveyron et Halieutilot. Il a été positionné (Figure 3) :

- **1 station dans le tronçon 1**, en amont immédiat d'**Espalion** (en limite de zone cyprinicole et salmonicole),
- **1 station dans le tronçon 2** au **Roc de Carlus** (zone cyprinicole),
- et **2 stations dans le tronçon 3a**, à **Noussol** et **Soulous** (zone cyprinicole à tendance salmonicole).

Les caractéristiques des stations sont décrites dans le Tableau 2 et le Tableau 3. Dans la mesure où la station d'Espalion est assez éloignée de l'aménagement de Castelnau (module augmentant de 25 à 30 m^3/s), les préconisations émises à partir des résultats sur cette station seront retranscrites au niveau de Castelnau en y appliquant le rapport entre les modules. En revanche, la station de Roc de Carlus étant proche de Golinhac et les stations de Noussol et Soulous étant proches de la confluence de la Truyère (peu d'écarts entre les modules), les préconisations émises à partir des résultats sur ces stations seront directement retranscrites.

	Superficie du bassin versant (km^2)	Module au niveau de la station (m^3/s)[1]
Espalion	1834	30
Roc de Carlus	2166	35
Noussol	5506	97
Soulous	5609	99

Tableau 2 : Description des bassins versant au droit des stations d'étude

[1] Selon les valeurs utilisées en 2012 par la DREAL dans le cadre de la réforme des débits réservés entrée en vigueur au 01/01/2014.

Version PROVISOIRE

Tronçon étudié			Station d'étude		
Etendue	**Linéaire**	**Module au début du tronçon**	**Nom**	**Linéaire**	
	km	**m³/s**		**km**	**%**
1) Du barrage de Castelnau à la retenue de Golinhac	22.3	25	Espalion	0.85	3.8
2) De l'usine de Golinhac à la confluence de la Truyère	6.6	33.2	Roc de Carlus	0.95	14.4
3) De la confluence Lot-Truyère à la confluence du Dourdou de Conques	21.7	95	Noussol	0.9	4.14
			Soulous	1.2	5.53

Aménagement(s) hydroélectriques influençant l'hydrologie					
Nom	**Débit maximum turbinable**		**Débit réservé**		**Règles influençant la gestion des débits**
	m³/s	**% du module**	**m³/s**	**% du module**	
Castelnau	95	380%	2	7.8 %	- Maintien d'un débit minimal constant de 6 m³/s entre 10 h et 12h, du 01/07 au 31/08 (convention EDF-CG12 depuis 1994) - Déstockage possible de la retenue pour le soutien d'étiage sur le Lot aval - Côte minimale à 408m NGF durant le soutien d'étiage, du 01/07 au 30/09 (convention novembre 1994)
Golinhac	86.2	260%	3	9 %	
Golinhac (Lot) + Cambeyrac (Truyere)	86.2 + 220 = 306.2 (voire 371)	322% (voire 390%)	3 + 4 = 7	7.4%	-Soutien d'étiage du 01/07 au 30/09, voire au 31/10 (convention novembre 1994) : • Sur le Lot à l'aval de la confluence Truyère (Entraygues Aval) • Débit instantané de 10 m³/s complémentaire au débit réservé de 6 m³/s (à l'époque) ➔ Débit total de 16 m³/s (16.8% du module) • Dans la limite d'un volume de 33 Mm³ (8 années sur 10) • Possibilité de modulation du débit total à Entraygues Aval à 9, 12, 14, 16 ou 18 m³/s -Limitation des débits du 01/06 au 30/10 (convention du 26/06/2009) : • Si Qnat à Cambeyrac < 110 m³/s, alors Qturb à Cambeyrac < 110 m³/s • Si Qnat à la confluence Lot-Truyère < 60 m³/s, alors Q turb à Cambeyrac +Golinhac < 110 m³/s

Tableau 3 : Récapitulatif des caractéristiques des tronçons soumis aux éclusées hydroélectriques étudiés sur le Lot.

Version PROVISOIRE

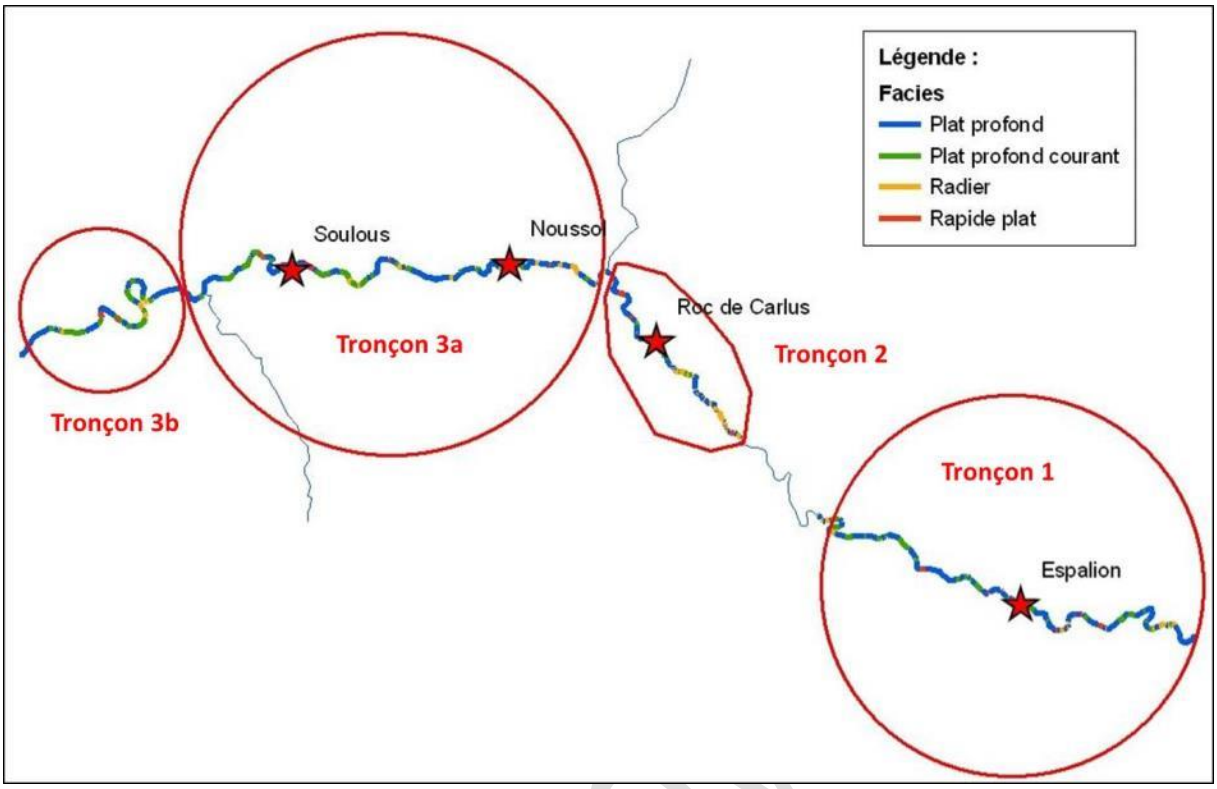


Figure 3 : Localisation des stations modélisées.

2.1. Tronçon 1 - Station d'Espalion

La composition en faciès d'écoulement du tronçon 1 (22.3 km) et de la station d'Espalion (850 m, soit 3.8% du tronçon) est présentée en Figure 4. Le tronçon 1 est majoritairement composé de plat profond (64%) et de plat profond courant (24%). Les radiers et rapides sont peu représentés.

Le choix de la station d'Espalion s'appuie sur un site retenu par la Fédération de Pêche de l'Aveyron pour le suivi des éclusées (S5_Cas). Cette station est majoritairement composée de plat profond courant (71%) et de plat profond (29%). Elle contient d'autre part 2 annexes hydrauliques, 2 bras secondaires et 4 plages exondables.

La longueur globalement importante des faciès d'écoulement rend difficile le choix d'une station tout à fait représentative du tronçon, même avec un linéaire approchant 1 km. Dans ce contexte, il a été choisi de privilégier la représentation des faciès lotiques, plus sensible aux variations de débit.

Le tronçon 1 reçoit les apports de plusieurs affluents, tous en rive droite, notamment :

- Le mousseaux à l'aval proche du barrage de Castelnau, ses eaux étant toutefois captées et redirigées vers la retenue de Castelnau
- La Boralde de Saint-Chély d'Aubrac, également à l'aval proche du barrage de Castelnau
- La Boralde de Flaujaguèse, à l'amont d'Espalion

- La Coussane au niveau d'Estaing, en queue de retenue de Golinhac.

Trois seuils sont présents sur la partie aval du tronçon 1 :

- un seuil de la chaussée d'Espalion, dans d'Espalion (ROE 16719)
- le seuil de Coudoustrine, équipé d'une microcentrale, à l'aval d'Espalion (ROE 16716 et 16718)
- le seuil du moulin de Verrière, équipé d'une microcentrale, à l'amont d'Estaing (ROE 24375)

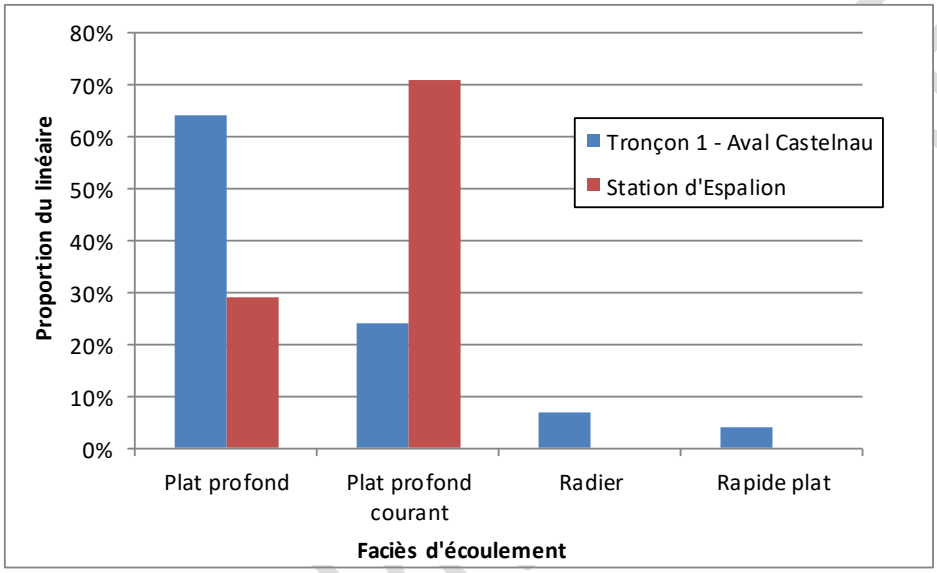
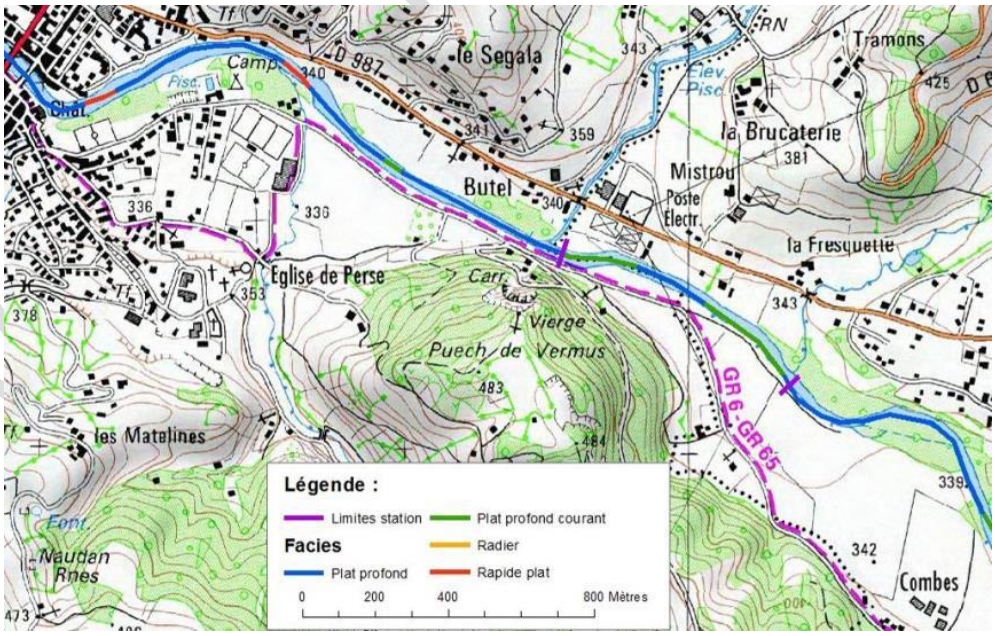
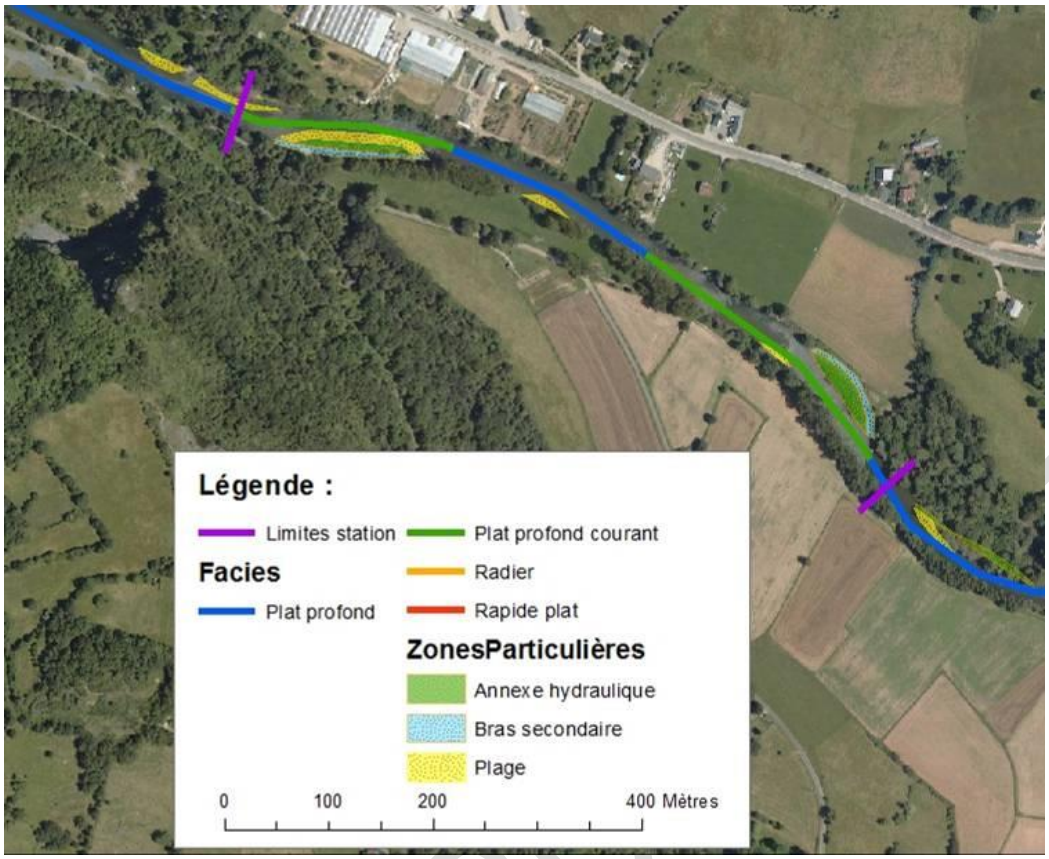


Figure 4 : Faciès d'écoulement du tronçon 1 et de la station d'Espalion.



Carte 1 : Localisation de la station d'Espalion.



Carte 2 : Photo aérienne du site d'Espalion.

Photo 1 : Radier.

Photo 2 : Bras mort aval.

2.2. Tronçon 2 - Station du Roc de Carlus

La composition en faciès d'écoulement du tronçon 2 (6.6 km) et de la station de Roc de Carlus (950 m, soit 14.4% du tronçon) est présentée en Figure 5. Le tronçon 2 est majoritairement composé de plat profond (58%). Les faciès d'écoulement lotiques sont assez bien présents : 11% de plat profond courant, 24% de radiers et 7% de rapides plat (bien plus que dans le tronçon 1).

La station de Roc de Carlus est composée de 39% de plat profond, de 50% de plat profond courant et 12% de radier. Elle contient d'autre part 1 annexe hydraulique, 1 bras secondaire et 5 plages exondables. Le faciès plat profond courant est surreprésenté, au détriment des radiers et plats profonds.

Le tronçon 2 ne reçoit pas d'apport d'affluent significatif. Un seul seuil est présent en partie aval du tronçon, juste à l'amont d'Entraygues : le seuil du Moulin d'Olt, équipé d'une microcentrale (ROE 16113 et 24372)

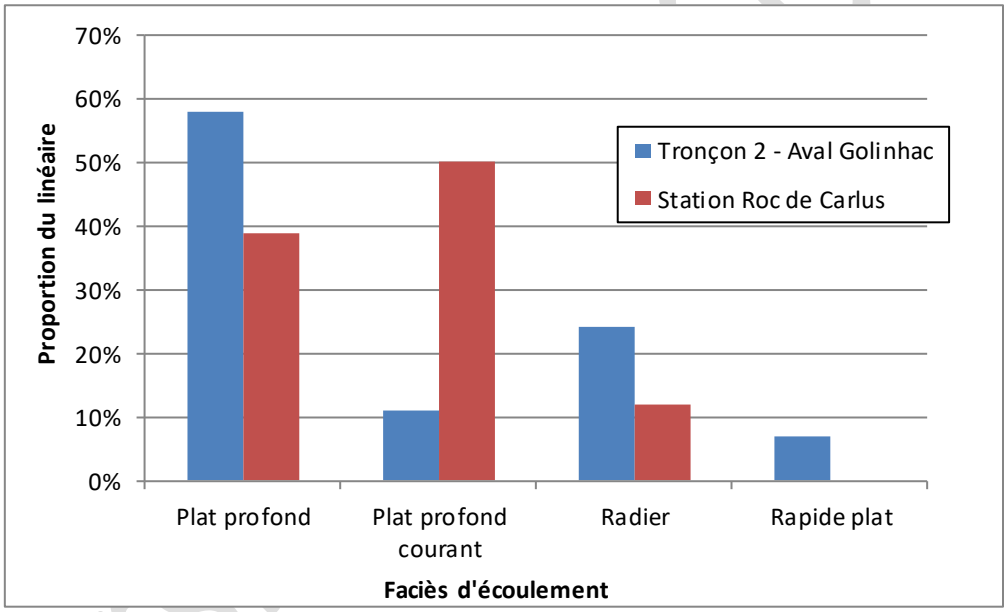
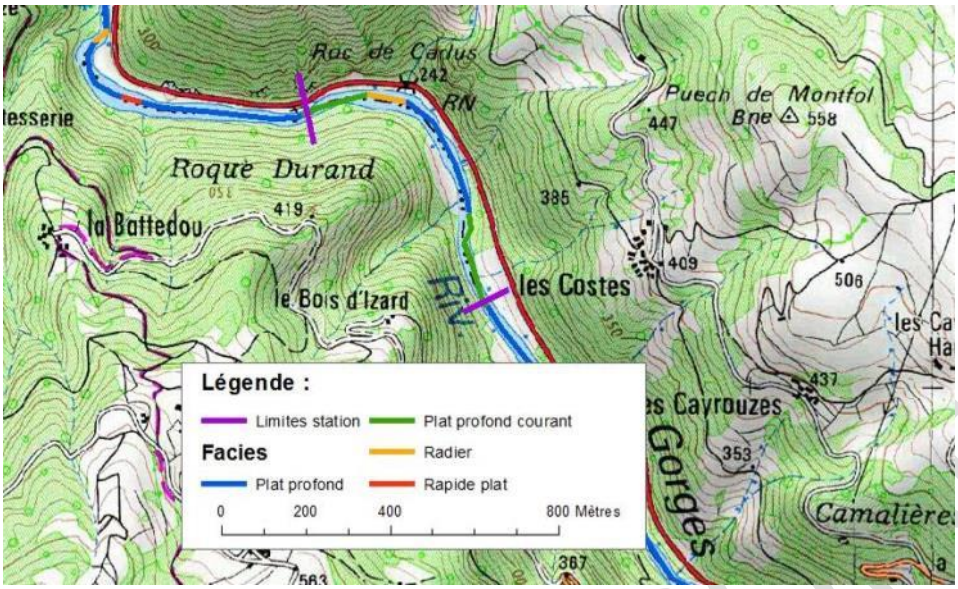
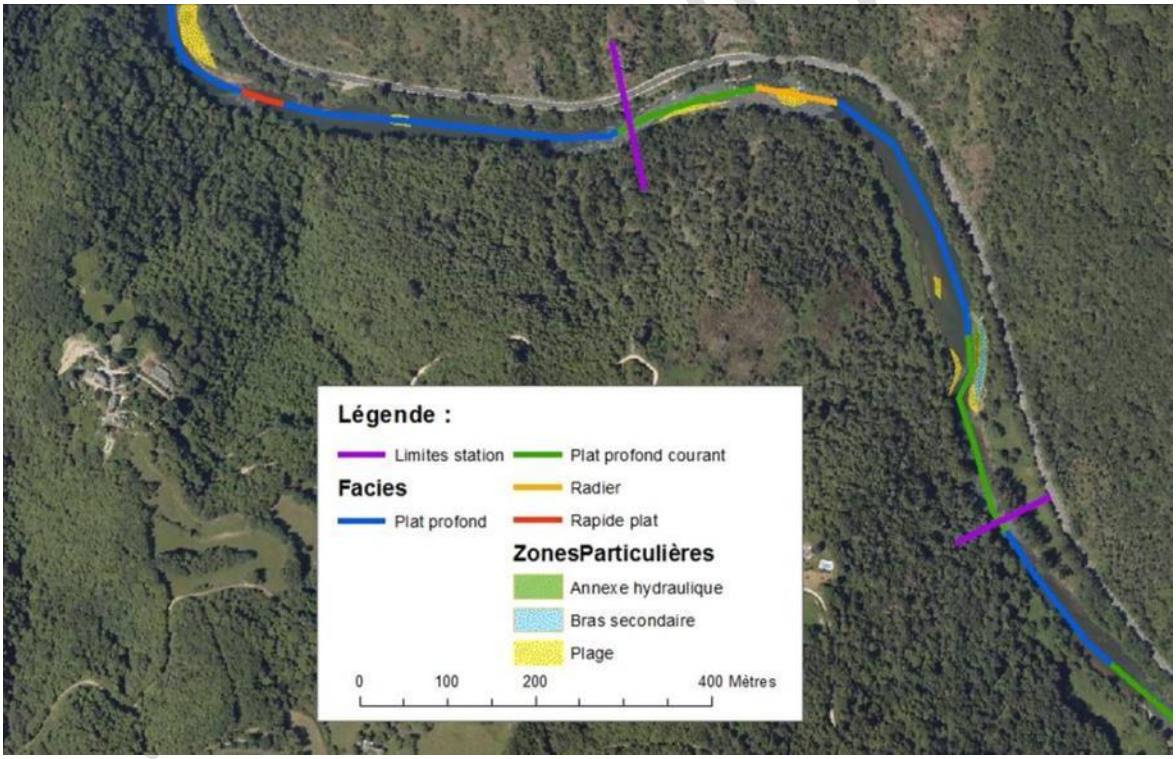


Figure 5 : Faciès d'écoulement du tronçon 2 et de la station de Roc de Carlus.



Carte 3 : Localisation du site du Roc de Carlus.



Carte 4 : Photo aérienne du site du Roc de Carlus

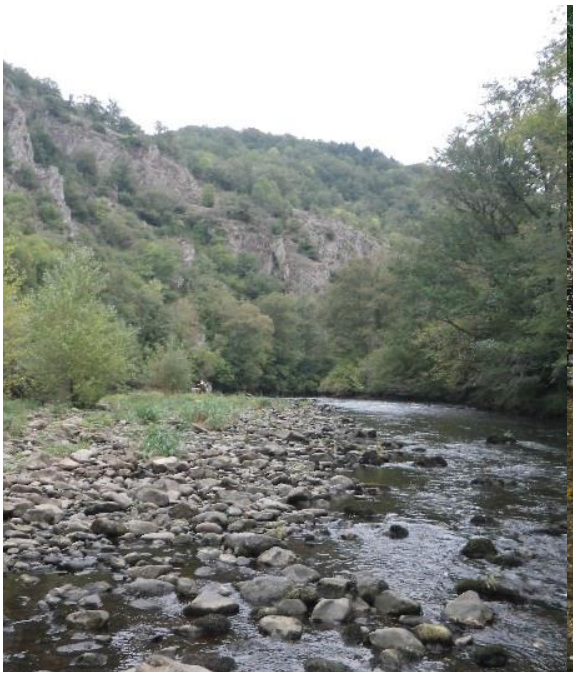


Photo 3 : Plage exondable.

Photo 4 : Bras mort.

Version PROVISOIRE

2.3. Tronçon 3 - Stations de Noussol et Soulous

La composition en faciès d'écoulement du tronçon 3a (21.7 km) et des stations Noussol et Soulous (900 m et 1200 m, soit globalement 9.7% du tronçon) est présentée en Figure 6. Le tronçon 3a est majoritairement composé de plat profond (59%) et de plat profond courant (26%). Les autres faciès d'écoulement sont présents, bien que peu représentés : 9% de radiers et 6% de rapides plat.

Globalement, les stations de Noussol et de Soulous sont composées de 27% de plat profond, de 27% de plat profond courant, de 12% de radier et de 34% de rapide. Le faciès plat profond y est ainsi sous-représenté, au profit des rapides. Les deux stations contiennent d'autre part 3 annexes hydrauliques, 1 bras secondaire et 9 plages exondables.

Le tronçon 3a ne reçoit pas d'affluent significatif par rapport à sa taille, mais quelques ruisseaux, dont notamment :

- La Daze en rive gauche, à environ 7.7 km en aval de la confluence Lot-Truyère
- Le Ruisseau des Garrigues, en rive droite, quelques centaines de mètres en aval de la Daze.
- La Combenousse, en rive droite, au niveau de Vieillevie
- L'Auze en rive droite, environ 2 km à l'amont de la confluence du Dourdou

Un seuil non équipé est présent quelques centaines de mètres à l'aval de la confluence Lot-Truyère (ROE 16110).

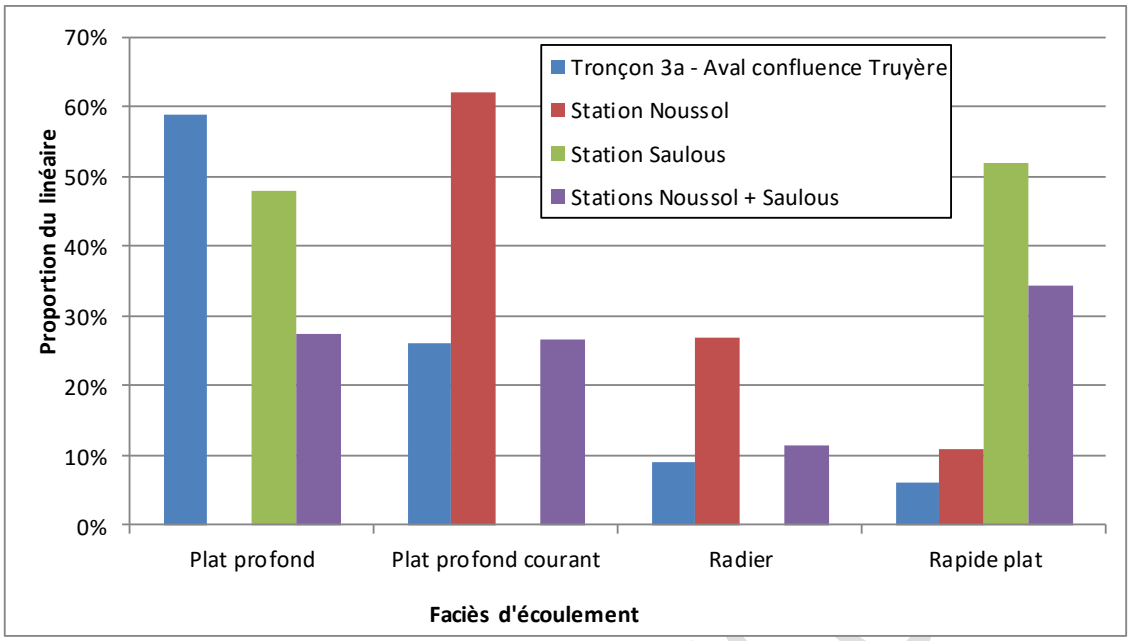
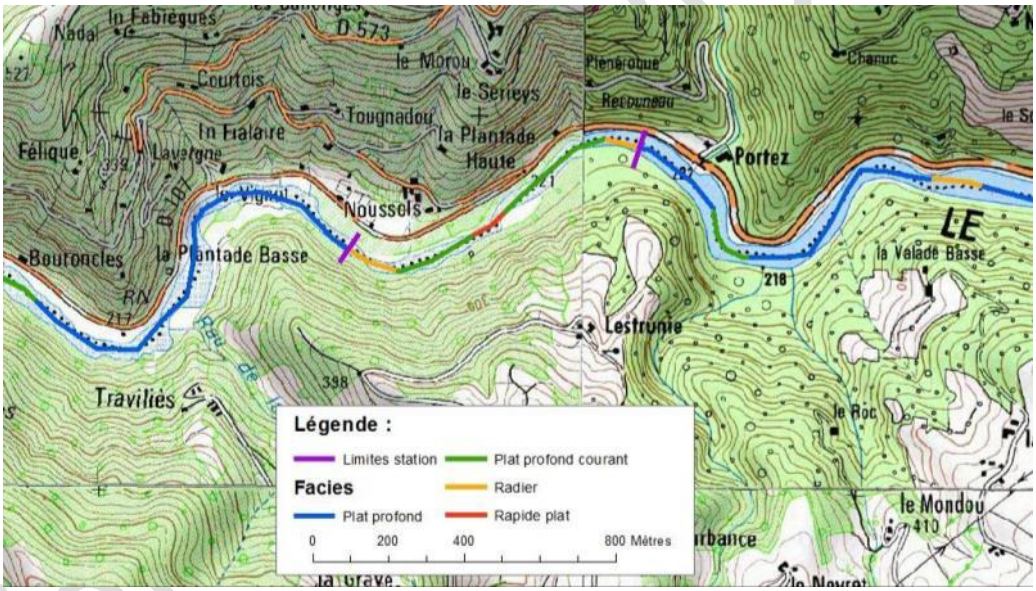
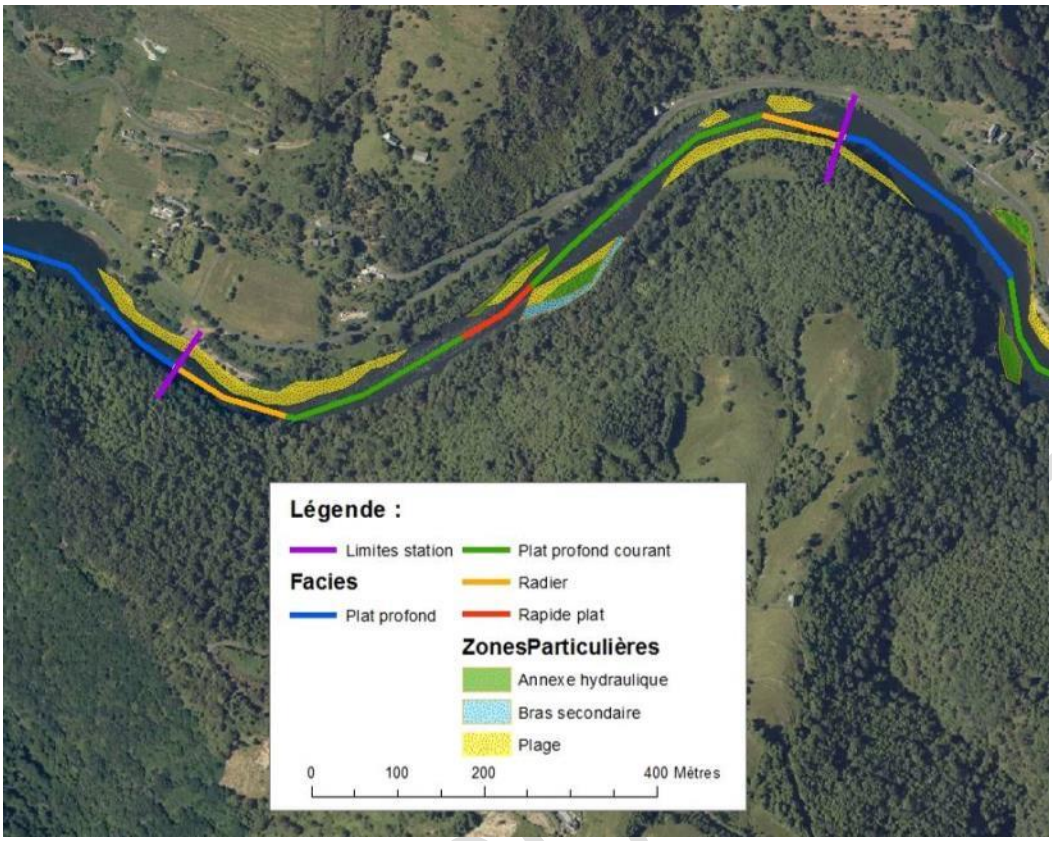


Figure 6 : Faciès d'écoulement du tronçon 3a et des stations de Noussol et de Soulous.



Carte 5 : Localisation de la station de Noussol.



Carte 6 : Photo aérienne de la station de Noussol.

Photo 5 : Vue générale du site.

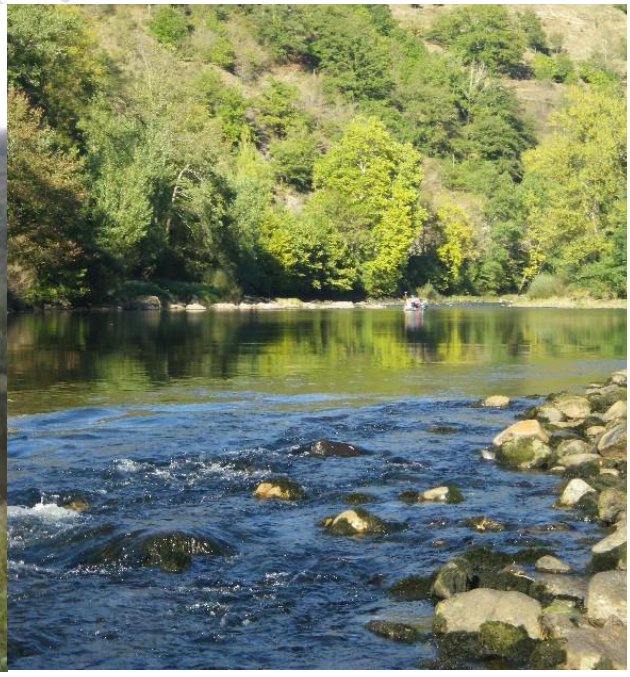
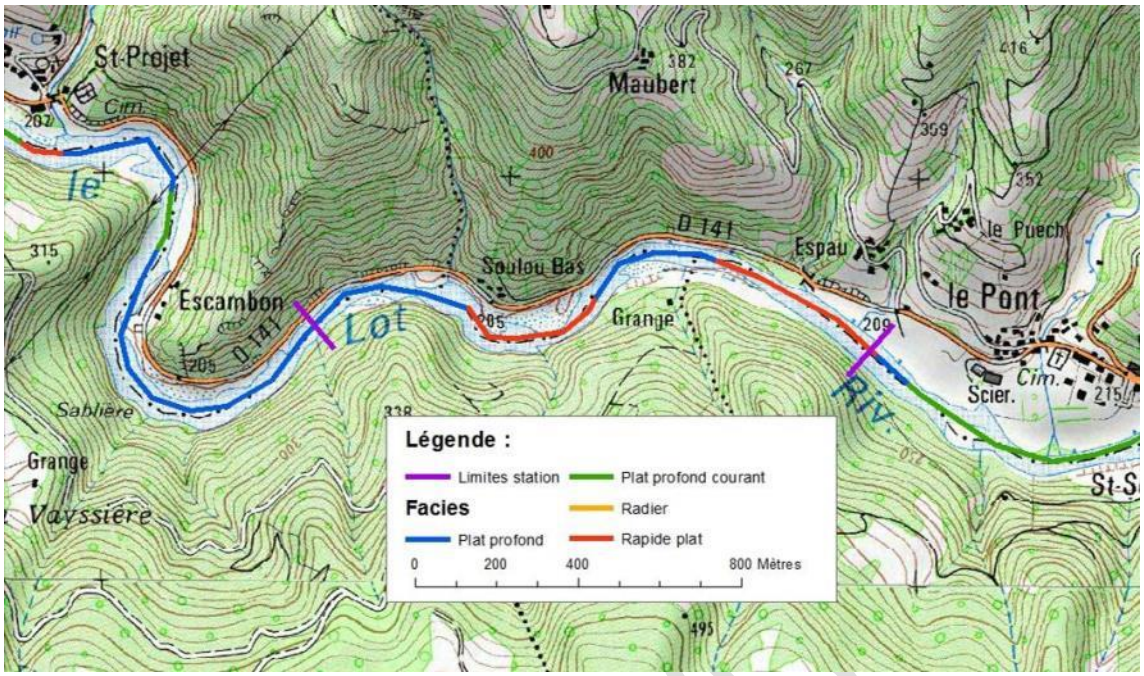
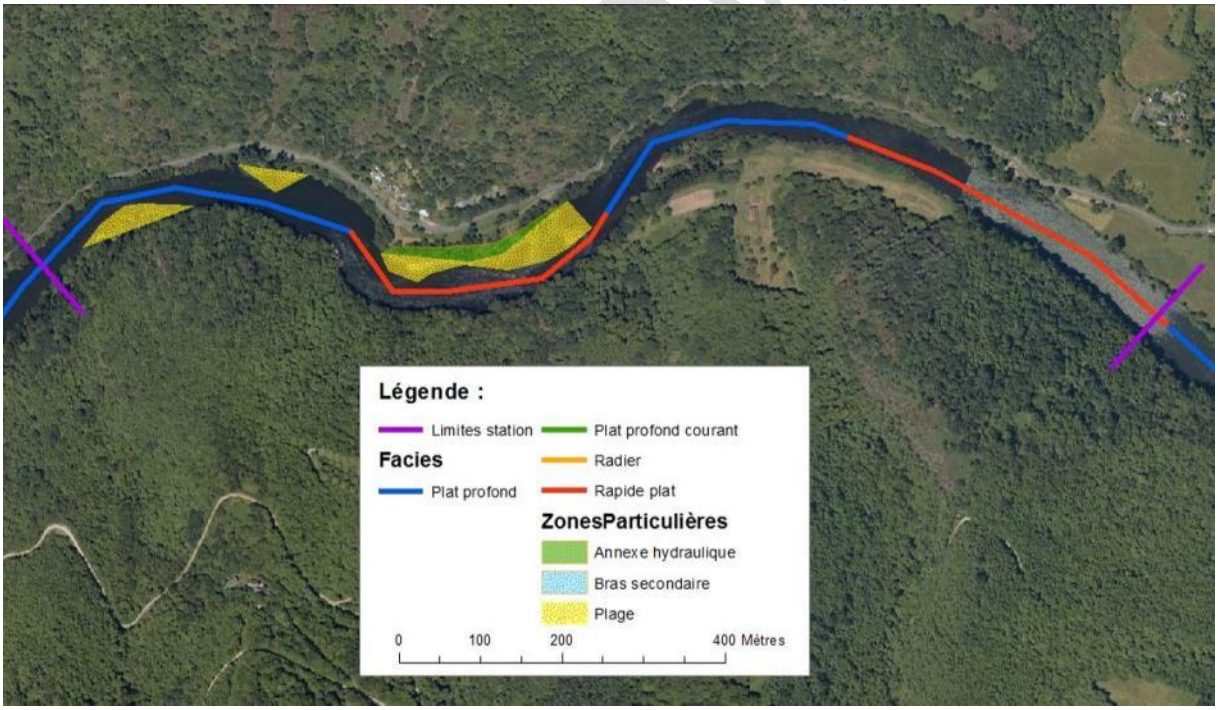


Photo 6 : Changement de faciès.



Carte 7 : Localisation de la station de Soulous.



Carte 8 : Photo aérienne de la station de Soulous.

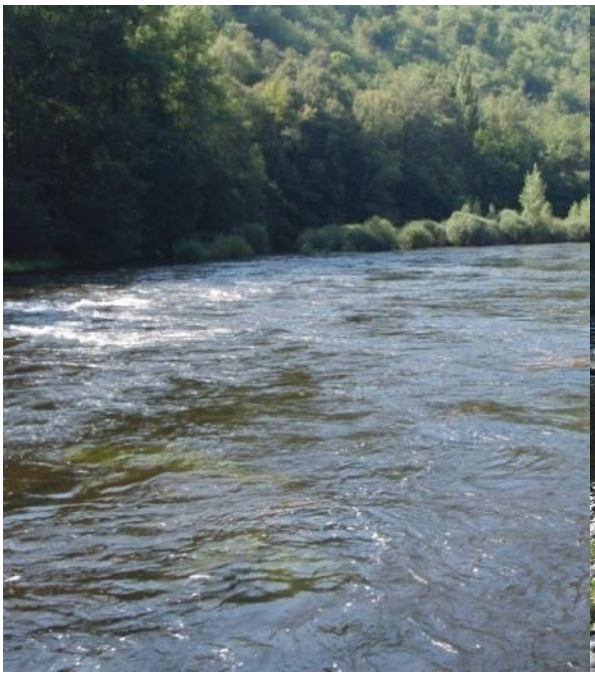


Photo 7 : Vue générale du site.

Photo 8 : Plages exondables.

Version PROVISOIRE

2.4. Tableau récapitulatif

Tronçons	Représentativité des différents faciès d'écoulement sur l'ensemble du tronçon en %				Station	Représentativité des différents faciès d'écoulement sur le tronçon d'étude en %				Nombre de zones particulières		
	Lentique	Lotique				Lentique	Lotique			Annexe	Bras secondaire	Plage
	Plat profond	Plat profond courant	Radier	Rapide plat		Plat profond	Plat profond courant	Radier	Rapide plat			
1) Aval Castelnau	64%	24%	7%	4%	Espalion	29%	71%	0%	0%	2	2	4
2) Aval Golinhac	58%	11%	24%	7%	Roc de Carlus	39%	50%	12%	0%	1	1	5
3) Aval confluence Lot-Truyère	59%	26%	9%	6%	Noussol	0%	62%	27%	11%	2	1	6
					Soulous	48%	0%	0%	52%	1	0	3
					Noussol + Soulous	27%	27%	12%	34%	3	1	9

Tableau 4 : Composition en faciès d'écoulement des tronçons et des stations d'étude.

Version PROVISOIRE

3. Caractérisation du régime thermique influencé

Un suivi thermique a été réalisé sur les 4 stations d'études (voir partie 2), avec la pose dans le cours d'eau de sondes autonomes enregistreuses de température (Sondes In-Situ Inc. Rugged TROLL 100). Les sondes ont été programmées avec un pas de temps de 10 minutes entre 2 mesures et installées :

- du 18 juin 2012 au 30 avril 2013 sur chacune des 4 stations,
- et du 20 octobre 2014 au 28 octobre 2015, uniquement sur les stations d'Espalion (tronçon 1 – aval Castelnau) et de Noussol (tronçon 3a – aval confluence Truyère).

L'exploitation des résultats reprend partiellement la démarche méthodologique de diagnostic thermique initiée par la Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques dans le cadre du programme Interreg IIIA. Elle s'appuie sur l'analyse de 6 variables :

- T Min : valeur de la température instantanée minimale relevée pendant le cycle de mesure ;
- T Maxi : valeur de la température instantanée maximale relevée pendant le cycle de mesure ;
- T Moy : température moyenne pendant le cycle de mesure ;
- Amplitude An moy J : différence entre les températures moyennes journalières minimale et maximale calculées ;
- T Moy 30 J : valeur de la température moyenne calculée sur les 30 jours les plus chauds ;
- NbJ T4-19 : nombre de jours où la température est comprise entre 4 et 19°C (préferendum thermique de la truite fario selon Elliott, 1975 et Crisp, 1996) ;

Le compartiment thermique n'est pas le cœur de cette étude. Les enregistrements sont complémentaires aux données recueillies par la Fédération d'Aveyron pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques. Nous proposons ci-après les données Tmin, Tmaxi, Amplitude An moy J, T Moy 30 J, NbJ T4-19 (Tableau 5 et Tableau 6).

Au vu de la chronique des amplitudes des températures journalières (Figure 7), il est vraisemblable que sur la période entre le 18/06/2012 et le 30/04/2013, les sondes positionnées sur les stations d'Espalion et de Soulous se soient retrouvées hors d'eau, expliquant les températures minimales très basses et les amplitudes dépassant 10°C, concomitamment à des périodes de bas débits. Il donc délicat d'exploiter les données de températures des stations d'Espalion et de Soulous sur cette période.

Parmi les données fiables, les amplitudes de températures journalières varient entre environ 0.5 et 5°C, les plus fortes amplitudes étant atteintes au printemps et en été (voir notamment d'avril à septembre 2015). Toutefois, à la vue des différents limnigraphes et thermographes (cf. annexes), aucune relation n'apparait évidente entre le régime d'éclusée et le régime thermique sur les différentes stations d'étude. La caractérisation du régime thermique et l'analyse des éventuels liens (ou non) avec la gestion par éclusées nécessiterait d'être poursuivie, avec l'acquisition de données supplémentaires.

VERSION PROVISOIRE

Tableau 5 : Caractéristiques de la température de l'eau au niveau de sondes placées sur chaque station d'étude entre le 18/06/2012 et le 30/04/2013.

	Tronçon 1	Tronçon 2	Tronçon 3	
	Espalion[2]	Roc de carlus	Noussol	*Soulous*[2]
Tmin	*-2.9*	2.3	3.6	*1.5*
Tmax	*26.4*	23.8	22.5	*27.5*
Tmoy	*11.0*	12.0	11.4	*11.5*
Amplitude An moy J	*21.2*	19.5	16.3	*16.8*
T Moy 30 J	*19.8*	21.2	19.5	*18.8*
NbJ T4-19	*297*	254	303	*305*

Tableau 6 : Caractéristiques de la température de l'eau au niveau de sondes placées sur les stations d'Espalion et de Noussol entre le 20/10/2014 et le 28/10/2015.

	Tronçon 1	Tronçon 3
	Espalion	Noussol
Tmin	2.03	3.78
Tmax	22.1	23.6
Tmoy	2	12.2
Amplitude An moy J	17.9	17.2
T Moy 30 J	19.1	15.5
NbJ T4-19	324	323

A partir des données acquises et des informations disponibles dans la bibliographie, on peut notamment évaluer que :

- la période de reproduction de la truite, se déroulant préférentiellement à des températures entre 11°C et 2°C (fiche frayère ONEMA), a probablement débuté entre mi-novembre et début décembre, lors des automnes 2012 et 2014.
- avec des températures moyennes journalières durant l'hiver variant entre 5 et 10°C, on peut estimer que la période d'émergence des alevins de truite intervenant après 620 à 765 degrés-jours, dure entre 90 et 120 jours et se produit donc à partir de mi-février - début mars, jusqu'à probablement mi-avril.
- La période de reproduction de la vandoise, se déroulant préférentiellement à des températures entre 7°C et 12°C (fiche frayère ONEMA, Tissot et Souchon 2010), s'est probablement déroulée entre fin mars et fin avril en 2013 et 2015.
- la période de reproduction de l'ombre, se déroulant préférentiellement à des températures entre 8°C et 11°C (fiche frayère ONEMA), s'est probablement déroulée entre début avril et fin avril, lors des printemps 2013 et 2015.
- La période de reproduction du barbeau, se déroulant préférentiellement à des températures au-delà de 13.5°C (Tissot et Souchon 2010), a probablement débuté entre fin avril et début mai, lors du printemps 2015.

[2] Lors des mesures de 2012 à 2013, les stations d'Espalion et de Soulous se sont vraisemblablement retrouvées hors d'eau à plusieurs reprises d'où les baisses brutales de températures de l'eau visible sur la figure 7.

Version PROVISOIRE

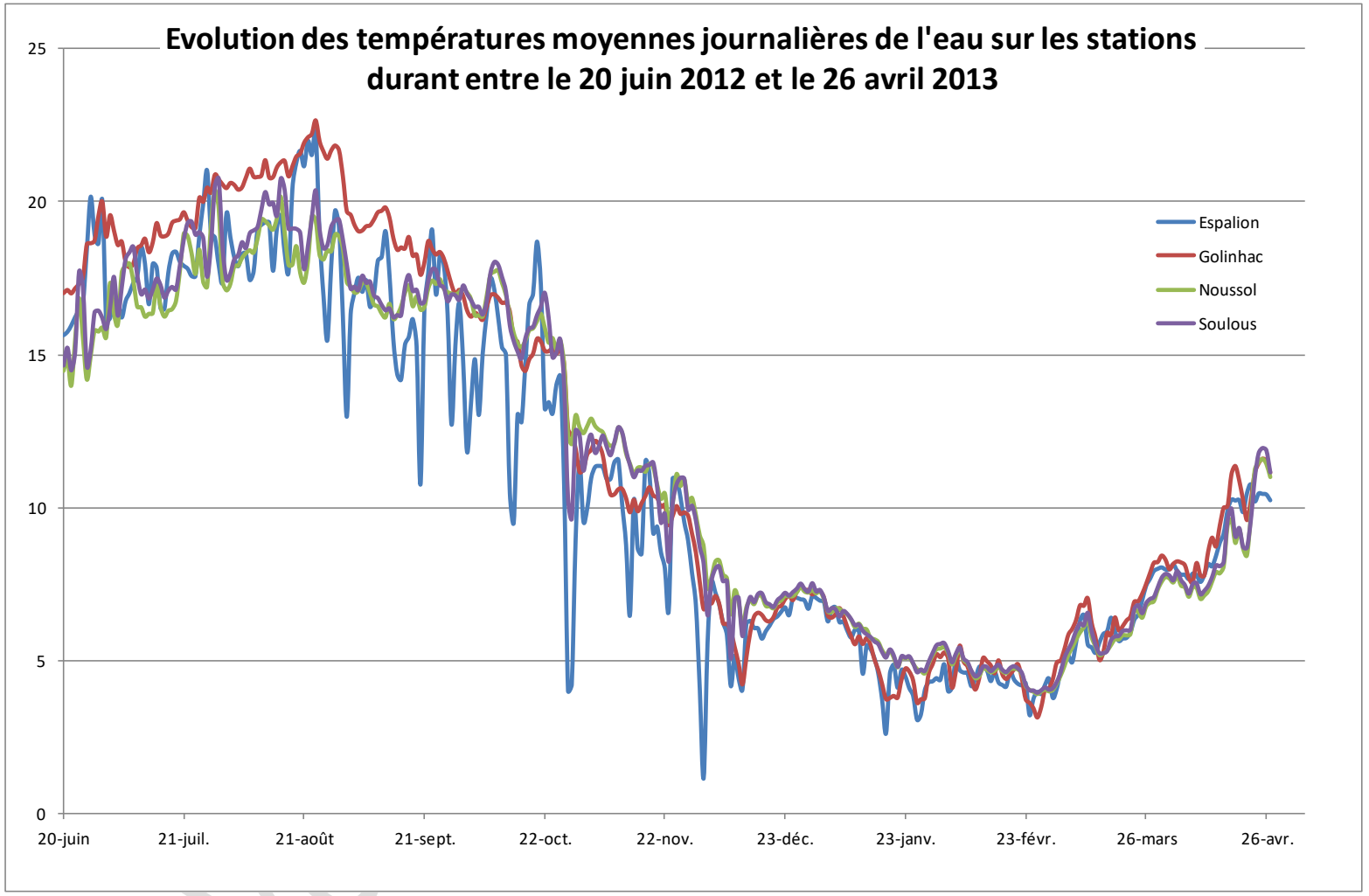


Figure 7 : Evolution de la température moyenne journalière sur les stations entre 2012 et 2013

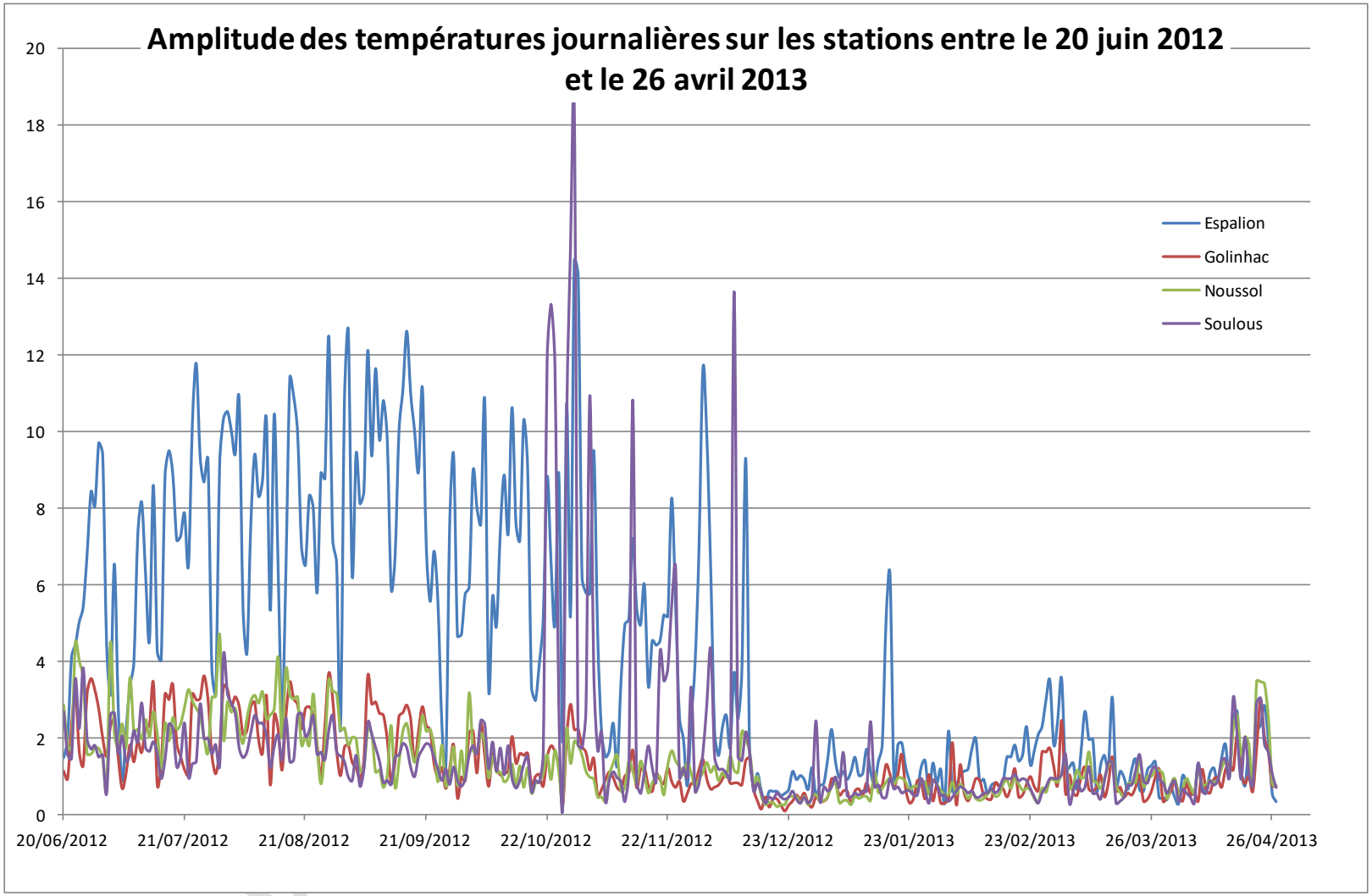


Figure 8 : Evolution de l'amplitude des températures journalières (Tmax-Tmin) sur les stations entre 2012 et 2013

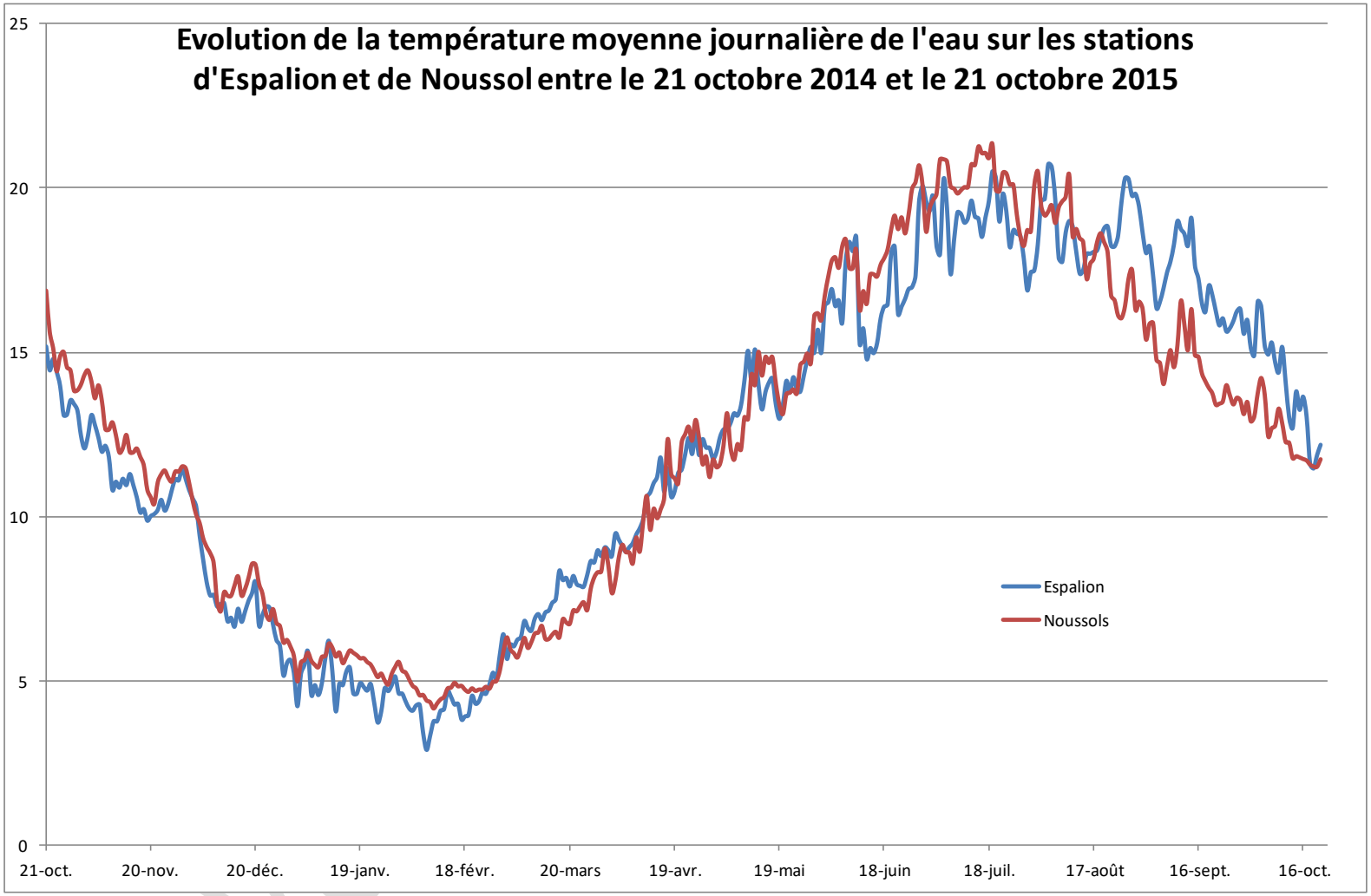


Figure 9 : Evolution de la température moyenne journalière sur les stations entre 2014 et 2015

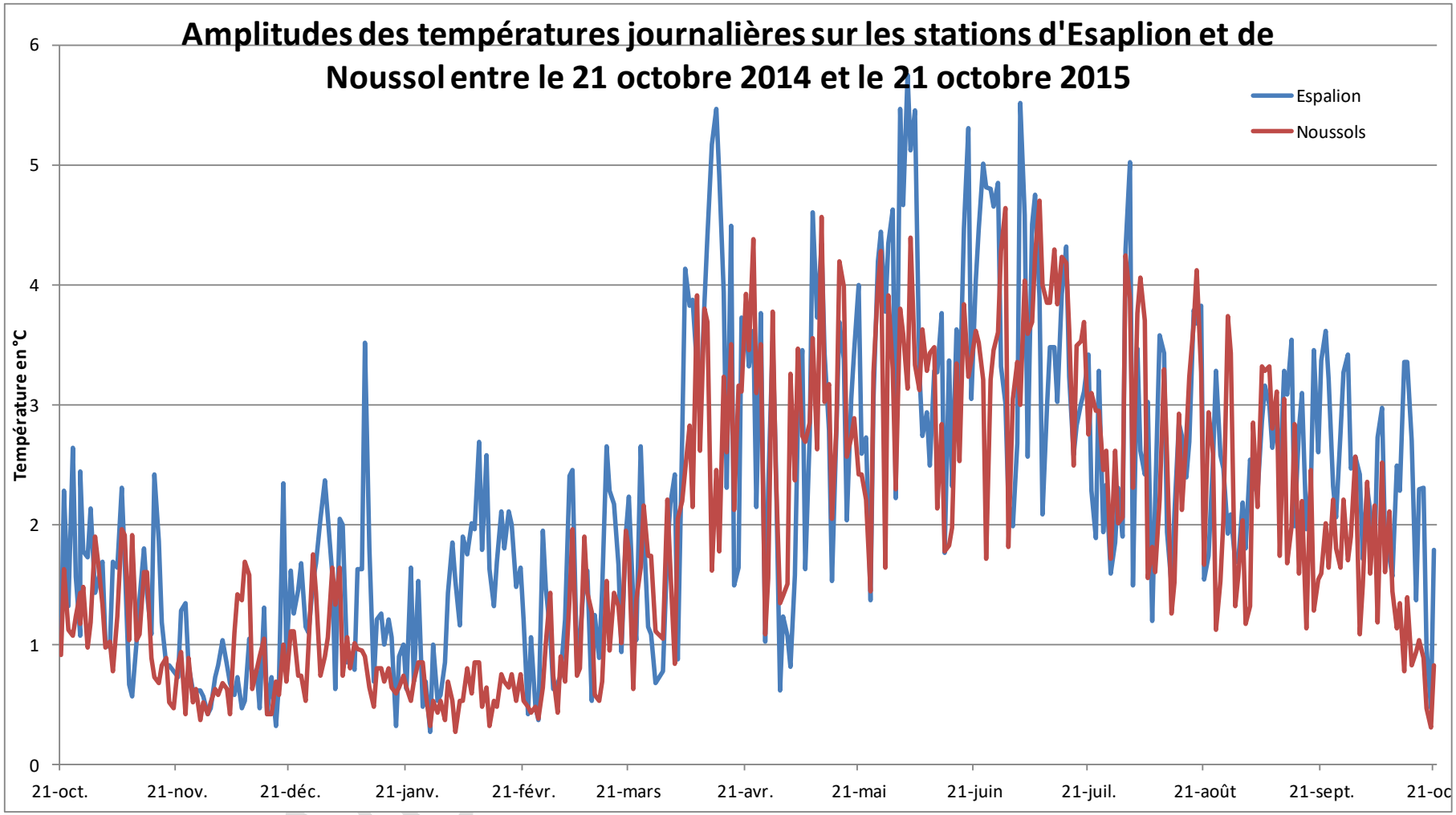


Figure 10 : Evolution de l'amplitude des températures journalières (Tmax-Tmin) sur les stations entre 2014 et 2015

4. Caractérisation de l'hydrologie naturelle

La caractérisation de l'hydrologie naturelle peut être réalisée à partir de données historiques, avant la construction des aménagements hydroélectriques, ou à partir de données hydrologiques mesurées à l'amont des aménagements. L'intérêt est de disposer d'une référence naturelle et de pouvoir apprécier la faisabilité hydrologique des mesures correctrices que l'on pourra proposer au final (maintien des débits minimaux notamment).

Par rapport au secteur d'étude, les données analysées sont des données historiques :

- de la station d'Entraygues Amont située sur le Lot, 2-3 km en amont de la confluence avec la Truyère, avec des données de débit moyens journaliers (QMJ) sur la période 1937-1947 (station O7191510 ; 11 années ; 1er aménagement de Castelnau achevé en 1948). Cette station se trouve sur le tronçon 2 défini dans cette étude (aval Golinhac) ; son module est de 37.9 m^3/s sur la période considérée. Elle peut également être considérée comme représentative du tronçon 1 (aval Castelnau).
- De la station d'Entraygues Aval, située sur le Lot à environ 2.5 km en aval de la confluence de la Truyère, avec des données de débit moyens journaliers (QMJ) sur la période 1918-1932 (station O7701510 ; 15 années ; 1ers aménagements de Brommat et Sarrans achevés en 1933 et 1934). Cette station se trouve sur le tronçon 3a défini dans cette étude (aval confluence Truyère) ; son module est de 108.8 m^3/s sur la période considérée.
-

4.1. Tronçon 1 et 2 - Lot à Entraygues Amont

4.1.1. Débits moyens mensuels

En hydrologie naturelle, le Lot à Entraygues Amont présente un régime pluvial marqué, avec des débits moyens mensuels élevés de novembre à mai (> au module [37.9 m^3/s sur cette période]), et une période d'étiage de juillet à septembre avec des débits moyens mensuels inférieurs à 25% du module (Figure 11).

Version PROVISOIRE

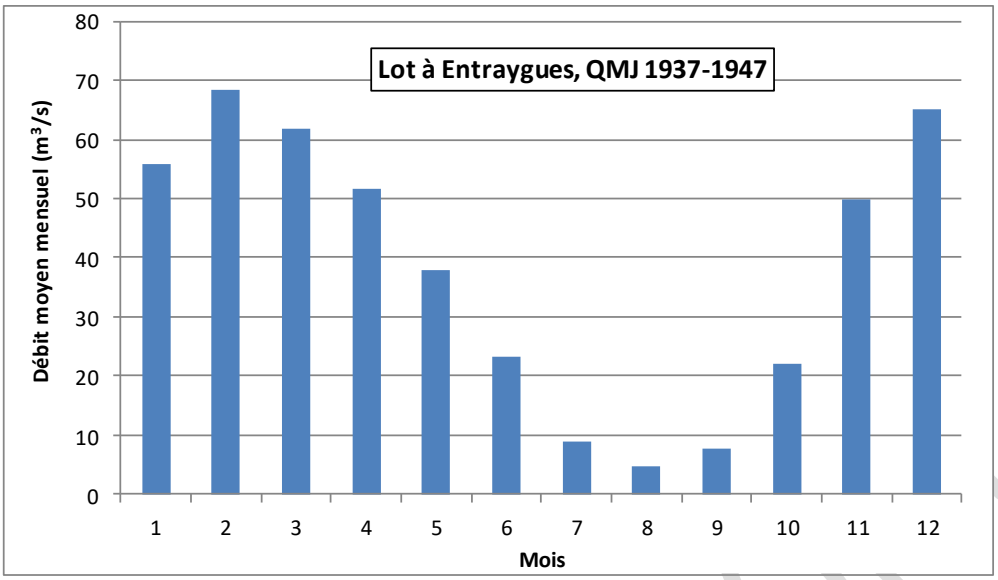


Figure 11 : Débits moyens mensuels du Lot à Entraygues Amont en hydrologie naturelle (QMJ 1937-1947).

4.1.2. Fréquence des débits à l'échelle annuelle et mensuelle

La Figure 12 présente les courbes de débits classés à l'échelle annuelle, en m^3/s et en % du module respectivement. La Figure 13 présente les valeurs de débits, en m^3/s (en haut) et en % du module (en bas), correspondant à différentes fréquences de dépassement selon les mois.

A l'échelle annuelle, on peut notamment observer que les étiages naturels peuvent être prononcés avec des valeurs de débit en deçà de 3.8 m^3/s (10% du module) durant environ 14% du temps (51 jours) et en deçà de 1.9 m^3/s (5% du module) durant environ 3.5% du temps (13 jours). Vers les forts débits, un débit de 2.6 fois le module (débit d'équipement de Golinhac) est notamment dépassé naturellement durant environ 10% du temps (36 jours par an). Un débit de .8 fois le module (débit d'équipement de Castelnau) est notamment dépassé naturellement durant environ 4-5% du temps (15-18 jours par an).

A l'échelle mensuelle, on observe que naturellement les valeurs de bas débit se produisent de juin, jusqu'à octobre. Les valeurs de débits peuvent notamment être inférieures à 10% du module durant plus de 25% du temps, en juillet, août, septembre et octobre. En revanche, en période hivernale, les débits peuvent être soutenus avec des valeurs minimales supérieures à 10% du module en décembre, à 30% du module de janvier à mars et à 15% du module en avril et mai.

VERSION PROVISOIRE

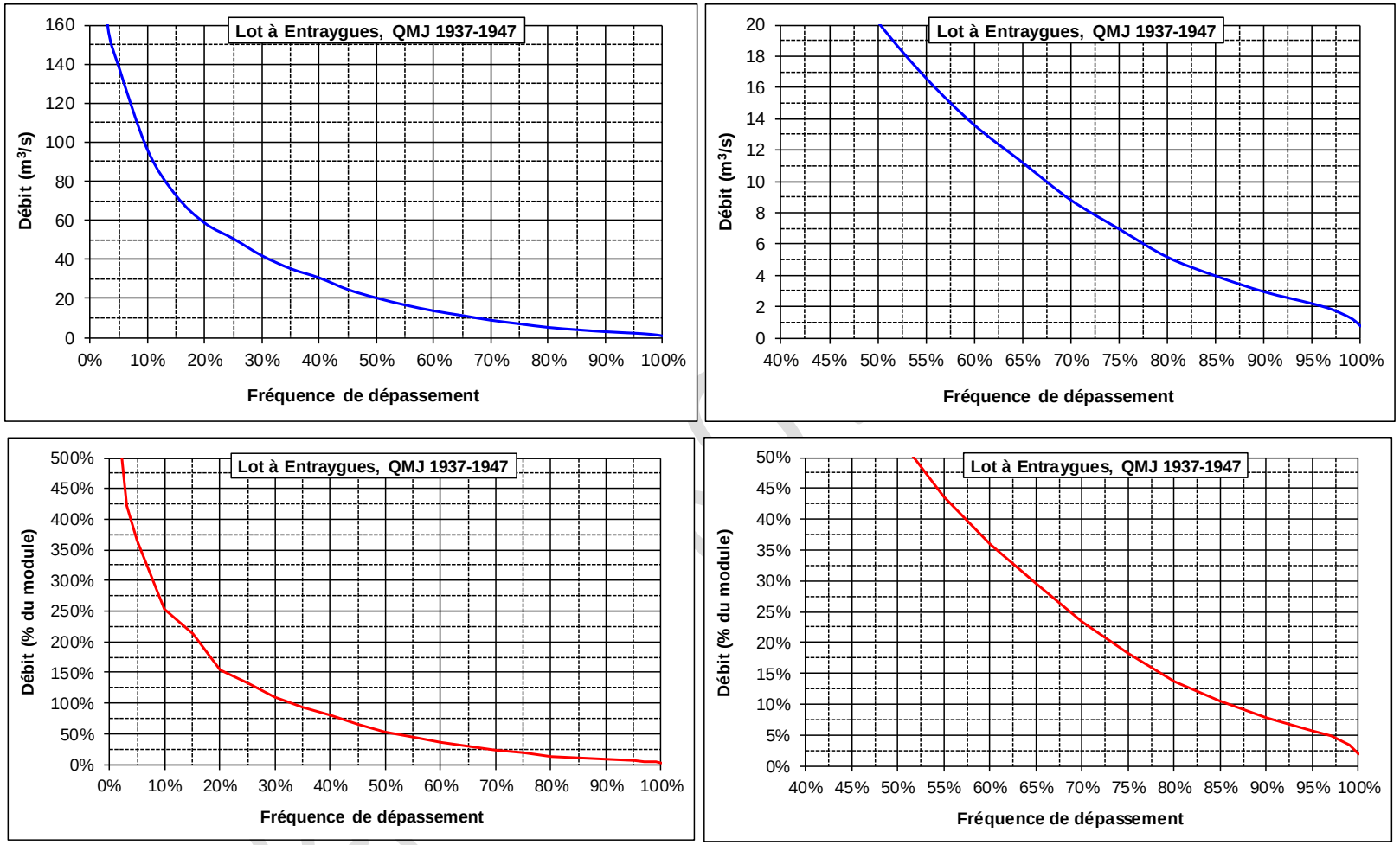


Figure 12 : Courbe des débits classés à l'échelle annuelle, en m^3/s (en haut) et % du module (en bas), du Lot à Entraygues Amont en hydrologie naturelle (1937-1947).

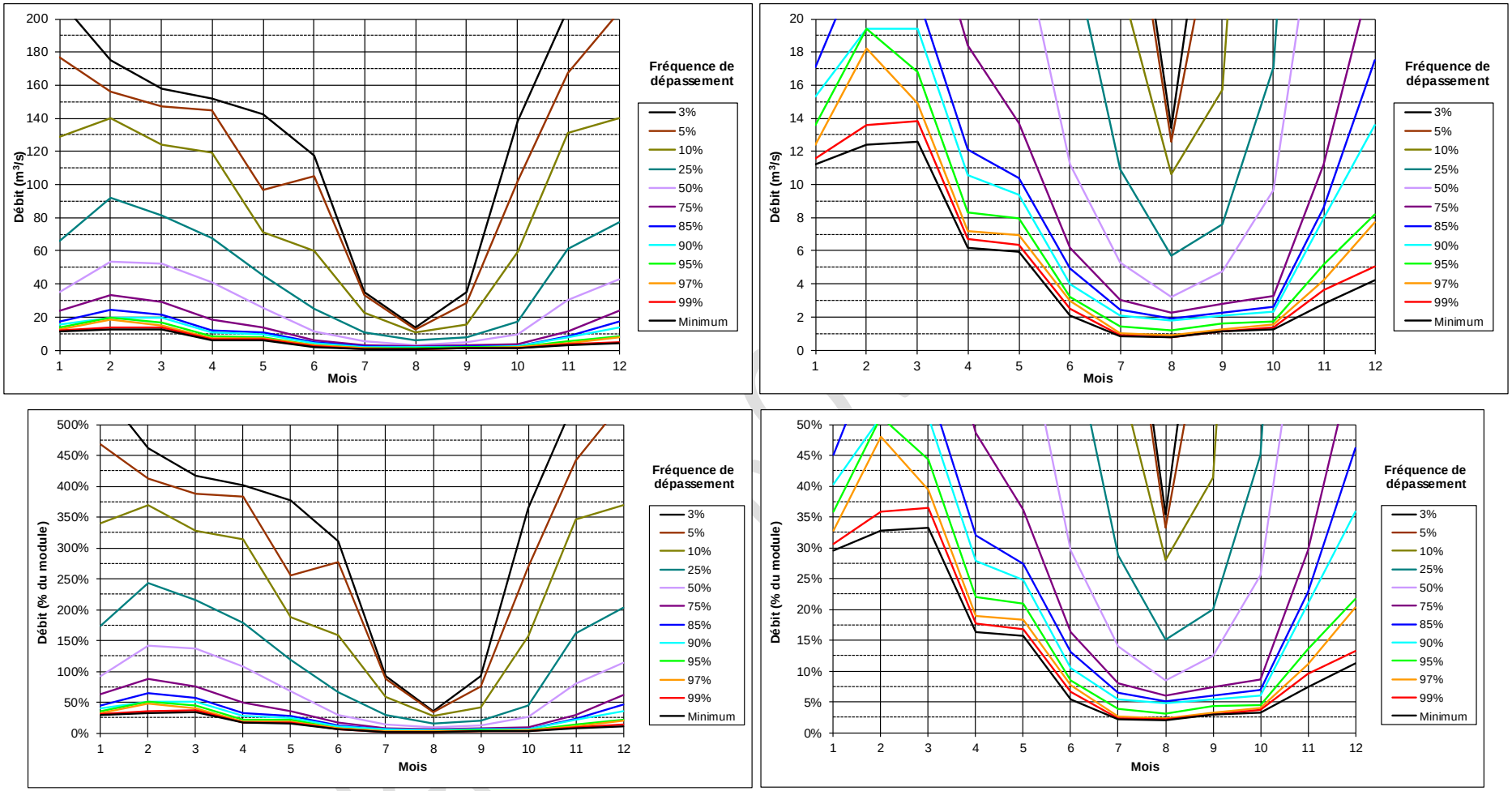


Figure 13 : Valeurs de débits, en m^3/s (en haut) et en % du module (en bas), correspondant à différentes fréquences de dépassement selon les mois, pour le Lot à Entraygues Amont en hydrologie naturelle (1937-1947).

4.1.3. Gradients de débit naturels à la hausse et à la baisse

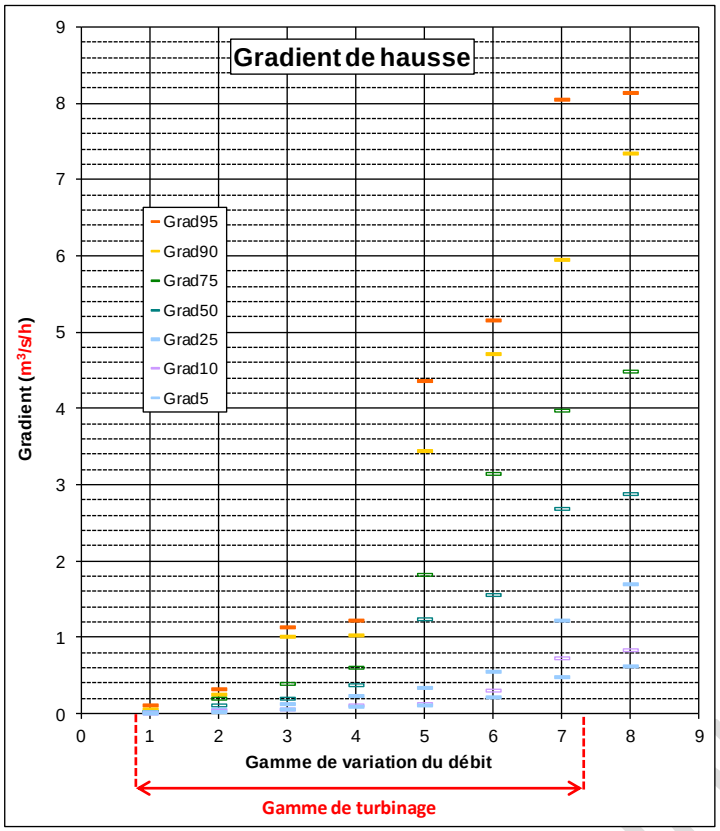
Les Figure 14 et Figure 15 présentent les valeurs de gradients de débit à la hausse et à la baisse respectivement, en fonction des gammes de débit sur lesquelles se déroulent les variations. Ces résultats sont extraits de Courret (2010), rapport dans lequel la méthodologie de caractérisation est décrite.

On retrouve sur le Lot des observations générales, à savoir : des gradients des hausses de débit plus importants que ceux des baisses de débit, et des valeurs de gradients de hausse et de baisse qui sont d'autant plus faibles que les variations se déroulent sur des gammes de débit faibles.

Concernant les gradients de hausse de débit, on peut noter que les valeurs ne dépassent pas 0.4 $m^3/s/h$ (≈ 1% du module par heure) dans la gamme de débits inférieurs à 15% du module, 1.2 $m^3/s/h$ (≈ 3.5% du module par heure) dans les gammes de débits de 15% à 50% du module, 5.2 $m^3/s/h$ (≈ 15% du module par heure) dans les gammes de débits de 50% à 200% du module, et 8.5 $m^3/s/h$ (≈ 22% du module par heure) dans les gammes de débits de 200% à 400% du module.

Concernant les gradients de baisse de débit, on peut noter que les valeurs ne dépassent pas 0.15 $m^3/s/h$ (≈ 0.4% du module par heure) dans la gamme de débits inférieurs à 25% du module, 0.55 $m^3/s/h$ (≈ 1.5% du module par heure) dans les gammes de débits de 25% à 200% du module, 2.8 $m^3/s/h$ (≈ 7.5% du module par heure) dans les gammes de débits de 200% à 400% du module.

Version PROVISOIRE



Gamme n°	Débit	
	% du module	m³/s
1	5 - 10	1.7 - 3.4
2	10 - 15	3.4 - 5.1
3	15 - 25	5.1 - 8.5
4	25 - 50	8.5 - 17
5	50 - 100	17 - 34
6	100 - 200	34 - 68
7	200 - 300	68 - 102
8	300 - 400	102 - 136

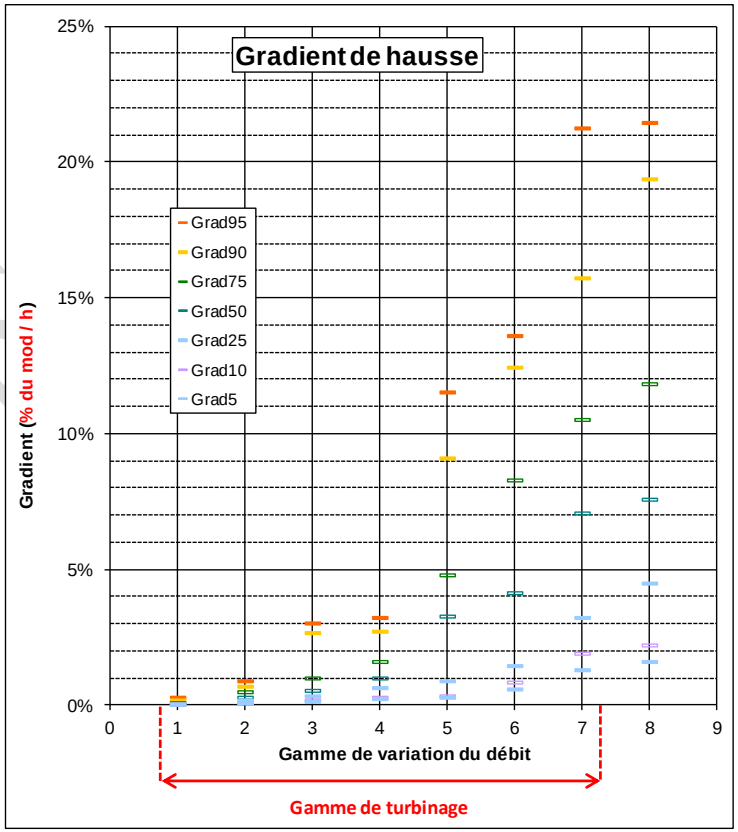
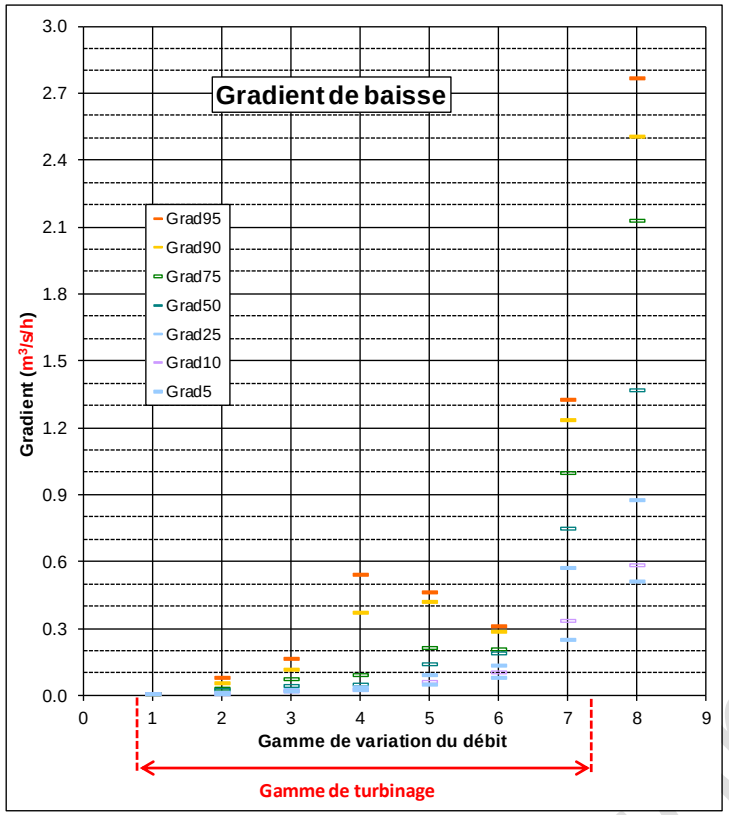


Figure 14 : Valeurs des gradients de hausse de débit selon les gammes de variations, pour le Lot à Entraygues Amont en hydrologie naturelle (1937-1947). (Grad 5, 10, 25, … indiquent les valeurs de gradients non dépassées par 5%, 10%, 25%, … des variations de débit)

Version PROVISOIRE



Gamme n°	Débit	
	% du module	m³/s
1	5 - 10	1.7 - 3.4
2	10 - 15	3.4 - 5.1
3	15 - 25	5.1 - 8.5
4	25 - 50	8.5 - 17
5	50 - 100	17 - 34
6	100 - 200	34 - 68
7	200 - 300	68 - 102
8	300 - 400	102 - 136

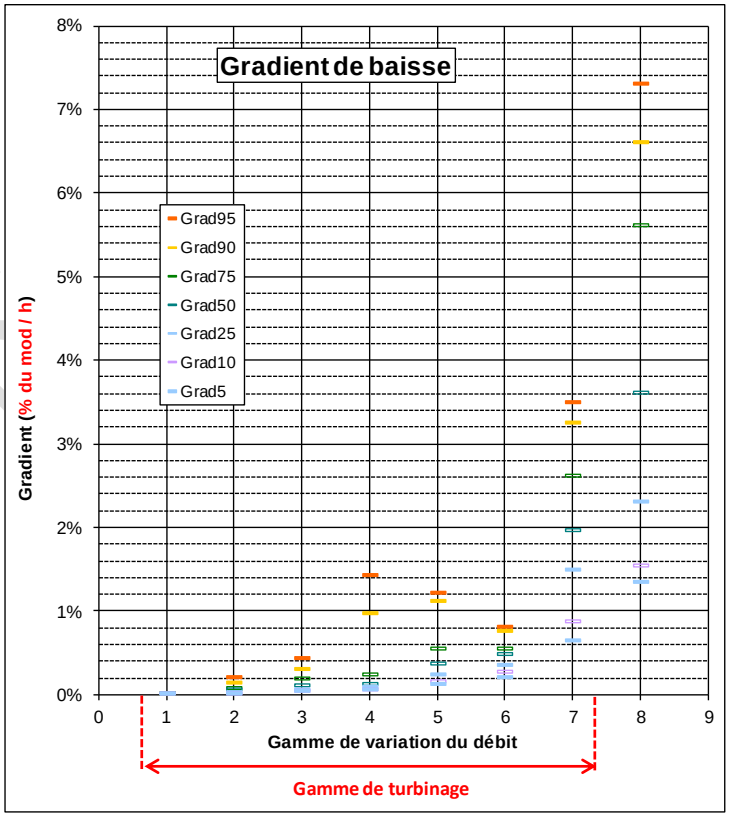


Figure 15 : Valeurs des gradients de baisse de débit selon les gammes de variations, pour le Lot à Entraygues Amont en hydrologie naturelle (1937-1947). (Grad 5, 10, 25, … indiquent les valeurs de gradients non dépassées par 5%, 10%, 25%, … des variations de débit)

Version PROVISOIRE

4.2. Tronçon 3 - Lot à Entraygues Aval

4.2.1. Débits moyens mensuels

En hydrologie naturelle, le Lot à Entraygues Aval présente un régime pluvial avec une influence nivale. Les débits moyens mensuels sont élevés (> au module [108.8 m^3/s sur cette période]) de novembre à mai, avec des valeurs maximales atteintes en mars et avril (contre décembre et février pour le Lot à Entraygues Amont). Cette influence nivale est liée à la confluence de la Truyère qui draine les monts du Cantal (Plomb du Cantal à 1855 m) et de la Margeride (Mont Mouchet à 1497m). La période d'étiage de juillet à septembre avec des débits moyens mensuels inférieurs à 25% du module (Figure 16).

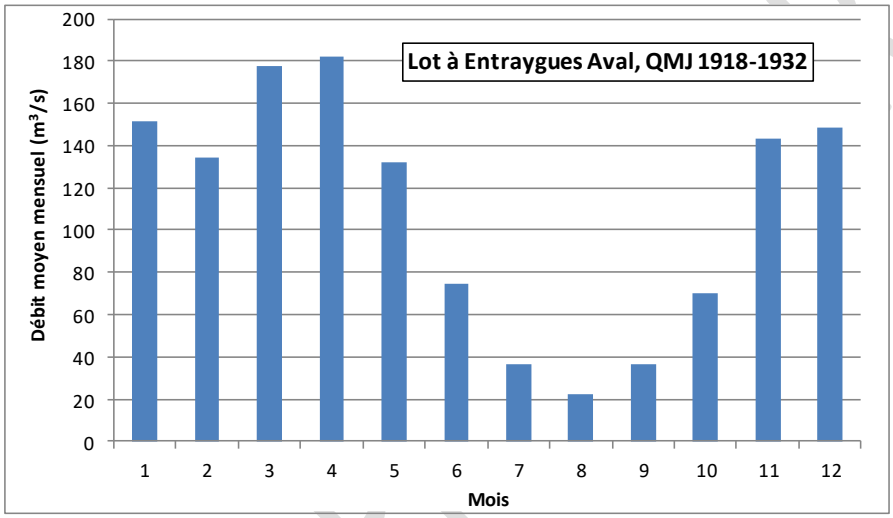


Figure 16 : Débits moyens mensuels du Lot à Entraygues Aval en hydrologie naturelle (1918-1932).

4.2.2. Fréquence des débits à l'échelle annuelle et mensuelle

La Figure 17 présente les courbes de débits classés à l'échelle annuelle, en m^3/s et en % du module respectivement. La Figure 18 présente les valeurs de débits, en m^3/s (en haut) et en % du module (en bas), correspondant à différentes fréquences de dépassement selon les mois.

A l'échelle annuelle, on peut notamment observer que les étiages naturels peuvent être assez prononcés avec des valeurs de débit en deçà d'environ 11 m^3/s (10% du module) durant environ 5% du temps (18 jours), mais toujours supérieurs à environ 5.5 m^3/s (5% du module). Les étiages naturels sur le Lot à Entraygues Aval sont ainsi moins marqués que sur le Lot à Entraygues Amont. Vers les forts débits, un débit d'environ 305 m^3/s (somme des débits d'équipement de Golinhac et Cambeyrac) est notamment naturellement dépassé durant environ 6-7% du temps (22-26 jours).

A l'échelle mensuelle, on observe que naturellement les valeurs de bas débit se produisent de juillet à septembre. Les valeurs de débits peuvent notamment être inférieures à 10% du module durant 10-15% du temps en juillet et septembre et durant 25% en août. En revanche, en période hivernale, les débits peuvent être soutenus avec des valeurs minimales supérieures à 17% du module en décembre, à 25% du module de janvier à avril et à 18% du module en mai.

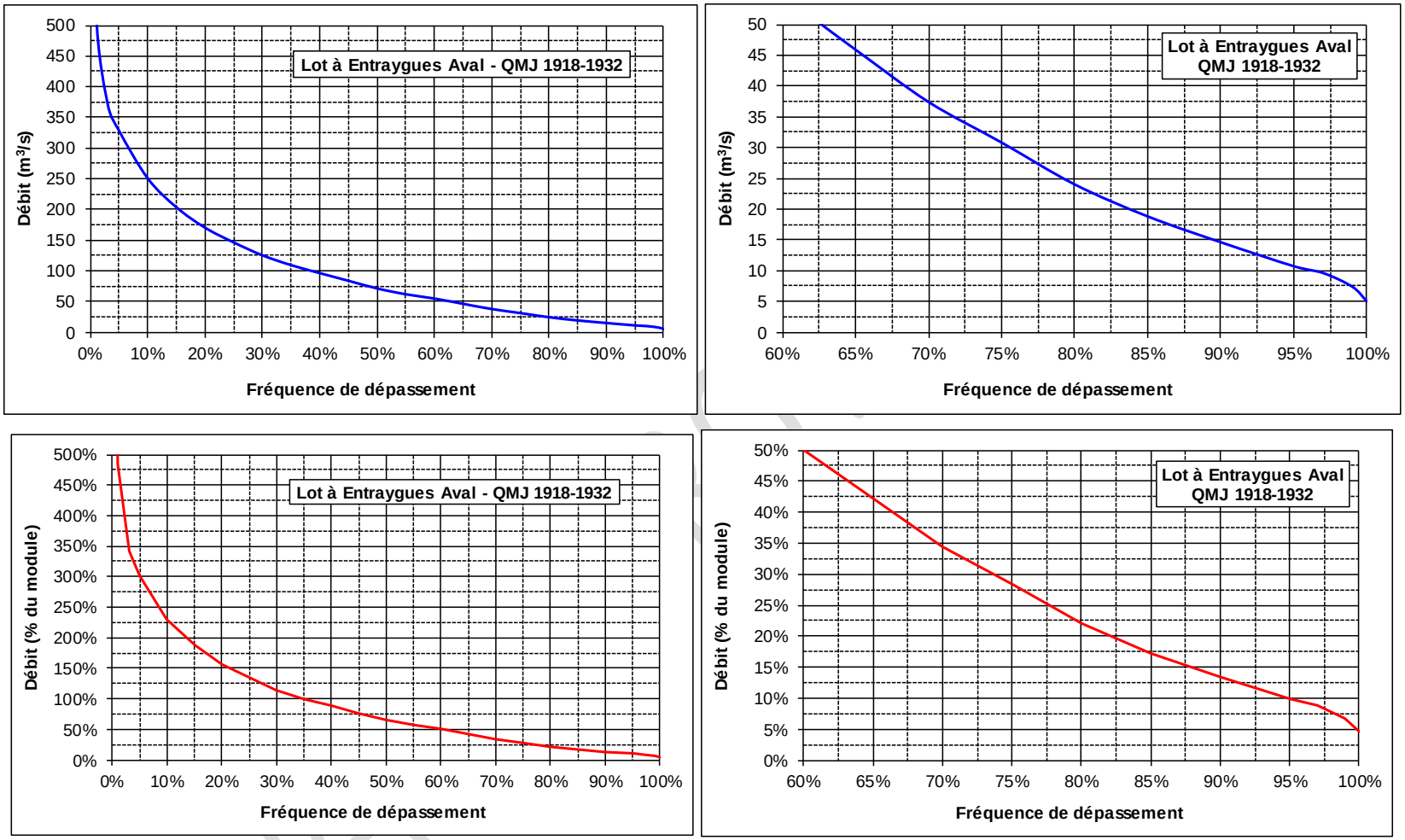


Figure 17 : Courbe des débits classés à l'échelle annuelle, en m^3/s (en haut) et % du module (en bas), du Lot à Entraygues Aval en hydrologie naturelle (1918-1932).

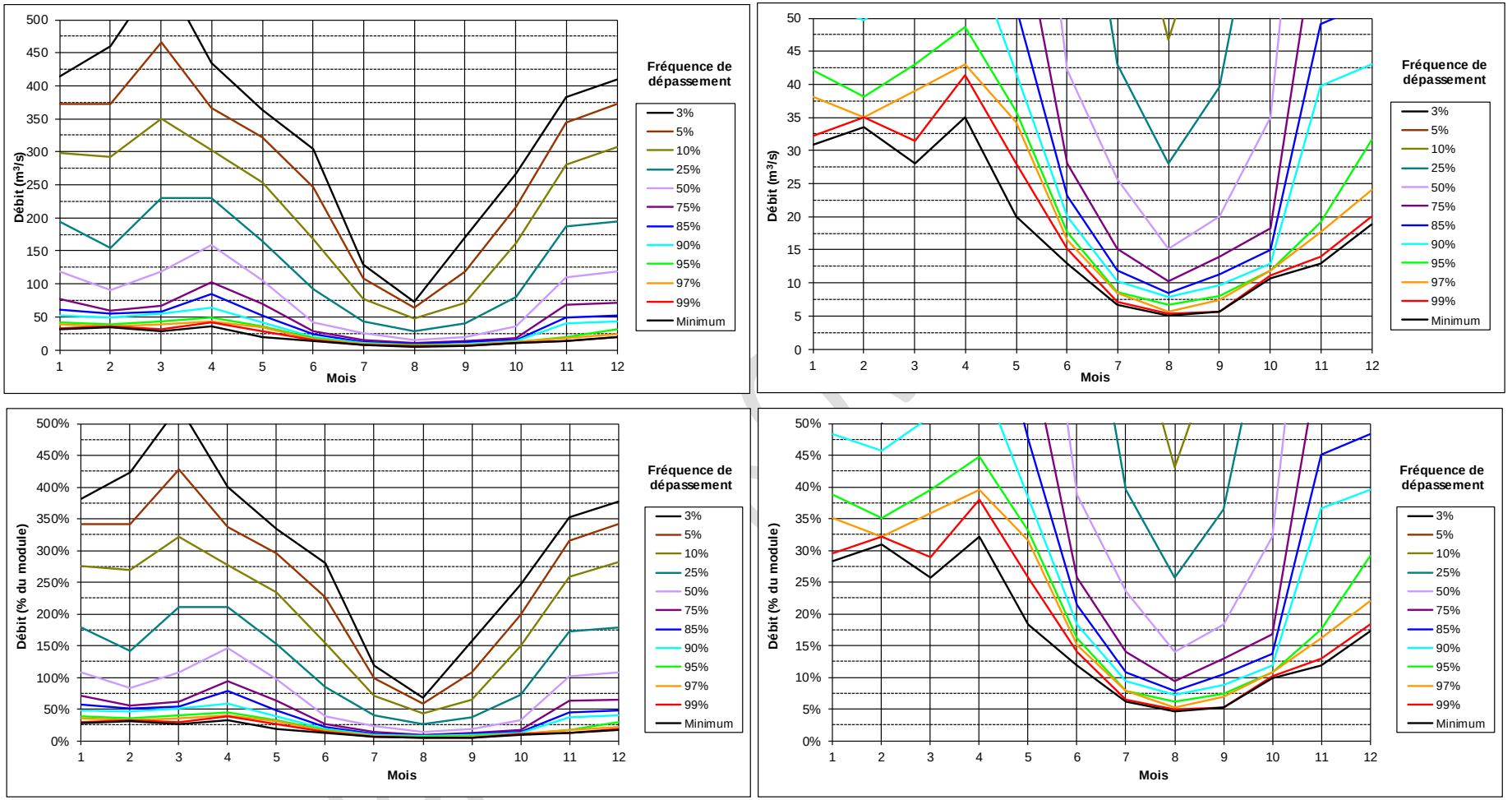


Figure 18 : Valeurs de débits, en m³/s (en haut) et en % du module (en bas), correspondant à différentes fréquences de dépassement selon les mois, pour le Lot à Entraygues Aval en hydrologie naturelle (1918-1932).

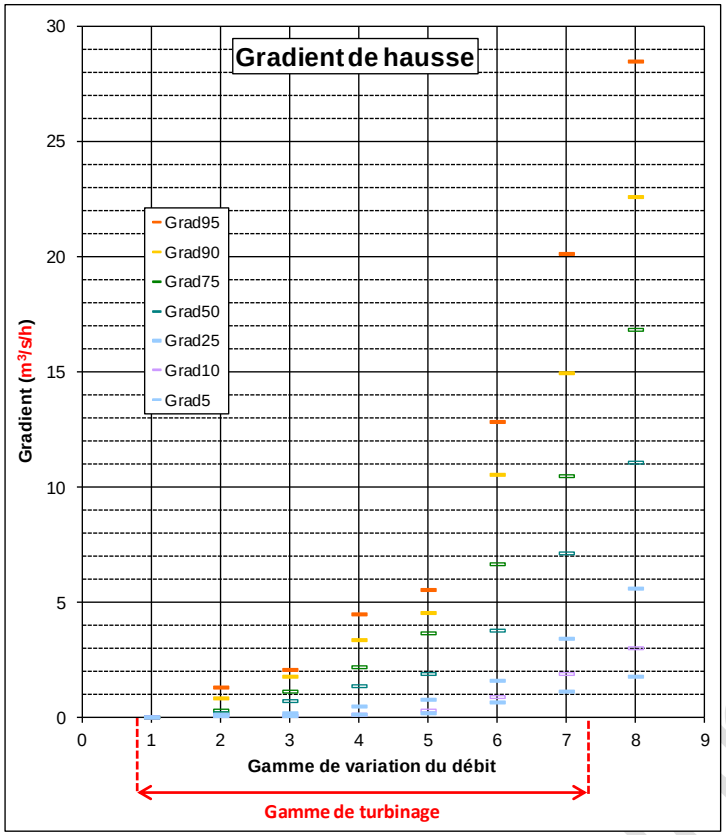
4.2.3. Gradients de débit naturels à la hausse et à la baisse

Les Figure 18 et Figure 19 présentent respectivement les valeurs de gradients de débit à la hausse et à la baisse respectivement, en fonction des gammes de débit sur lesquelles se déroulent les variations. Ces résultats ont été obtenus selon la méthodologie de Courret (2010).

Concernant les gradients de hausse de débit, on peut noter que les valeurs ne dépassent pas 2.5 $m^3/s/h$ (≈ 2% du module par heure) dans la gamme de débits inférieurs à 25% du module, 6 $m^3/s/h$ (≈ 5% du module par heure) dans les gammes de débits de 25% à 100% du module, 20 $m^3/s/h$ (≈ 20% du module par heure) dans les gammes de débits de 100% à 300% du module, et 30 $m^3/s/h$ (≈ 30% du module par heure) dans les gammes de débits de 300% à 400% du module.

Concernant les gradients de baisse de débit, on peut noter que les valeurs ne dépassent pas 0.1 $m^3/s/h$ (≈ 0.2% du module par heure) dans la gamme de débits inférieurs à 15% du module, 2.6 $m^3/s/h$ (≈ 2.6% du module par heure) dans les gammes de débits de 15% à 200% du module, 10 $m^3/s/h$ (≈ 10% du module par heure) dans les gammes de débits de 200% à 400% du module.

Version PROVISOIRE



Gamme n°	Débit	
	% du module	m³/s
1	5 - 10	5.4 - 10.9
2	10 - 15	10.9 - 16.3
3	15 - 25	16.3 - 27.2
4	25 - 50	27.2 - 54.4
5	50 - 100	54.4 - 108.8
6	100 - 200	109 - 218
7	200 - 300	218 - 326
8	300 - 400	326 - 435

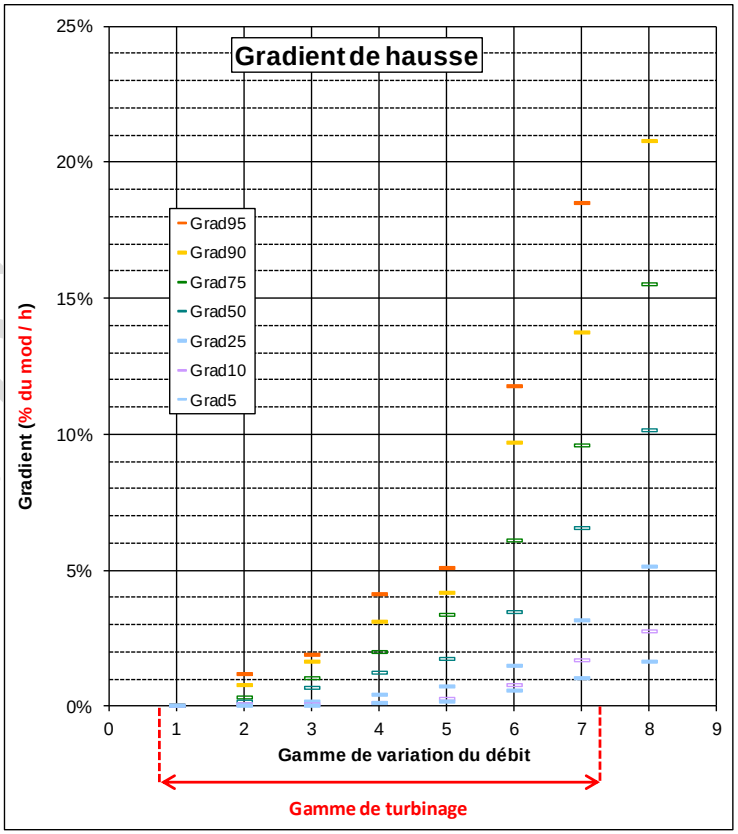
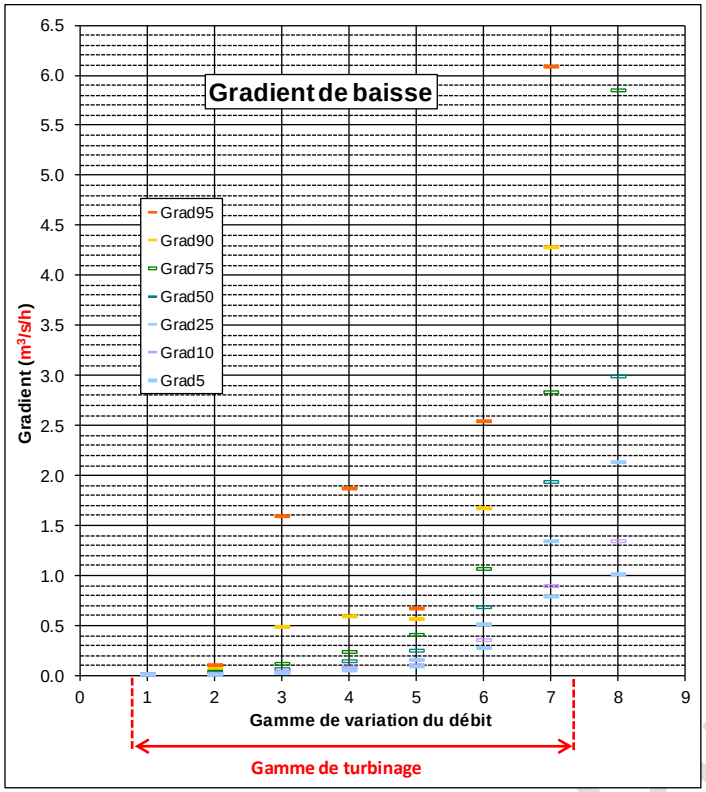


Figure 19 : Valeurs des gradients de hausse de débit selon les gammes de variations, pour le Lot à Entraygues Aval en hydrologie naturelle (1918-1932). (Grad 5, 10, 25, … indiquent les valeurs de gradients non dépassées par 5%, 10%, 25%, … des variations de débit)

Version PROVISOIRE



Gamme n°	Débit	
	% du module	m³/s
1	5 - 10	5.4 - 10.9
2	10 - 15	10.9 - 16.3
3	15 - 25	16.3 - 27.2
4	25 - 50	27.2 - 54.4
5	50 - 100	54.4 - 108.8
6	100 - 200	109 - 218
7	200 - 300	218 - 326
8	300 - 400	326 - 435

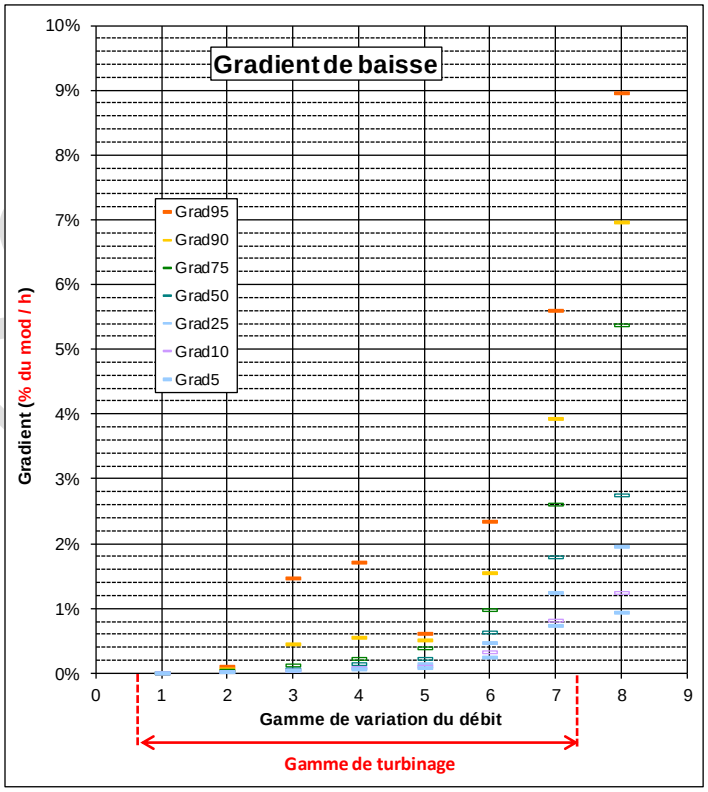


Figure 20 : Valeurs des gradients de baisse de débit selon les gammes de variations, pour le Lot à Entraygues Aval en hydrologie naturelle (1918-1932). (Grad 5, 10, 25, … indiquent les valeurs de gradients non dépassées par 5%, 10%, 25%, … des variations de débit)

Version provisoire

5. Caractérisation de l'hydrologie influencée et des régimes d'éclusées

La caractérisation de l'hydrologie influencée et des régimes d'éclusées générés par les aménagements vise à apprécier les modifications liées à la gestion des aménagements hydroélectriques par comparaison avec l'hydrologie naturelle, ainsi que la sévérité des éclusées. Cette caractérisation s'appuie sur l'analyse de deux types de données complémentaires :

- les chroniques de débits mesurés par les stations de la banque HYDRO à l'amont et l'aval de la confluence avec la Truyère sur la période 1990 – 2012.
- et les chroniques de hauteurs d'eau sur les stations d'étude, acquises par la pose de sondes autonomes enregistreuses de température et de pression dans le cours d'eau (sondes In-Situ Inc. Rugged TROLL 100).

5.1. Analyse des chroniques hydrologiques

5.1.1. Données sources

Les chroniques de débits sont issues des stations de la banque Hydro. Deux stations en service et trois stations hors service concernent le secteur d'étude :

- le Lot à Lassout (code station O7131510, en service de 1948 à 2011) située sur le tronçon 1, et influencé par l'aménagement de Castelnau,
- le Lot à Entraygues-sur-Truyère (amont) (code station O7191510, en service de 1937 à 2015) située sur le tronçon 2 entre l'usine de Golinhac et la confluence avec la Truyère (tronçon 2), et influencée par l'aménagement de Golinhac,
- et le Lot à Entraygues-sur-Truyère (aval et Roquepailhol) (code station O7701510 et O7701540, en service de 1918 à 2002 et 2003 à 2015), située sur le tronçon 3a en aval de la confluence avec la Truyère (tronçon 3), et influencée par l'aménagement de Golinhac et ceux de la chaîne Truyère.

La station de Lassout, appartenant à EDF, ne permet pas une caractérisation fine des éclusées, puisque seuls les débits moyens journaliers sont disponibles sur la banque hydro. Ces données renseignent toutefois sur les débits caractéristiques du Lot au droit de la station.

Les autres stations situées sur les tronçons 2 et 3a, gérées par la DREAL, fournissent des données à pas de temps variables QTVAR, permettant une caractérisation fine des éclusées.

On a porté en annexe les hydrogrammes trimestriels sur la période 1990 – 2011.

VERSION PROVISOIRE

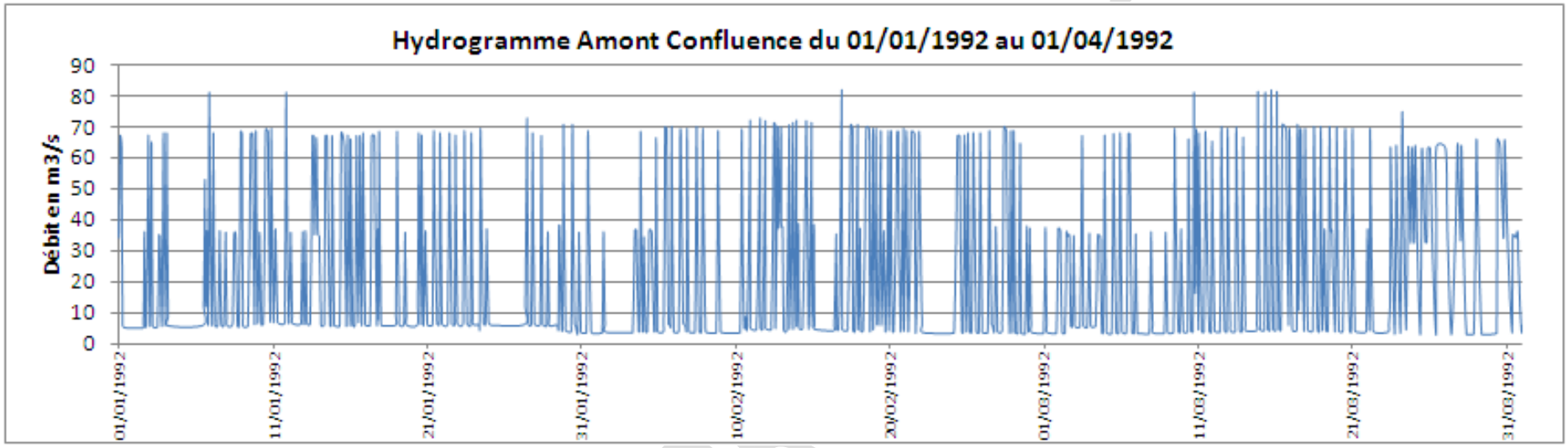


Figure 21 : Exemple d'hydrogramme trimestriel

Version PR

5.1.2. Caractérisation du régime hydrologique

Les données caractéristiques des différentes stations sont présentées dans le tableau suivant.

Le régime hydrologique du Lot est de type pluvial, avec des hautes eaux en hiver et au printemps et un étiage prononcé en été.

Station	Lassout	Entraygues-sur-Truyère (amont)	Entraygues-sur-Truyère (aval)	Entraygues-sur-Truyère (Roquepailhol)
Période de calcul des données	64 ans (jusqu'en 2011)	79 ans	85 ans (jusqu'en 2002)	13 ans
Superficie du bassin versant	1650 km^2	2180 km^2	5460 km^2	5460 km^2
$QMNA_2$	3.5 m^3/s 14% du module	4.8 m^3/s 14% du module	18 m^3/s 17% du module	17 m^3/s 22% du module
$QMNA_5$	2.3 m^3/s 9% du module	2.8 m^3/s 8% du module	12 m^3/s 11% du module	13 m^3/s 17% du module
Module	25.1 m^3/s	33 m^3/s	106.0 m^3/s	75.8 m^3/s

Tableau 7 : Valeurs caractéristiques du régime hydrologique (données issues de la banque HYDRO).

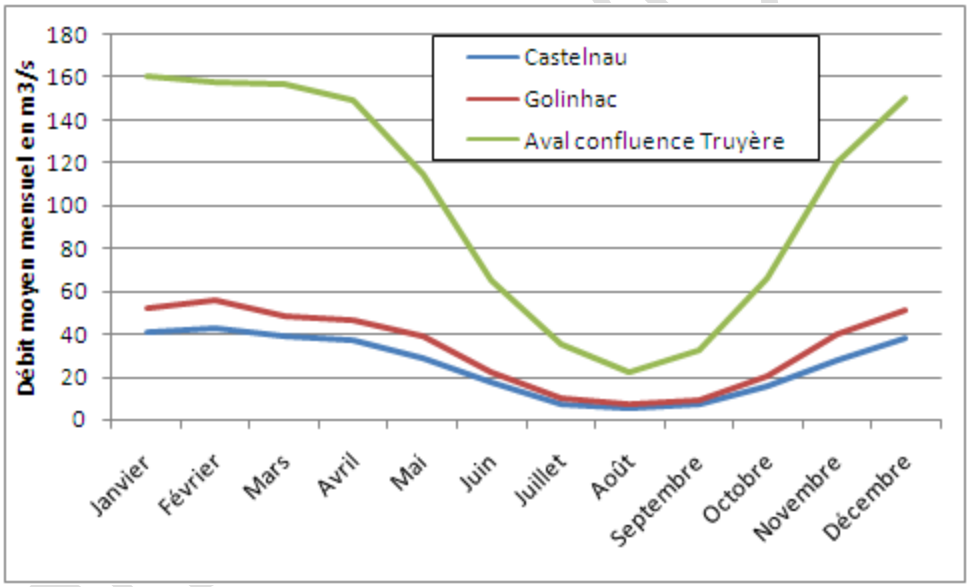


Figure 22 : Débit moyen mensuel au droit des stations

5.1.3. Débits moyens interannuels

La moyenne mobile du module sur 20 années des stations est relativement stable depuis la mise en place des stations de mesure. On note une légère décroissance globale (15% sur la période étudiée).

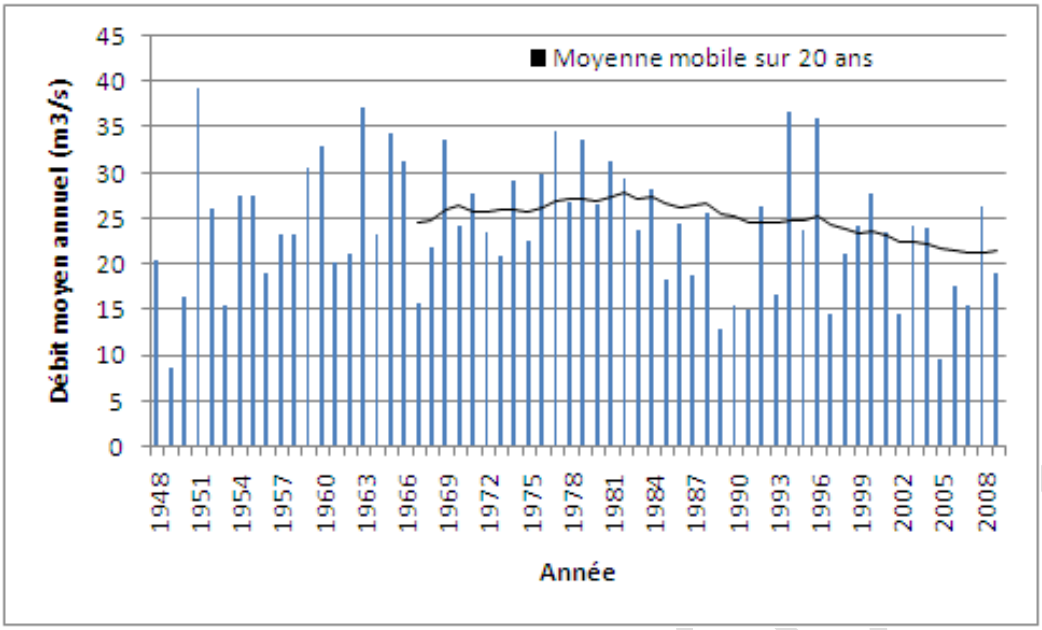


Figure 23 : Débit moyen annuel du Lot à Castelnau.

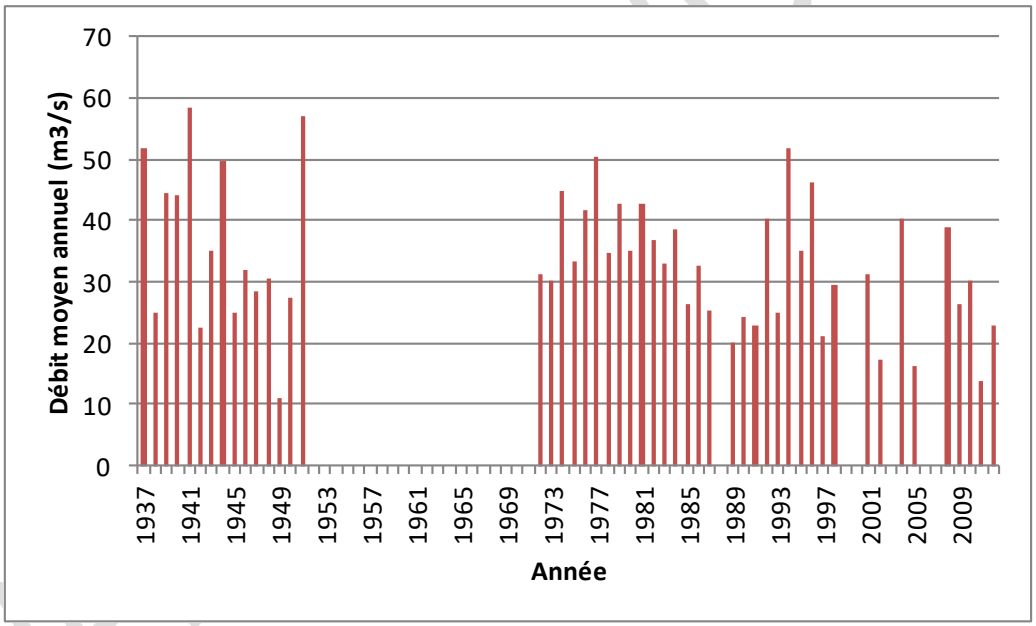


Figure 24 : Débit moyen annuel du Lot Entraygues-sur-Truyère (amont) (série interrompue à plusieurs reprises).

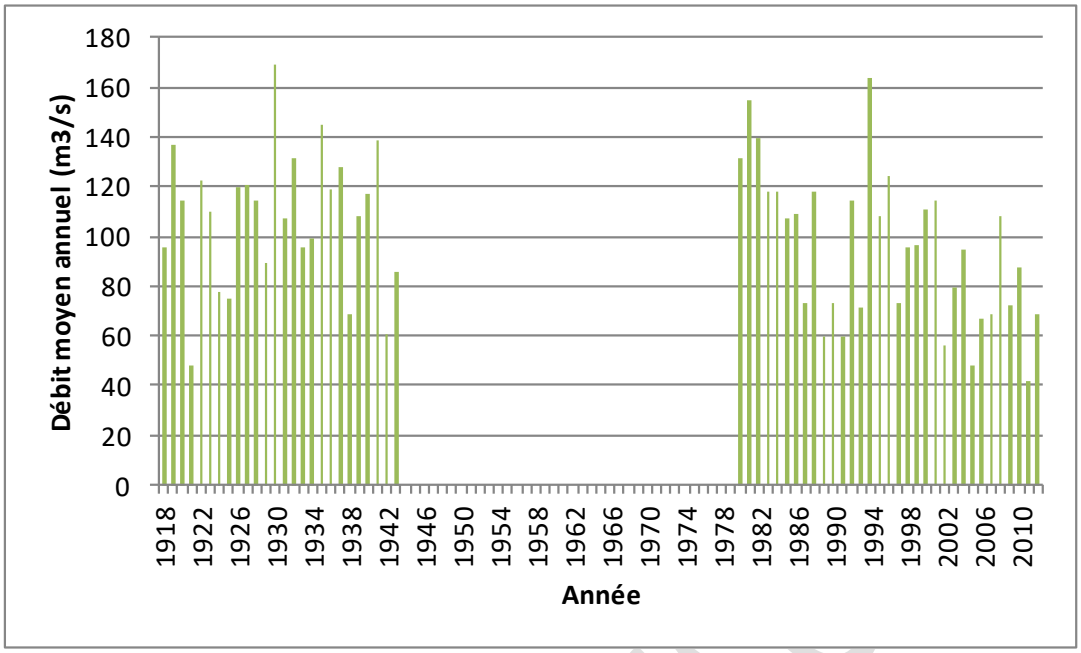


Figure 25 : Débit moyen annuel du Lot à l'aval de la confluence Truyère (série obtenue par la compilation des données des stations O7701510 et O7701540, série interrompue entre 1943 et 1978).

5.1.4. Fréquence des débits à l'échelle annuelle

Dans cette caractérisation hydrologique, deux périodes ont été différenciées avant et après 1989 (1989 est l'année de la mise en place du soutien d'étiage sur le Lot). Les observations sont faites aux échelles annuelles, mais également mensuelles afin de pouvoir tirer des conclusions sur les périodes biologiques.

La figure 12 présente les courbes des débits classés du Lot en amont et en aval de la confluence avec la Truyère sur les deux périodes étudiées.

Les courbes suivent la même évolution. Entre les fréquences de dépassement 99% et 15%, les débits évoluent de façon linéaire. Après une période de transition, les débits augmentent de façon brutale pour des fréquences de dépassement inférieures à 3%.

Station	0%	3%	15%	99%	100%
Le Lot en amont de la confluence après 1989	431 m³/s	110 m³/s	60 m³/s	2.0 m³/s	1.3 m³/s
Le Lot en amont de la confluence avant 1989	650 m³/s	145 m³/s	69 m³/s	1.0 m³/s	0.6 m³/s
Le Lot en aval de la confluence après 1989	1170 m³/s	300 m³/s	170 m³/s	9.0 m³/s	6.1 m³/s
Le Lot en aval de la confluence avant 1989	1980 m³/s	360 m³/s	201 m³/s	7.0 m³/s	2.6 m³/s

Tableau 8 : Valeurs des débits classés aux fréquences de dépassement pivots

Suite à la mise en place du soutien d'étiage, les débits à forte fréquence ont augmenté (au-delà de 93 % pour la partie aval et 74 % pour la partie amont) et inversement les débits à

Version PROVISOIRE

faible fréquence de dépassement ont diminué. L'impact est moins significatif sur la partie amont.

Les ordres de grandeur des débits classés restent les mêmes sur les 2 périodes en amont de la confluence.

En aval de la confluence, la mise en place du soutien d'étiage a permis le maintien d'un débit supérieur à 9 m^3/s plus de 99% du temps contre 96 % avant 1989.

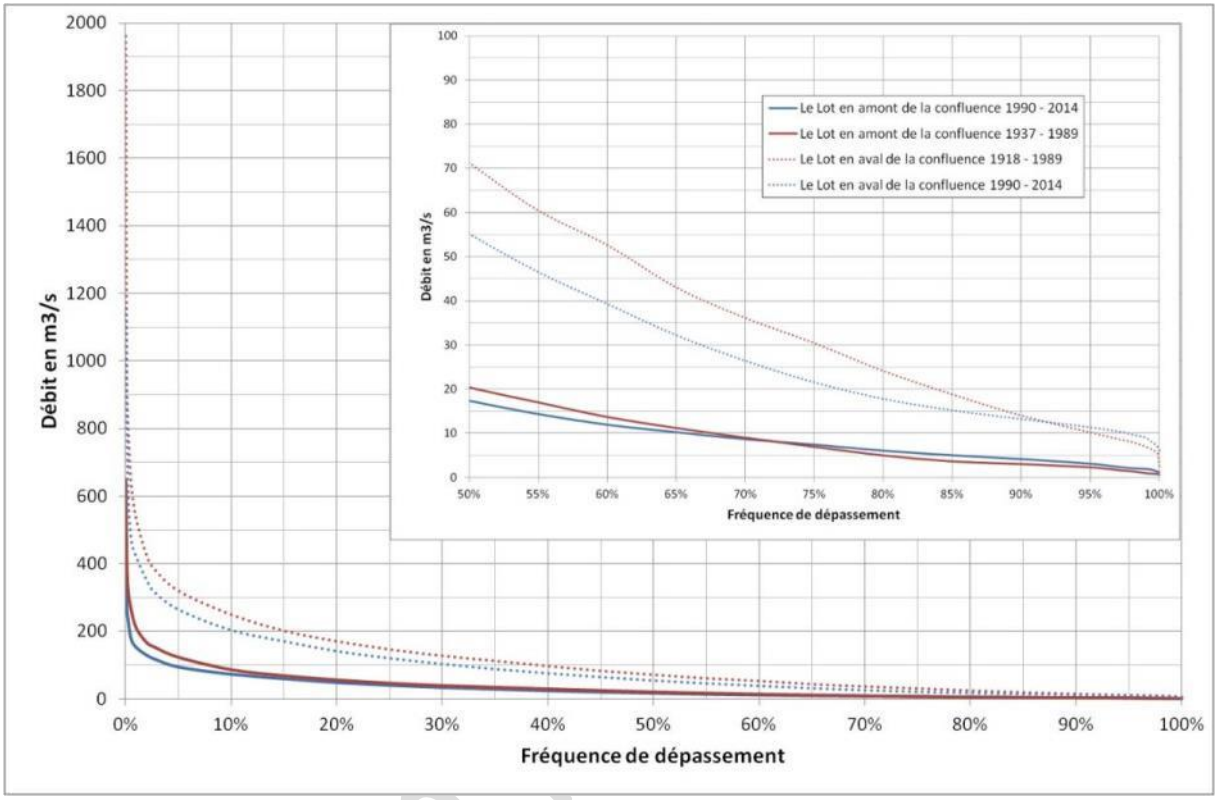


Figure 26 : Courbe des débits classés (en m^3/s) du Lot en amont et aval de la confluence avec la Truyère - Impact de la mise en place du soutien d'étiage.

5.1.5. Fréquence des débits à l'échelle mensuelle

Les figures 13 et 14 présentent les valeurs mensuelles des débits classés en m^3/s selon la fréquence de dépassement en amont et en aval de la confluence sur la période 1990 – 2012. Les débits classés sont les débits moyens journaliers.

On observe que les débits les plus bas interviennent durant l'étiage estival de juillet à septembre avec des périodes de transition en juin et octobre. La différence marquée entre les maxima des mois d'été et d'hivers reflète la politique de production électrique et l'hydrologie naturelle du cours d'eau. Les débits minimaux présentent une relative stabilité tout au long de l'année ce qui reflète la situation en débit réservé.

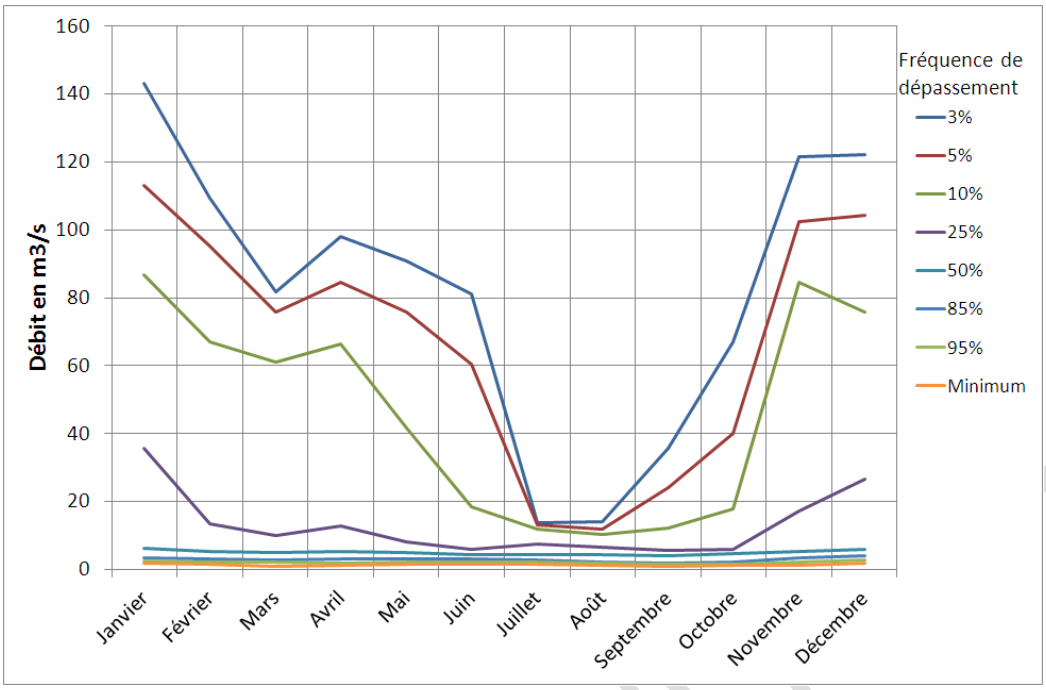


Figure 27 : Valeurs mensuelles des débits journaliers en m^3/s selon la fréquence de dépassement en amont de la confluence.

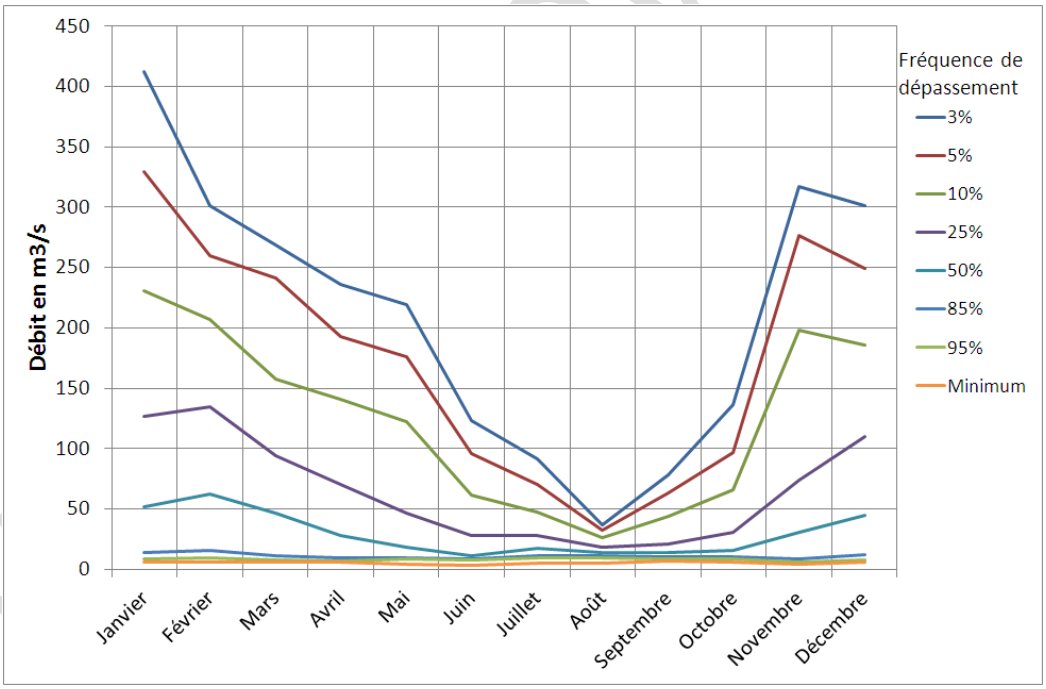


Figure 28 : Valeurs mensuelles des débits journaliers en m^3/s selon la fréquence de dépassement en aval de la confluence.

5.1.6. Caractérisation des éclusées à l'amont et à l'aval de la confluence avec la Truyère

Morphologie générale des éclusées

La morphologie des éclusées peut être observée sur les hydrogrammes. Le déroulement d'un cycle dépend de nombreux facteurs dont l'hydrologie naturelle, les besoins énergétiques, les contraintes techniques d'exploitation et les éventuels accords liés aux usages. Ceci se traduit par une grande variabilité des cycles pratiqués. Cette variabilité est illustrée par l'hydrogramme suivant.

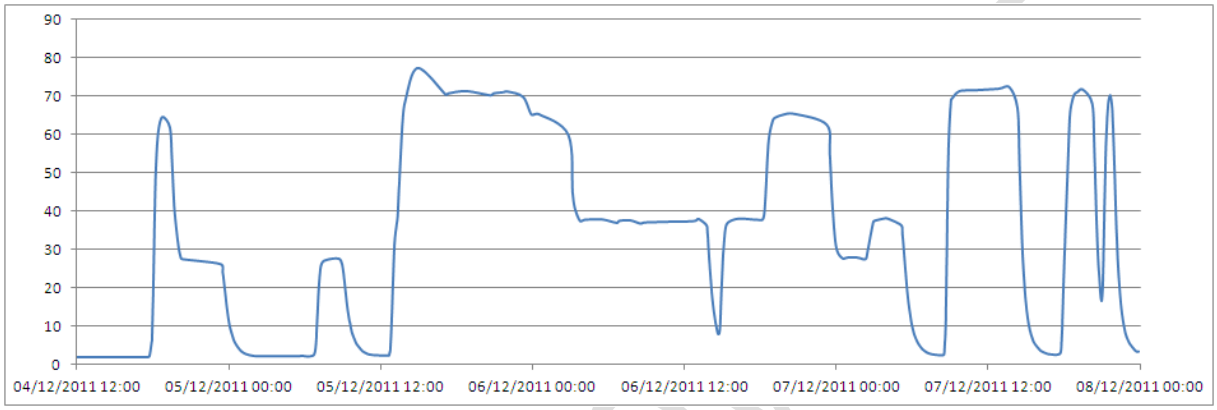


Figure 29 : Exemple d'éclusées rencontrées à l'aval de Golinhac

En majorité, les éclusées rencontrées sont constitués par une montée brutale, un plateau et une diminution rapide du débit. Ces éclusées varient en intensité et en durée. Pour décrire les éclusées, il est intéressant de déterminer des indicateurs types (durée, amplitude, gradient de montée…).

Méthodologie de sélection des éclusées

Le traitement a été appliqué sur les chroniques de débit à pas de temps variable (pour les hydrogrammes de stations hydrométriques de la banque hydro) et sur les chroniques de niveau d'eau à pas de temps fixe 10 minutes (sur les limnigrammes de sondes de niveau installé sur chaque station d'étude). Ce traitement s'est effectué à l'aide d'une macro Excel codée en VBA.

Le principe a été de répertorier toutes les hausses de 10 cm pour les limnigrammes et de 15 m^3/s pour les hydrogrammes. Ensuite, il a était question de bien fixer la fin de la montée (tant que la hausse est supérieure à 2 cm ou à 5 m3/s), le plateau (tant que la diminution est inférieure à 5 cm ou à 7.5 m3/s, la descente et la détection d'une nouvelle hausse (si la hauteur ou le débit bas de fin de descente est supérieur à 2 fois la hauteur ou le débit initial), le second plateau éventuel et la descente correspondante.

Version PRO

Nombre et fréquence des éclusées

Le tableau ci-après présente le nombre moyen d'éclusées par an sur différentes période ainsi que la moyenne journalière.

Période de l'année	Moyenne / ans		Moyenne / jours	
	Amont de la confluence	Aval de la confluence	Amont de la confluence	Aval de la confluence
Du 1er juin au 30 septembre	33	62	0.3	0.5
Du 1er octobre au 15 février	125	199	0.9	1.4
Du 15 février au 31 mai	102	154	1.0	1.5
Total sur l'année	260	415	0.7	1.1

Tableau 9 : Fréquence des éclusées détectées sur la période 1990 - 2011

A l'aval de la confluence avec la Truyère, les éclusées sont plus fréquentes. Ainsi la fréquence journalière des éclusées à l'aval de la confluence est supérieure à 1 du 1er octobre au 31 mai.

En période estivale, les éclusées sont deux fois moins nombreuses que sur le reste de l'année sur l'ensemble du linéaire du Lot.

Durée des éclusées

La figure suivante présente la répartition des durées des éclusées par période entre 1990 et 2011 à l'amont et à l'aval de la confluence avec la Truyère.

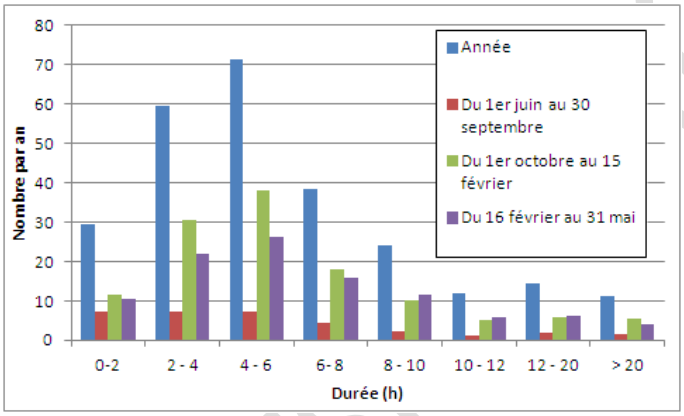


Figure 30 : Histogramme de répartition des durées des éclusées détectées à l'amont de la confluence

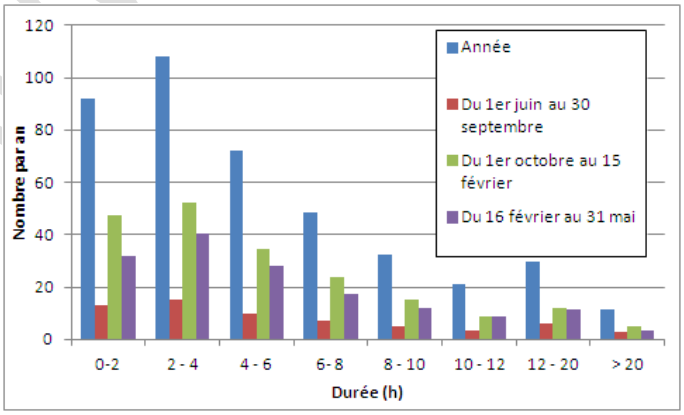


Figure 31 : Histogramme de répartition des durées des éclusées détectées à l'aval de la confluence

La majorité des éclusées détectées ont une durée inférieure à 6 heures. L'évolution de la répartition des durées est la même quelle que soit la période de l'année traduisant un fonctionnement majoritaire (montée brutale, plateau de 2 à 4 heures, diminution rapide).

Débits caractéristiques des éclusées

Pour étudier l'impact des éclusées, il est important de connaitre les débits minimum, maximum et l'amplitude des éclusées.

Il y a une grande différence entre les débits caractéristiques des éclusées entre l'amont et l'aval de la confluence.

Version provisoire

Quelle que soit la période de l'année, le débit minimum de l'éclusée en amont de la confluence (branche Lot) est proche du débit réservé (inférieur à 6 m^3/s). Au contraire en aval de la confluence, c'est la classe de débit pour laquelle les débits minimums des éclusées sont supérieurs à 100 m^3/s qui est la plus importante. En contrepartie, moins de 20% des débits minimum sont inférieurs à 20 m^3/s.

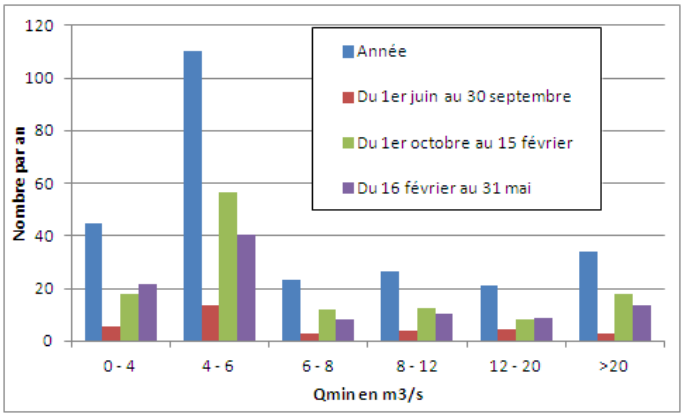


Figure 32 : Histogramme de répartition des débits minimum des éclusées détectées à l'amont de la confluence

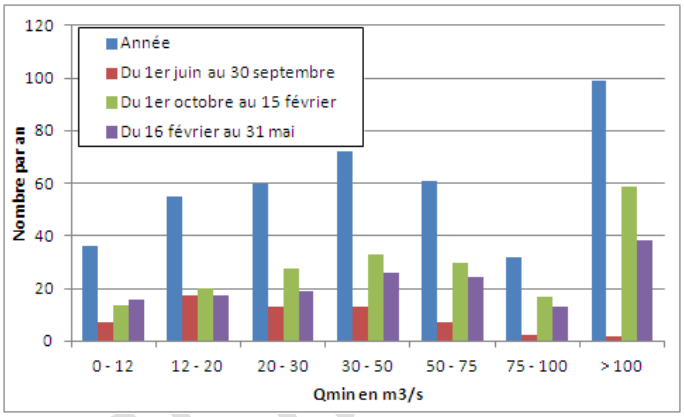


Figure 33 : Histogramme de répartition des débits minimum des éclusées détectées à l'aval de la confluence

Concernant les débits maximum, leur répartition est étalée en aval de la confluence alors qu'elles se concentrent autour de 2 valeurs en amont de la confluence (30 – 40 m^3/s et 60 – 70 m^3/s). Cela traduit un usage plus conventionnel de la chaine amont alors que la chaine aval fonctionne de manière plus diversifiée.

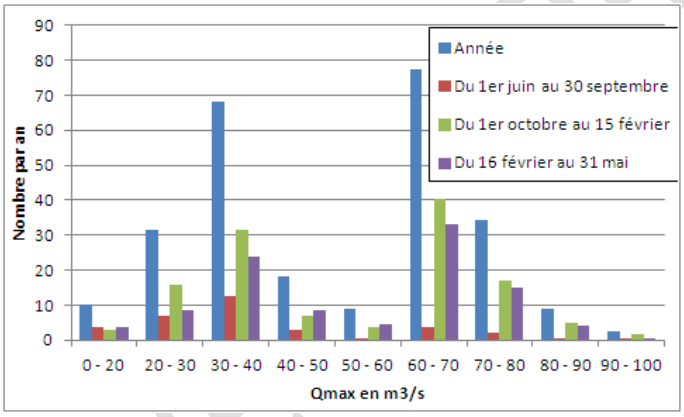


Figure 34 : Histogramme de répartition des débits maximum des éclusées détectées à l'amont de la confluence

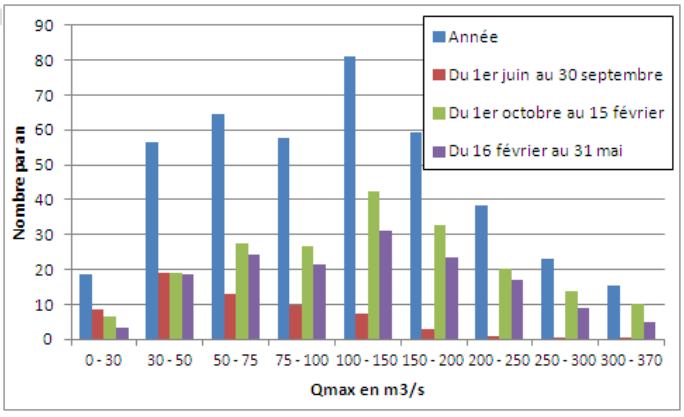


Figure 35 : Histogramme de répartition des débits maximum des éclusées détectées à l'aval de la confluence

C'est entre les mois d'octobre et de février (période de reproduction de la truite) que les éclusées sont les plus nombreuses et les plus fortes (elles dépassent le module). Elles peuvent être ainsi très impactantes pour la reproduction. La mise en place d'un débit plafond (limite du débit maximum) à ne pas dépasser pour limiter l'impact des éclusées peut être une solution. Le débit plafond doit toutefois rester inférieur à la valeur du débit correspondant à la mise en eau des annexes hydrauliques.

On retrouve ces mêmes éléments sur l'analyse de l'amplitude des éclusées : concentration autour de 2 pôles (20 – 40 m^3/s et 60 – 70 m^3/s) en amont de la confluence et répartition plus homogène en aval avec la majorité des éclusées ayant une amplitude inférieure à 75 m^3/s.

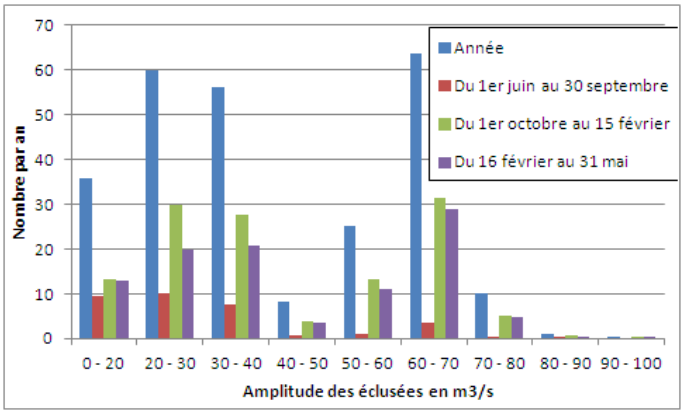


Figure 36 : Histogramme de répartition de l'amplitude des éclusées détectées à l'amont de la confluence

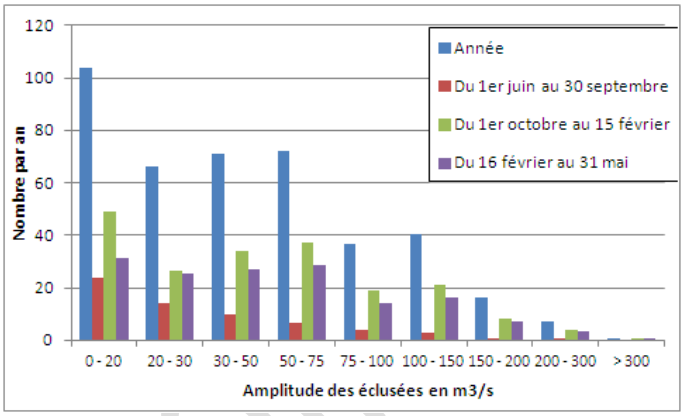


Figure 37 : Histogramme de répartition de l'amplitude des éclusées détectées à l'aval de la confluence

Les éclusées à l'amont de la confluence sont donc moins nombreuses mais présentent des caractéristiques plus impactantes pour le milieu. Le fonctionnement actuel à l'aval de la confluence ne garantit pas pour autant le respect des milieux aquatiques car il faut comparer ces valeurs seuils aux débits caractéristiques du Lot (débit de mise en fonction des annexes hydrauliques notamment).

Gradient de variation des débits des éclusées

Les gradients moyens d'augmentation et diminution des débits ont été calculés pour l'ensemble des éclusées détectées. Les gradients de débits sont très variables aussi bien à la hausse qu'à la baisse. Les gradients de diminution sont inférieurs aux gradients d'augmentation. Pour limiter l'impact des éclusées, il peut être utile de mettre en place des valeurs à respecter en fonction de la période biologique afin de limiter les risques de piégeage/échouage piscicole.

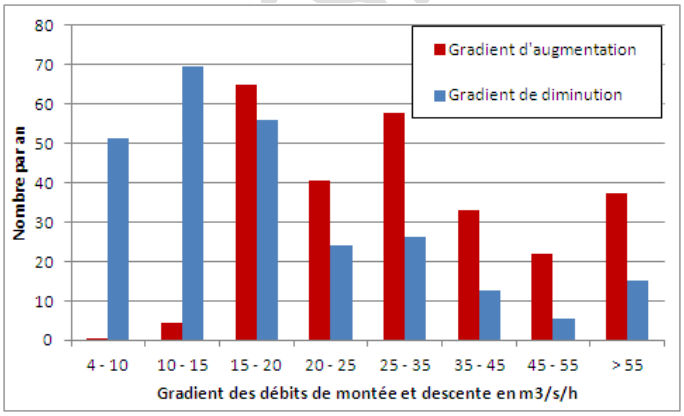


Figure 38 : Histogramme de répartition des gradients de variation des éclusées détectées à l'amont de la confluence

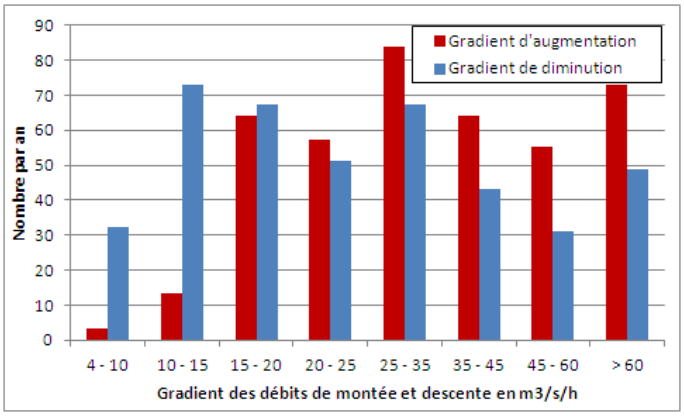


Figure 39 : Histogramme de répartition des gradients de variation des éclusées détectées à l'aval de la confluence

Résultats de l'Indicateur « éclusées »

Pour donner une vision synthétique du niveau de perturbation hydrologique induit par les régimes d'éclusées, dans le cadre d'une mission technique commune entre l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et EDF, un indicateur a été construit par Courret et al. (2014) sous la forme de 5 classes distinguant des niveaux de perturbation sensible (classe 1), marquée (2), très marquée (3), sévère (4) et très sévère (5).

La Figure 40 présente les résultats de l'indicateur « éclusées » (score et classe) sur le Lot à Entraygues amont (tronçon 2) de 2008 à 2015 et à Entraygues aval (tronçon 3a) de 2004 à 2015, à l'échelle annuelle et sur la période d'avril à juin.

A Entraygues Amont (tronçon 2 – Aval Golinhac), la perturbation est qualifiée de très sévère (classe 5) quelles que soient les années de 2008 à 2015. Sur la période d'avril à juin, le diagnostic est très proche de celui établi pour l'année entière, sauf en 2011 où la perturbation est qualifiée de sévère (classe 4) du fait d'un nombre d'éclusées 2 à 3 fois plus faible que les autres années et d'amplitudes des éclusées également moins importantes.

A Entraygues Aval (tronçon 3a – Aval confluence Truyère), la perturbation est qualifiée, à l'échelle annuelle, de très sévère (classe 5) de 2004 à 2012, puis de sévère (classe4) de 2013 à 2015. Cette évolution est liée à une diminution des amplitudes et des gradients de hausse et de baisse des éclusées. Sur la période d'avril à juin, le diagnostic est très proche de celui établi pour l'année entière, sauf en 2010 où il est plus sévère et en 2011 où il est moins sévère (pour les mêmes raisons qu'à Entraygues amont).

Version PROVISOIRE

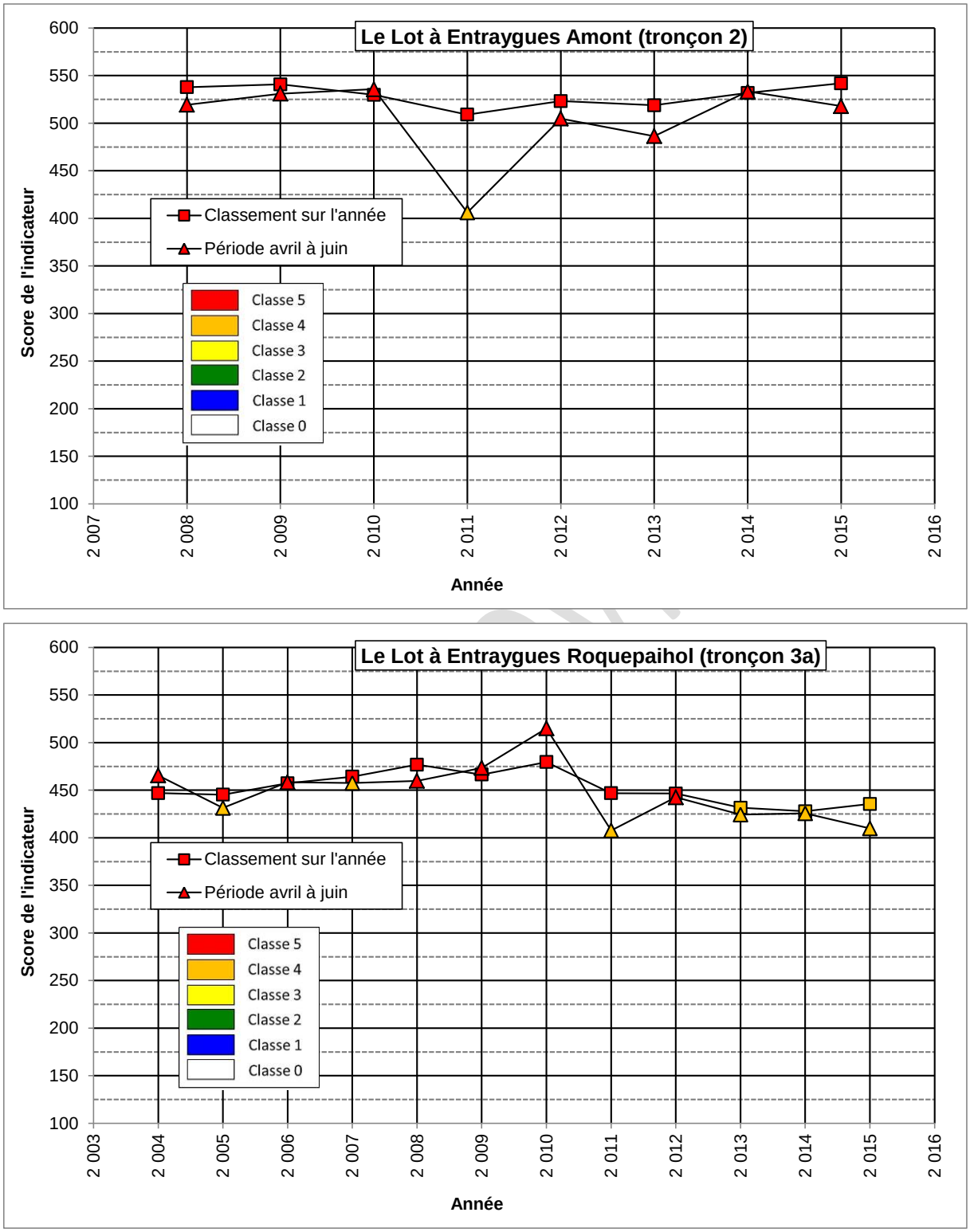


Figure 40 : Résultats de l'indicateur « éclusées » (score et classe) sur le Lot à Entraygues amont (tronçon 2) de 2008 à 2015 et à Entraygues aval (tronçon 3a) de 2004 à 2015, à l'échelle annuelle et sur la période d'avril à juin.

5.2. Analyse des limnigrammes au niveau des stations d'étude

5.2.1. Remarques générales

Une sonde permettant l'enregistrement en continu des variations de hauteur d'eau a été installée sur chacune des stations retenues. Elles ont fonctionné avec un pas de temps de 10 minutes du 25 juin 2012 au 29 avril 2013 pour toutes les stations et du 20 octobre 2014 au 28 octobre 2015 pour les stations d'Espalion et de Noussol. L'exploitation des données permet de caractériser les éclusées sur chacune des stations. Cette démarche est complémentaire de la précédente et nous renseigne sur l'impact des éclusées en termes de hauteur d'eau et non de débit.

L'ensemble des limnigrammes est porté en annexe à l'échelle hebdomadaire. Pour chacun des sites, le niveau 0 cm correspond à la plus faible hauteur enregistrée (étiage).

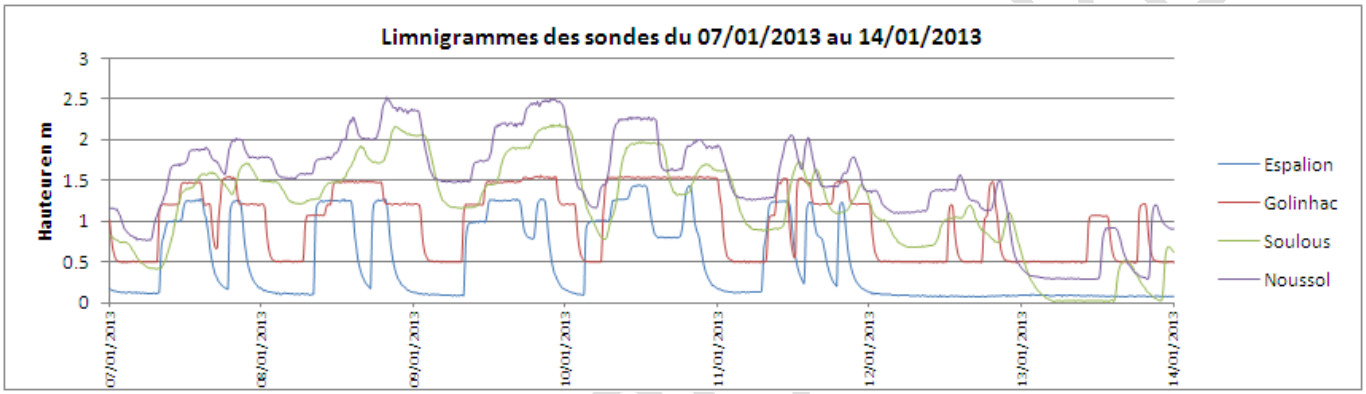


Figure 41 : Exemple de limnigrammes issus de l'enregistrement des sondes

Les sondes nous permettent de suivre l'évolution des éclusées d'Espalion à Soulous. Si les sites de Soulous et Noussol sont soumis au même régime d'éclusée, les enregistrements illustrent les dépendances relatives de chacun des sites. Le barrage de Golinhac permet de contrôler les éclusées du barrage de Castelnau. L'impact des éclusées du barrage de Castelnau se limite au tronçon à l'amont d'Estaing. A l'inverse, aucun ouvrage ne contrôlant le débit entre Golinhac et Soulous, on retrouve les éclusées observées à Golinhac sur les secteurs avals. Les apports de la chaine Truyère s'ajoutent par contre aux apports de Golinhac et modifient en conséquence la forme des éclusées rencontrées à l'aval de la confluence.

La figure suivante illustre le phénomène. Les éclusées observées le matin à Espalion sont absorbées par le barrage de Golinhac. Le matin, la chaine Truyère fonctionne en éclusée jusqu'en fin de journée. Golinhac prend le relais pour la nuit. L'éclusée de Golinhac se retrouve sur la chaine Truyère avec un délai de 2 heures à Noussol et de 3 heures à Soulous.

VERSION PROVISOIRE

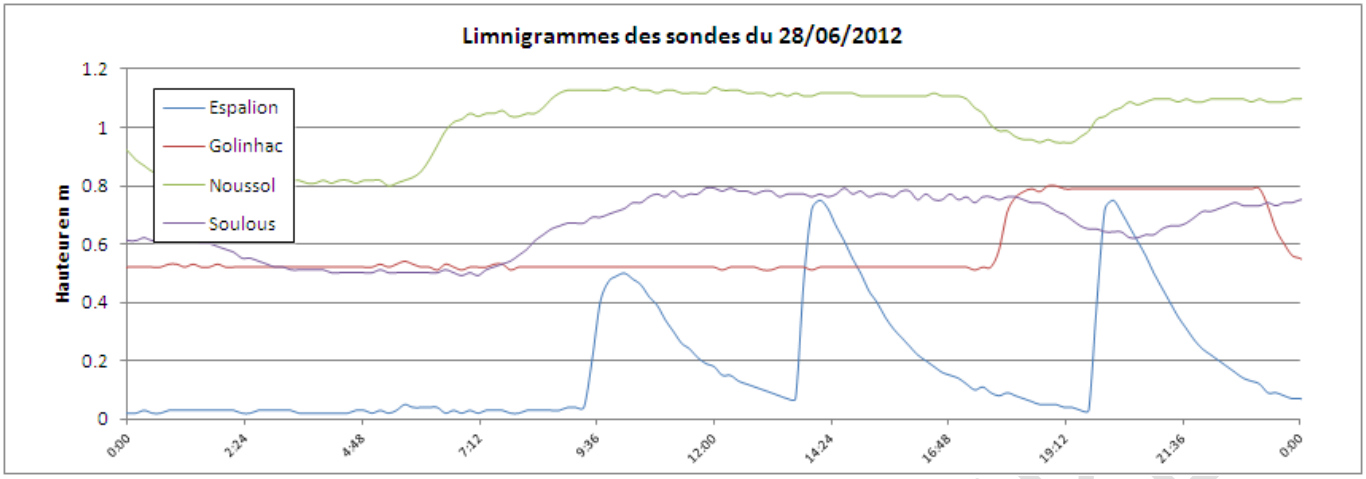


Figure 42 : Limnigramme illustrant l'indépendance relative des différents régimes d'éclusée rencontrés sur le secteur d'étude

On observe quelques différences sur les sites de Noussol et Soulous. Les 2 sites situées en aval de la confluence Lot-Truyère sont soumis au même régime d'éclusée mais un étalement de l'éclusée a lieu lors de sa propagation. Ce phénomène est accentué par la présence de nombreux profonds propices aux ralentissements dynamiques. Cet étalement se traduit par une durée d'éclusée plus longue et un plateau plus court. Les paramètres intervenant dans l'étalement sont nombreux (débit de base, gradient, amplitude de l'éclusée). Ainsi l'étalement est variable d'une éclusée à l'autre.

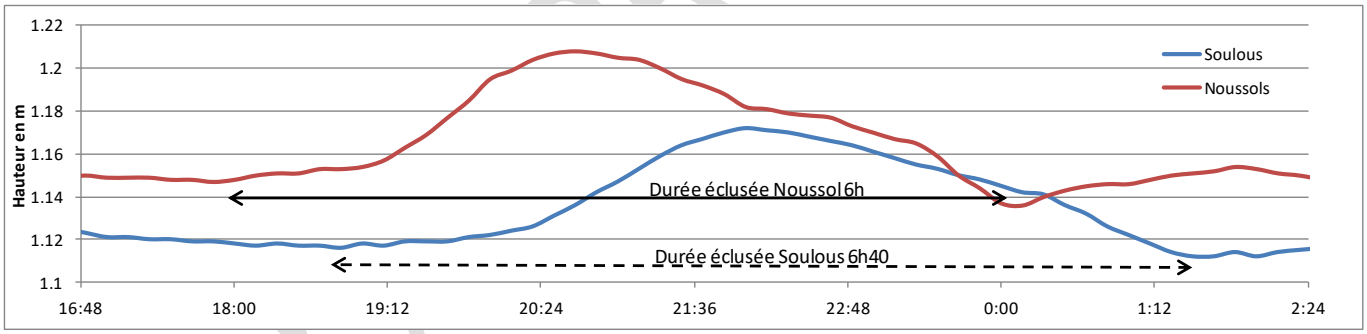


Figure 43 : Limnigramme du 18 janvier 2013 illustrant l'étalement des éclusées entre les stations de Noussol et Soulous.

5.2.2. Morphologie des éclusées au droit des stations

Les paramètres caractéristiques (durée, amplitude, hauteur de base et max, gradient d'augmentation et diminution instantané et moyen) des éclusées **du 25 juin 2012 au 29 avril 2013** sont illustrés dans les figures 29 à 34 et dans le tableau 5.

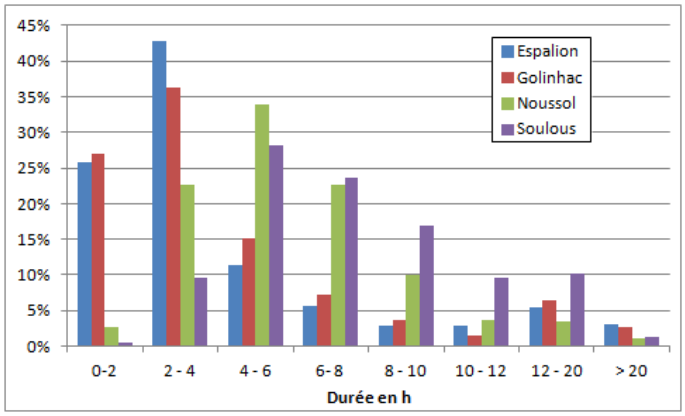


Figure 44 : Histogramme de répartition de la durée des éclusées aux stations d'étude

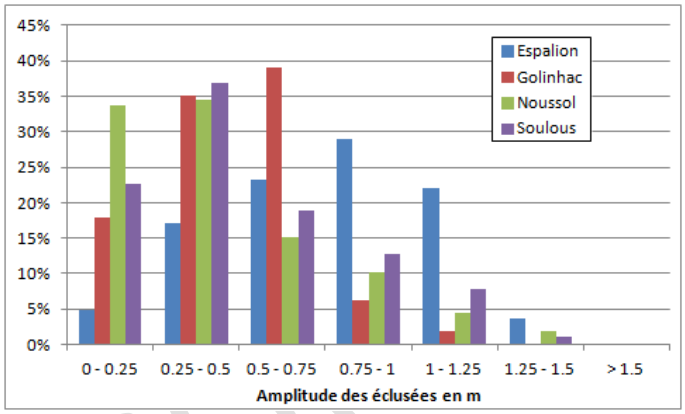


Figure 45 : Histogramme de répartition de l'amplitude des éclusées aux stations d'étude

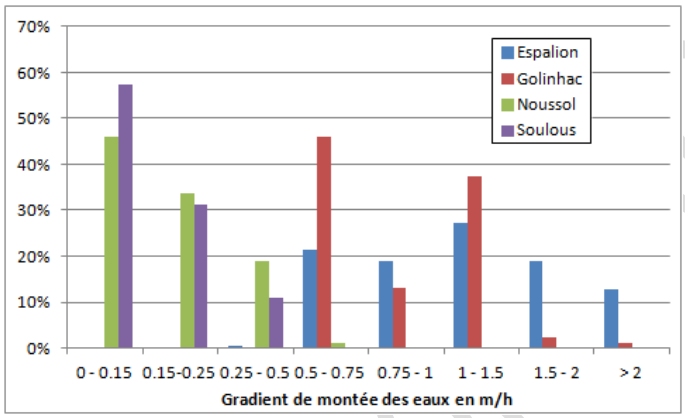


Figure 46 : Histogramme de répartition des gradients de montée des eaux des éclusées aux stations d'étude

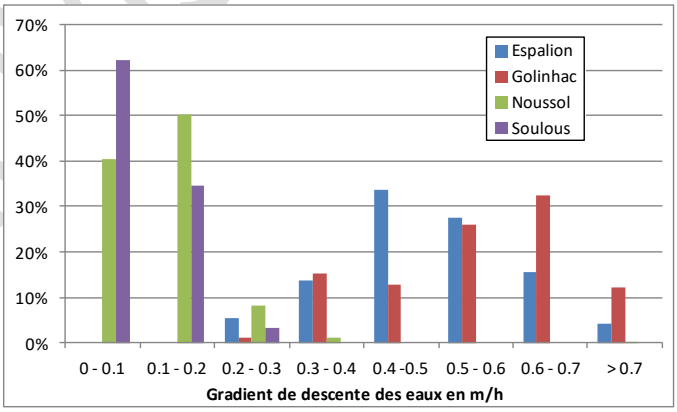


Figure 47 : Histogramme de répartition des gradients de descente des eaux des éclusées aux stations d'étude

Version

Station	Amplitude de l'éclusée	Gradient des hauteurs moyen à la montée	Gradient des hauteurs moyen à la descente	Gradient des hauteurs instantané à la montée	Gradient des hauteurs instantané à la descente
Espalion	Moy : 0.77 m Max : 1.47 m	Moy : 1.3 m/h Max : 3.7 m/h	Moy : 0.5 m/h Max : 0.75 m/h	Max : 36 m/h	Max : 17.6 m/h
Golinhac	Moy : 0.47 m Max : 1.07 m	Moy : 0.9 m/h Max : 2.8 m/h	Moy : 0.58 m/h Max : 2.1 m/h	Max : 28 m/h	Max : 56.5 m/h
Noussol	Moy : 0.45 m Max : 1.39 m	Moy : 0.2 m/h Max : 0.7 m/h	Moy : 0.12 m/h Max : 0.31 m/h	Max : 7.2 m/h	Max : 11 m/h
Soulous	Moy : 0.5 m Max : 1.48 m	Moy : 0.16 m/h Max : 0.75 m/h	Moy : 0.1 m/h Max : 0.27 m/h	Max : 6.3 m/h	Max : 8.52 m/h

Tableau 10 : Caractéristiques des éclusées au droit des stations en termes de hauteur d'eau

Les **éclusées à Espalion** uniquement influencées par le barrage de Castelnau sont **brèves** (moins de 4h dans 80% des cas). C'est le site sur lequel **l'amplitude des éclusées** est la plus **importante** avec plus de 60% des éclusées conduisant à une variation de plus de 75 cm du niveau d'eau. Ceci se traduit par des gradients de montée forts (moyenne de 1.3 m/h, maximum 3.7 m/h) avec des vitesses instantanées allant jusqu'à 36 m/h. Les gradients de descente sont par contre légèrement plus faibles que ceux observés à l'aval de Golinhac (0.5 m/h en moyenne). Ces caractéristiques font que les éclusées de Castelnau sont potentiellement fortement impactantes sur le site d'Espalion.

Les éclusées sur le **site à l'aval du barrage de Golinhac** restent brèves (moins de 6h dans 80% des cas) mais leurs amplitudes sont plus faibles que sur le site d'Espalion (entre 25 cm et 75 cm dans près de 80% des cas). Les gradients de montée restent forts (moyenne de 0.9 m/h, maximum 2.8 m/h) mais l'originalité du site de Golinhac est la vitesse relativement élevé des gradients de descente (moyenne de 0.6 m/h, maximum 2.1 m/h et des vitesses instantanées allant jusqu'à 56.5 m/h). La problématique d'échouage et piégeage peut donc être particulièrement sensible sur ce site.

Les éclusées sur **les sites à l'aval de la confluence Lot-Truyère** ont des caractéristiques similaires en termes d'amplitude, hauteur de base, hauteur max, gradient d'augmentation et de diminution. La seule différence entre ces sites réside dans la durée des éclusées plus longues sur le site de Soulous situé en aval du site de Noussol. La durée moyenne des éclusées sur ce site est entre 4 et 8 heures. Les éclusées se caractérisent sur les sites de Noussol et Soulous par des amplitudes de hauteur faibles (moins de 50 cm dans 50% des cas). Les gradients d'augmentation et de diminution des hauteurs sont faibles (moins de 50 cm/h dans 90% des cas) avec des vitesses instantanées ne dépassant pas la valeur de 11 m/h. Les gradients de diminution sont en moyenne 2 fois moins rapides mais les valeurs instantanées sont légèrement supérieures que pour la mise en eau. La morphologie des éclusées sur les sites avals s'expliquent en partie par la morphologie du Lot en aval de la confluence. Ces caractéristiques vont dans le sens d'un moindre impact des éclusées sur les sites aval. Toutefois, sur ces sites les éclusées semblent être assez fortes (amplitude max > 1,3 m). Ces éclusées, certes peu fréquentes peuvent avoir un impact terrible sur le milieu.

Les paramètres caractéristiques (durée, amplitude, hauteur de base et max, gradient d'augmentation et diminution instantané et moyen) des éclusées **du 20 octobre 2014 au 28 octobre 2015** sont illustrés dans les figures 35 à 40 et dans le tableau 6.

VERSION PROVISOIRE

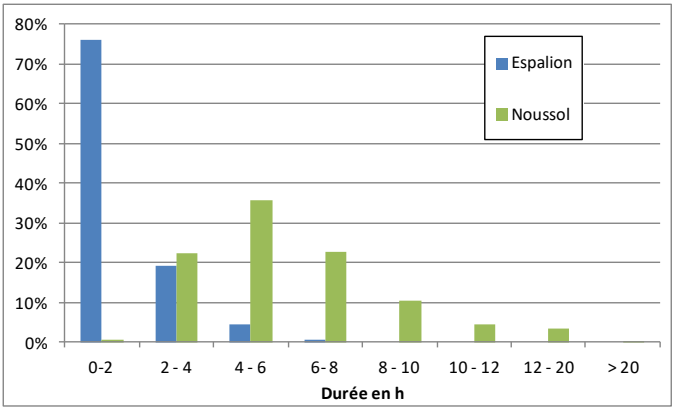


Figure 48 : Histogramme de répartition de la durée des éclusées aux stations d'étude

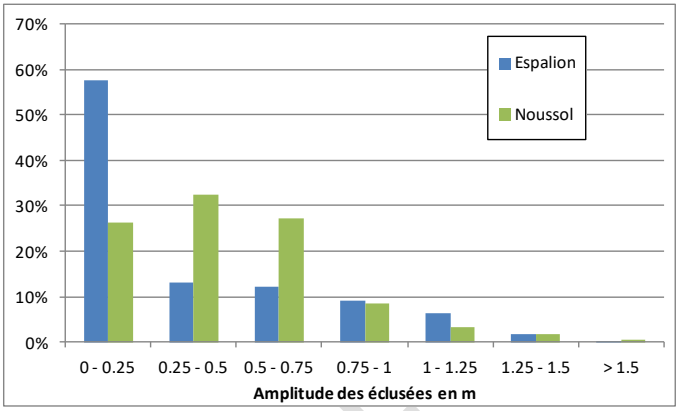


Figure 49 : Histogramme de répartition de l'amplitude des éclusées aux stations d'étude

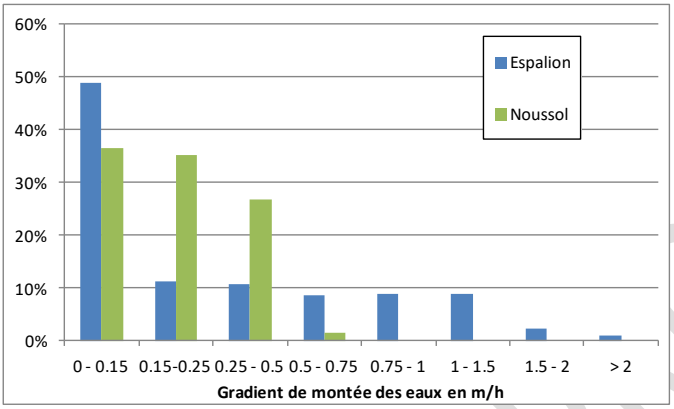


Figure 50 : Histogramme de répartition des gradients de montée des eaux des éclusées aux stations d'étude

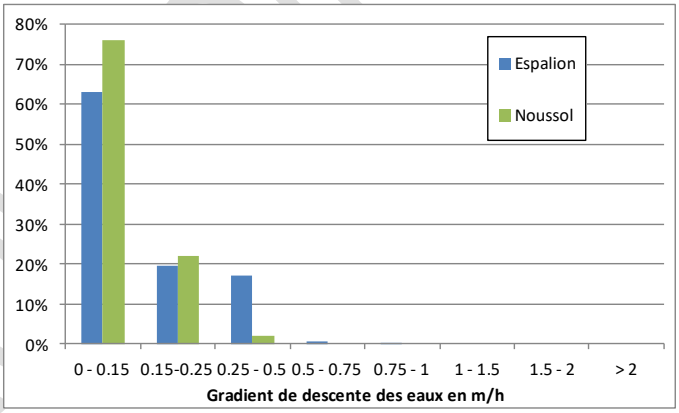


Figure 51 : Histogramme de répartition des gradients de descente des eaux des éclusées aux stations d'étude

Station	Amplitude de l'éclusée	Gradient des hauteurs moyen à la montée	Gradient des hauteurs moyen à la descente	Gradient des hauteurs instantané à la montée	Gradient des hauteurs instantané à la descente
Espalion	Moy : 0.33 m Max : 1.5 m	Moy : 0.41 m/h Max : 3.36 m/h	Moy : 0.14 m/h Max : 0.76 m/h	Max : 32 m/h	Max : 7.92 m/h
Noussol	Moy : 0.47 m Max : 2.2 m	Moy : 0.21 m/h Max : 0.64 m/h	Moy : 0.12 m/h Max : 0.43 m/h	Max : 6.78 m/h	Max : 4.38 m/h

Tableau 11 : Caractéristiques des éclusées au droit des stations en termes de hauteur d'eau

On s'aperçoit que d'une année sur l'autre, les éclusées peuvent être différentes.

En effet, sur **le site d'Espalion**, les éclusées de la période 2014-2015 ont été encore plus brèves que celles enregistrée sur la période 2012-2013, inférieur à 75% à 2h et leur amplitude a été également plus faible à 70 % inférieure à 50 cm. Egalement, les gradients de montée et de descente ont été beaucoup plus faibles qu'en 2012-2013, respectivement à 60 % inférieur à 25 cm/h et à 80 % inférieur à -25 cm/h.

Toutefois, sur le **site de Noussol**, les éclusées 2014-2015 ont été globalement similaires à celle observées en 2012-2013.

Il est intéressant d'observer les paramètres étudiés au cours de l'année en considérant la moyenne des paramètres par mois de l'année.

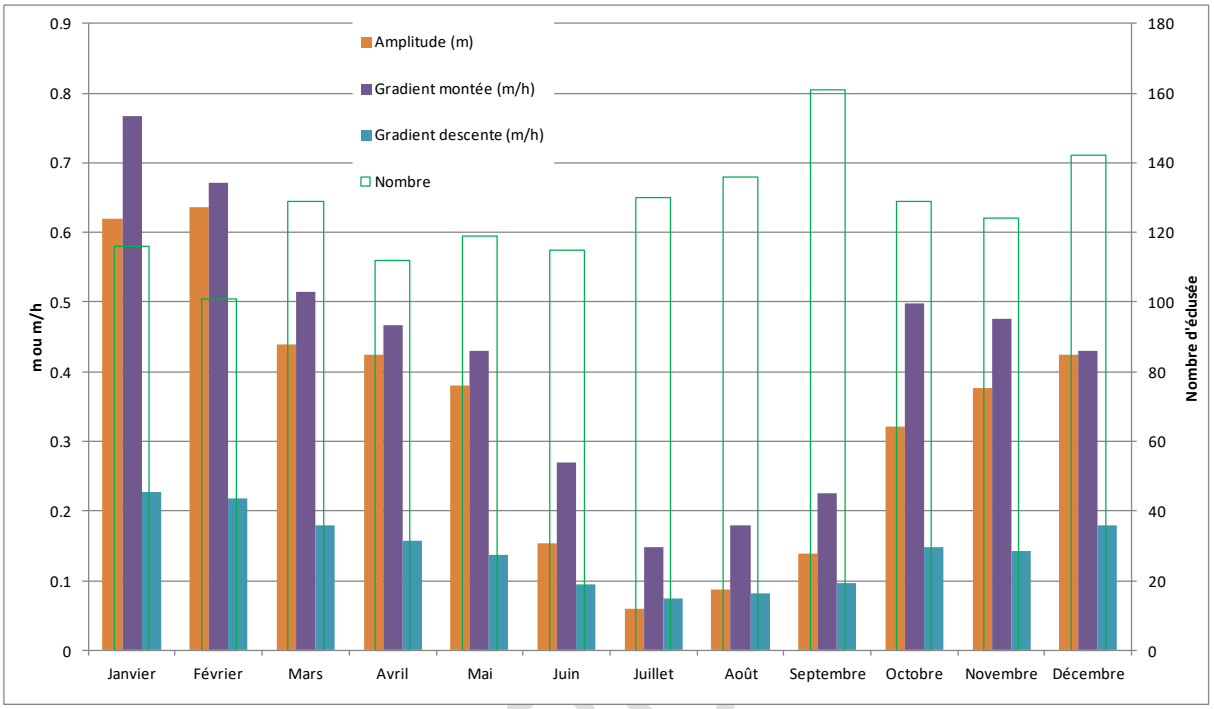


Figure 52 : Histogramme de répartition des caractéristiques des éclusées sur le site d'Espalion pour la période 2014-2015

On remarque que sur le site d'Espalion, même si les éclusées sont également réparties au cours de l'année, l'amplitude et l'intensité des éclusées restent soutenues du mois de novembre au mois de mai avec des hauteurs maximales supérieures à 80 cm, des amplitudes supérieures à 30 cm et des gradients de montée supérieur à 40 cm/h.

Version PRO

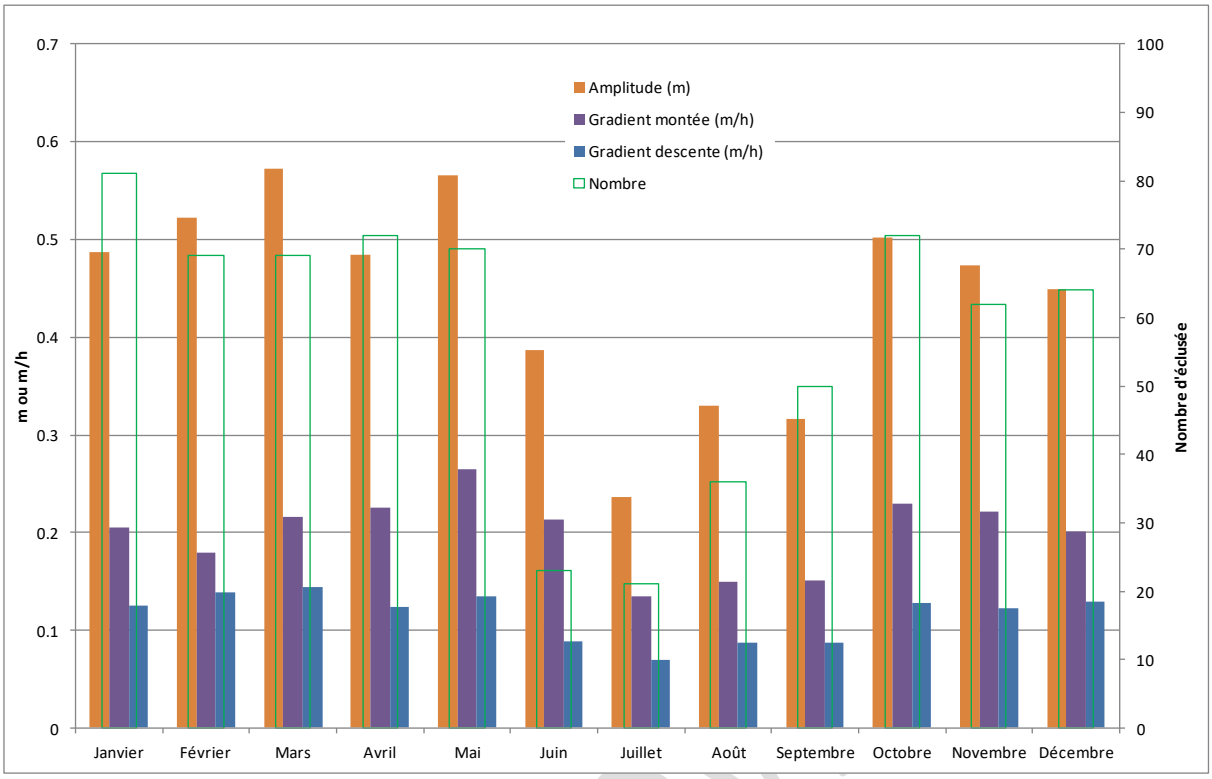


Figure 53 : Histogramme de répartition des caractéristiques des éclusées sur le site de Noussol pour la période 2014-2015

Sur le site de Noussol, les éclusées surviennent essentiellement entre septembre et mai avec près de 90 % des éclusées. C'est durant cette période qu'elles sont aussi les plus fortes avec des hauteurs maximales dépassant les 80 cm, des amplitudes de près de 40 cm et des gradients de montée aux alentours des 20 cm/h.

Version PDV

6. Campagne topographique et relevés de lignes d'eau

6.1. Levés topographiques

Les relevés topographiques ont été effectués en période de basses eaux. Les profils en travers ont été localisés en fonction des faciès définis in situ pour permettre une bonne représentativité hydraulique des données. Les campagnes ont été réalisées à partir de matériels topographiques classiques (station total et GPS) et à l'aide d'un échosondeur couplé à un GPS embarqué pour les zones plus profondes. La précision des mesures est de l'ordre de 5 cm pour les moyens classiques et de 10 cm pour l'échosondeur. La moindre précision de l'échosondeur n'a pas d'influence car elle est cantonnée aux zones profondes moins sensibles aux éclusées en termes de qualité d'habitats.

L'ensemble des données sont géoréférencées. Un clou repère a été installé (le plus souvent dans un arbre) au droit des profils pour les localiser lors des relevés de la ligne d'eau.

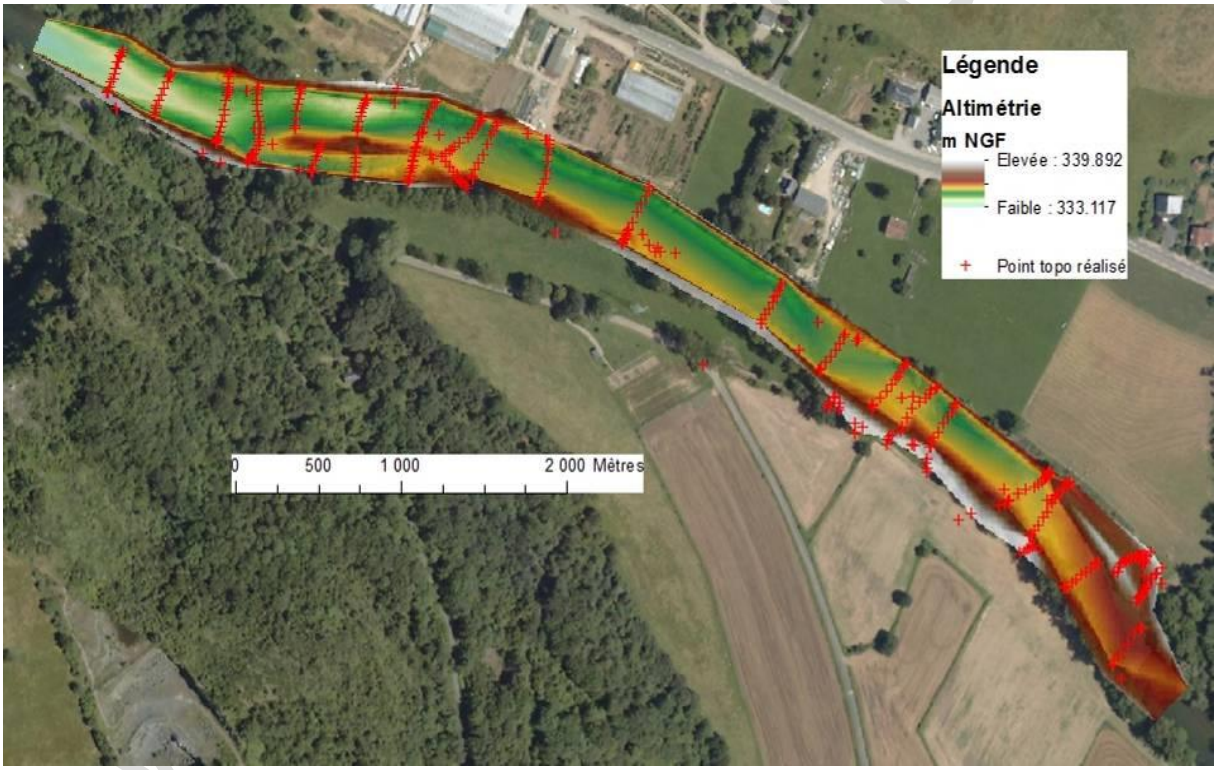
Photo 9 : Embarcation avec le GPS et l'échosondeur

Photo 10 : Relevé topographique avec un tachéomètre

Tableau 12 : Caractéristiques de levés topographiques sur les différentes stations d'étude

Station	Superficie de la zone d'étude (en ha)	Nombre de transects levés	Nombre de points levés
Espalion	3,99	23 + 5 dans bras mort rive gauche	878
Golinhac	4,03	23 + 6 dans bras mort rive gauche + 5 dans bras mort rive droite	382
Noussol	5,85	19 + 9 dans le bras mort rive gauche	329
Soulous	6,74	30	629

Il convient de préciser que les données ponctuelles topographiques ont été ensuite spatialisées sous logiciel SIG à l'aide d'outil d'interpolation linéaire et transformées en données vectorielle (Maillage triangulaire type TIN), puis en données raster ou maillé (maillage rectangulaire type GRID ou MNT, Modèle Numérique de Terrain). Entre les données topographiques relevées, des données topographiques ont été interpolées en tenant compte des évolutions de forme du lit entre les transects (définition de lignes d'interpolation entre les points bas, pieds de berge et hauts de berge des différentes transects notamment). Cela permet d'obtenir une meilleure progressivité dans les calculs hydrauliques et une meilleure finesse dans la représentation des paramètres hydromorphologiques et des habitats.



Carte 9 : Altimétrie du site d'Espalion construite à partir des relevés topographiques.

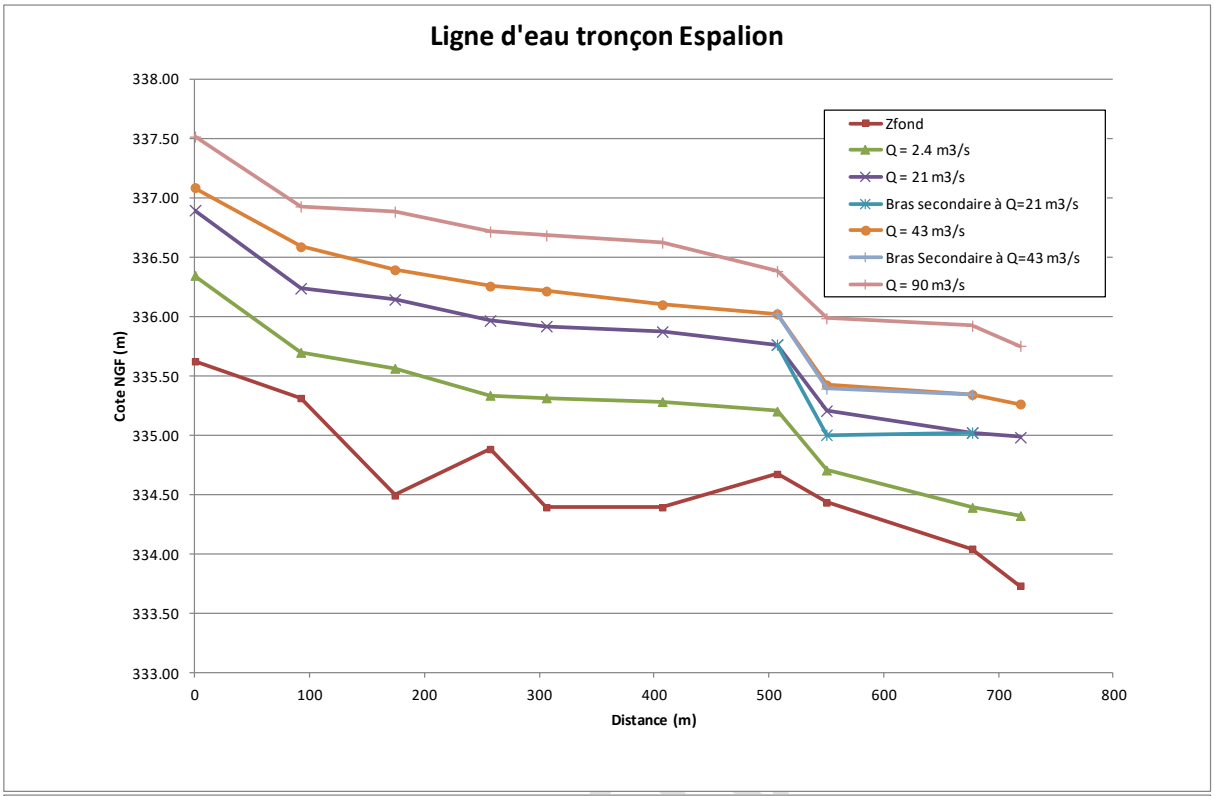
6.2. Relevés de lignes d'eau

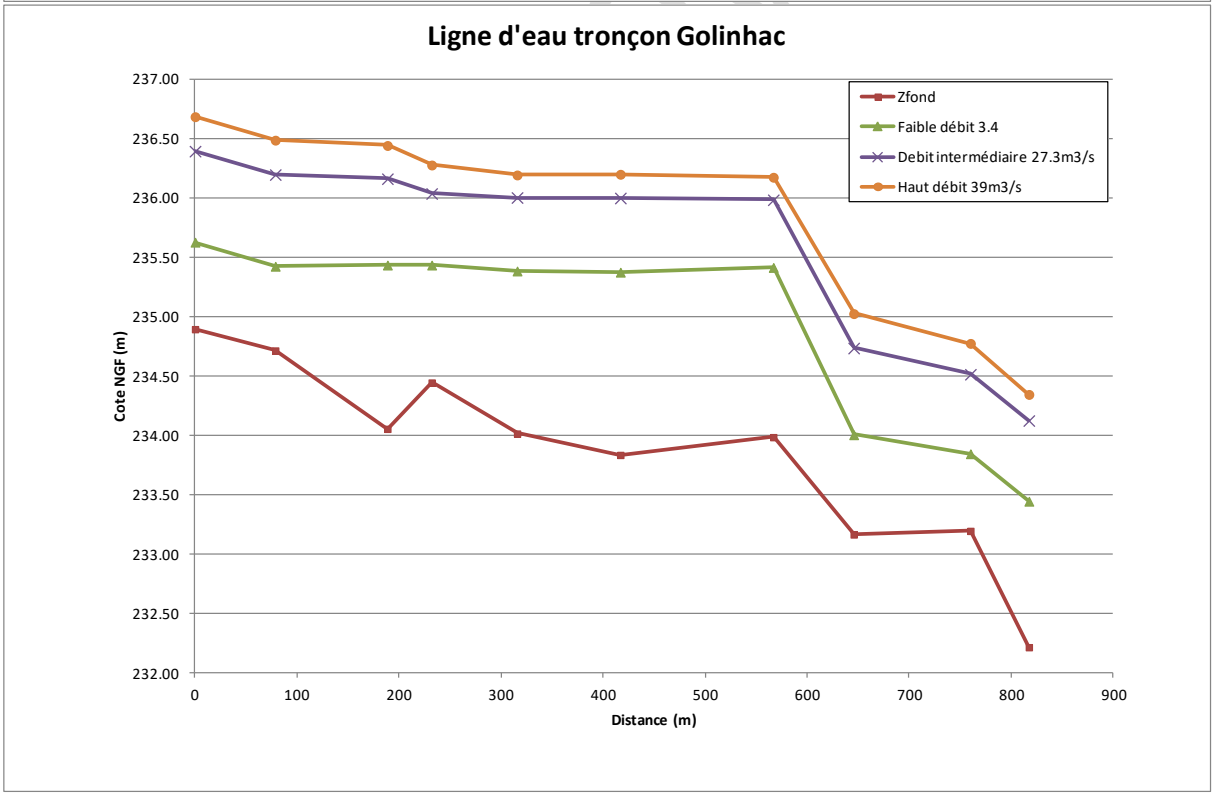
Les lignes d'eau ont été relevées à bas débit, à débit moyen et au débit plein bord sur les 4 stations d'études. Sur les 2 stations d'Espalion (tronçon 1) et de Noussol (tronçon 3), des lignes d'eau correspondant à un débit très élevé, proche du maximum turbinable, ont également été relevées. Les relevés de ligne d'eau consistent à mesurer la différence de hauteur entre les clous-repères positionnés lors des levés topographiques et le niveau d'eau au droit de chaque transect pour un débit donné.

Photo 11 : Clou-repère positionné sur un arbre au droit du profil numéro 5 sur la station de Golinhac.

Lorsque les conditions hydrauliques le permettaient (bas débit sur l'ensemble des sites et moyen débit pour les sites amont), les débits observés lors des relevés de ligne d'eau ont été mesurés avec un ADCP. Dans le cas contraire, le débit est estimé à partir des données EDF.

Version FINALE


Ligne d'eau tronçon Espalion
Cote NGF (m)
Distance (m)
Zfond
Q = 2.4 m3/s
Q = 21 m3/s
Bras secondaire à Q=21 m3/s
Q = 43 m3/s
Bras Secondaire à Q=43 m3/s
Q = 90 m3/s


Ligne d'eau tronçon Golinhac
Cote NGF (m)
Distance (m)
Zfond
Faible débit 3.4
Debit intermédiaire 27.3m3/s
Haut débit 39m3/s

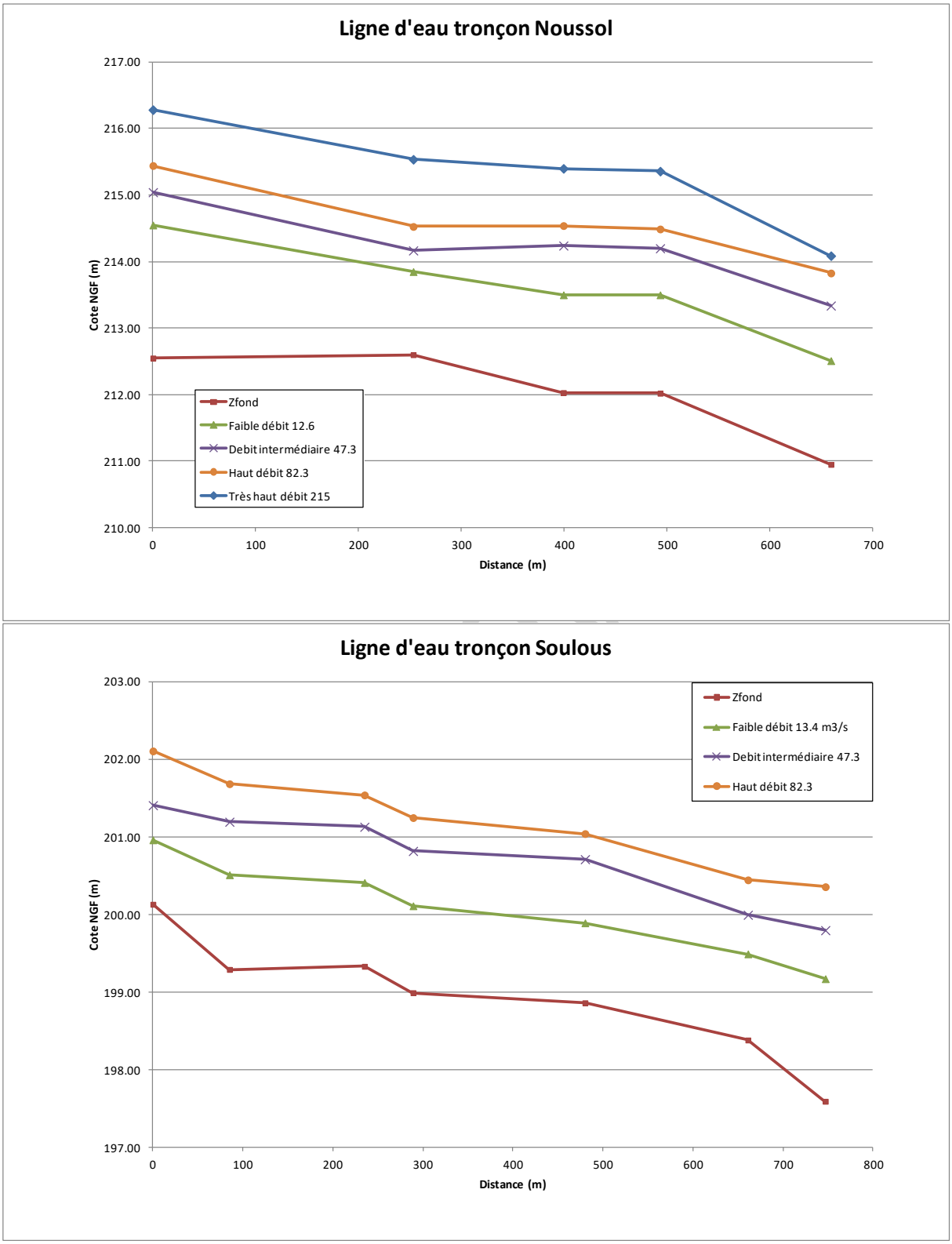


Figure 54 : Relevés de lignes d'eau sur les différentes stations.

Photo 12 : Mesure de débit avec un ADCP sur le site de Golinhac

	Débits mesurés en m^3/s [date de levé]			
Station d'étude	faible	moyen	fort	Très fort
Espalion	2.37 [01/10/2012]	21 [04/10/2012]	**43 [07/11/2012]**	**90 [11/02/2015]**
Roc de Carlus	3.37 [01/10/2012]	27.3 [04/10/2012]	**39.1 [07/11/2012]**	
Noussol	12.61 [02/10/2012]	**47.3 [05/11/2012]**	**82.3 [06/11/2012]**	**215 [11/02/2015]**
Soulous	13.4 [03/10/2012]	**47.3 [05/11/2012]**	**82.3 [06/11/2012]**	

Tableau 13 : Débits mesurés ou estimés (en gras) lors des relevés de ligne d'eau.

Version PROVISOIRE

6.3. Appréciation de la granulométrie

Lors des campagnes topographiques, la granulométrie du substrat a été décrite selon la nomenclature EVHA (Ginot et al. 1998) : granulométrie la plus grossière, granulométrie dominante et éventuellement deuxième granulométrie dominante. Cette description a été réalisée au niveau de chaque point levé, le long des profils en travers. Cette donnée ponctuelle a été ensuite spatialisée à l'aide de logiciel SIG et d'outil d'interpolation de type polygone de Thiessen. Ceci a permis de créer des cartes de granulométrie spatialisée pour chaque site (cf. Cartes 10, 11, 12 et 13).

Une granulométrie représentative est alors définie à partir des observations. Pour chaque classe de substrat, on associe une note de 1 à 8. Les notes obtenues pour les classes de substrat observées sont pondérées de la manière suivante :

- si un seul dominant : 0,2 x note du plus grossier + 0,8 x note du dominant.
- si 2 dominants : 0,2 x note du plus grossier + 0,4 x dom 1 + 0,4 x dom 2.

Note	Substrat (nomenclature) EVHA
1	Détritus litière / prairie (T, H)
2	Limons < 0,062 mm (L)
3	Sable 0,062 à 2 mm (SF, SG)
4	Graviers 2 à 16 mm (GF, GG)
5	Cailloux 16 à 64 mm (CF, CG)
6	Pierres 64 à 256 mm (PF, PG)
7	Blocs / Rochers > 256 mm (B, R, E)
8	Dalles (D, A)

Tableau 14 : Classe granulométrique et note correspondante selon la nomenclature EVHA

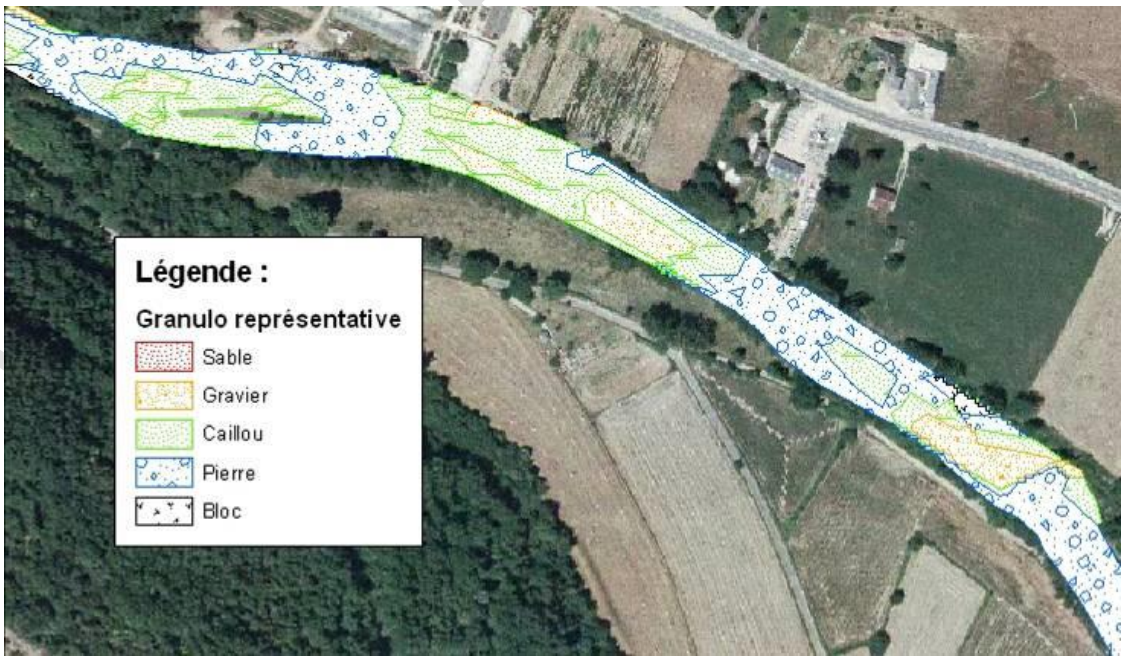


Figure 55 : Carte de la granulométrie représentative selon la méthode EVHA sur la station d'Espalion (tronçon 1).

PROVISOIRE

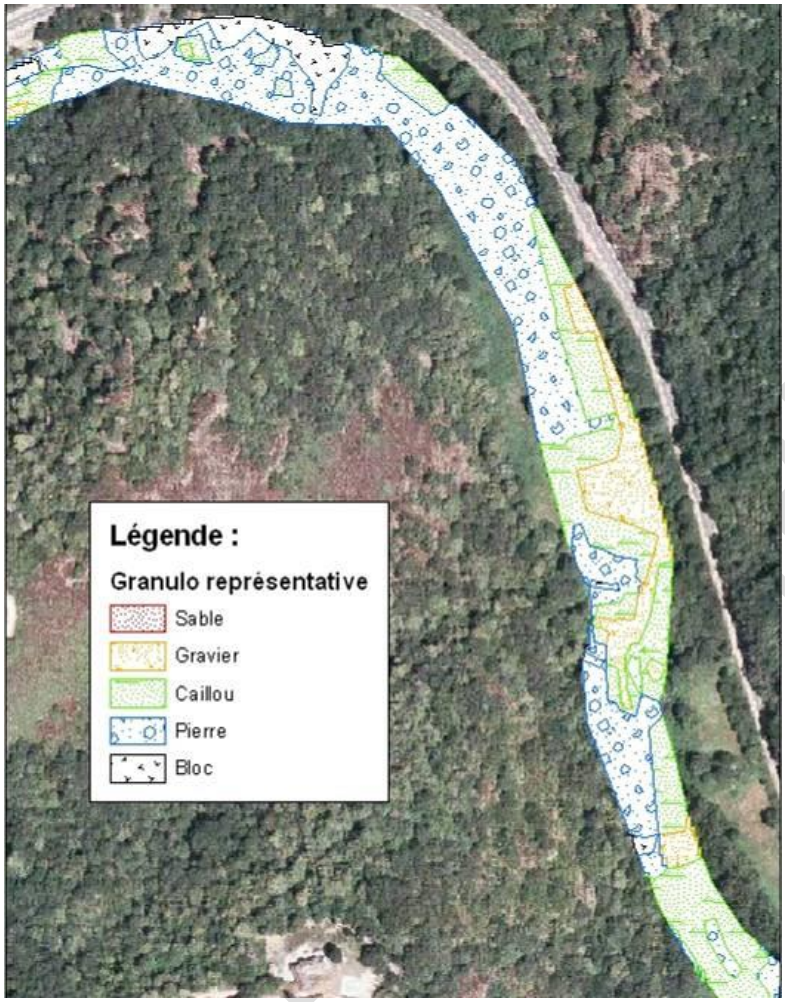


Figure 56 : Carte de la granulométrie représentative selon la méthode EVHA sur la station de Roc de Carlus (tronçon 2).

Version finale

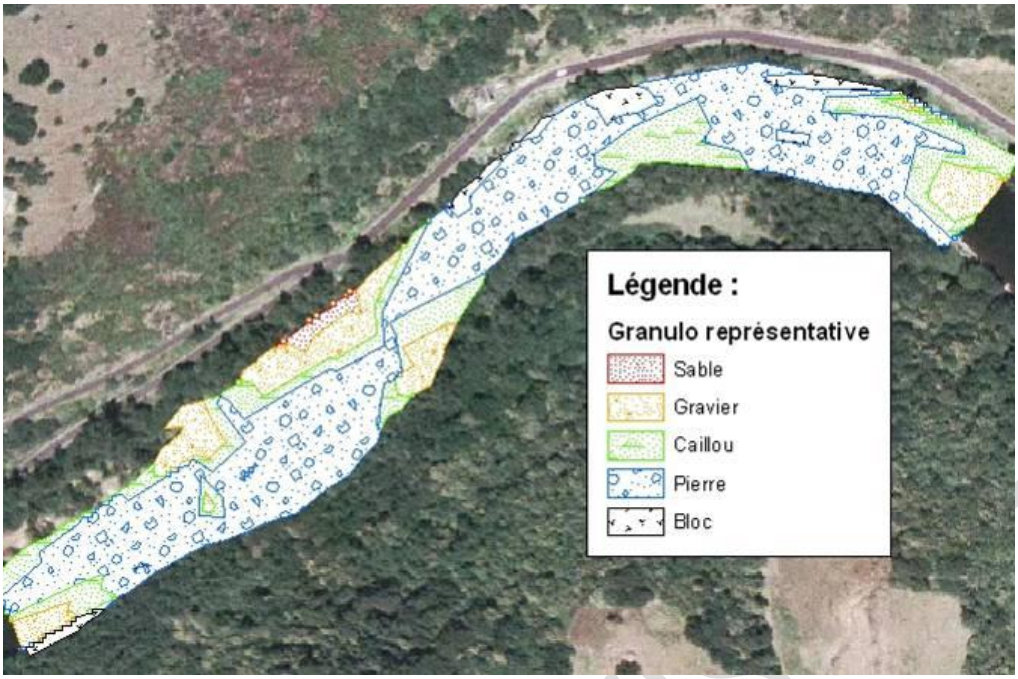


Figure 57 : Carte de la granulométrie représentative selon la méthode EVHA sur la station de Noussol (tronçon 3).

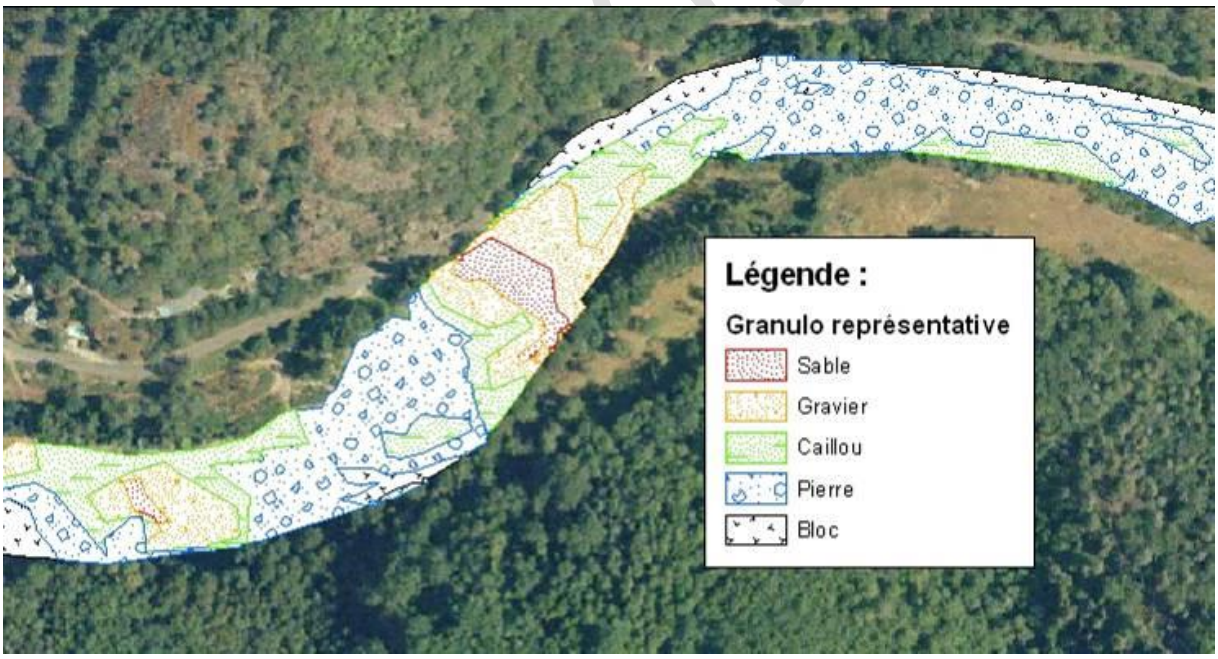


Figure 58 : Carte de la granulométrie représentative selon la méthode EVHA sur la station de Soulous (tronçon 3).

7. Modélisations hydrauliques

7.1. Méthodologie

Les calculs des lignes d'eau ont été effectués à l'aide du code de calcul HEC-RAS permettant la modélisation des écoulements en régime permanent. Ce logiciel fournit, pour un débit donné, les principales caractéristiques hydrauliques (cotes du niveau d'eau, nombre de Froude, charge, vitesse d'écoulement, tirants d'eau moyen, …) par section. Les modèles hydrauliques ont été construits à partir des relevés topographiques. Sur la station de Soulous (tronçon 3), deux modèles ont été construits pour prendre en compte la modification de l'axe principal d'écoulement à débit moyen.

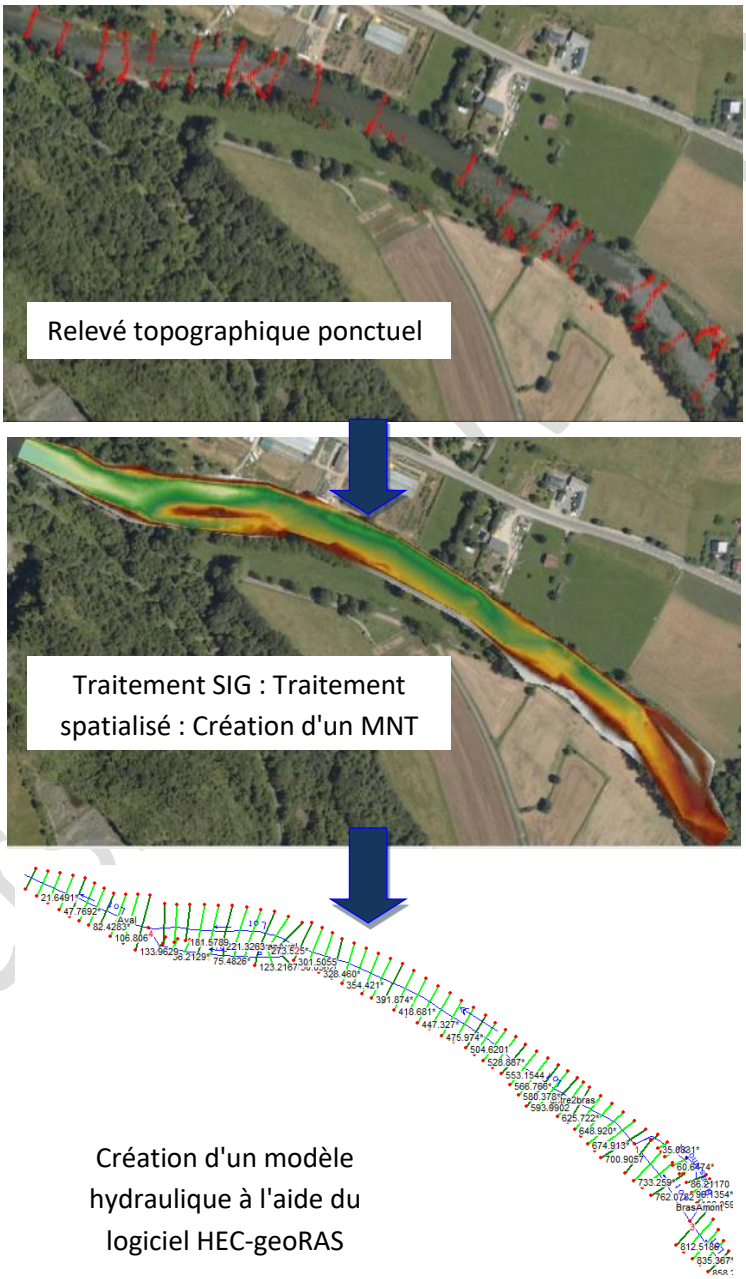


Figure 59 : Méthodologie utilisée pour la création du modèle hydraulique de la station d'Espalion.

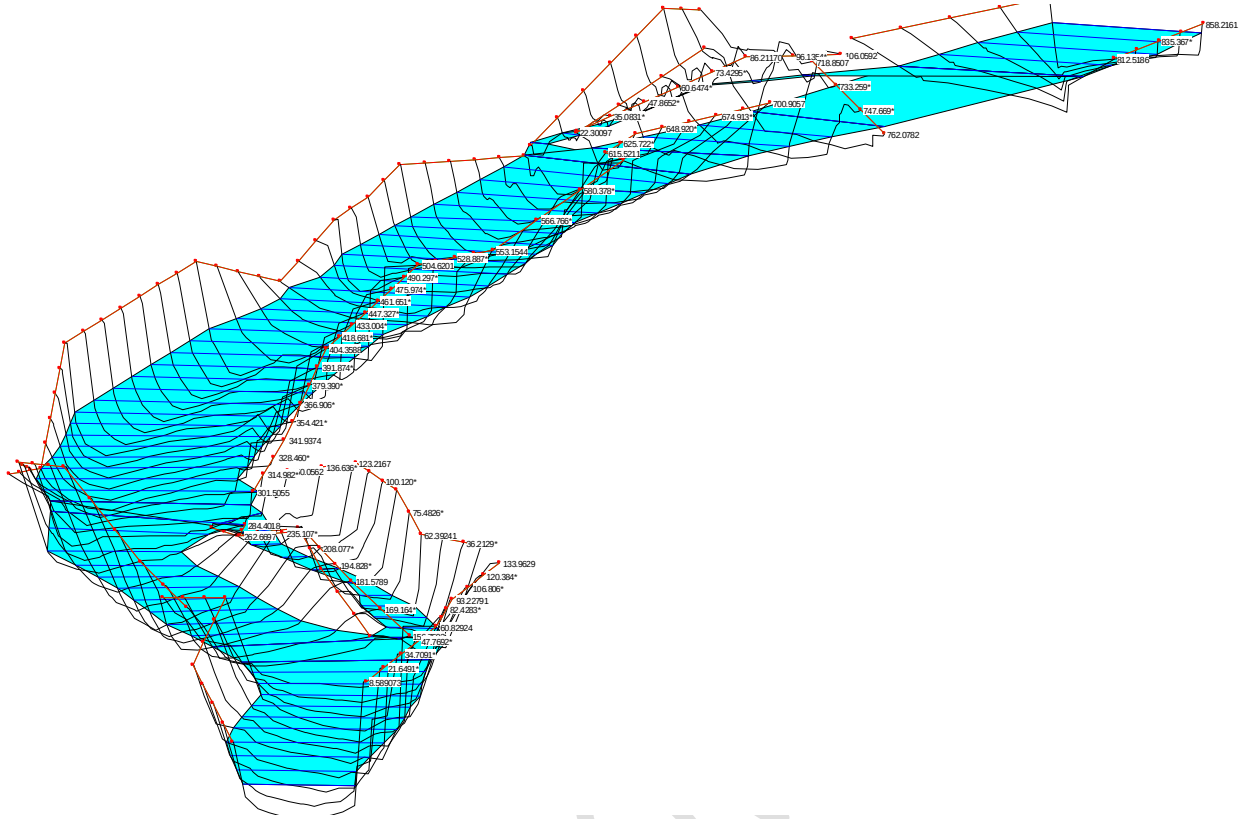


Figure 60 : Architecture du modèle de la station de d'Espalion (tronçon 1) avec les deux bras secondaires.

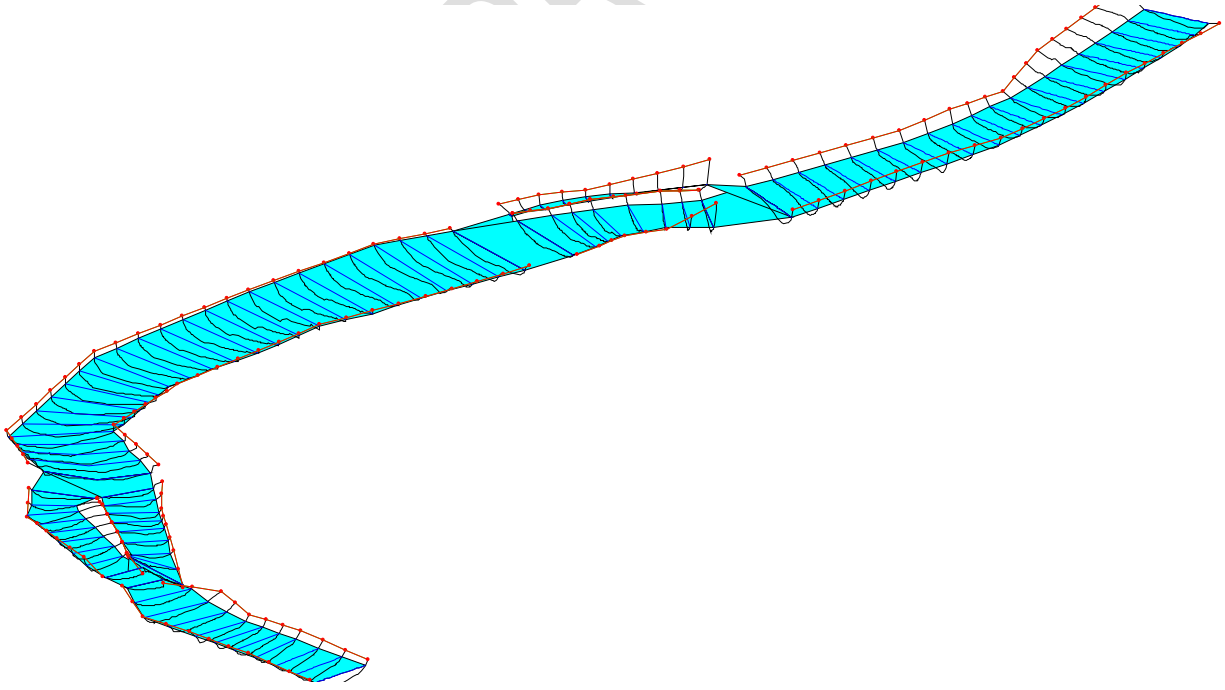


Figure 61 : Architecture du modèle de la station de Roc de Carlus (tronçon 2) avec deux bras secondaires.

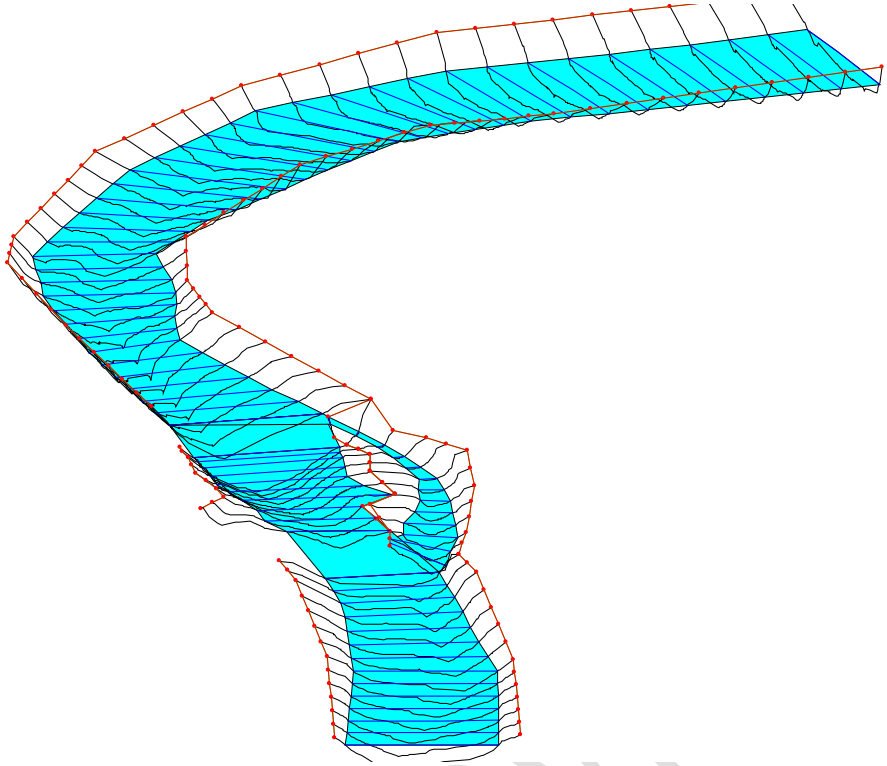


Figure 62 : Architecture du modèle de la station de Noussol (tronçon 3) avec un bras secondaire.

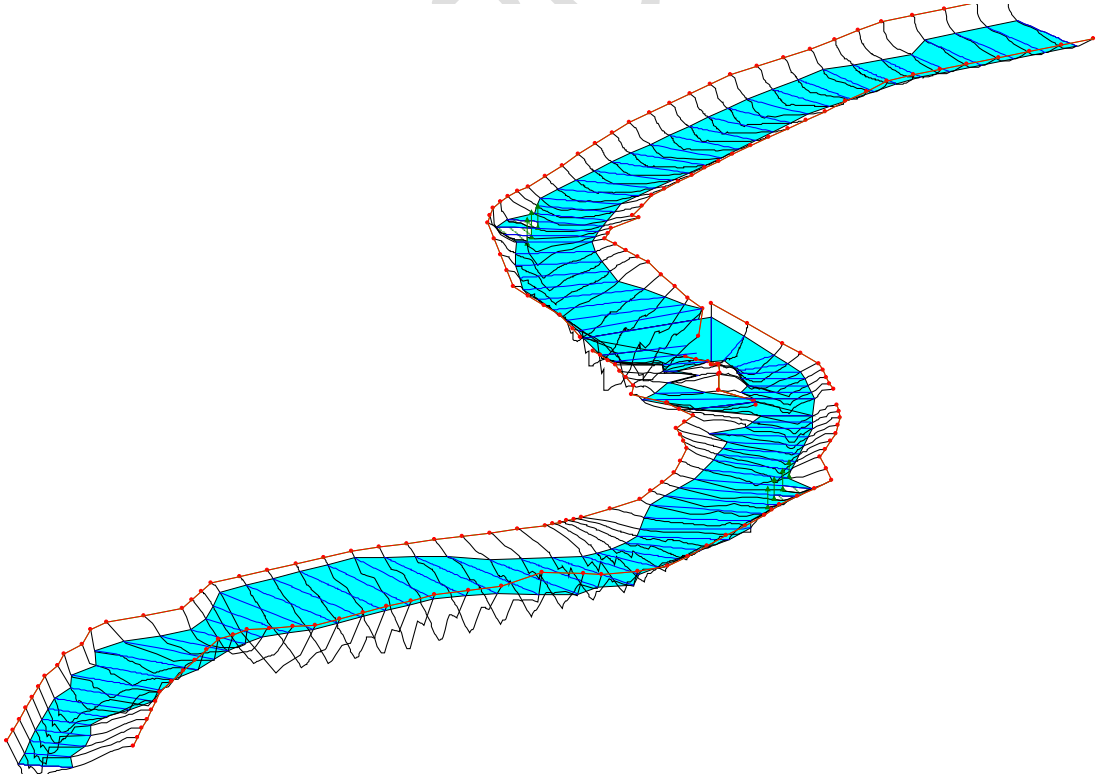


Figure 63 : Architecture du modèle de la station de Soulous (tronçon 3).

7.2. Calage des modèles

Le calage des modèles consiste à restituer le comportement hydraulique des tronçons aux débits pour lesquels les relevés de ligne d'eau ont été effectués. Pour ce faire, les paramètres de frottement (ou coefficient de rugosité) sont modifiés pour minimiser l'écart entre ligne d'eau simulée et mesurée.

Les figures suivantes présentent les comparaisons entre les lignes d'eau relevées et simulées aux différents débits, pour les stations modélisées à suite du calage des coefficients de rugosité.

Les écarts entre les cotes relevées et simulées sont inférieures à 5 cm et du même ordre de grandeur que l'incertitude lors des relevés topographiques ou lors des relevés de lignes d'eau. Les calages des modèles hydrauliques obtenus semblent donc satisfaisants.

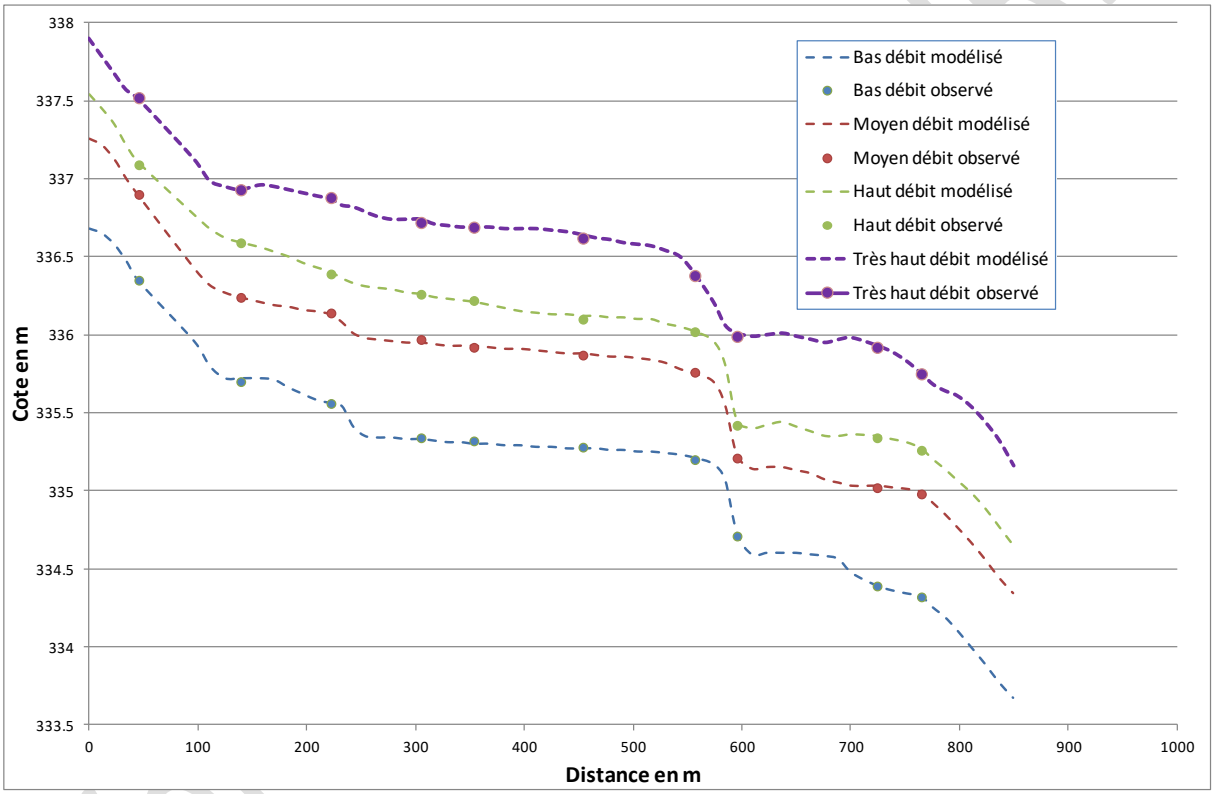


Figure 64 : Calage du modèle sur la station d'Espalion (tronçon 1).

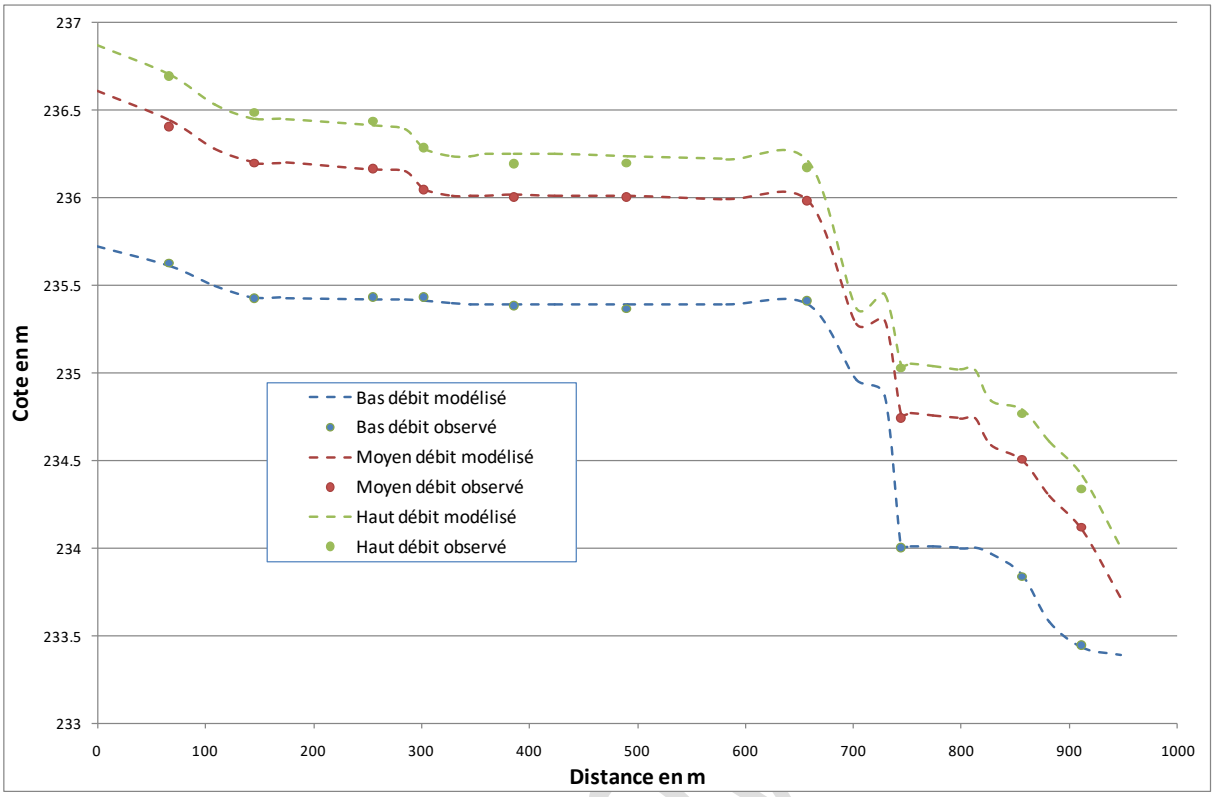


Figure 65 : Calage du modèle sur la station de Roc de Carlus (tronçon 2).

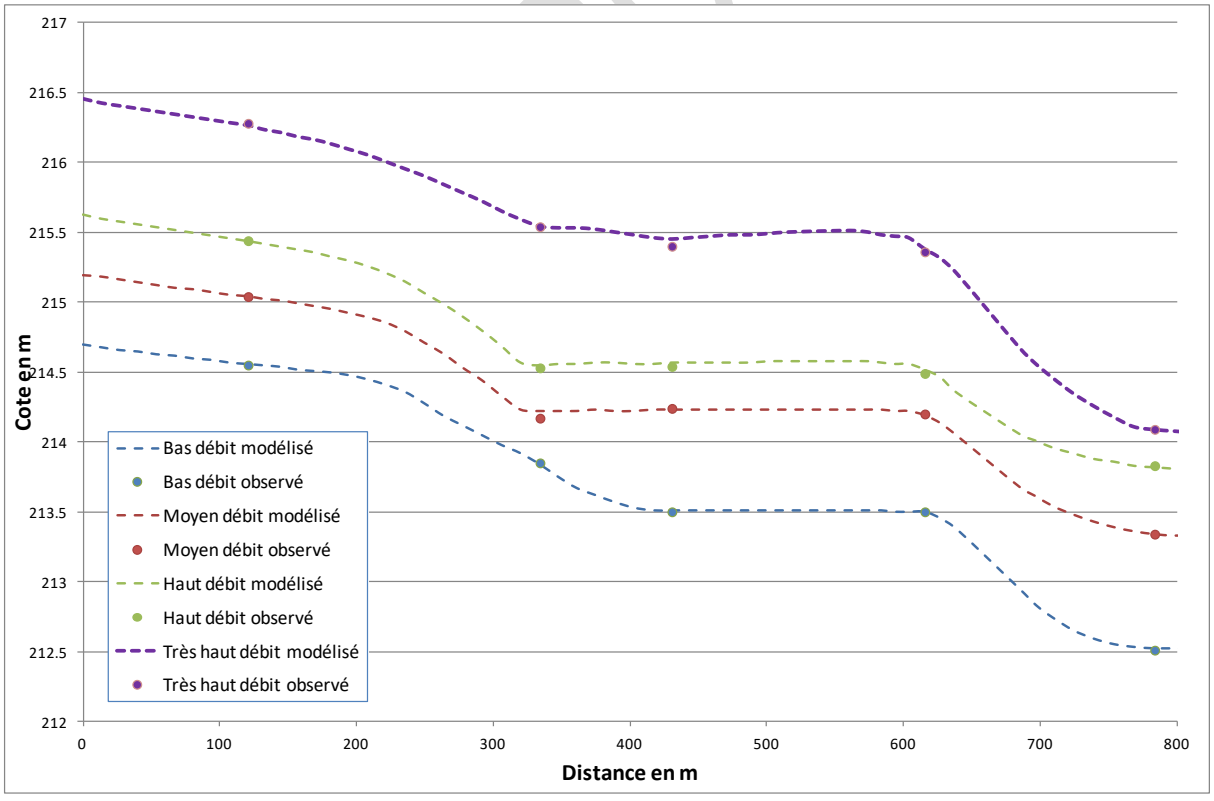


Figure 66 : Calage du modèle sur la station de Noussol (tronçon 3).

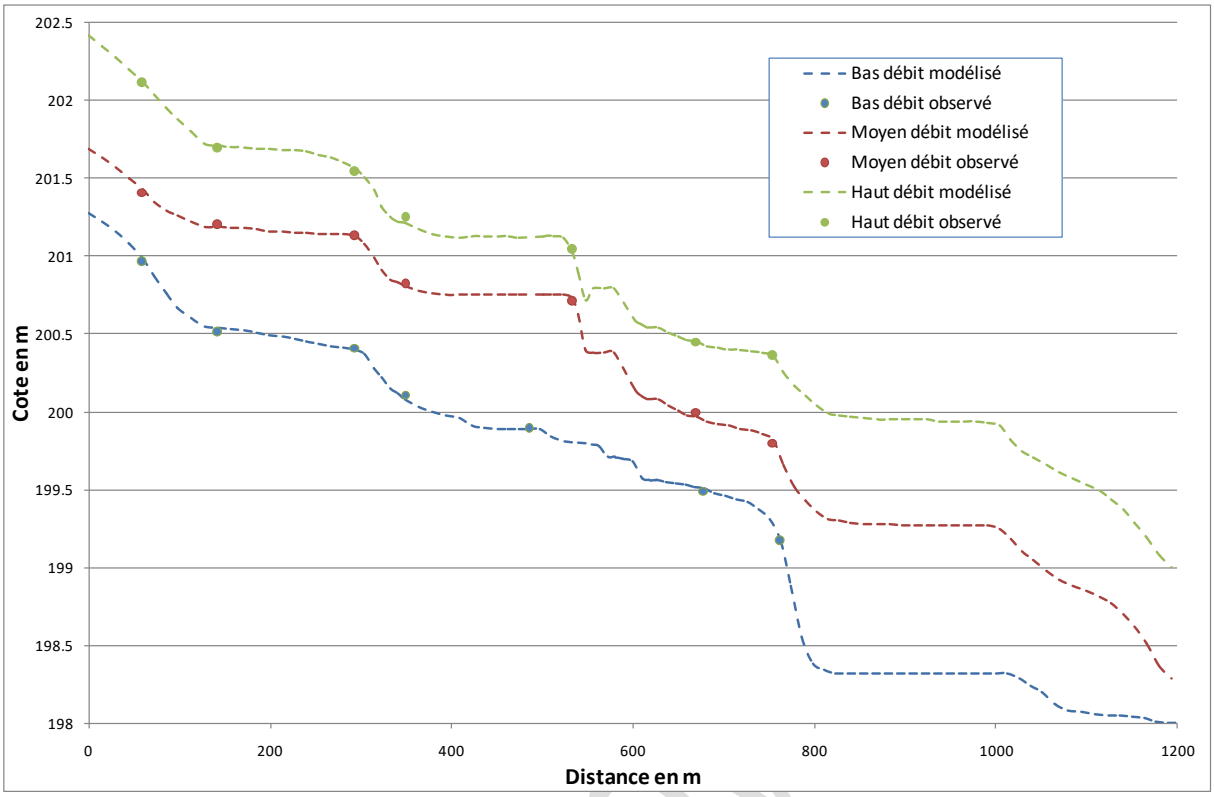


Figure 67 : Calage du modèle sur la station de Soulous (tronçon 3).

7.3. Exploitation des résultats

Les résultats du modèle hydraulique sont ensuite exportés au travers de l'interface HEC-GeoRAS, et exploités à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG). Sur chaque station et pour chaque débit modélisé, on dispose ainsi d'une délimitation de la surface mouillée et de cartographies des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement.

L'exploitation des modélisations hydrauliques a permis d'apporter des éléments sur la mise en eau et la fonctionnalité des annexes hydrauliques et sur la fonctionnalité des habitats pour les différentes espèces et stades de développement.

Le modèle hydraulique a permis de déterminer grossièrement les débits de mise en eau des zones particulières (bras secondaires et plages notables) qui, outre le fait de contenir des habitats, peuvent se révéler des zones de piégeage des poissons lors des déconnections.

Le modèle hydraulique fournit des informations qui permettent de vérifier la possibilité ou non pour le poisson de se déplacer au sein des tronçons modélisés, en particulier au niveau des radiers. Les critères retenus dans le cadre de l'étude sont une hauteur d'eau minimum de 0.20 m pour les truites de moins de 28 cm et une hauteur d'eau minimum de 0.30 m pour les plus gros spécimens, la vitesse n'étant pas le facteur limitant dans les gammes de bas débits considérées.

Version PROV

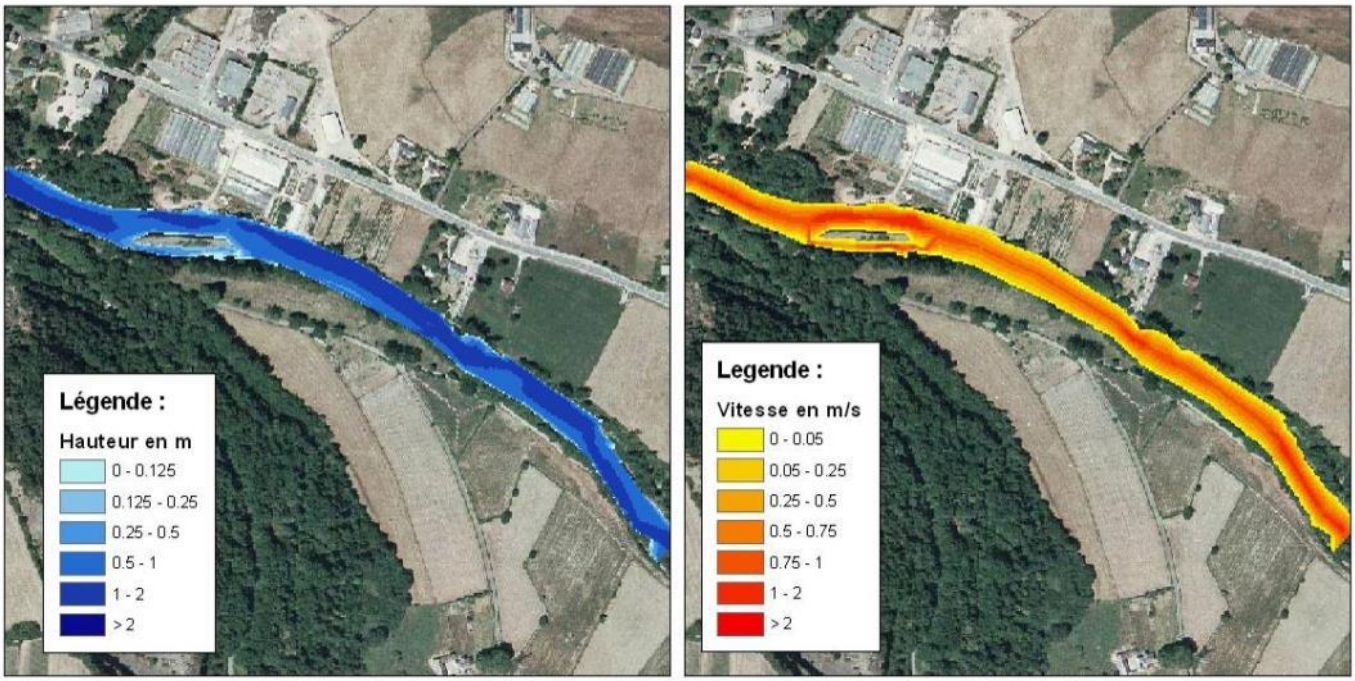


Figure 68 : Cartographies des hauteurs d'eau (H en m) et de la vitesse d'écoulement (V en m/s) sur la station d'Espalion pour un débit de 30 m^3/s.

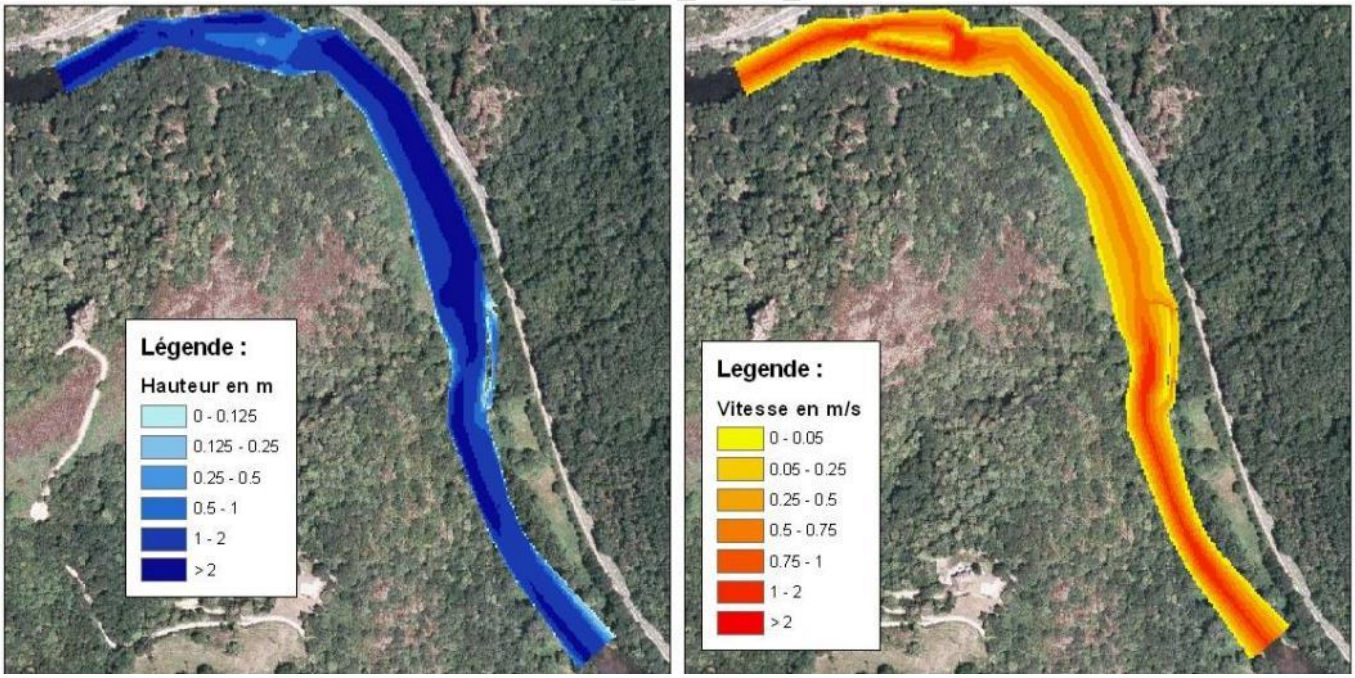


Figure 69 : Cartographies des hauteurs d'eau (H en m) et de la vitesse d'écoulement (V en m/s) sur la station de Roc de Carlus pour un débit de 60 m^3/s.

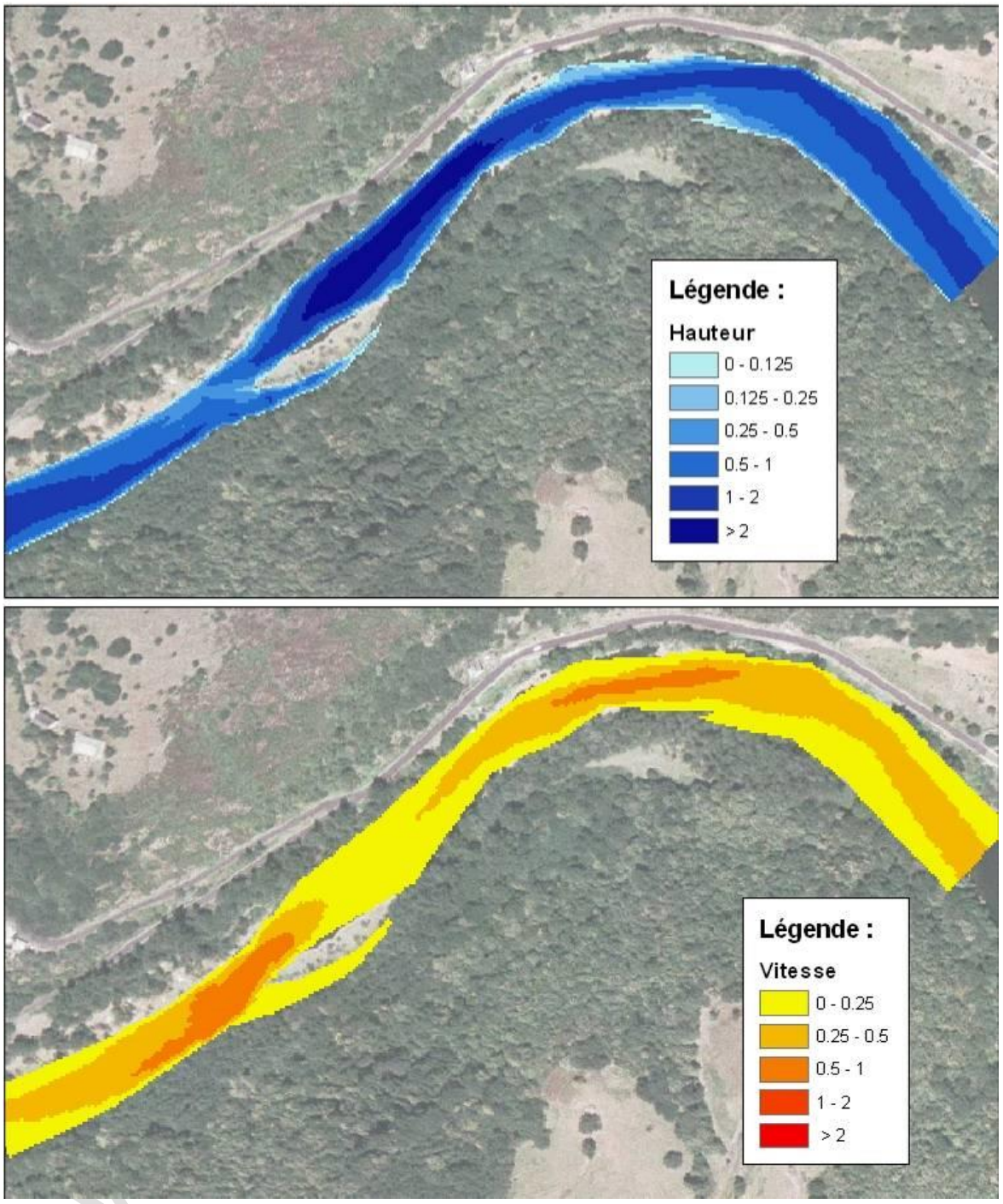


Figure 70 : Cartographies des hauteurs d'eau (H en m) et de la vitesse d'écoulement (V en m/s) sur la station de Noussol pour un débit de 12 m^3/s.

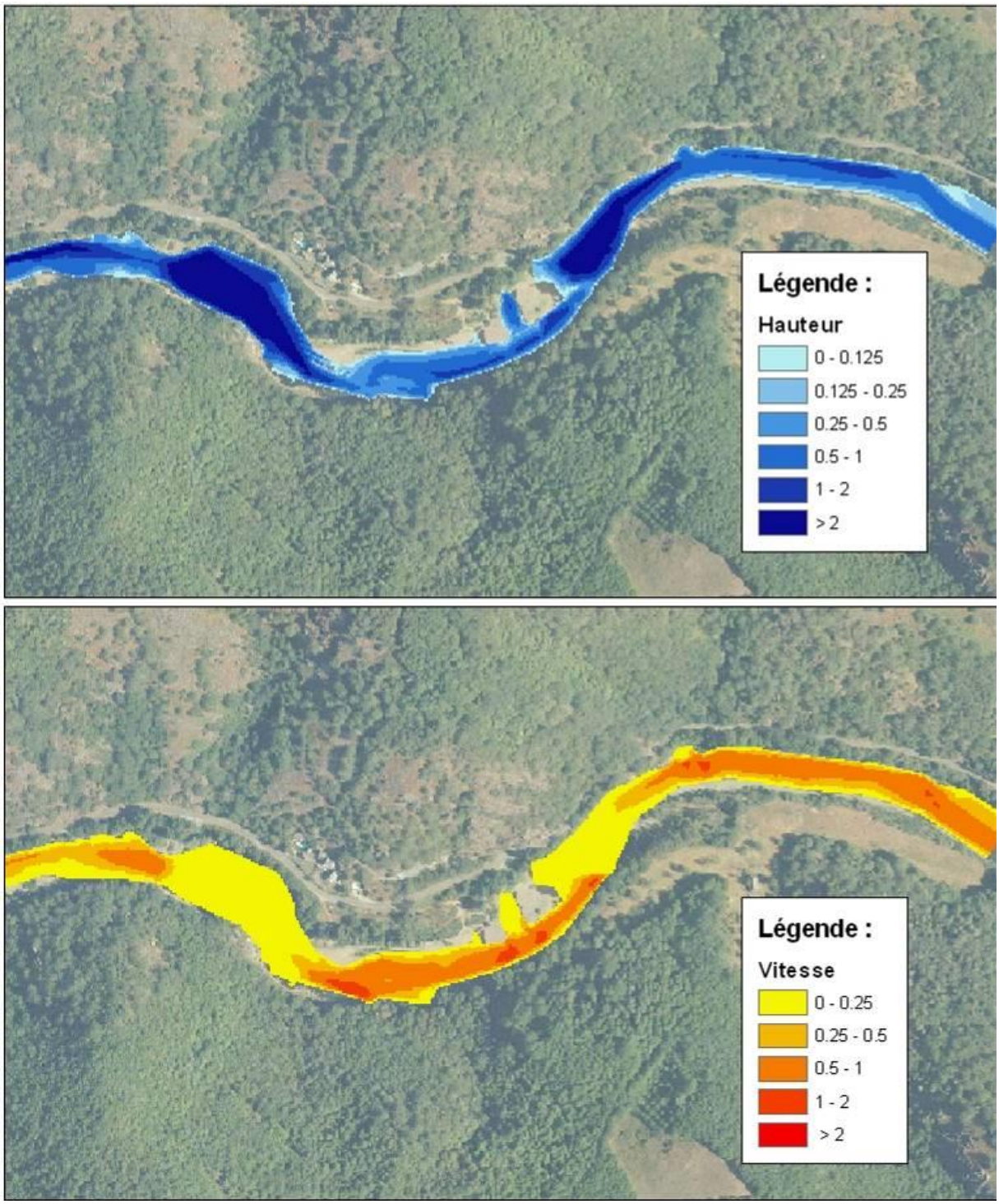


Figure 71 : Cartographies des hauteurs d'eau (H en m) et de la vitesse d'écoulement (V en m/s) sur la station de Soulous pour un débit de 13 m^3/s.

8. Résultats sur l'évolution des paramètres hydromorphologiques

Les modélisations hydrauliques permettent d'apprécier l'évolution des paramètres hydromorphologiques en fonction du débit sur les différentes stations d'études. Vis-à-vis de la problématique des éclusées hydroélectriques, il a été analysé les évolutions en fonction du débit :

- de la surface mouillé des stations (ou largeur moyenne),
- des niveaux d'eau et de leurd gradients,
- de la mise en eau de zones particulières (bras secondaires, plages, …).
- ainsi que les possibilités de déplacements des poissons à bas débit au sein des stations.

Les résultats sont présentés par tronçon.

8.1. Tronçon 1 - Station d'Espalion

8.1.1. Evolution de la surface mouillée

Sur la station d'Espalion, la surface mouillée varie d'environ 20500 m² à 2.4 m³/s, jusqu'à environ 33500 m² à 95 m³/s (débit maximum turbiné à Castelnau), soit une variation de +63% par rapport au premier débit, ou de -39% par rapport au second débit (Figure 72). L'évolution est très rapide jusqu'à 10-15 m³/s ; puis la vitesse d'augmentation se réduit jusqu'à 30 m³/s et reste constante au-delà (évolution à peu près linéaire).

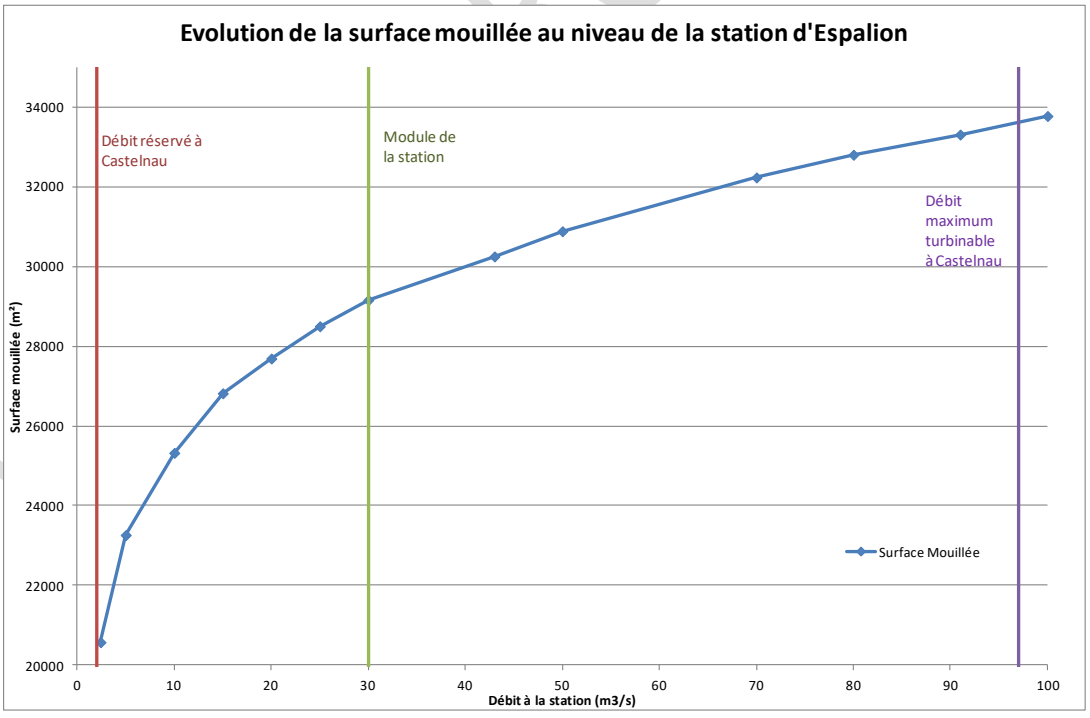


Figure 72 : Evolution de la surface mouillée au niveau de la station d'Espalion (tronçon 1).

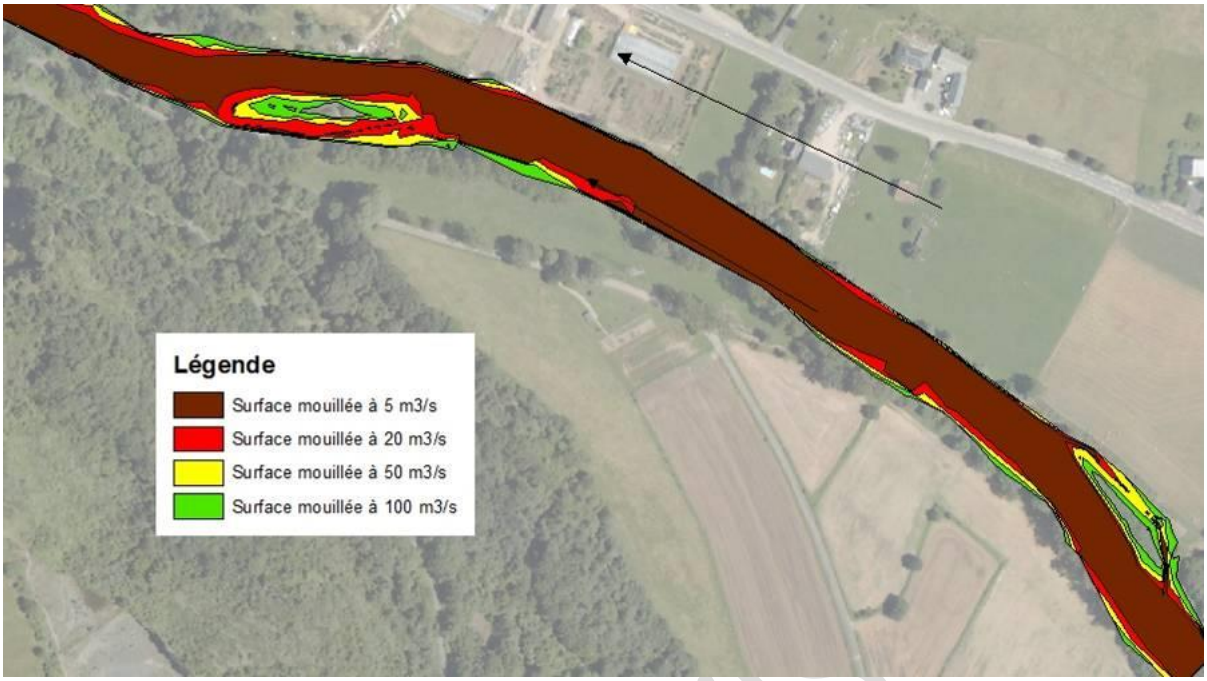


Figure 73 : Cartographies de l'évolution des surfaces mouillées sur la station d'Espalion (tronçon 1).

8.1.2. Relation entre gradient de niveau d'eau et gradient de débit, en fonction du débit

Sur la station d'Espalion, les niveaux d'eau augmentent en moyenne d'environ 140 cm entre le débit réservé et le débit maximum turbiné, cette valeur pouvant varier selon les faciès d'écoulement. L'évolution est rapide jusqu'à environ 15 m^3/s (50% du module) avec des gradients supérieurs à 2 cm / [m^3/s], puis la vitesse d'augmentation se réduit jusqu'à 30 m^3/s (module) et reste constante au-delà (évolution à peu près linéaire, soit des valeurs de gradients stables autour de 1 cm / [m^3/s]) (Figure 74 et Figure 75).

La Figure 76 présente les valeurs de gradients de débit (en $m^3/s/h$) correspondant à différentes valeurs de gradient du niveau d'eau (en cm/h), en fonction du débit autour duquel se déroule à la variation. A titre d'exemple, pour obtenir un gradient de niveau d'eau de 10 cm/h (courbe violette), il faut réaliser un gradient de débit d'environ 2 $m^3/s/h$ autour d'une débit de 2 m^3/s, d'environ 4 $m^3/s/h$ autour d'une débit de 10 m^3/s, d'environ 6 $m^3/s/h$ autour d'une débit de 20 m^3/s, et d'environ 10 $m^3/s/h$ au-delà d'un débit de 30 m^3/s.

VERSION PROVISOIRE

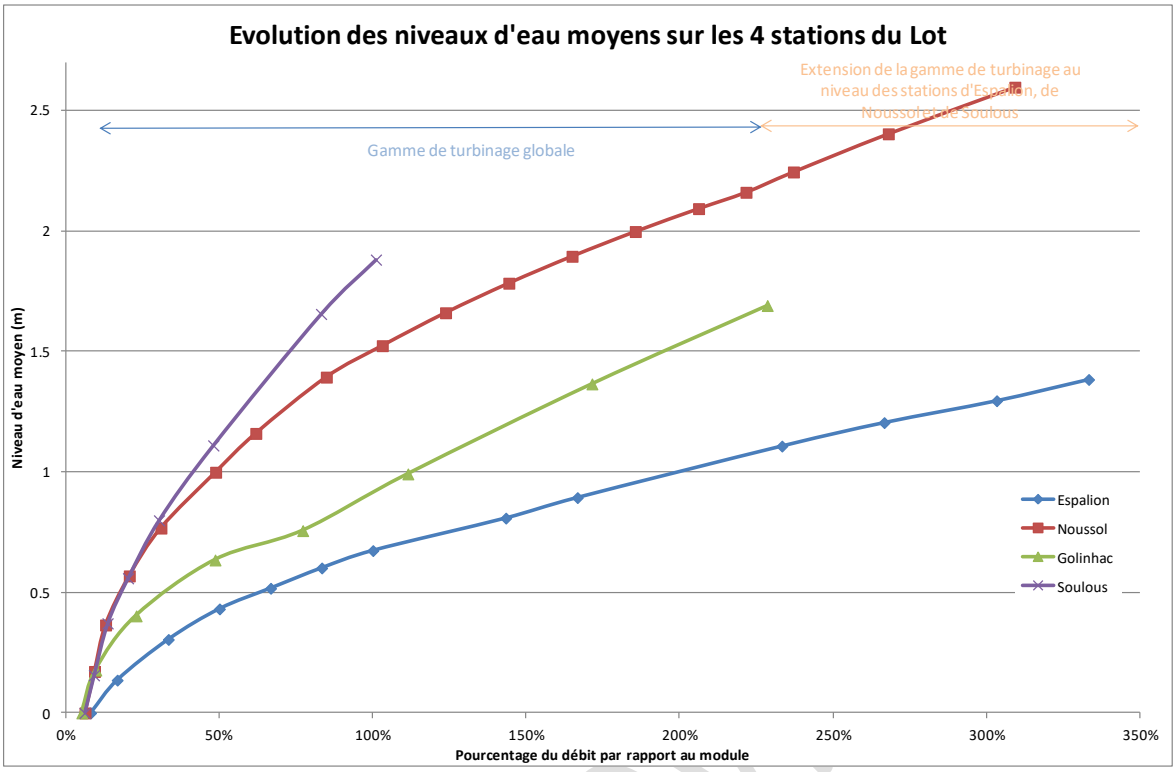


Figure 74 : Evolution des niveaux d'eau en fonction du débit sur les 4 stations d'étude.

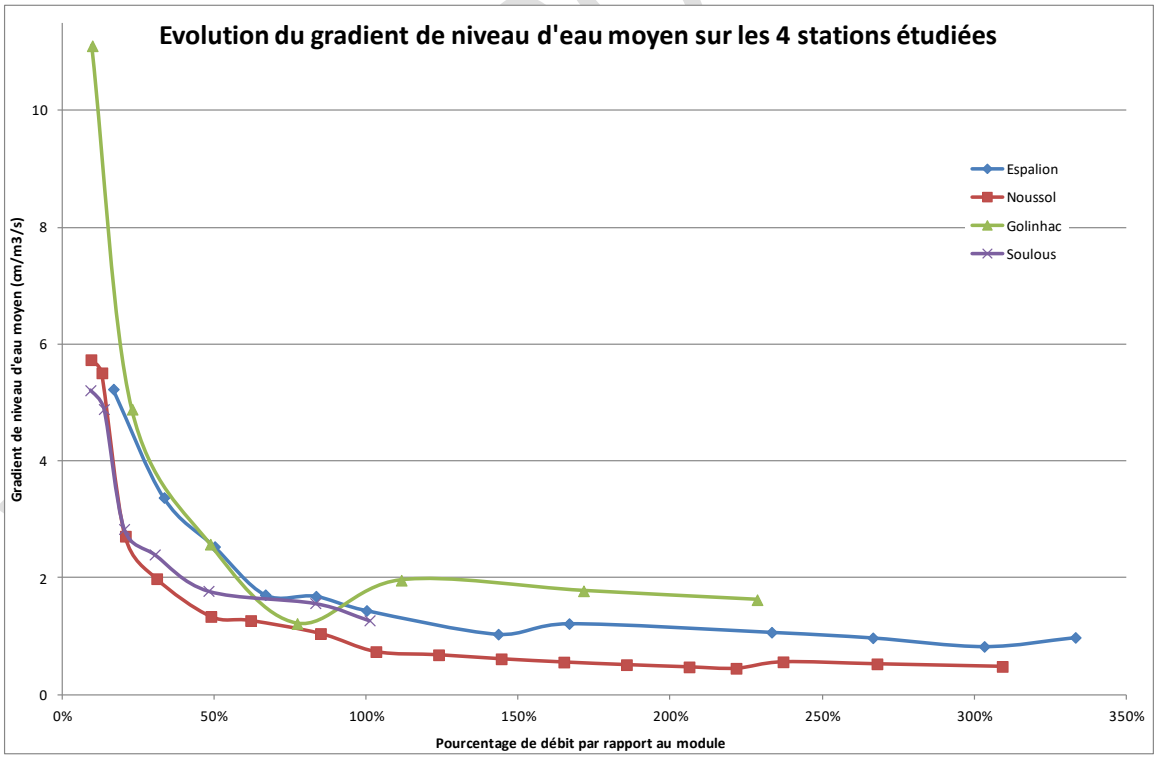


Figure 75 : Evolution du gradient de niveau d'eau moyen sur les 4 stations d'étude.

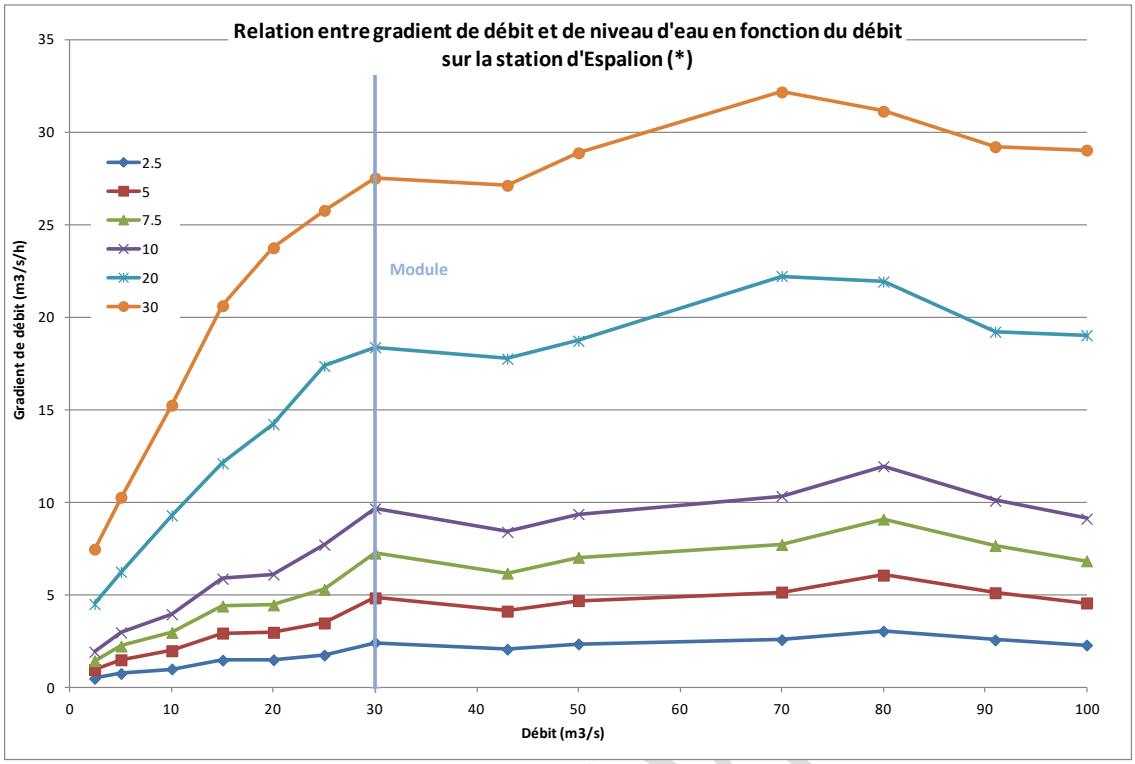


Figure 76 : Relation entre gradient de débit et de niveau d'eau en fonction du débit sur la station d'Espalion (tronçon 1).

8.1.3. Mise en eau de zones particulières (bras secondaires et plages)

L'alimentation du bras secondaires de la station d'Espalion débute à partir d'un débit total du Lot d'environ 10 m^3/s (33% du module) et évolue ensuite de manière progressive (Figure 77). Une partie de la surface du bras (10%) est déjà en eau sous l'effet d'un ennoiement par l'aval, avant que celui-ci ne soit véritablement alimenté par l'amont. Sa surface augmente plus rapidement à partir de son alimentation par l'amont, avec un gain de surface jusqu'au débit maximum turbiné (Figure 78).

Version PROVISOIRE

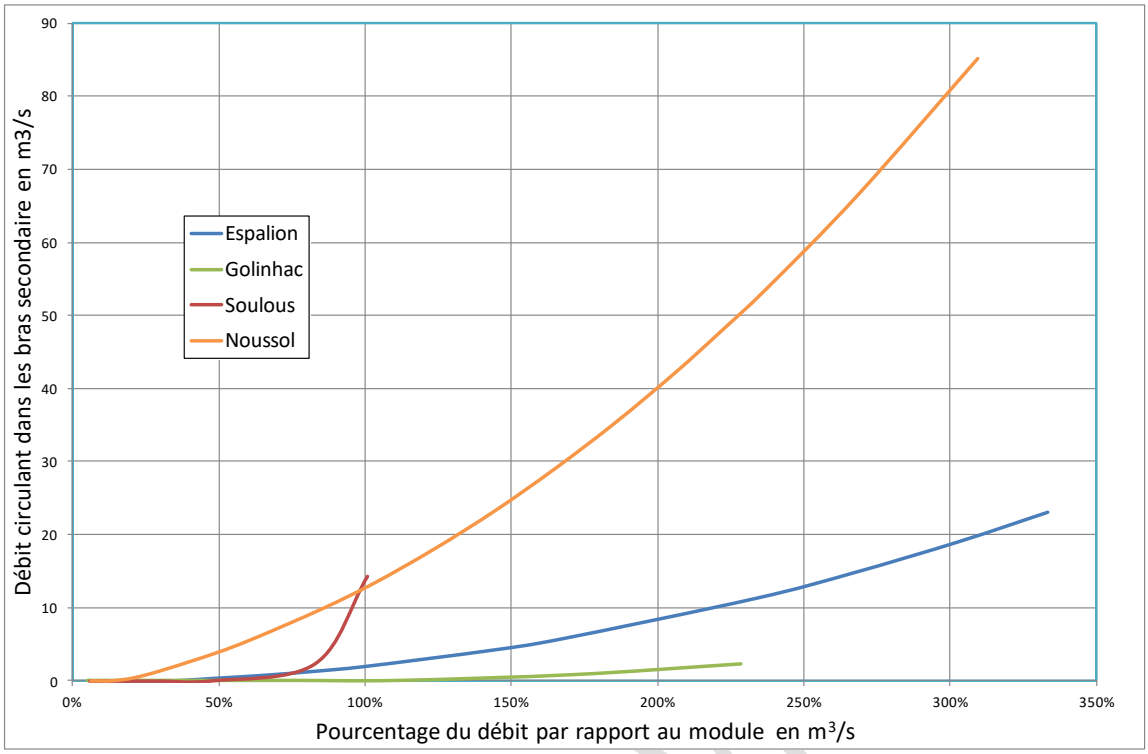


Figure 77 : Alimentation des bras secondaires des différentes stations en fonction du débit total du Lot.

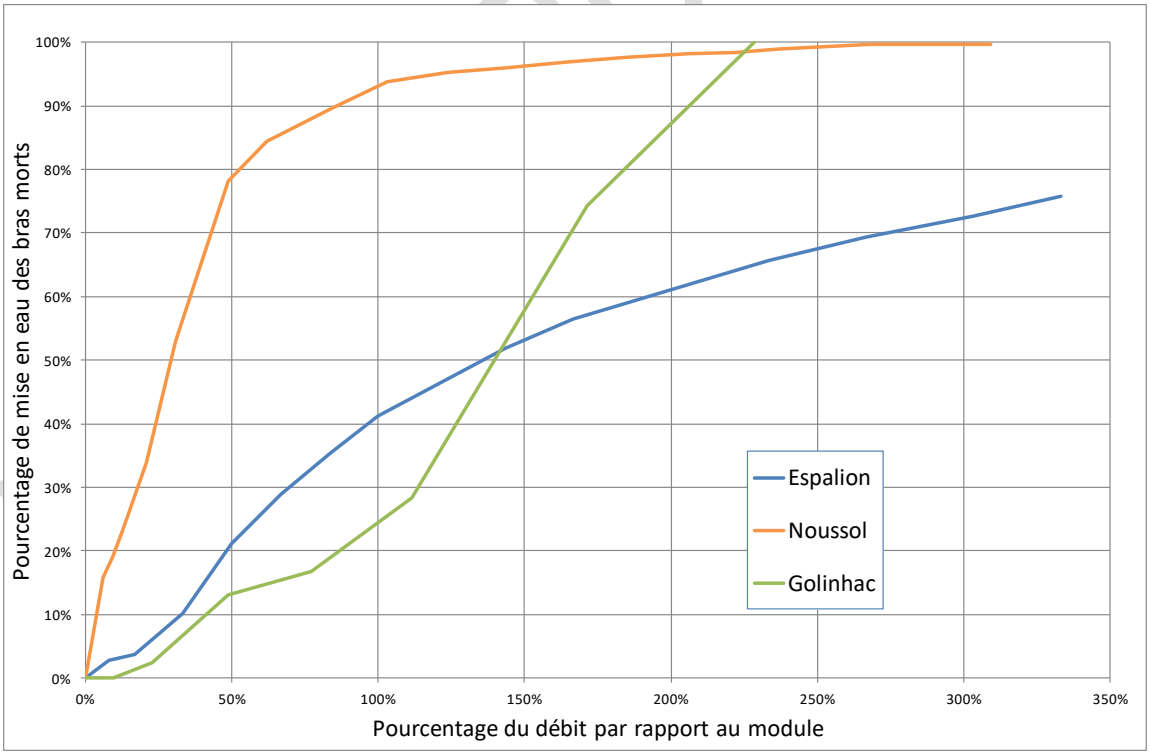


Figure 78 : Evolution de la surface mouillée dans les bras secondaires des différentes stations en fonction du débit total du Lot.

Photo 13 : Bras secondaire sur la station d'Espalion.

8.1.4. Possibilités de déplacement des poissons au sein des stations

Sur la station d'Espalion (Figure 79), les déplacements au niveau des radiers apparaissent difficiles à un débit de 2.4 m^3/s pour l'ensemble des individus de truites. A un débit de 5 m^3/s, ces difficultés ne se posent plus.

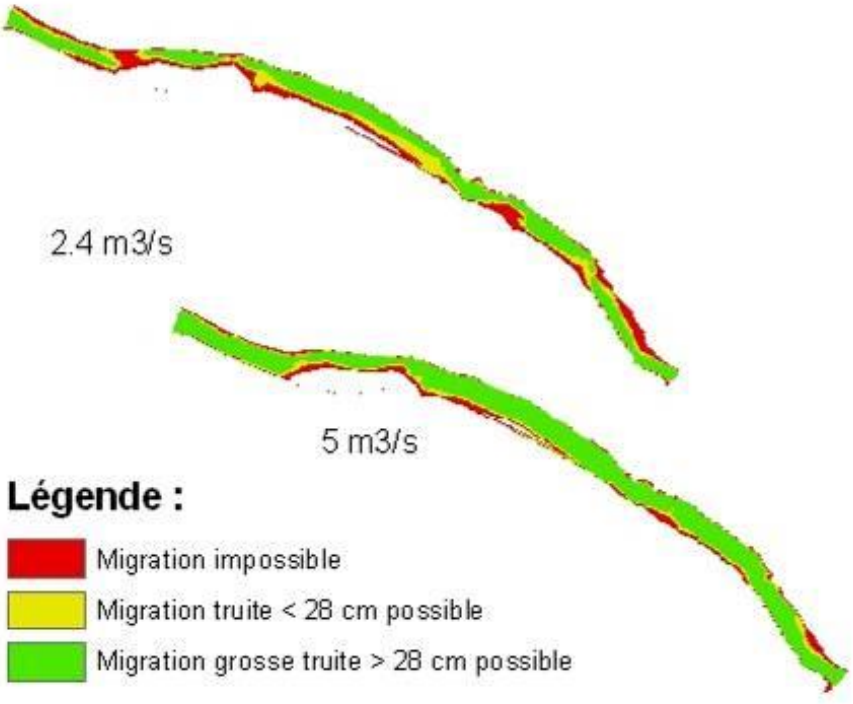


Figure 79 : Cartographies des possibilités de déplacement sur la station d'Espalion (tronçon 1).

8.2. Tronçon 2 – Station de Roc de Carlus

8.2.1. Evolution de la surface mouillée

Sur la station de Roc de Carlus, la surface mouillée varie d'environ 25700 m² à 1.8 m³/s, jusqu'à environ 39500 m² à 80 m³/s (débit maximum turbiné à Golinhac), soit une variation de +54% par rapport au premier débit, ou de -35% par rapport au second débit (Figure 80Figure 72). L'évolution est très rapide jusqu'à 15-20 m³/s ; puis constante au-delà (évolution à peu près linéaire).

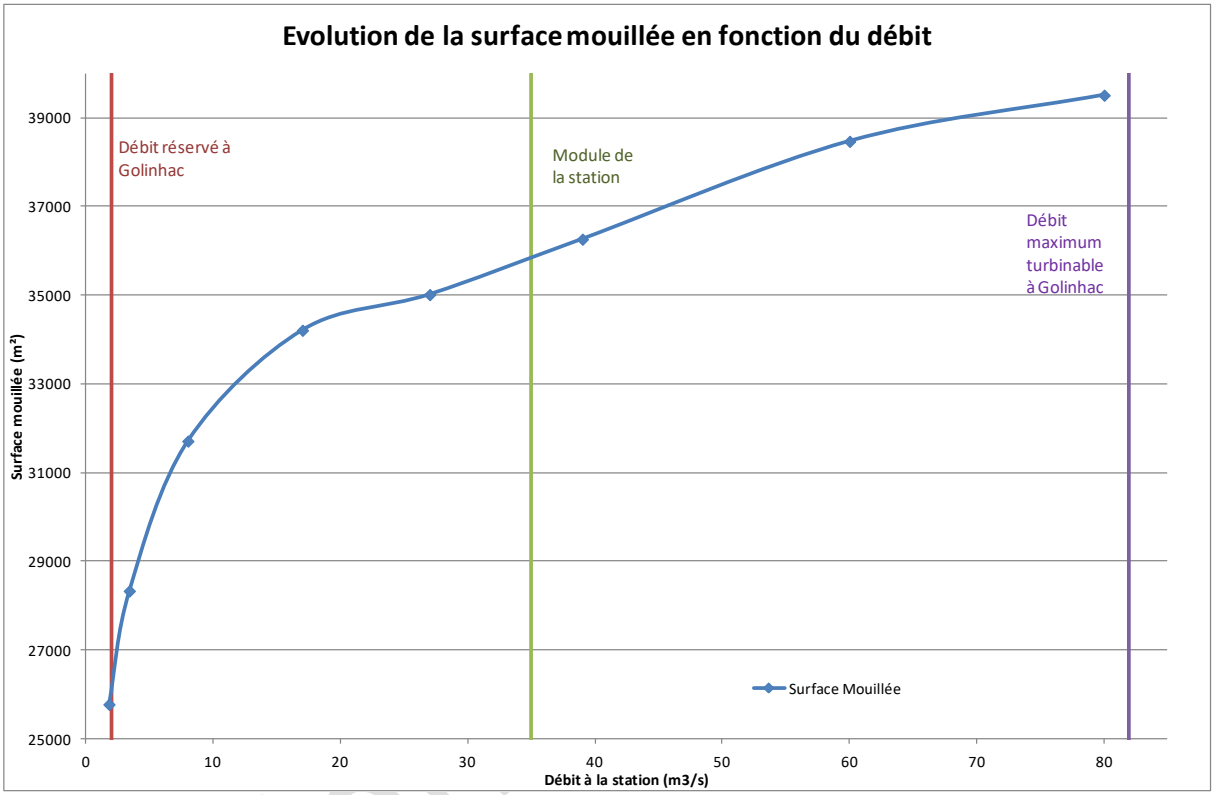


Figure 80 : Evolution de la surface mouillée en fonction du débit sur la station de Roc de Carlus (tronçon 2).

Version

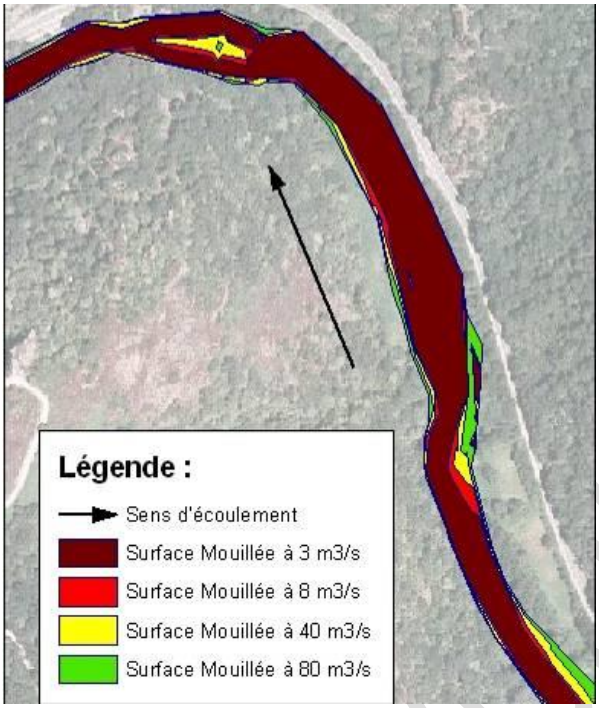


Figure 81 : Cartographies de l'évolution des surfaces mouillées sur la station de Roc de Carlus (tronçon 2).

8.2.1. Relation entre gradient de niveau d'eau et gradient de débit, en fonction du débit

Sur la station de Roc de Carlus (Golinhac), les niveaux d'eau augmentent en moyenne d'environ 170 cm entre le débit réservé et le débit maximum turbiné, cette valeur pouvant varier selon les faciès d'écoulement. L'évolution est rapide jusqu'à environ 15 m^3/s (50% du module) avec des gradients supérieurs à 2 cm / [m^3/s], puis est à peu près constante au-delà (évolution à peu près linéaire, soit des valeurs de gradients stables autour de 1.5-2.0 cm / [m^3/s]) (revoir les Figure 74 et Figure 75).

8.2.2. Mise en eau de zones particulières (bras secondaires et plages)

L'alimentation du bras secondaires de la station de Roc de Carlus (Golinhac) ne débute que pour un débit total du Lot supérieur à 30 m^3/s (module sur la station) (revoir Figure 77). Une partie de la surface du bras (25%) est déjà en eau sous l'effet d'un ennoiement par l'aval, avant que celui-ci ne soit véritablement alimenté par l'amont. Sa surface augmente plus rapidement à partir de son alimentation par l'amont, avec un gain de surface jusqu'au débit maximum turbiné (revoir Figure 78).

VERSION PROVISOIRE

Photo 14 : Bras secondaire de Roc de Carlus (Golinhac ; tronçon 2).

8.2.1. Possibilités de déplacement des poissons au sein des stations

Sur la station de Roc de Carlus (Figure 82), les déplacements au niveau des radiers dans la portion à 2 bras apparaissent difficiles à des débits de 1.8 et 3.0 m^3/s. A un débit de 8 m^3/s et au-delà, ces difficultés ne se posent plus.

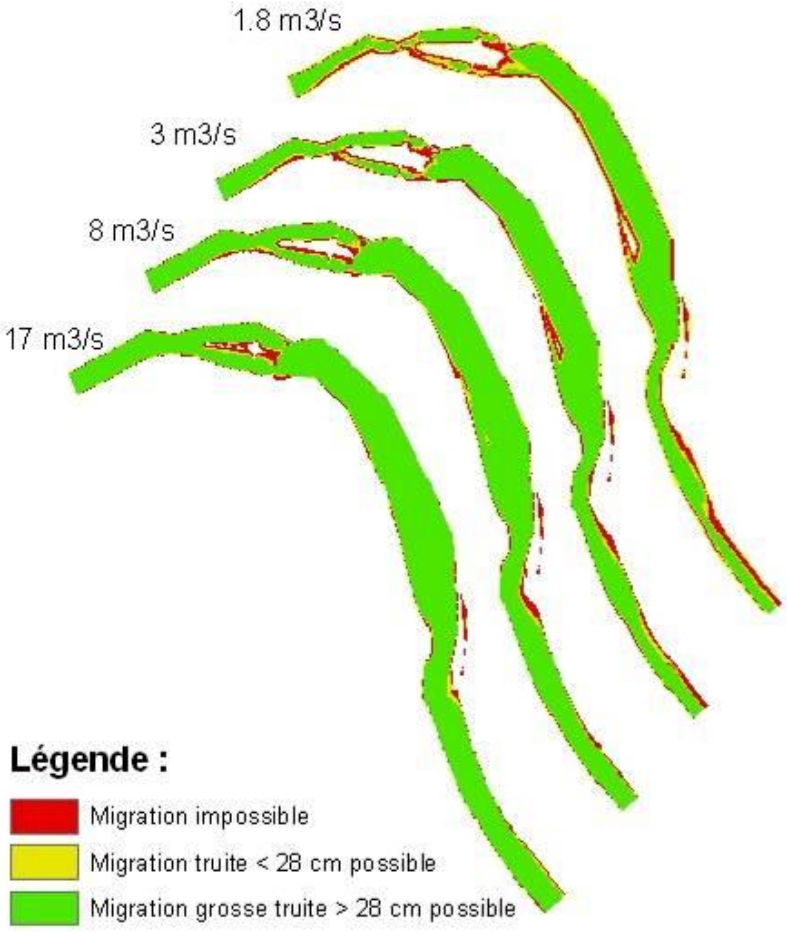


Figure 82 : Cartographies des possibilités de déplacement sur la station de Roc de Carlus (tronçon 2).

8.3. Tronçon 3 – Stations de Noussol et Soulous

8.3.1. Evolution de la surface mouillée

Sur la station de Noussol, la surface mouillée varie d'environ 32000 m² à 6 m³/s, jusqu'à environ 58000 m² à 305 m³/s (débit maximum turbiné à Castelnau), soit une variation de +81% par rapport au premier débit, ou de -45% par rapport au second débit (Figure 83). L'évolution est très rapide jusqu'à environ 30 m³/s ; puis la vitesse d'augmentation se réduit jusqu'à 100 m³/s (≈ module) et reste constante au-delà (évolution à peu près linéaire).

Sur la station de Soulous, l'évolution de la surface mouillée jusqu'au module est similaire.

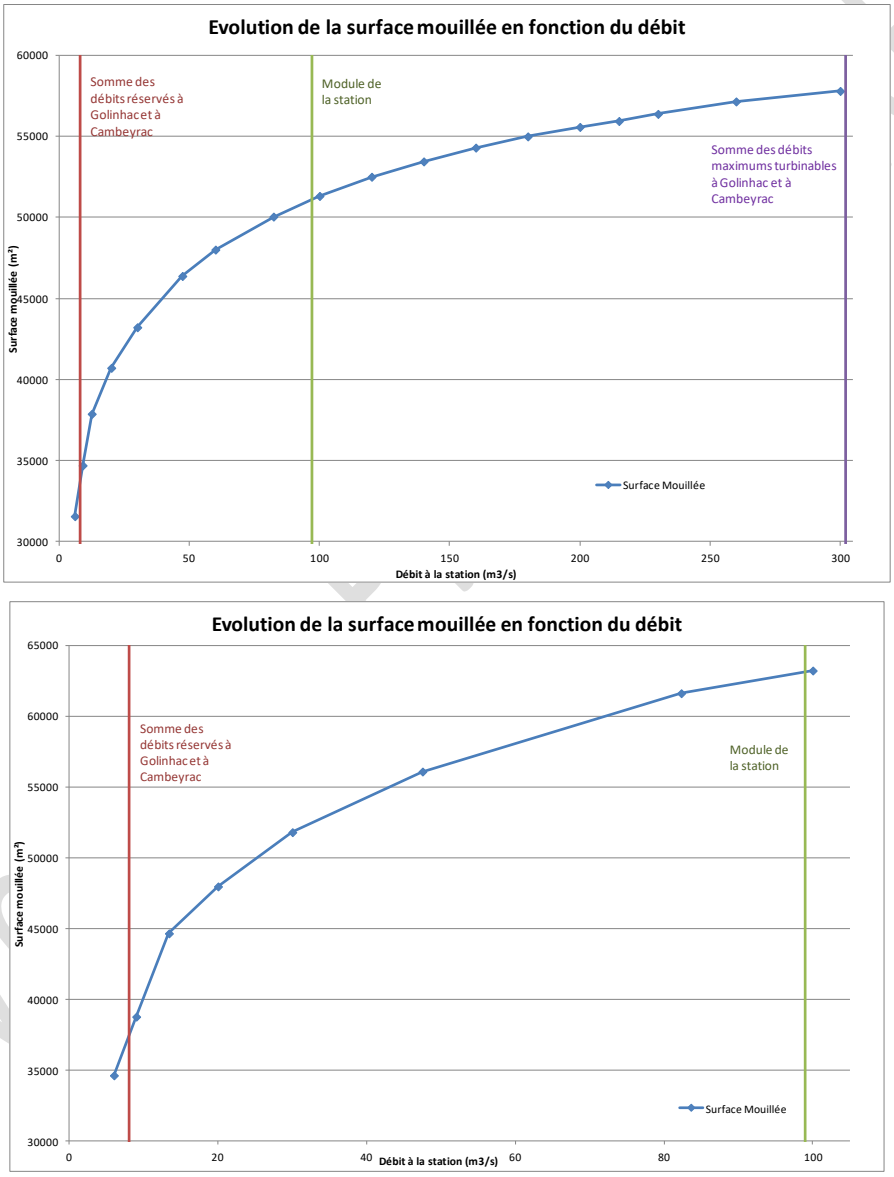


Figure 83 : Evolution de la surface mouillée en fonction du débit sur les stations de Noussol (en haut) et de Soulous (en bas) (tronçon 3).

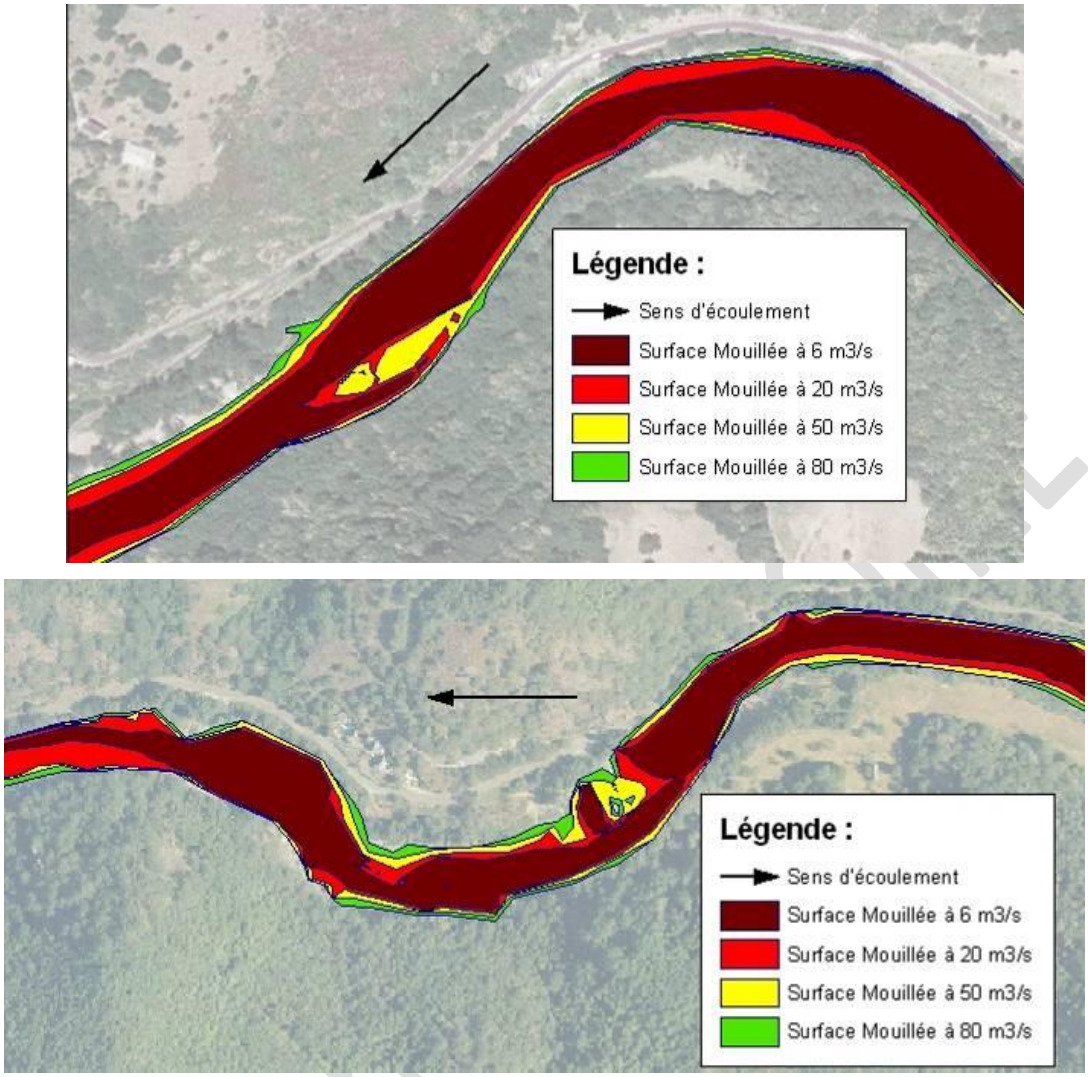


Figure 84 : Cartographies de l'évolution des surfaces mouillées sur les stations de Noussol (en haut) et de Soulous (en bas) (tronçon 3).

8.3.2. Relation entre gradient de niveau d'eau et gradient de débit, en fonction du débit

Sur la station de Noussol, à partir du débit réservé, les niveaux d'eau augmentent en moyenne d'environ 150 cm jusqu'au module et d'environ 260 cm jusqu'au débit maximum turbiné (306 m^3/s ; 320% du module), cette valeur pouvant varier selon les faciès d'écoulement. L'évolution est rapide jusqu'à environ 30 m^3/s (30% du module) avec des gradients supérieurs à 2 cm / [m^3/s], puis la vitesse d'augmentation se réduit jusqu'à 100 m^3/s (module) et reste constante au-delà (évolution à peu près linéaire, soit des valeurs de gradients stables autour de 0.5-0.8 cm / [m^3/s]) (revoir les Figure 74 et Figure 75).

Sur la station de Soulous, l'évolution jusqu'au module apparait similaire, quelque peu supérieure.

La Figure 85 présente les valeurs de gradients de débit (en $m^3/s/h$) correspondant à différentes valeurs de gradient du niveau d'eau (en cm/h), en fonction du débit autour duquel se déroule à la variation. A titre d'exemple, pour obtenir un gradient de niveau d'eau de 10 cm/h

(courbe violette), il faut réaliser un gradient de débit d'environ 2 m³/s/h autour d'une débit de 6 m³/s, d'environ 8 m³/s/h autour d'une débit de 30 m³/s, d'environ 15 m³/s/h autour d'une débit de 100 m³/s, et d'environ 20 m³/s/h au-delà d'un débit de 150 m³/s.

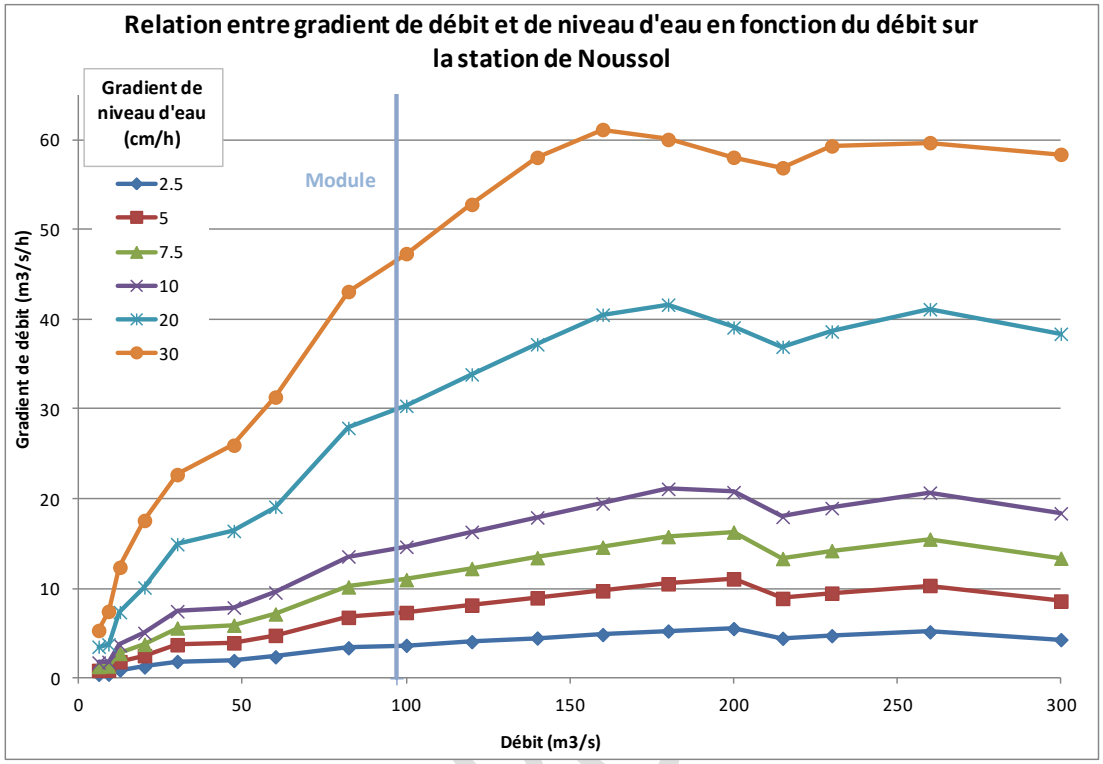


Figure 85 : Relation entre gradient de débit et de niveau d'eau en fonction du débit sur la station de Noussol (tronçon 3).

8.3.3. Mise en eau de zones particulières (bras secondaires et plages)

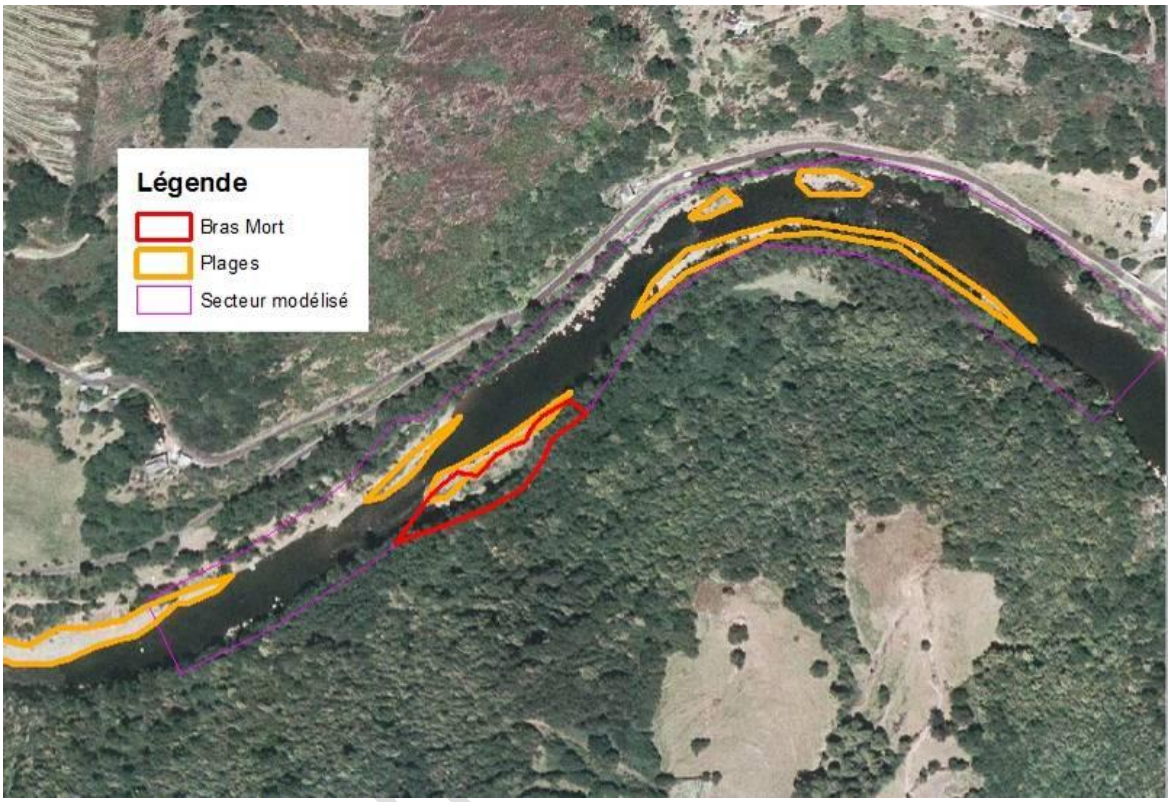
L'alimentation du bras secondaires de la station de Soulous débute pour un débit d'environ 10 m³/s (revoir Figure 77). Une partie de la surface du bras (25%) est déjà en eau sous l'effet d'un ennoiement par l'aval, avant que celui-ci ne soit véritablement alimenté par l'amont. Sa surface augmente plus rapidement à partir de son alimentation par l'amont, avec un gain de surface jusqu'à environ 50 m³/s (revoir Figure 78).

Photo 15 : Bras secondaire sur la station de Noussol.

Version PRO

Sur le tronçon 3, la problématique de grandes plages exondées est plus présente que sur les tronçons 1 et 2. La Figure 86 présente l'évolution de la surface mouillée des plages sur les stations de Noussol et Soulous.

Les plages se mettent très rapidement en eau jusqu'à des débits d'environ 20 m^3/s à Noussol et 40 m^3/s à Soulous. L'évolution est moins rapide au-delà. La quasi-totalité de leur surface est en eau à 100 m^3/s (≈ module).



Carte 10 : Localisation des plages sensibles et du bras sur la station Noussol.

Photo 16 : Plages exondables sur la station de Noussol.

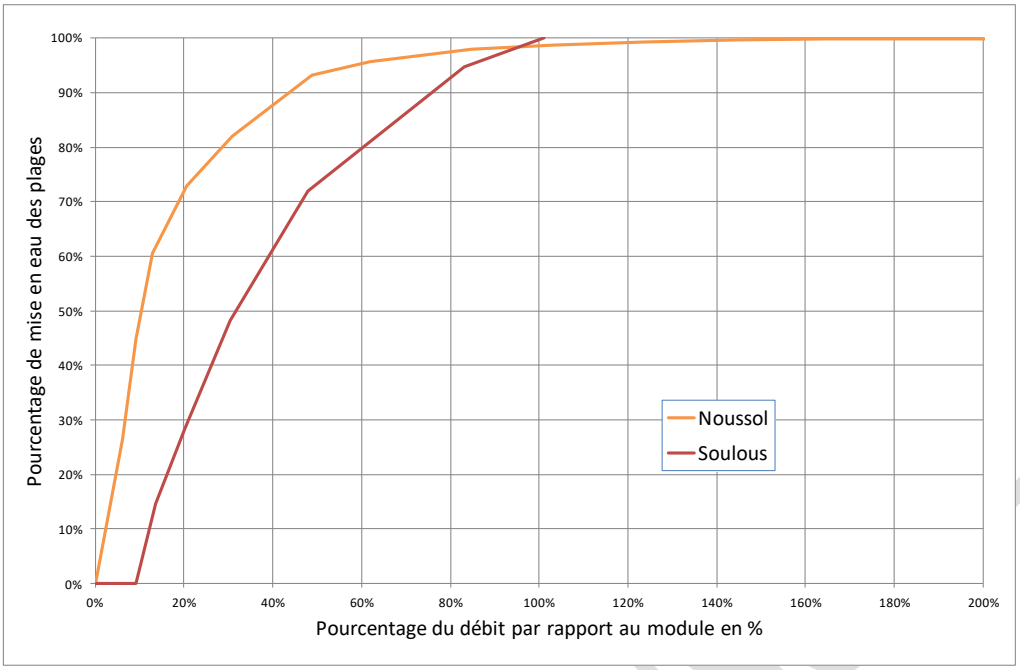


Figure 86 : Evolutions de la surface mouillée des plages sur les stations de Noussol et Soulous (tronçon 3).

8.3.1. Possibilités de déplacement des poissons au sein des stations

Sur les stations de Noussol et de Soulous (tronçon 3) (Figure 87 et Figure 88), les déplacements au niveau des radiers apparaissent difficiles à un débit de 6.0 m^3/s. A un débit de 8-9 m^3/s et au-delà, ces difficultés ne se posent plus.

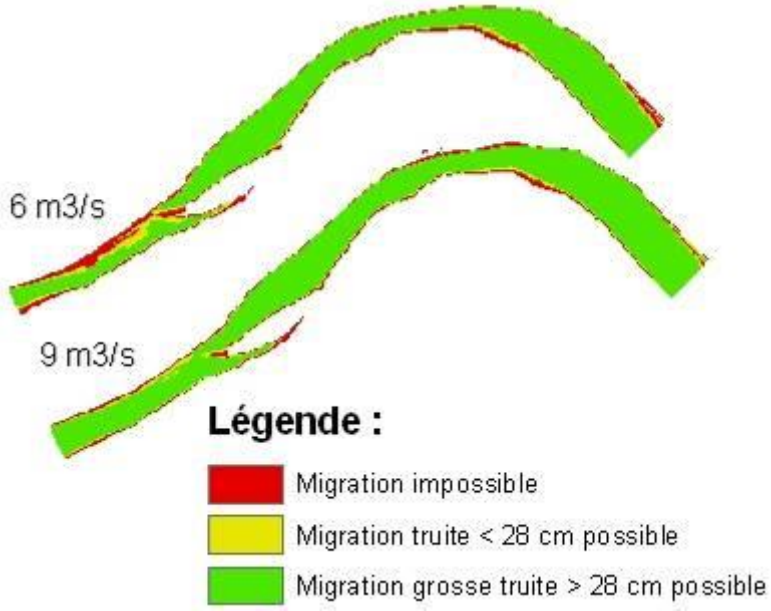


Figure 87 : Cartographies des possibilités de déplacement sur la station de Noussol (tronçon 3).

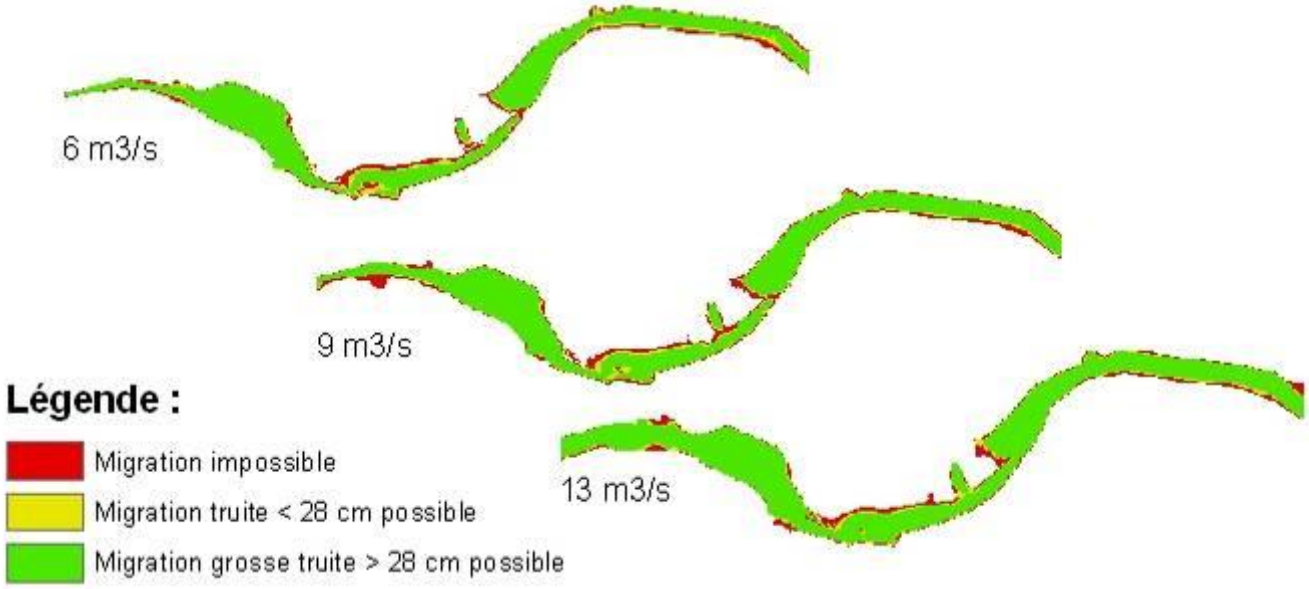


Figure 88 : Cartographies des possibilités de déplacement sur la station de Soulous (tronçon 3).

Version PROVISOIRE

9. Modélisation de l'habitat piscicole – méthodologie

9.1. Principe de la méthode des microhabitats

L'habitat piscicole a été modélisé par la méthode des microhabitats (Ginot et al. 1998). Cette méthode permet au travers de la Surface Pondérée Utile (SPU) de quantifier l'habitat piscicole par espèce, et d'en suivre les évolutions en fonction du débit. Dans le présent rapport, nous présentons les courbes de SPU en fonction du débit pour les différentes espèces-cibles (voir paragraphes suivants).

Dans le cadre de la méthode des microhabitats, les modèles biologiques sont des courbes de préférences univariées (l'usage de modèles bivariés ou multivariés restant expérimental). Les courbes de préférences permettent pour l'espèce considérée de traduire la valeur de chacun des paramètres hydromorphologiques indépendamment les uns des autres (classiquement hauteur, vitesse et substrat) en une valeur de convenance de l'habitat (figure 73). La valeur d'habitat correspond ensuite au produit des différentes valeurs de convenances. Cette « traduction » des valeurs hydrauliques en convenances et le calcul de la valeur d'habitat s'effectuent à l'échelle de « cellules », c'est-à-dire des unités de surface au sein desquelles les valeurs des paramètres hydromorphologiques sont considérées comme uniformes. La SPU est finalement obtenue en faisant la somme des surfaces de l'ensemble des cellules multipliées par leurs valeurs d'habitat.

Dans certaines études, les courbes de valeur d'habitat moyenne (VHA) en fonction du débit sont présentées. Or, la valeur d'habitat moyenne est une évaluation de la qualité de l'habitat et n'intègre pas les variations de surfaces mouillées. Ce type de résultat ne constitue donc pas un élément aidant à la détermination des débits minimum (Ginot et al. 1998) et n'est pas présenté dans ce rapport. Nous présentons toutefois l'évolution des valeurs d'habitat hauteur et vitesse pour distinguer les facteurs limitant.

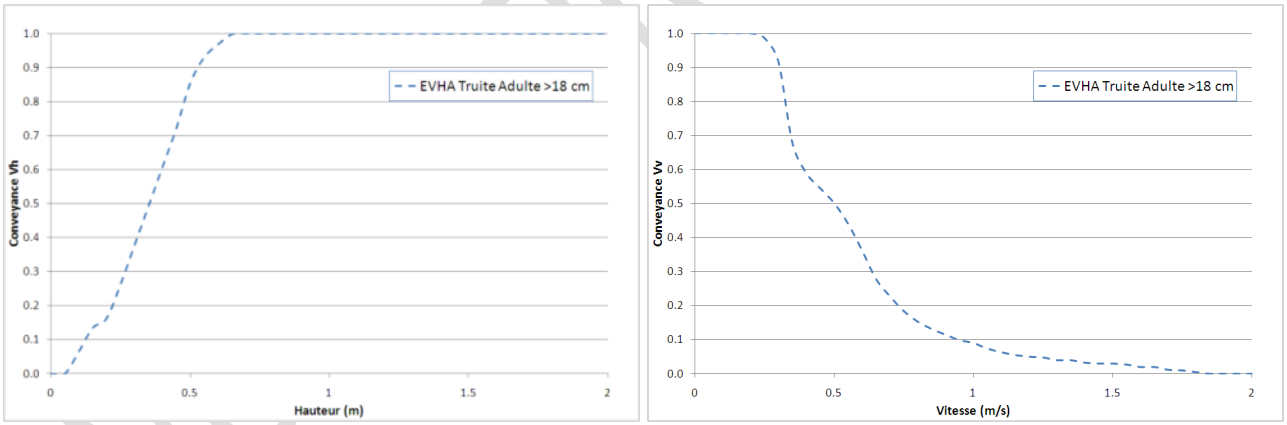


Figure 89 : Courbes de préférences pour la truite fario adulte pour la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement.

Les paramètres hydromorphologiques classiquement considérés dans la méthode des microhabitats (notamment dans le logiciel EVHA) sont la hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement et la nature du substrat. Dans le cadre de la mise en œuvre de la modélisation hydraulique avec HEC-RAS, la nature du substrat n'a pas été prise en compte ; seules les conditions de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement ont été considérées. Cette démarche n'est pas gênante étant donné que ce sont les allures des courbes de SPU qui sont intéressantes, et non les valeurs de SPU elles-mêmes, et que les études existantes ont montré que la prise en compte ou non du substrat ne modifie pas sensiblement ces allures (Courret et al., 2009). Cette démarche s'appuie d'autre part sur le fait que les résultats de la méthode servent à étayer des propositions concernant les débits, et donc les conditions de hauteur

d'eau et de vitesse d'écoulement, et non pas concernant la nature du substrat qui restera inchangée.

Pour l'estimation des SPU de la fraie, nous avons toutefois considéré la nature du substrat, paramètre discriminant dans le cadre de la fraie, pour identifier des sites de fraie potentiels. L'absence de suivis de la fraie sur les tronçons étudiés n'a en effet pas permis d'analyser la fonctionnalité des zones réellement utilisées par les poissons.

Les résultats de la modélisation hydraulique avec HEC-RAS sont exploités sous Système d'Information Géographique (SIG). Pour un débit donné, l'information sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement se présentent sous forme d'un quadrillage arbitraire avec des mailles carrées de 1 m de coté (couche au format Raster), couvrant la surface mouillée (couche au format Vecteur [polygone]), avec une valeur de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement par maille. Les « cellules » de microhabitat à l'échelle desquelles sont calculées les valeurs d'habitat correspondent aux mailles des formats Raster.

La figure 74 illustre le calcul de la SPU pour la truite au stade juvénile sur la station Soulous à 30 m^3/s.

Il est bon de préciser que la décroissance des courbes de SPU vers les forts débits pour certains stades, en particulier pour les adultes des espèces aux meilleures capacités de nage, peut en partie être liée aux limites des courbes de préférence. En effet, pour la construction des modèles biologiques, les poissons sont généralement échantillonnés à bas débit lorsque les observations sont les plus faciles. Les modèles biologiques existants ne sont peut-être pas extrapolables vers les forts débits de manière valable. L'interprétation doit porter sur la partie croissante de la courbe. Le débit correspondant au maximum de SPU ne doit pas être considéré comme un optimum mais comme un débit en deçà duquel l'habitat morphodynamique est susceptible de se dégrader rapidement.

9.2. Choix des espèces cibles

Les espèces cibles ont été choisies en accord avec le comité technique pour prendre en compte le peuplement piscicole réel et théorique. Le tableau 3 présente pour chaque station les espèces étudiées et les stades correspondants.

Espèce piscicole	Secteurs				Stade(s)
	S1 *« aval Castelnau »*	**S2** *« aval Golinhac »*	**S3** *« aval Truyère1 »*	**S4** *« aval Truyère2 »*	
TRUITE	X	X	X	X	5 stades : Alevin < 10 cm, Alevin < 16 cm, Juvénile <28cm, Adulte >28cm, Fraie en s'appuyant sur le modèle de fraie du saumon
OMBRE		X	X	X	3 stades : Adulte, juvénile et alevin
BARBEAU	X	X	X	X	2 stades : Adulte et juvénile
VANDOISE	X	X	X	X	1 stade : Adulte
CHABOT	X	X	X	X	1 stade : Adulte

Tableau 15 : Espèces cibles sur chacune des stations.

Version PROVISOIRE

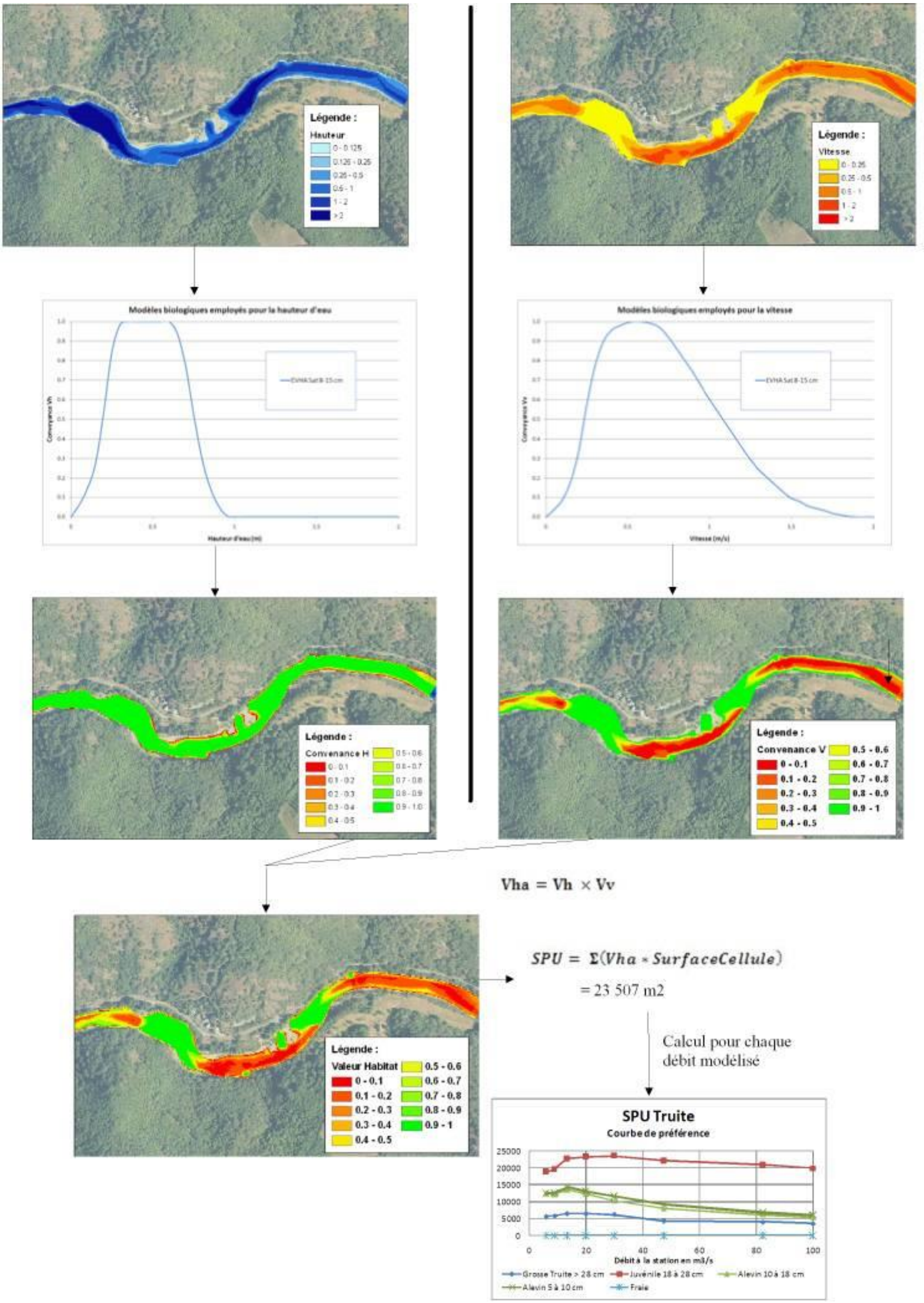


Figure 90 : Illustration du calcul de la SPU pour la truite au stade juvénile à Soulous à 30 m^3/s.

9.3. Choix des modèles d'habitats

9.3.1. Cas de la truite

La fonctionnalité des habitats de la truite, depuis le stade fraie jusqu'au stade adulte, a été appréciée au travers de 5 modèles biologiques. Afin de prendre en compte la taille des spécimens de truite observée sur le Lot, nous avons cherché des modèles complémentaires à ceux proposés dans le logiciel EVHA. En plus, les modèles proposés dans EVHA font plus référence à une gamme de taille qu'à un stade, puisque les tailles des spécimens adultes du logiciel EVHA correspondent à celle de spécimens juvéniles sur le Lot.

Voici les 5 modèles retenus :

- les 3 modèles truites biologiques « Bovee 1978 modifiée par CEMAGREF », contenus dans le logiciel EVHA :
    - Modèle « Alevins », pour les sujets de moins d'un an et de moins de 10 cm (alevin -) ;
    - Modèle « Juvéniles », pour les sujets de moins d'un an et de moins de 18 cm (alevin +) ;
    - Modèle « Adultes », pour les sujets de plus d'un an et non encore reproductifs (18 à 28 cm) (juvénile)
- le modèle proposé pour les truites adultes par Hayes et Jowett (1994) (truite adulte).
- le modèle proposé pour la fraie du saumon par « Bovee 1978 modifiée par CEMAGREF », contenus dans le logiciel EVHA pour la fraie de la truite sur le Lot (granulométries favorables qualifiées de cailloux [16-64 mm] et pierres [64-256 mm] selon la nomenclature EVHA [classe 5 et 6]).

9.3.2. Cas de l'ombre

Le modèle d'habitat adopté pour les stades adulte, juvénile et alevin de l'ombre est celui proposé par Mallet et al. (2000), qui ne considère pas de préférence pour le substrat.

Pour apprécier la mise en eau et la fonctionnalité des zones de reproduction de l'ombre, nous nous sommes intéressés aux zones en eau respectant les 3 critères suivants en fonction du débit d'après la fiche frayère ONEMA :

- granulométrie favorable entre 5 et 60 mm (il a été pris en compte les granulométries qualifiées de graviers [2-16 mm] et cailloux [16-64 mm] selon la nomenclature EVHA [classe 4 et 5]).
- vitesse d'écoulement entre 0.25 et 0.8 m/s,
- et hauteur d'eau entre 0.3 et 0.5 m.

Version PROVISOIRE

9.3.3. Cas du barbeau, de la vandoise et du chabot

Les modèles d'habitat adoptés pour le barbeau, la vandoise et le chabot sont ceux proposés par le CEMAGREF à partir du traitement d'une base de données de 1601 ambiances (Capra et al. 1998 ; Lamouroux et al. 1999).

9.3.4. Habitat des alevins

Afin d'apprécier les conditions d'habitat pour les alevins sur l'ensemble de la gamme de turbinage, il a été utilisé un modèle biologique représentatif des préférences d'alevins et de juvéniles de plusieurs espèces, comparable à celui synthétisé par Courret et al. (2009) lors de l'étude sur la Creuse à l'aval d'Eguzon. Ce modèle biologique considère que la convenance de la hauteur d'eau est optimale (Vh=1) pour des valeurs inférieures ou égale à 50 cm et nulle au-delà (Vh=0) et que la convenance de la vitesse d'écoulement est optimale pour les valeurs inférieures ou égale 50 cm/s et nulle au-delà.

Version PROVISOIRE

10. Résultats sur l'évolution de l'habitat piscicole

Les résultats sur l'évolution des habitats sont présentés pour chaque tronçon, puis pour chaque espèce ou groupe d'espèce (truite, ombre, chabot-vandoise-barbeau et alevins post-émergeant).

10.1. Tronçon 1 - Station d'Espalion

10.1.1. Cas de la truite

Sur la station d'Espalion, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 2.4 m^3/s pour les 2 stades alevins, de 5 m^3/s pour le stade juvénile et de 10 m^3/s pour le stade adulte (Figure 91). Pour le stade adulte, la décroissance vers les bas débits s'accélère notablement en deçà de 5 m^3/s.

Concernant la fraie, les valeurs de SPU apparaissent élevées, en lien avec une forte proportion de granulométrie a priori favorable sur la station (cailloux [16-64 mm] et pierres [64-256 mm] ; revoir la Figure 55). La fonctionnalité apparaît optimale à 5 m^3/s, sans trop se dégrader vers les plus bas débits. La proportion de surface de granulométrie favorable en eau augmente très rapidement avec le débit entre 2.4 et 5 m^3/s (de 64% à 74%), rapidement entre 5 et 15 m^3/s (de 74% à 84%), puis de manière plus lente et constante au-delà (Figure 92). Ces résultats sont toutefois à prendre avec précaution dans la mesure où ils ne sont pas basés sur l'observation des zones réellement fréquentées par les truites du Lot pour se reproduire.

10.1.2. Cas du chabot de la vandoise et du barbeau

Sur la station d'Espalion, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 5 m^3/s pour le chabot, de 15 m^3/s pour la vandoise et de 30 à 50 m^3/s pour les barbeaux juvéniles et adultes (Figure 94Figure 91). Vers les bas débits, les réductions de SPU s'avèrent notables pour les barbeaux juvéniles et adultes en deçà de 5-10 m^3/s.

10.1.3. Cas des alevins post-émergeant

A partir du modèle global pour les alevins post-émergeant, on observe que le pourcentage d'habitat favorable diminue sur la station d'Espalion depuis 2.4 m^3/s, vers les forts débits (Figure 93). Partant de 33% à 2.4 m^3/s, ce pourcentage devient inférieur à 10% au-delà de 20 m^3/s, mais ensuite la diminution est plus lente et les valeurs restent de l'ordre de 4-5% au débit maximum turbiné. La réduction des habitats d'alevins post-émergeant n'apparaît pas plus sévère, et même plutôt meilleure que dans le cas de la Dordogne où la problématique de dérive forcée ne semble pas se poser avec acuité en l'état actuel des connaissances (Courret 2014). On peut ainsi espérer que cette problématique ne pose également pas avec acuité sur le Lot.

VERSION PROVISOIRE

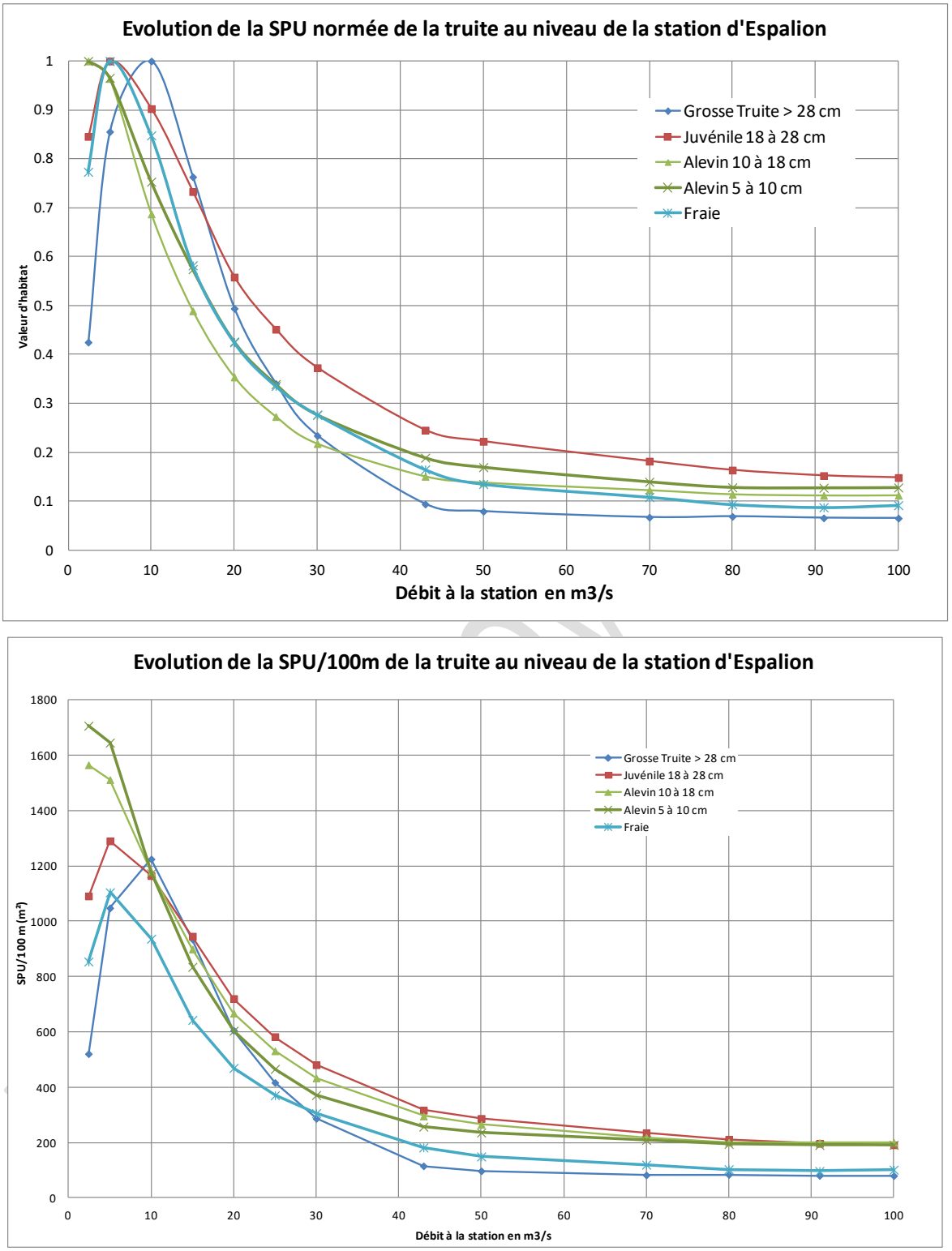


Figure 91 : Evolution de la SPU normée (en haut) et de la SPU/100m (en bas) de la truite au niveau de la station d'Espalion.

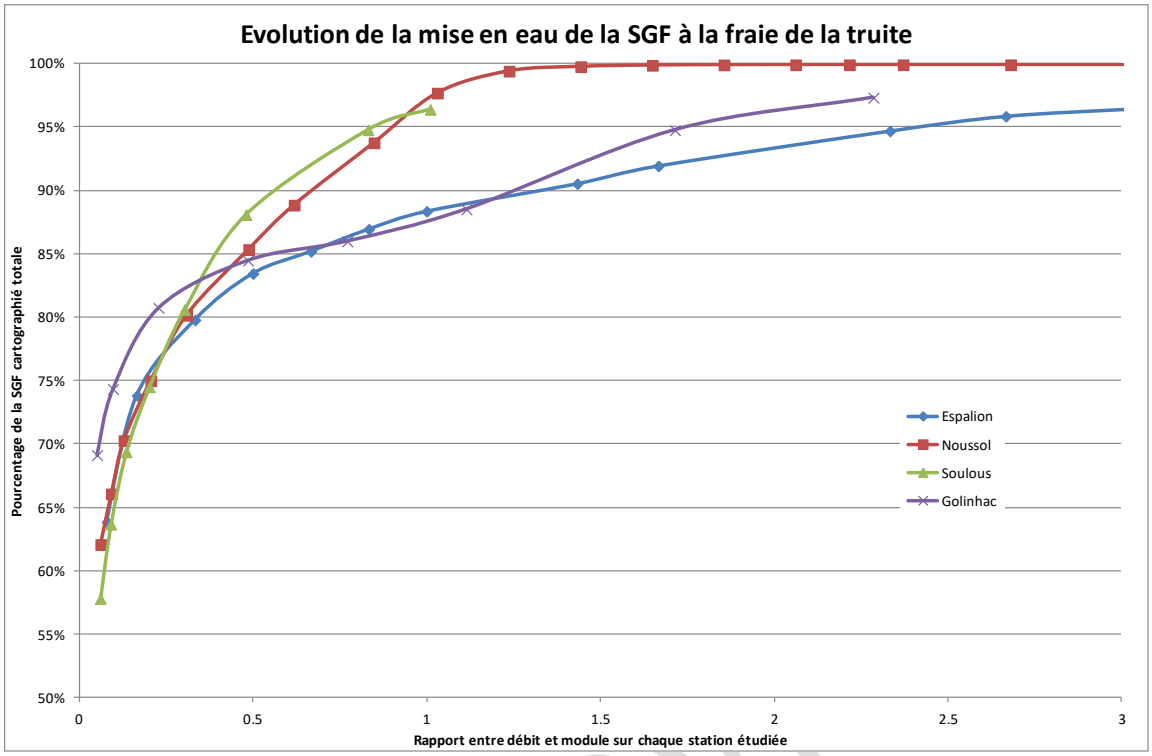


Figure 92 : Evolution de la mise en eau de la SGF à la fraie de la truite sur les stations d'étude.

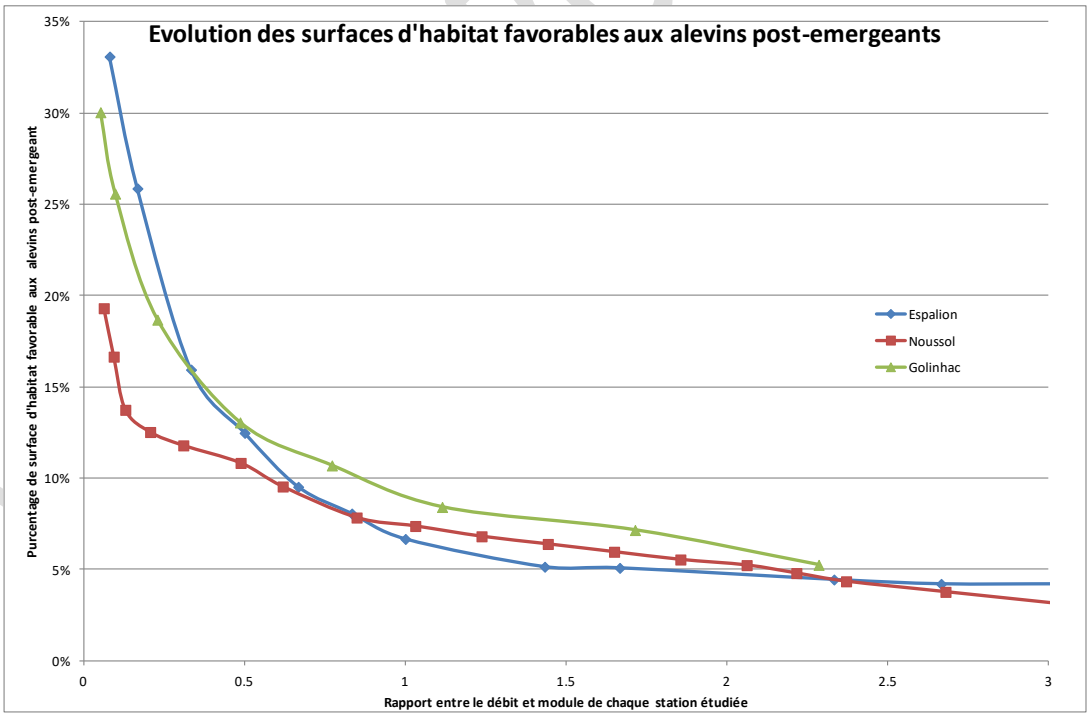


Figure 93 : Evolution des surfaces d'habitat favorables aux alevins post-émergeants au niveau des différentes stations d'études.

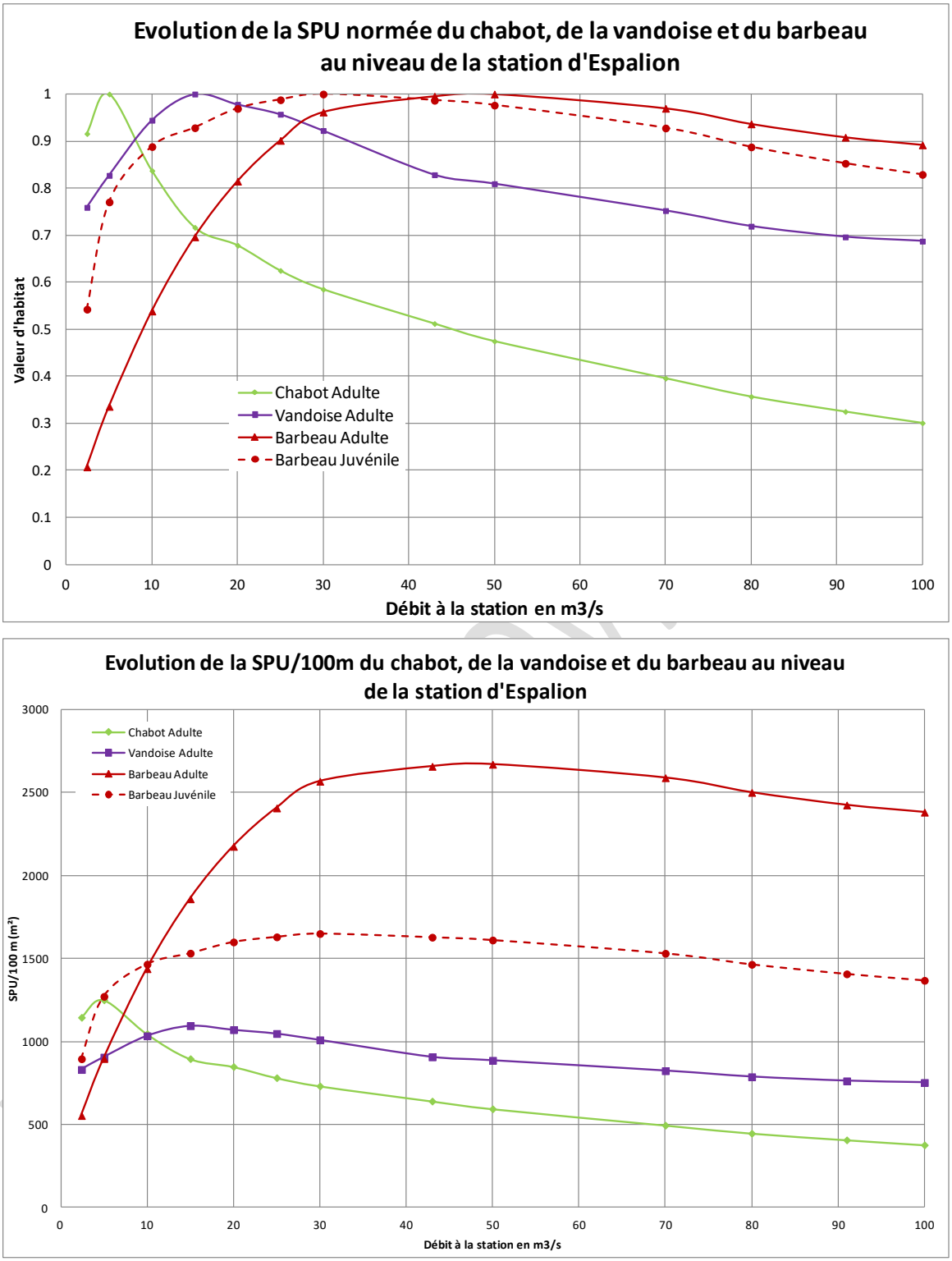


Figure 94 : Evolution de la SPU normée (en haut) et de la SPU/100m (en bas) du chabot, de la vandoise et du barbeau au niveau de la station d'Espalion.

10.2. Tronçon 2 - Station de Roc de Carlus

10.2.1. Cas de la truite

Sur la station de Roc de Carlus, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 3.4 m^3/s pour les 2 stades alevins, et de 17 m^3/s pour les stades juvénile et adulte (Figure 95). Vers les bas débits, les réductions de SPU s'avèrent notables pour les stades juvénile et adulte en deçà de 8 m^3/s.

Concernant la fraie, les valeurs de SPU sont élevées que sur la station d'Espalion, malgré une proportion élevée de granulométrie a priori favorable sur la station (cailloux [16-64 mm] et pierres [64-256 mm] ; revoir la Figure 56) et donc plutôt en lien avec les conditions hydrauliques. Les rapports entre les surfaces de granulométrie favorables et la surface mouillée de la station restent toutefois encore très élevés (de l'ordre de 9% à un débit de 8 m^3/s). La fonctionnalité apparaît optimale à 8 m^3/s, en se dégradant notablement en deçà de 3.4 m^3/s. La proportion de surface de granulométrie favorable en eau augmente très rapidement avec le débit entre 1.8 et 8 m^3/s (de 69% à 81%), puis de manière plus lente et constante au-delà (revoir Figure 92). Ces résultats sont toutefois à prendre avec précaution dans la mesure où ils ne sont pas basés sur l'observation des zones réellement fréquentées par les truites du Lot pour se reproduire.

10.2.1. Cas de l'ombre

Sur la station de Roc de Carlus, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 27 m^3/s pour tous les stades alevin, juvénile et adulte (Figure 96). Les SPU diminuent rapidement en deçà de ce débit optimal et s'avèrent faibles pour des débits inférieurs à 10 m^3/s (≤ 15% à 40% de la SPU maximale selon les stades).

Concernant la fraie, l'évolution des surface favorable est surprenante, avec une diminution rapide entre 1.8 et 8 m^3/s, de 320 m^2 à 50 m^2, puis les valeurs oscillent entre 50 et 150 m^2 jusqu'à 80 m^3/s (Figure 97). Ces résultats sont à prendre avec précaution dans la mesure où ils ne sont pas basés sur l'observation des zones réellement fréquentées par les ombres pour se reproduire.

10.2.2. Cas du chabot de la vandoise et du barbeau

Sur la station de Roc de Carlus, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 3.4 m^3/s pour le chabot, de 17 m^3/s pour la vandoise et de 80 m^3/s pour les barbeaux juvéniles et adultes (courbes continument croissantes) (Figure 99). Vers les bas débits, les réductions de SPU s'avèrent notables pour la vandoise et les barbeaux juvéniles et adultes en deçà de 8 m^3/s.

10.2.3. Cas des alevins post-émergeant

A partir du modèle global pour les alevins post-émergeant, on observe que le pourcentage d'habitat favorable diminue sur la station d'Espalion depuis 2.4 m^3/s, vers les forts débits (revoir Figure 93). Partant de 30% à 1.8 m^3/s, ce pourcentage devient inférieur à 10% au-delà d'environ 30 m^3/s, mais ensuite la diminution est plus lente et les valeurs restent supérieures à 5% au débit maximum turbiné. La réduction des habitats d'alevins post-émergeant n'apparaît pas plus sévère, et même plutôt meilleure que dans le cas de la Dordogne où la problématique de dérive forcée ne semble pas se poser avec acuité en l'état actuel des connaissances (Courret 2014). On peut ainsi espérer que cette problématique ne pose également pas avec acuité sur le Lot.

Version PROVISOIRE

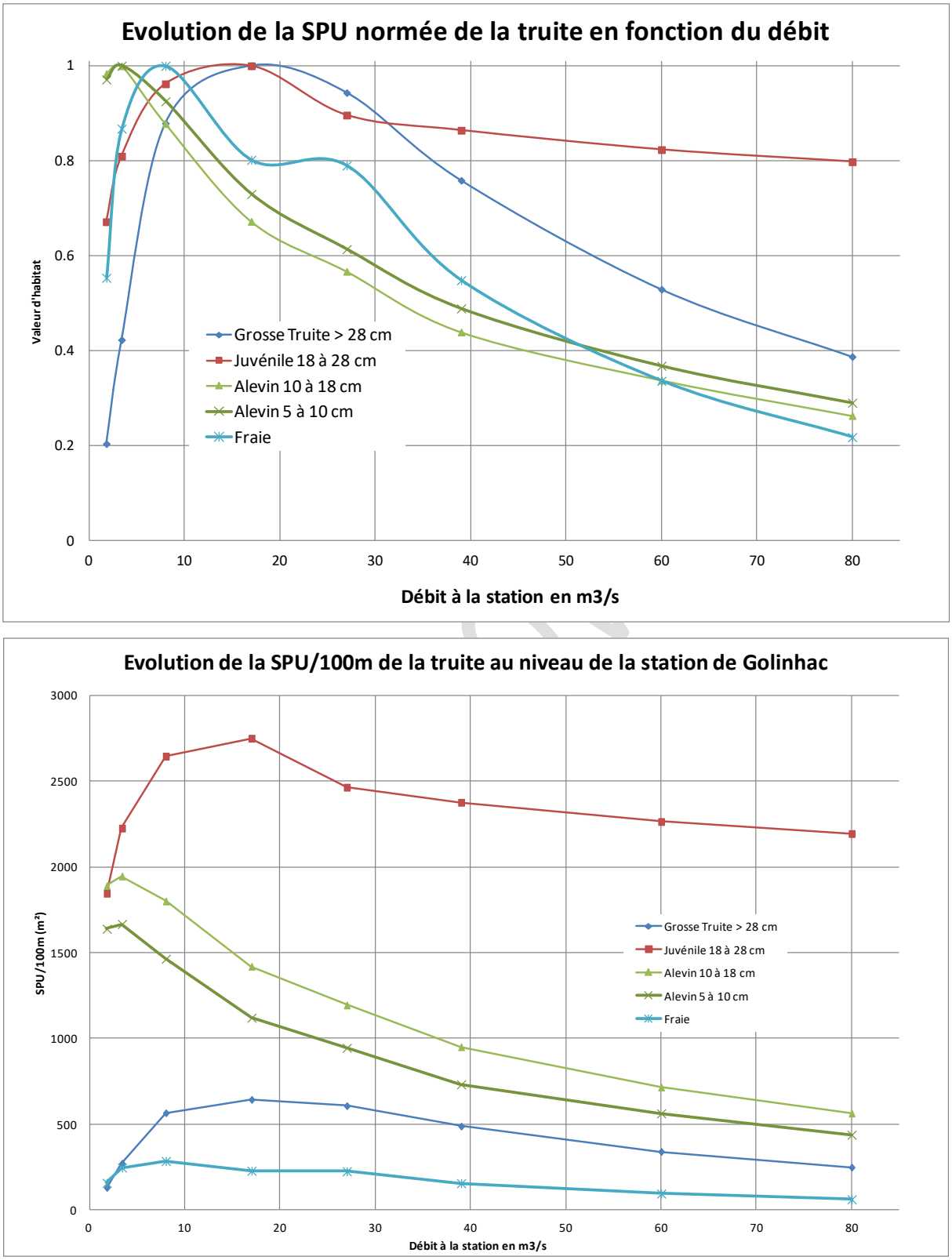


Figure 95 : Evolution de la SPU normée (en haut) et de la SPU/100m (en bas) de la truite au niveau de la station de Roc de Carlus.

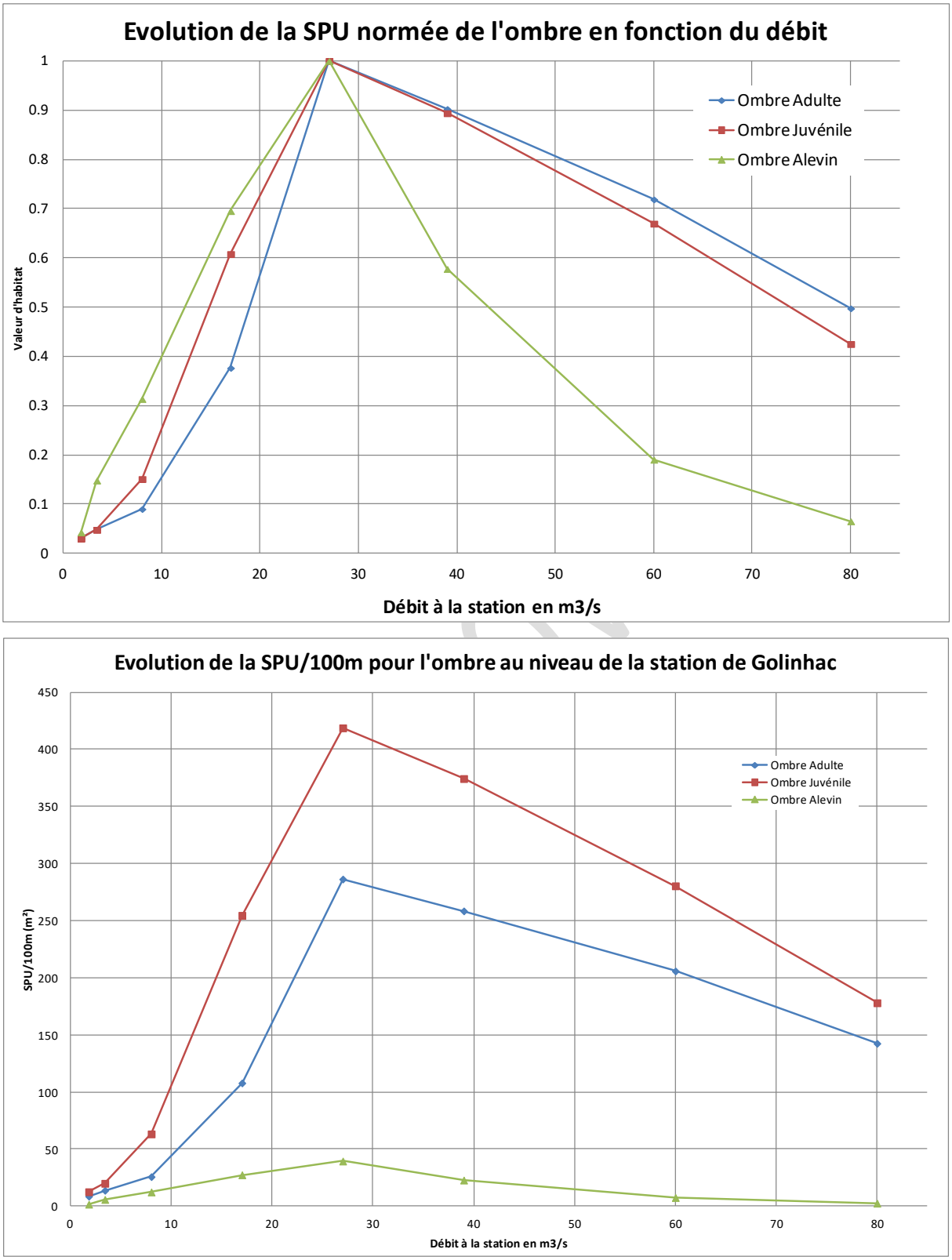


Figure 96 : Evolution de la SPU normée (en haut) et de la SPU/100m (en bas) de l'ombre sur la station de Roc de Carlus.

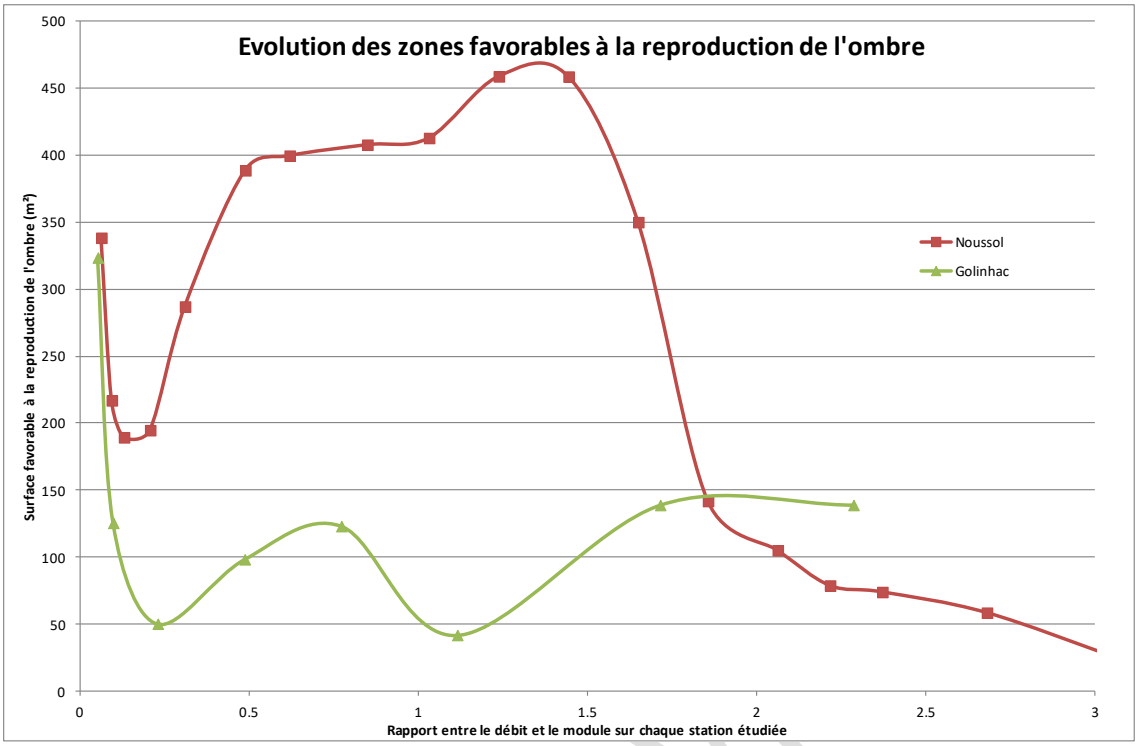


Figure 97 : Evolution des zones favorables à la reproduction de l'ombre sur la station de Roc de Carlus (Golinhac).

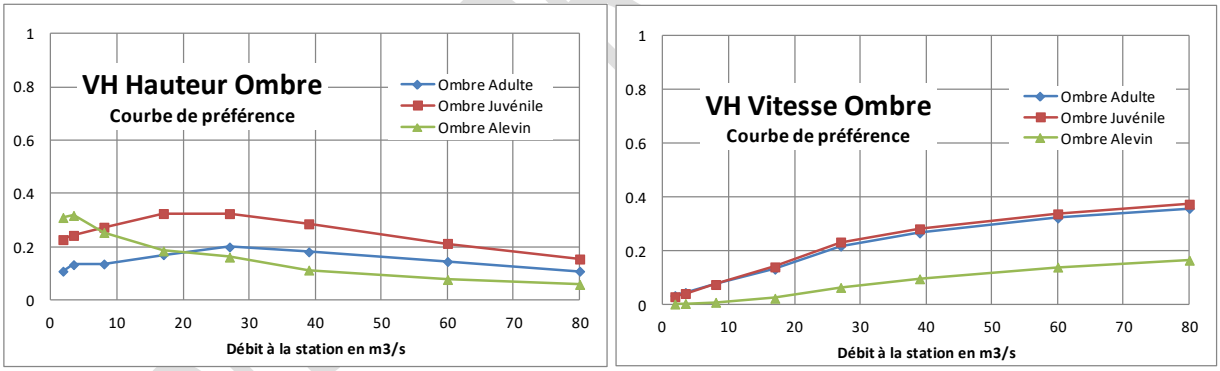


Figure 98 : Valeur d'habitat hauteur et vitesse de l'ombre sur la station de Roc de Carlus.

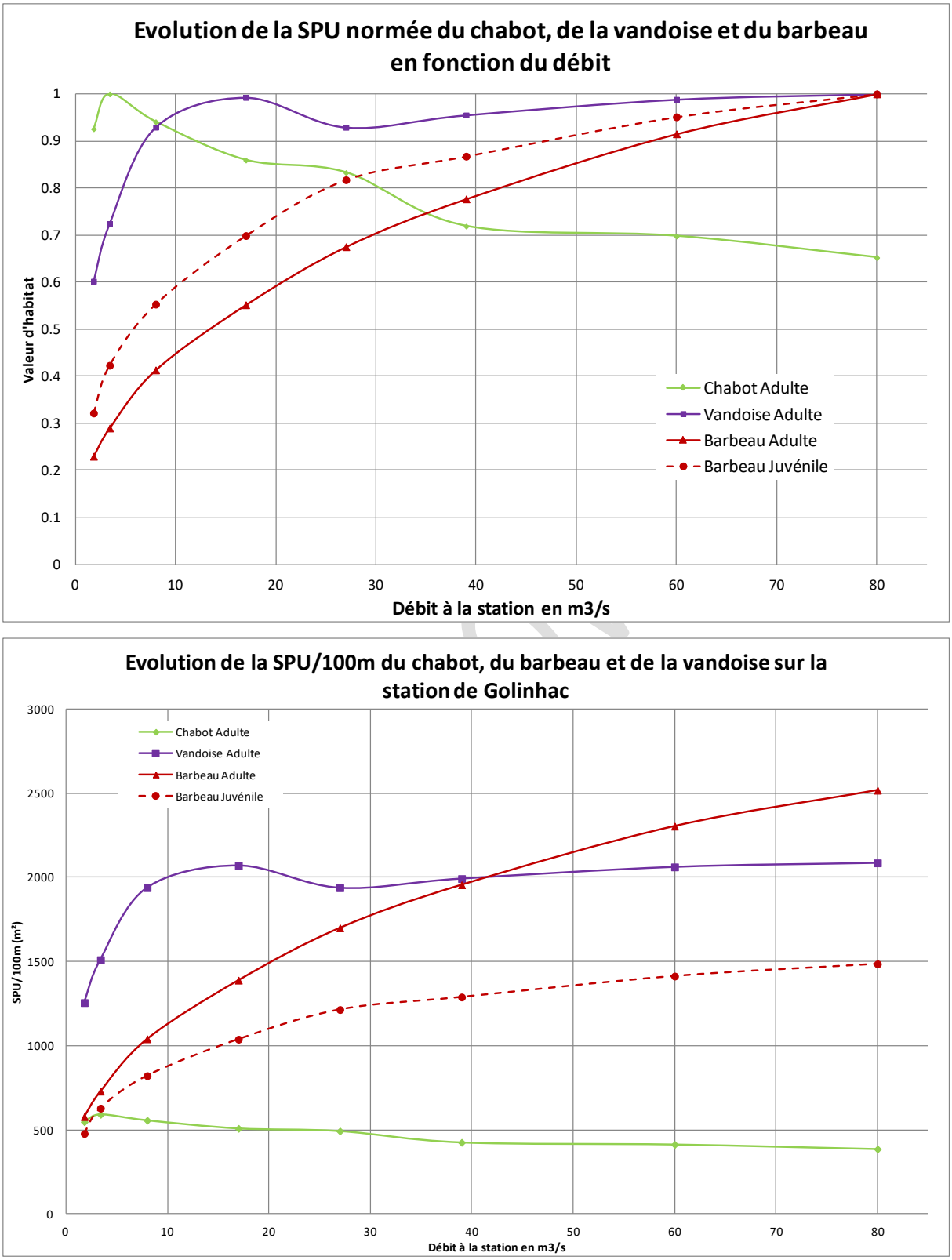


Figure 99 : Evolution de la SPU normée (en haut) et de la SPU/100m (en bas) du chabot, du barbeau et de la vandoise sur la station de Roc de Carlus.

10.3. Tronçon 3 - Stations de Noussol et Soulous

10.3.1. Cas de la truite

Sur la station de Noussol, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 6-9 m^3/s pour les 2 stades alevins, de 12.5 m^3/s pour le stade juvénile et de 20 m^3/s pour le stade adulte (Figure 100 et Figure 101). Vers les bas débits, les réductions de SPU s'avèrent notables pour les stades juvénile et adulte en deçà de 9-12.5 m^3/s.

Concernant la fraie, les valeurs de SPU sont assez élevées, en lien avec une proportion élevée de granulométrie a priori favorable sur la station (cailloux [16-64 mm] et pierres [64-256 mm] ; revoir la Figure 57). Les rapports entre les surfaces de granulométrie favorables et la surface mouillée de la station sont notamment de l'ordre de 20% à un débit de 9 m^3/s. La fonctionnalité apparaît optimale à 6-9 m^3/s. La proportion de surface de granulométrie favorable en eau augmente très rapidement avec le débit entre 6 et 20 m^3/s (de 62% à 75%), puis de manière toujours assez rapide jusqu'à 100 m^3/s, valeur à laquelle la quasi-totalité des surfaces est en eau (revoir Figure 92). Ces résultats sont toutefois à prendre avec précaution dans la mesure où ils ne sont pas basés sur l'observation des zones réellement fréquentées par les truites du Lot pour se reproduire.

Sur la station de Soulous, la SPU maximale est atteinte ou presque pour un débit de 13.4 m^3/s pour tous les stades (Figure 100 et Figure 101). Vers les bas débits, il n'y pas de réductions notables jusqu'à 6 m^3/s.

Concernant la fraie, les valeurs de SPU sont assez élevées, en lien avec une proportion élevée de granulométrie a priori favorable sur la station (cailloux [16-64 mm] et pierres [64-256 mm] ; revoir la Figure 58). Les rapports entre les surfaces de granulométrie favorables et la surface mouillée de la station sont notamment de l'ordre de 20% à un débit de 9 m^3/s. La fonctionnalité apparaît optimale entre 6 et 20 m^3/s. La proportion de surface de granulométrie favorable en eau augmente très rapidement avec le débit entre 6 et 20-30 m^3/s (de 58% à 75-80%), puis de manière toujours assez rapide jusqu'à 50 m^3/s, et ensuite plus lentement au-delà (revoir Figure 92). Ces résultats sont toutefois à prendre avec précaution dans la mesure où ils ne sont pas basés sur l'observation des zones réellement fréquentées par les truites du Lot pour se reproduire.

10.3.2. Cas de l'ombre

Sur la station de Noussol, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 47 m^3/s pour tous les stades juvénile et adulte, la courbe pour les alevins ne montrant présentant une allure curieuse avec un maximum à plus de 200 m^3/s (Figure 102 et Figure 103). Les SPU diminuent très rapidement en deçà du débit optimal pour les stades juvénile et adulte.

Concernant la fraie, l'évolution des surface favorable est surprenante, avec une diminution rapide entre 1.8 et 12.5 m^3/s, puis les valeurs remontent entre 50 et 140 m^3/s, avant de diminuer à nouveau très rapidement vers les forts débits (revoir Figure 97). Ces résultats sont à prendre avec précaution dans la mesure où ils ne sont pas basés sur l'observation des zones réellement fréquentées par les ombres pour se reproduire.

Sur la station de Soulous, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 20 m^3/s pour le stade alevin, de 30-50 m^3/s pour le stade juvénile et de 80 m^3/s pour le stade adulte (Figure 102 et Figure 103). Les SPU diminuent très rapidement en deçà d'un débit de 10 m^3/s pour le stade alevin, de 20 m^3/s pour le stade juvénile et de 30 m^3/s pour le stade adulte.

Version provisoire

10.3.3. Cas du chabot de la vandoise et du barbeau

Sur la station de Noussol, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 6 m^3/s pour le chabot, de 30-60 m^3/s pour la vandoise et de 100-160 m^3/s pour les barbeaux juvéniles et adultes (Figure 107 et Figure 108). Vers les bas débits, les réductions de SPU s'avèrent notables pour la vandoise en deçà de 12.5 m^3/s et pour les barbeaux juvéniles et adultes en deçà de 30-50 m^3/s.

Sur la station de Soulous, la SPU maximale est atteinte pour un débit de 13.4 m^3/s pour le chabot, de 30-100 m^3/s pour la vandoise et de 100 m^3/s et au-delà pour les barbeaux juvéniles et adultes (courbes continument croissantes jusqu'à 100 m^3/s) (Figure 107 et Figure 108). Vers les bas débits, les réductions de SPU s'avèrent notables pour la vandoise en deçà de 13.4 m^3/s et pour les barbeaux juvéniles et adultes en deçà de 13.4-20 m^3/s.

10.3.4. Cas des alevins post-émergeant

Sur la station de Noussol, à partir du modèle global pour les alevins post-émergeant, on observe que le pourcentage d'habitat favorable diminue sur la station d'Espalion depuis 6 m^3/s, vers les forts débits (revoir Figure 93). Partant de 19% à 6 m^3/s, ce pourcentage devient inférieur à 10% au-delà d'environ 60 m^3/s, mais ensuite la diminution est plus lente et les valeurs restent supérieures à 4-5% au débit maximum turbiné. La réduction des habitats d'alevins post-émergeant n'apparaît pas plus sévère, et même plutôt meilleure que dans le cas de la Dordogne où la problématique de dérive forcée ne semble pas se poser avec acuité en l'état actuel des connaissances (Courret 2014). On peut ainsi espérer que cette problématique ne pose également pas avec acuité sur le Lot.

Version PROVISOIRE

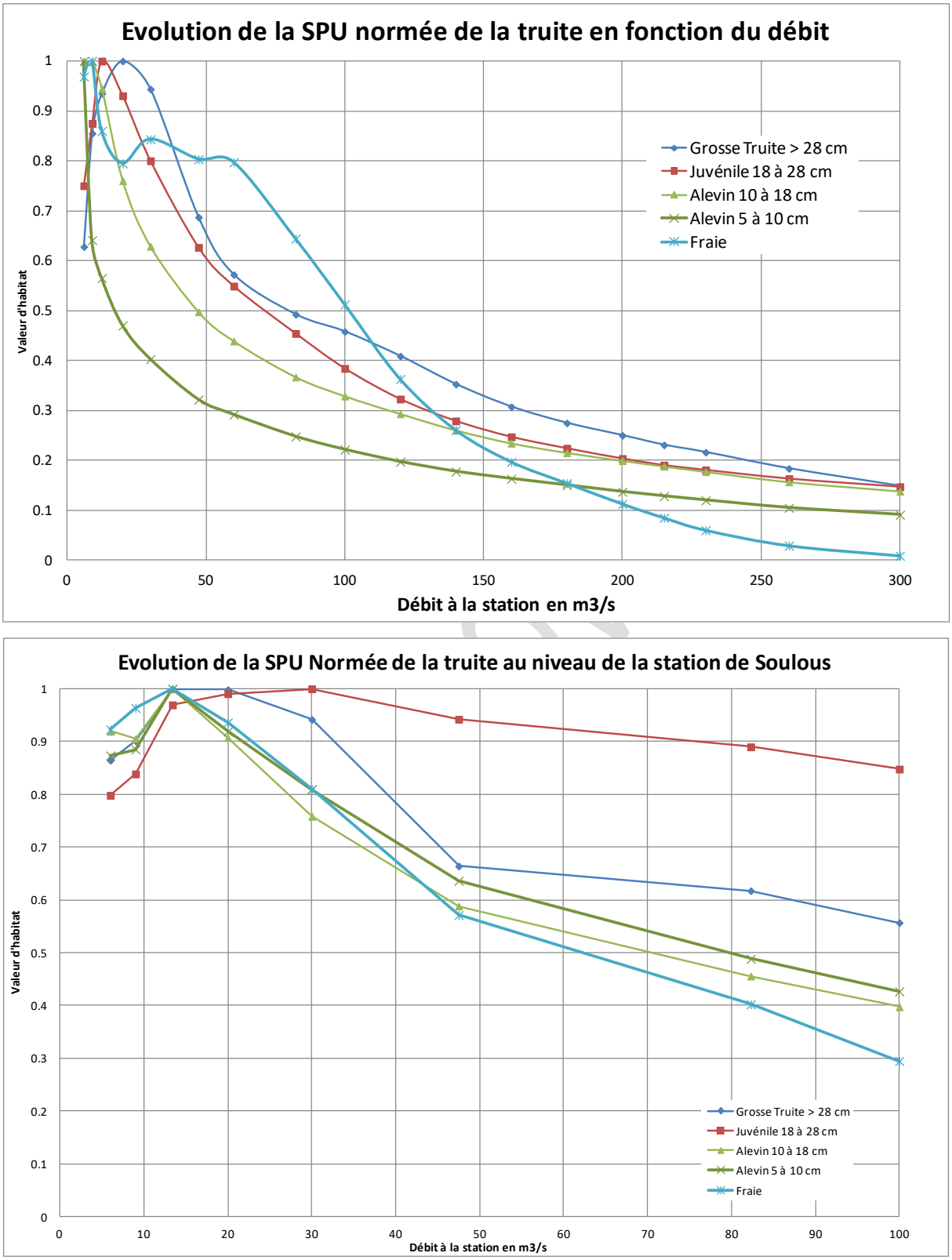


Figure 100 : Evolution de la SPU normée de la truite au niveau de la station de Noussol (en haut) et de Soulous (en bas).

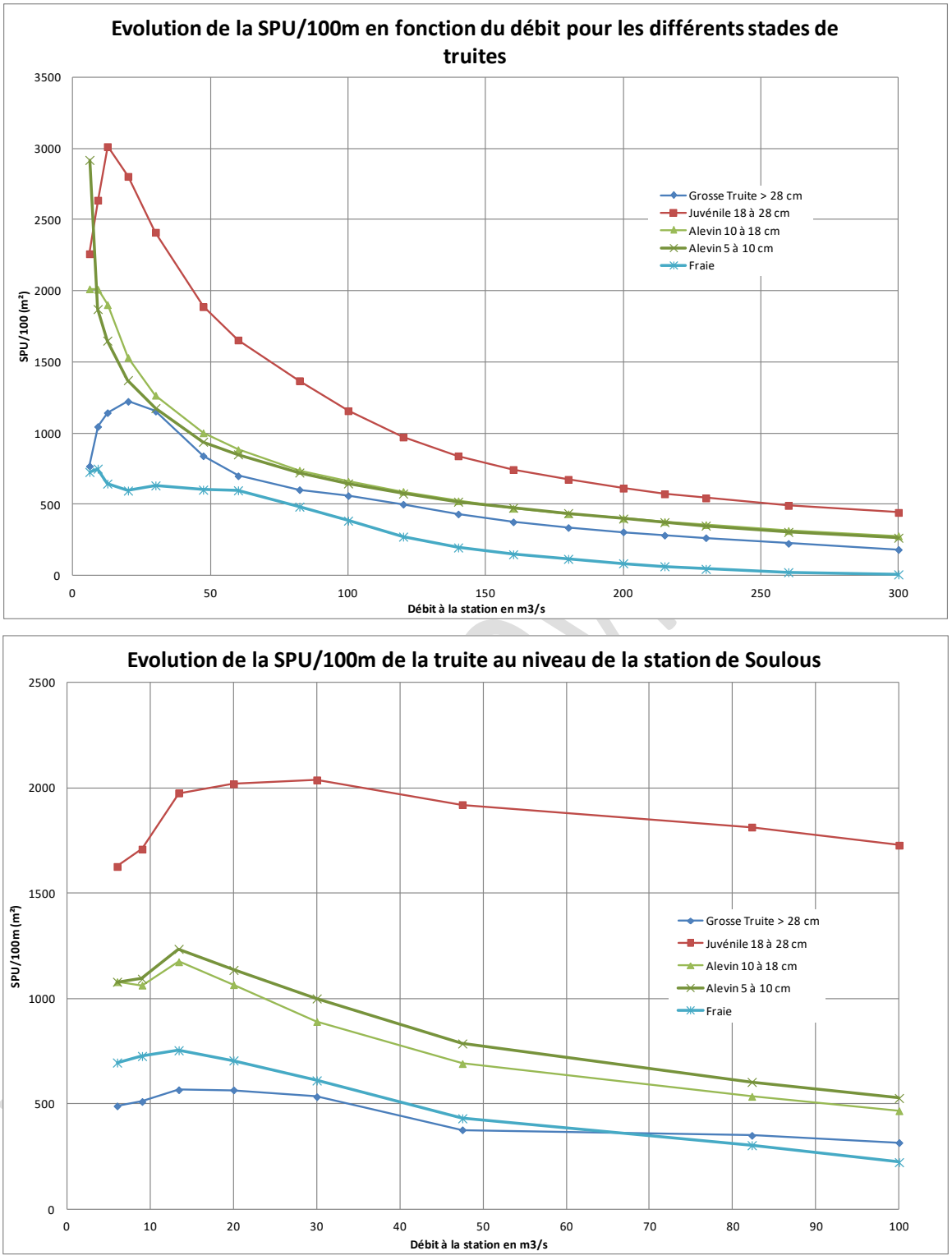


Figure 101 : Evolution de la SPU/100m de la truite au niveau de la station de Noussol (en haut) et de Soulous (en bas).

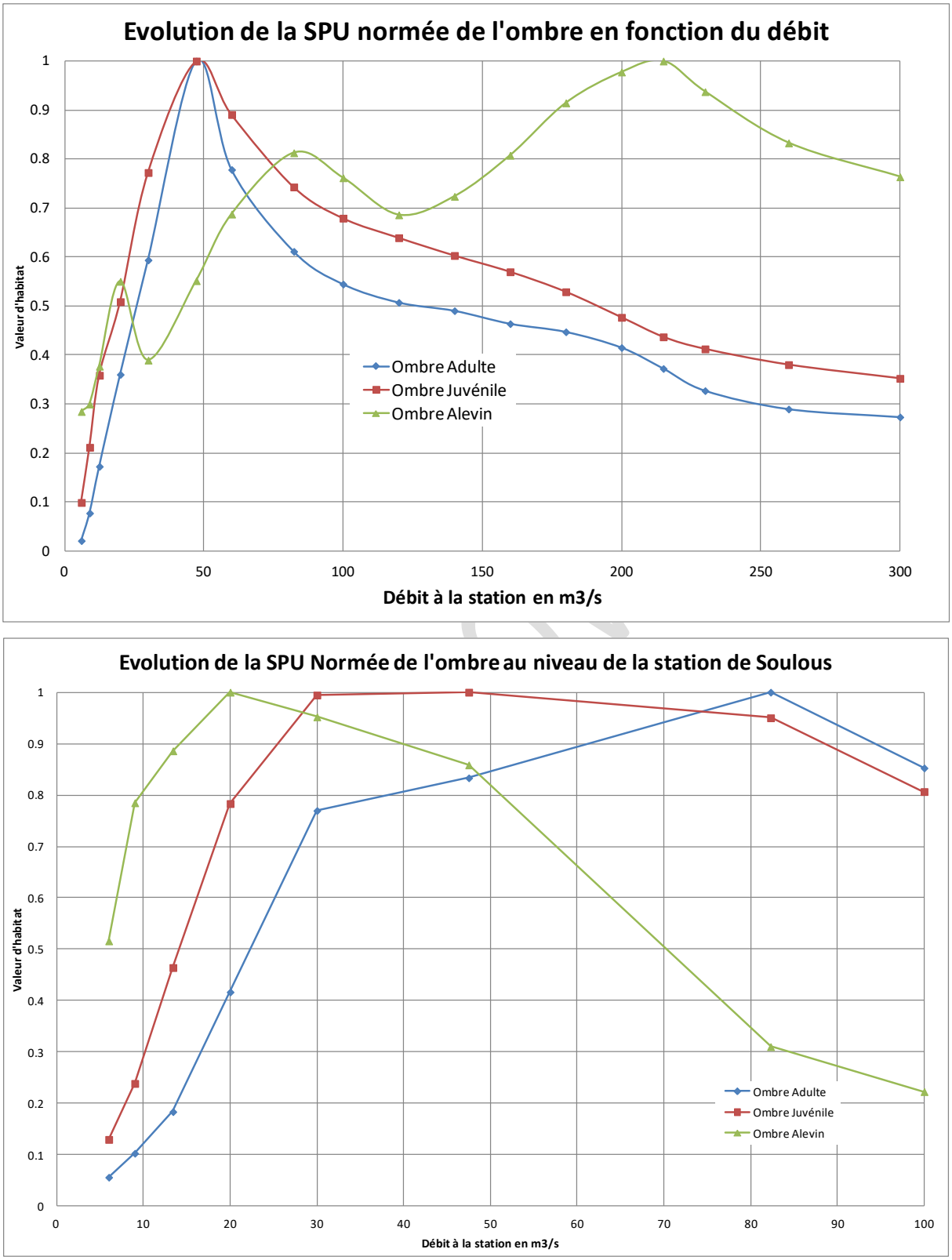


Figure 102 : Evolution de la SPU normée de l'ombre au niveau de la station de Noussol (en haut) et de Soulous (en bas).

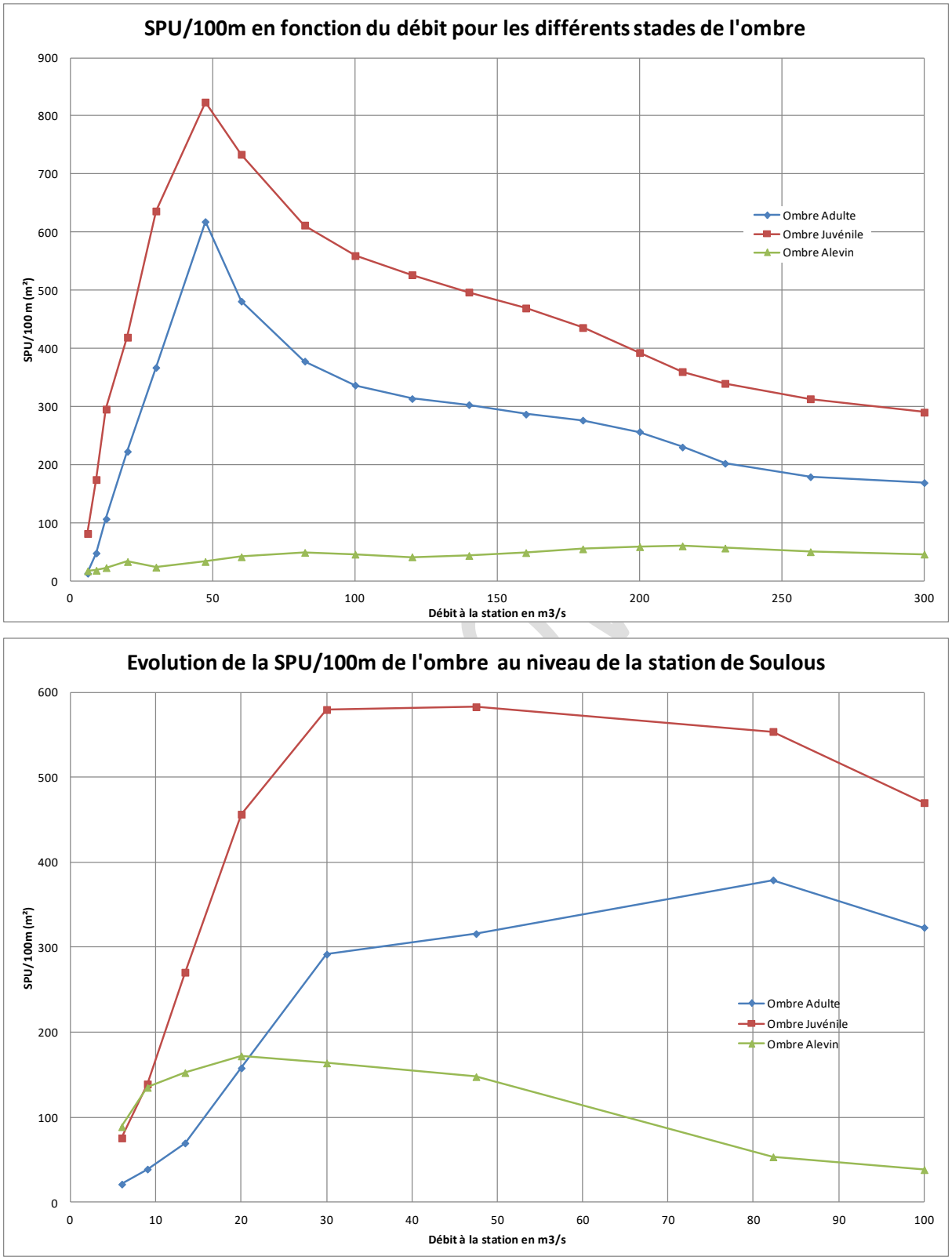


Figure 103 : Evolution de la SPU/100m de l'ombre au niveau de la station de Noussol (en haut) et de Soulous (en bas).

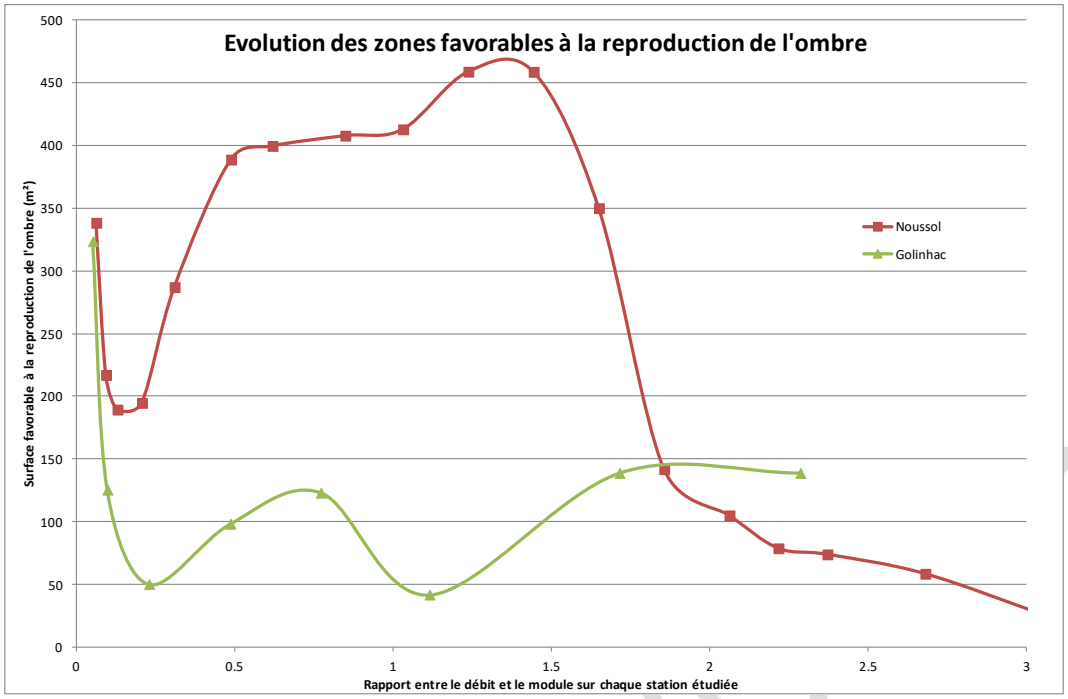


Figure 104 : Evolution des zones favorables à la reproduction de l'ombre.

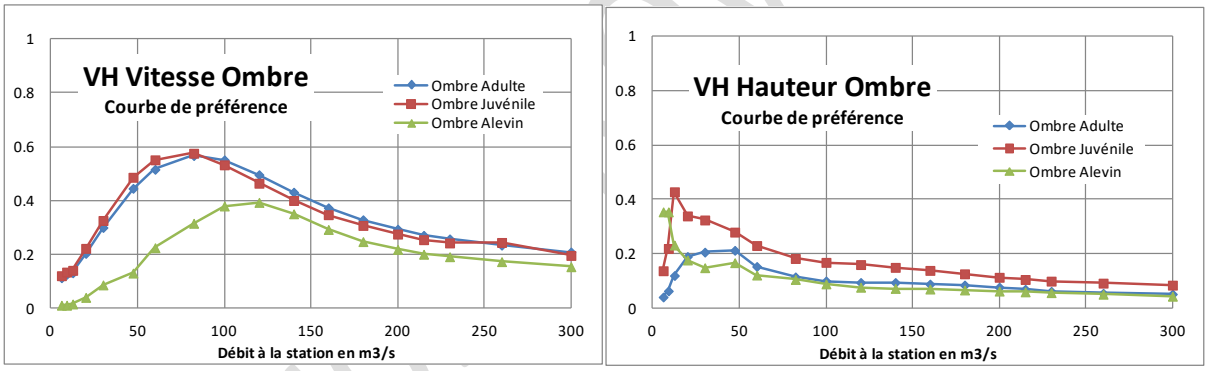


Figure 105 : Valeur d'habitat hauteur vitesse de l'ombre sur la station de Noussol.

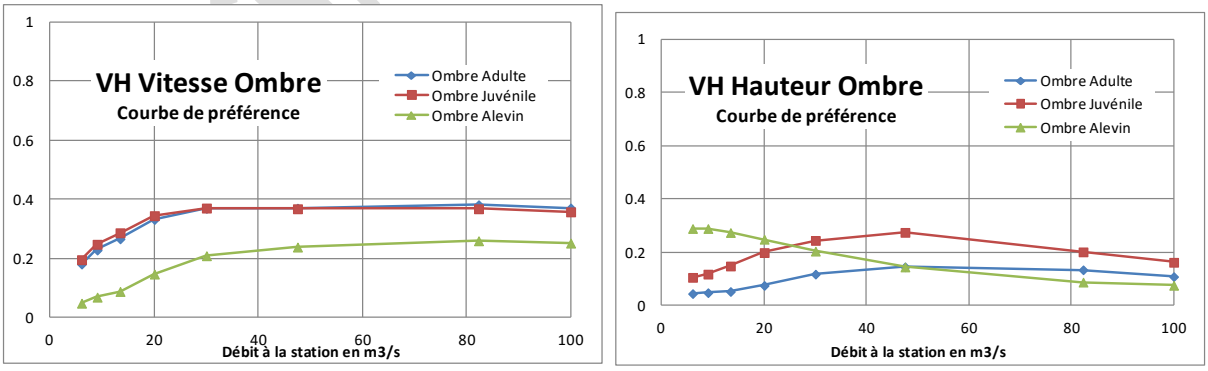


Figure 106 : Valeur d'habitat hauteur et vitesse de l'ombre sur la station de Soulous.

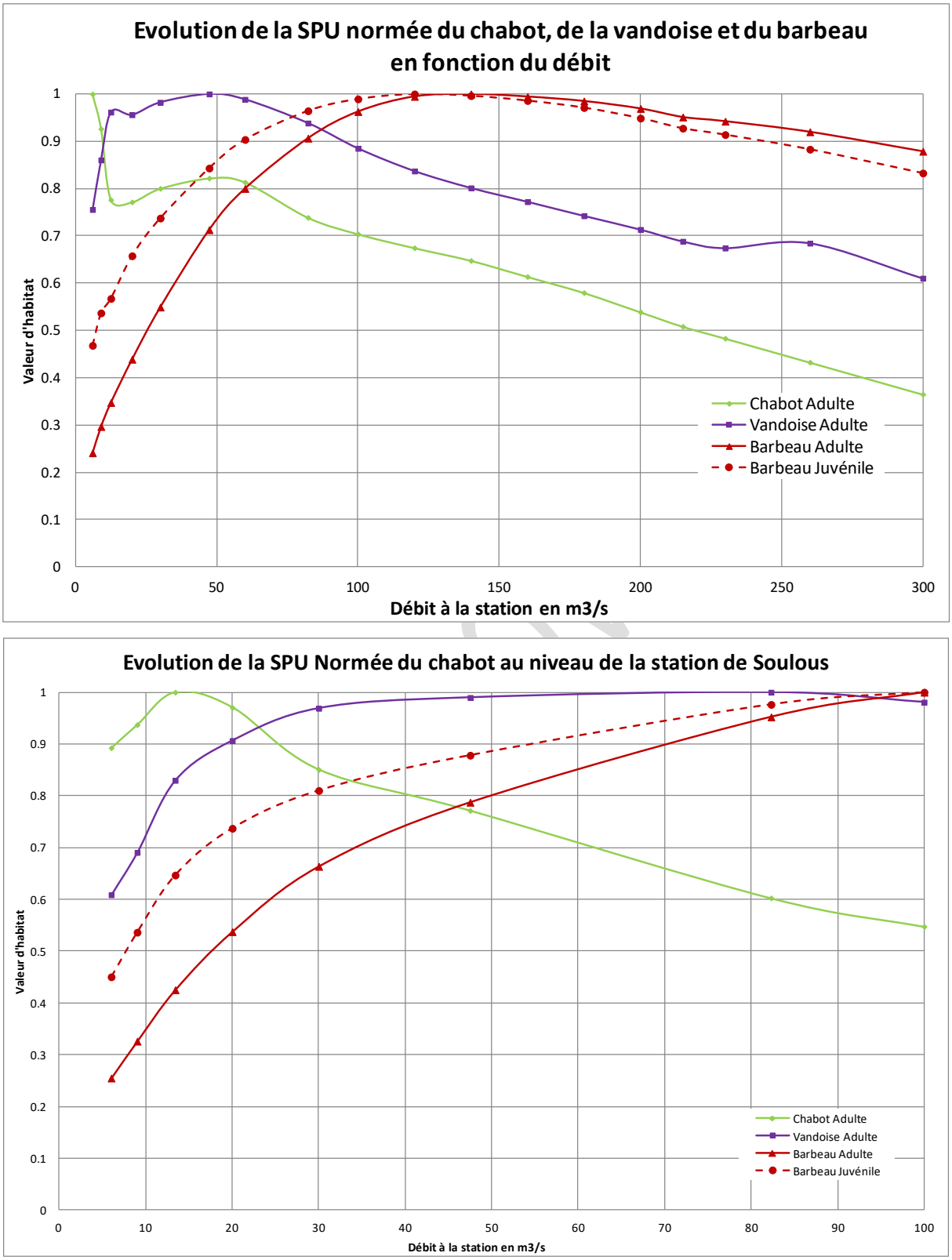


Figure 107 : Evolution de la SPU normée du chabot, du barbeau et de la vandoise au niveau de la station de Noussol (en haut) et de Soulous (en bas).

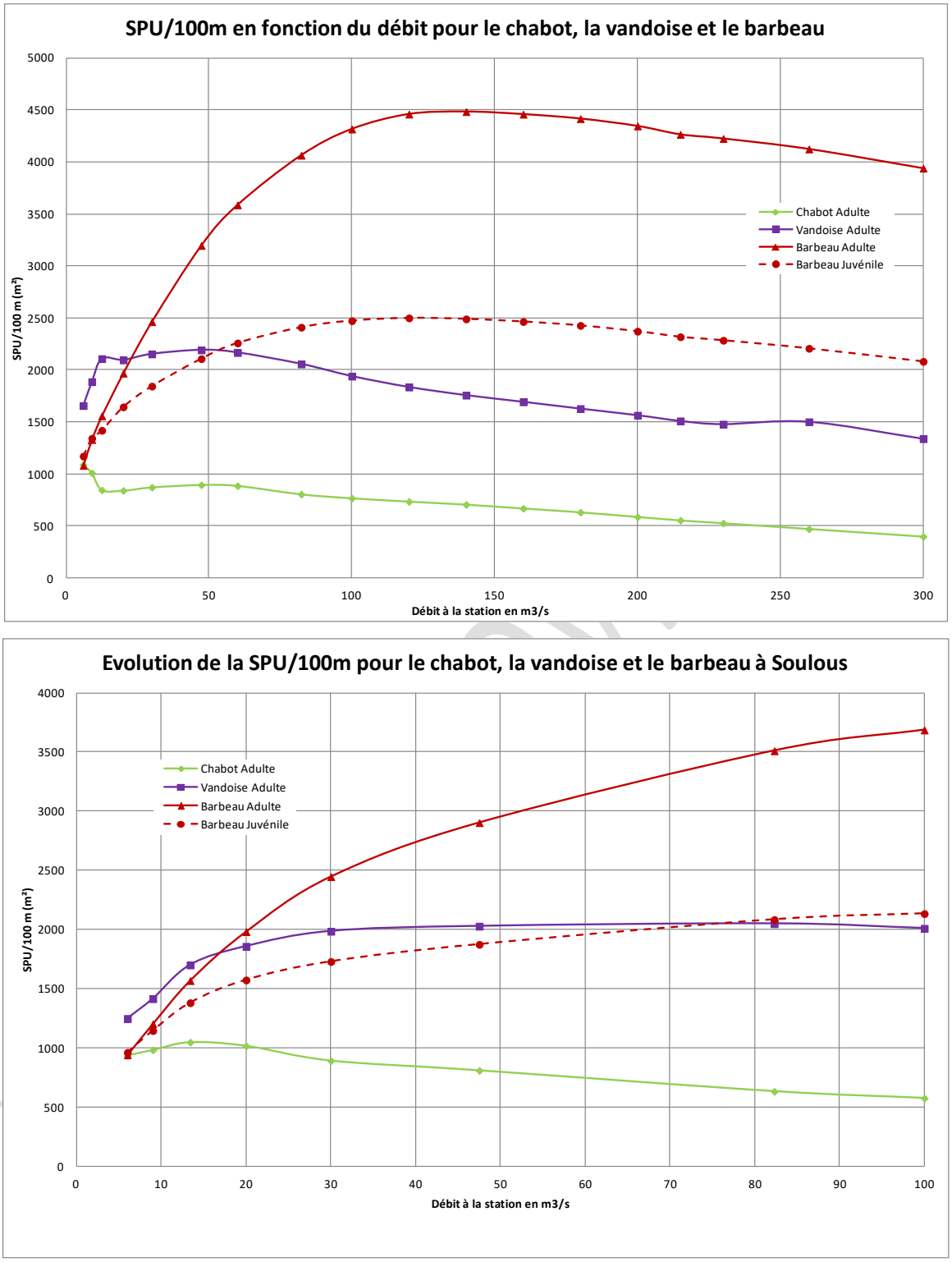


Figure 108 : Evolution de la SPU/100m pour le chabot, la vandoise et le barbeau sur la station de Noussol (en haut) et de Soulous (en bas).

11. Propositions de mesures de mitigation

La meilleure conciliation de la gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques et de l'état écologique des hydrosystèmes passe par la mise en œuvre de mesures saisonnaliseés en fonction des cycles biologiques des espèces. Cela amène à préconiser des mesures ambitieuses et contraignantes pour la gestion hydroélectrique durant les périodes de sensibilités maximales des espèces, et des mesures qui le sont moins en dehors de ces périodes.

Les mesures proposées visent à réduire les impacts du fonctionnement par éclusées sur les différentes espèces ciblées (truite, ombre, cyprinidés rhéophiles), mais devraient également se révéler profitables à d'autres, si ce n'est l'ensemble des espèces de poissons, ainsi qu'aux autres espèces (invertébrés, espèces terrestres inféodés au cours d'eau, …).

Les mesures de mitigation sont proposées pour chacun des 3 tronçons du Lot soumis aux éclusées hydroélectriques (1-Aval Castelnau ; 2-Aval Golinhac et 3-Aval Confluence Truyère), les préconisations pour les tronçons 2 et 3 étant en partie liées étant donné que l'aménagement de Golinhac est concerné dans les 2 cas.

11.1. Définition et date des périodes biologiques

Les contextes biologiques et hydrologiques et les résultats de l'étude amènent à préconiser des mesures de mitigation différenciées selon 3 périodes biologiques :

- 1) une période hivernale de reproduction des truites, puis d'incubation des œufs et de vie sous graviers des larves
- 2) une période printanière durant laquelle se déroule l'émergence des alevins de truite, ainsi que la reproduction de nombreuses espèces dont l'ombre et les cyprinidés rhéophiles (barbeau, vandoise notamment), l'incubation de leurs œufs et l'émergence de leurs alevins.
- 3) une période de croissance estivale et automnale pour l'ensemble des espèces.

Le timing de ces périodes dépend essentiellement du régime thermique du cours d'eau (revoir la partie 3). Les régimes thermiques des 3 tronçons du Lot soumis à éclusées étant proches, notamment en hiver et au printemps, les débuts et fins des périodes y sont définis de manière identiques.

La **période hivernale** est définie à partir du début de la reproduction des géniteurs de truite, jusqu'au début de la période printanière. Sur le Lot, la reproduction des géniteurs de truite débute probablement entre mi-novembre et début décembre. Il est proposé de retenir à ce stade une date de **début mi-novembre**.

La période printanière débute à partir du début de l'émergence des alevins de truite, jusqu'à la fin des premières semaines de vie des alevins des autres espèces (ombre et cyprinidés rhéophiles) durant lesquelles les individus sont les plus sensibles aux variations de débit. Il est proposé de retenir à ce stade une **période printanière allant de début mars à fin mai**. **La période printanière constitue la période de sensibilités maximales des espèces-cibles considérées.**

La **période estivale** s'étend ainsi **de début juin à mi-novembre**, période durant laquelle la sensibilité des espèces n'est plus maximale, mais n'est pas nulle non plus.

Les dates de début et fin des périodes nécessiterait d'être confirmées et éventuellement affinées, avec d'une part l'acquisition de davantage de données sur les

Version PROVISOIRE

régimes thermiques des différents tronçons du Lot, et en réalisant d'autre part des suivis biologiques sur la reproduction des géniteurs et l'émergence des alevins des différentes espèces (notamment truite, ombre, barbeau).

11.2. Raisonnement conduisant aux propositions de mesures de mitigation

11.2.1. Période hivernale

Durant la période hivernale, la mesure proposée consiste à **maintenir un débit minimum permettant de maintenir en eau les frayères de truites**. Le débit minimum n'assure pas forcément la fonctionnalité des sites de fraie. Cela n'est pas considéré problématique étant donné que les poissons doivent pouvoir trouver des conditions favorables à la fraie lors des éclusées dans la mesure où celles-ci durent suffisamment longtemps pour que les poissons aient le temps de creuser leurs frayères. La définition de ce débit minimum s'appuie sur les résultats :

- sur la mise en eau des surfaces de granulométrie favorables à la fraie des truites,
- et sur la caractérisation de l'hydrologie naturelle, au regard notamment des bas débits durant cette période.

En période hivernale, les taille atteintes par les poissons (les juvéniles notamment) et leur comportement (activité réduite [hors géniteurs de truites], utilisation d'habitats de refuge) les rendent moins sensibles aux variations de débit. C'est pourquoi en l'état des connaissances, il n'est pas proposé d'autres mesures durant cette période.

11.2.2. Période printanière

Durant la période printanière, qui constitue la période de sensibilités maximales des espèces-cibles considérées, les mesures proposées consiste à :

- **maintenir un débit de base des éclusées permettant de maintenir en eau autant que possible le lit du cours d'eau pour à la fois maintenir en eau les frayères d'ombre et de cyprinidés rhéophiles, et limiter les variations de surface mouillée et ainsi les risques d'échouage-piégeages des alevins**,
- **et limiter les gradients de débit à la baisse pour limiter les risques d'échouage-piégeages des alevins** sur les surfaces dont l'exondation n'est pas évitée par le débit de base maintenu.

La définition de ces mesures s'appuie sur les résultats :

- sur l'évolution en fonction du débit de la surface mouillée, de la mise en eau des surfaces de granulométrie favorables à la fraie des ombres, des habitats des différentes espèces,
- sur les relations entre gradients de niveau d'eau et gradients de débits,
- et sur la caractérisation de l'hydrologie naturelle, au regard notamment des bas débits et des gradients de baisse naturels durant cette période.

Concernant les gradients de baisse de débit, les préconisations dans la bibliographie pour limiter le phénomène d'échouage-piégeage varient selon les auteurs entre 10-15 cm/h et 2.5 cm/h. La morphologie des zones exondées joue également un rôle, la sensibilité des

Version PROVISOIRE

alevins à l'échouage-piégeage semblant en particulier augmenter avec la taille du substrat, la présence d'abris et la végétalisation des bancs (voir Courret 2014). **En première approche sur le Lot, il est proposé de définir des gradients de baisse des débits permettant de ne pas dépasser des gradients de baisse des niveaux d'eau de 10 cm/h.** Dans les années à venir, il serait utile de réaliser des suivis de l'échouage-piégeage des alevins de manière à apprécier avec quelle ampleur le phénomène peut se produire, et en fonction faire évoluer la définition des mesures de mitigation.

Une autre mesure pourrait consister à limiter les gradients de hausse de débit ainsi que le débit maximum turbiné pour éviter la dérive des alevins et/ou la mise en eau de contextes morphologiques qui se révèlent particulièrement source d'échouages-piégeages lors des baisses de débit. Ce type de mesure n'est pas apparu nécessaire sur les différents tronçons du Lot en l'état des connaissances.

11.2.3. Période estivale

En période estivale, durant laquelle les durées de bas débit peuvent être longues, **la première mesure proposée consiste à maintenir un <u>débit minimum</u> permettant de ne pas pénaliser la fonctionnalité des habitats de croissance par rapport à l'hydrologie naturelle.** La définition de ce débit minimum s'appuie sur les résultats :

- sur l'évolution en fonction du débit de la surface mouillée et des habitats des différentes espèces,
- et sur la caractérisation de l'hydrologie naturelle, au regard notamment des bas débits durant cette période.

En période estivale, même si on n'est plus dans la période de sensibilité maximale des espèces aux variations de débit, leur sensibilité n'en devient toutefois pas nulle. Dans la mesure où dans la gestion actuelle sur le Lot, il n'y a pas d'arrêt estival des éclusées comme cela est par exemple le cas sur la Dordogne (Courret et al., 2006), **il est également proposé de poursuivre l'application des gradients maximaux de baisse de débit, avec 2 modalités de débit de base des éclusées selon leurs amplitudes** :

- Soit des éclusées avec un débit de base "réduit" égal au débit minimum défini précédemment pour ne pas pénaliser la fonctionnalité des habitats, mais avec une amplitude limitée,
- Soit des éclusées sans limite d'amplitude, mais s'inscrivant sur un débit de base "soutenu" égal au débit de base printanier.

Le raisonnement est que s'il y a suffisamment d'eau pour réaliser des éclusées de fortes amplitudes, il y a également suffisamment d'eau pour maintenir un débit de base soutenu, et inversement.

Lors de la transition entre les périodes printanières et estivales, **une attention particulière est à apporter à la première baisse entre le débit de base "soutenu" et le débit minimum qui va dénoyer des surface en eau depuis longtemps (depuis début mars, voire mi-novembre) et donc largement colonisées par les poissons et les invertébrés. C'est pourquoi, à ce stade, il est proposé de réaliser cette baisse avec un gradient de débit permettant de ne pas dépasser un gradient de niveau d'eau de 5 cm/h. Il est toutefois possible que des valeurs de gradients bien plus faibles s'avèrent nécessaires pour éviter de conséquents impacts.** Il est également proposé d'adopter ce gradient de baisse après chaque période durant laquelle un débit de base "soutenu" aura été maintenu.

Version PROVISOIRE

11.3. Propositions pour le tronçon 1 - Aval Castelnau

Durant la période hivernale, il est proposé de maintenir **un débit minimum** de l'ordre de 5 m³/s à la station d'Espalion, soit environ **17% du module, correspondant à 4.2 m³/s à l'aval du barrage de Castelnau**.

Par rapport à l'hydrologie naturelle, ce débit est de l'ordre du Q90-95 en novembre, du Q97-Q99 en décembre et inférieurs au minimum en janvier et mars (≥ 30% du module). Il apparaît donc pouvoir être maintenu sans problème par rapport aux débits naturels entrant.

Cela permet sur la station d'Espalion de maintenir :

- une surface mouillée d'environ 23500 m²; ce qui représente 14% de plus qu'à 2.4 m³/s, et 70% de la surface mouillée au débit maximum turbiné (97 m³/s).
- environ 75% de la surface de granulométrie favorable à la fraie par rapport à l'ensemble des surface mises en eau au débit maximum turbiné, contre 65% à 2.4 m³/s (soit une augmentation relative de 15% entre 2.4 et 5 m³/s).

Ce débit apparaît comme le débit optimum vis-à-vis de la fonctionnalité des sites de fraie pour la truite.

Durant la période printanière, il est proposé de maintenir **un débit minimum** de l'ordre de 10 m³/s à la station d'Espalion, soit environ **33% du module, correspondant à 8.2 m³/s à l'aval du barrage de Castelnau**.

Par rapport à l'hydrologie naturelle, ce débit est de l'ordre du débit minimum en mars, du Q85 en avril et du Q75-Q85 en mai. Il apparaît donc pouvoir être maintenu sans problème par rapport aux débits naturels entrant, au moins en mars et avril.

Cela permet notamment sur la station d'Espalion de maintenir une surface mouillée d'environ 25500 m²; ce qui représente 24% de plus qu'à 2.4 m³/s, et 76% de la surface mouillée au débit maximum turbiné. Ce débit ne permet toutefois pas une véritable mise en eau du bras secondaire de la station (environ 10% de la surface en eau par rapport au débit maximum turbiné).

Il est également proposé de limiter les gradients de baisse de débit à l'aval de Castelnau :

- à 5 m³/s/h (soit 20% du module/heure) entre le débit minimum (8.2 m³/s) et le module (25 m³/s), ce qui implique qu'une baisse entre ces 2 débits doit se dérouler au plus vite en 3H25. Cette valeur demeure toutefois encore près de 10 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.
- à 8 m³/s/h (soit 32% du module/heure) entre le module (25 m³/s) et le débit maximum turbiné (95 m³/s), ce qui implique qu'une baisse entre ces 2 débits doit se dérouler au plus vite en 8H45. Cette valeur demeure toutefois encore 3 à 5 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.

Durant la période estivale, il est proposé de maintenir **un débit minimum** de l'ordre de 2.4 m³/s à la station d'Espalion, soit environ **8% du module, correspondant à 2 m³/s à l'aval du barrage de Castelnau** (comme à ce jour). Ce débit apparaît déjà pénalisant pour l'habitat de la plupart des espèces ou stades. Cette valeur de débit est toutefois de l'ordre de grandeur des étiages naturels du Lot : de l'ordre du Q95 en juin, du Q75 en juillet du Q65-Q75 en août et septembre, du Q75 en octobre et du Q99 en novembre. Il convient en revanche de ne pas descendre en deçà.

Avec le débit minimum de 2 m³/s, il est proposé que les débits maximum des éclusées ne dépassent environ 25 m³/s (module), ce qui permet de limiter les variations de

Version PROVISOIRE

surface mouillée à environ 30% (valeur déjà élevée). **Lors de la réalisation d'éclusées à plus de 25 m³/s, il est préconisé de maintenir le même débit de base qu'au printemps, soit 8.2 m³/s** (réduction de surface mouillée de l'ordre de 25% entre le débit maximum turbiné et ce débit).

Après le maintien prolongé du débit de base à 8.2 m³/s (en particulier lors de la période baisse suite à la transition entre les périodes printanières et estivales), **il est proposé de réaliser la baisse vers le débit minimum de 2 m³/s avec un gradient maximum de 1.5 m³/s/h (soit une baisse en un peu plus que 4H)**. Cette valeur demeure toutefois environ 10 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.

Mesures de mitigation proposées pour **le Lot à l'aval de Castelnau** (module de 25 m³/s)				
Période biologique		1) "Hiver" Repro TRF + incubation des œufs et vie sous graviers des larves	2) "Printemps" émergence des alevins TRF + repro OMB et cyprinidés rhéophiles, incubation des œufs et émergence des alevins.	3) "Etat et automne" Croissance des individus
Date		15 novembre au 28 février	1er mars au 31 mai	1er juin au 14 novembre
Débit minimum		Mini : 4.2 m³/s (16% du mod)	Mini : 8.2 m³/s (33% du mod)	Mini : 2 m³/s (8% du mod) Base si Qéclusées > ≈ 25 m³/s : 8.2 m³/s (33% du mod)
Gradients de variation maximaux à la baisse	Entre 2 et 8.2 m³/s	Sans objet	Sans objet	Après le maintien prolongé du débit de base : 1.5 m³/s/h (6% du mod/h) Autres baisses : 3 m³/s/h (12% du mod/h)
	Entre 8.2 et 25 m³/s	Sans objet	5 m³/s/h (20% du mod/h)	5 m³/s/h (20% du mod/h)
	Entre 25 et 95 m³/s	Sans objet	8 m³/s/h (32% du mod/h)	8 m³/s/h (32% du mod/h)

Tableau 16 : Mesures de mitigation proposées (débits minima et gradient maximaux) en fonction des périodes de l'année, pour le Lot à l'aval de Castelnau (tronçon 1).

Version PROVISOIRE

11.4. Propositions pour le tronçon 2 - Aval Golinhac

Durant la période hivernale, il est proposé de maintenir **un débit minimum de 6.5 m³/s à l'aval du barrage de Golinhac**, soit environ **20% du module**.

Par rapport à l'hydrologie naturelle, ce débit est de l'ordre du Q90 en novembre, du Q97 en décembre et inférieurs au minimum en janvier et mars (≥ 30% du module). Il apparaît donc pouvoir être maintenu sans problème par rapport aux débits naturels entrant.

Cela permet sur la station de Roc de Carlus de maintenir :

- une surface mouillée d'environ 31000 m²; ce qui représente 19% de plus qu'à 2 m³/s (débit réservé actuel), et 78% de la surface mouillée au débit maximum turbiné (86.2 m³/s).
- environ 80% de la surface de granulométrie favorable à la fraie par rapport à l'ensemble des surface mises en eau au débit maximum turbiné, contre 69% à 2 m³/s (soit une augmentation relative de 16% entre 2 et 6.5 m³/s).

Ce débit apparaît proche du débit optimum vis-à-vis de la fonctionnalité des sites de fraie pour la truite.

Durant la période printanière, il est proposé de maintenir **un débit minimum de l'ordre de 12 m³/s à l'aval du barrage de Golinhac**, soit environ **36% du module**.

Par rapport à l'hydrologie naturelle, ce débit est de l'ordre du Q99 en mars, du Q85 en avril et du Q75 en mai. Il apparaît donc pouvoir être maintenu sans problème par rapport aux débits naturels entrant, au moins en mars et avril.

Cela permet notamment sur la station de Roc de Carlus de maintenir une surface mouillée d'environ 33000 m²; ce qui représente 29% de plus qu'à 2 m³/s, et 83% de la surface mouillée au débit maximum turbiné. Ce débit ne permet toutefois pas une véritable mise en eau du bras secondaire de la station (moins de 10% de la surface en eau par rapport au débit maximum turbiné).

Il est également proposé de limiter les gradients de baisse de débit à l'aval de Castelnau :

- à 6.5 m³/s/h (soit 20% du module/heure) entre le débit minimum (12 m³/s) et le module (33 m³/s), ce qui implique qu'une baisse entre ces 2 débits doit se dérouler au plus vite en 3H15. Cette valeur demeure toutefois encore près de 10 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.
- à 10 m³/s/h (soit 30% du module/heure) entre le module (33 m³/s) et le débit maximum turbiné (82 m³/s), ce qui implique qu'une baisse entre ces 2 débits doit se dérouler au plus vite en 5H. Cette valeur demeure toutefois environ 8 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.

Durant la période estivale, il est proposé de maintenir **un débit minimum de 3 m³/s à l'aval du barrage de Golinhac**, soit environ **9% du module** (comme actuellement). Ce débit apparaît déjà pénalisant pour l'habitat de la plupart des espèces ou stades. Cette valeur de débit est toutefois de l'ordre de grandeur des étiages naturels du Lot : de l'ordre du Q95 en juin, du Q75 en juillet du Q65-Q75 en août et septembre, du Q75 en octobre et du Q99 en novembre. Il convient en revanche de ne pas descendre en deçà.

Avec le débit minimum de 3 m³/s, il est proposé que les débits maximum des éclusées ne dépassent environ 33 m³/s (module), ce qui permet de limiter les variations de surface mouillée à environ 23% (valeur déjà élevée). **Lors de la réalisation d'éclusées à plus de 33 m³/s, il est préconisé de maintenir le même débit de base qu'au printemps,**

Version PROVISOIRE

soit 12 m³/s (réduction de surface mouillée de l'ordre de 17% entre le débit maximum turbiné et ce débit).

Après le maintien prolongé du débit de base à 12 m³/s (en particulier lors de la période baisse suite à la transition entre les périodes printanières et estivales), **il est proposé de réaliser la baisse vers le débit minimum de 3 m³/s avec un gradient maximum de 2 m³/s/h (soit une baisse en 4H30)**. Cette valeur demeure toutefois environ 10 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.

Mesures de mitigation proposées pour **le Lot à l'aval de Golinhac** (module de 33.2 m³/s)				
Période biologique		1) "Hiver" Repro TRF + incubation des œufs et vie sous graviers des larves	2) "Printemps" émergence des alevins TRF + repro OMB et cyprinidés rhéophiles, incubation des œufs et émergence des alevins.	3) "Etat et automne" Croissance des individus
Date		15 novembre au 28 février	1er mars au 31 mai	1er juin au 14 novembre
Débit minimum		Mini : 6.5 m³/s (20% du mod)	Mini : 12 m³/s (36% du mod)	Mini : 3 m³/s (9% du mod) Base si Qéclusées > ≈ 33 m³/s : 12 m³/s (36% du mod)
Gradients de variation maximaux à la baisse	Entre 3 et 12 m³/s	Sans objet	Sans objet	Après le maintien prolongé du débit de base : 2 m³/s/h (6% du mod/h) Autres baisses : 4 m³/s/h (12% du mod/h)
	Entre 12 et 33 m³/s	Sans objet	6.5 m³/s/h (20% du mod/h)	6.5 m³/s/h (20% du mod/h)
	Entre 33 et 82 m³/s	Sans objet	10 m³/s/h (30% du mod/h)	10 m³/s/h (30% du mod/h)

Tableau 17 : Mesures de mitigation proposées (débits minima et gradient maximaux) en fonction des périodes de l'année, pour le Lot à l'aval de Golinhac (tronçon 2).

Version PROVISOIRE

11.5. Propositions pour le tronçon 3 - Aval confluence Truyère

Durant la période hivernale, il est proposé de maintenir **un débit minimum de 19 m³/s en aval de la confluence avec la Truyère**, soit environ **20% du module**. Cela amène donc à rajouter 12.5 m³/s par rapport au débit minimum préconisé à l'aval de Golinhac.

Par rapport à l'hydrologie naturelle, ce débit est de l'ordre du Q90-Q95 en novembre, du Q97-Q99 en décembre et inférieurs au minimum en janvier et mars (≥ 25-30% du module). Il apparaît donc pouvoir être maintenu sans problème par rapport aux débits naturels entrant.

Cela permet sur les stations de Noussol et Soulous de maintenir :

- des surfaces mouillées d'environ 40000 et 48000 m²; ce qui représente 31% de plus qu'à 6 m³/s (débit réservé actuel), et 70% de la surface mouillée au débit maximum turbiné (306 m³/s).
- environ 75% de la surface de granulométrie favorable à la fraie par rapport à l'ensemble des surface mises en eau au débit maximum turbiné, contre 57-63% à 6 m³/s (soit une augmentation relative de 25% entre 6 et 19 m³/s).

Ce débit apparaît proche du débit optimum vis-à-vis de la fonctionnalité des sites de fraie pour la truite.

Durant la période printanière, il est proposé de maintenir **un débit minimum de l'ordre de 35 m³/s en aval de la confluence avec la Truyère**, soit environ **36% du module**. Cela amène donc à rajouter 24 m³/s par rapport au débit minimum préconisé à l'aval de Golinhac.

Par rapport à l'hydrologie naturelle, ce débit est de l'ordre du Q97 en mars, du Q99 en avril et du Q90-Q95 en mai. Il apparaît donc pouvoir être maintenu sans problème par rapport aux débits naturels entrant, au moins en mars et avril.

Cela permet sur les stations de Noussol et Soulous de maintenir une surface mouillée d'environ 44500 et 53000 m²; ce qui représente 45% de plus qu'à 6 m³/s, et 78% de la surface mouillée au débit maximum turbiné. Ce débit permet de maintenir en eau environ 80% des plages sur la station de Noussol et 50% sur celle de Soulous. Il permet également une bonne mise en eau du bras secondaire de Noussol, avec près de 60% de sa surface en eau.

Il est également proposé de limiter les gradients de baisse de débit :

- à 10 m³/s/h (soit 10.5% du module/heure) entre le débit minimum (35 m³/s) et le module (95 m³/s), ce qui implique qu'une baisse entre ces 2 débits doit se dérouler au plus vite en 6H. Cette valeur demeure toutefois encore 6 à 10 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.
- à 20 m³/s/h (soit 21% du module/heure) entre le module (95 m³/s) et le débit maximum turbiné (352 m³/s), ce qui implique qu'une baisse entre ces 2 débits doit se dérouler au plus vite en 12H50. Cette valeur demeure toutefois encore 5 à 7 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.

Durant la période estivale, il est proposé de maintenir **un débit minimum de 9 m³/s en aval de la confluence avec la Truyère, cette valeur étant déjà identifié comme débit d'objectif d'étiage (DOE) dans le plan de gestion des étiages** (Entente Lot - Eaucéa, 2007), et correspondant à environ **9.5% du module** (valeur plus élevée qu'actuellement [7 m³/s]). Cela amène donc à rajouter 6 m³/s par rapport au débit minimum préconisé à l'aval de Golinhac.

Ce débit apparaît déjà pénalisant pour l'habitat de la plupart des espèces ou stades. Cette valeur de débit est toutefois de l'ordre de grandeur des étiages naturels du Lot : inférieurs

Version PROVISOIRE

au minimum en juin, de l'ordre de Q90 en juillet, du Q75 en août, du Q85-Q90 en septembre et du minimum en octobre. Il convient en revanche de ne pas descendre en deçà.

Avec le débit minimum de 9 m³/s, il est proposé que les débits maximum des éclusées ne dépassent environ 33 m³/s (module), ce qui permet de limiter les variations de surface mouillée à environ 24% (valeur déjà élevée). **Lors de la réalisation d'éclusées à plus de 33 m³/s, il est préconisé de maintenir le même débit de base qu'au printemps, soit 34 m³/s** (réduction de surface mouillée de l'ordre de 22% entre le débit maximum turbiné et ce débit).

Après le maintien prolongé du débit de base à 34 m³/s (en particulier lors de la période baisse suite à la transition entre les périodes printanières et estivales), **il est proposé de réaliser la baisse vers le débit minimum de 9 m³/s avec un gradient maximum de 2.5 m³/s/h (soit une baisse en au moins 10H)**. Cette valeur demeure toutefois encore 6 à 10 fois supérieure aux gradients naturels de baisse sur cette gamme de débit.

Version PROVISOIRE

Mesures de mitigation proposées pour **le Lot en aval de la confluence avec la Truyère** (module de 95 m³/s)				
Période biologique		1) "Hiver" Repro TRF + incubation des œufs et vie sous graviers des larves	2) "Printemps" émergence des alevins TRF + repro OMB et cyprinidés rhéophiles, incubation des œufs et émergence des alevins.	3) "Etat et automne" Croissance des individus
Date		15 novembre au 28 février	1er mars au 31 mai	1er juin au 14 novembre
Débit minimum		Mini : 19 m³/s (20% du mod)	Mini : 34 m³/s (36% du mod)	Mini : 9 m³/s (9.5% du mod) Base si Qéclusées > ≈ 95 m³/s : 34 m³/s (36% du mod)
Gradients de variation maximaux à la baisse	Entre 9 et 35 m³/s	Sans objet	Sans objet	Après le maintien prolongé du débit de base : 2.5 m³/s/h (2.6% du mod/h) Autres baisses : 5 m³/s/h (5.3% du mod/h)
	Entre 35 et 95 m³/s	Sans objet	10 m³/s/h (10.5% du mod/h)	10 m³/s/h (10.5% du mod/h)
	Entre 95 et 370 m³/s	Sans objet	20 m³/s/h (21% du mod/h)	20 m³/s/h (21% du mod/h)

Tableau 18 : Mesures de mitigation proposées (débits minima et gradient maximaux) en fonction des périodes de l'année, pour le Lot en aval de la confluence avec la Truyère (tronçon 3).

Version PROVISOIRE

12. Conclusions et perspectives

Cette étude sur l'impact écologique du fonctionnement par éclusées des aménagements hydroélectriques a porté sur 3 tronçons du Lot différenciés selon les aménagements hydroélectriques qui en influencent l'hydrologie :

- **Tronçon 1 : du barrage-usine de Castelnau, jusqu'à la retenue de Golinhac (22.3 km)**. L'hydrologie y est influencée par la gestion de l'aménagement de Castelnau.
- **Tronçon 2 : de l'usine de Golinhac, jusqu'à la confluence de la Truyère (6.6 km)**. L'hydrologie y est influencée par la gestion de l'aménagement de Golinhac.
- **Tronçon 3 : de la confluence de la Truyère, jusqu'au Port d'Agrès (34.7 km)**, limite aval du secteur d'étude. L'hydrologie y est influencée par la gestion de l'aménagement de Golinhac sur le Lot et de la chaîne d'aménagements sur la Truyère.

Il a été réalisé :

- **une description des habitats dans les différents tronçons à hydrologie homogène** au sein du secteur d'étude, permettant notamment de définir des stations qui en sont représentatives,
- **une caractérisation du régime thermique influencé**, sur 2 périodes d'une durée cumulée de presque 2 années. Cela a permis d'observer qu'il ne se produit pas de phénomène de thermopeaking significatif, et de mieux cerner les périodes biologiques des différentes espèces (reproduction, émergence, croissance).
- **une caractérisation de l'hydrologie naturelle** à partir de données historiques sur les 3 tronçons fournissant une référence naturelle notamment sur la fréquence des débits et sur les gradients de variations.
- **une caractérisation de l'hydrologie influencée et des régimes d'éclusées générés par les aménagements** principalement sur les tronçons 2 et 3. Cela a permis d'apprécier les écarts entre les hydrologies influencées et naturelle et de caractériser les éclusées et leur degré de sévérité.
- à partir des modélisations hydrauliques sur les stations représentatives des tronçons, **une analyse de l'évolution des paramètres hydromorphologiques et des habitats piscicoles en fonction du débit**, utiles à la définition des mesures de mitigation.

L'ensemble de ces résultats a permis de **proposer, pour chaque tronçon, des mesures sur la gestion des débits à l'aval des aménagements pour limiter l'impact écologique des éclusées, en différenciant 3 périodes** : hivernale (mi-novembre à fin février), printanière (début mars à fin mai) et estivale (début juin à mi-novembre). Les mesures consistent principalement à maintenir des débits minima ou débits de base des éclusées de l'ordre de 8% à 36% des modules selon les périodes, et à limiter les gradients lors des baisses de débits à des valeurs variant entre 2.5% et 30% du module / heure selon les tronçons, les périodes et les gammes de débit.

Version PROVISOIRE

L'impact énergétique et économique des mesures proposées est à présent à évaluer pour en apprécier l'acceptabilité, cela ne pouvant être réalisé que par l'exploitant des aménagements, EDF.

En complément des mesures proposées sur la gestion des débits, des opérations de travaux sur la morphologie des cours d'eau pourraient s'avérer utiles, voire incontournables, pour apporter une solution dans certains contextes morphologiques particulièrement problématiques comme les bras secondaires. Leur efficacité reste toutefois ponctuelle et ces opérations ne peuvent généralement pas, à elles seules, suffire à limiter de façon satisfaisante l'impact des éclusées à l'échelle d'un tronçon de cours d'eau (Chanseau et al. 2008).

Parmi les compléments et suites à donner à cette étude, il serait nécessaire :

- de compléter les connaissances du régime thermique des 3 tronçons, avec la pose d'une sonde en partie amont de chaque tronçon
- de caractériser le régime d'éclusées sur le tronçon 1 à l'aval de Castelnau, cela n'ayant pas pu être réalisé étant donné l'absence de station hydrométrique publique sur ce tronçon. L'exploitant possède toutefois sans doute les données permettant de mener cette analyse (chronique des débits turbinés).
- de suivre périodiquement les évolutions des régimes d'éclusées sur les tronçons 2 et 3, au travers notamment de l'indicateur "éclusées".

A présent, la priorité est de réaliser des suivis biologiques sur les différents tronçons visant :

- **D'une part à caractériser l'état actuel des peuplements de poissons du Lot**.

La taille du cours d'eau, en particulier sur le tronçon 3, rend probablement difficile une caractérisation complète des peuplements (difficulté d'échantillonnage des milieux grands et profonds). Il serait toutefois utile de caractériser le niveau de recrutement en alevins des espèces, traduisant le succès combiné des phases de reproduction, d'incubation, d'émergence et les premiers mois de vie, qui sont les plus sensibles aux éclusées hydroélectriques. Les protocoles pourraient s'inspirer de ceux mis en œuvre notamment sur la Dordogne (Clavé, 2015) et la Creuse (Lascaux et al. 2013), et qui apportent des résultats intéressants sur l'impact des éclusées et l'effet de mesures mises en place.

- **D'autre part, à suivre certaines phases biologiques et problématiques potentielles des éclusées**, en particulier :
    - La reproduction des espèces et la problématique d'exondations des pontes,
    - L'émergence et les premières semaines de vie des alevins, et la problématique d'échouage-piégeage.

Les protocoles pourraient s'inspirer de ceux mis en œuvre notamment sur la Dordogne (suivis annuels d'ECOGEA pour MIGADO et EPIDOR ; Cazeneuve et Lascaux 2013 ; Lascaux et Cazeneuve 2008 ; Cazeneuve et al. 2009). Ces suivis permettraient de cerner les périodes effectives de réalisation des différentes phases biologiques. Les éventuels constats d'impacts seraient utiles pour justifier et motiver la mise en place des mesures de mitigation.

Version PROVISOIRE

Il faut avoir conscience que ces suivis biologiques de l'état des peuplements ou de certaines problématiques nécessitent des moyens humains importants pour être représentatifs, et sont donc assez onéreux.

Version PROVISOIRE

13. Références

Bovee, K.D. 1978. The incremental method of assessing habitat potential for coolwater species, with management implications. American Fisheries Society Special Publication 11: 340-346.

Capra H., Lamouroux N., Valentin S. et Souchon Y. (1998). Modélisation de l'habitat des poissons : définition d'une méthodologie évaluant l'impact de l'augmentation des débits réservés en système fluvial. CEMAGREF BEA/LHQ - CNR/Agence de l'Eau RMC, 28 p.

Cazeuneuve L, Kardacz J et Lascaux JM, 2013. Veille écologique des impacts des éclusées sur le bassin de la Dordogne. Synthèse des observations réalisées en 2012 sur la Dordogne la Maronne et la Cère. Rapport ECOGEA pour EPIDOR 33 p + annexes.

Cazeuneuve L, Lagarrigue T et Lascaux JM, 2009. Etude de l'impact écologique des éclusées sur la Dordogne. Analyse des pressions exercées par les phénomènes d'éclusées sur les écosystèmes de la rivière Dordogne et propositions de solutions susceptibles de les atténuer. Rapport final de phase 2. Rapport ECOGEA pour EPIDOR. 50 p.

http://www.eptb-dordogne.fr/public/content_files/rie2007_rapport_final.pdf

Chanseau M, Courret D et Lascaux JM, 2008. Bilan des travaux réalisés sur les cours d'eau Maronne et Dordogne afin de limiter les impacts des éclusées. Rapport MIGADO. 16 p.

http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/BILANTRAVDORDOGNE.pdf

Clavé D, 2015. Restauration du saumon atlantique sur le bassin de la Dordogne : suivis des habitats et du recrutement naturel - Année 2014. Rapport MIGADO 38D-15-RT.

Courret D, Larinier P, Lascaux JM, Chanseau M et Larinier M, 2006. Etude pour une limitation des effets des éclusées sur la Dordogne en aval de l'aménagement du Sablier pour le saumon atlantique – Secteur Argentat-Saulières. Rapport MIGADO 8D-06-RT / GHAAPPE RA.06.02. 38p + Annexes.

http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/LHYDRODOR03.pdf

Courret D., Vandewalle F. et Lascaux J.M., 2009. Etude de l'impact des éclusées sur la Creuse à l'aval du complexe hydroélectrique d'Eguzon. Comparaison des méthodologies EVHA et HEC pour la modélisation des paramètres hydromorphologiques et pour la modélisation des habitats piscicoles par la méthode des microhabitats. Rapport ECOGEA/GHAAPPE pour FNPF/EDF. 49 p + Annexe.

http://www.peche-indre.com/accueil-federation/actualite/etude-eclusee-sur-la-creuse

Courret D, 2010. Etude des gradients des variations de débit naturelles en vue de la fixation des critères pour le repérage des éclusées hydroélectriques. Rapport GHAAPPE RA.09.04.44 p.

http://oai.eau-adour-garonne.fr/oai-documents/59478/GED_00000000.pdf

Courret D., 2014. Caractérisation de la perturbation hydrologique induite par les régimes d'éclusées hydroélectriques et définition d'un indicateur - Réflexion sur les mesures de mitigation des impacts des éclusées sur les populations de poissons. Thèse de l'INP Toulouse.

http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00002880/

Version PROVISOIRE

Courret D, Larinier M et Baran P, 2014. Développement d'une méthodologie de caractérisation des éclusées hydroélectriques et définition d'un indicateur du niveau de la perturbation hydrologique induite (seconde version). Rapport POLE RA.14.02.

Entente Lot - Eaucea, 2007. Plan de gestion des étiages du bassin du Lot. Protocole - 1ere partie. Mars 2007. Rapport Eaucéa pour l'Entente Lot.

http://www.valleedulot.com/fr/pratique/telechargements.php

Entente Lot - Eaucea, 2012. Contribution de l'Entente Lot à l'élaboration de la note GEDRE. Juillet 2012. Rapport Eaucéa pour l'Entente Lot.

http://www.valleedulot.com/fr/pratique/telechargements.php

Ginot V., Souchon Y., Capra H., Breil P. et Valentin S., 1998. EVHA, guide méthodologique. Cemagref, Lyon.

http://www.irstea.fr/evha

Hayes J.W. and Jowett I.G., 1994. Microhabitat models of large drift-feeding brown trout in three New Zealand rivers. North American Journal of Fisheries Management 14, 710 – 725.

Lamouroux N., Capra H., Pouilly M. et Souchon Y. (1999). Fish habitat preferences in large streams of southern France. Freshwater Biology, 42, 673-687.

Lascaux JM, Cazeneuve L et Courret D, 2013. Etude de l'impact des éclusées sur la Creuse en aval du complexe hydroélectrique d'Eguzon (retenues d'Eguzon, de Roche-Au-Moine et de Roche-Bat-l'Aigue). Analyses des connaissances acquises entre 2006 et 2011. Rapport ECOGEA-Pole Ecohydraulique-FDAPPMA36 pour FNPF et EDF. 118 p + annexes.

http://www.peche-indre.com/accueil-federation/actualite/etude-eclusee-sur-la-creuse

Lascaux JM et Cazeneuve L, 2008. Etude de l'impact écologique des éclusées sur la Dordogne. Analyse des pressions exercées par les phénomènes d'éclusées sur les écosystèmes de la rivière Dordogne et propositions de solutions susceptibles de les atténuer. Rapport final de phase 1. Rapport ECOGEA pour EPIDOR. 74 p.

http://www.eptb-dordogne.fr/public/content_files/impact_eclusees_ph1.pdf

Mallet JP, Lamouroux N, Sagnes P. et Persat H., 2000. Habitat preferences of European grayling in a medium size stream, the Ain river, France. Journal of Fish Biology 56: 1312-1326

Tissot L et Souchon Y, 2010. Synthèse des tolérances thermiques des principales espèces de poissons des rivières et fleuves de plaine de l'ouest européen. Hydroécol. Appl. (2010) Tome 17, pp.17–76. DOI: 10.1051/hydro/2010004.

Version PROVISOIRE

14. Annexes

14.1. Caractéristiques principales des modèles hydrauliques réalisés

14.1.1. Espalion

Profils	Rivière	Bief	Altitude du fond (en m NGF)	Longueur du bief aval (en m)	Largeur maximale (en m)	Pente en m/m
858.2161	Lot	Amont	335.75	11.43	30.27	0.0027
812.5186	Lot	Amont	335.63		50.03	-0.0142
762.0782	Lot	BrasAmont	335.52	14.41	40.36	0.0048
718.8507	Lot	BrasAmont	335.31	17.95	43.94	0.0145
700.9057	Lot	entre2bras	335.05	13	55.11	0.009
635.9241	Lot	entre2bras	334.47	10.2	42.7	-0.0276
615.5211	Lot	entre2bras	335.03	10.76	45.89	0.0149
593.9902	Lot	entre2bras	334.71	13.61	54.13	-0.0044
553.1544	Lot	entre2bras	334.89	12.13	39.94	0.0111
504.6201	Lot	entre2bras	334.35	14.32	40.09	-0.0004
404.3588	Lot	entre2bras	334.39	12.48	46.67	0.0003
341.9374	Lot	entre2bras	334.37	13.48	43.19	-0.0076
301.5055	Lot	entre2bras	334.68		43.37	-0.0254
284.4018	Lot	BrasAval	334.54	10.86	42.83	0.0045
262.6697	Lot	BrasAval	334.44	13.78	39.27	0.0182
221.3263	Lot	BrasAval	333.69	13.25	42.55	-0.0113
181.5789	Lot	BrasAval	334.14	12.42	38.21	-0.0048
156.7503	Lot	BrasAval	334.26	22.79	41.33	0.0094
133.9629	Lot	Aval	334.04	13.58	59.59	0.0076
93.22791	Lot	Aval	333.74	10.8	40.25	0.0059
60.82924	Lot	Aval	333.54	13.06	43.03	0.0085
8.589073	Lot	Aval	333.1		23.67	
150.0562	BrasAval	brasaval	335.56	13.42	27.48	0.0087
123.2167	BrasAval	brasaval	335.33	11.55	21.1	0.0091
88.57292	BrasAval	brasaval	335.01	13.09	18.04	0.0135
62.39241	BrasAval	brasaval	334.66	13.09	17.62	-0.0014
23.12324	BrasAval	brasaval	334.71	23.12	21.03	0.0288
106.0592	BrasAmont	brasamont	336.48	9.92	26.49	-0.0105
86.2117	BrasAmont	brasamont	336.68	12.78	22.2	0.0129
22.30097	BrasAmont	brasamont	335.86	22.3	9.24	0.0363

Version PROVISOIRE

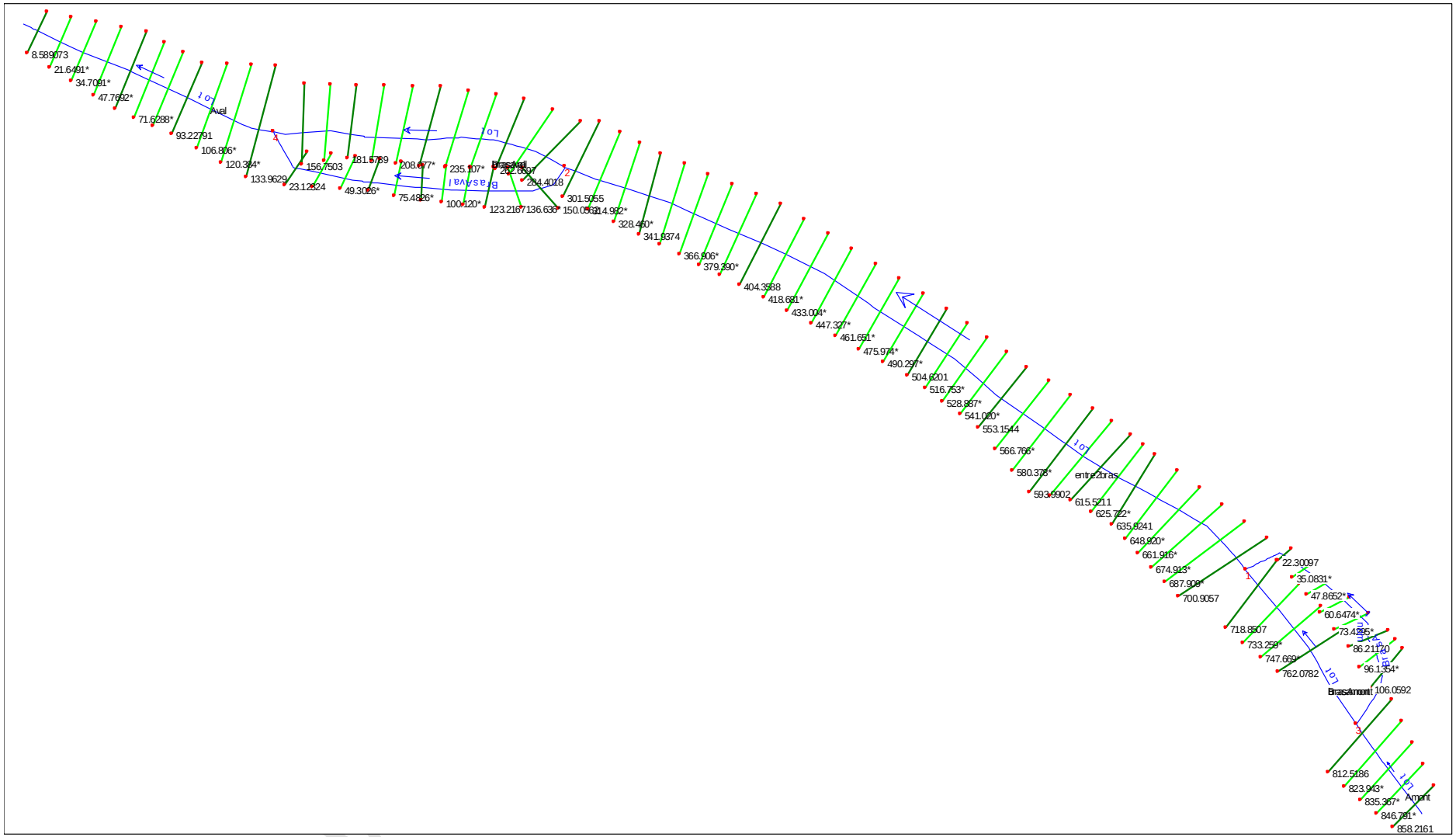


Figure 109 : Extrait de l'architecture du modèle du site d'Espalion d'après le logiciel HEC-RAS

14.1.2. Golinhac

Profils	Rivière	Bief	Altitude du fond (en m NGF)	Longueur du bief aval (en m)	Largeur maximale (en m)	Pente en m/m
951.1972	Lot	Bief1	235.06	13.41	51.16	0.0025
884.1431	Lot	Bief1	234.89	13.84	42.37	-0.0017
842.6308	Lot	Bief1	234.96	12.55	33.53	0.0065
804.9706	Lot	Bief1	234.71	14.25	32.2	0.0178
776.4572	Lot	Bief1	234.21	13.6	32.41	0.0019
694.8593	Lot	Bief1	234.05		43.56	0
666.4502	Lot	Bief2	234.15	8.34	36.74	-0.0303
649.7689	Lot	Bief2	234.66	13.45	36.75	0.0106
622.8821	Lot	Bief2	234.37	13.34	37.55	0.006
584	Lot	Bief2	234.13	58.01	49.37	0.004
564.8705	Lot	Bief3	233.9	12.24	55.28	-0.0028
528.1412	Lot	Bief3	234	13.6	56.53	0.0052
460.1497	Lot	Bief3	233.65	13.11	42.1	-0.0027
368.3908	Lot	Bief3	233.9	12.54	44.65	0.0013
293.1285	Lot	Bief3	233.8		37.5	0
243.1803	Lot	Bief4	234.69	8.49	27.78	0.0152
226.2074	Lot	Bief4	234.43	10.17	30.19	0.0167
205.8711	Lot	Bief4	234.09	8.81	22.3	-0.0098
188.2605	Lot	Bief4	234.27	11.8	20.28	0.0084
164.66	Lot	Bief4	234.07	7.88	19.04	0.0155
148.8875	Lot	Bief4	233.82	16	42.93	0.0324
132.95	Lot	Bief5	233.3	14.6	19.81	0.0038
103.7576	Lot	Bief5	233.19	12.63	35.95	0.0178
78.49241	Lot	Bief5	232.74	10.02	29.3	0.0175
48.44862	Lot	Bief5	232.22	12.11	32.42	0.0186
0	Lot	Bief5	231.32		32.42	
118.178	Bras secondaire	Bras secondaire	234.7	10.85	28.33	0.018
96.4886	Bras secondaire	Bras secondaire	234.31	8.07	28.32	0.071
80.35021	Bras secondaire	Bras secondaire	233.17	13.47	25.75	-0.0047
26.47747	Bras secondaire	Bras secondaire	233.42	14.6	17.81	0.0038
11.8	Bras secondaire	Bras secondaire	233.36	26.48	20.31	0.0022
117.1375	Bras Mort	Bras mort	236.26	8.87	12.49	0.0013
99.38593	Bras Mort	Bras mort	236.23	10.15	6.55	0.0089
68.93052	Bras Mort	Bras mort	235.96	10	9.77	-0.0021
48.9389	Bras Mort	Bras mort	236.01	7.91	8.75	-0.0123
33.12073	Bras Mort	Bras mort	236.2	33.12	11.49	0.0694

VERSION PROVISOIRE

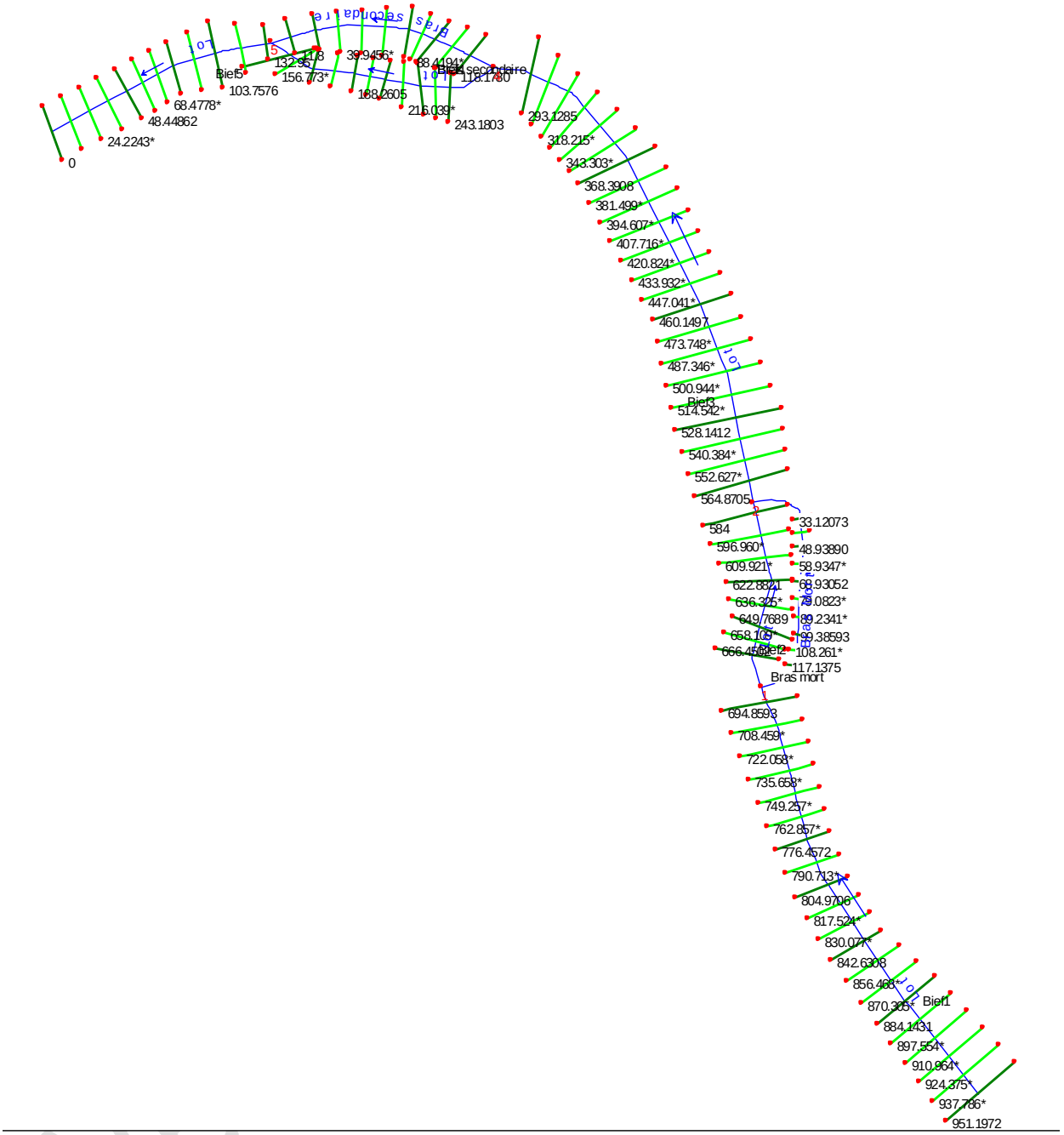


Figure 110 : Extrait de l'architecture du modèle du site de Golinhac d'après le logiciel HEC-RAS

14.1.3. Noussol

Profils	Rivière	Bief	Altitude du fond (en m NGF)	Longueur du bief aval (en m)	Largeur maximale (en m)	Pente en m/m
863.9874	Lot	Bief1	213.34	13.4	79.54	0.001
743.4034	Lot	Bief1	213.23	12.03	83.96	0.0011
683.2319	Lot	Bief1	213.16	13.71	74.86	0.0052
614.6665	Lot	Bief1	212.8	14.14	71.15	0.0083
529.8538	Lot	Bief1	212.1	13.53	55.18	0.0024
489.2722	Lot	Bief1	212	13.98	57.53	0.0254
433.3613	Lot	Bief1	210.58	14.34	51.88	0.0003
347.3424	Lot	Bief1	210.45		72.41	0
310.8063	Lot	Bief2	210.36	5.2	54.93	-0.0104
305.6055	Lot	Bief2	210.41	5.89	57.68	-0.0299
299.7184	Lot	Bief2	210.59	9.83	59.85	-0.0302
280.0437	Lot	Bief2	211.18	9.95	56.9	-0.0306
260.1515	Lot	Bief2	211.79	11.84	57.23	-0.0286
248.314	Lot	Bief2	212.13	12	44.43	0.0035
224.3256	Lot	Bief2	212.04	45.02	60.22	-0.0005
179.3016	Lot	Bief3	212.06	12.36	58.04	0.0309
154.5875	Lot	Bief3	211.3	14.89	58.78	0.0046
80.14657	Lot	Bief3	210.96	13.36	59.36	0.0046
0	Lot	Bief3	210.59		59.35	
154.3085	BrasMort	BrasMort	213.64	7.92	23.74	0.0193
146.3882	BrasMort	BrasMort	213.49	12.31	40.34	0.0123
134.0787	BrasMort	BrasMort	213.34	12.66	17.63	0.0118
121.4151	BrasMort	BrasMort	213.19	12.2	19.12	0.0041
97.02549	BrasMort	BrasMort	213.09	12.17	29.24	0.016
72.68557	BrasMort	BrasMort	212.7	12.98	25.31	0.0154
59.70469	BrasMort	BrasMort	212.5	13.04	32.5	0.0153
33.63096	BrasMort	BrasMort	212.1	8.76	24.79	0.009
16.11761	BrasMort	BrasMort	211.94	16.12	37.41	-0.0077

VERSION PROVISOIRE

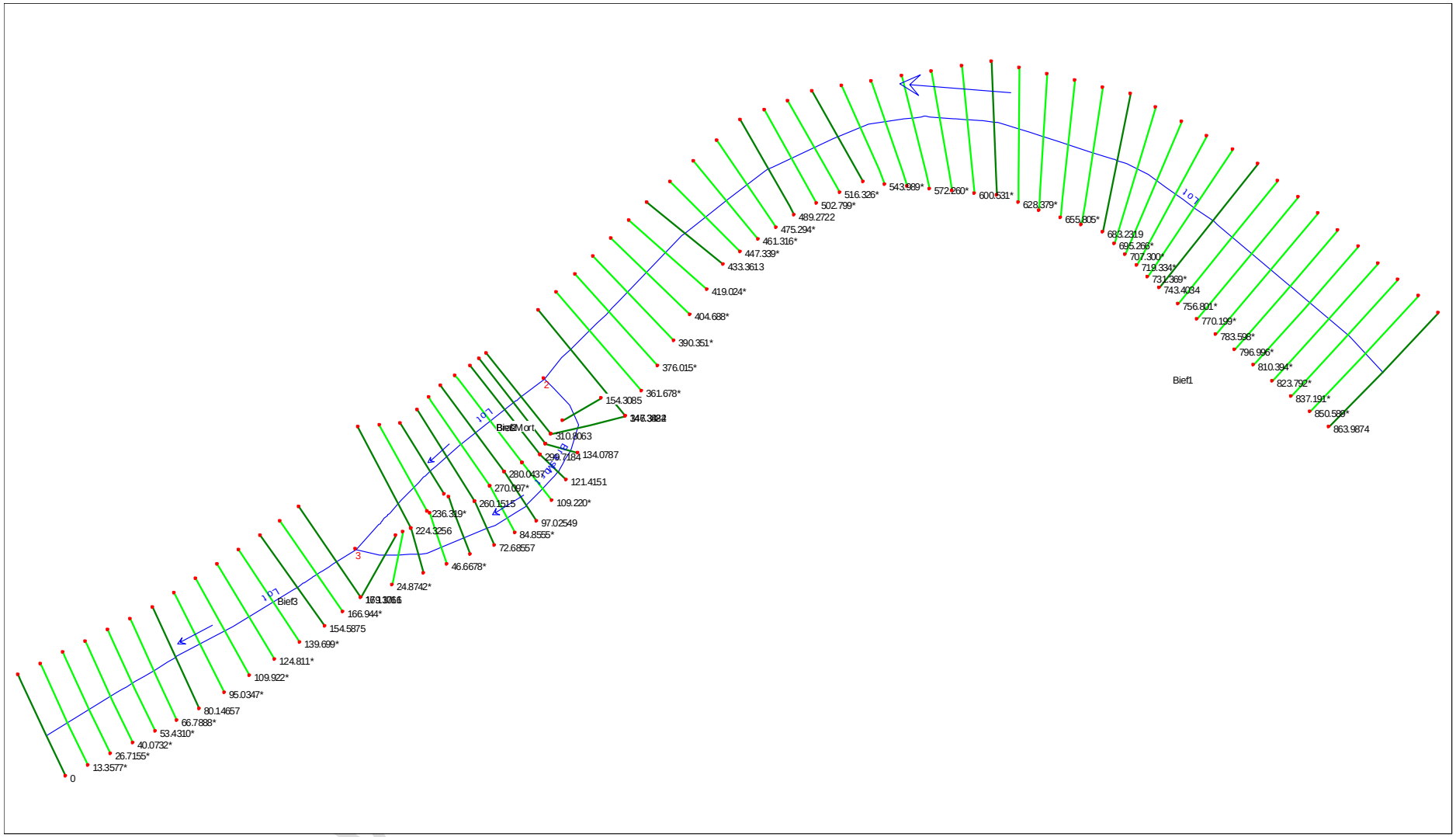


Figure 111 : Extrait de l'architecture du modèle du site de Noussol d'après le logiciel HEC-RAS

14.1.4. Soulous

Profils	Rivière	Altitude du fond (en m NGF)	Longueur du bief aval (en m)	Largeur maximale (en m)	Pente en m/m
1203.077	Lot	200.34	14.79	61.78	0.0034
1143.917	Lot	200.14	12.86	61.78	0.0036
1105.342	Lot	200	14.9	55.16	0.0245
1060.633	Lot	198.9	14.17	49.41	-0.007
989.7888	Lot	199.39	13.35	48.68	0.0008
909.7193	Lot	199.33	10.47	50.62	-0.0067
888.7883	Lot	199.47	8.83	52.42	0.0092
871.117	Lot	199.31	8.47	47.79	0.0868
854.1737	Lot	197.84	14.88	47.14	0.0147
794.6288	Lot	196.96	13.93	56.26	0.1179
752.8477	Lot	192.03	11.65	56.28	-0.1085
717.8903	Lot	195.83	12.19	90	-0.1338
693.5111	Lot	199.09	14.92	77.99	0.0199
648.764	Lot	198.2	8.57	39.97	-0.0252
631.6132	Lot	198.63	8.34	75.5	0.0312
614.9288	Lot	198.11	10.8	80.75	-0.0251
593.3258	Lot	198.65	8.07	68.21	0.0404
577.1901	Lot	198	10.83	58.98	-0.02
555.5317	Lot	198.43	10.25	64.49	0.0206
524.7973	Lot	197.8	11.53	57.37	-0.0347
501.7308	Lot	198.6	12.52	65.39	-0.0001
464.1757	Lot	198.61	11.74	58.1	0.0001
440.7049	Lot	198.6	12.12	73.26	0.0439
380.1163	Lot	195.94	13.73	72.7	0.0468
284.0326	Lot	191.45	13.61	67.39	-0.0086
215.9877	Lot	192.04	12.99	69.32	-0.1327
177.0128	Lot	197.21	12.22	34.86	0.0035
152.5586	Lot	197.12	14.66	53.83	0.024
79.24619	Lot	195.37	13.21	51.67	0.0038
0.003955	Lot	195.07		51.67	

VERSION PROVISOIRE

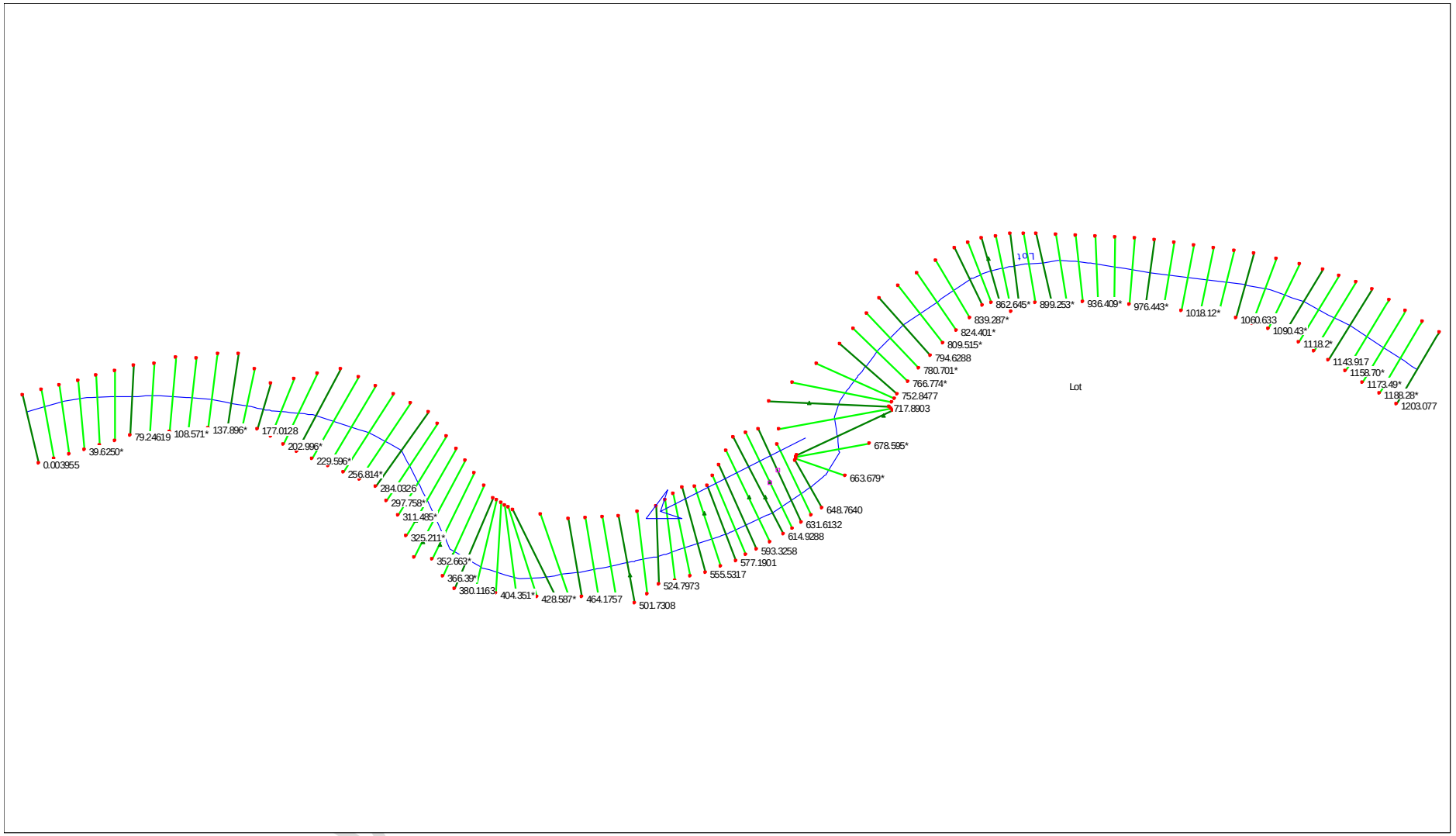


Figure 112 : Extrait de l'architecture du modèle du site de Soulous d'après le logiciel HEC-RAS

14.2. Valeur d'habitat ou de SPU normée et de SPU/100m pour chaque station et chaque taxon étudiée

14.2.1. Espalion

		Truite					Ombre			Barbeau		Chabot	Vandoise
Débit en m3/s	% du module	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Alevin 10 - 18 cm	SPU Normée Alevin 5 - 10 cm	SPU Normée Fraie	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Alevin	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Adulte	SPU Normée Adulte
2.40	8	0.42	0.85	1.00	1.00	0.77	NA	NA	NA	0.21	0.54	0.92	0.76
5	17	0.86	1.00	0.97	0.96	1.00	NA	NA	NA	0.34	0.77	1.00	0.83
10	33	1.00	0.90	0.75	0.69	0.85	NA	NA	NA	0.54	0.89	0.84	0.94
15	50	0.76	0.73	0.57	0.49	0.58	NA	NA	NA	0.70	0.93	0.72	1.00
20	67	0.49	0.56	0.43	0.35	0.42	NA	NA	NA	0.81	0.97	0.68	0.98
30	100	0.34	0.45	0.34	0.27	0.34	NA	NA	NA	0.90	0.99	0.62	0.96
43	143	0.23	0.37	0.28	0.22	0.28	NA	NA	NA	0.96	1.00	0.58	0.92
70.00	233	0.09	0.25	0.19	0.15	0.16	NA	NA	NA	1.00	0.99	0.51	0.83
80.00	267	0.08	0.22	0.17	0.14	0.13	NA	NA	NA	1.00	0.98	0.47	0.81
91.00	303	0.07	0.18	0.14	0.12	0.11	NA	NA	NA	0.97	0.93	0.40	0.75
100.00	333	0.07	0.16	0.13	0.11	0.09	NA	NA	NA	0.94	0.89	0.36	0.72

Tableau 19 : Valeur de SPU normée en fonction du débit sur la station d'Espalion pour les différentes espèces.

Version PROVISOIRE

		Truite					Ombre			Barbeau		Chabot	Vandoise
Débit en m3/s	% du module	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Alevin 10 - 18 cm	SPU /100 m Alevin 5 - 10 cm	SPU /100 m Fraie	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Alevin	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Adulte
2.40	8	520.65	1091.47	1565.86	1707.25	854.23	NA	NA	NA	553.01	894.92	1144.76	830.52
5	17	1048.25	1290.55	1512.12	1646.13	1104.54	NA	NA	NA	896.40	1271.18	1249.94	904.97
10	33	1225.14	1164.94	1179.53	1173.19	936.67	NA	NA	NA	1437.88	1465.34	1046.41	1033.33
15	50	934.93	945.94	899.33	834.91	642.95	NA	NA	NA	1858.95	1531.47	895.59	1094.29
20	67	605.28	720.28	667.31	603.95	469.35	NA	NA	NA	2175.01	1598.99	847.83	1070.31
30	100	416.76	582.53	531.08	465.74	370.59	NA	NA	NA	2406.53	1629.64	780.87	1047.30
43	143	286.47	481.02	433.11	371.18	305.54	NA	NA	NA	2567.49	1649.76	731.14	1009.39
70.00	233	114.97	316.35	295.39	256.99	181.98	NA	NA	NA	2657.53	1627.69	639.95	906.45
80.00	267	96.93	286.74	265.20	235.65	149.02	NA	NA	NA	2669.85	1610.71	593.31	885.63
91.00	303	82.06	234.41	218.38	208.90	119.54	NA	NA	NA	2588.80	1530.57	494.77	823.05
100.00	333	84.01	210.90	200.61	194.64	102.91	NA	NA	NA	2500.21	1464.22	446.03	786.71

Tableau 20 : Valeur de SPU/100m en fonction du débit sur la station d'Espalion pour les différentes espèces.

Version PROVISOIRE

14.2.2. Roc de Carlus

		Truite					Ombre			Barbeau		Chabot	Vandoise
Débit en m3/s	% du module	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Alevin 10 - 18 cm	SPU Normée Alevin 5 - 10 cm	SPU Normée Fraie	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Alevin	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Adulte	SPU Normée Adulte
1.8	5	0.20	0.67	0.97	0.98	0.55	0.03	0.03	0.04	0.23	0.32		0.60
3.4	10	0.42	0.81	1.00	1.00	0.87	0.05	0.05	0.15	0.29	0.42	1.00	0.72
8	23	0.88	0.96	0.93	0.88	1.00	0.09	0.15	0.31	0.41	0.55	0.94	0.93
17	49	1.00	1.00	0.73	0.67	0.80	0.38	0.61	0.70	0.55	0.70	0.86	0.99
27	77	0.94	0.90	0.61	0.57	0.79	1.00	1.00	1.00	0.68	0.82	0.83	0.93
39	111	0.76	0.86	0.49	0.44	0.55	0.90	0.89	0.58	0.78	0.87	0.72	0.96
60	171	0.53	0.82	0.37	0.34	0.34	0.72	0.67	0.19	0.92	0.95	0.70	0.99
80	229	0.39	0.80	0.29	0.26	0.22	0.50	0.43	0.07	1.00	1.00	0.65	1.00

Tableau 21 : Valeur de SPU normée en fonction du débit sur la station de Roc de Carlus pour les différentes espèces.

		Truite					Ombre			Barbeau		Chabot	Vandoise
Débit en m3/s	% du module	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Alevin 10 - 18 cm	SPU /100 m Alevin 5 - 10 cm	SPU /100 m Fraie	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Alevin	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Adulte
1.8	5	131.27	1846.22	1890.63	1639.25	157.81	8.66	12.57	1.68	577.85	477.68	547.44	1255.52
3.4	10	272.31	2226.05	1946.68	1667.00	247.44	13.81	19.95	5.83	729.22	628.32	591.28	1510.27
8	23	566.21	2645.19	1801.02	1464.32	285.17	25.77	63.22	12.37	1040.10	821.40	556.25	1938.45
17	49	644.13	2749.61	1420.58	1120.75	228.67	107.85	254.61	27.43	1388.87	1037.98	508.12	2070.24
27	77	607.68	2464.12	1194.88	945.29	225.32	286.39	418.78	39.45	1699.54	1214.20	492.37	1937.99
39	111	488.70	2376.35	951.48	732.27	156.35	258.49	374.39	22.79	1955.57	1288.75	425.06	1992.34
60	171	340.88	2264.08	716.36	563.42	95.85	205.86	280.46	7.50	2303.78	1412.98	412.56	2061.69
80	229	249.52	2193.91	564.95	438.70	62.06	142.52	178.05	2.57	2517.32	1485.37	385.62	2085.79

Tableau 22 : Valeur de SPU/100m en fonction du débit sur la station de Roc de Carlus pour les différentes espèces.

VERSION PROVISOIRE

14.2.3. Noussol

		Truite					Ombre			Barbeau		Chabot	Vandoise
Débit en m3/s	% du module	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Alevin 10 - 18 cm	SPU Normée Alevin 5 - 10 cm	SPU Normée Fraie	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Alevin	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Adulte	SPU Normée Adulte
6	6	0.63	0.75	1.00	1.00	0.97	0.02	0.10	0.28	0.24	0.47	1.00	0.76
9	9	0.86	0.88	1.00	0.64	1.00	0.08	0.21	0.30	0.30	0.54	0.93	0.86
12.5	13	0.93	1.00	0.94	0.56	0.86	0.17	0.36	0.38	0.35	0.57	0.78	0.96
20	21	1.00	0.93	0.76	0.47	0.79	0.36	0.51	0.55	0.44	0.66	0.77	0.96
30	31	0.94	0.80	0.63	0.40	0.84	0.59	0.77	0.39	0.55	0.74	0.80	0.98
47.3	49	0.69	0.63	0.50	0.32	0.80	1.00	1.00	0.55	0.71	0.84	0.82	1.00
60	62	0.57	0.55	0.44	0.29	0.80	0.78	0.89	0.69	0.80	0.90	0.81	0.99
82.3	85	0.49	0.45	0.37	0.25	0.64	0.61	0.74	0.81	0.91	0.96	0.74	0.94
100	103	0.46	0.38	0.33	0.22	0.51	0.54	0.68	0.76	0.96	0.99	0.70	0.88
120	124	0.41	0.32	0.29	0.20	0.36	0.51	0.64	0.69	0.99	1.00	0.67	0.84
140	144	0.35	0.28	0.26	0.18	0.26	0.49	0.60	0.72	1.00	1.00	0.65	0.80
160	165	0.31	0.25	0.23	0.16	0.20	0.46	0.57	0.81	0.99	0.99	0.61	0.77
180	186	0.27	0.22	0.21	0.15	0.15	0.45	0.53	0.91	0.98	0.97	0.58	0.74
200	206	0.25	0.20	0.20	0.14	0.11	0.41	0.48	0.98	0.97	0.95	0.54	0.71
215	222	0.23	0.19	0.19	0.13	0.08	0.37	0.44	1.00	0.95	0.93	0.51	0.69
230	237	0.22	0.18	0.18	0.12	0.06	0.33	0.41	0.94	0.94	0.91	0.48	0.67
260	268	0.18	0.16	0.16	0.10	0.03	0.29	0.38	0.83	0.92	0.88	0.43	0.68
300	309	0.15	0.15	0.14	0.09	0.01	0.27	0.35	0.76	0.88	0.83	0.36	0.61

Tableau 23 : Valeur de SPU normée en fonction du débit sur la station de Noussol pour les différentes espèces.

Version

		Truite					Ombre			Barbeau		Chabot	Vandoise
Débit en m3/s	% du module	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Alevin 10 - 18 cm	SPU /100 m Alevin 5 - 10 cm	SPU /100 m Fraie	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Alevin	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Adulte
6	6	767.31	2260.02	2013.25	2919.38	725.76	12.78	81.31	17.04	1080.48	1169.96	1087.93	1656.05
9	9	1045.27	2636.59	2010.13	1871.18	749.02	47.62	174.08	17.95	1329.42	1341.52	1007.80	1885.62
12.5	13	1142.73	3013.19	1901.99	1649.33	644.22	106.52	295.27	22.58	1556.87	1417.97	844.48	2107.36
20	21	1222.31	2803.65	1530.51	1371.60	595.35	222.57	419.04	32.97	1967.41	1643.63	839.45	2095.18
30	31	1153.49	2411.01	1265.29	1174.88	631.43	367.00	636.29	23.33	2462.05	1842.77	870.59	2152.89
47.3	49	839.62	1887.77	1001.10	938.42	601.61	618.05	823.80	33.05	3195.22	2106.95	894.23	2191.44
60	62	698.94	1653.73	883.00	849.81	597.05	481.06	733.82	41.20	3586.07	2257.98	884.98	2166.26
82.3	85	601.54	1367.64	738.04	721.99	482.28	377.87	612.01	48.70	4062.97	2409.68	803.75	2056.55
100	103	559.49	1156.46	660.99	645.34	383.65	336.56	559.50	45.65	4315.16	2472.33	765.90	1939.36
120	124	499.15	971.50	589.36	574.04	271.48	313.43	526.59	41.11	4458.69	2498.73	733.97	1834.45
140	144	430.48	839.21	523.10	517.02	194.95	302.98	496.74	43.38	4482.41	2489.48	704.72	1756.10
160	165	375.11	743.19	470.69	474.53	147.09	286.59	469.34	48.40	4457.41	2463.83	667.75	1692.10
180	186	335.36	673.99	432.33	436.81	115.08	276.32	435.72	54.81	4415.11	2426.67	630.79	1626.83
200	206	304.95	612.05	400.21	398.29	83.98	256.46	392.68	58.59	4344.45	2371.00	586.39	1563.36
215	222	281.55	572.14	377.80	372.83	63.18	230.01	359.88	59.93	4263.30	2317.52	553.12	1508.60
230	237	263.63	543.25	355.84	348.79	44.51	202.08	339.61	56.18	4223.61	2283.93	525.85	1477.33
260	268	223.79	490.57	314.23	304.34	21.28	178.90	313.10	49.91	4123.23	2206.59	470.69	1500.00
300	309	180.79	441.58	276.90	263.77	6.06	168.86	290.04	45.76	3938.70	2080.86	397.06	1337.62

Tableau 24 : Valeur de SPU/100m en fonction du débit sur la station de Noussol pour les différentes espèces.

Version

14.2.4. Soulous

		Truite					Ombre			Barbeau		Chabot	Vandoise
Débit en m3/s	% du module	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Alevin 10 - 18 cm	SPU Normée Alevin 5 - 10 cm	SPU Normée Fraie	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Alevin	SPU Normée Adulte	SPU Normée Juvénile	SPU Normée Adulte	SPU Normée Adulte
6	6	0.86	0.80	0.87	0.92	0.92	0.06	0.13	0.52	0.25	0.45	0.89	0.61
9	9	0.90	0.84	0.89	0.91	0.96	0.10	0.24	0.78	0.33	0.54	0.94	0.69
13.4	14	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	0.18	0.46	0.89	0.43	0.65	1.00	0.83
20	20	1.00	0.99	0.92	0.91	0.94	0.42	0.78	1.00	0.54	0.74	0.97	0.91
30	30	0.94	1.00	0.81	0.76	0.81	0.77	0.99	0.95	0.66	0.81	0.85	0.97
47.5	48	0.66	0.94	0.64	0.59	0.57	0.83	1.00	0.86	0.79	0.88	0.77	0.99
82.3	83	0.62	0.89	0.49	0.46	0.40	1.00	0.95	0.31	0.95	0.98	0.60	1.00
100	101	0.56	0.85	0.43	0.40	0.29	0.85	0.81	0.22	1.00	1.00	0.55	0.98

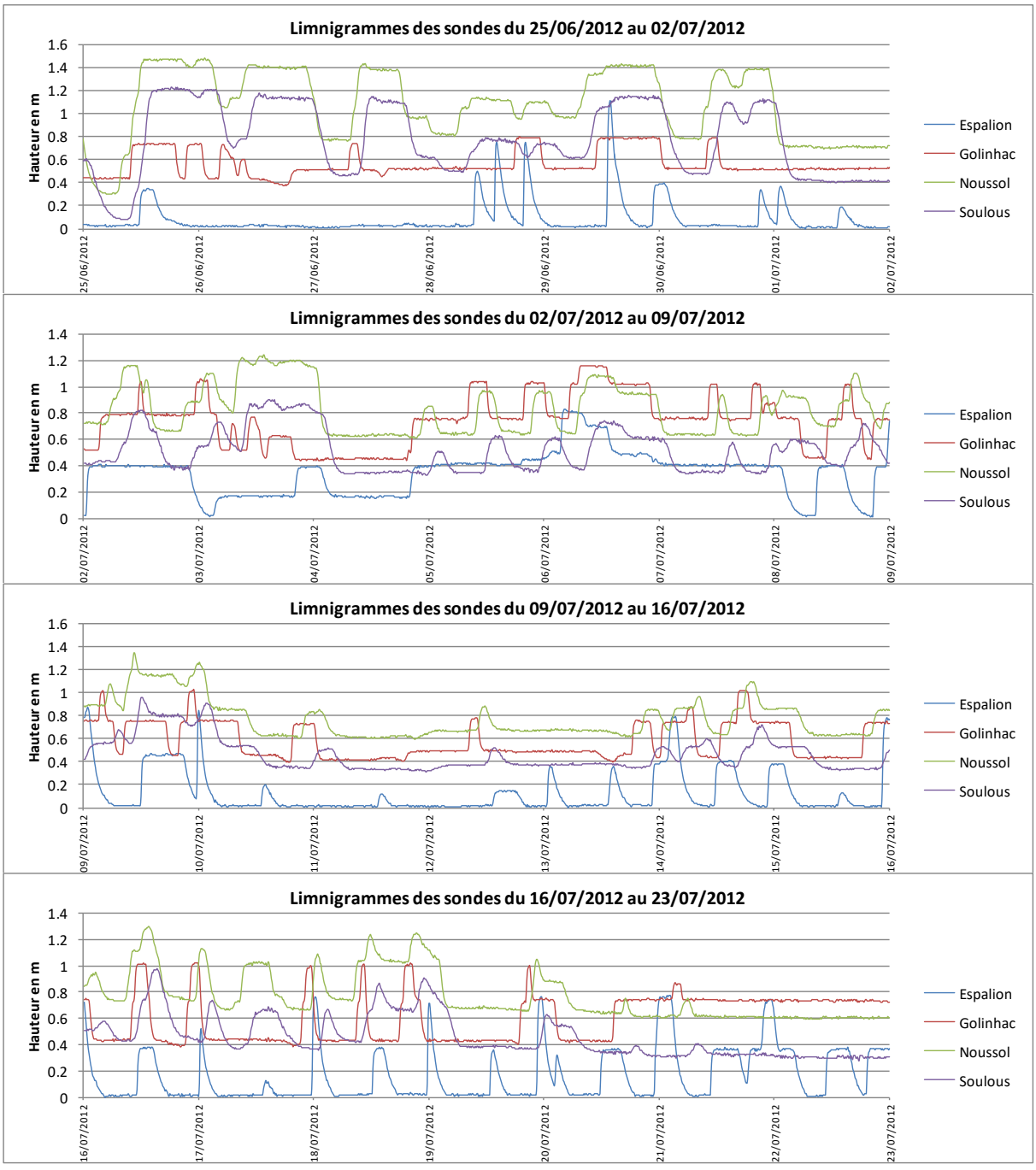
Tableau 25 : Valeur de SPU normée en fonction du débit sur la station de Soulous pour les différentes espèces.

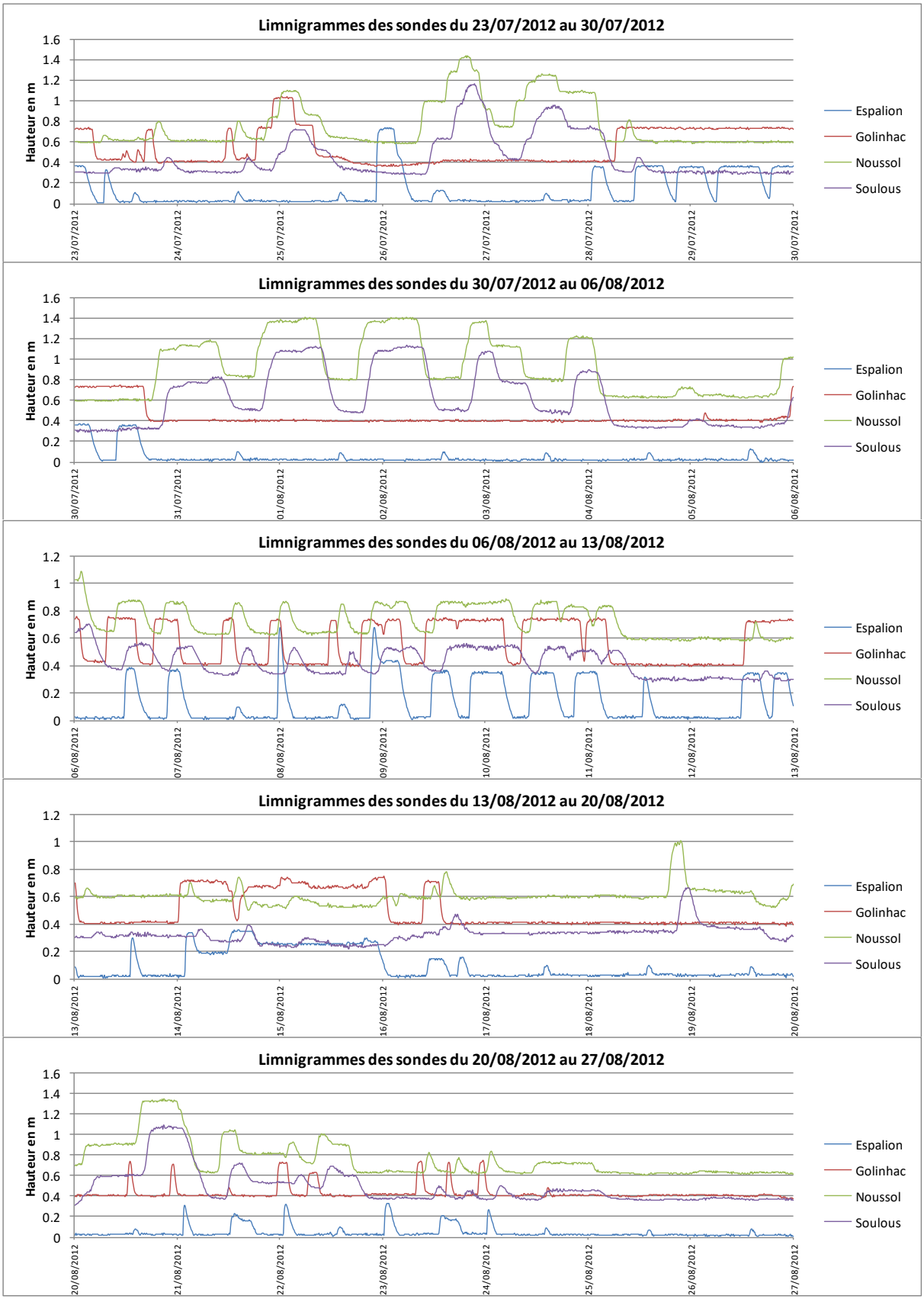
		Truite					Ombre			Barbeau		Chabot	Vandoise
Débit en m3/s	% du module	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Alevin 10 - 18 cm	SPU /100 m Alevin 5 - 10 cm	SPU /100 m Fraie	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Alevin	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Juvénile	SPU /100 m Adulte	SPU /100 m Adulte
6	6	489.17	1625.96	1078.57	1078.87	695.04	21.31	75.63	88.83	939.03	960.63	934.22	1246.93
9	9	510.12	1708.47	1092.83	1062.59	725.86	38.98	139.12	135.09	1201.37	1144.25	980.93	1414.43
13.4	14	565.85	1975.05	1234.65	1173.49	753.56	69.67	270.54	152.49	1567.11	1379.78	1046.55	1699.48
20	20	565.03	2018.15	1134.64	1064.79	705.56	157.99	456.52	172.13	1980.73	1572.45	1015.73	1856.83
30	30	532.94	2037.01	999.42	889.87	610.16	291.84	579.63	163.88	2445.58	1728.11	890.32	1984.48
47.5	48	375.76	1919.61	785.54	690.26	430.69	315.97	582.83	147.77	2902.02	1873.43	807.46	2027.04
82.3	83	349.26	1813.06	602.93	534.57	303.33	379.17	553.80	53.40	3509.70	2082.75	630.70	2048.04
100	101	315.06	1727.10	526.57	466.29	221.91	323.28	470.13	38.36	3685.43	2133.12	573.14	2008.74

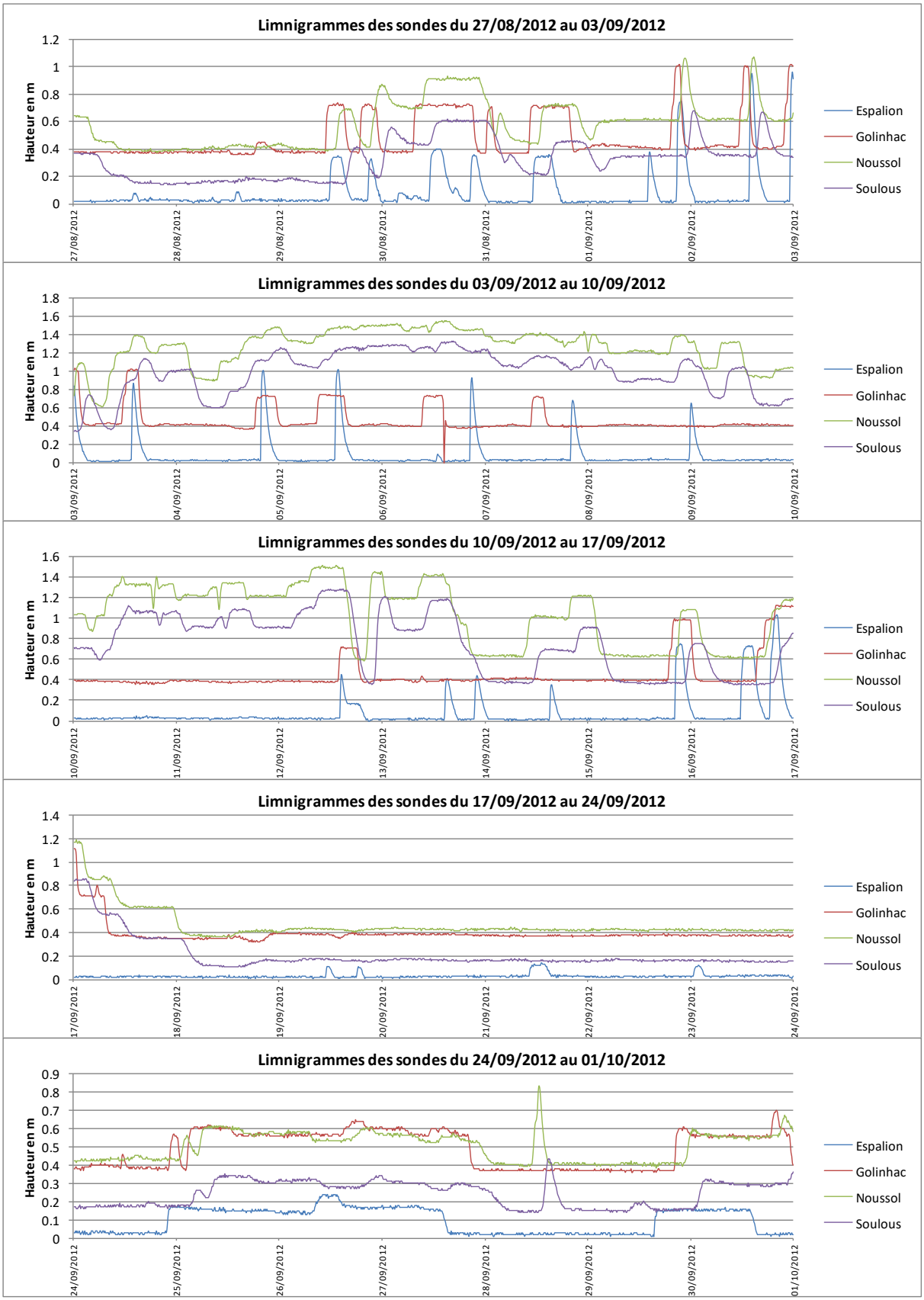
Tableau 26 : Valeur de SPU/100m en fonction du débit sur la station de Soulous pour les différentes espèces.

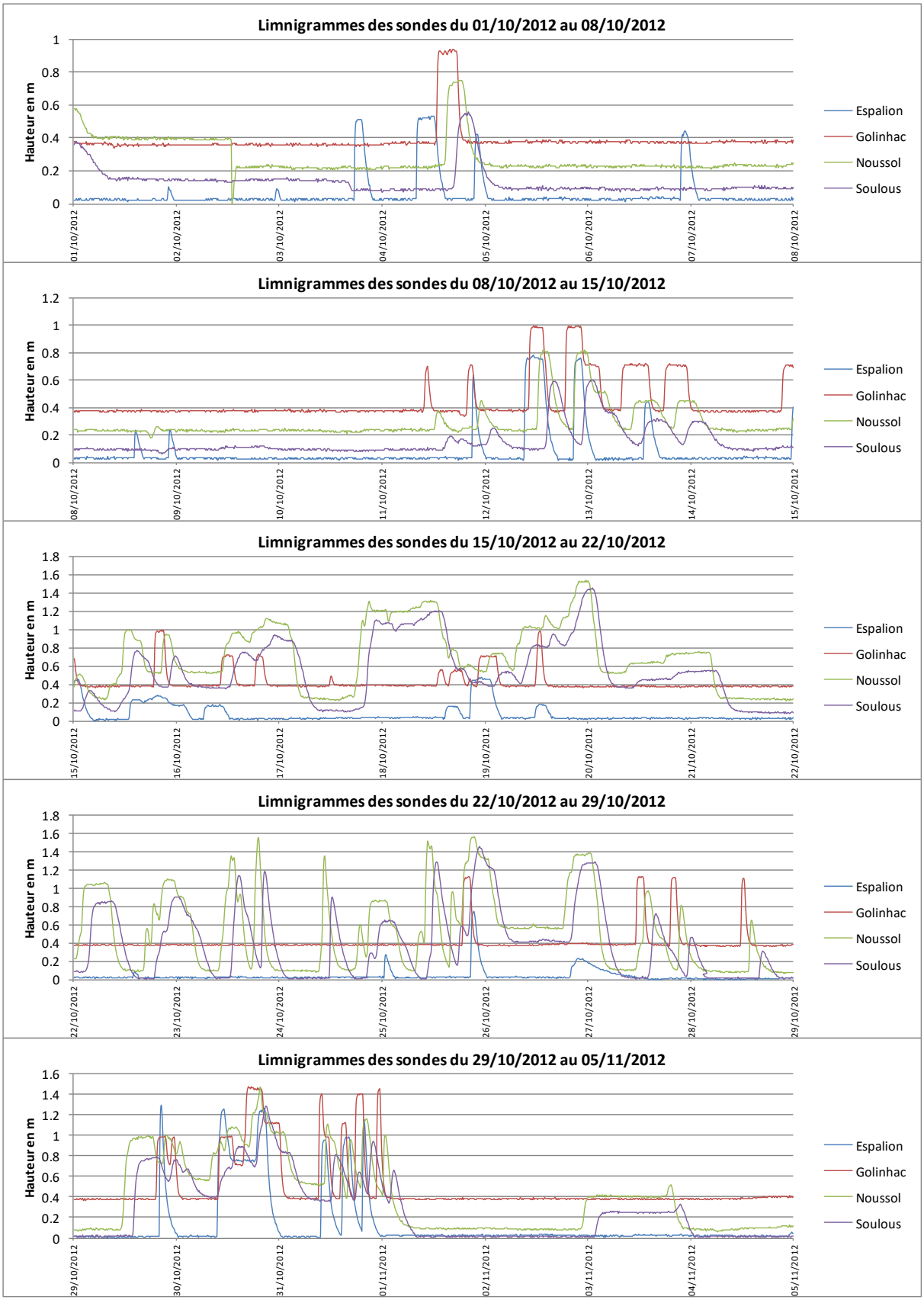
VERSION PROJET

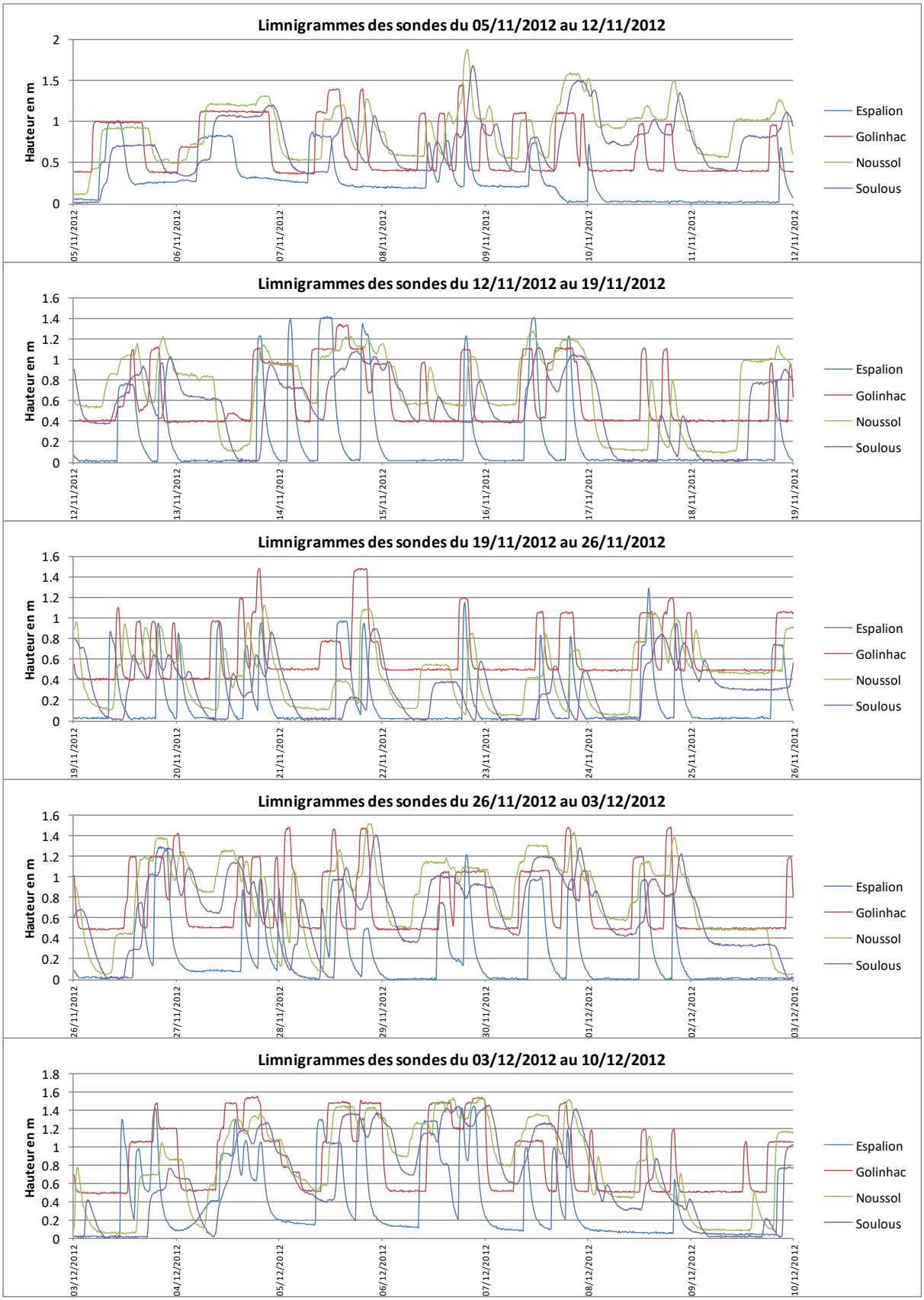
14.3. Limnigrammes des sondes sur chacun des sites du 25 juin 2012 au 24 avril 2013

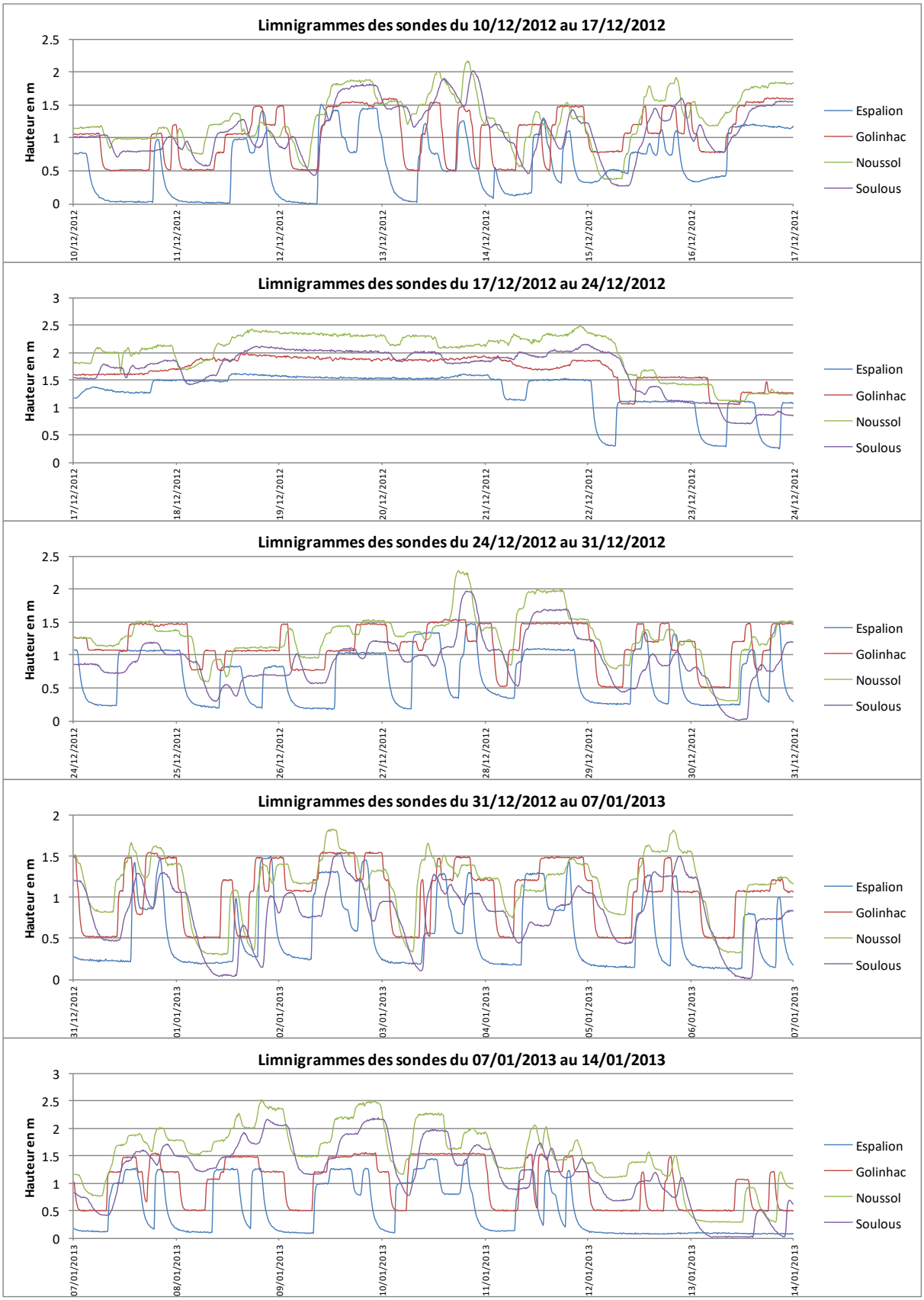


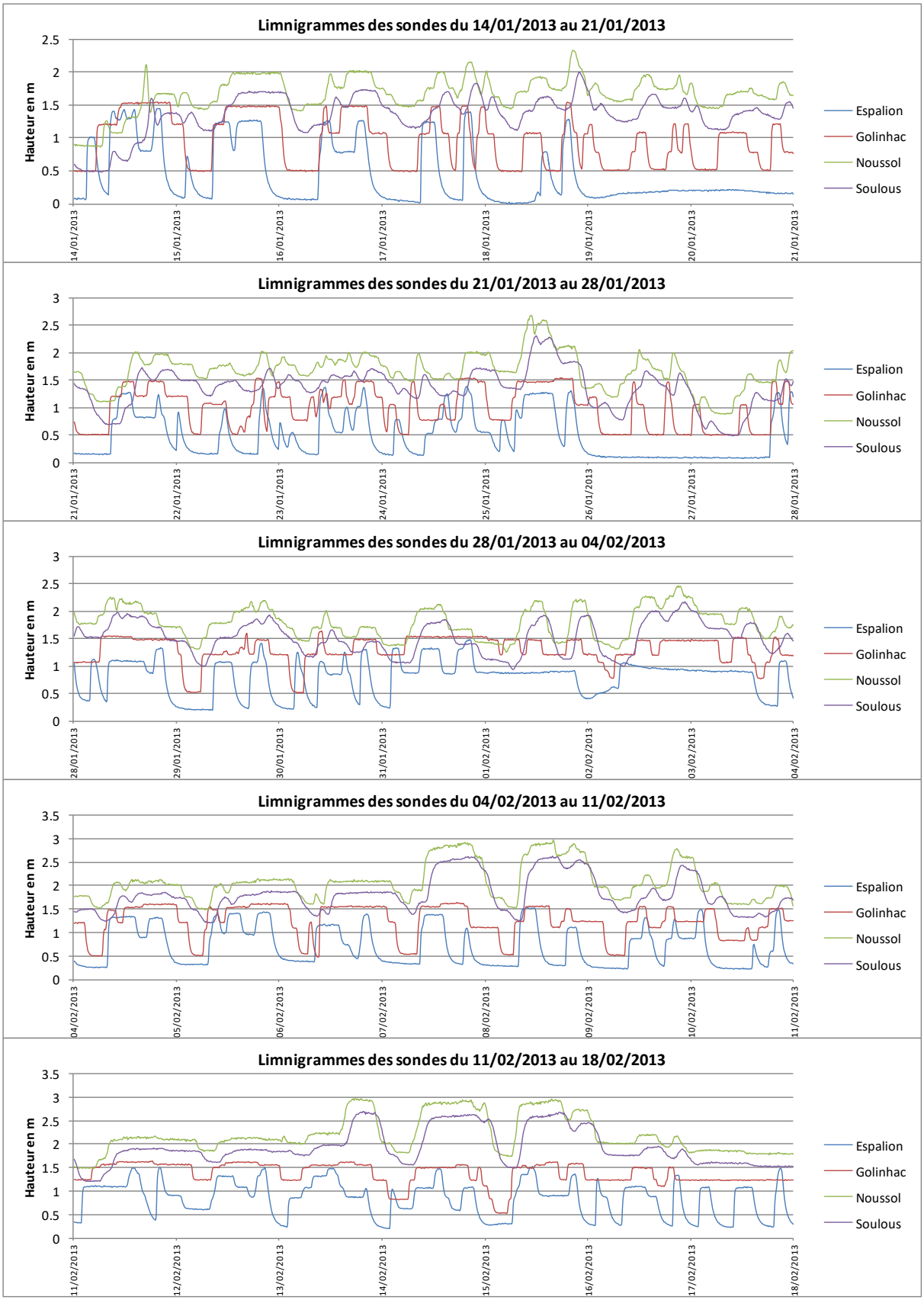

Limnigrammes des sondes du 23/07/2012 au 30/07/2012
Hauteur en m
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Limnigrammes des sondes du 30/07/2012 au 06/08/2012
Limnigrammes des sondes du 06/08/2012 au 13/08/2012
Limnigrammes des sondes du 13/08/2012 au 20/08/2012
Limnigrammes des sondes du 20/08/2012 au 27/08/2012

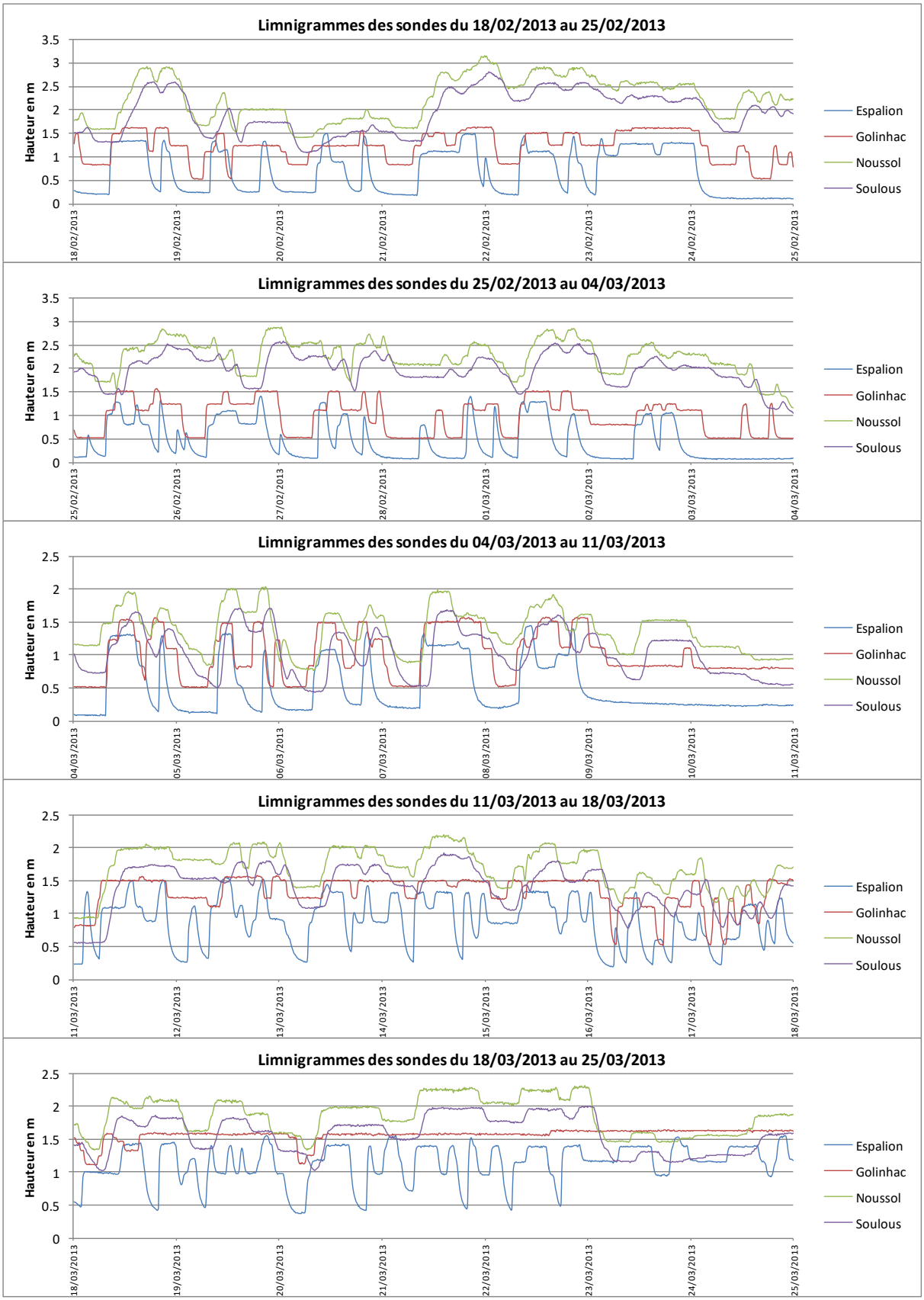

Limnigrammes des sondes du 27/08/2012 au 03/09/2012
Hauteur en m
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Limnigrammes des sondes du 03/09/2012 au 10/09/2012
Limnigrammes des sondes du 10/09/2012 au 17/09/2012
Limnigrammes des sondes du 17/09/2012 au 24/09/2012
Limnigrammes des sondes du 24/09/2012 au 01/10/2012

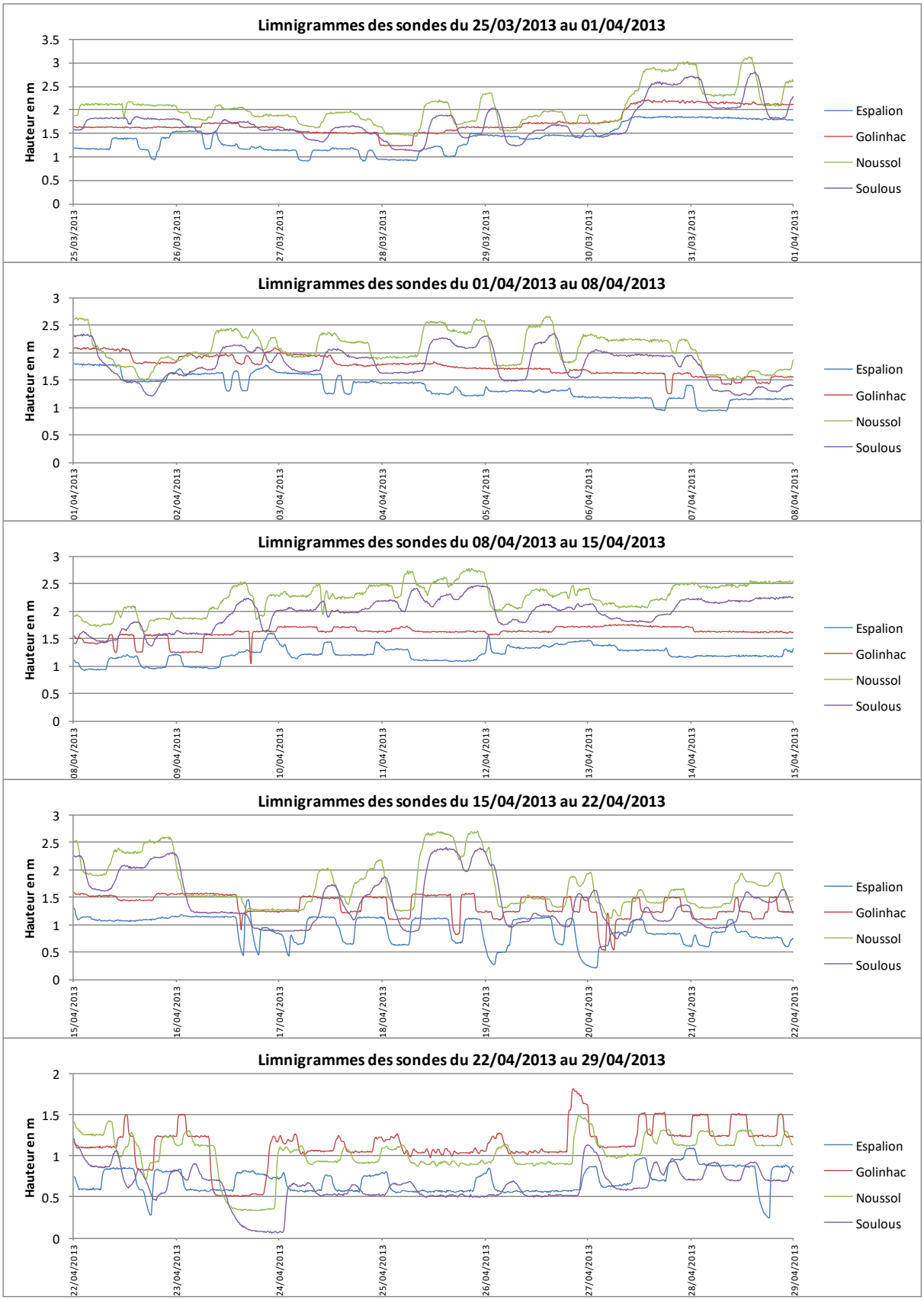

Limnigrammes des sondes du 01/10/2012 au 08/10/2012
Hauteur en m
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Limnigrammes des sondes du 08/10/2012 au 15/10/2012
Limnigrammes des sondes du 15/10/2012 au 22/10/2012
Limnigrammes des sondes du 22/10/2012 au 29/10/2012
Limnigrammes des sondes du 29/10/2012 au 05/11/2012


Limnigrammes des sondes du 05/11/2012 au 12/11/2012
Hauteur en m
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Limnigrammes des sondes du 12/11/2012 au 19/11/2012
Limnigrammes des sondes du 19/11/2012 au 26/11/2012
Limnigrammes des sondes du 26/11/2012 au 03/12/2012
Limnigrammes des sondes du 03/12/2012 au 10/12/2012

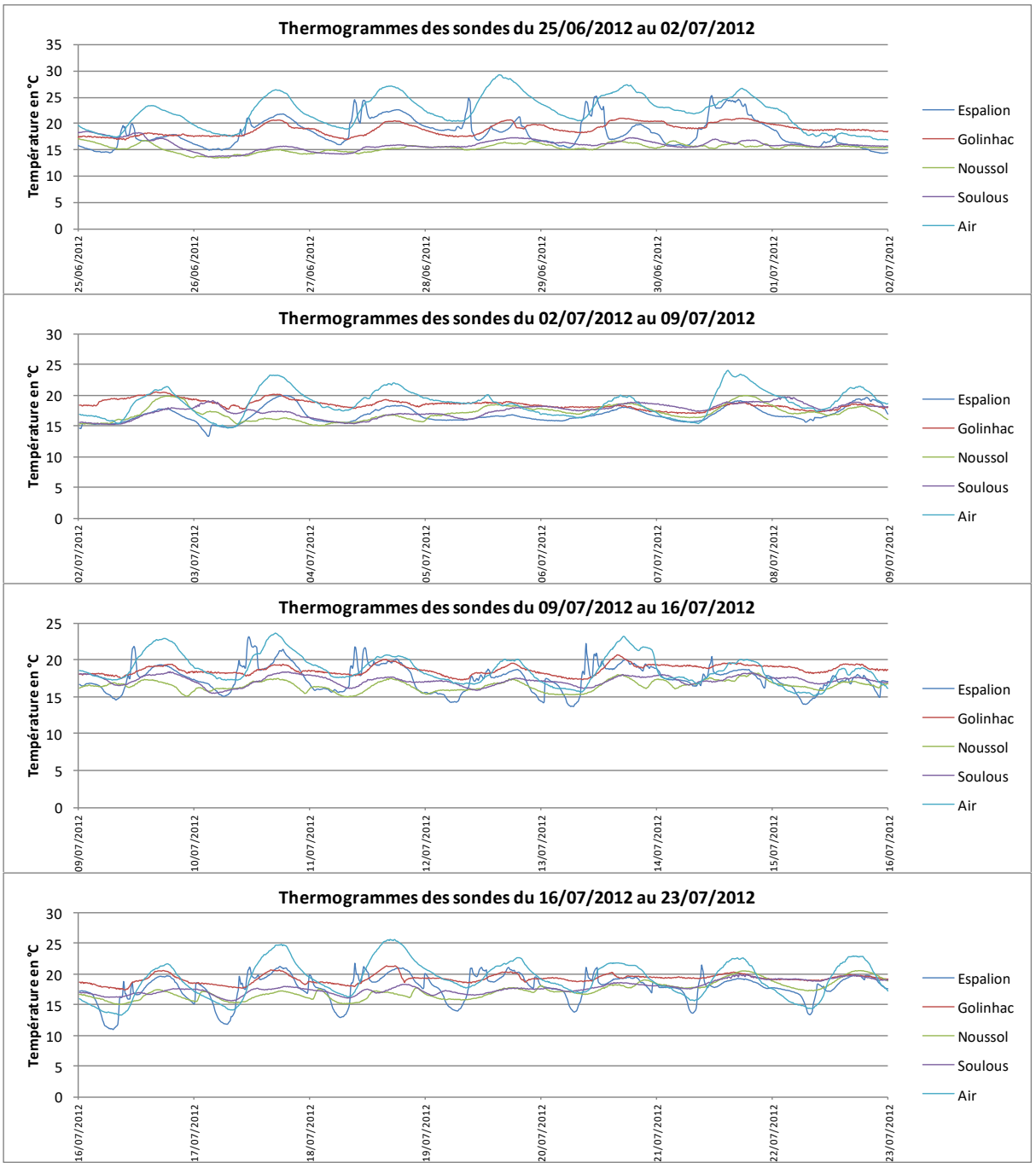

Limnigrammes des sondes du 10/12/2012 au 17/12/2012
Hauteur en m
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Limnigrammes des sondes du 17/12/2012 au 24/12/2012
Limnigrammes des sondes du 24/12/2012 au 31/12/2012
Limnigrammes des sondes du 31/12/2012 au 07/01/2013
Limnigrammes des sondes du 07/01/2013 au 14/01/2013

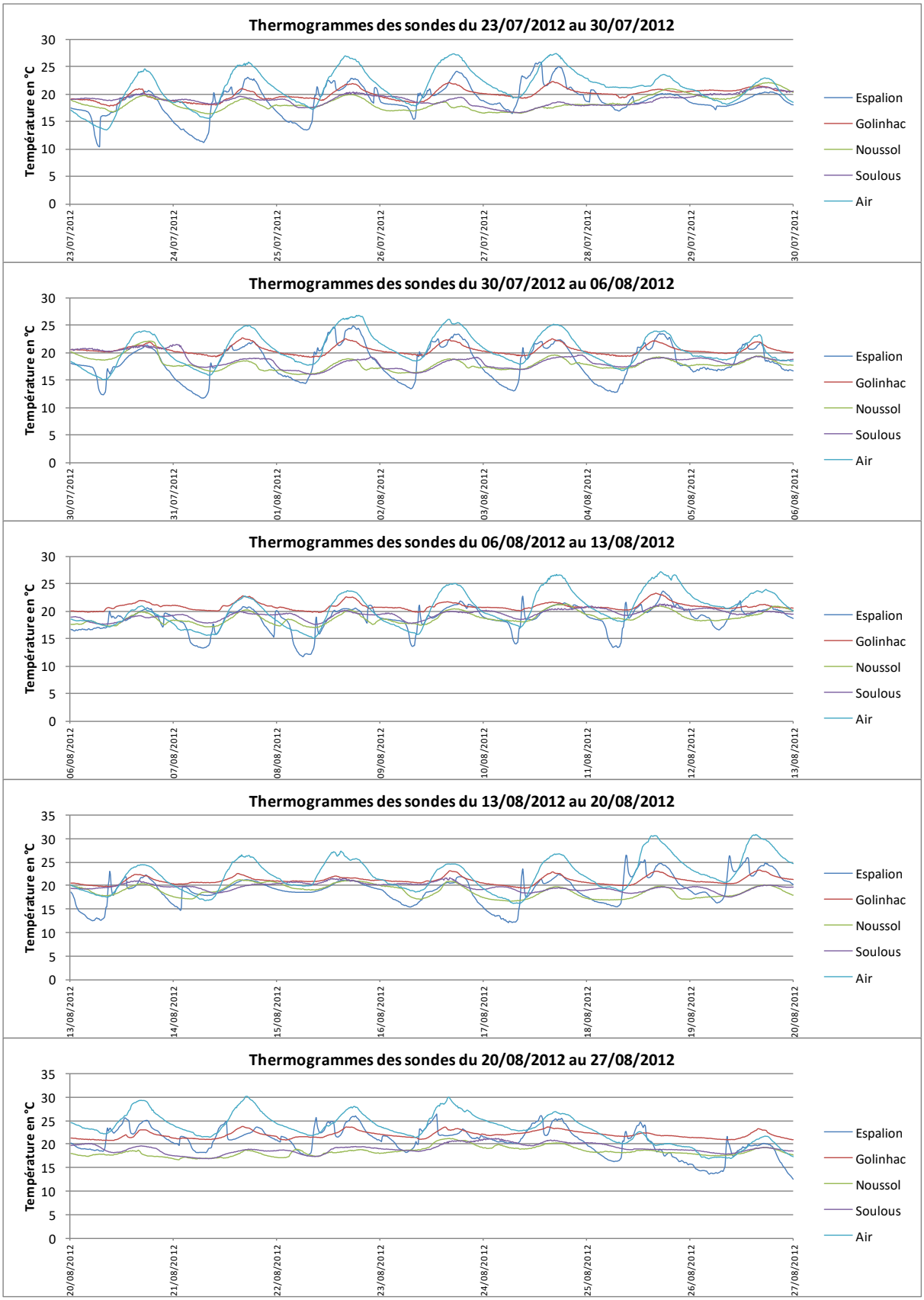

Limnigrammes des sondes du 14/01/2013 au 21/01/2013
Hauteur en m
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Limnigrammes des sondes du 21/01/2013 au 28/01/2013
Limnigrammes des sondes du 28/01/2013 au 04/02/2013
Limnigrammes des sondes du 04/02/2013 au 11/02/2013
Limnigrammes des sondes du 11/02/2013 au 18/02/2013

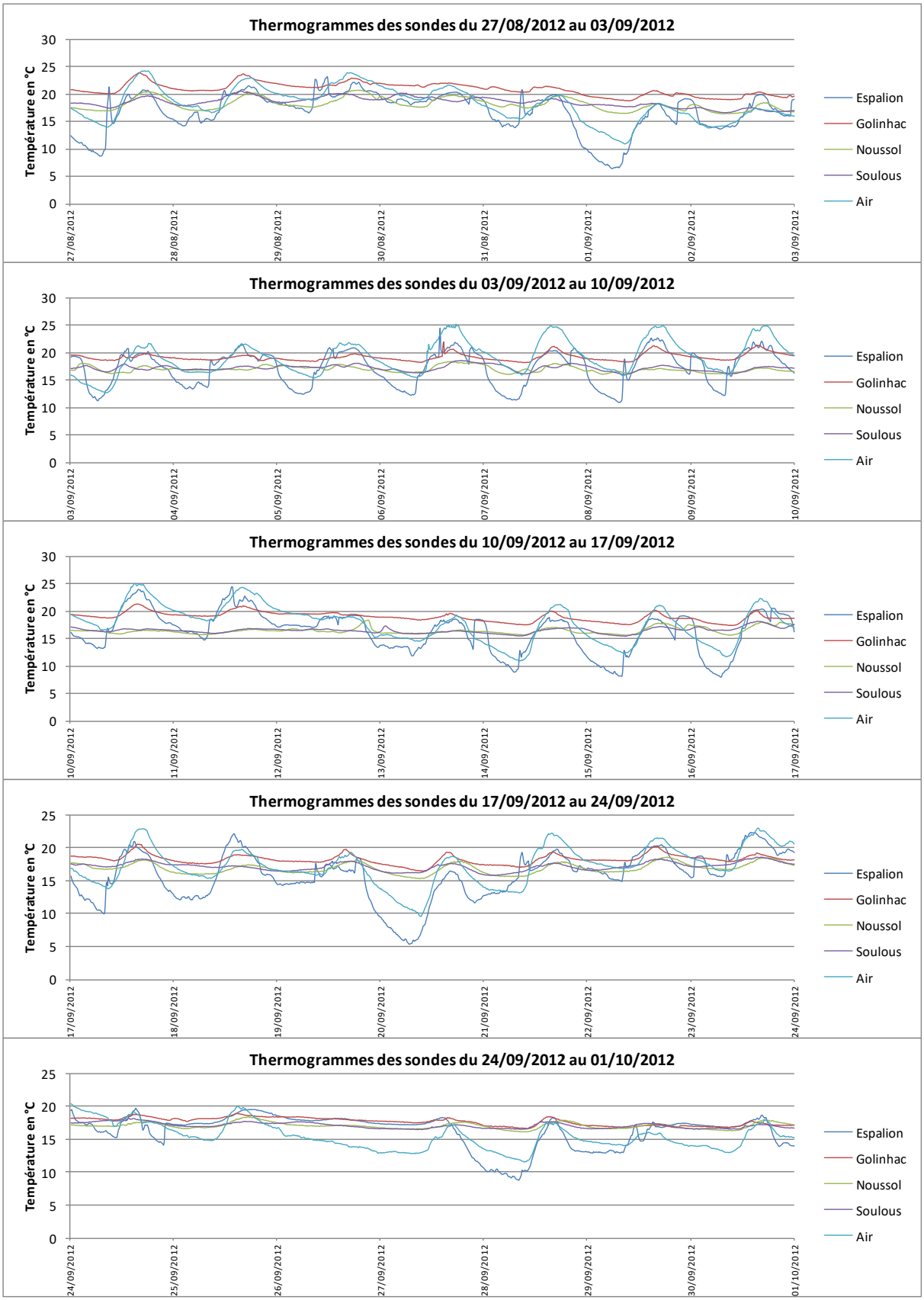

Limnigrammes des sondes du 18/02/2013 au 25/02/2013
Hauteur en m
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Limnigrammes des sondes du 25/02/2013 au 04/03/2013
Limnigrammes des sondes du 04/03/2013 au 11/03/2013
Limnigrammes des sondes du 11/03/2013 au 18/03/2013
Limnigrammes des sondes du 18/03/2013 au 25/03/2013

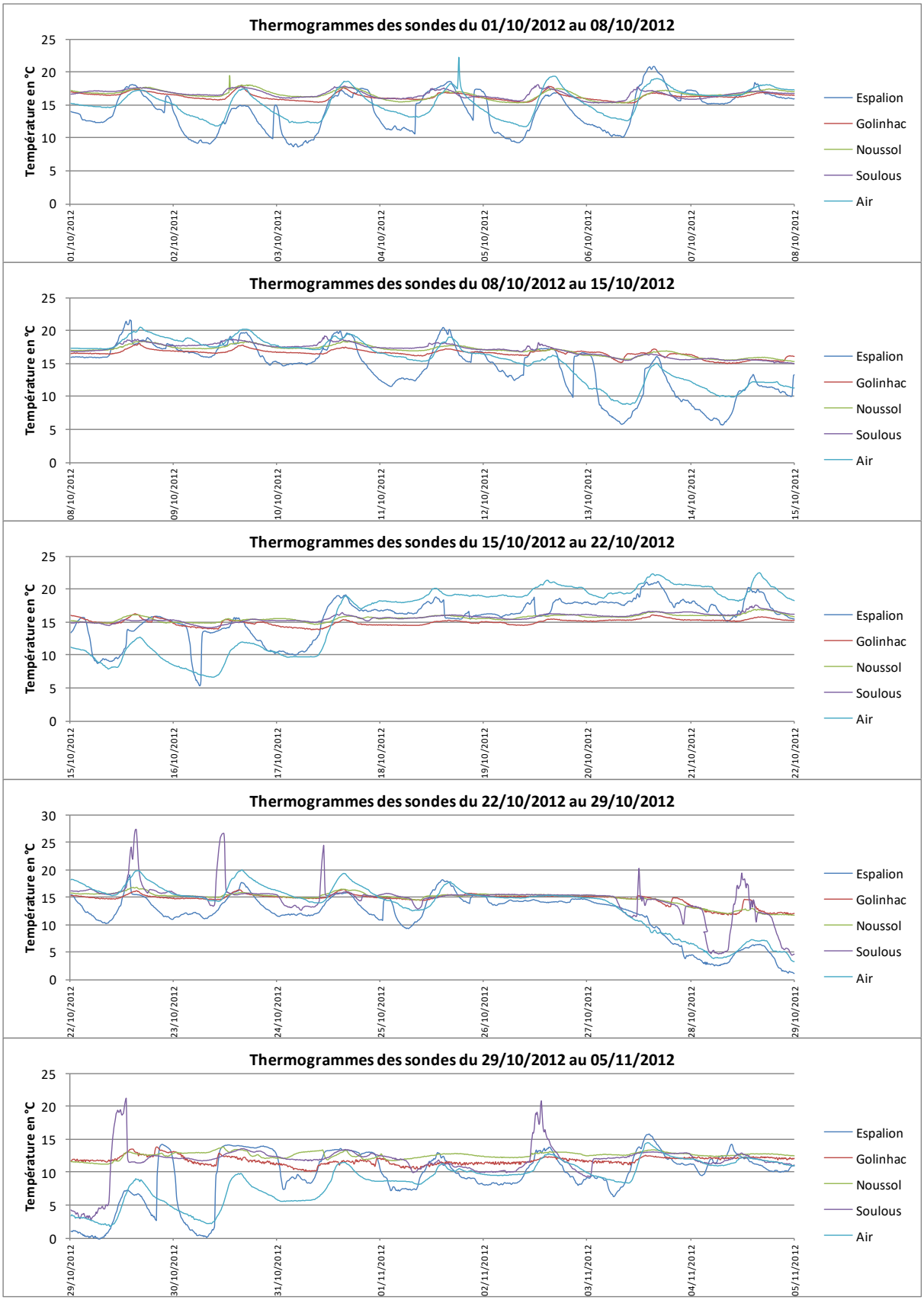

Limnigrammes des sondes du 25/03/2013 au 01/04/2013
Hauteur en m
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Limnigrammes des sondes du 01/04/2013 au 08/04/2013
Limnigrammes des sondes du 08/04/2013 au 15/04/2013
Limnigrammes des sondes du 15/04/2013 au 22/04/2013
Limnigrammes des sondes du 22/04/2013 au 29/04/2013

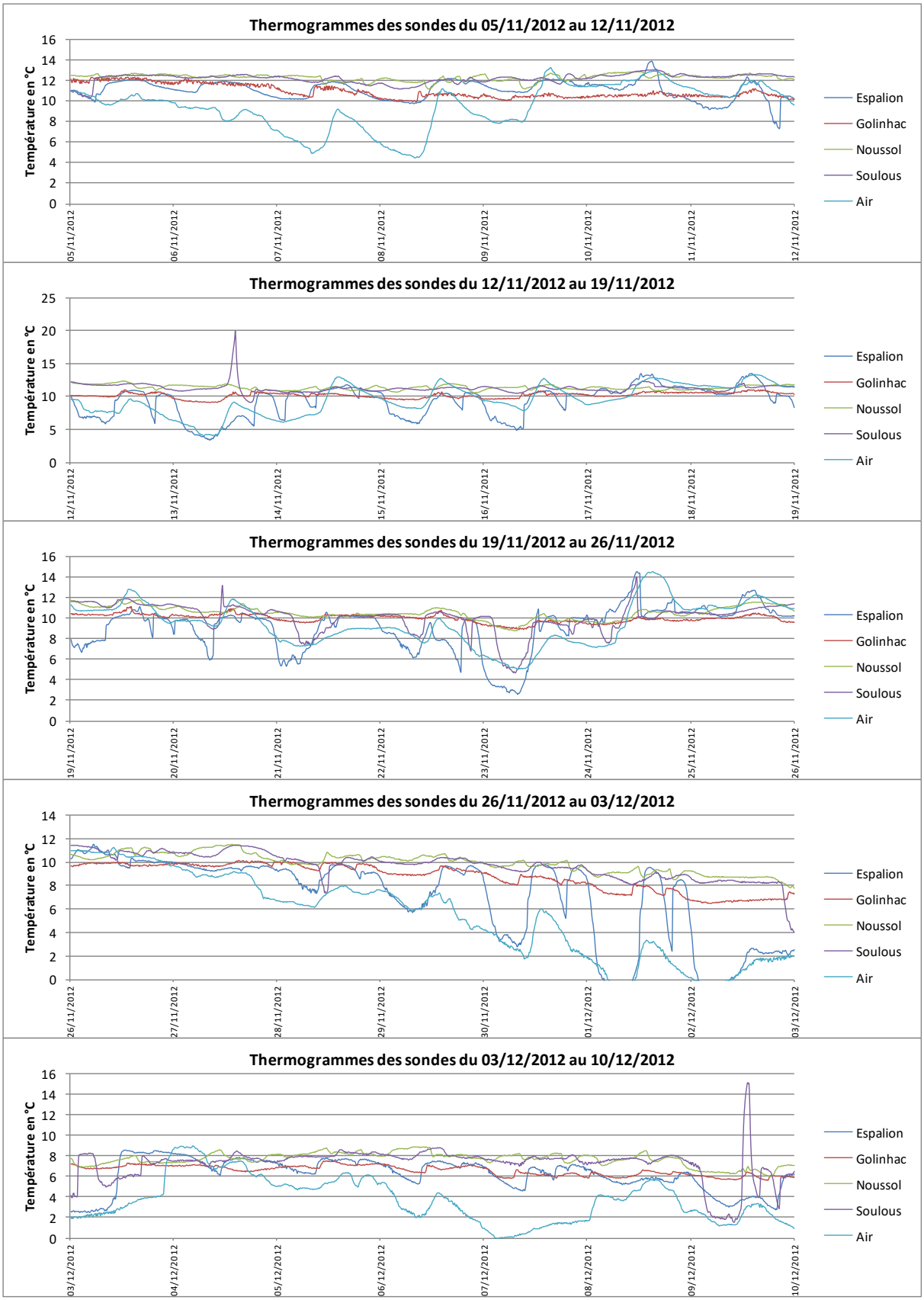
14.4. Thermogrammes des sondes sur chacun des sites du 25 juin 2012 au 24 avril 2013

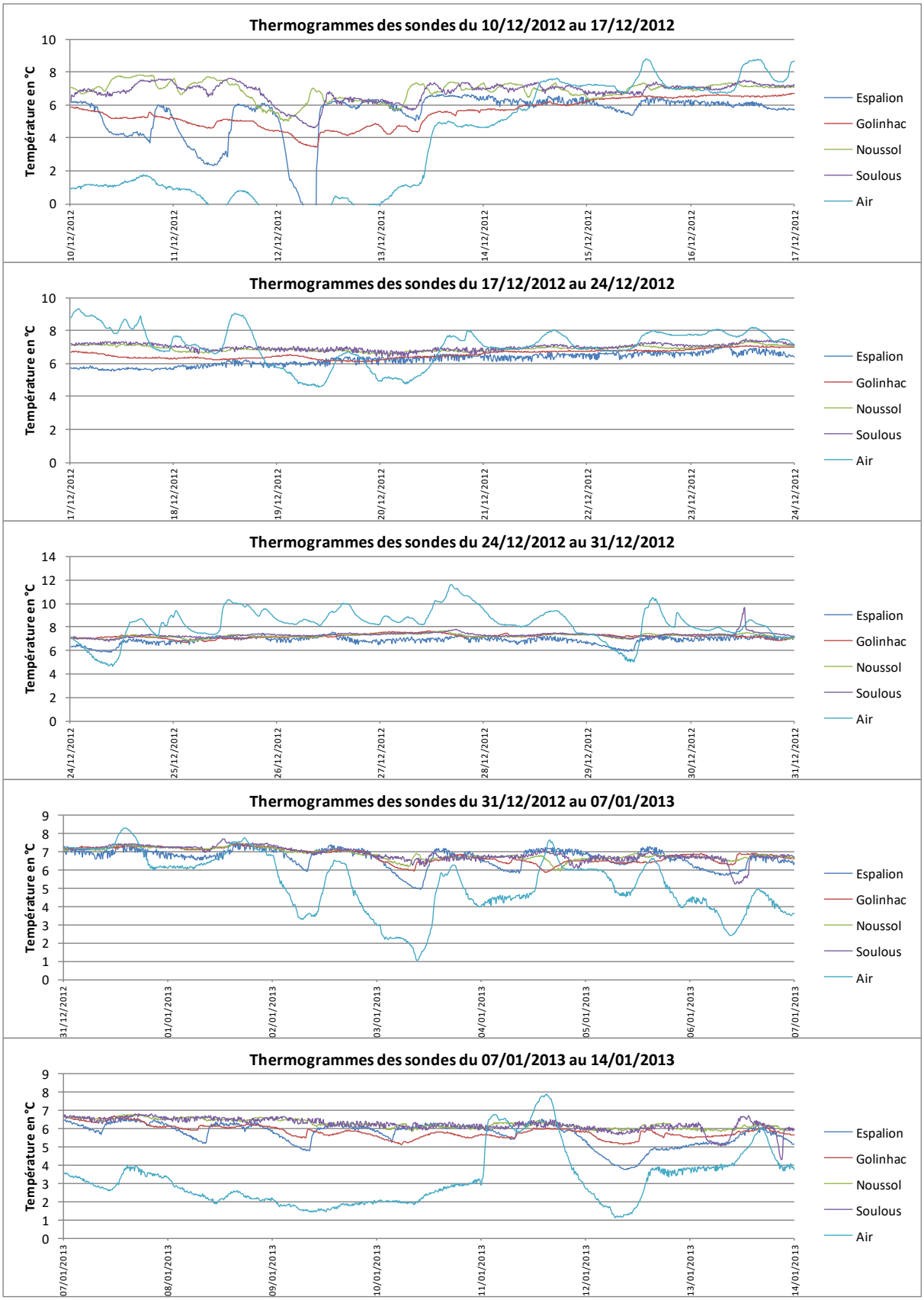


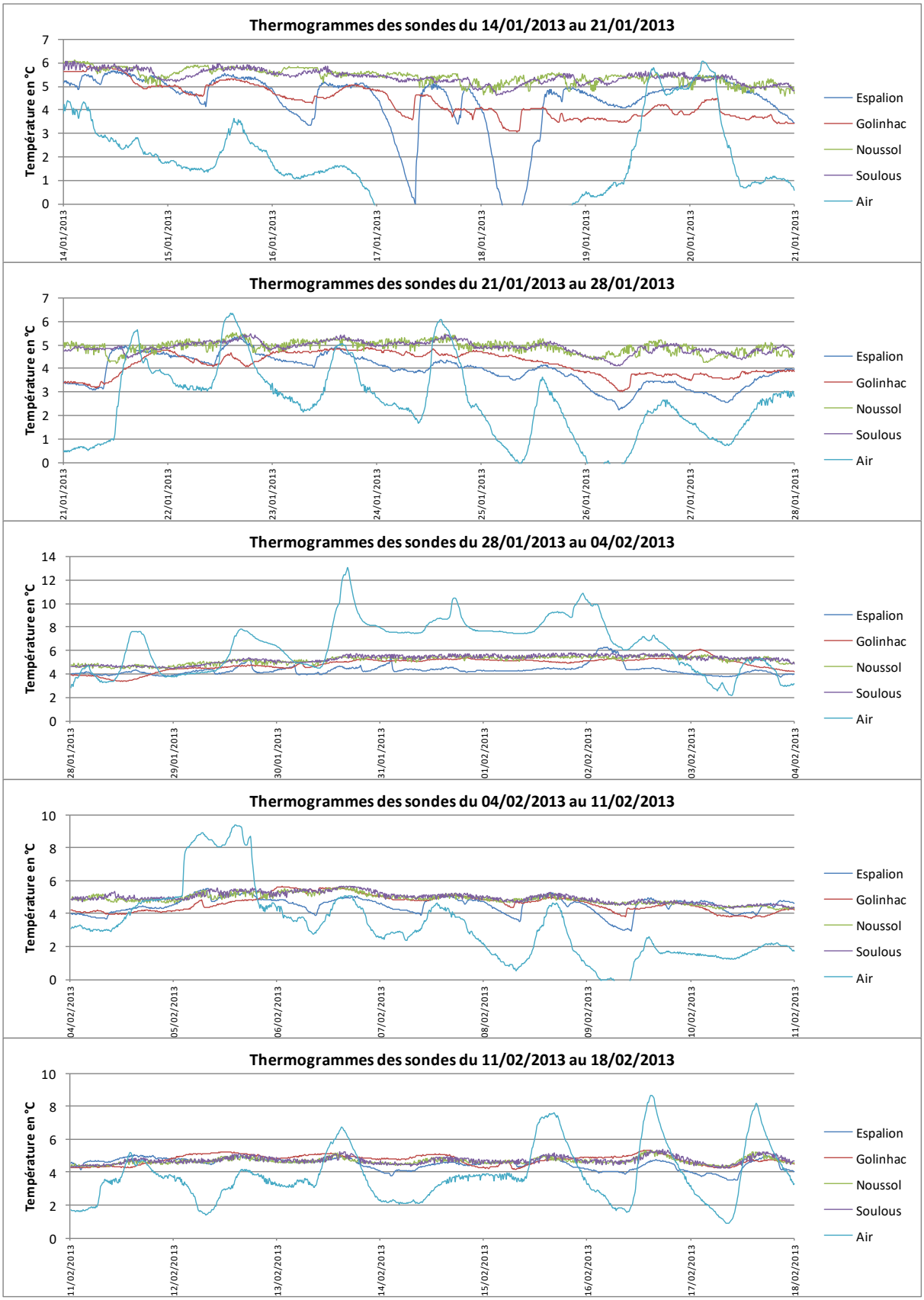

Thermogrammes des sondes du 23/07/2012 au 30/07/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 30/07/2012 au 06/08/2012
Thermogrammes des sondes du 06/08/2012 au 13/08/2012
Thermogrammes des sondes du 13/08/2012 au 20/08/2012
Thermogrammes des sondes du 20/08/2012 au 27/08/2012

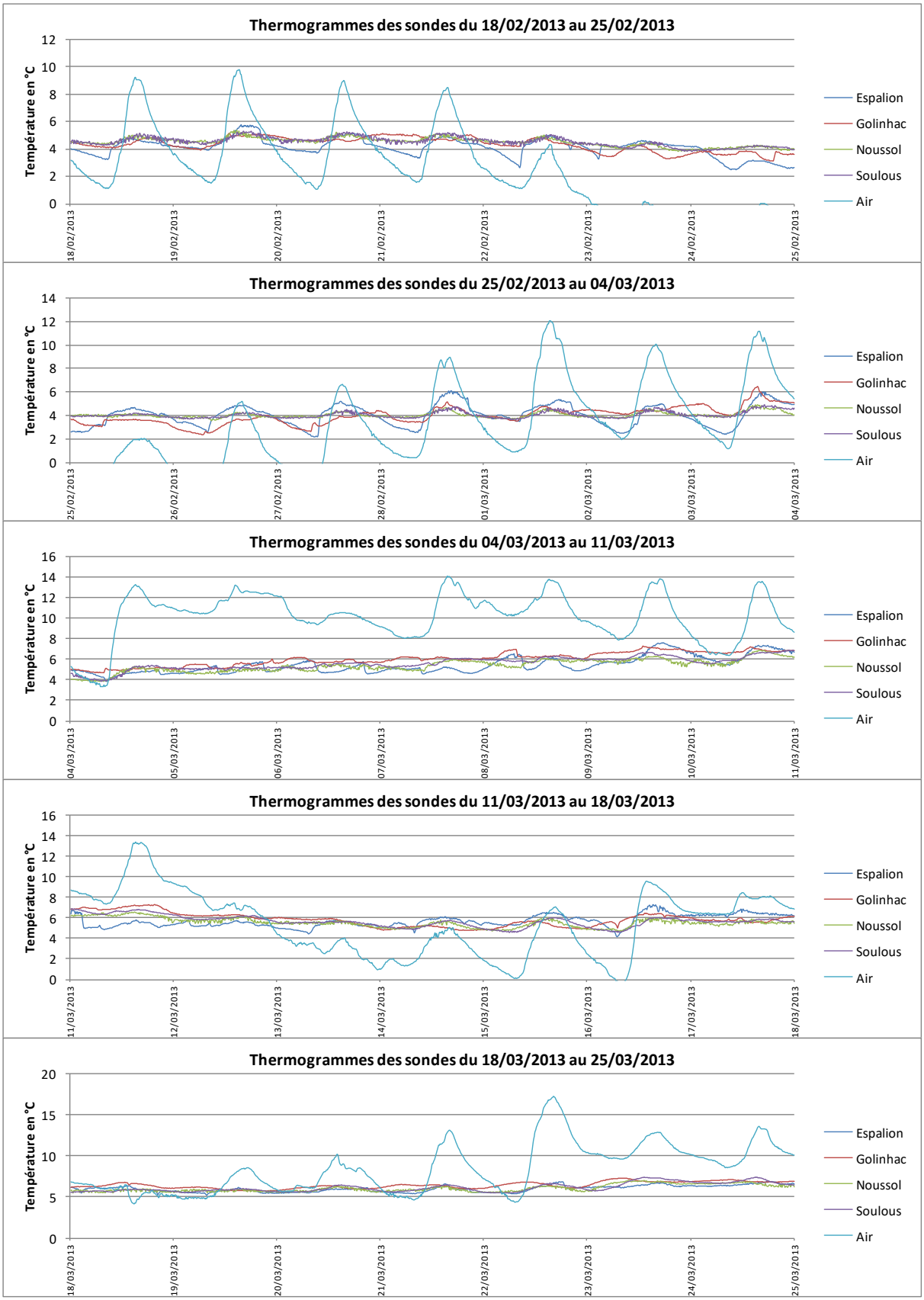

Thermogrammes des sondes du 27/08/2012 au 03/09/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 03/09/2012 au 10/09/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 10/09/2012 au 17/09/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 17/09/2012 au 24/09/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 24/09/2012 au 01/10/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air

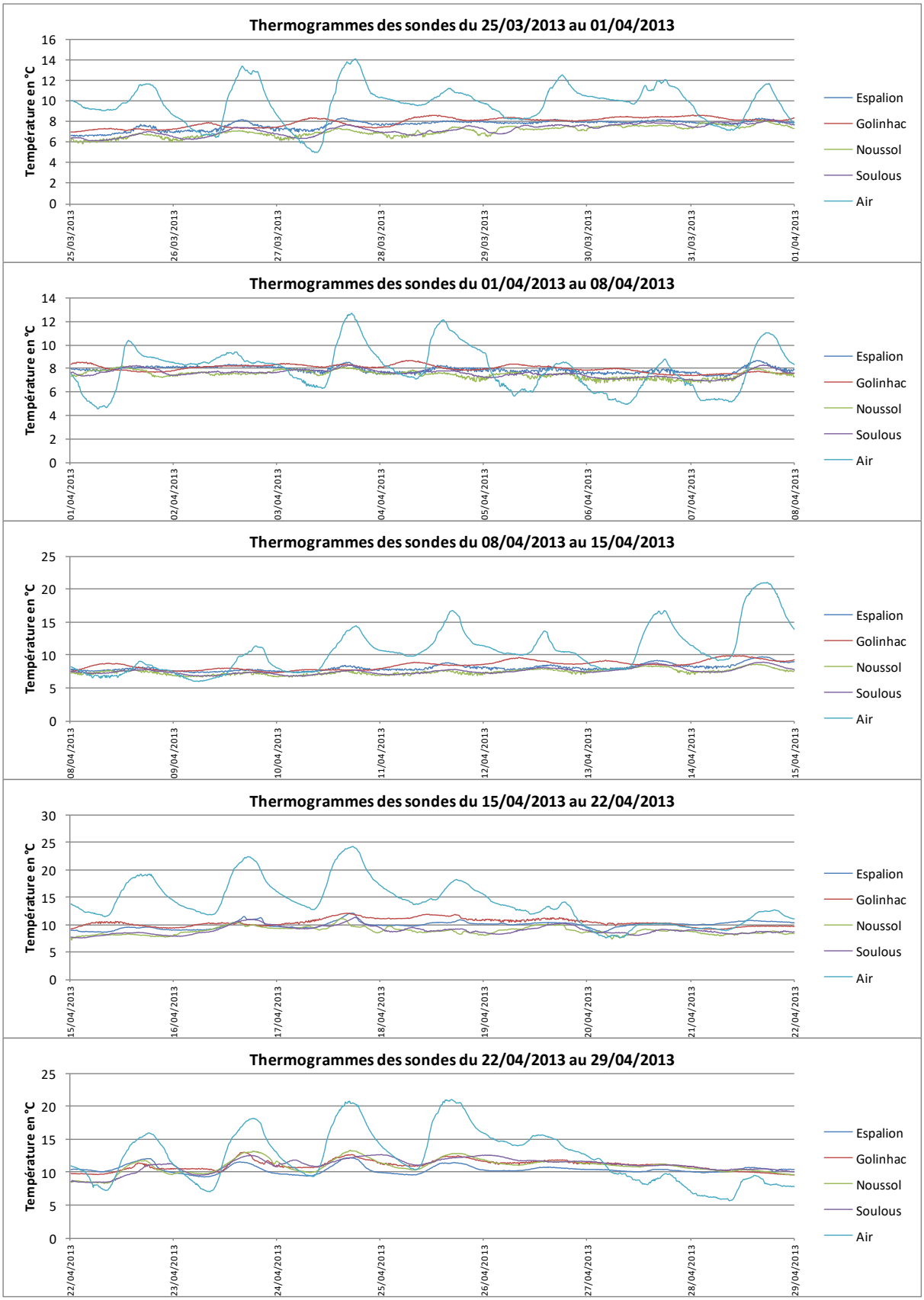

Thermogrammes des sondes du 01/10/2012 au 08/10/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 08/10/2012 au 15/10/2012
Thermogrammes des sondes du 15/10/2012 au 22/10/2012
Thermogrammes des sondes du 22/10/2012 au 29/10/2012
Thermogrammes des sondes du 29/10/2012 au 05/11/2012


Thermogrammes des sondes du 05/11/2012 au 12/11/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 12/11/2012 au 19/11/2012
Thermogrammes des sondes du 19/11/2012 au 26/11/2012
Thermogrammes des sondes du 26/11/2012 au 03/12/2012
Thermogrammes des sondes du 03/12/2012 au 10/12/2012

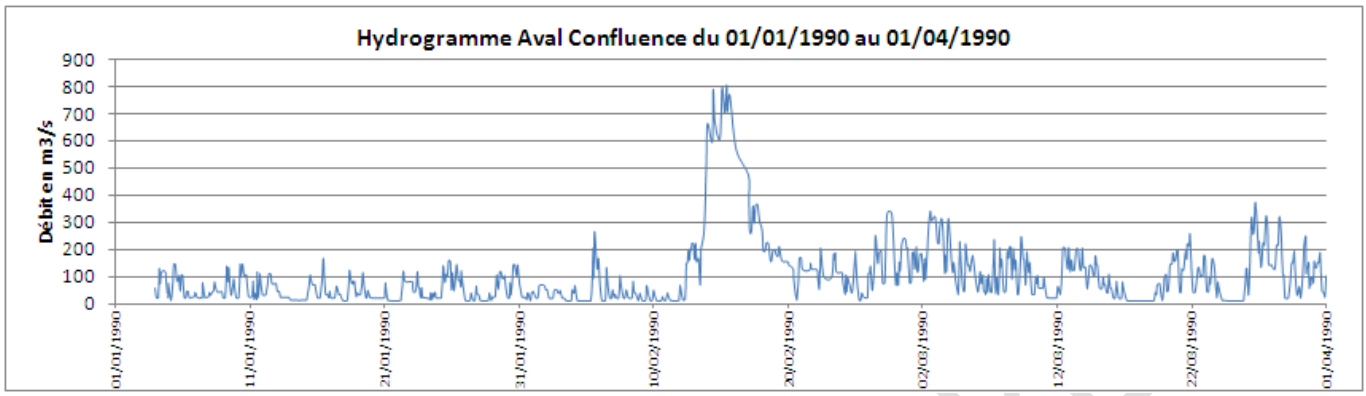

Thermogrammes des sondes du 10/12/2012 au 17/12/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 17/12/2012 au 24/12/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 24/12/2012 au 31/12/2012
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 31/12/2012 au 07/01/2013
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 07/01/2013 au 14/01/2013
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air

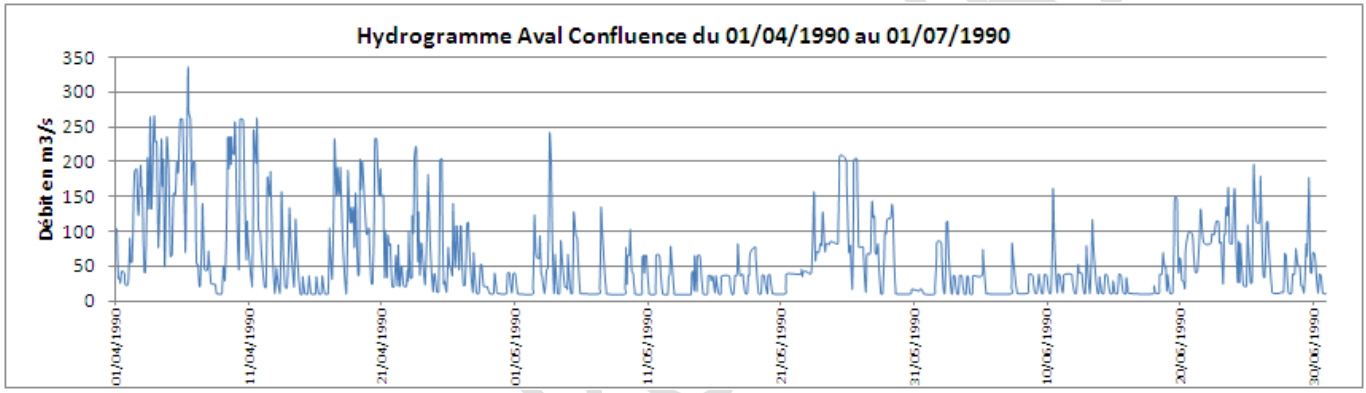

Thermogrammes des sondes du 14/01/2013 au 21/01/2013
Température en °C
0
1
2
3
4
5
6
7
14/01/2013
15/01/2013
16/01/2013
17/01/2013
18/01/2013
19/01/2013
20/01/2013
21/01/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 21/01/2013 au 28/01/2013
Température en °C
0
1
2
3
4
5
6
7
21/01/2013
22/01/2013
23/01/2013
24/01/2013
25/01/2013
26/01/2013
27/01/2013
28/01/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 28/01/2013 au 04/02/2013
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
28/01/2013
29/01/2013
30/01/2013
31/01/2013
01/02/2013
02/02/2013
03/02/2013
04/02/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 04/02/2013 au 11/02/2013
Température en °C
0
2
4
6
8
10
04/02/2013
05/02/2013
06/02/2013
07/02/2013
08/02/2013
09/02/2013
10/02/2013
11/02/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 11/02/2013 au 18/02/2013
Température en °C
0
2
4
6
8
10
11/02/2013
12/02/2013
13/02/2013
14/02/2013
15/02/2013
16/02/2013
17/02/2013
18/02/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air

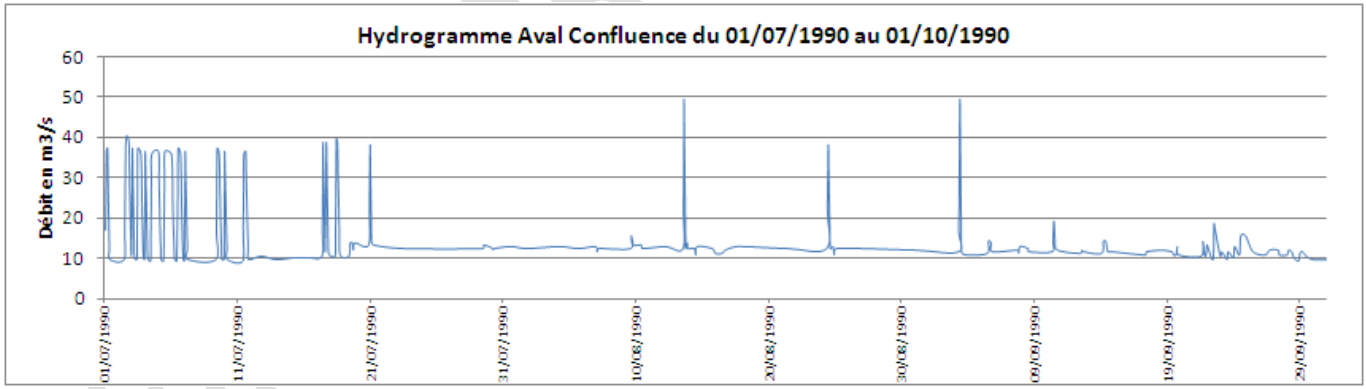

Thermogrammes des sondes du 18/02/2013 au 25/02/2013
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 25/02/2013 au 04/03/2013
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 04/03/2013 au 11/03/2013
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 11/03/2013 au 18/03/2013
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 18/03/2013 au 25/03/2013
Température en °C
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air

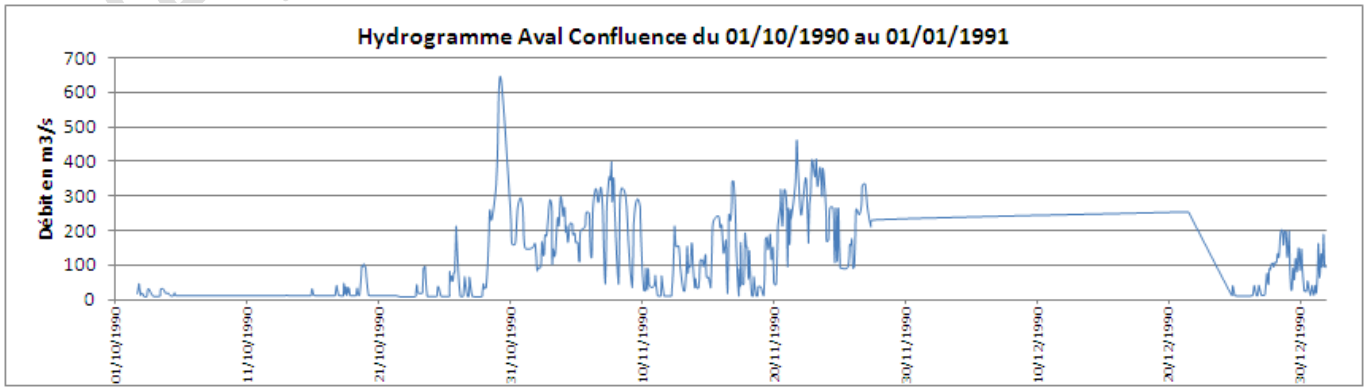

Thermogrammes des sondes du 25/03/2013 au 01/04/2013
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
25/03/2013
26/03/2013
27/03/2013
28/03/2013
29/03/2013
30/03/2013
31/03/2013
01/04/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 01/04/2013 au 08/04/2013
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
01/04/2013
02/04/2013
03/04/2013
04/04/2013
05/04/2013
06/04/2013
07/04/2013
08/04/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 08/04/2013 au 15/04/2013
Température en °C
0
5
10
15
20
25
08/04/2013
09/04/2013
10/04/2013
11/04/2013
12/04/2013
13/04/2013
14/04/2013
15/04/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 15/04/2013 au 22/04/2013
Température en °C
0
5
10
15
20
25
30
15/04/2013
16/04/2013
17/04/2013
18/04/2013
19/04/2013
20/04/2013
21/04/2013
22/04/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air
Thermogrammes des sondes du 22/04/2013 au 29/04/2013
Température en °C
0
5
10
15
20
25
22/04/2013
23/04/2013
24/04/2013
25/04/2013
26/04/2013
27/04/2013
28/04/2013
29/04/2013
Espalion
Golinhac
Noussol
Soulous
Air

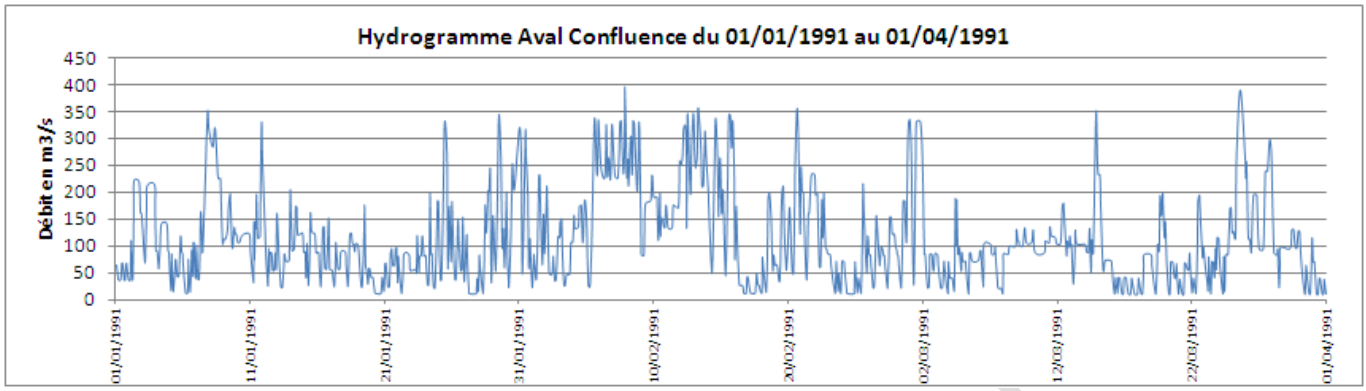
14.5. Hydrogrammes en aval de la confluence Lot Truyère de 1990 à 2011

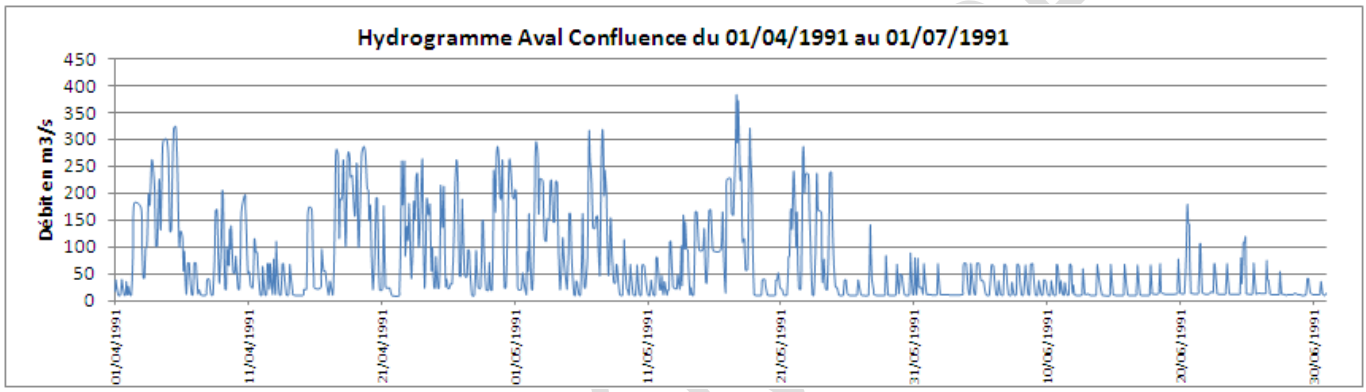


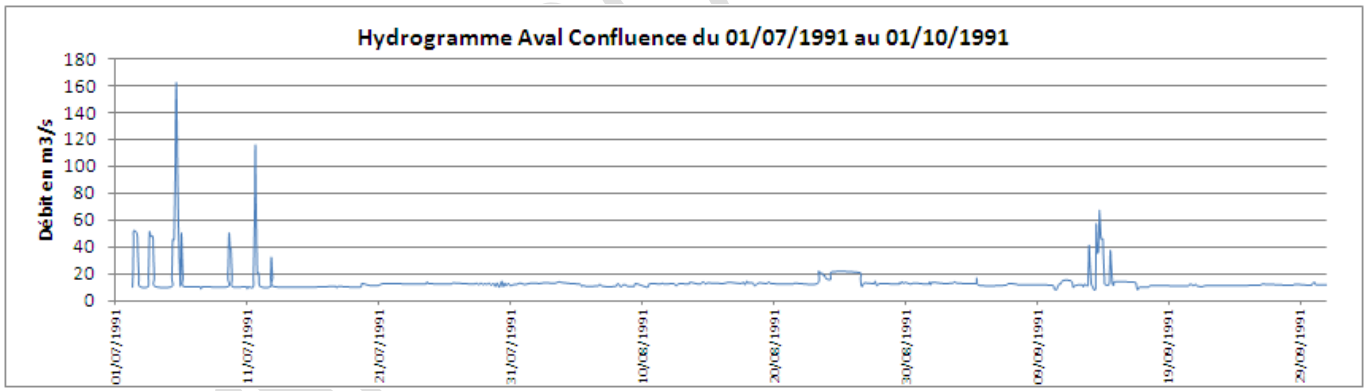


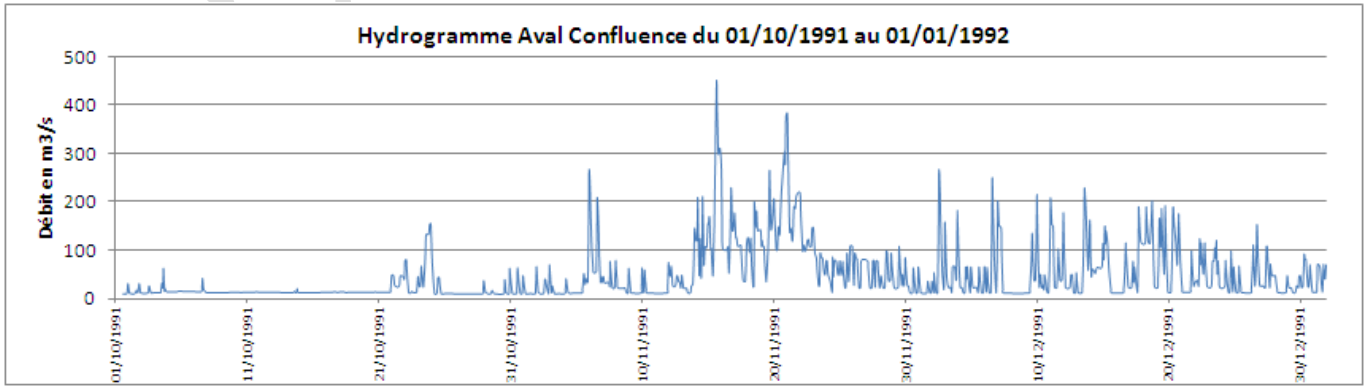


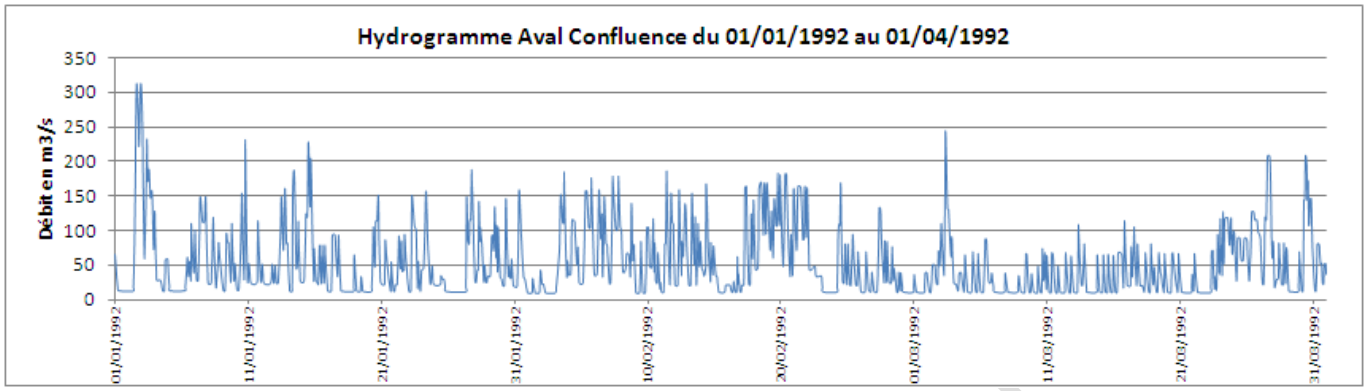


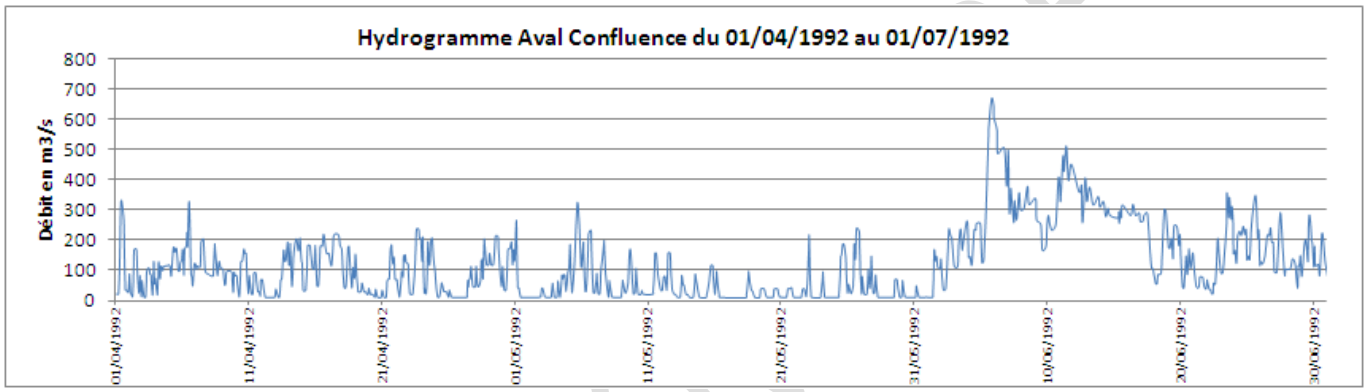

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1991 au 01/04/1991
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/1991
11/01/1991
21/01/1991
31/01/1991
10/02/1991
20/02/1991
02/03/1991
12/03/1991
22/03/1991
01/04/1991

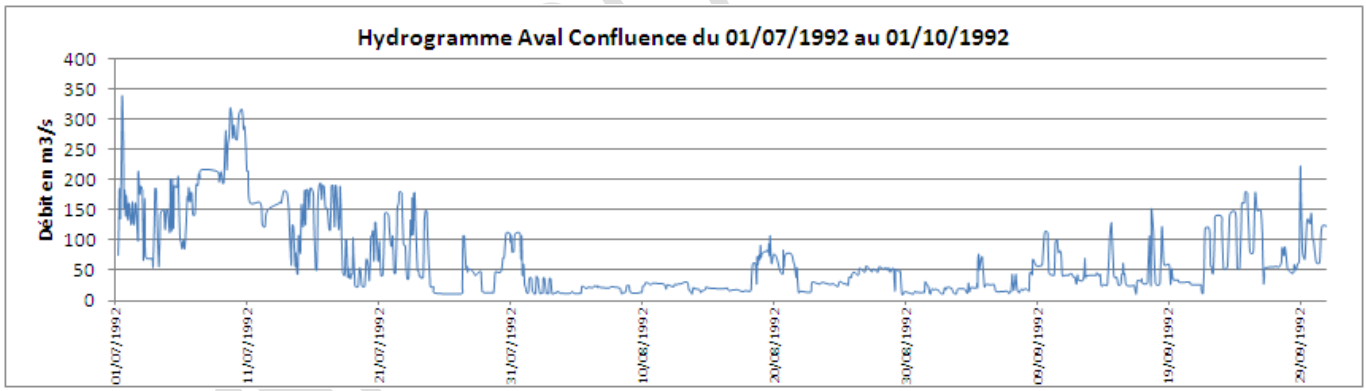

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1991 au 01/07/1991
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/1991
11/04/1991
21/04/1991
01/05/1991
11/05/1991
21/05/1991
31/05/1991
10/06/1991
20/06/1991
30/06/1991

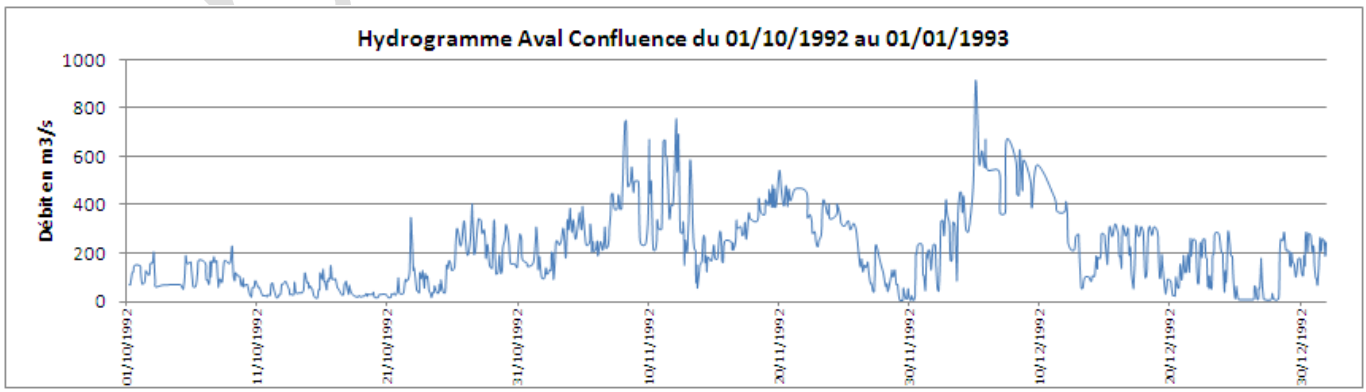

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1991 au 01/10/1991
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/07/1991
11/07/1991
21/07/1991
31/07/1991
10/08/1991
20/08/1991
30/08/1991
09/09/1991
19/09/1991
29/09/1991

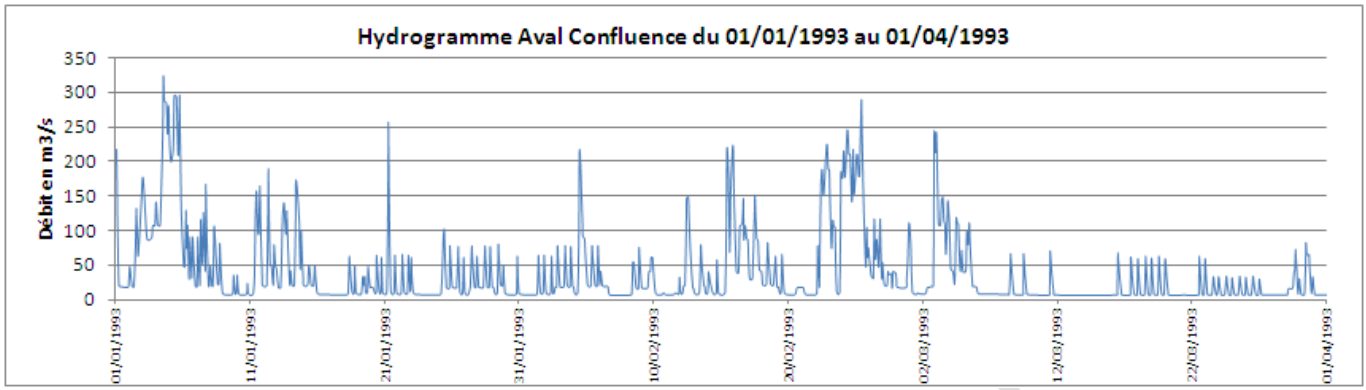

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1991 au 01/01/1992
Débit en m3/s
500
400
300
200
100
0
01/10/1991
11/10/1991
21/10/1991
31/10/1991
10/11/1991
20/11/1991
30/11/1991
10/12/1991
20/12/1991
30/12/1991

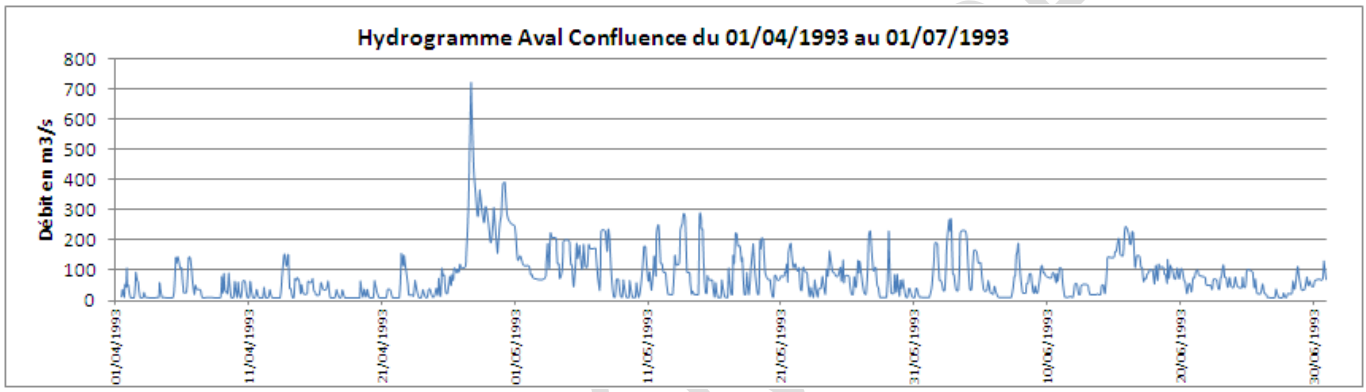

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1992 au 01/04/1992
Débit en m3/s
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/1992
11/01/1992
21/01/1992
31/01/1992
10/02/1992
20/02/1992
01/03/1992
11/03/1992
21/03/1992
31/03/1992

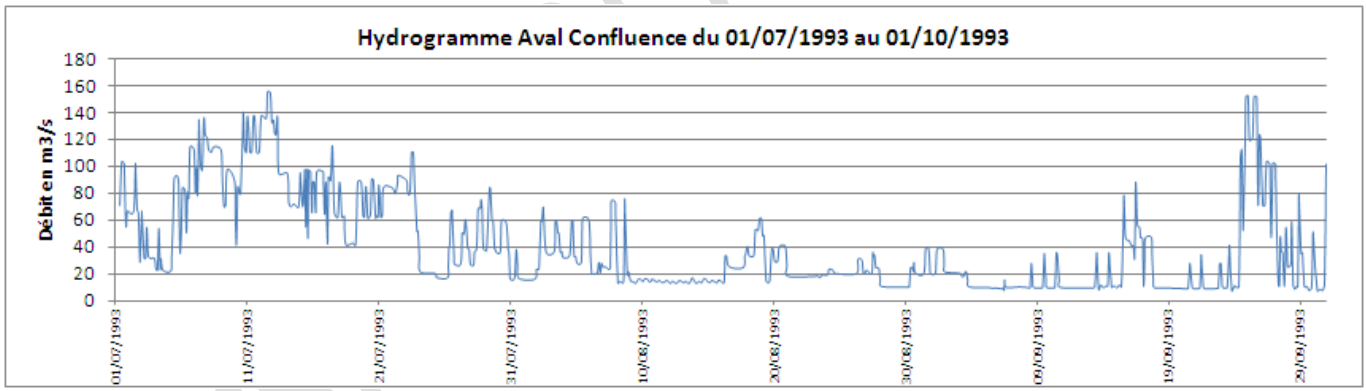

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1992 au 01/07/1992
Débit en m3/s
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/04/1992
11/04/1992
21/04/1992
01/05/1992
11/05/1992
21/05/1992
31/05/1992
10/06/1992
20/06/1992
30/06/1992

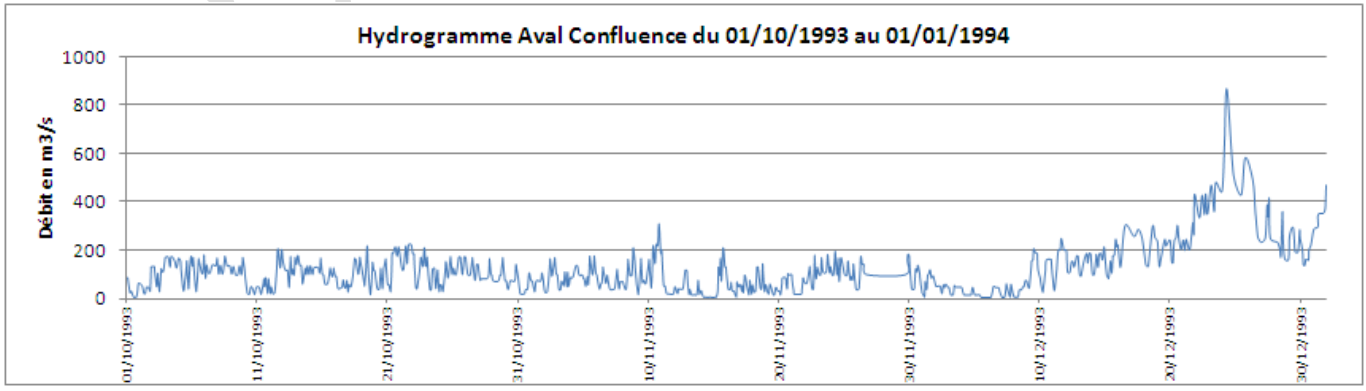

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1992 au 01/10/1992
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/07/1992
11/07/1992
21/07/1992
31/07/1992
10/08/1992
20/08/1992
30/08/1992
09/09/1992
19/09/1992
29/09/1992

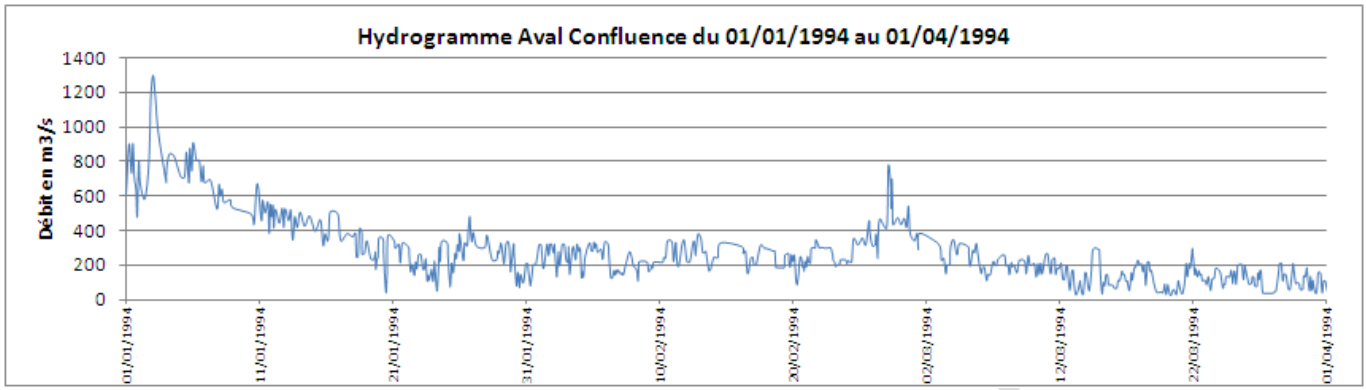

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1992 au 01/01/1993
Débit en m3/s
1000
800
600
400
200
0
01/10/1992
11/10/1992
21/10/1992
31/10/1992
10/11/1992
20/11/1992
30/11/1992
10/12/1992
20/12/1992
30/12/1992

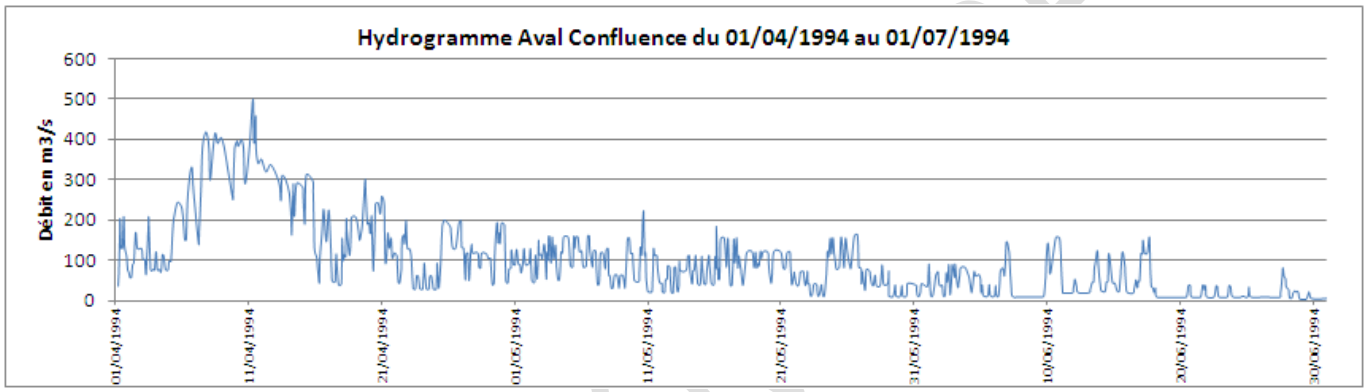

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1993 au 01/04/1993
Débit en m3/s
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/1993
11/01/1993
21/01/1993
31/01/1993
10/02/1993
20/02/1993
02/03/1993
12/03/1993
22/03/1993
01/04/1993

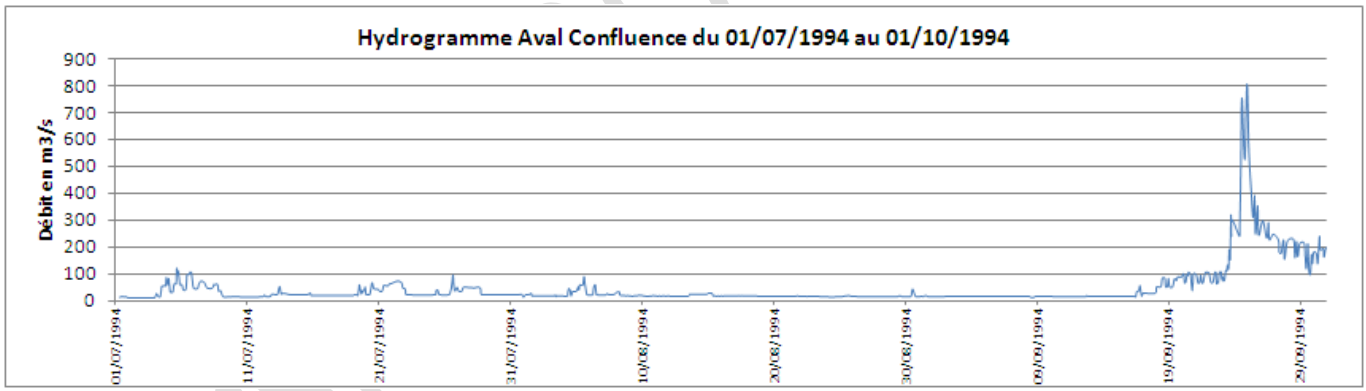

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1993 au 01/07/1993
Débit en m3/s
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/04/1993
11/04/1993
21/04/1993
01/05/1993
11/05/1993
21/05/1993
31/05/1993
10/06/1993
20/06/1993
30/06/1993

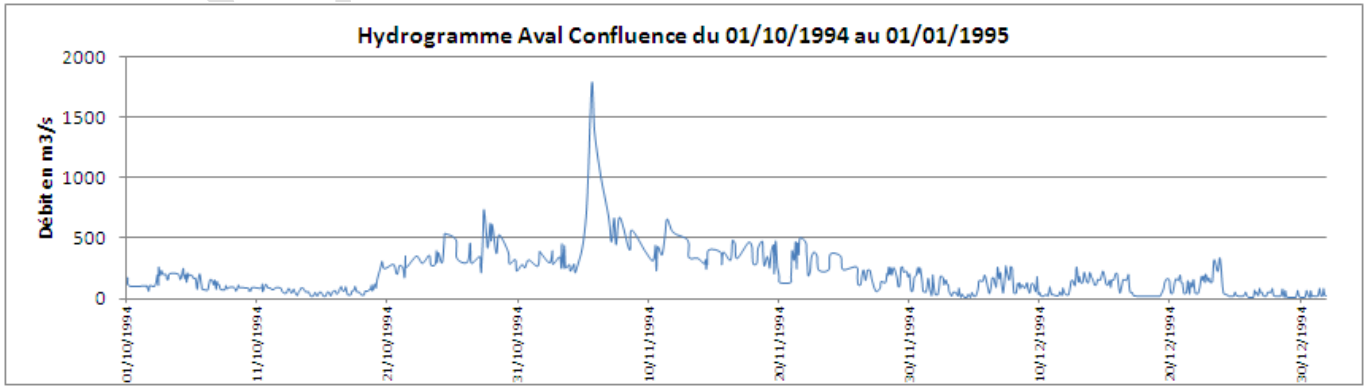

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1993 au 01/10/1993
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/07/1993
11/07/1993
21/07/1993
31/07/1993
10/08/1993
20/08/1993
30/08/1993
09/09/1993
19/09/1993
29/09/1993

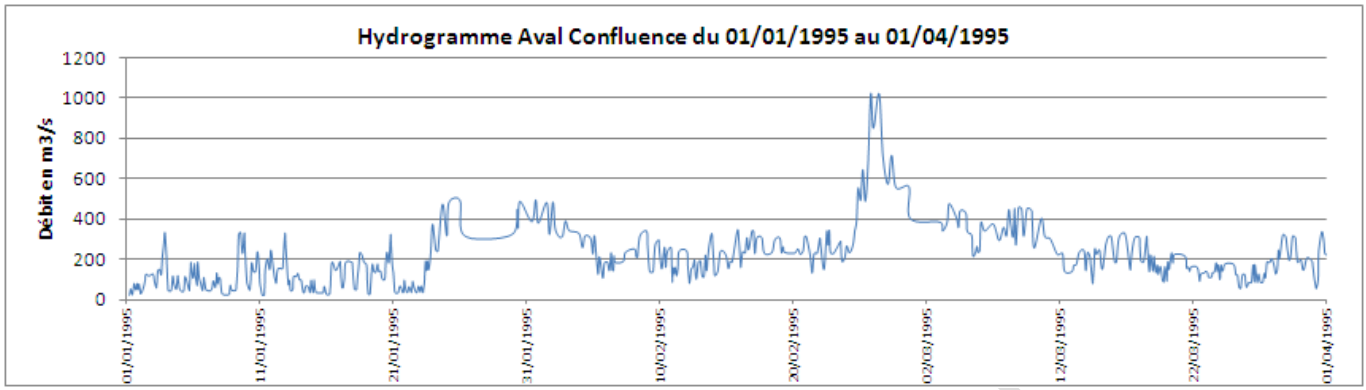

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1993 au 01/01/1994
Débit en m3/s
1000
800
600
400
200
0
01/10/1993
11/10/1993
21/10/1993
31/10/1993
10/11/1993
20/11/1993
30/11/1993
10/12/1993
20/12/1993
30/12/1993

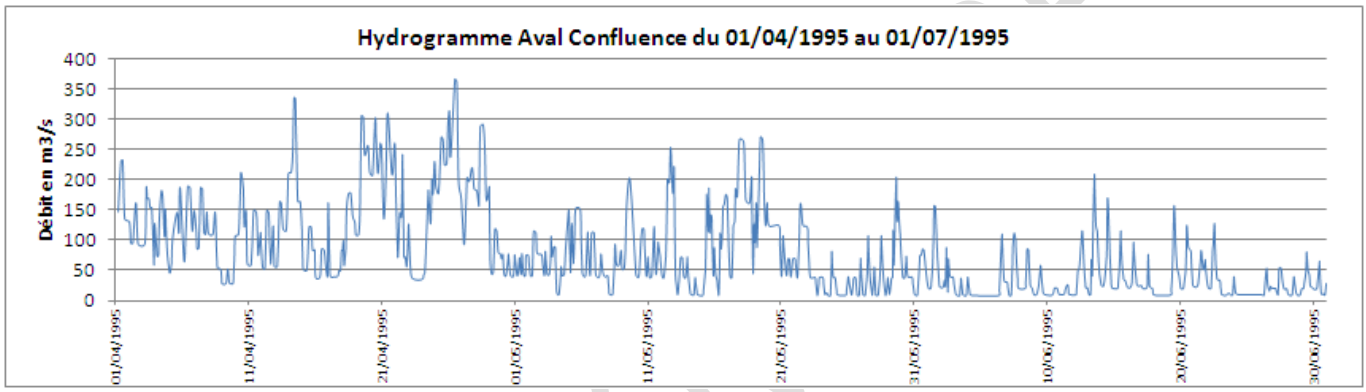

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1994 au 01/04/1994
Débit en m3/s
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
01/01/1994
11/01/1994
21/01/1994
31/01/1994
10/02/1994
20/02/1994
02/03/1994
12/03/1994
22/03/1994
01/04/1994

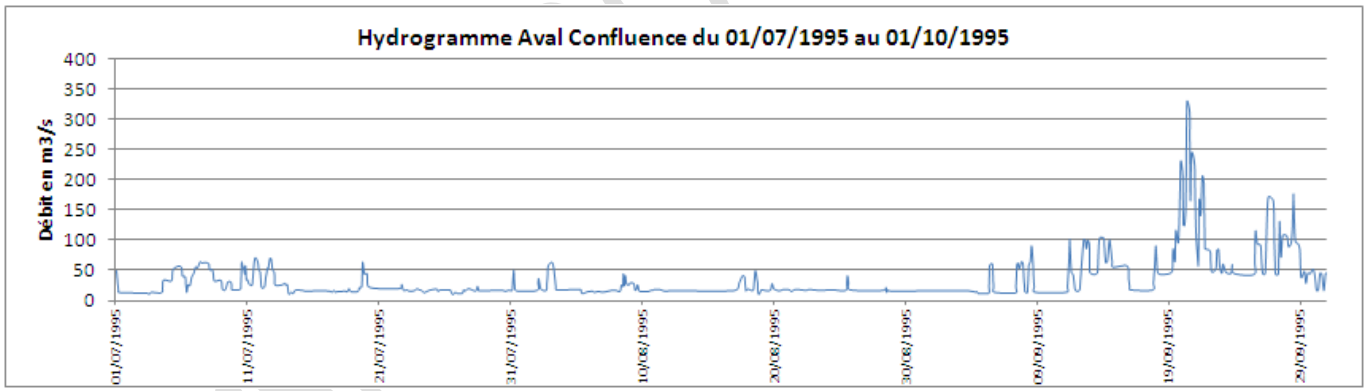

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1994 au 01/07/1994
Débit en m3/s
600
500
400
300
200
100
0
01/04/1994
11/04/1994
21/04/1994
01/05/1994
11/05/1994
21/05/1994
31/05/1994
10/06/1994
20/06/1994
30/06/1994

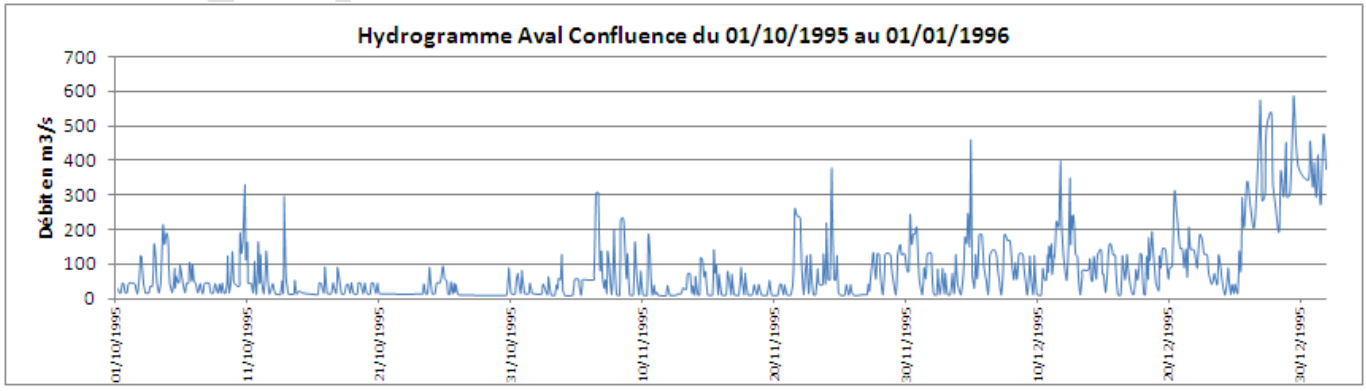

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1994 au 01/10/1994
Débit en m3/s
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/07/1994
11/07/1994
21/07/1994
31/07/1994
10/08/1994
20/08/1994
30/08/1994
09/09/1994
19/09/1994
29/09/1994

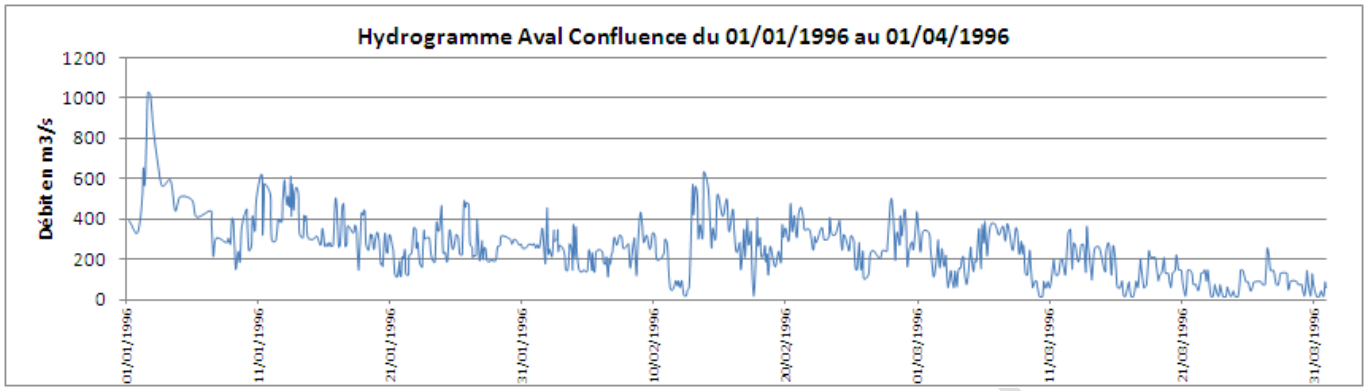

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1994 au 01/01/1995
Débit en m3/s
2000
1500
1000
500
0
01/10/1994
11/10/1994
21/10/1994
31/10/1994
10/11/1994
20/11/1994
30/11/1994
10/12/1994
20/12/1994
30/12/1994

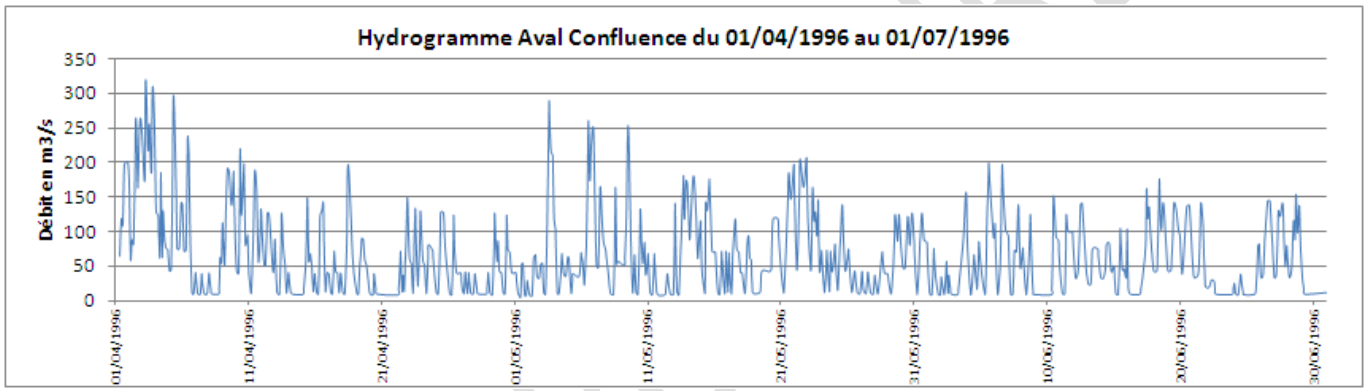

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1995 au 01/04/1995
Débit en m3/s
1200
1000
800
600
400
200
0
01/01/1995
11/01/1995
21/01/1995
31/01/1995
10/02/1995
20/02/1995
02/03/1995
12/03/1995
22/03/1995
01/04/1995

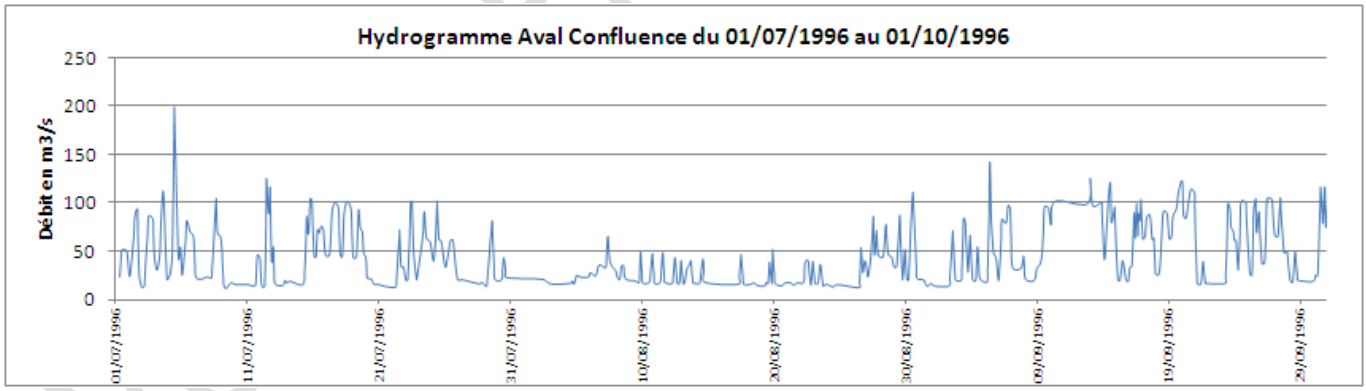

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1995 au 01/07/1995
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/1995
11/04/1995
21/04/1995
01/05/1995
11/05/1995
21/05/1995
31/05/1995
10/06/1995
20/06/1995
30/06/1995

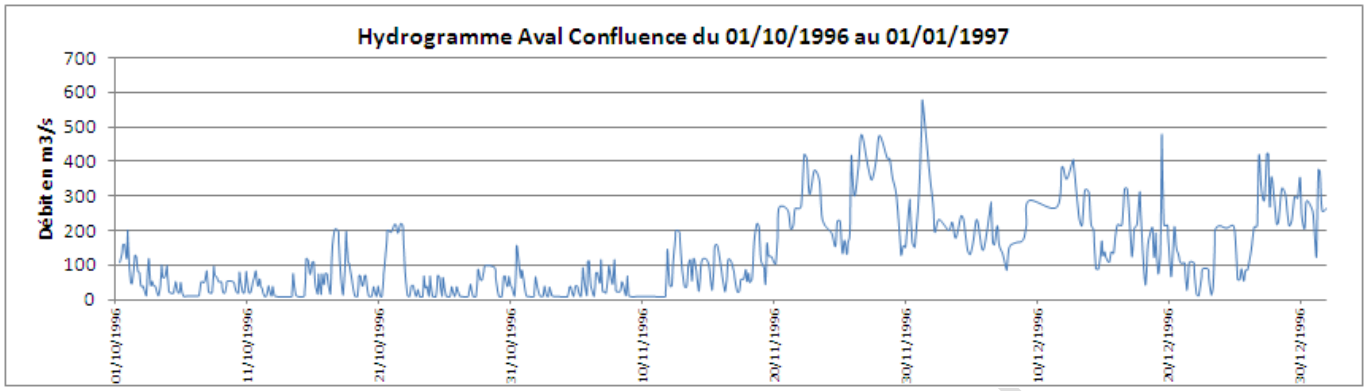

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1995 au 01/10/1995
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/07/1995
11/07/1995
21/07/1995
31/07/1995
10/08/1995
20/08/1995
30/08/1995
09/09/1995
19/09/1995
29/09/1995

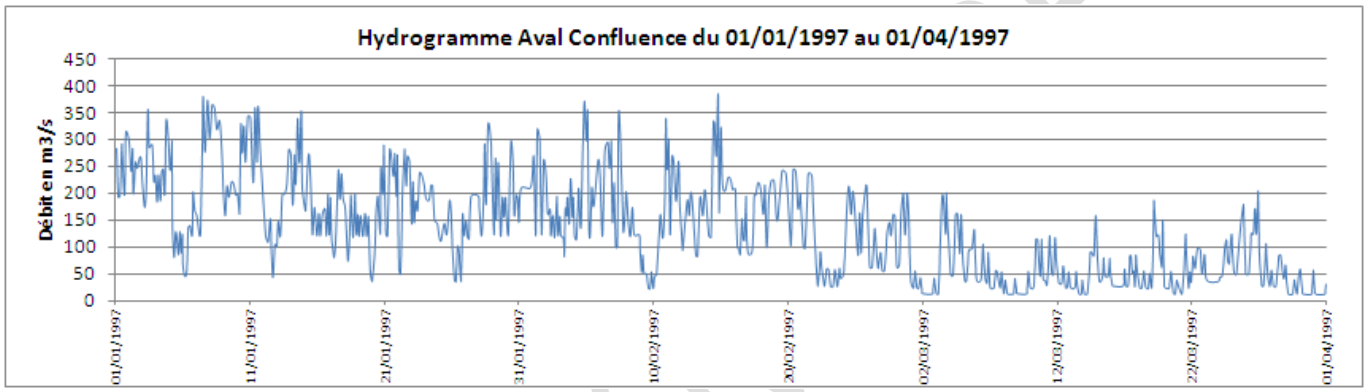

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1995 au 01/01/1996
Débit en m3/s
700
600
500
400
300
200
100
0
01/10/1995
11/10/1995
21/10/1995
31/10/1995
10/11/1995
20/11/1995
30/11/1995
10/12/1995
20/12/1995
30/12/1995

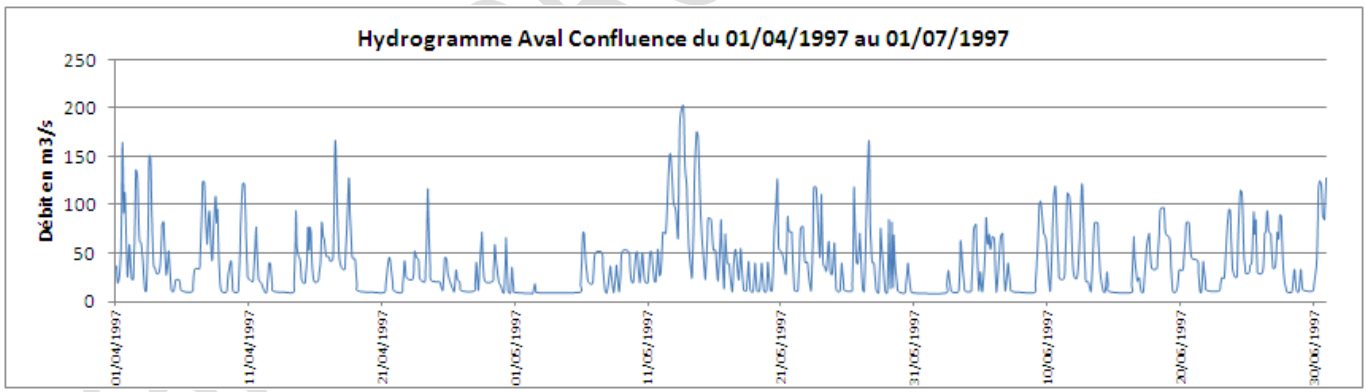

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1996 au 01/04/1996
Débit en m3/s
1200
1000
800
600
400
200
0
01/01/1996
11/01/1996
21/01/1996
31/01/1996
10/02/1996
20/02/1996
01/03/1996
11/03/1996
21/03/1996
31/03/1996

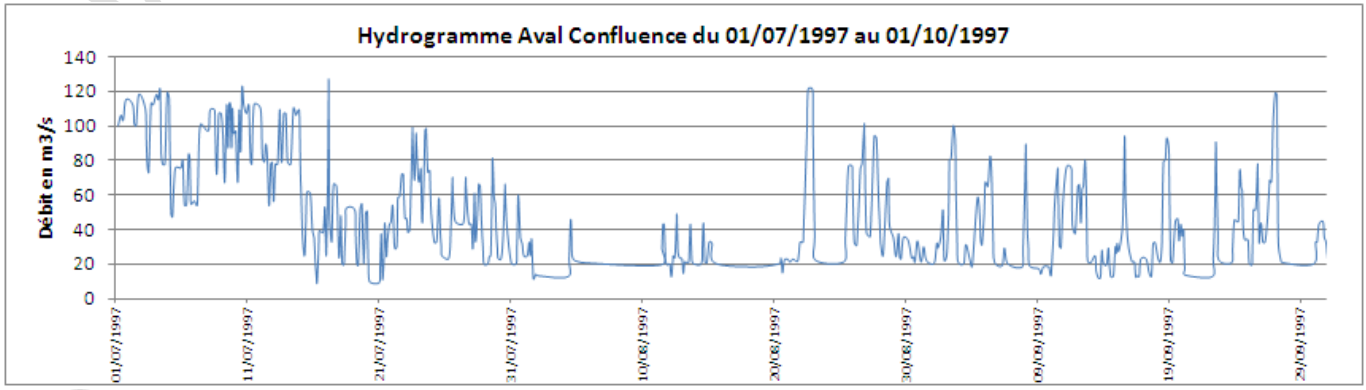

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1996 au 01/07/1996
Débit en m3/s
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/1996
11/04/1996
21/04/1996
01/05/1996
11/05/1996
21/05/1996
31/05/1996
10/06/1996
20/06/1996
30/06/1996

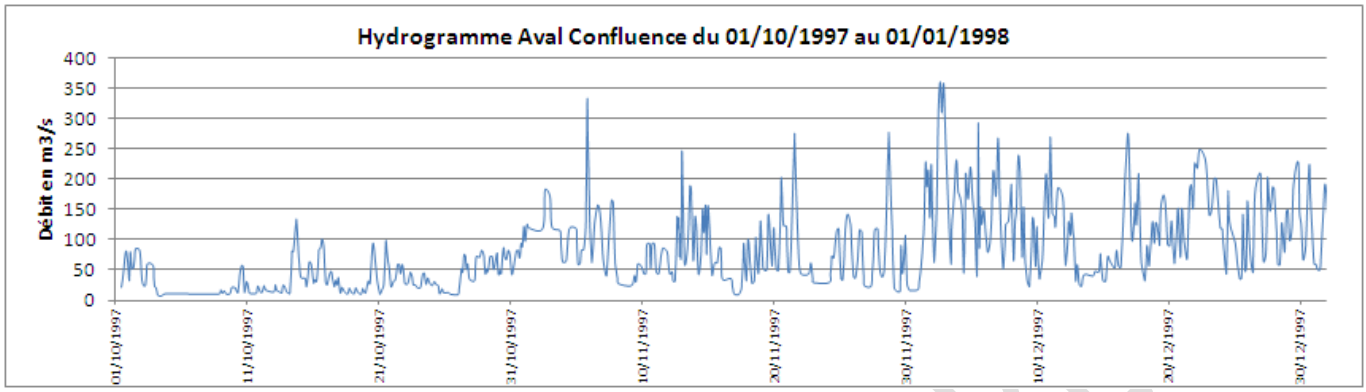

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1996 au 01/10/1996
Débit en m3/s
250
200
150
100
50
0
01/07/1996
11/07/1996
21/07/1996
31/07/1996
10/08/1996
20/08/1996
30/08/1996
09/09/1996
19/09/1996
29/09/1996

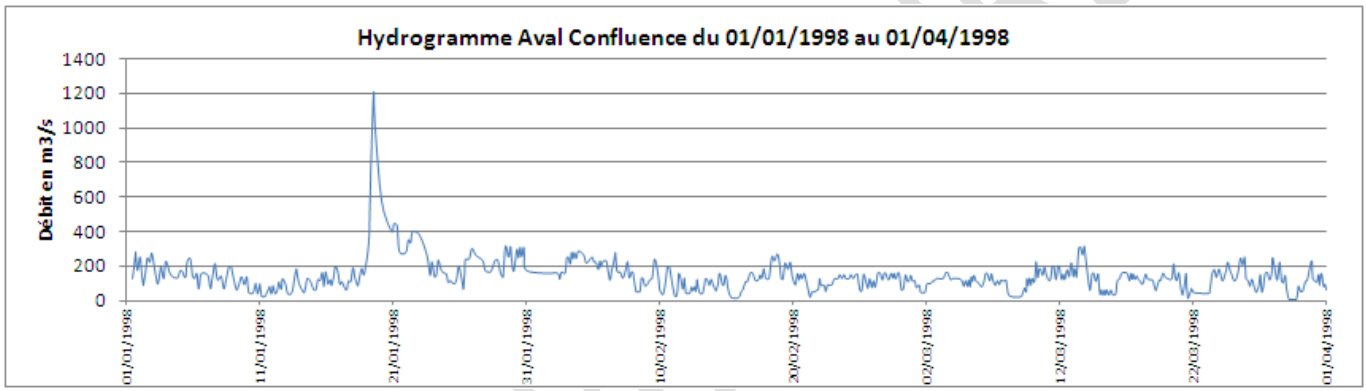

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1996 au 01/01/1997
Débit en m3/s
700
600
500
400
300
200
100
0
01/10/1996
11/10/1996
21/10/1996
31/10/1996
10/11/1996
20/11/1996
30/11/1996
10/12/1996
20/12/1996
30/12/1996

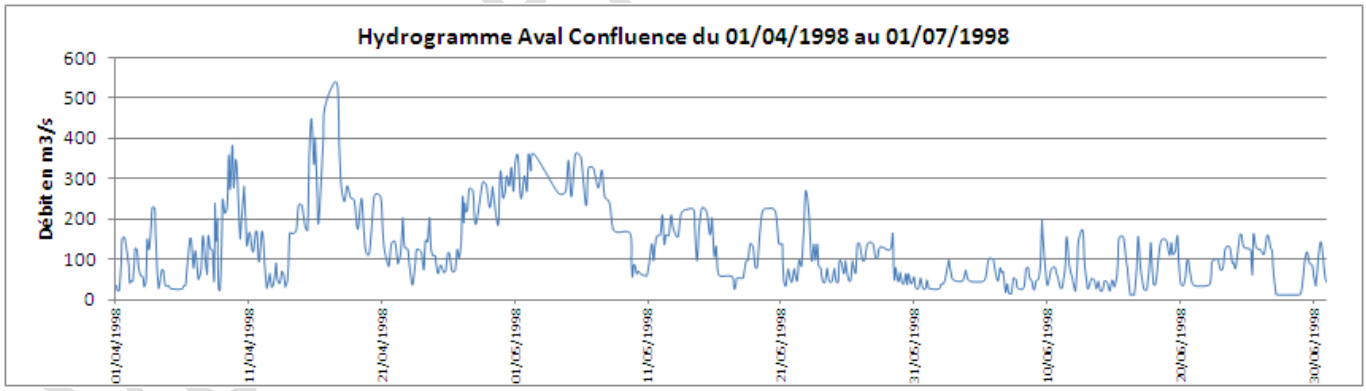

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1997 au 01/04/1997
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/1997
11/01/1997
21/01/1997
31/01/1997
10/02/1997
20/02/1997
02/03/1997
12/03/1997
22/03/1997
01/04/1997

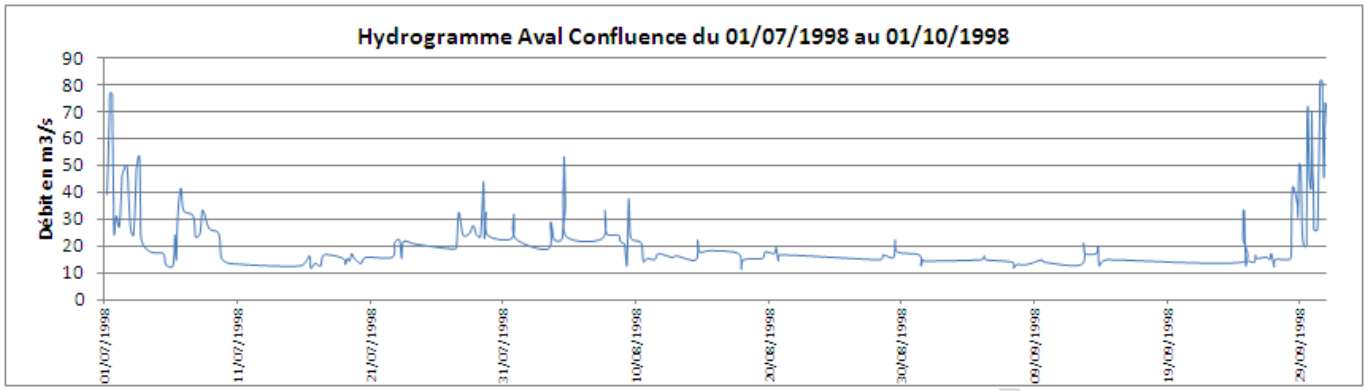

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1997 au 01/07/1997
Débit en m3/s
250
200
150
100
50
0
01/04/1997
11/04/1997
21/04/1997
01/05/1997
11/05/1997
21/05/1997
31/05/1997
10/06/1997
20/06/1997
30/06/1997

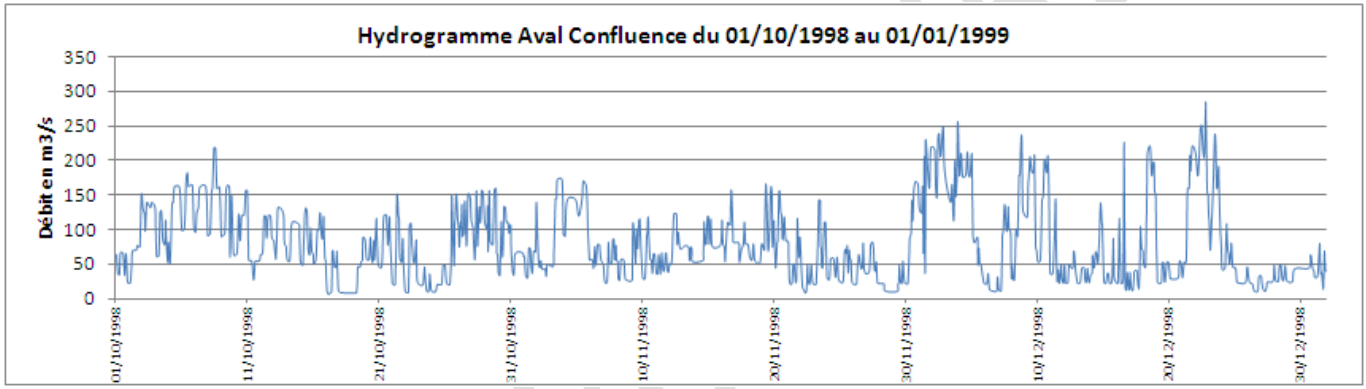

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1997 au 01/10/1997
Débit en m3/s
140
120
100
80
60
40
20
0
01/07/1997
11/07/1997
21/07/1997
31/07/1997
10/08/1997
20/08/1997
30/08/1997
09/09/1997
19/09/1997
29/09/1997

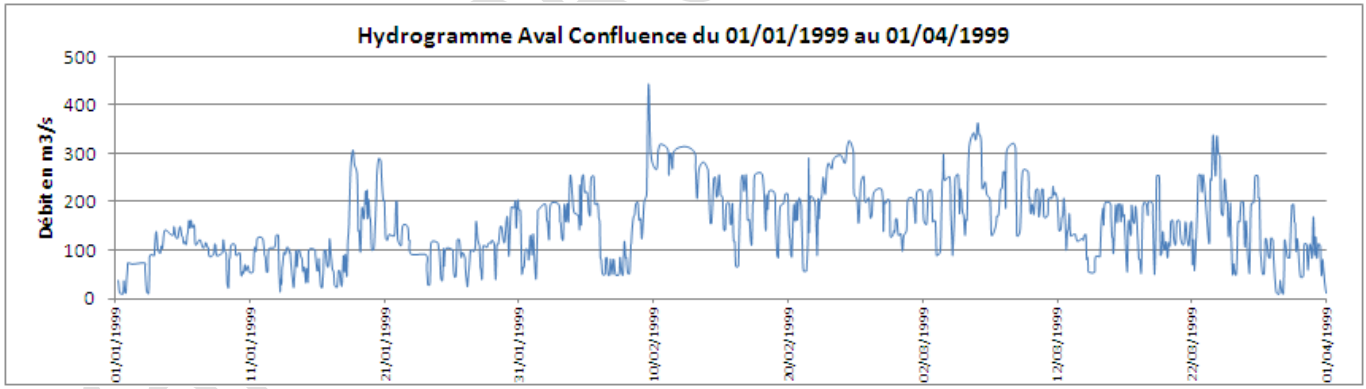

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1997 au 01/01/1998
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/10/1997
11/10/1997
21/10/1997
31/10/1997
10/11/1997
20/11/1997
30/11/1997
10/12/1997
20/12/1997
30/12/1997

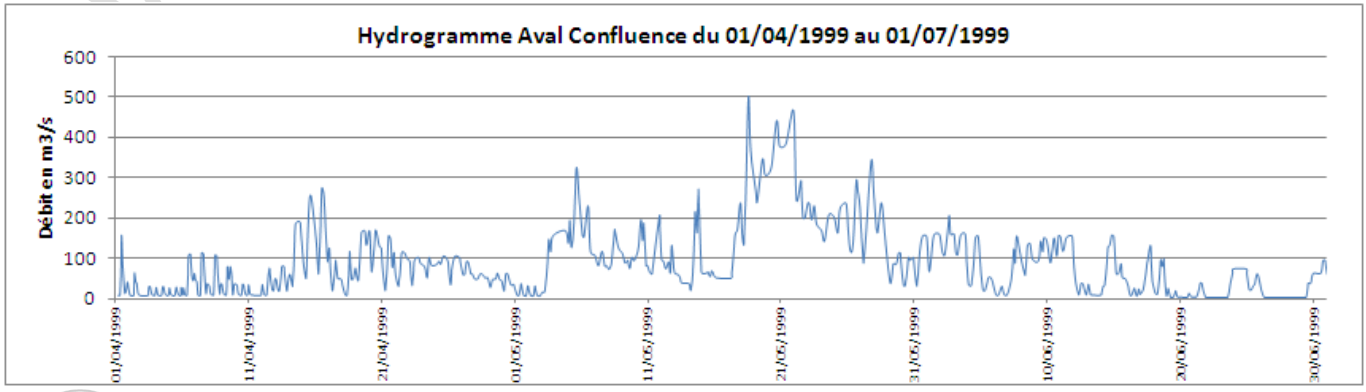

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1998 au 01/04/1998
Débit en m3/s
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
01/01/1998
11/01/1998
21/01/1998
31/01/1998
10/02/1998
20/02/1998
02/03/1998
12/03/1998
22/03/1998
01/04/1998

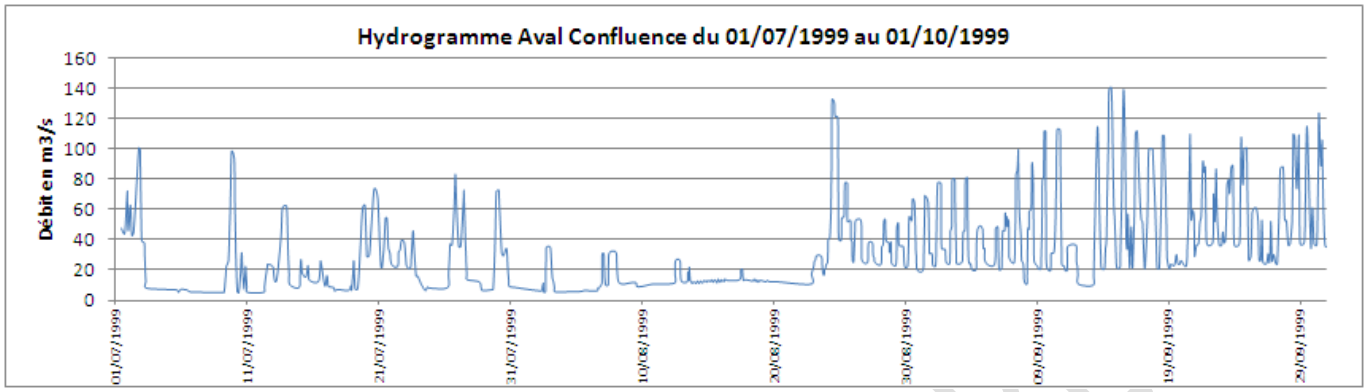

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1998 au 01/07/1998
Débit en m3/s
600
500
400
300
200
100
0
01/04/1998
11/04/1998
21/04/1998
01/05/1998
11/05/1998
21/05/1998
31/05/1998
10/06/1998
20/06/1998
30/06/1998

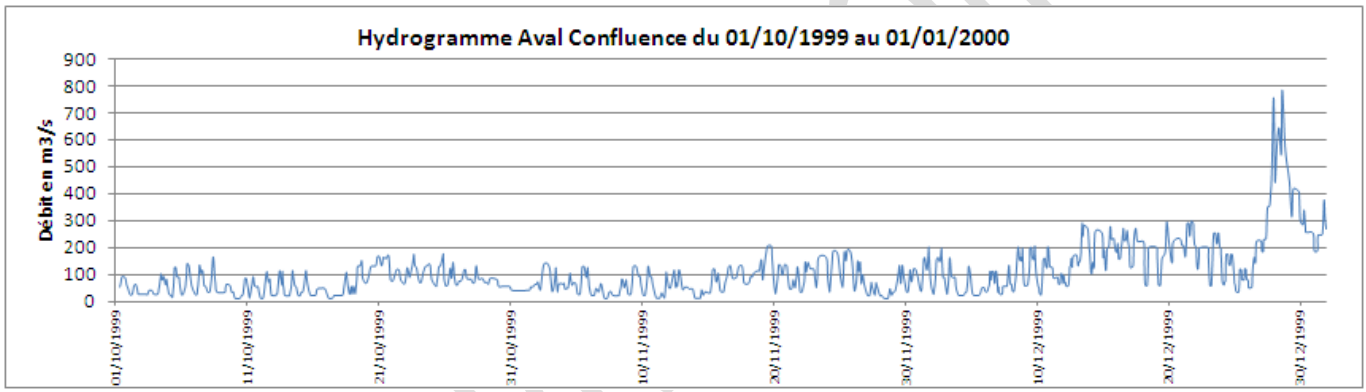

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1998 au 01/10/1998
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/07/1998
11/07/1998
21/07/1998
31/07/1998
10/08/1998
20/08/1998
30/08/1998
09/09/1998
19/09/1998
29/09/1998

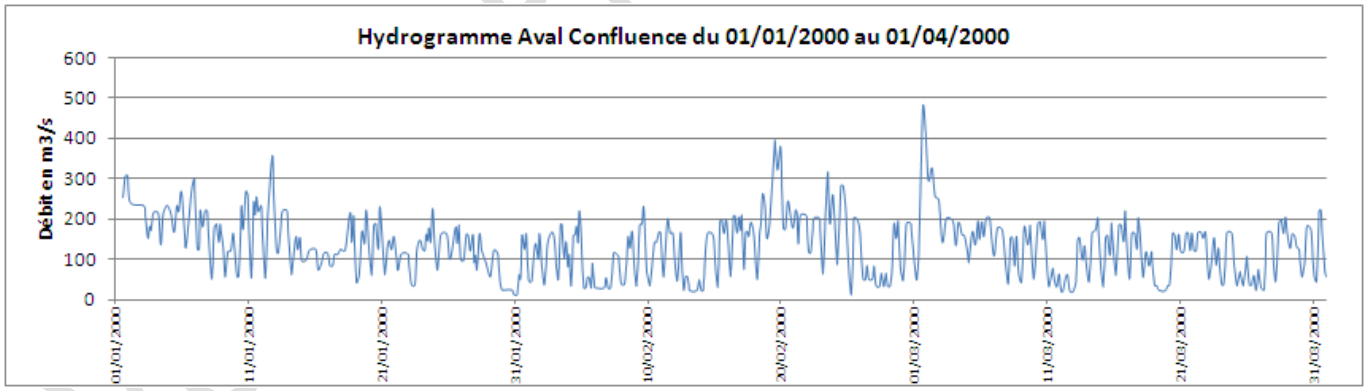

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1998 au 01/01/1999
Débit en m3/s
0
50
100
150
200
250
300
350
01/10/1998
11/10/1998
21/10/1998
31/10/1998
10/11/1998
20/11/1998
30/11/1998
10/12/1998
20/12/1998
30/12/1998

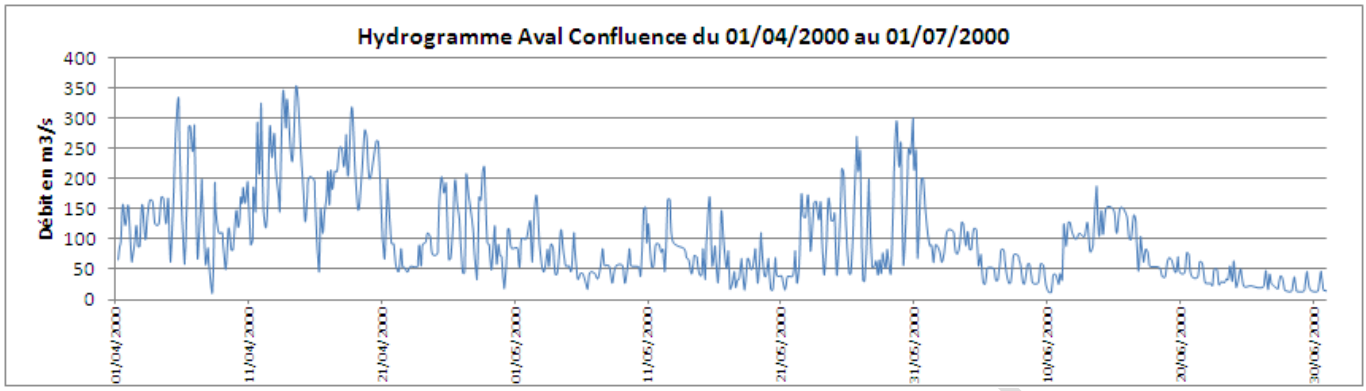

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/1999 au 01/04/1999
Débit en m3/s
0
100
200
300
400
500
01/01/1999
11/01/1999
21/01/1999
31/01/1999
10/02/1999
20/02/1999
02/03/1999
12/03/1999
22/03/1999
01/04/1999

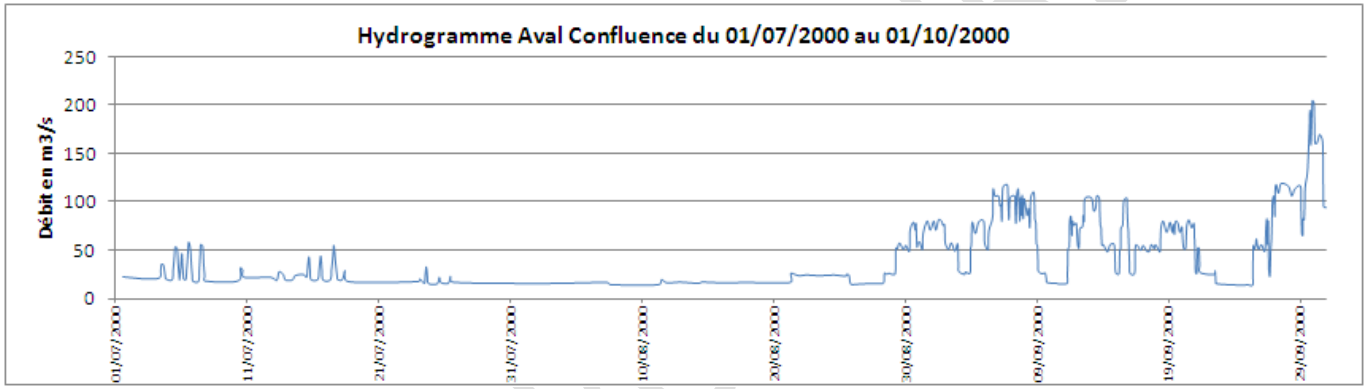

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/1999 au 01/07/1999
Débit en m3/s
0
100
200
300
400
500
600
01/04/1999
11/04/1999
21/04/1999
01/05/1999
11/05/1999
21/05/1999
31/05/1999
10/06/1999
20/06/1999
30/06/1999

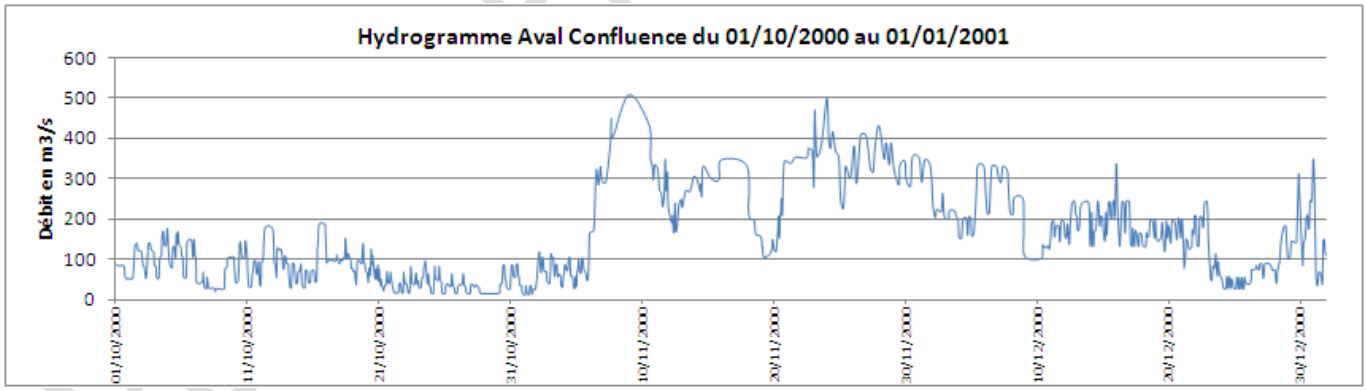

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/1999 au 01/10/1999
Débit en m3/s
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/07/1999
11/07/1999
21/07/1999
31/07/1999
10/08/1999
20/08/1999
30/08/1999
09/09/1999
19/09/1999
29/09/1999

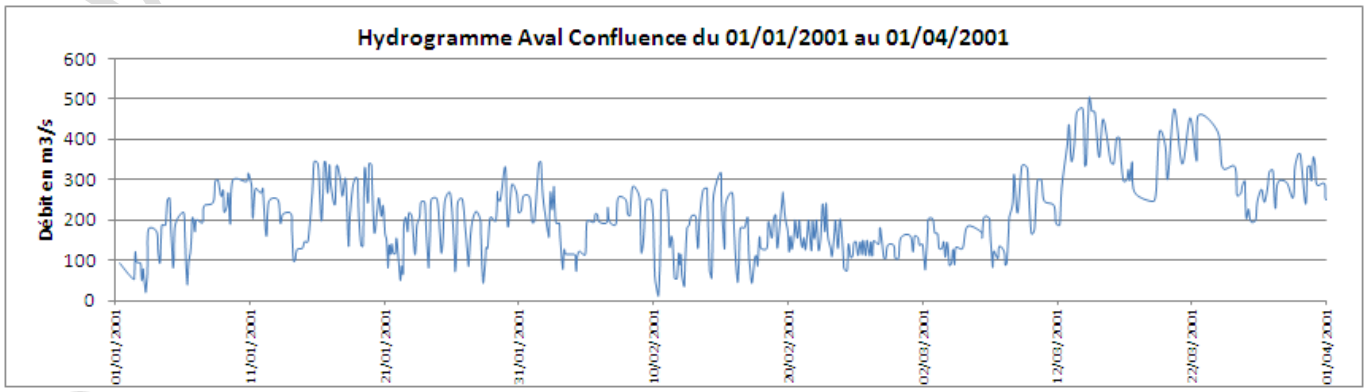

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/1999 au 01/01/2000
Débit en m3/s
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/10/1999
11/10/1999
21/10/1999
31/10/1999
10/11/1999
20/11/1999
30/11/1999
10/12/1999
20/12/1999
30/12/1999

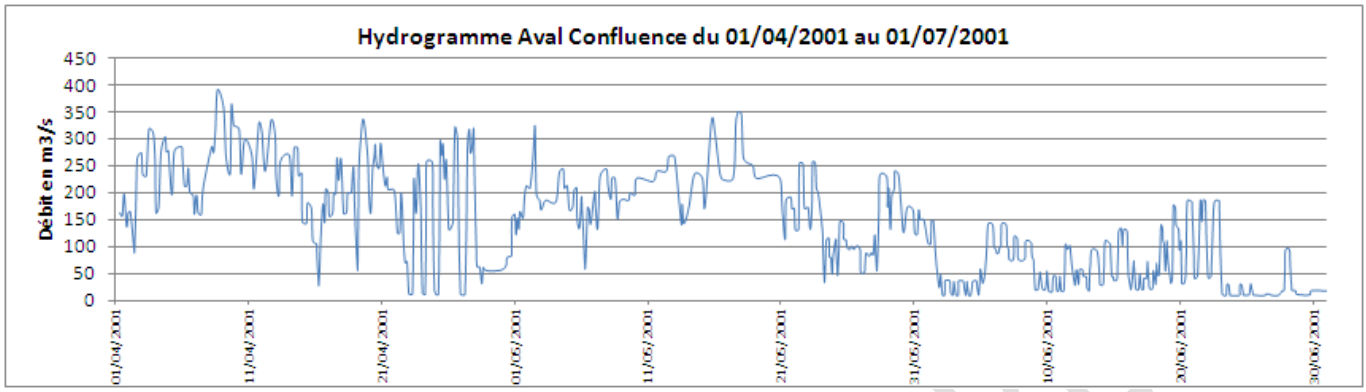

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2000 au 01/04/2000
Débit en m3/s
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2000
11/01/2000
21/01/2000
31/01/2000
10/02/2000
20/02/2000
01/03/2000
11/03/2000
21/03/2000
31/03/2000

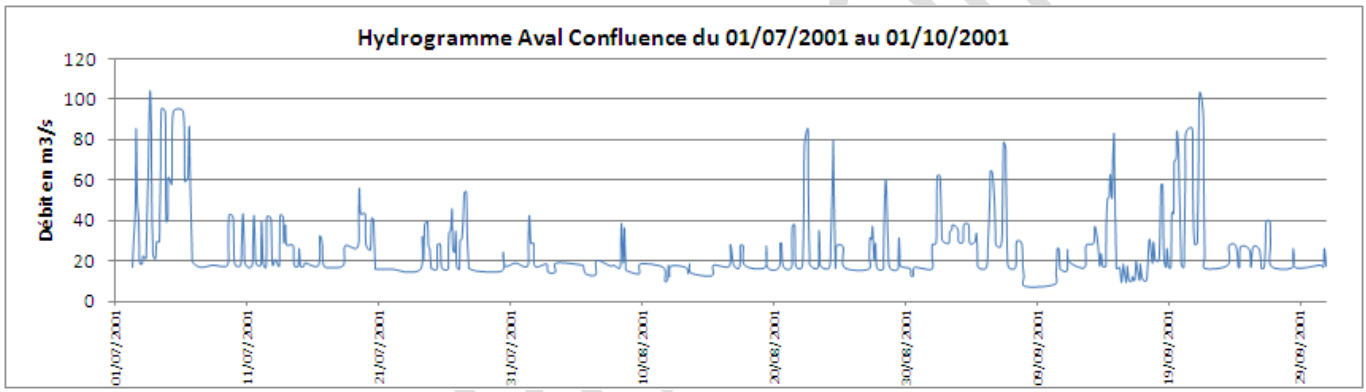

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2000 au 01/07/2000
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/2000
11/04/2000
21/04/2000
01/05/2000
11/05/2000
21/05/2000
31/05/2000
10/06/2000
20/06/2000
30/06/2000

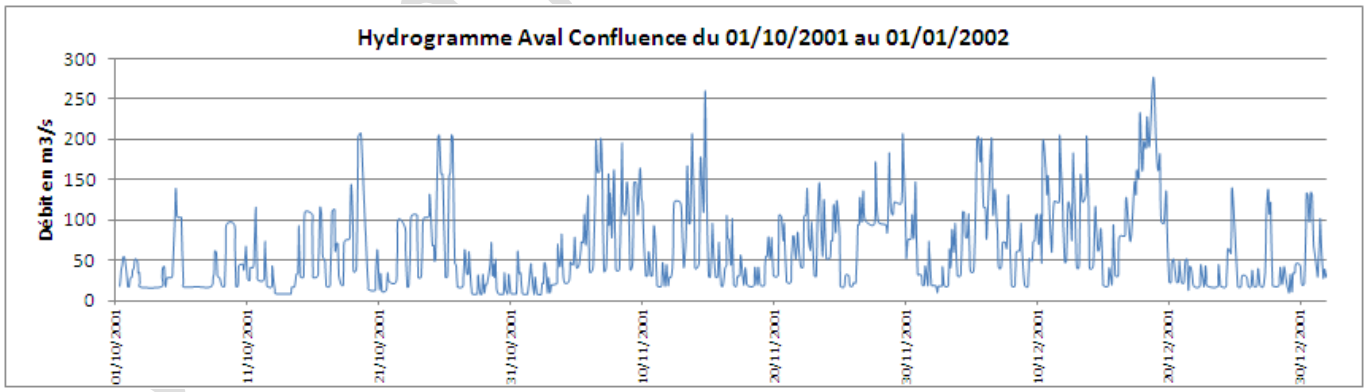

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2000 au 01/10/2000
Débit en m3/s
250
200
150
100
50
0
01/07/2000
11/07/2000
21/07/2000
31/07/2000
10/08/2000
20/08/2000
30/08/2000
09/09/2000
19/09/2000
29/09/2000

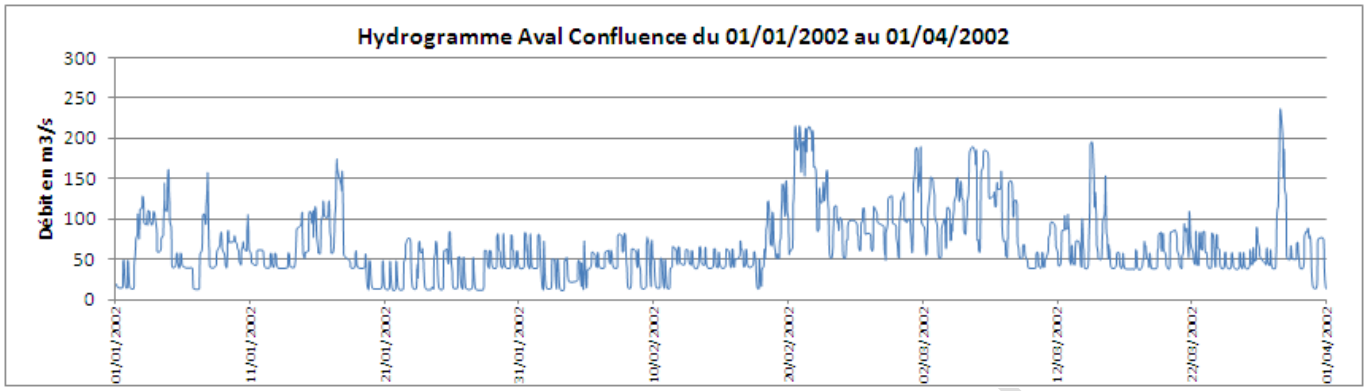

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2000 au 01/01/2001
Débit en m3/s
600
500
400
300
200
100
0
01/10/2000
11/10/2000
21/10/2000
31/10/2000
10/11/2000
20/11/2000
30/11/2000
10/12/2000
20/12/2000
30/12/2000

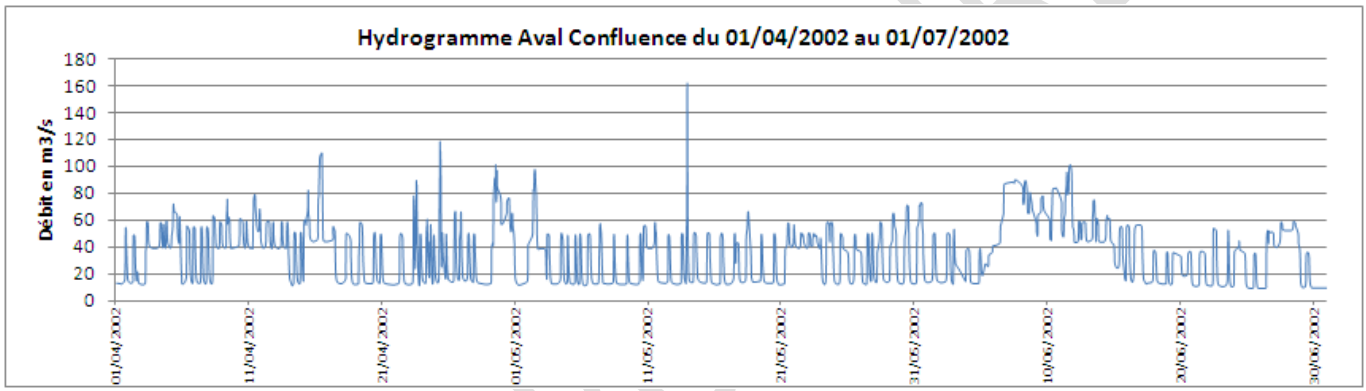

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2001 au 01/04/2001
Débit en m3/s
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2001
11/01/2001
21/01/2001
31/01/2001
10/02/2001
20/02/2001
02/03/2001
12/03/2001
22/03/2001
01/04/2001

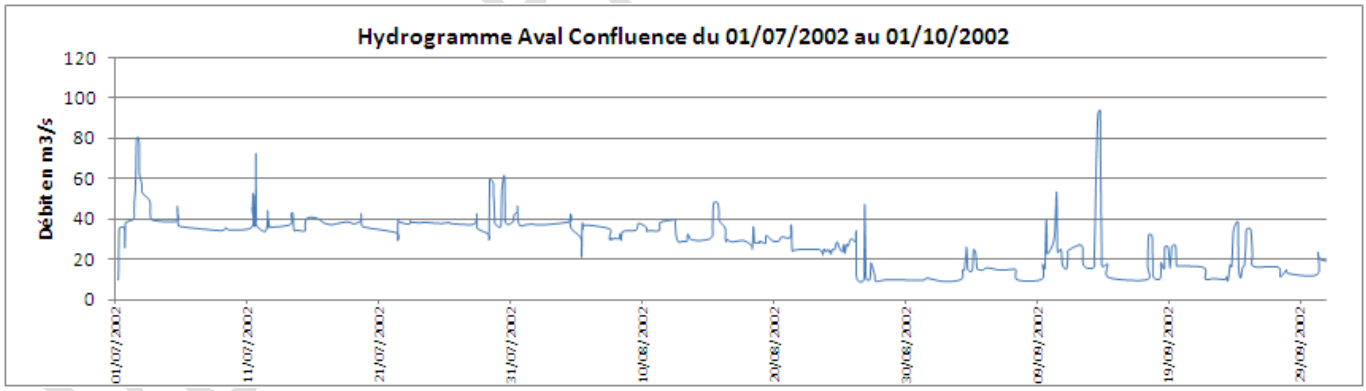

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2001 au 01/07/2001
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/2001
11/04/2001
21/04/2001
01/05/2001
11/05/2001
21/05/2001
31/05/2001
10/06/2001
20/06/2001
30/06/2001

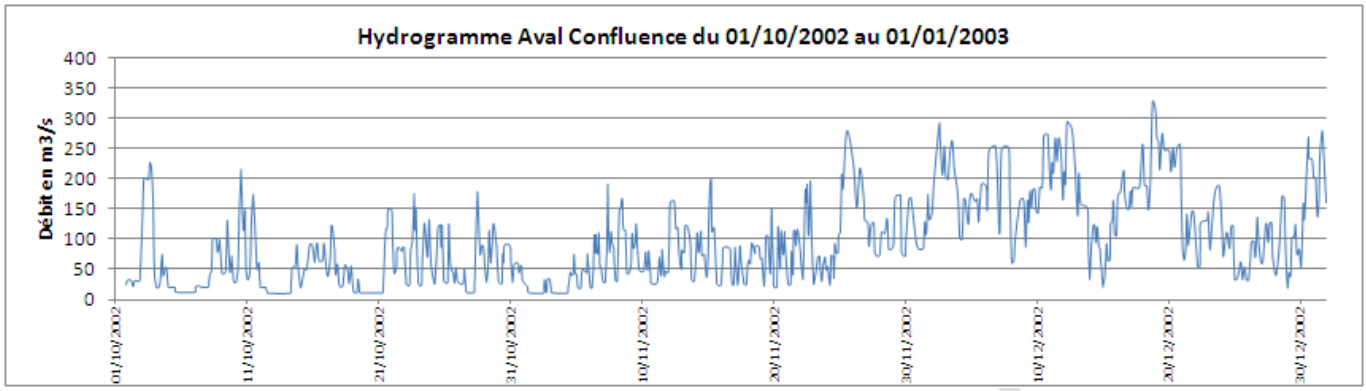

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2001 au 01/10/2001
Débit en m3/s
120
100
80
60
40
20
0
01/07/2001
11/07/2001
21/07/2001
31/07/2001
10/08/2001
20/08/2001
30/08/2001
09/09/2001
19/09/2001
29/09/2001

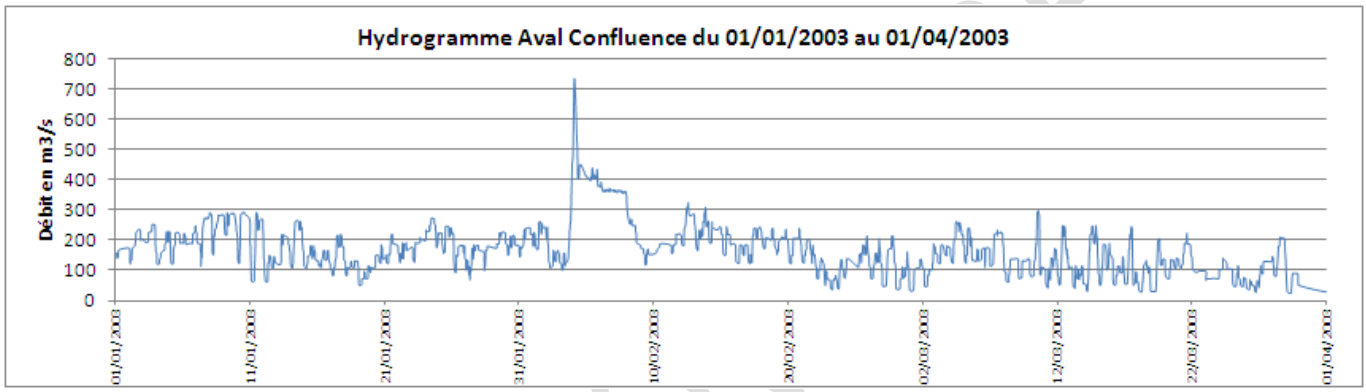

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2001 au 01/01/2002
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2001
11/10/2001
21/10/2001
31/10/2001
10/11/2001
20/11/2001
30/11/2001
10/12/2001
20/12/2001
30/12/2001

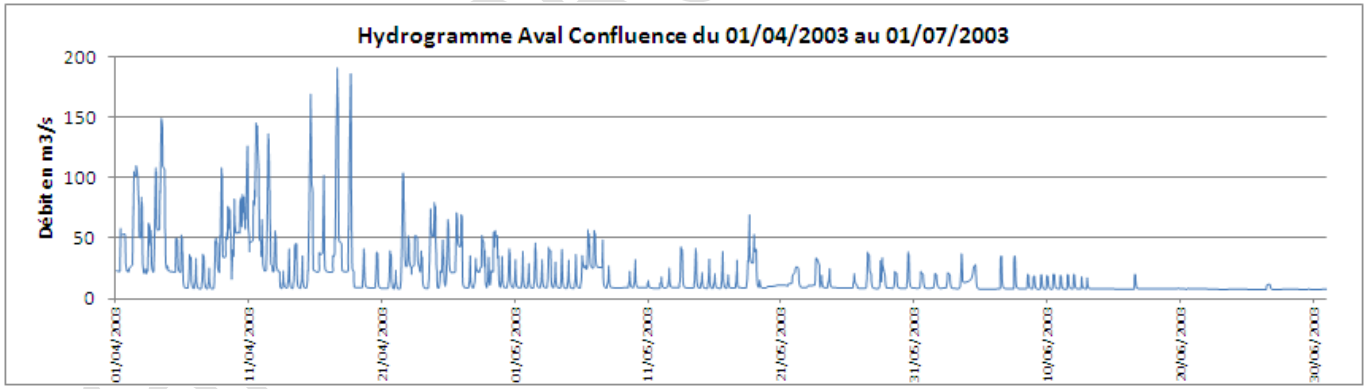

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2002 au 01/04/2002
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2002
11/01/2002
21/01/2002
31/01/2002
10/02/2002
20/02/2002
02/03/2002
12/03/2002
22/03/2002
01/04/2002

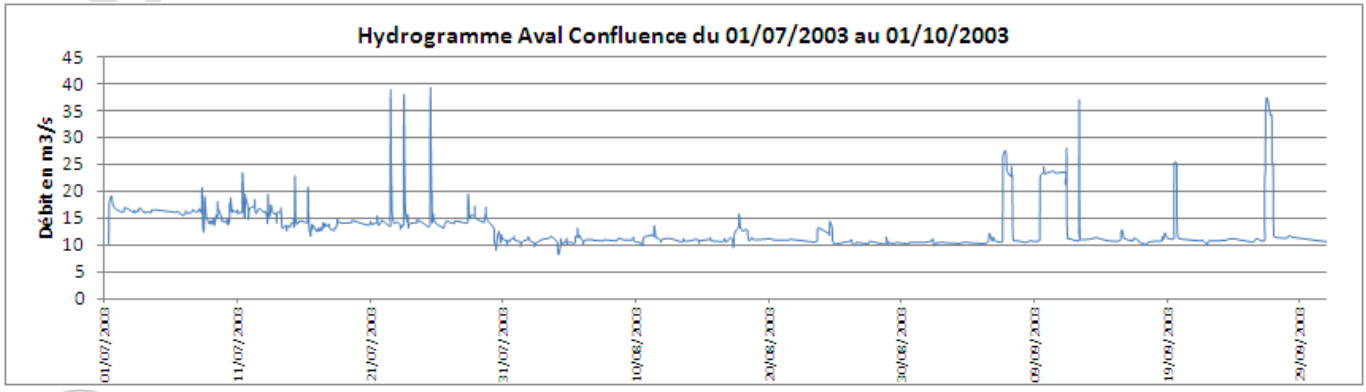

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2002 au 01/07/2002
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/04/2002
11/04/2002
21/04/2002
01/05/2002
11/05/2002
21/05/2002
31/05/2002
10/06/2002
20/06/2002
30/06/2002

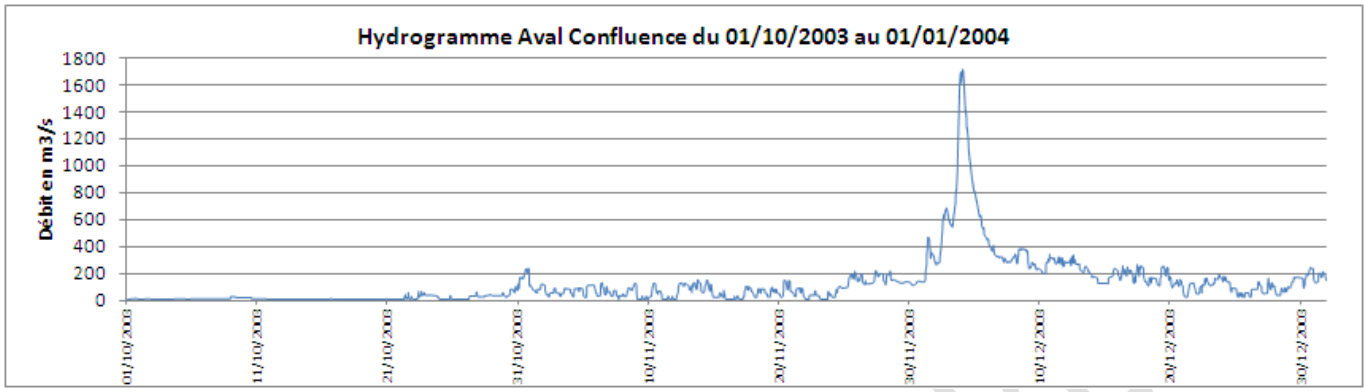

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2002 au 01/10/2002
Débit en m3/s
120
100
80
60
40
20
0
01/07/2002
11/07/2002
21/07/2002
31/07/2002
10/08/2002
20/08/2002
30/08/2002
09/09/2002
19/09/2002
29/09/2002

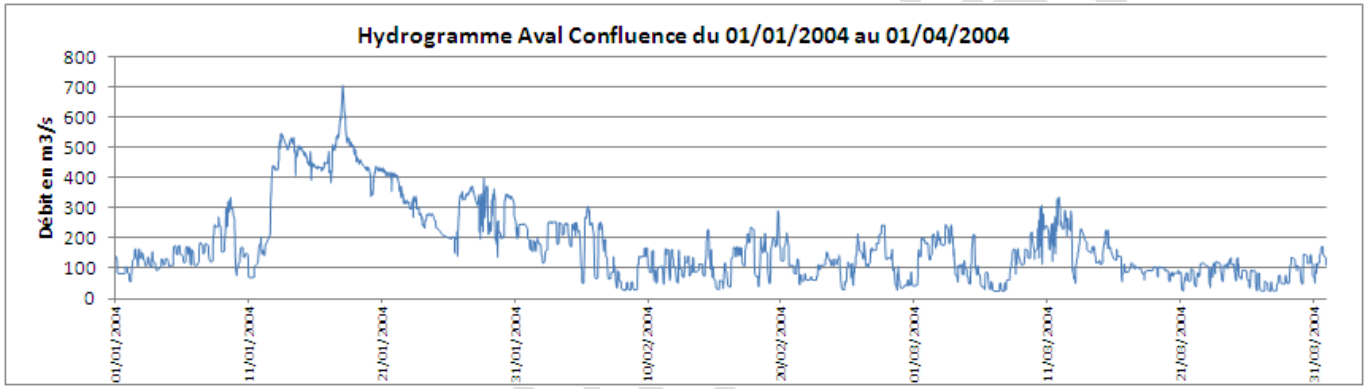

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2002 au 01/01/2003
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2002
11/10/2002
21/10/2002
31/10/2002
10/11/2002
20/11/2002
30/11/2002
10/12/2002
20/12/2002
30/12/2002

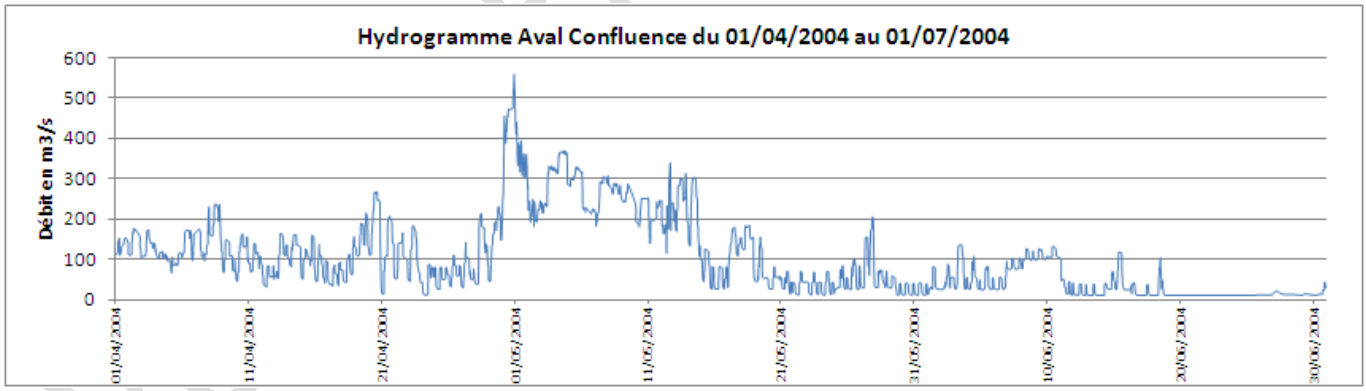

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2003 au 01/04/2003
Débit en m3/s
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2003
11/01/2003
21/01/2003
31/01/2003
10/02/2003
20/02/2003
02/03/2003
12/03/2003
22/03/2003
01/04/2003

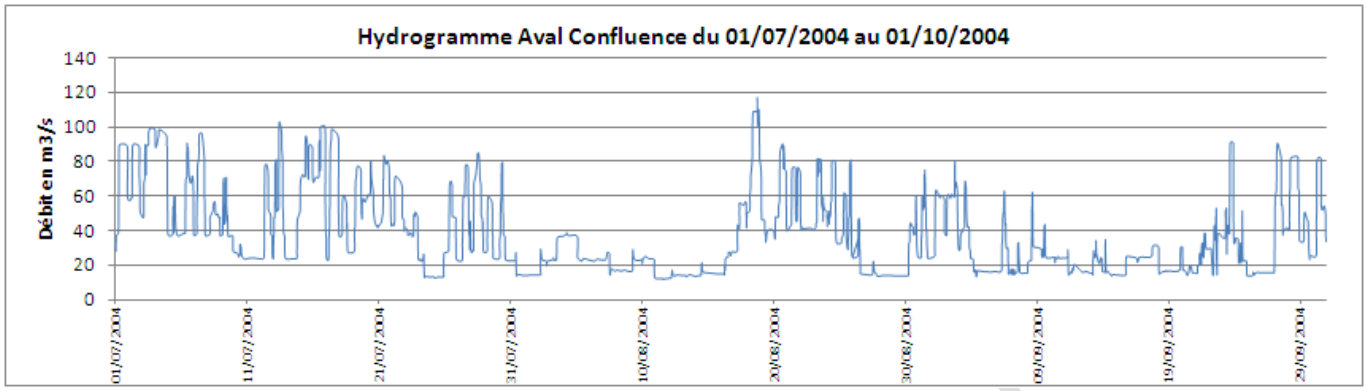

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2003 au 01/07/2003
Débit en m3/s
200
150
100
50
0
01/04/2003
11/04/2003
21/04/2003
01/05/2003
11/05/2003
21/05/2003
31/05/2003
10/06/2003
20/06/2003
30/06/2003

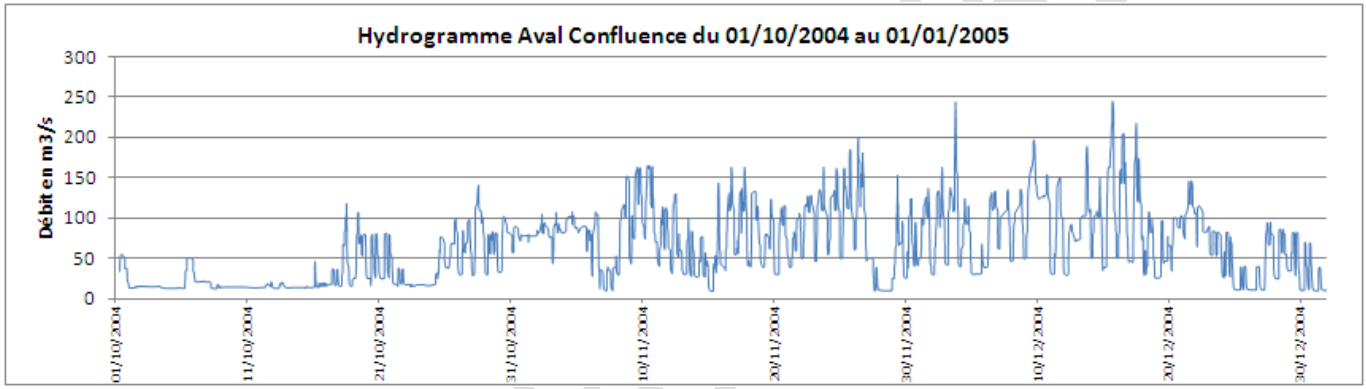

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2003 au 01/10/2003
Débit en m3/s
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/07/2003
11/07/2003
21/07/2003
31/07/2003
10/08/2003
20/08/2003
30/08/2003
09/09/2003
19/09/2003
29/09/2003

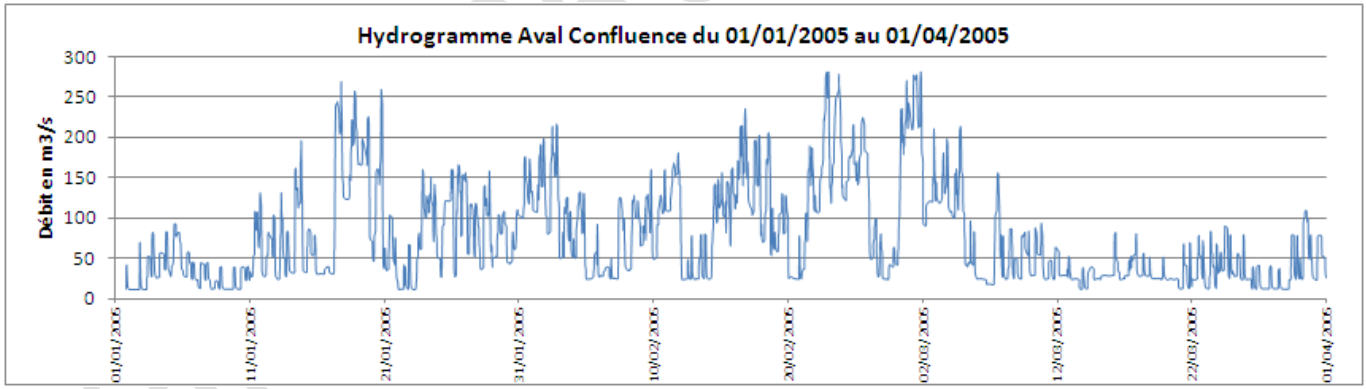

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2003 au 01/01/2004
Débit en m3/s
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
01/10/2003
11/10/2003
21/10/2003
31/10/2003
10/11/2003
20/11/2003
30/11/2003
10/12/2003
20/12/2003
30/12/2003

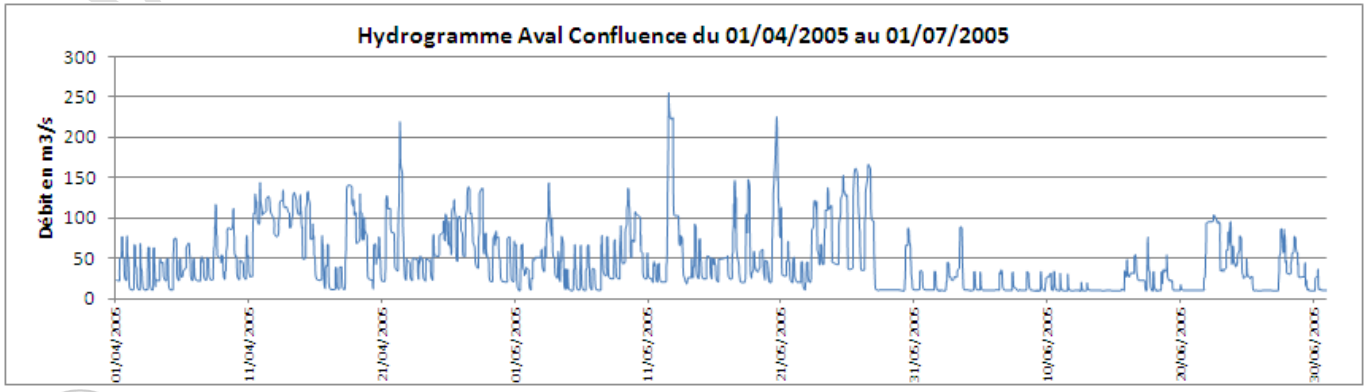

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2004 au 01/04/2004
Débit en m3/s
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2004
11/01/2004
21/01/2004
31/01/2004
10/02/2004
20/02/2004
01/03/2004
11/03/2004
21/03/2004
31/03/2004

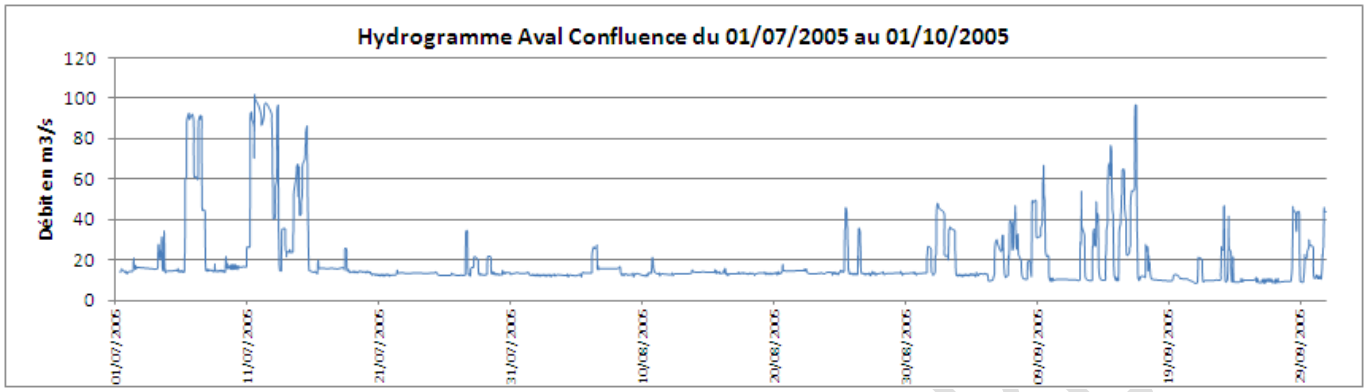

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2004 au 01/07/2004
Débit en m3/s
600
500
400
300
200
100
0
01/04/2004
11/04/2004
21/04/2004
01/05/2004
11/05/2004
21/05/2004
31/05/2004
10/06/2004
20/06/2004
30/06/2004

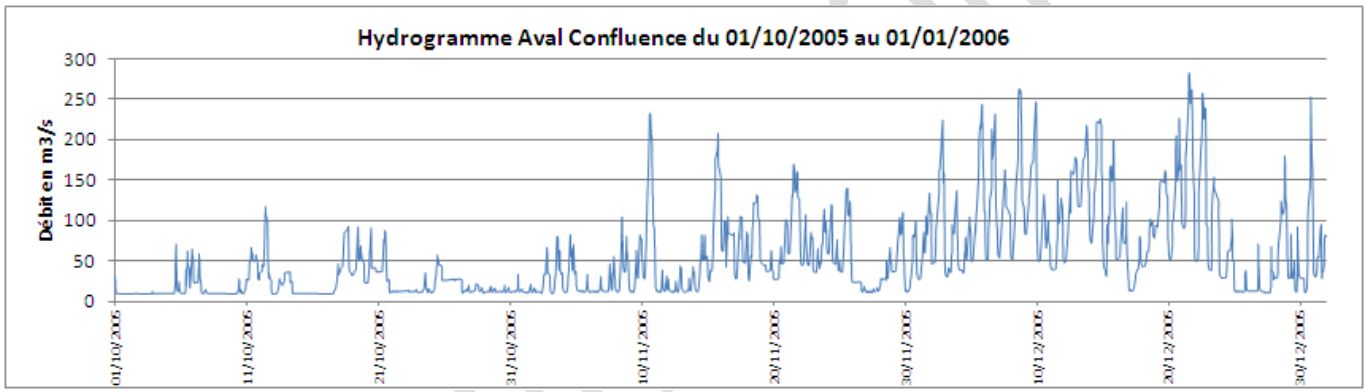

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2004 au 01/10/2004
Débit en m3/s
140
120
100
80
60
40
20
0
01/07/2004
11/07/2004
21/07/2004
31/07/2004
10/08/2004
20/08/2004
30/08/2004
09/09/2004
19/09/2004
29/09/2004

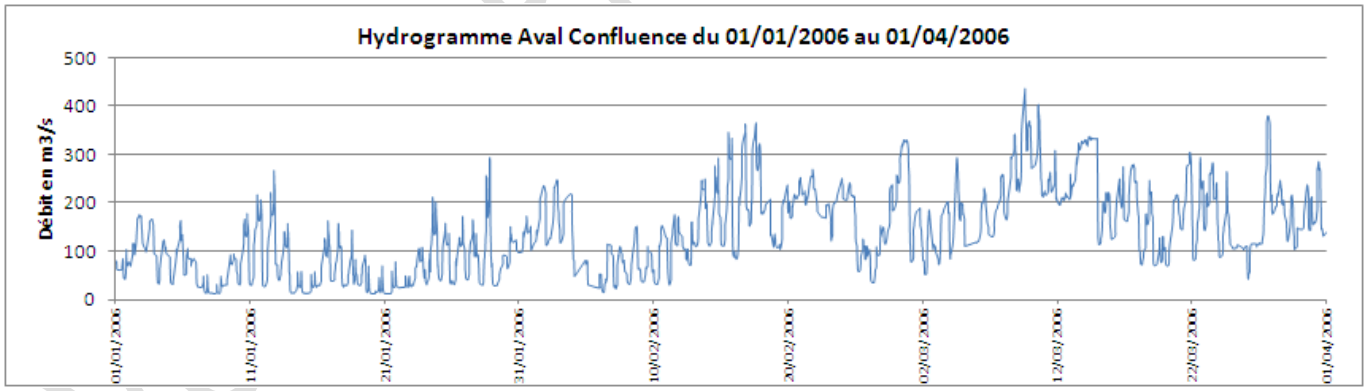

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2004 au 01/01/2005
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2004
11/10/2004
21/10/2004
31/10/2004
10/11/2004
20/11/2004
30/11/2004
10/12/2004
20/12/2004
30/12/2004

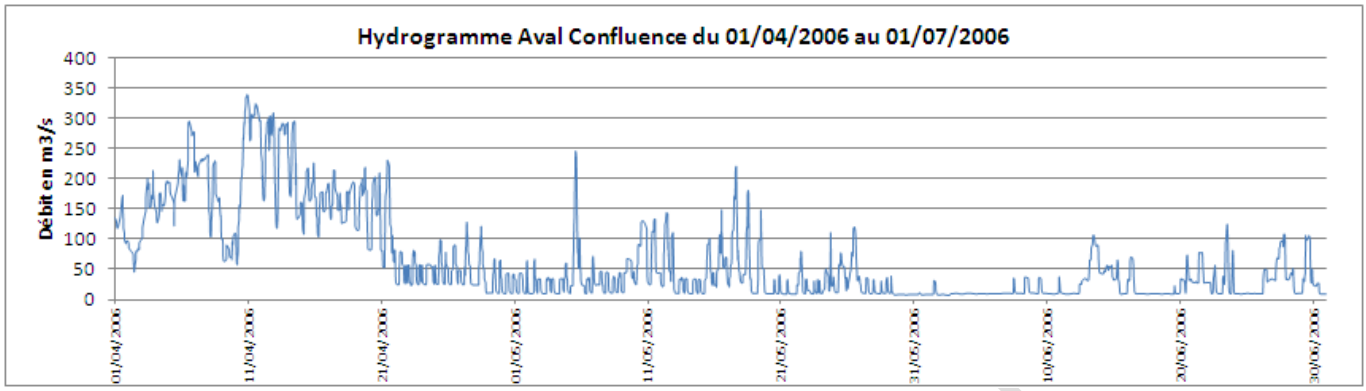

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2005 au 01/04/2005
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2005
11/01/2005
21/01/2005
31/01/2005
10/02/2005
20/02/2005
02/03/2005
12/03/2005
22/03/2005
01/04/2005

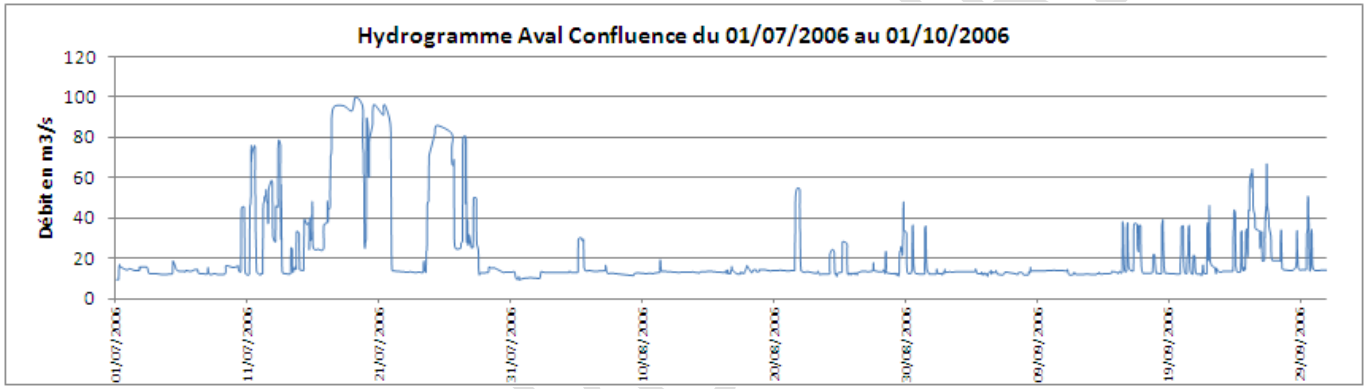

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2005 au 01/07/2005
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/04/2005
11/04/2005
21/04/2005
01/05/2005
11/05/2005
21/05/2005
31/05/2005
10/06/2005
20/06/2005
30/06/2005

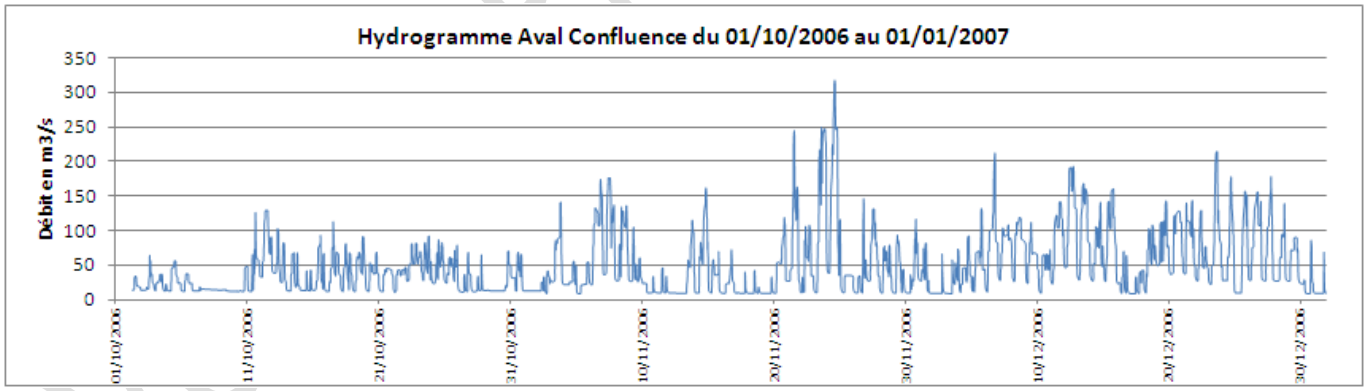

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2005 au 01/10/2005
Débit en m3/s
120
100
80
60
40
20
0
01/07/2005
11/07/2005
21/07/2005
31/07/2005
10/08/2005
20/08/2005
30/08/2005
09/09/2005
19/09/2005
29/09/2005

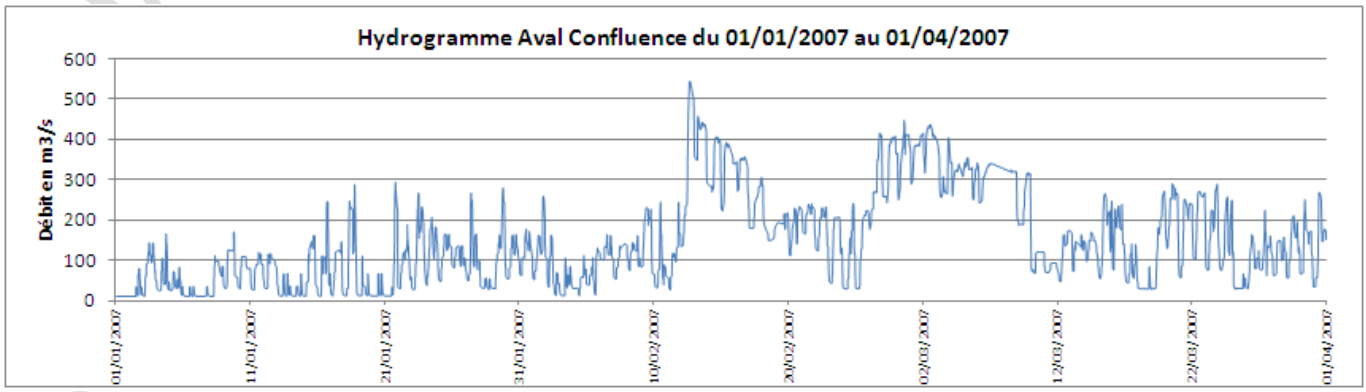

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2005 au 01/01/2006
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2005
11/10/2005
21/10/2005
31/10/2005
10/11/2005
20/11/2005
30/11/2005
10/12/2005
20/12/2005
30/12/2005

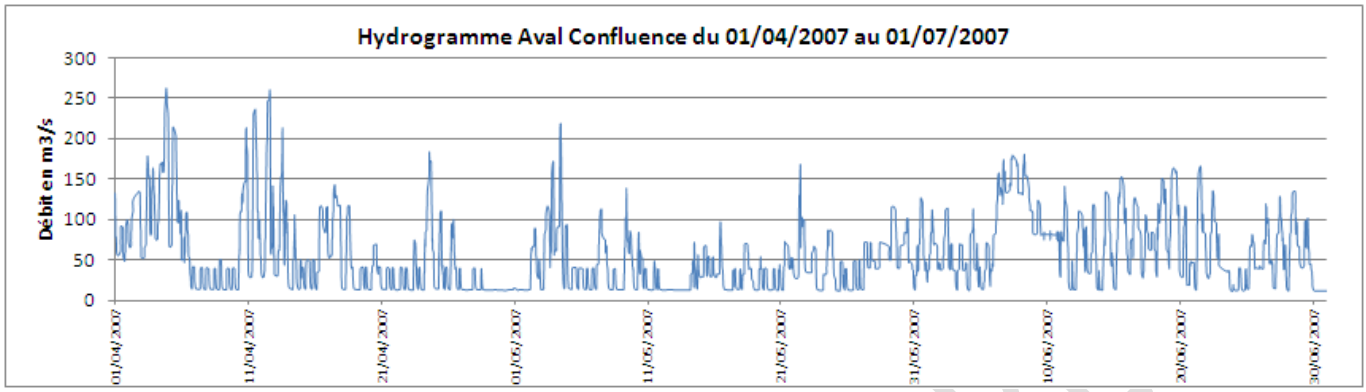

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2006 au 01/04/2006
Débit en m3/s
500
400
300
200
100
0
01/01/2006
11/01/2006
21/01/2006
31/01/2006
10/02/2006
20/02/2006
02/03/2006
12/03/2006
22/03/2006
01/04/2006

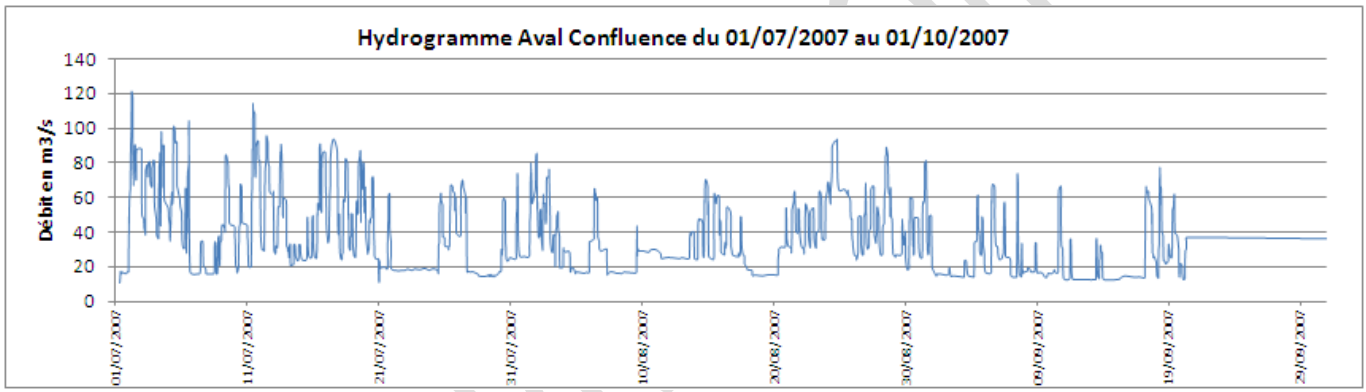

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2006 au 01/07/2006
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/2006
11/04/2006
21/04/2006
01/05/2006
11/05/2006
21/05/2006
31/05/2006
10/06/2006
20/06/2006
30/06/2006


Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2006 au 01/10/2006
Débit en m3/s
120
100
80
60
40
20
0
01/07/2006
11/07/2006
21/07/2006
31/07/2006
10/08/2006
20/08/2006
30/08/2006
09/09/2006
19/09/2006
29/09/2006

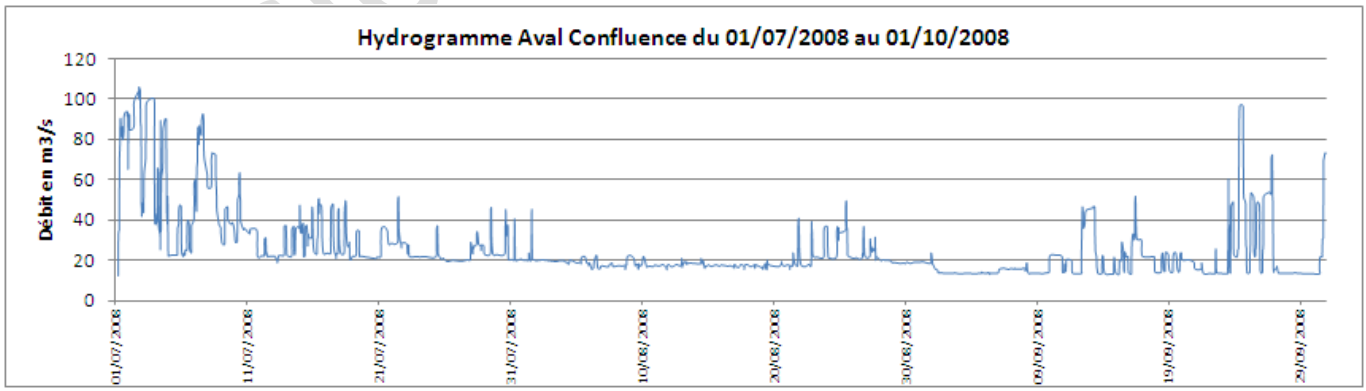

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2006 au 01/01/2007
Débit en m3/s
350
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2006
11/10/2006
21/10/2006
31/10/2006
10/11/2006
20/11/2006
30/11/2006
10/12/2006
20/12/2006
30/12/2006

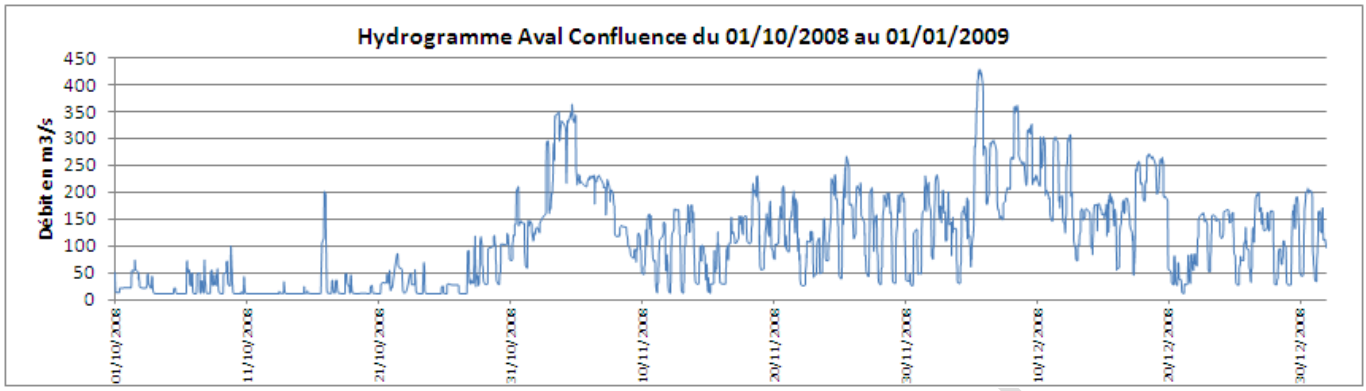

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2007 au 01/04/2007
Débit en m3/s
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2007
11/01/2007
21/01/2007
31/01/2007
10/02/2007
20/02/2007
02/03/2007
12/03/2007
22/03/2007
01/04/2007

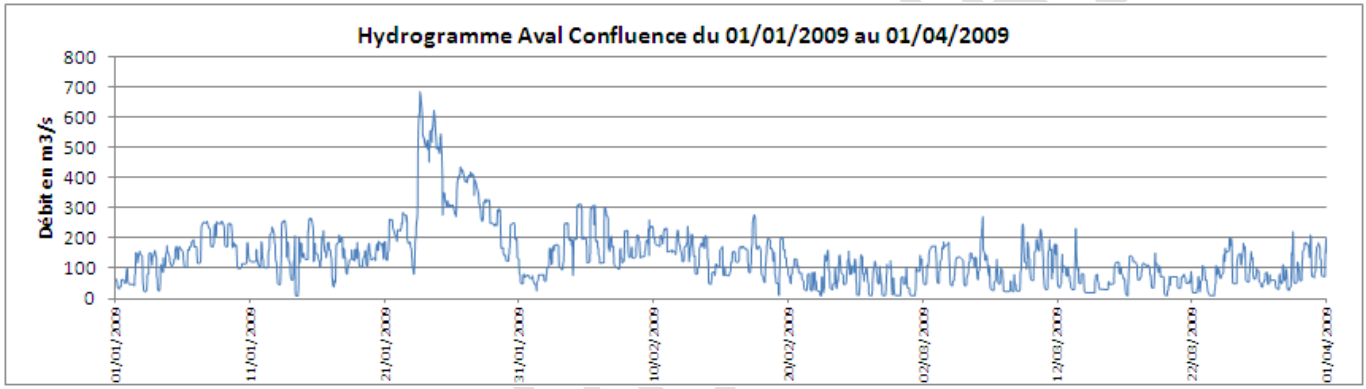


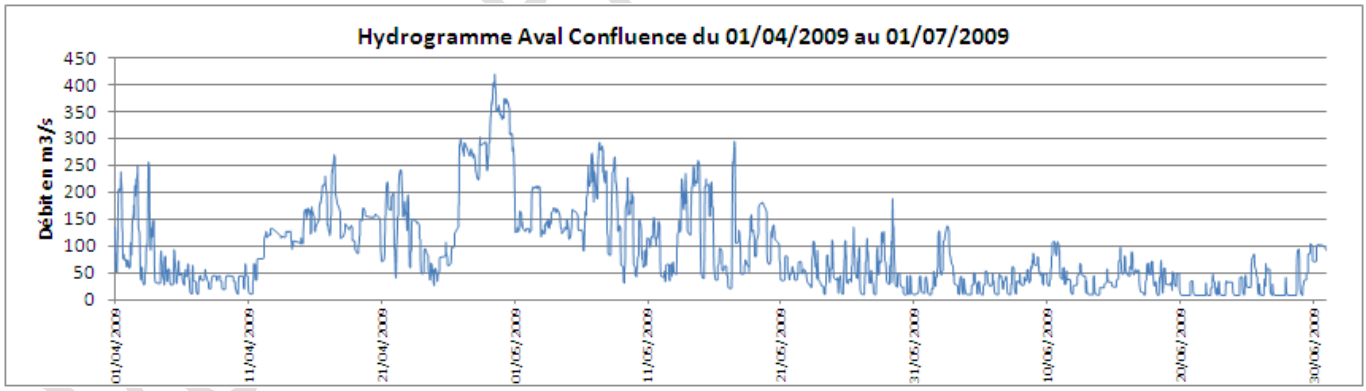


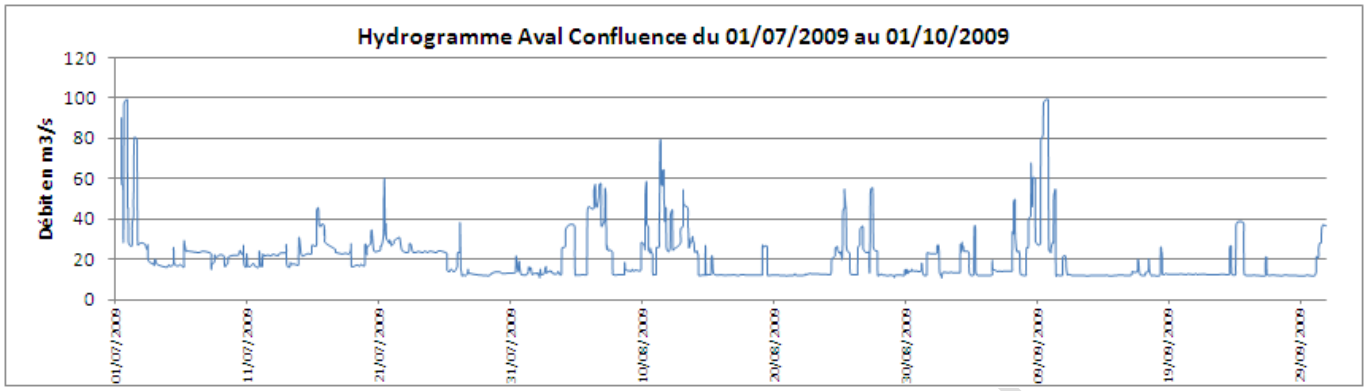
Pas d'enregistrement d'octobre 2007 à juillet 2008

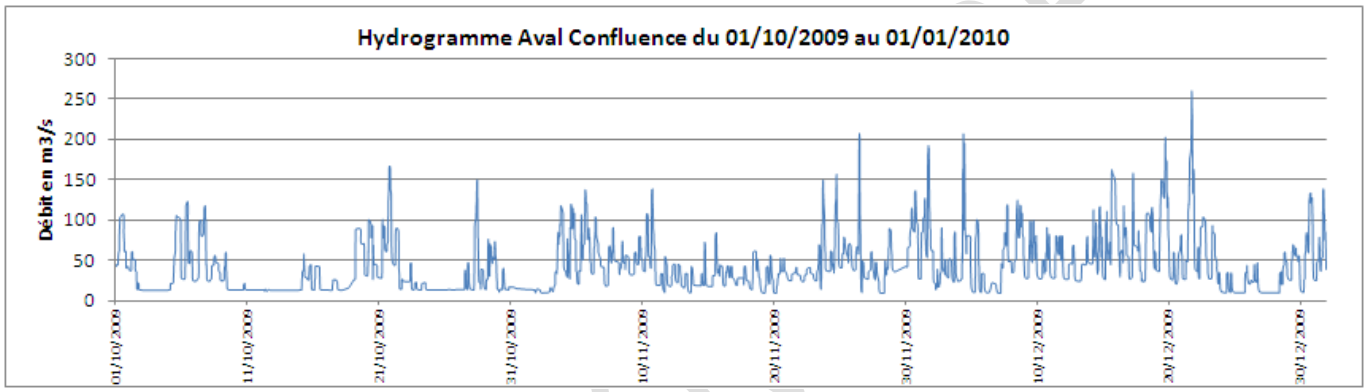


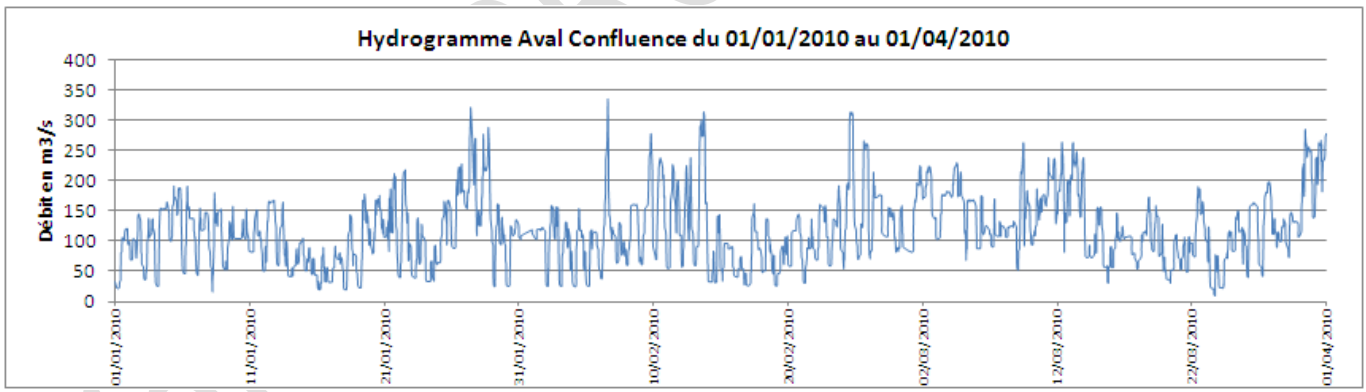

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2008 au 01/01/2009
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2008
11/10/2008
21/10/2008
31/10/2008
10/11/2008
20/11/2008
30/11/2008
10/12/2008
20/12/2008
30/12/2008

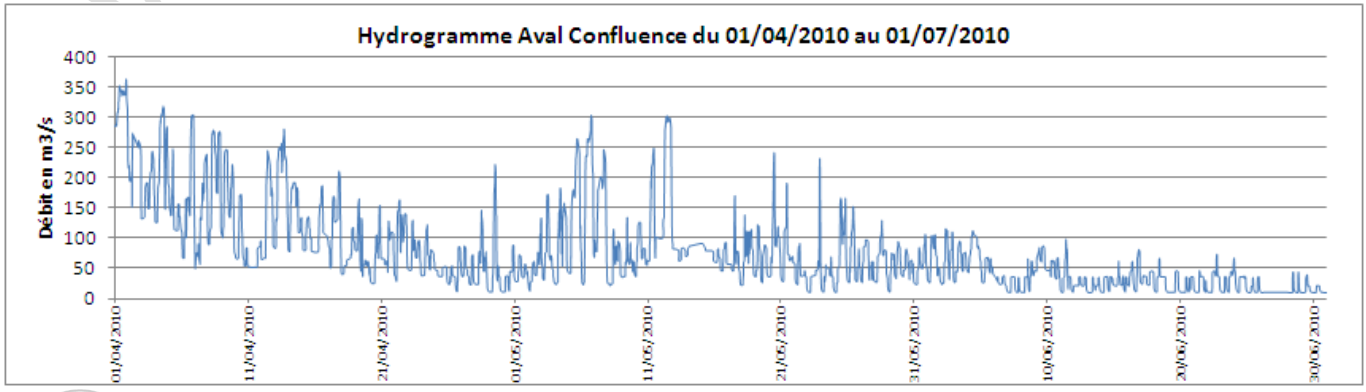

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2009 au 01/04/2009
Débit en m3/s
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2009
11/01/2009
21/01/2009
31/01/2009
10/02/2009
20/02/2009
02/03/2009
12/03/2009
22/03/2009
01/04/2009

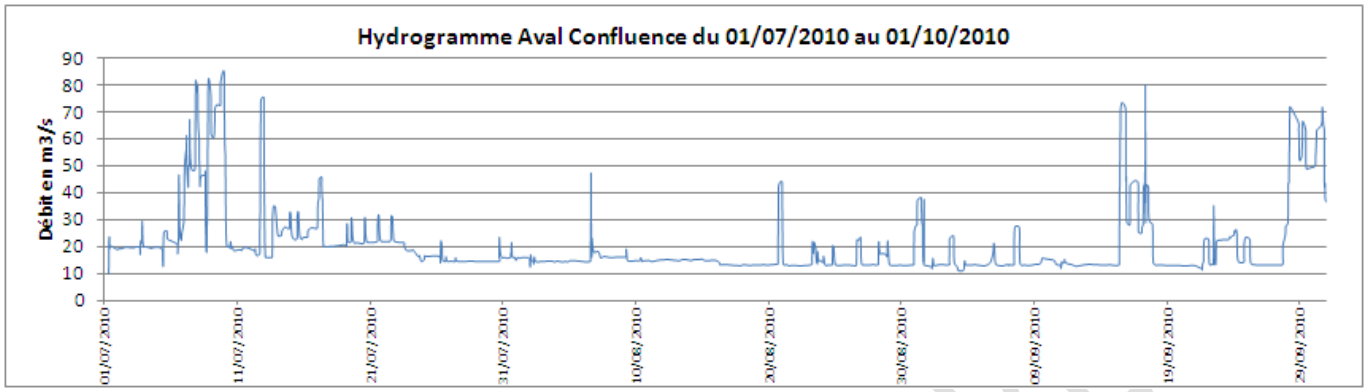

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2009 au 01/07/2009
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/2009
11/04/2009
21/04/2009
01/05/2009
11/05/2009
21/05/2009
31/05/2009
10/06/2009
20/06/2009
30/06/2009

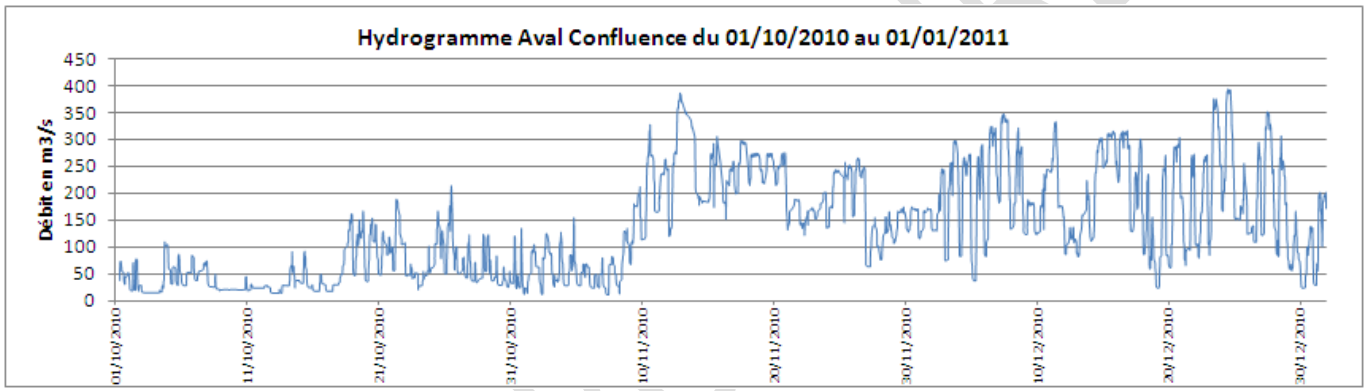

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2009 au 01/10/2009
Débit en m3/s
120
100
80
60
40
20
0
01/07/2009
11/07/2009
21/07/2009
31/07/2009
10/08/2009
20/08/2009
30/08/2009
09/09/2009
19/09/2009
29/09/2009

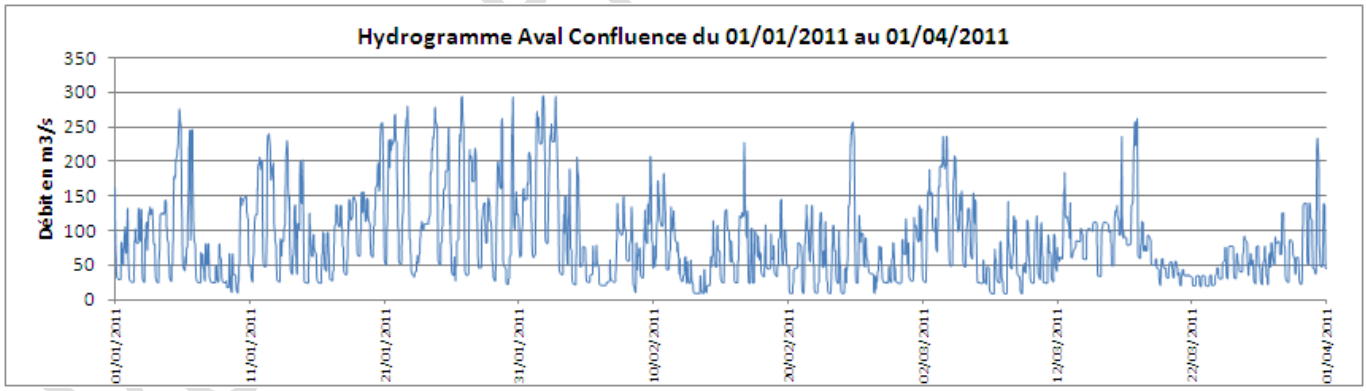

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2009 au 01/01/2010
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2009
11/10/2009
21/10/2009
31/10/2009
10/11/2009
20/11/2009
30/11/2009
10/12/2009
20/12/2009
30/12/2009

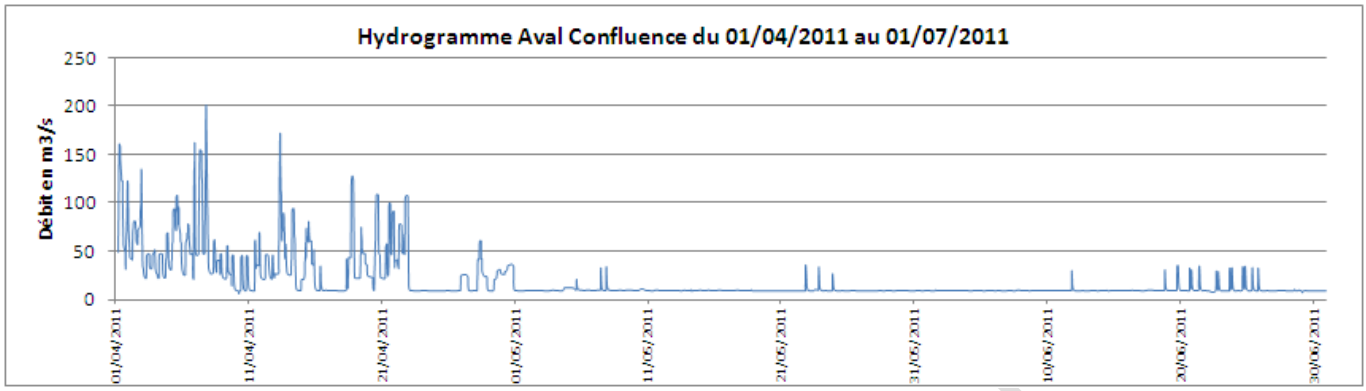

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2010 au 01/04/2010
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2010
11/01/2010
21/01/2010
31/01/2010
10/02/2010
20/02/2010
02/03/2010
12/03/2010
22/03/2010
01/04/2010

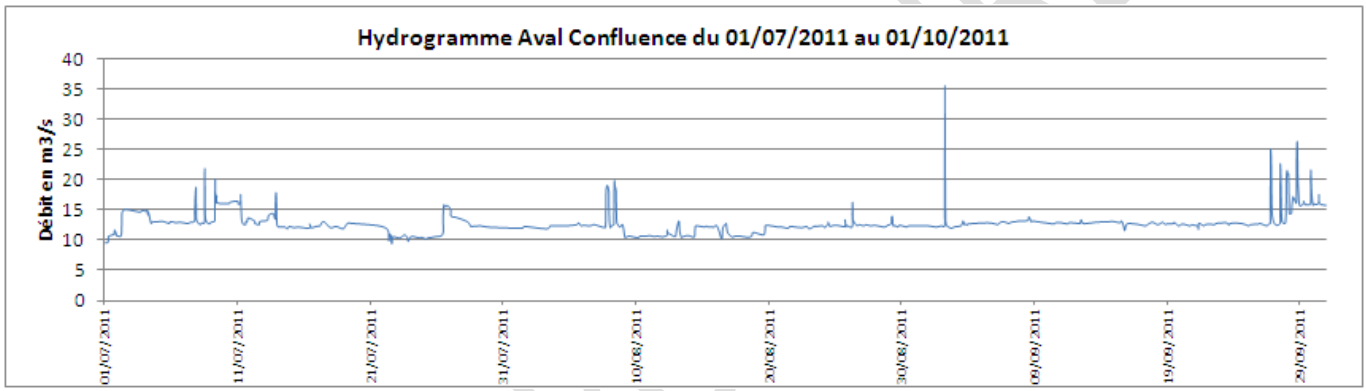

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2010 au 01/07/2010
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/2010
11/04/2010
21/04/2010
01/05/2010
11/05/2010
21/05/2010
31/05/2010
10/06/2010
20/06/2010
30/06/2010

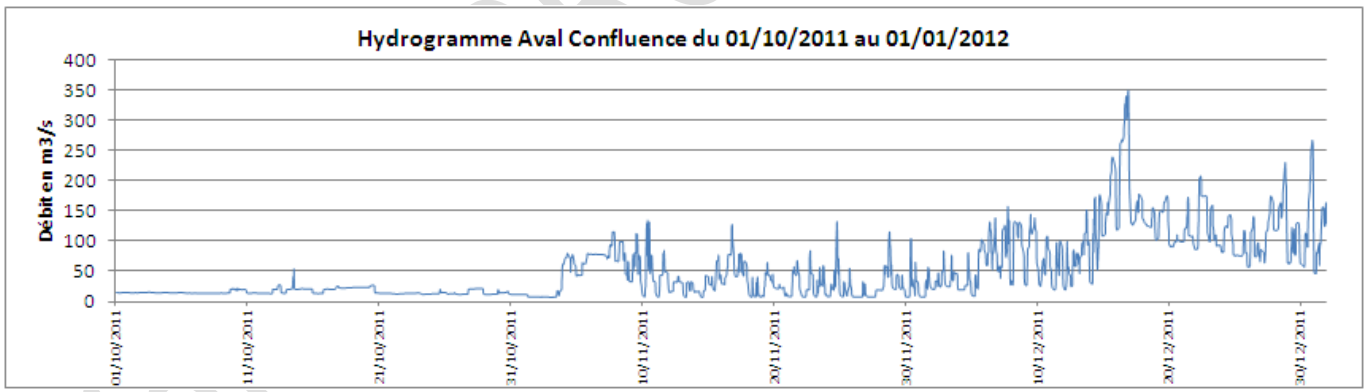

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2010 au 01/10/2010
Débit en m3/s
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/07/2010
11/07/2010
21/07/2010
31/07/2010
10/08/2010
20/08/2010
30/08/2010
09/09/2010
19/09/2010
29/09/2010


Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2010 au 01/01/2011
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2010
11/10/2010
21/10/2010
31/10/2010
10/11/2010
20/11/2010
30/11/2010
10/12/2010
20/12/2010
30/12/2010

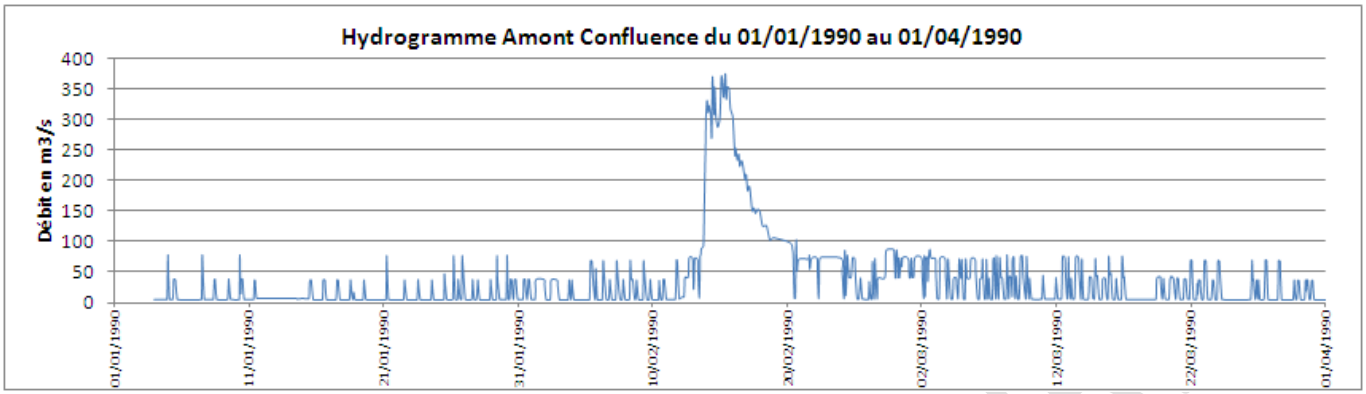

Hydrogramme Aval Confluence du 01/01/2011 au 01/04/2011
Débit en m3/s
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2011
11/01/2011
21/01/2011
31/01/2011
10/02/2011
20/02/2011
02/03/2011
12/03/2011
22/03/2011
01/04/2011

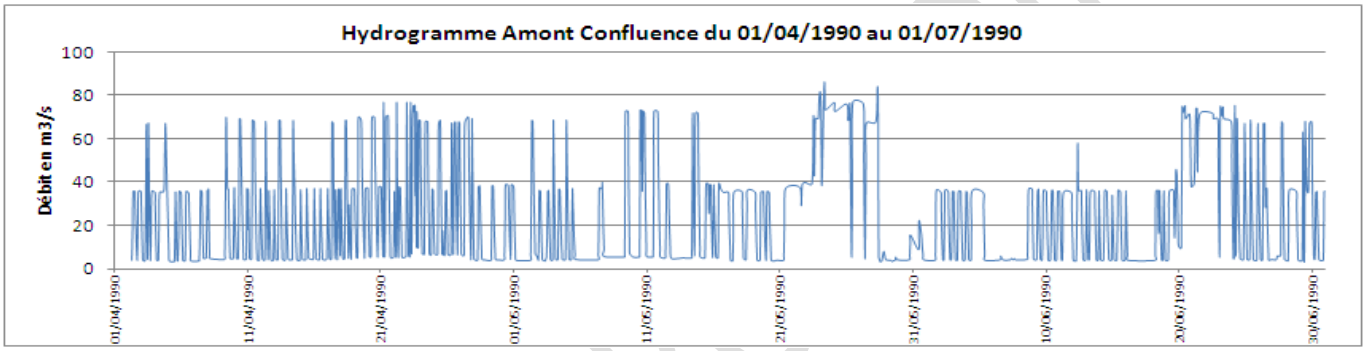

Hydrogramme Aval Confluence du 01/04/2011 au 01/07/2011
Débit en m3/s
250
200
150
100
50
0
01/04/2011
11/04/2011
21/04/2011
01/05/2011
11/05/2011
21/05/2011
31/05/2011
10/06/2011
20/06/2011
30/06/2011

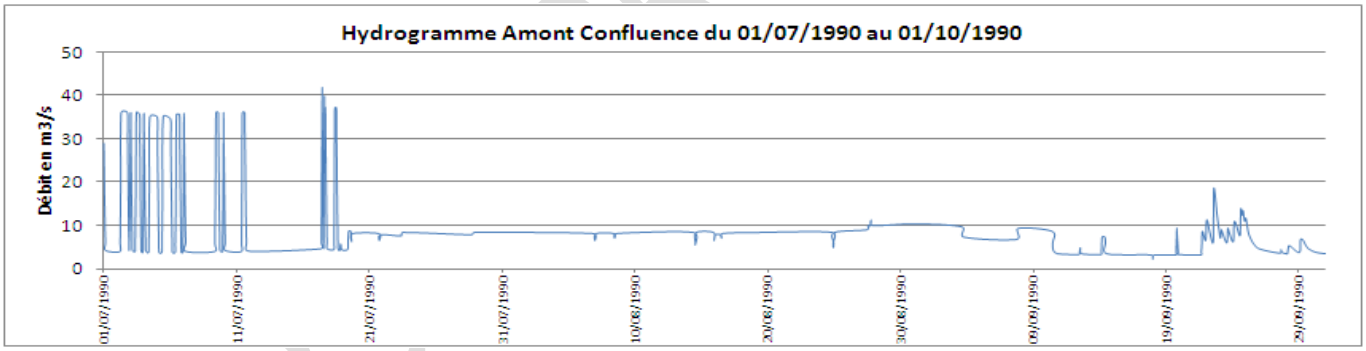

Hydrogramme Aval Confluence du 01/07/2011 au 01/10/2011
Débit en m3/s
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/07/2011
11/07/2011
21/07/2011
31/07/2011
10/08/2011
20/08/2011
30/08/2011
09/09/2011
19/09/2011
29/09/2011

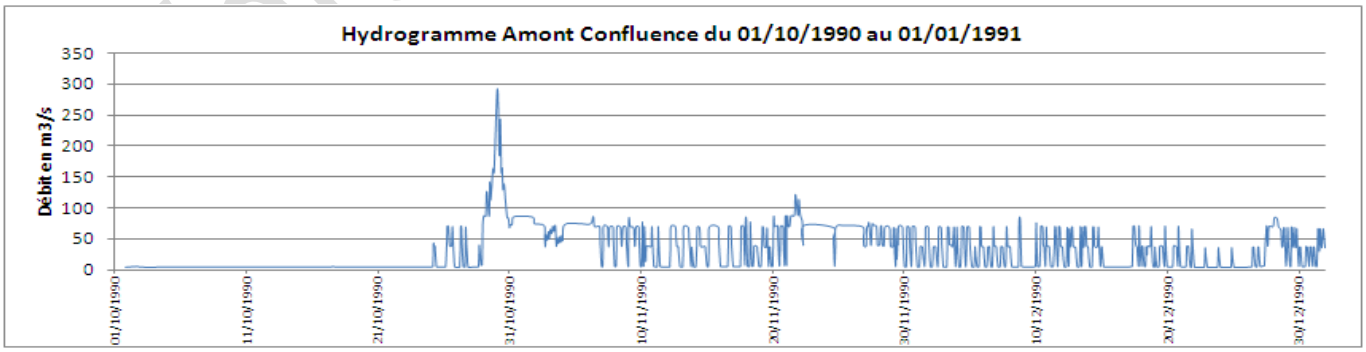

Hydrogramme Aval Confluence du 01/10/2011 au 01/01/2012
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/10/2011
11/10/2011
21/10/2011
31/10/2011
10/11/2011
20/11/2011
30/11/2011
10/12/2011
20/12/2011
30/12/2011

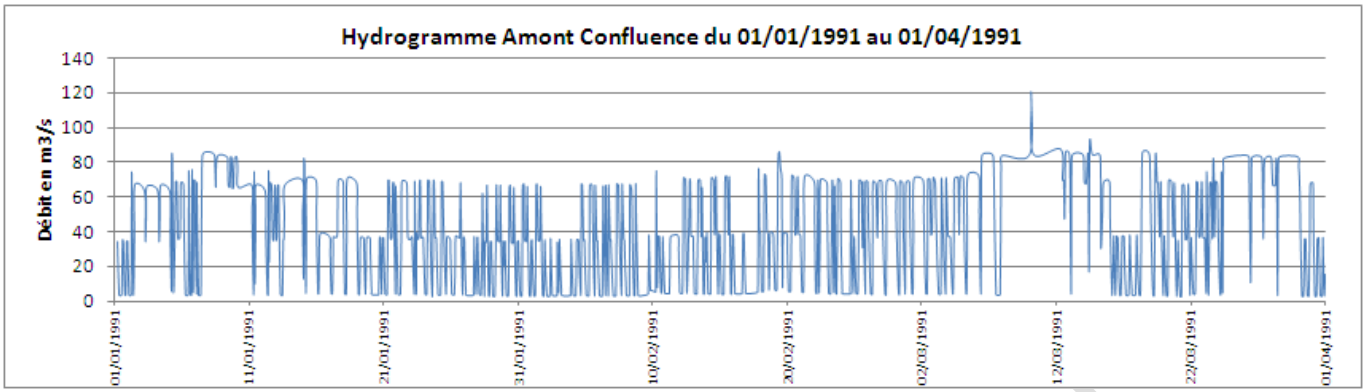
14.6. Hydrogrammes en amont de la confluence Lot Truyère de 1990 à 2011

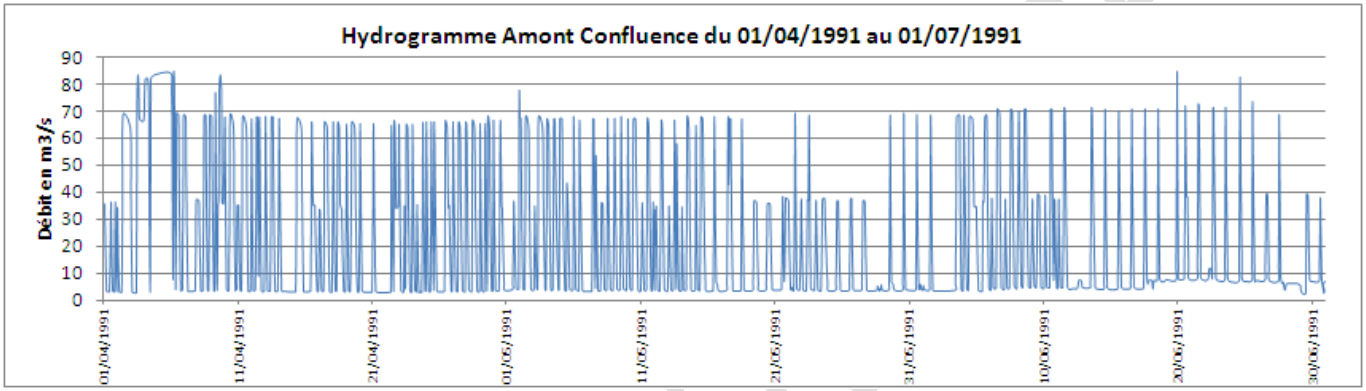


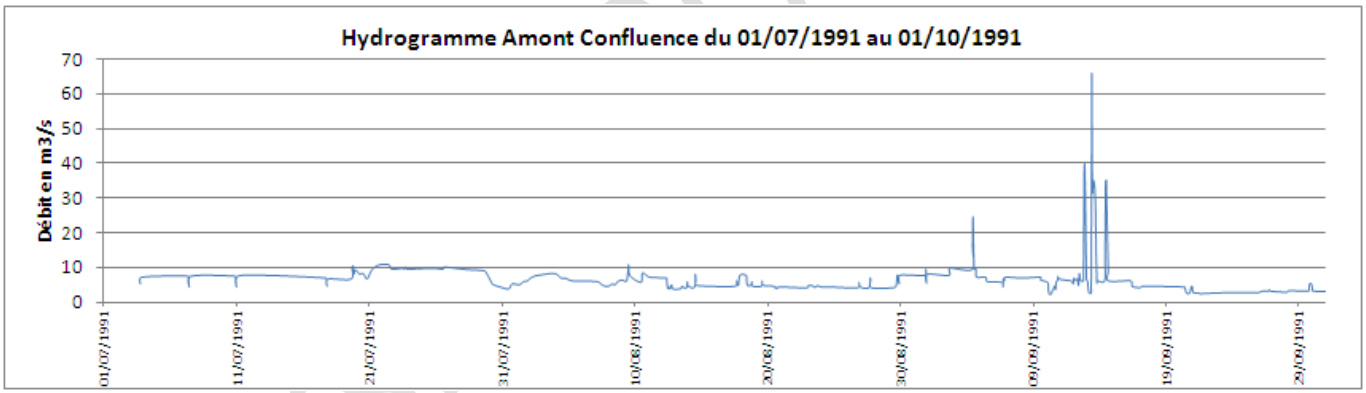


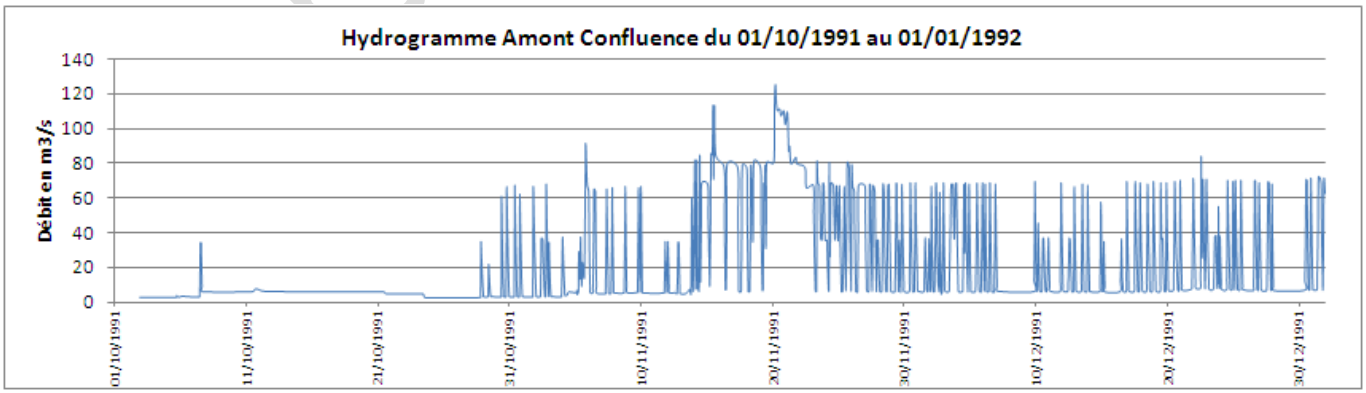


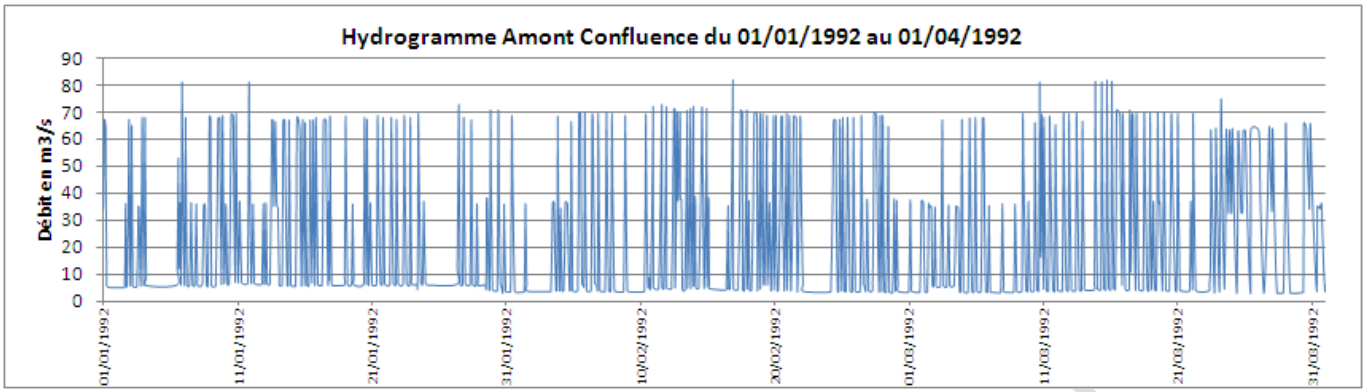


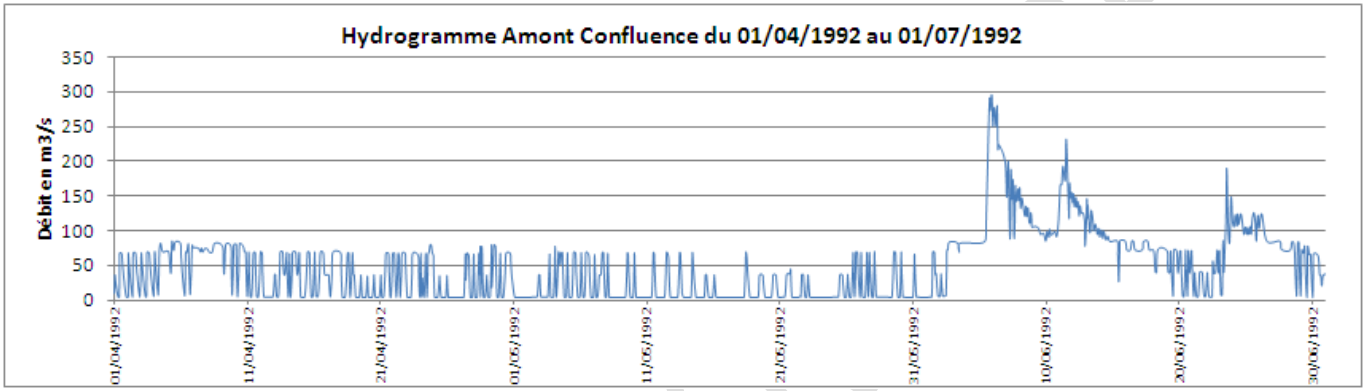

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1991 au 01/04/1991
Débit en m3/s
0
20
40
60
80
100
120
140
01/01/1991
11/01/1991
21/01/1991
31/01/1991
10/02/1991
20/02/1991
02/03/1991
12/03/1991
22/03/1991
01/04/1991

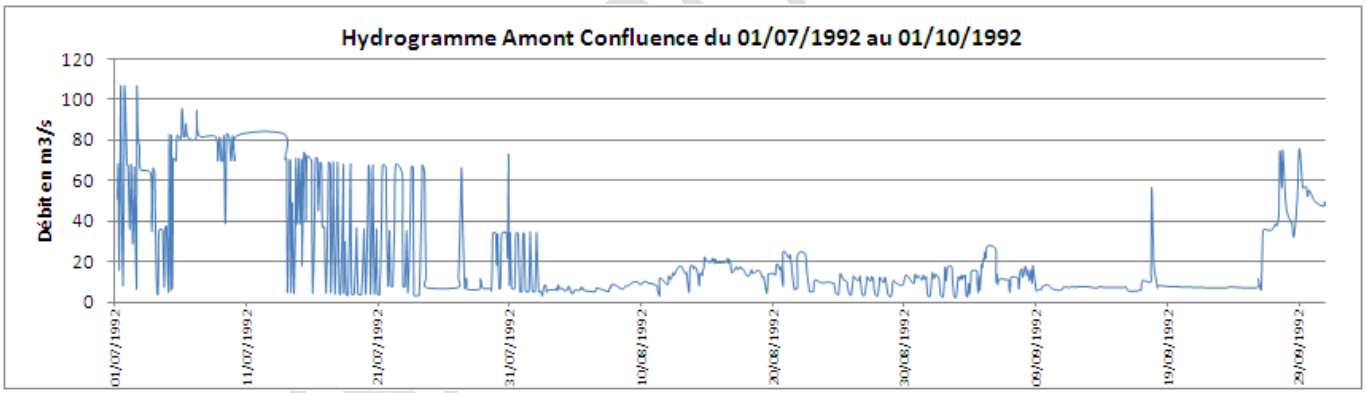

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1991 au 01/07/1991
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/04/1991
11/04/1991
21/04/1991
01/05/1991
11/05/1991
21/05/1991
31/05/1991
10/06/1991
20/06/1991
30/06/1991

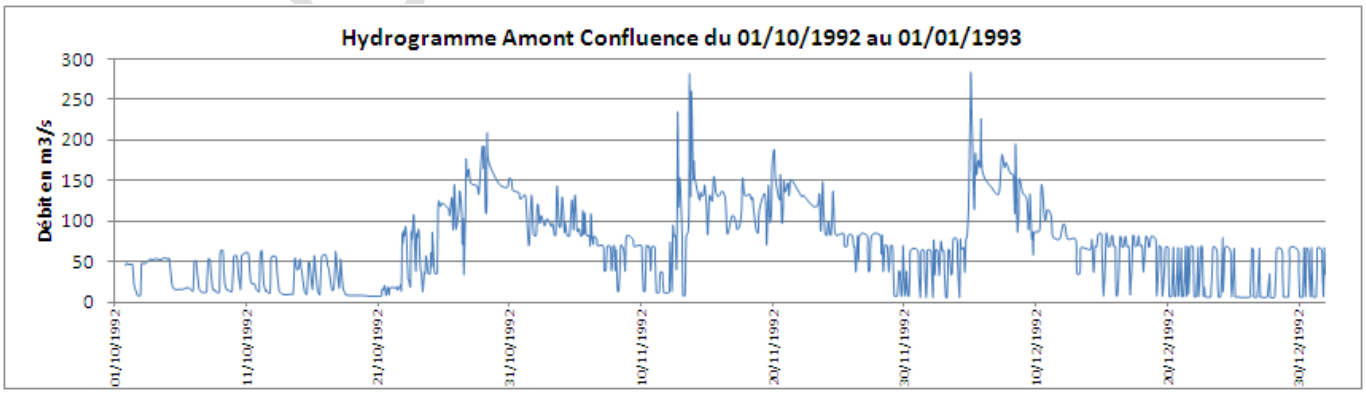

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1991 au 01/10/1991
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
01/07/1991
11/07/1991
21/07/1991
31/07/1991
10/08/1991
20/08/1991
30/08/1991
09/09/1991
19/09/1991
29/09/1991

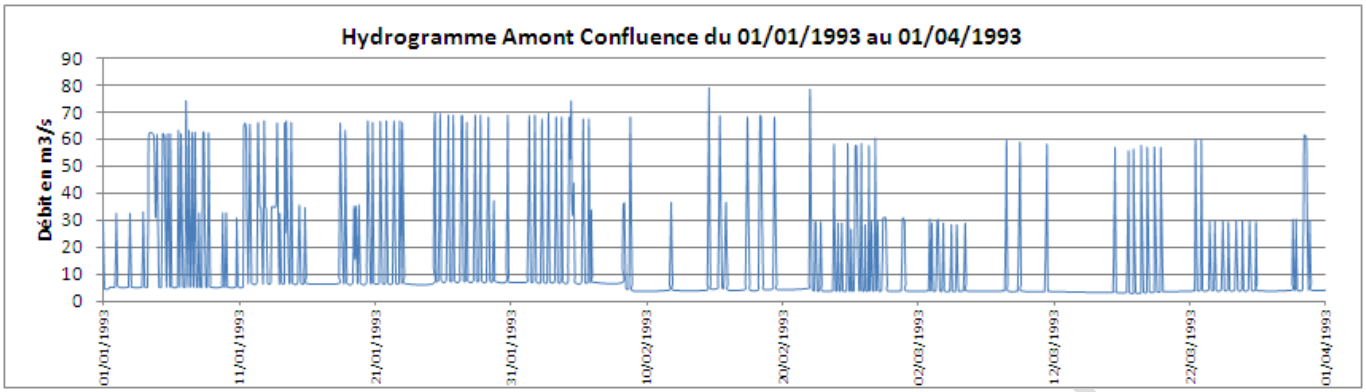

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1991 au 01/01/1992
Débit en m3/s
0
20
40
60
80
100
120
140
01/10/1991
11/10/1991
21/10/1991
31/10/1991
10/11/1991
20/11/1991
30/11/1991
10/12/1991
20/12/1991
30/12/1991

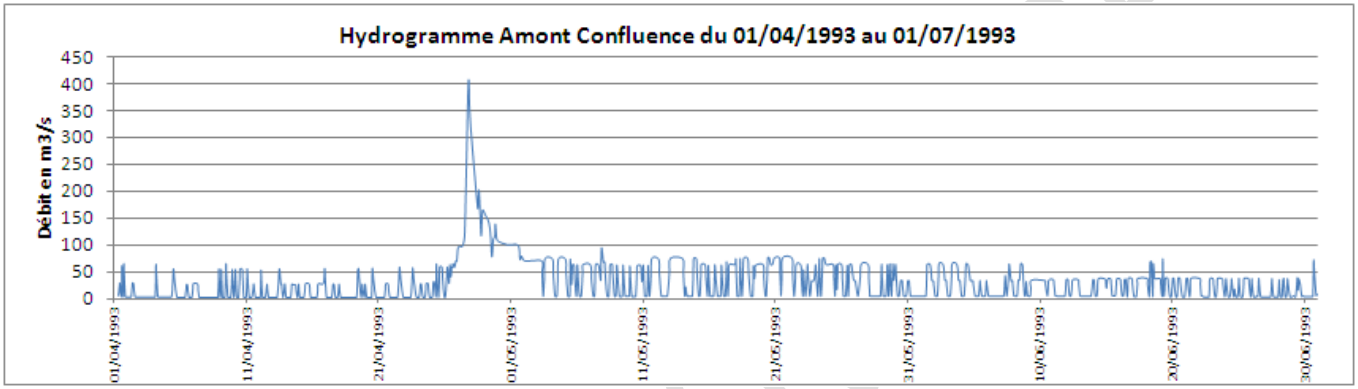

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1992 au 01/04/1992
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/01/1992
11/01/1992
21/01/1992
31/01/1992
10/02/1992
20/02/1992
01/03/1992
11/03/1992
21/03/1992
31/03/1992

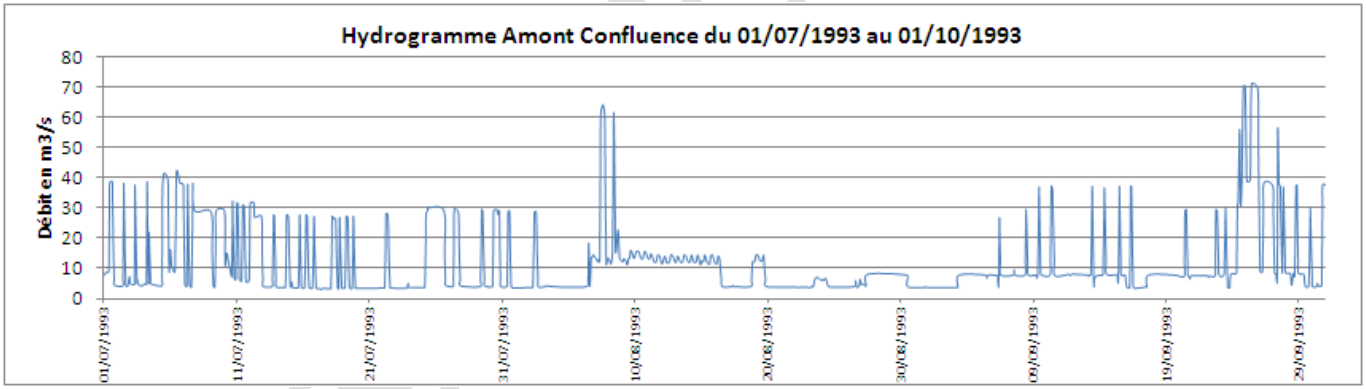

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1992 au 01/07/1992
Débit en m3/s
0
50
100
150
200
250
300
350
01/04/1992
11/04/1992
21/04/1992
01/05/1992
11/05/1992
21/05/1992
31/05/1992
10/06/1992
20/06/1992
30/06/1992

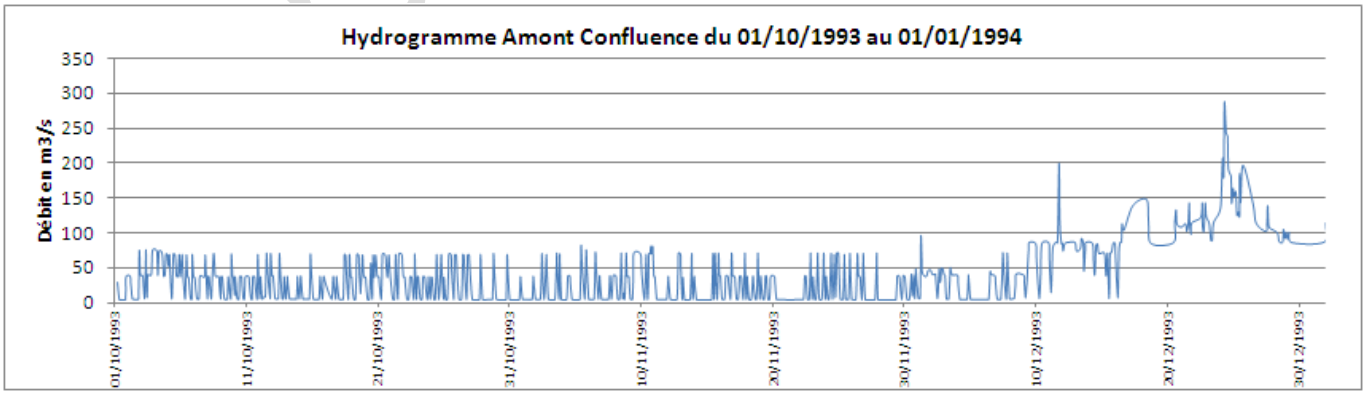

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1992 au 01/10/1992
Débit en m3/s
0
20
40
60
80
100
120
01/07/1992
11/07/1992
21/07/1992
31/07/1992
10/08/1992
20/08/1992
30/08/1992
09/09/1992
19/09/1992
29/09/1992

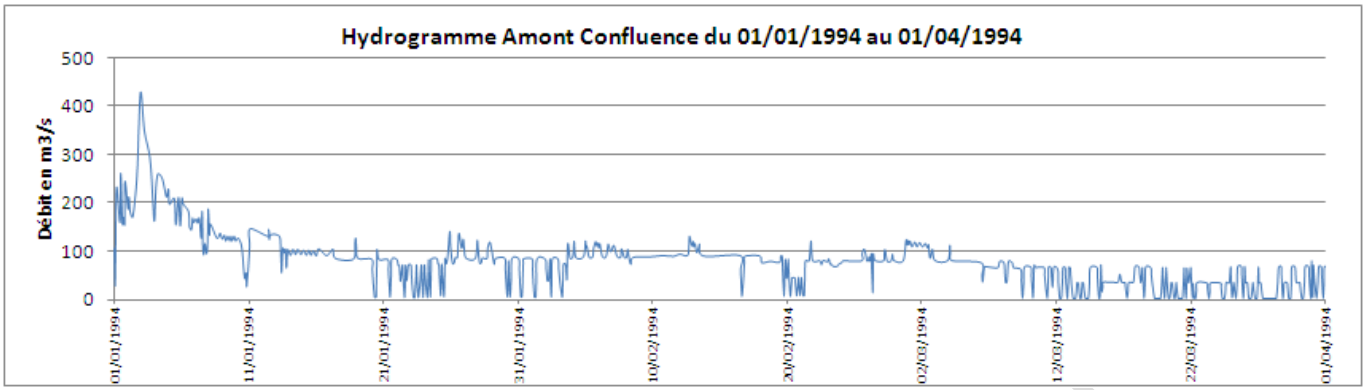

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1992 au 01/01/1993
Débit en m3/s
0
50
100
150
200
250
300
01/10/1992
11/10/1992
21/10/1992
31/10/1992
10/11/1992
20/11/1992
30/11/1992
10/12/1992
20/12/1992
30/12/1992

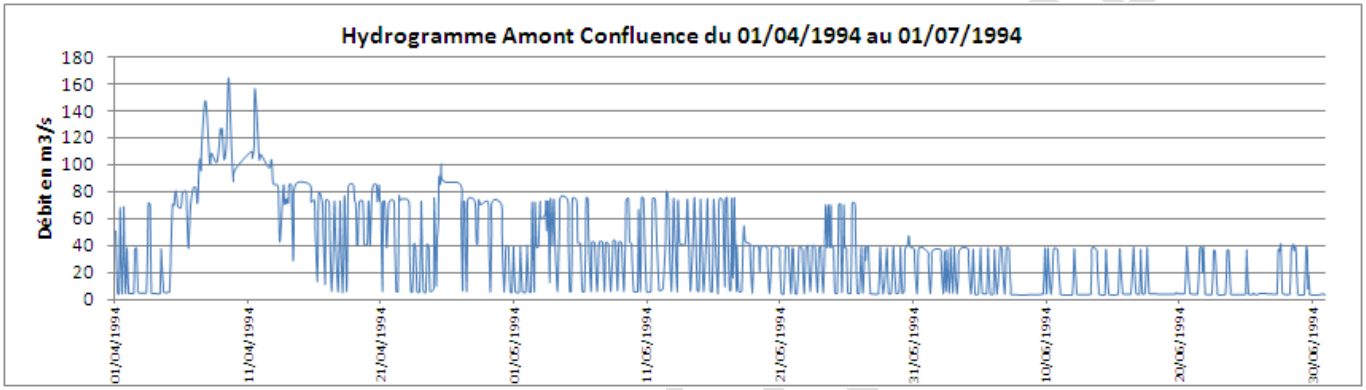

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1993 au 01/04/1993
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/01/1993
11/01/1993
21/01/1993
31/01/1993
10/02/1993
20/02/1993
02/03/1993
12/03/1993
22/03/1993
01/04/1993

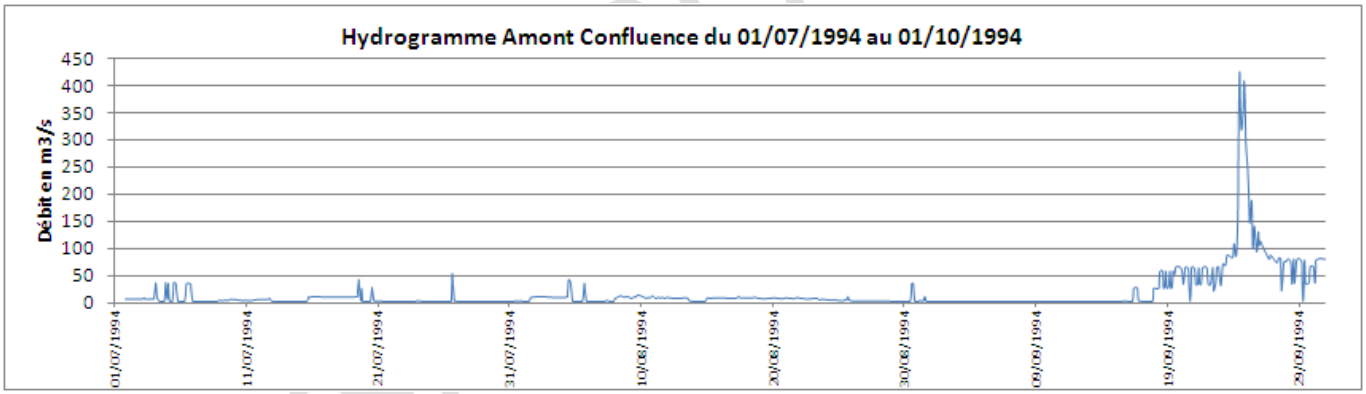

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1993 au 01/07/1993
Débit en m3/s
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
01/04/1993
11/04/1993
21/04/1993
01/05/1993
11/05/1993
21/05/1993
31/05/1993
10/06/1993
20/06/1993
30/06/1993

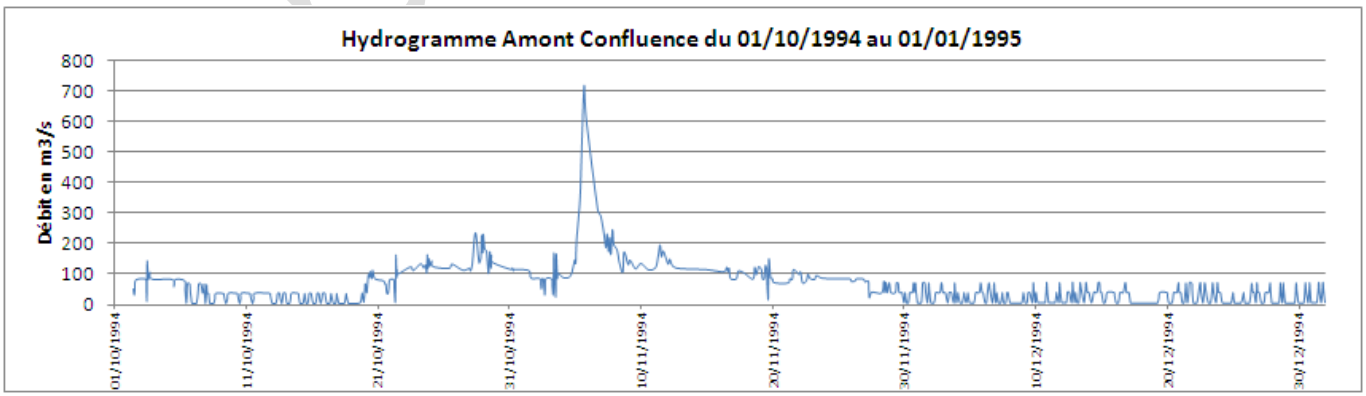

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1993 au 01/10/1993
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
01/07/1993
11/07/1993
21/07/1993
31/07/1993
10/08/1993
20/08/1993
30/08/1993
09/09/1993
19/09/1993
29/09/1993

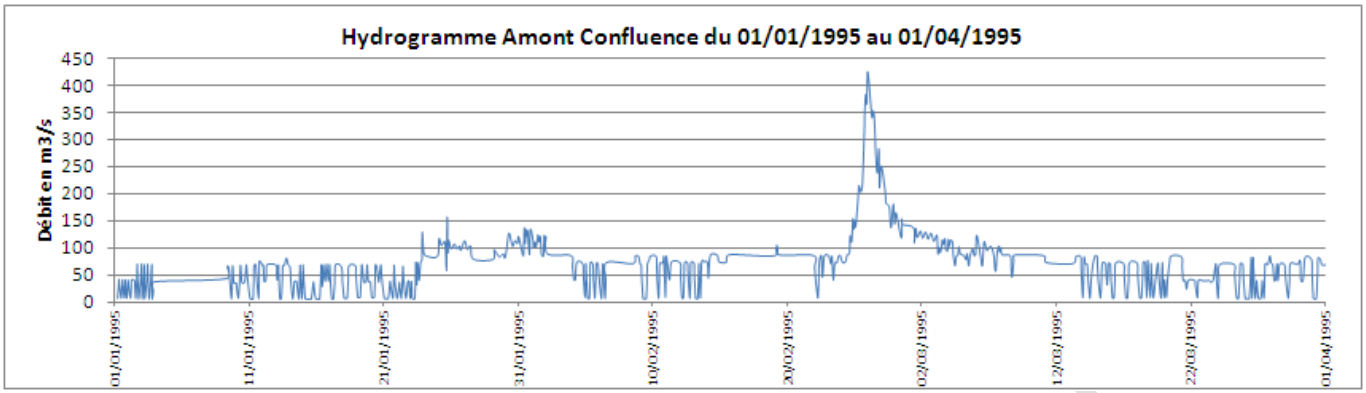

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1993 au 01/01/1994
Débit en m3/s
0
50
100
150
200
250
300
350
01/10/1993
11/10/1993
21/10/1993
31/10/1993
10/11/1993
20/11/1993
30/11/1993
10/12/1993
20/12/1993
30/12/1993

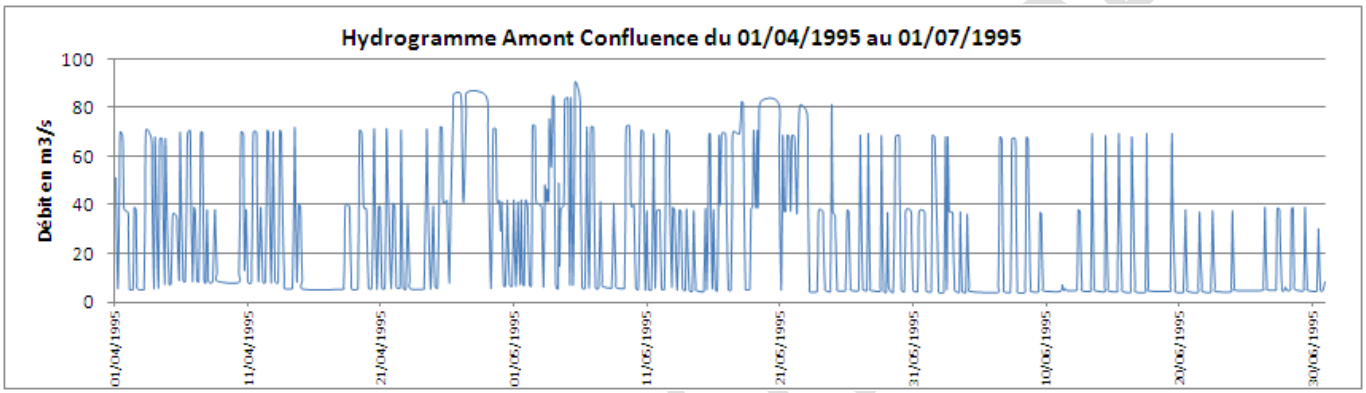

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1994 au 01/04/1994
Débit en m3/s
500
400
300
200
100
0
01/01/1994
11/01/1994
21/01/1994
31/01/1994
10/02/1994
20/02/1994
02/03/1994
12/03/1994
22/03/1994
01/04/1994

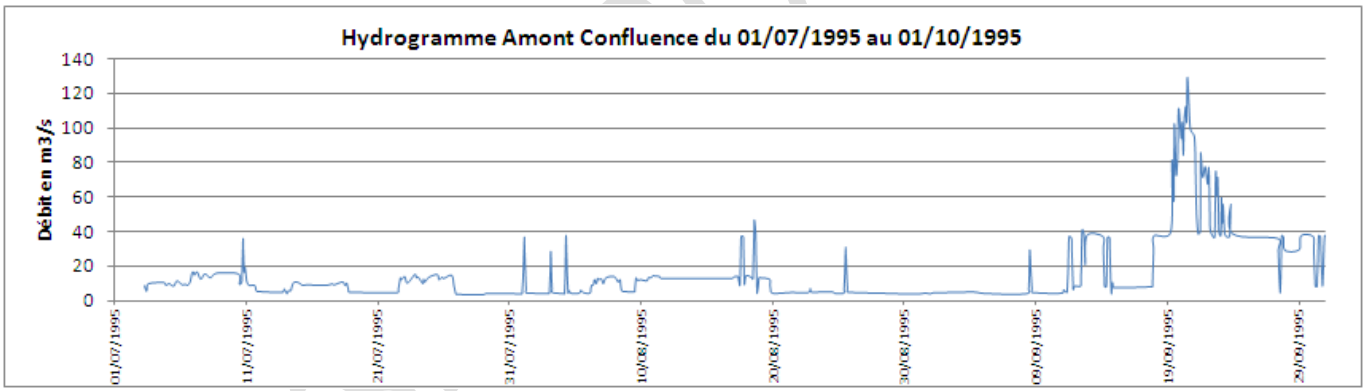

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1994 au 01/07/1994
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/04/1994
11/04/1994
21/04/1994
01/05/1994
11/05/1994
21/05/1994
31/05/1994
10/06/1994
20/06/1994
30/06/1994

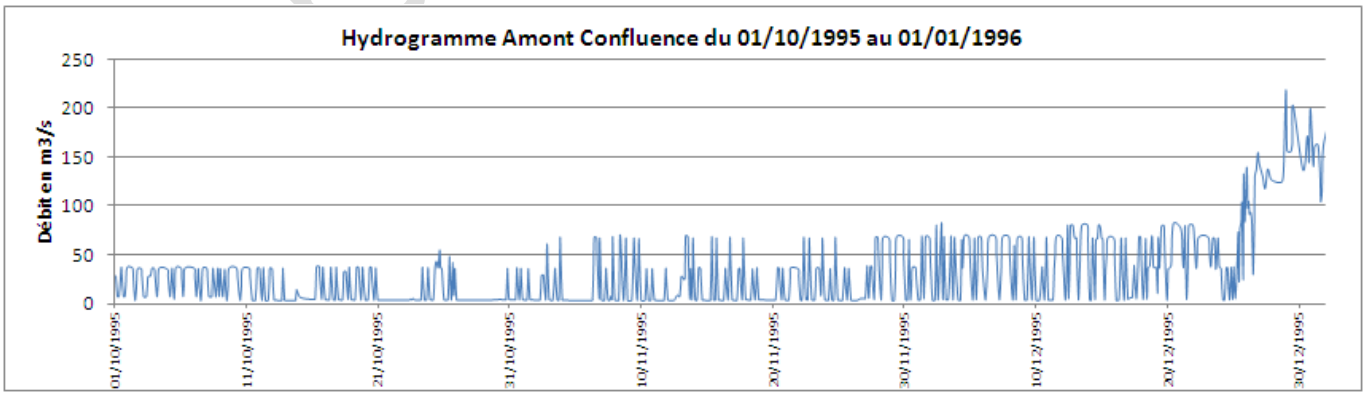

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1994 au 01/10/1994
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/07/1994
11/07/1994
21/07/1994
31/07/1994
10/08/1994
20/08/1994
30/08/1994
09/09/1994
19/09/1994
29/09/1994

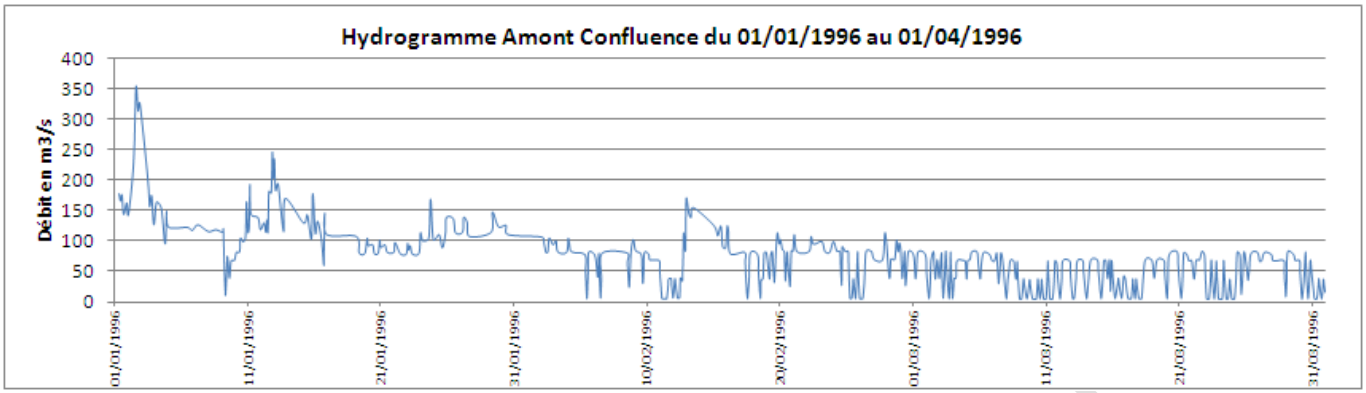

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1994 au 01/01/1995
Débit en m3/s
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/10/1994
11/10/1994
21/10/1994
31/10/1994
10/11/1994
20/11/1994
30/11/1994
10/12/1994
20/12/1994
30/12/1994

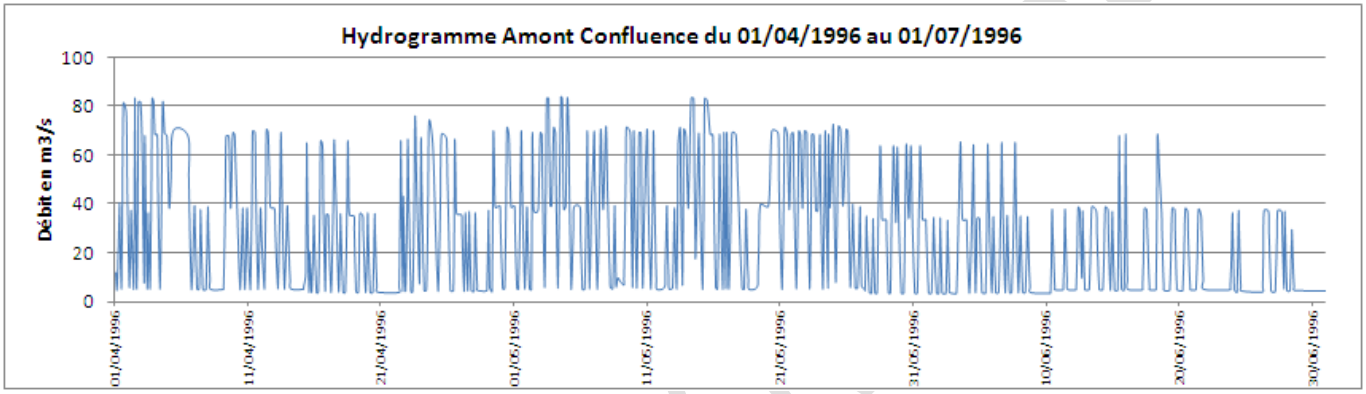

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1995 au 01/04/1995
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/1995
11/01/1995
21/01/1995
31/01/1995
10/02/1995
20/02/1995
02/03/1995
12/03/1995
22/03/1995
01/04/1995

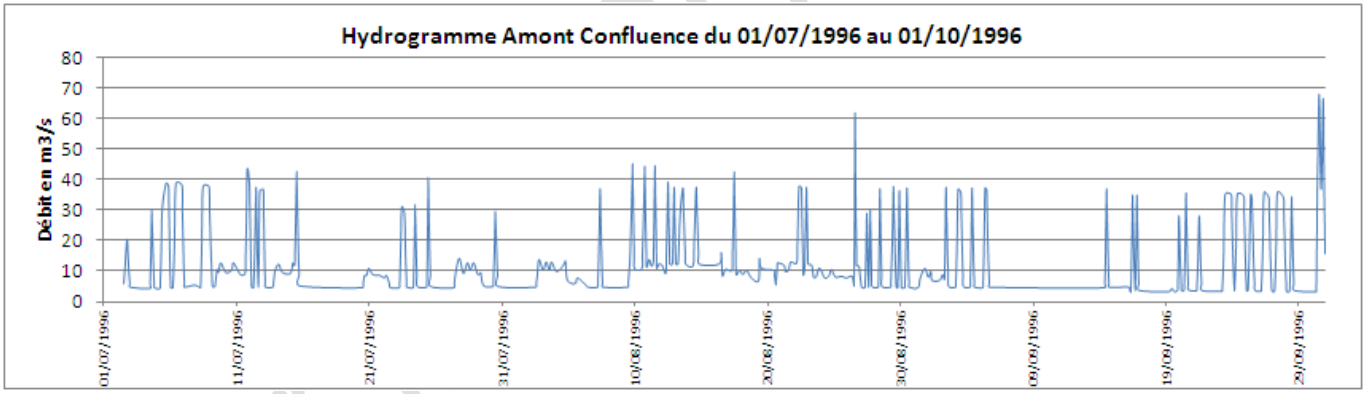

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1995 au 01/07/1995
Débit en m3/s
100
80
60
40
20
0
01/04/1995
11/04/1995
21/04/1995
01/05/1995
11/05/1995
21/05/1995
31/05/1995
10/06/1995
20/06/1995
30/06/1995

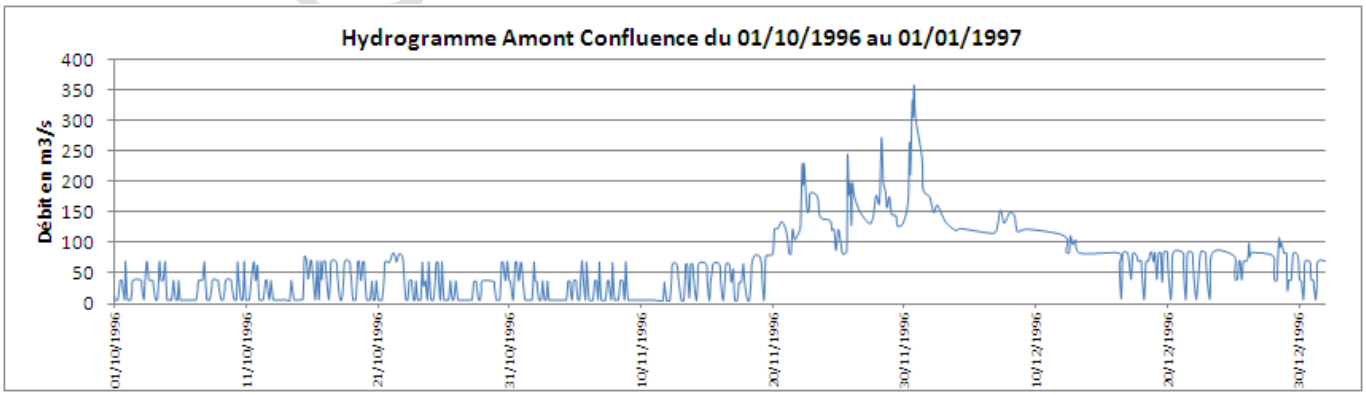

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1995 au 01/10/1995
Débit en m3/s
140
120
100
80
60
40
20
0
01/07/1995
11/07/1995
21/07/1995
31/07/1995
10/08/1995
20/08/1995
30/08/1995
09/09/1995
19/09/1995
29/09/1995

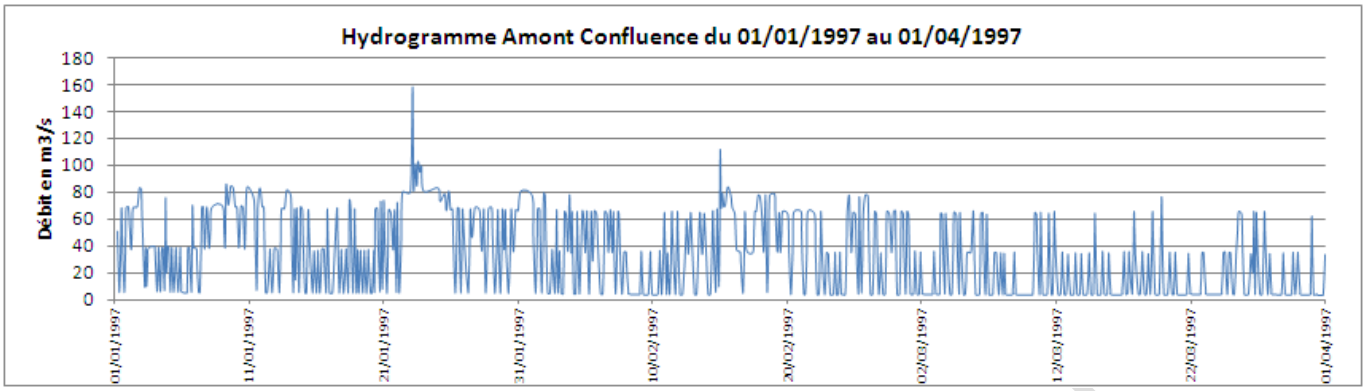

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1995 au 01/01/1996
Débit en m3/s
250
200
150
100
50
0
01/10/1995
11/10/1995
21/10/1995
31/10/1995
10/11/1995
20/11/1995
30/11/1995
10/12/1995
20/12/1995
30/12/1995

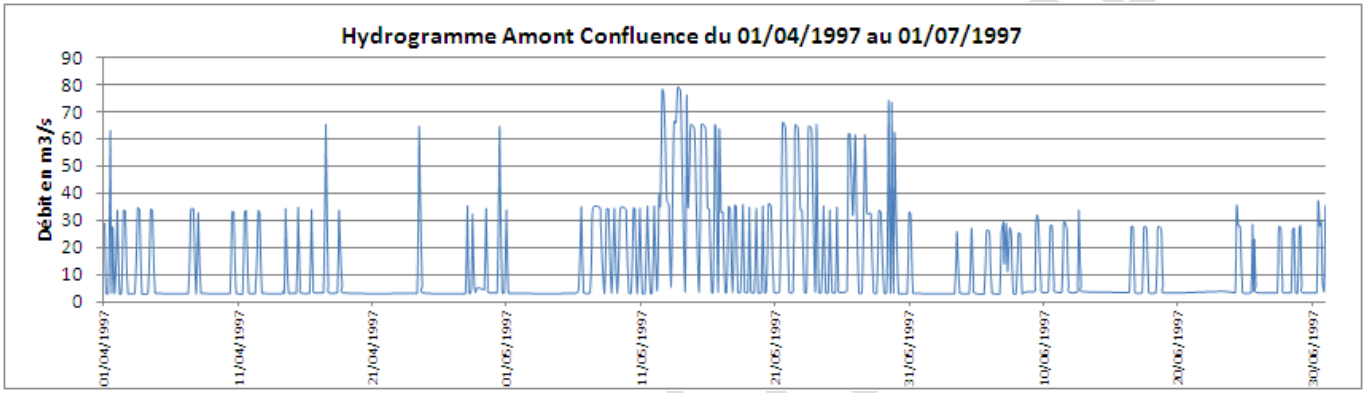

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1996 au 01/04/1996
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/1996
11/01/1996
21/01/1996
31/01/1996
10/02/1996
20/02/1996
01/03/1996
11/03/1996
21/03/1996
31/03/1996

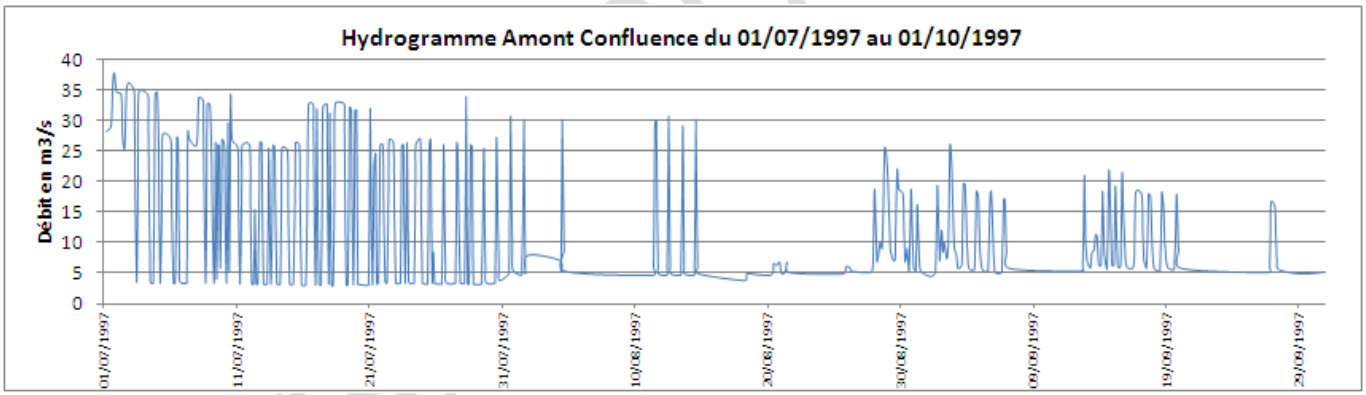

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1996 au 01/07/1996
Débit en m3/s
100
80
60
40
20
0
01/04/1996
11/04/1996
21/04/1996
01/05/1996
11/05/1996
21/05/1996
31/05/1996
10/06/1996
20/06/1996
30/06/1996

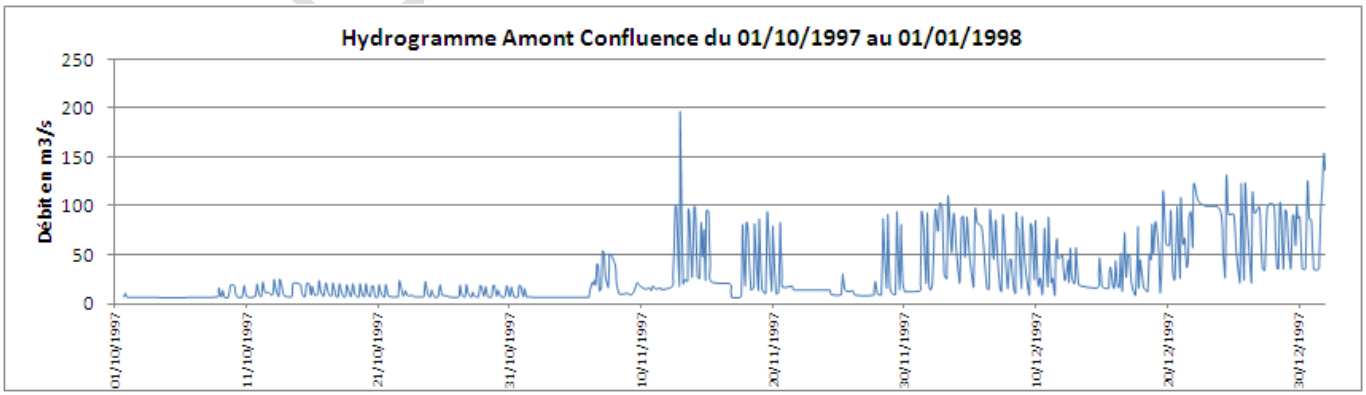

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1996 au 01/10/1996
Débit en m3/s
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/07/1996
11/07/1996
21/07/1996
31/07/1996
10/08/1996
20/08/1996
30/08/1996
09/09/1996
19/09/1996
29/09/1996

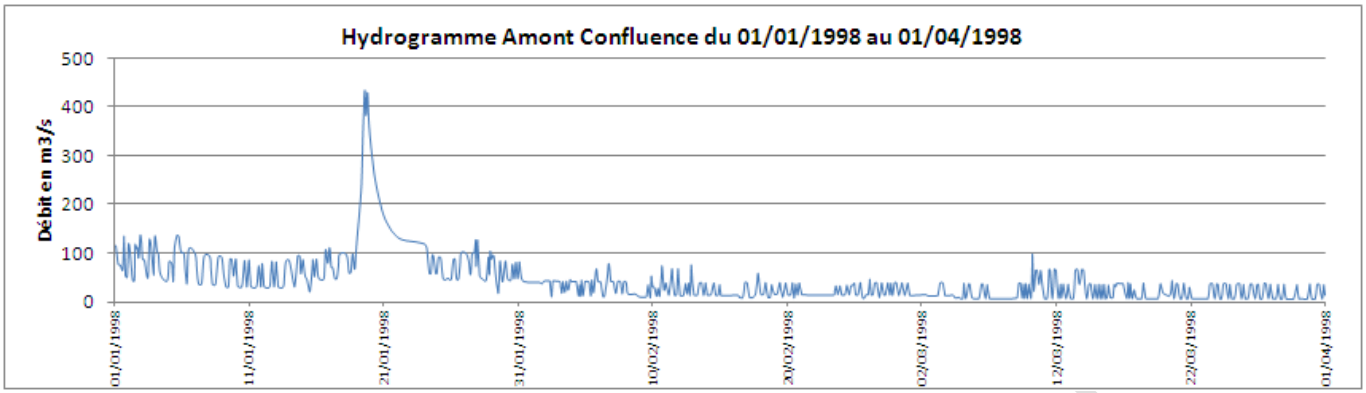

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1996 au 01/01/1997
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/10/1996
11/10/1996
21/10/1996
31/10/1996
10/11/1996
20/11/1996
30/11/1996
10/12/1996
20/12/1996
30/12/1996

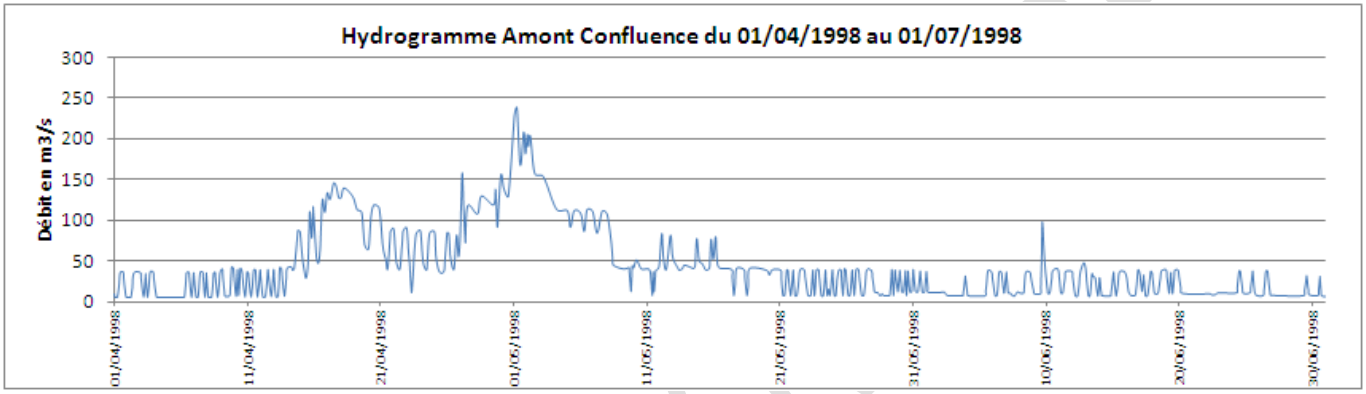

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1997 au 01/04/1997
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/01/1997
11/01/1997
21/01/1997
31/01/1997
10/02/1997
20/02/1997
02/03/1997
12/03/1997
22/03/1997
01/04/1997

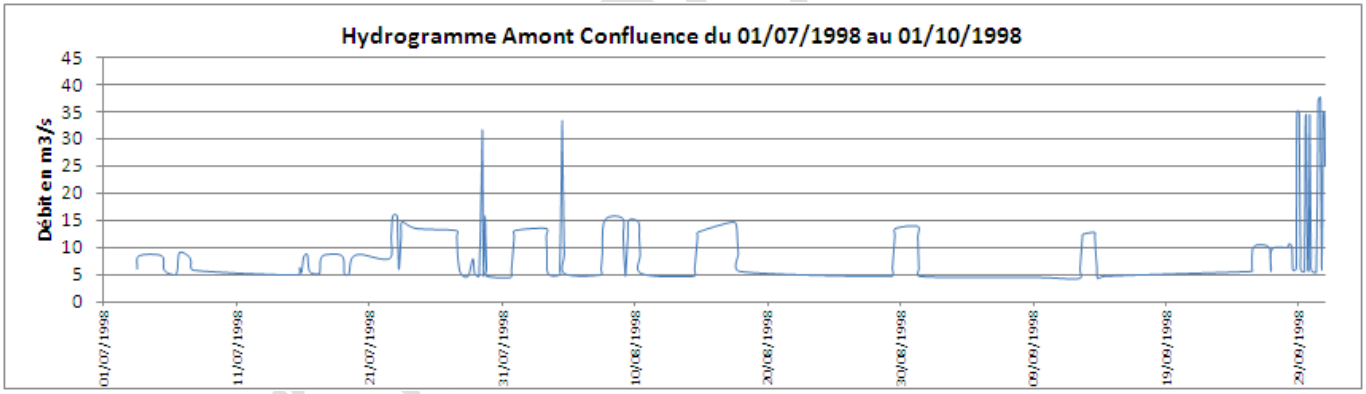

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1997 au 01/07/1997
Débit en m3/s
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/04/1997
11/04/1997
21/04/1997
01/05/1997
11/05/1997
21/05/1997
31/05/1997
10/06/1997
20/06/1997
30/06/1997

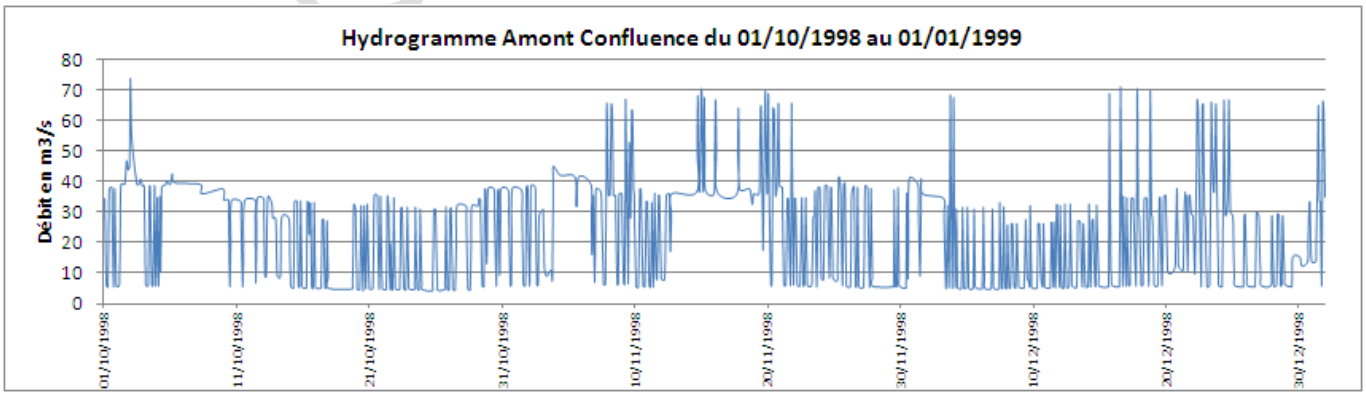

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1997 au 01/10/1997
Débit en m3/s
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/07/1997
11/07/1997
21/07/1997
31/07/1997
10/08/1997
20/08/1997
30/08/1997
09/09/1997
19/09/1997
29/09/1997

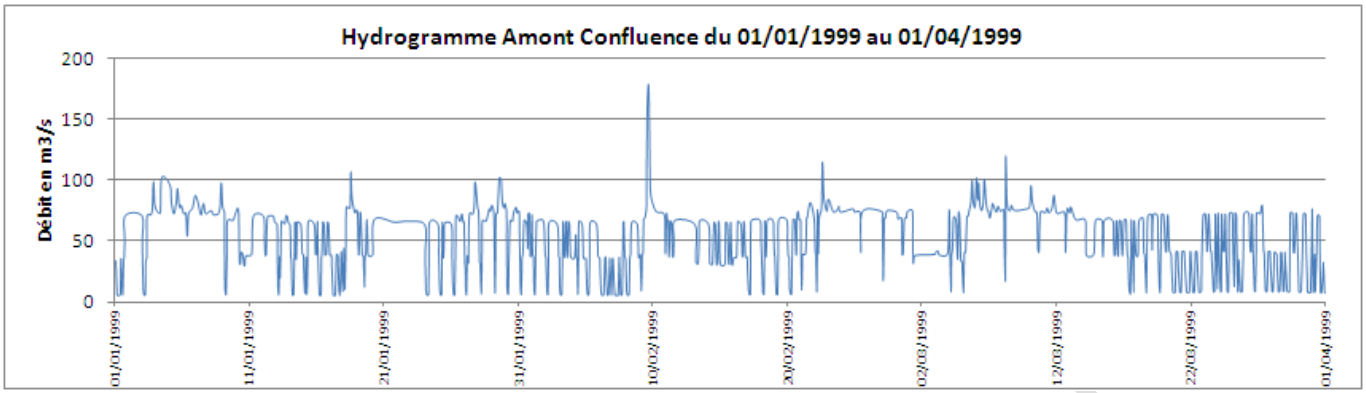

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1997 au 01/01/1998
Débit en m3/s
250
200
150
100
50
0
01/10/1997
11/10/1997
21/10/1997
31/10/1997
10/11/1997
20/11/1997
30/11/1997
10/12/1997
20/12/1997
30/12/1997

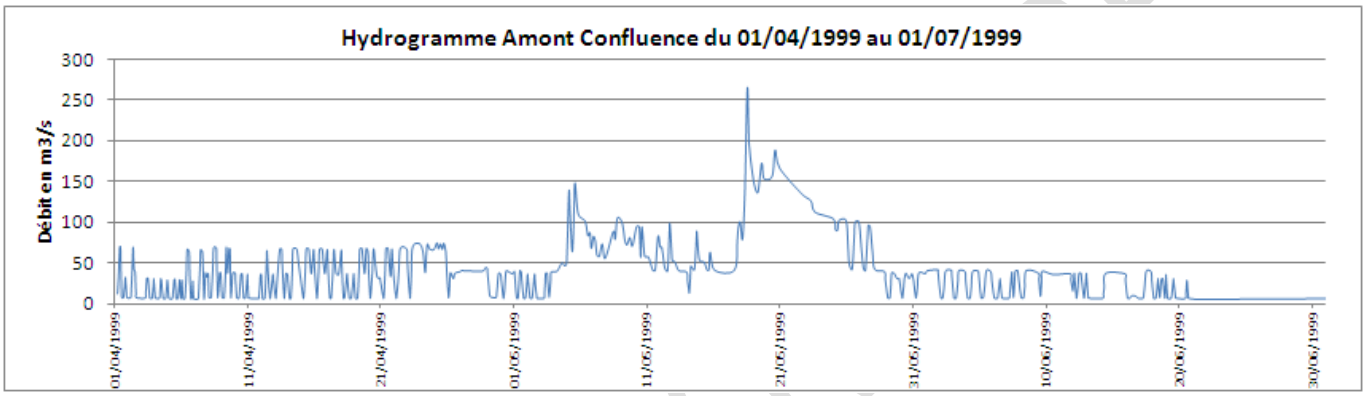

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1998 au 01/04/1998
Débit en m3/s
500
400
300
200
100
0
01/01/1998
11/01/1998
21/01/1998
31/01/1998
10/02/1998
20/02/1998
02/03/1998
12/03/1998
22/03/1998
01/04/1998

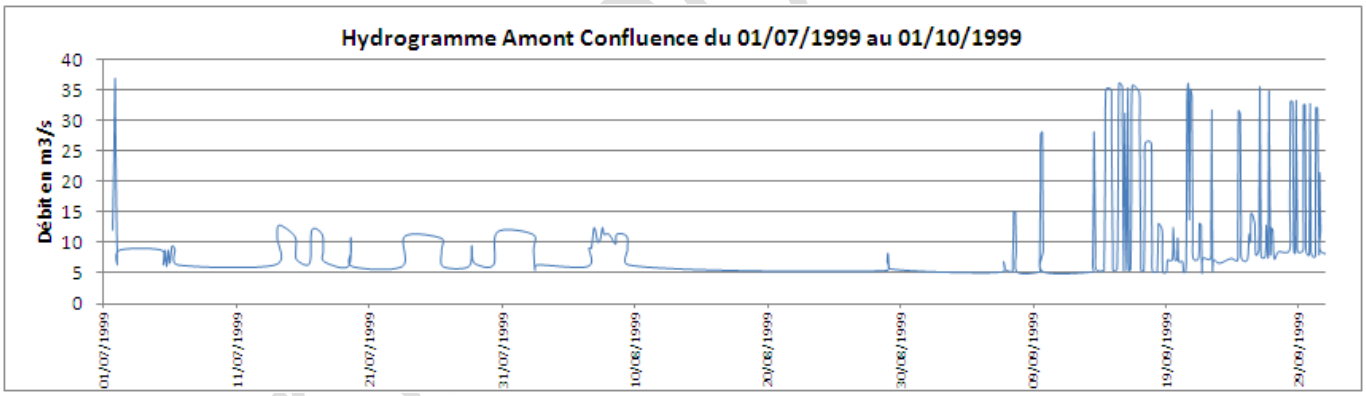

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1998 au 01/07/1998
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/04/1998
11/04/1998
21/04/1998
01/05/1998
11/05/1998
21/05/1998
31/05/1998
10/06/1998
20/06/1998
30/06/1998

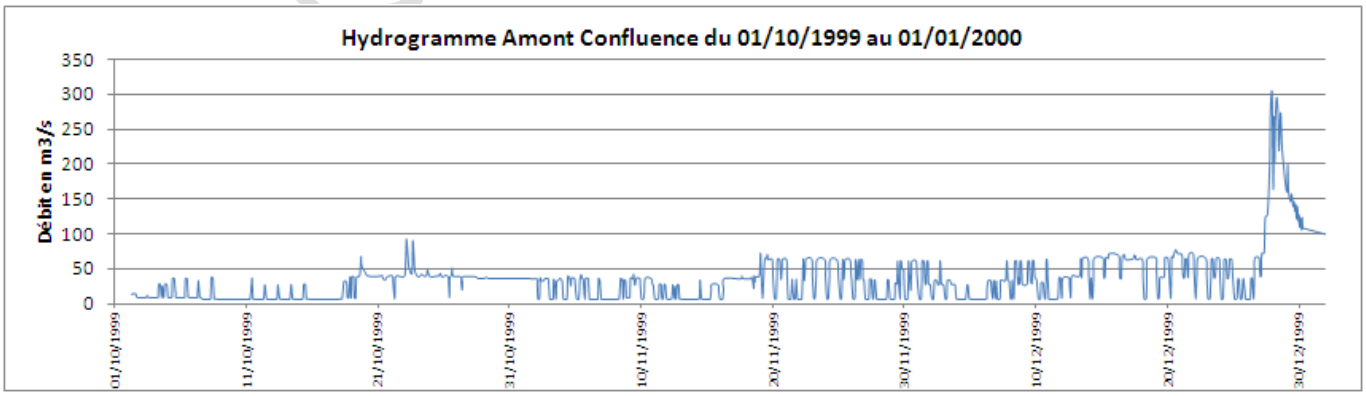

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1998 au 01/10/1998
Débit en m3/s
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/07/1998
11/07/1998
21/07/1998
31/07/1998
10/08/1998
20/08/1998
30/08/1998
09/09/1998
19/09/1998
29/09/1998

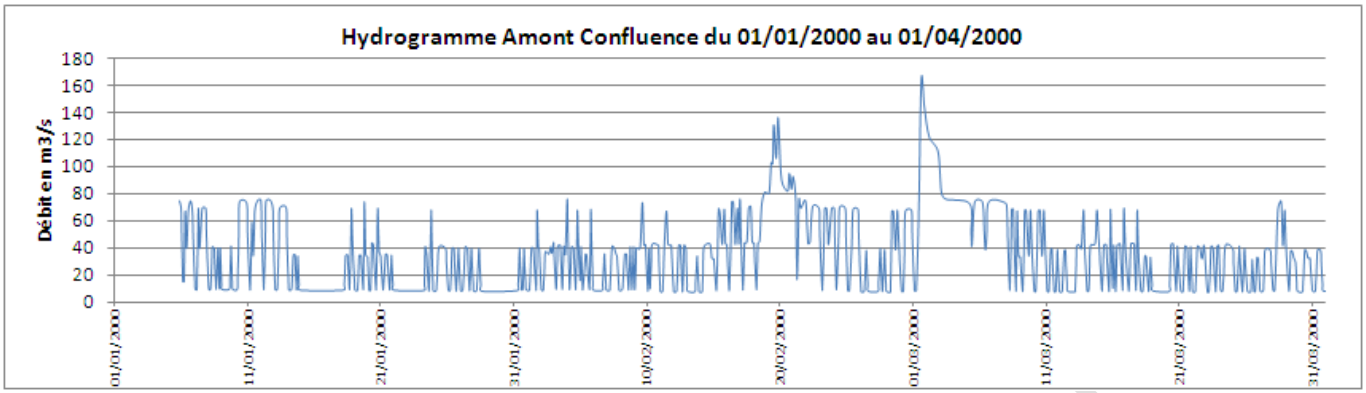

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1998 au 01/01/1999
Débit en m3/s
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/10/1998
11/10/1998
21/10/1998
31/10/1998
10/11/1998
20/11/1998
30/11/1998
10/12/1998
20/12/1998
30/12/1998

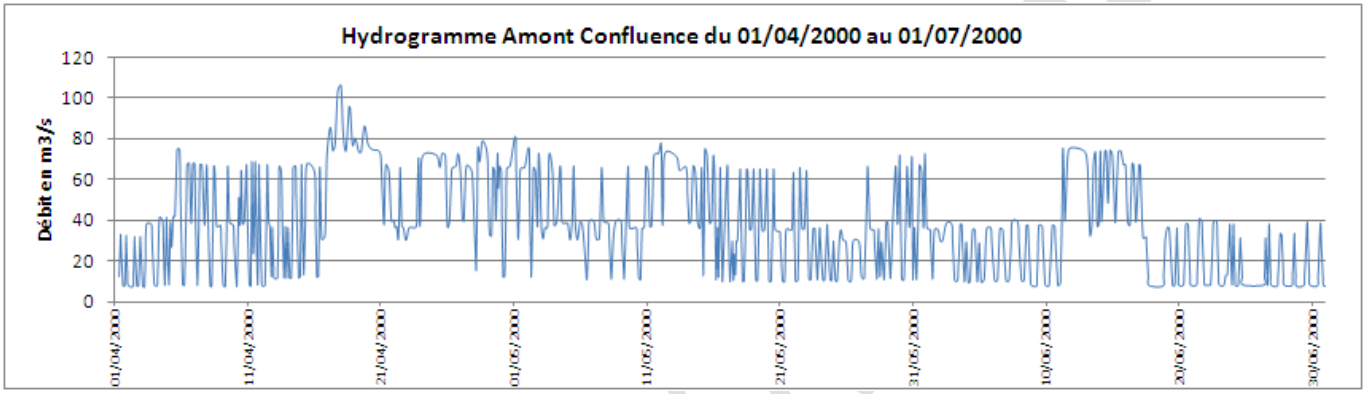

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/1999 au 01/04/1999
Débit en m3/s
200
150
100
50
0
01/01/1999
11/01/1999
21/01/1999
31/01/1999
10/02/1999
20/02/1999
02/03/1999
12/03/1999
22/03/1999
01/04/1999

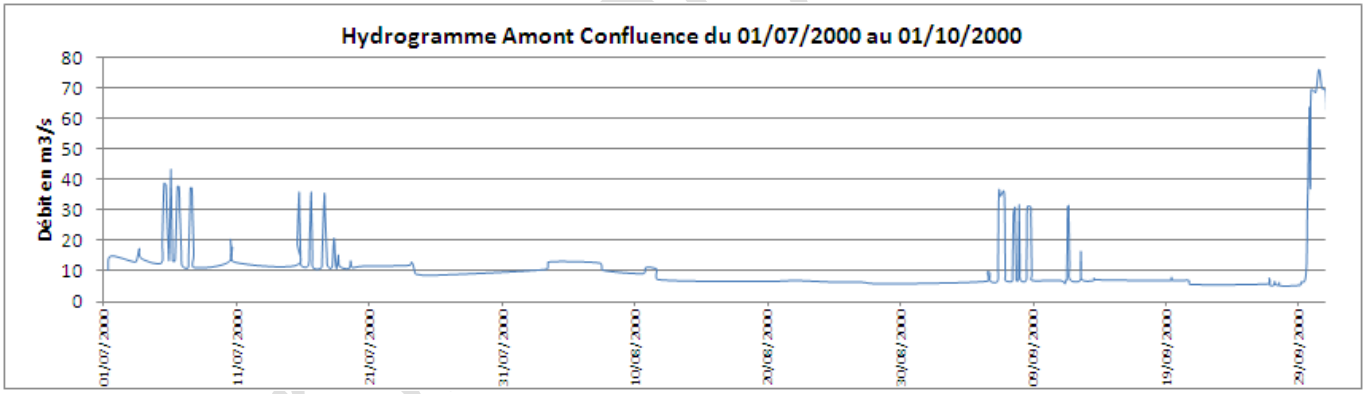

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/1999 au 01/07/1999
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/04/1999
11/04/1999
21/04/1999
01/05/1999
11/05/1999
21/05/1999
31/05/1999
10/06/1999
20/06/1999
30/06/1999

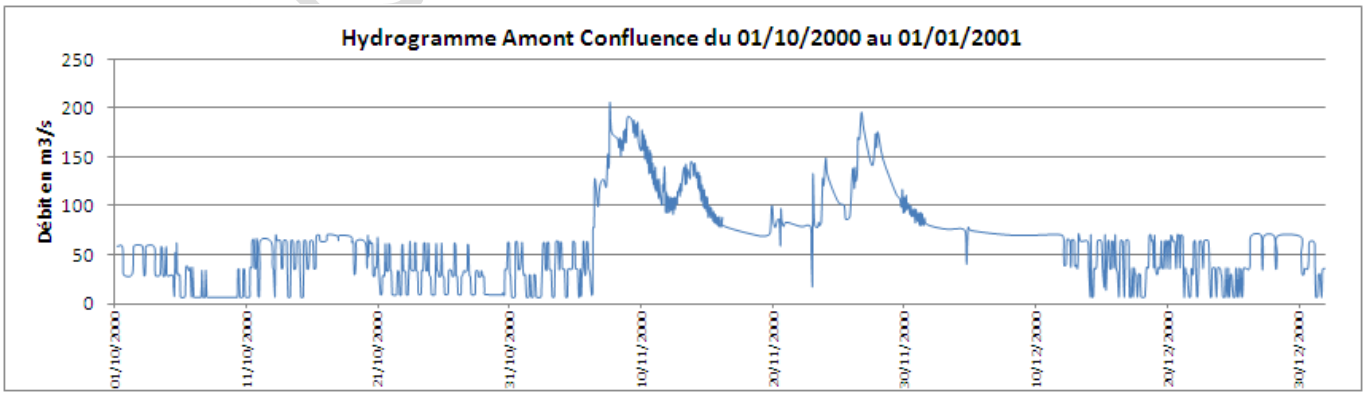

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/1999 au 01/10/1999
Débit en m3/s
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/07/1999
11/07/1999
21/07/1999
31/07/1999
10/08/1999
20/08/1999
30/08/1999
09/09/1999
19/09/1999
29/09/1999

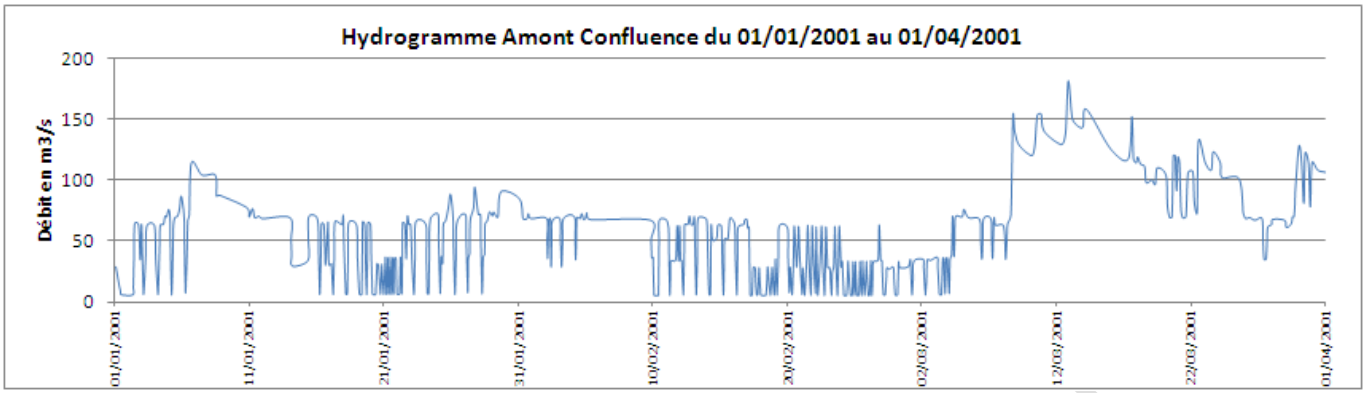

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/1999 au 01/01/2000
Débit en m3/s
350
300
250
200
150
100
50
0
01/10/1999
11/10/1999
21/10/1999
31/10/1999
10/11/1999
20/11/1999
30/11/1999
10/12/1999
20/12/1999
30/12/1999

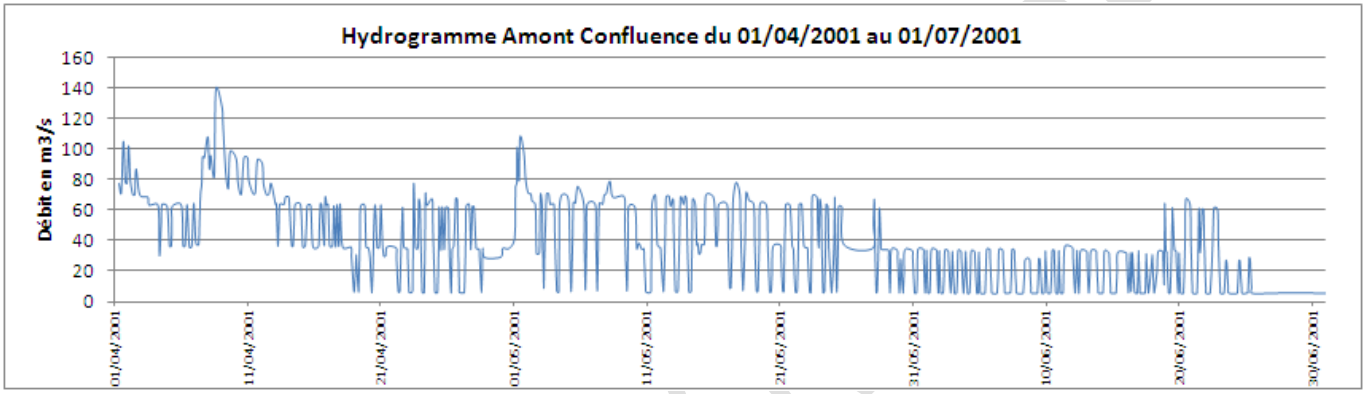

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2000 au 01/04/2000
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/01/2000
11/01/2000
21/01/2000
31/01/2000
10/02/2000
20/02/2000
01/03/2000
11/03/2000
21/03/2000
31/03/2000

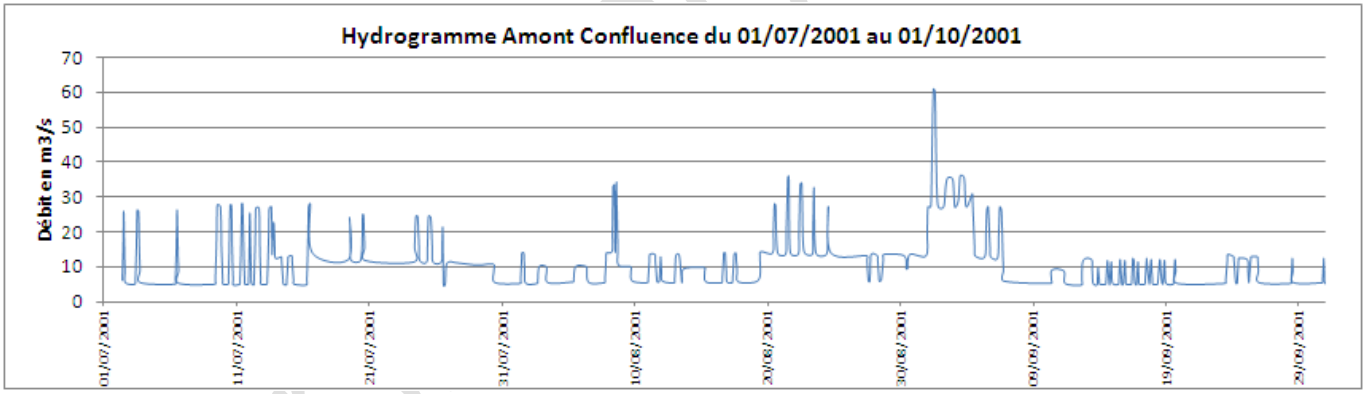

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2000 au 01/07/2000
Débit en m3/s
120
100
80
60
40
20
0
01/04/2000
11/04/2000
21/04/2000
01/05/2000
11/05/2000
21/05/2000
31/05/2000
10/06/2000
20/06/2000
30/06/2000

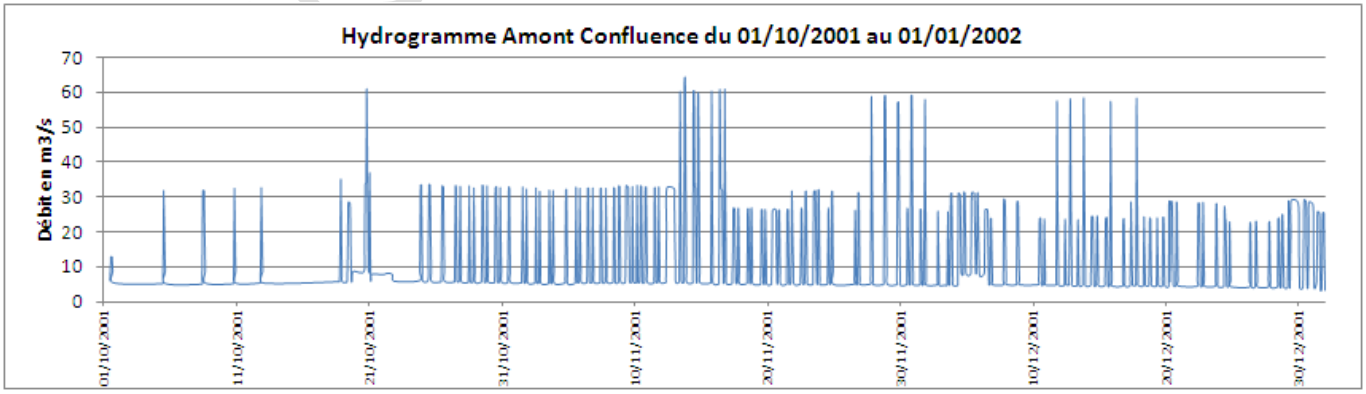

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2000 au 01/10/2000
Débit en m3/s
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/07/2000
11/07/2000
21/07/2000
31/07/2000
10/08/2000
20/08/2000
30/08/2000
09/09/2000
19/09/2000
29/09/2000

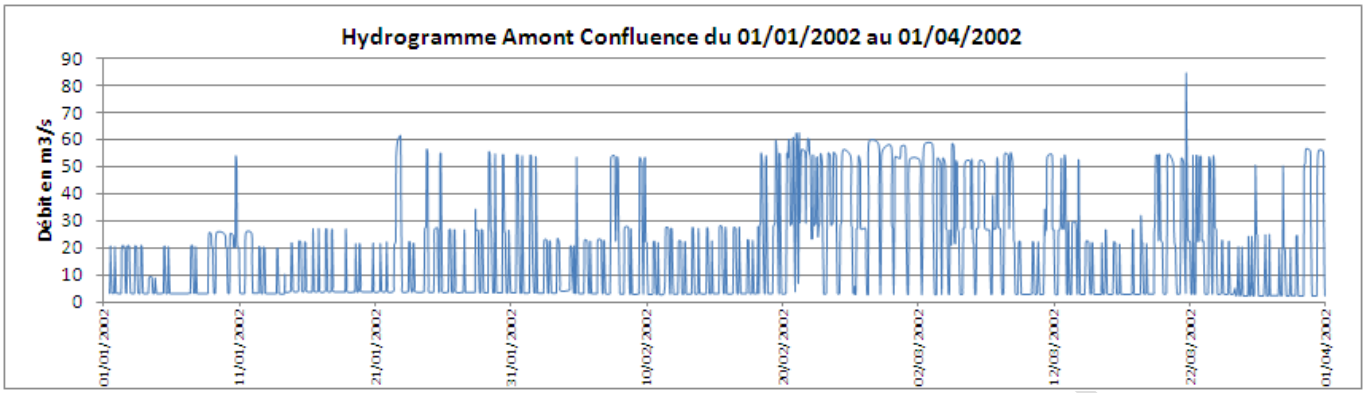

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2000 au 01/01/2001
Débit en m3/s
250
200
150
100
50
0
01/10/2000
11/10/2000
21/10/2000
31/10/2000
10/11/2000
20/11/2000
30/11/2000
10/12/2000
20/12/2000
30/12/2000

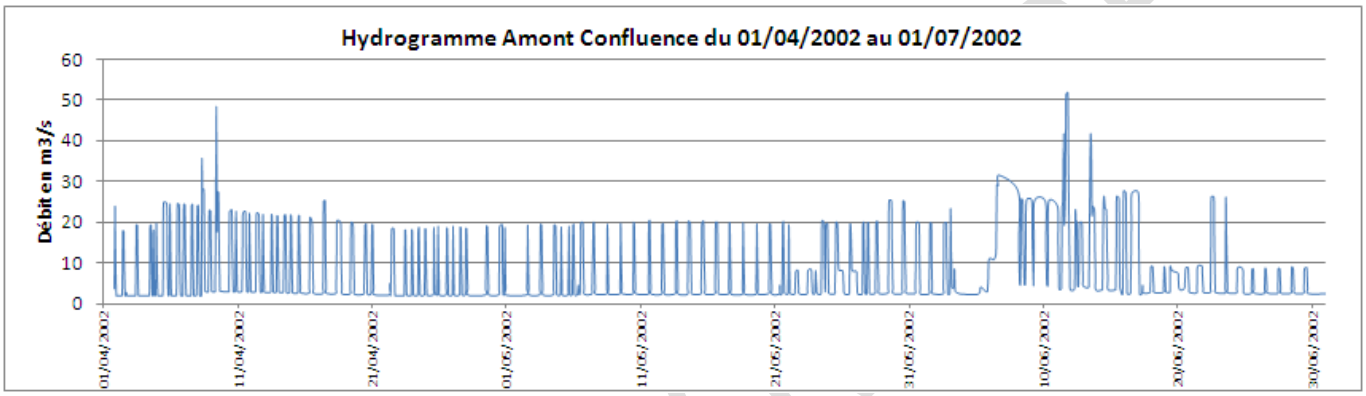

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2001 au 01/04/2001
Débit en m3/s
200
150
100
50
0
01/01/2001
11/01/2001
21/01/2001
31/01/2001
10/02/2001
20/02/2001
02/03/2001
12/03/2001
22/03/2001
01/04/2001

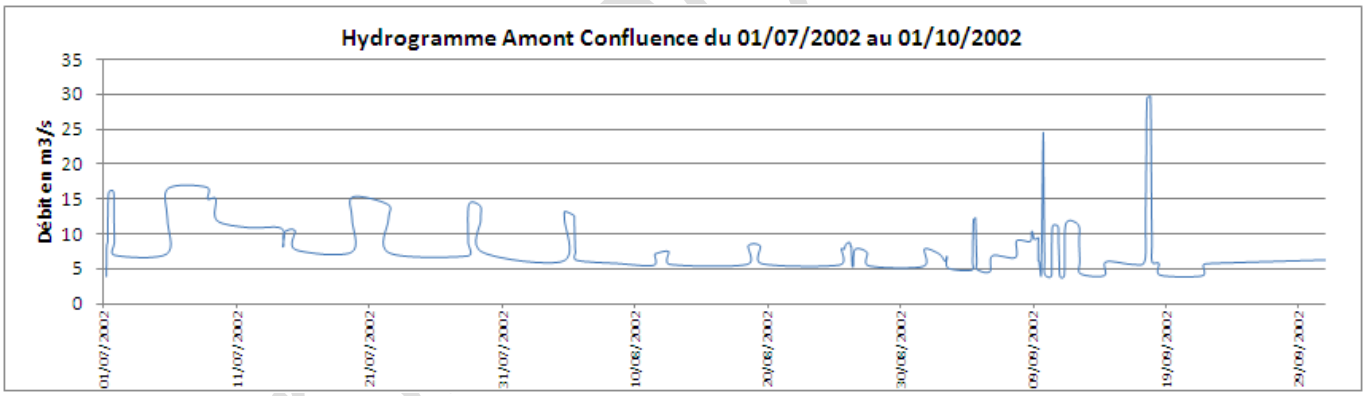

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2001 au 01/07/2001
Débit en m3/s
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/04/2001
11/04/2001
21/04/2001
01/05/2001
11/05/2001
21/05/2001
31/05/2001
10/06/2001
20/06/2001
30/06/2001

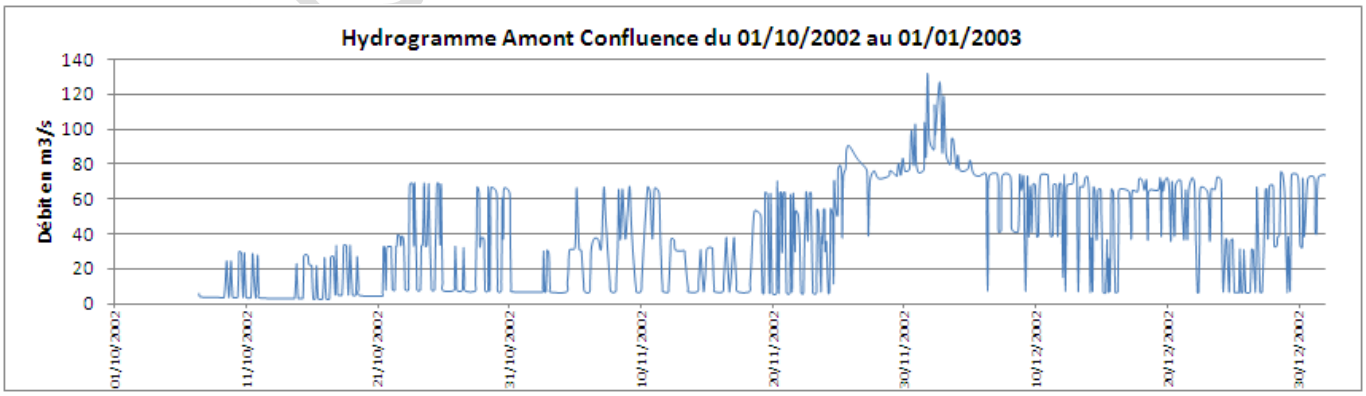

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2001 au 01/10/2001
Débit en m3/s
70
60
50
40
30
20
10
0
01/07/2001
11/07/2001
21/07/2001
31/07/2001
10/08/2001
20/08/2001
30/08/2001
09/09/2001
19/09/2001
29/09/2001

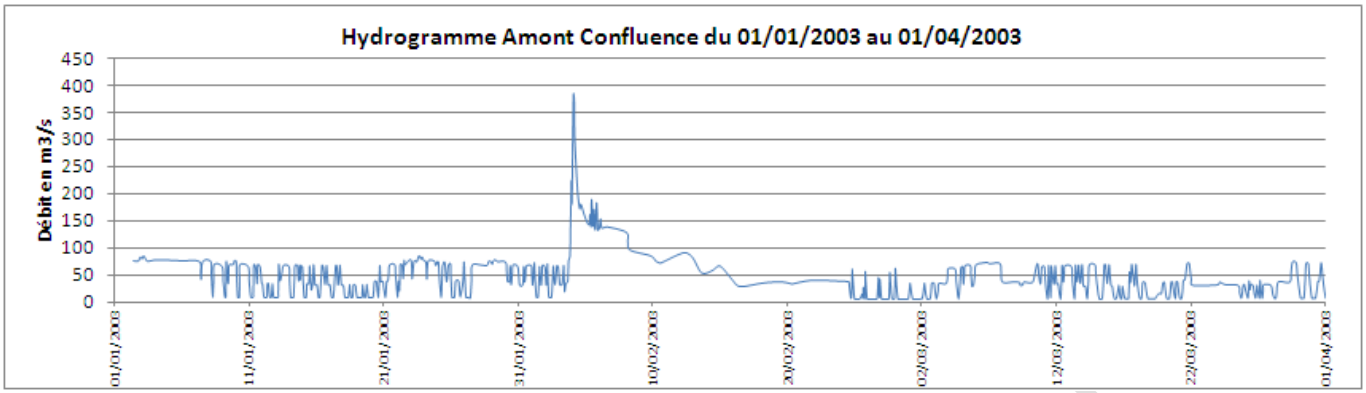

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2001 au 01/01/2002
Débit en m3/s
70
60
50
40
30
20
10
0
01/10/2001
11/10/2001
21/10/2001
31/10/2001
10/11/2001
20/11/2001
30/11/2001
10/12/2001
20/12/2001
30/12/2001

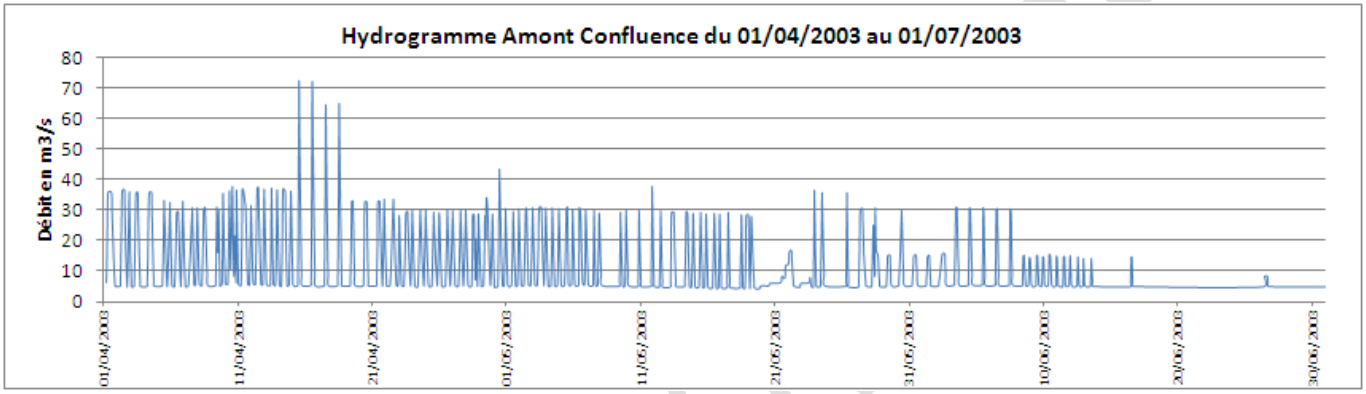

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2002 au 01/04/2002
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/01/2002
11/01/2002
21/01/2002
31/01/2002
10/02/2002
20/02/2002
02/03/2002
12/03/2002
22/03/2002
01/04/2002

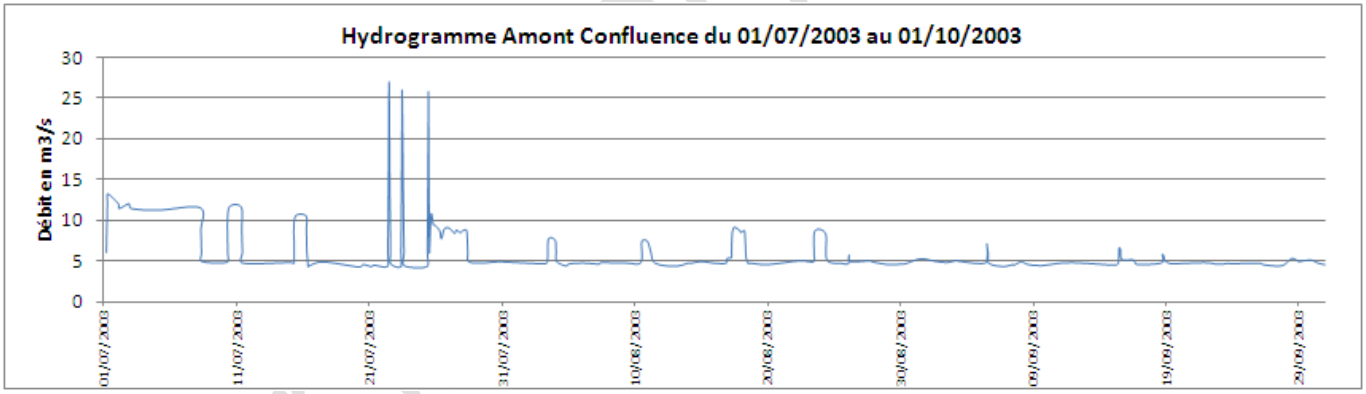

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2002 au 01/07/2002
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
01/04/2002
11/04/2002
21/04/2002
01/05/2002
11/05/2002
21/05/2002
31/05/2002
10/06/2002
20/06/2002
30/06/2002

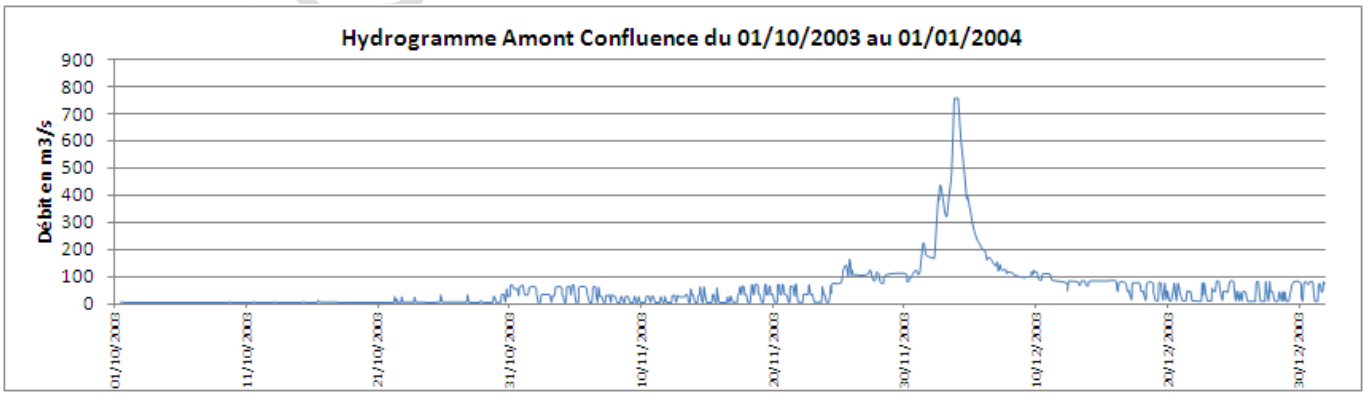

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2002 au 01/10/2002
Débit en m3/s
0
5
10
15
20
25
30
35
01/07/2002
11/07/2002
21/07/2002
31/07/2002
10/08/2002
20/08/2002
30/08/2002
09/09/2002
19/09/2002
29/09/2002

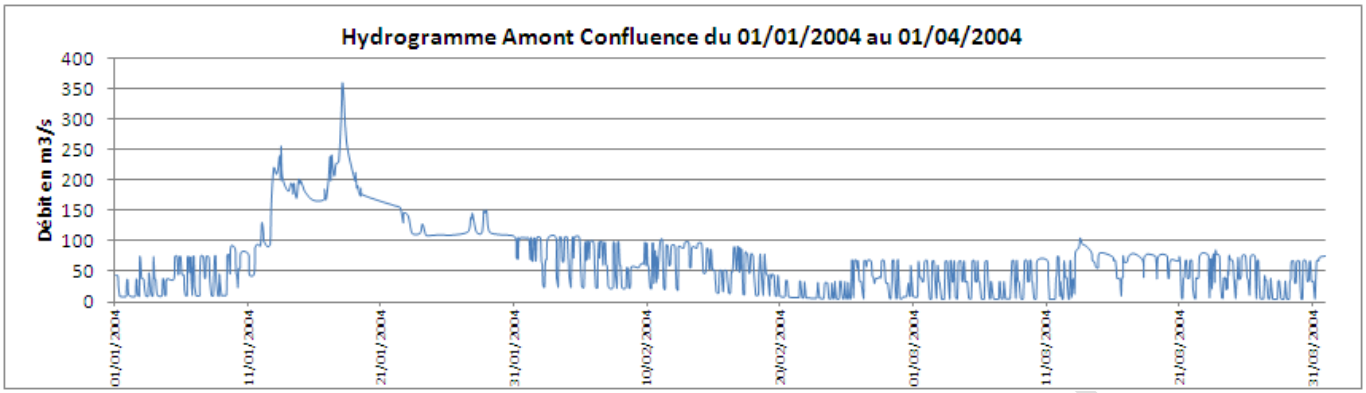

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2002 au 01/01/2003
Débit en m3/s
0
20
40
60
80
100
120
140
01/10/2002
11/10/2002
21/10/2002
31/10/2002
10/11/2002
20/11/2002
30/11/2002
10/12/2002
20/12/2002
30/12/2002

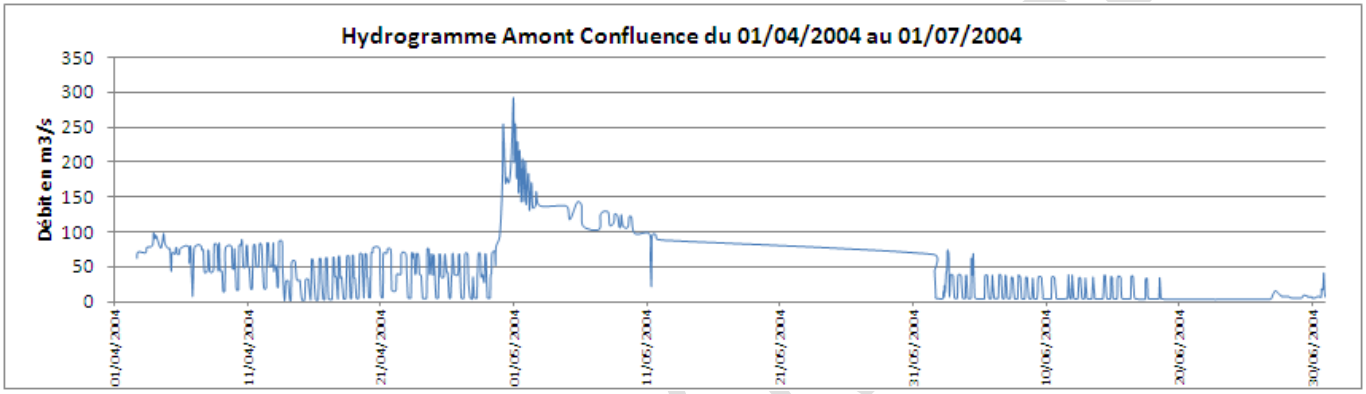

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2003 au 01/04/2003
Débit en m3/s
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2003
11/01/2003
21/01/2003
31/01/2003
10/02/2003
20/02/2003
02/03/2003
12/03/2003
22/03/2003
01/04/2003

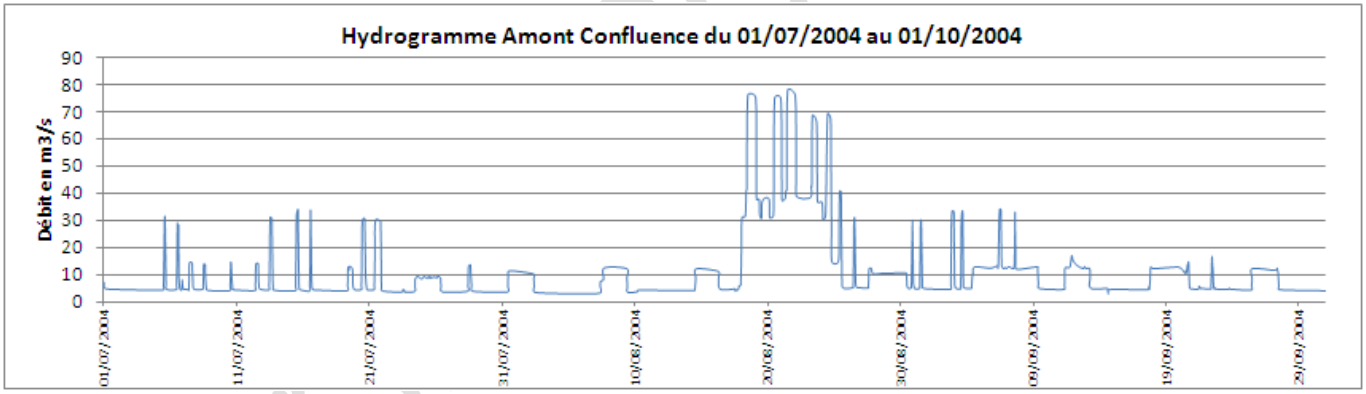

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2003 au 01/07/2003
Débit en m3/s
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/04/2003
11/04/2003
21/04/2003
01/05/2003
11/05/2003
21/05/2003
31/05/2003
10/06/2003
20/06/2003
30/06/2003

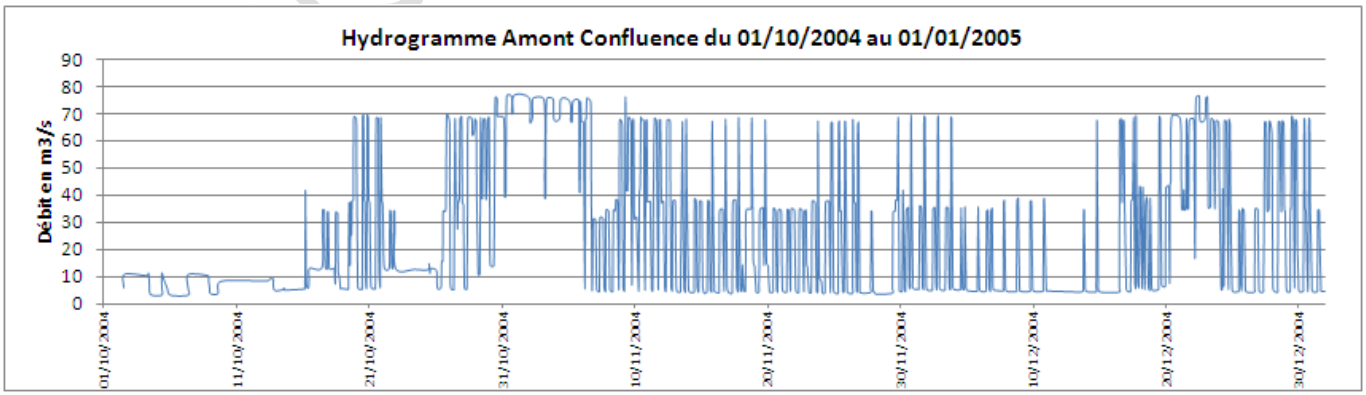

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2003 au 01/10/2003
Débit en m3/s
30
25
20
15
10
5
0
01/07/2003
11/07/2003
21/07/2003
31/07/2003
10/08/2003
20/08/2003
30/08/2003
09/09/2003
19/09/2003
29/09/2003

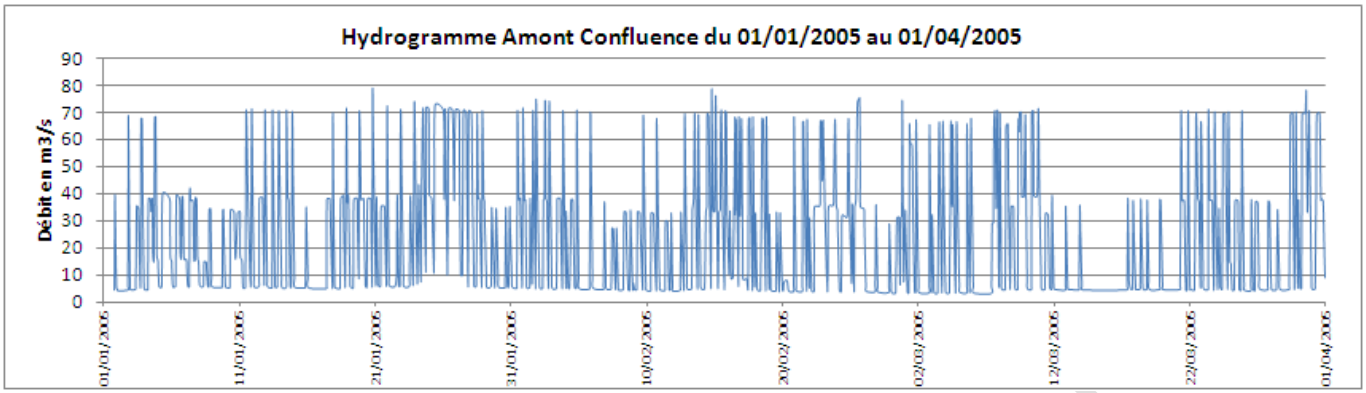

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2003 au 01/01/2004
Débit en m3/s
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/10/2003
11/10/2003
21/10/2003
31/10/2003
10/11/2003
20/11/2003
30/11/2003
10/12/2003
20/12/2003
30/12/2003

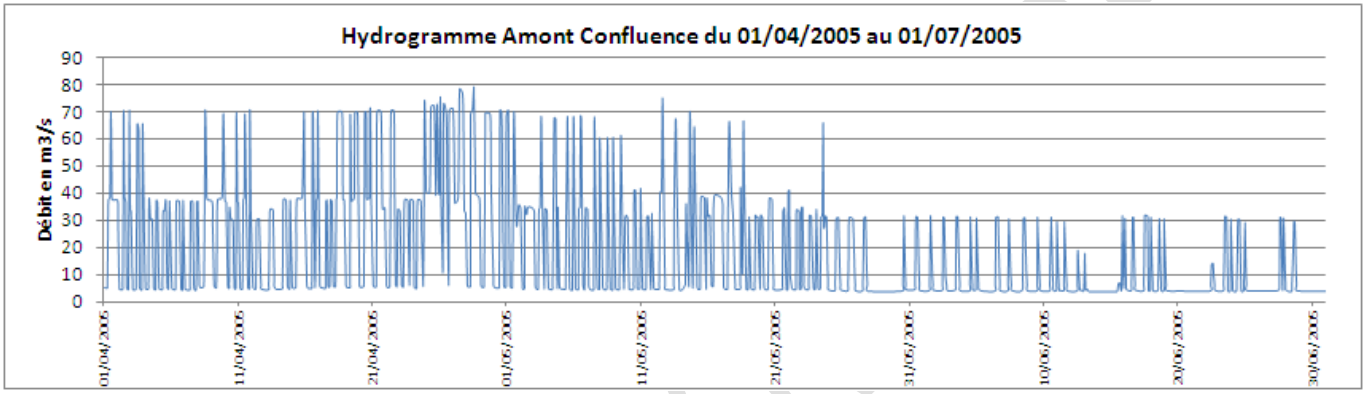

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2004 au 01/04/2004
Débit en m3/s
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2004
11/01/2004
21/01/2004
31/01/2004
10/02/2004
20/02/2004
01/03/2004
11/03/2004
21/03/2004
31/03/2004

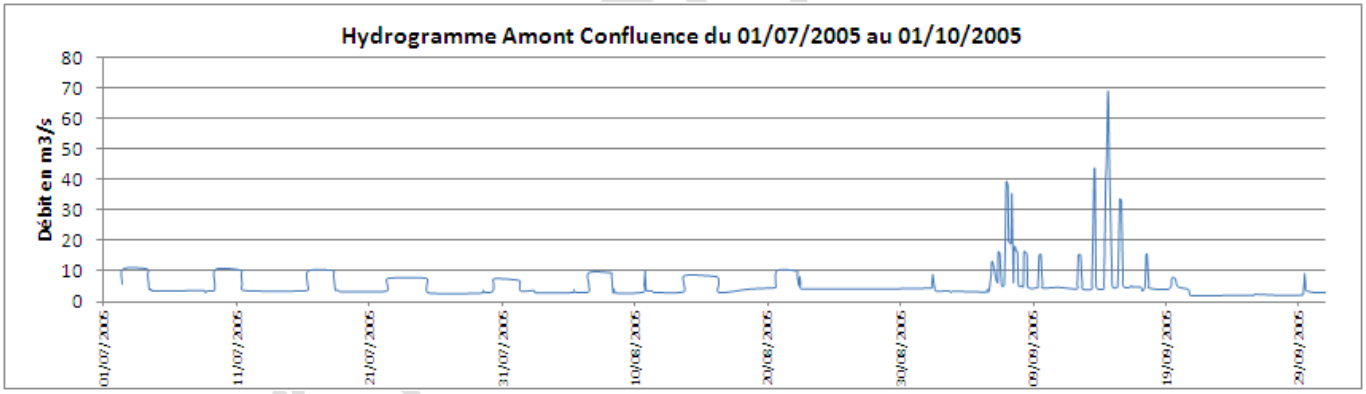

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2004 au 01/07/2004
Débit en m3/s
350
300
250
200
150
100
50
0
01/04/2004
11/04/2004
21/04/2004
01/05/2004
11/05/2004
21/05/2004
31/05/2004
10/06/2004
20/06/2004
30/06/2004

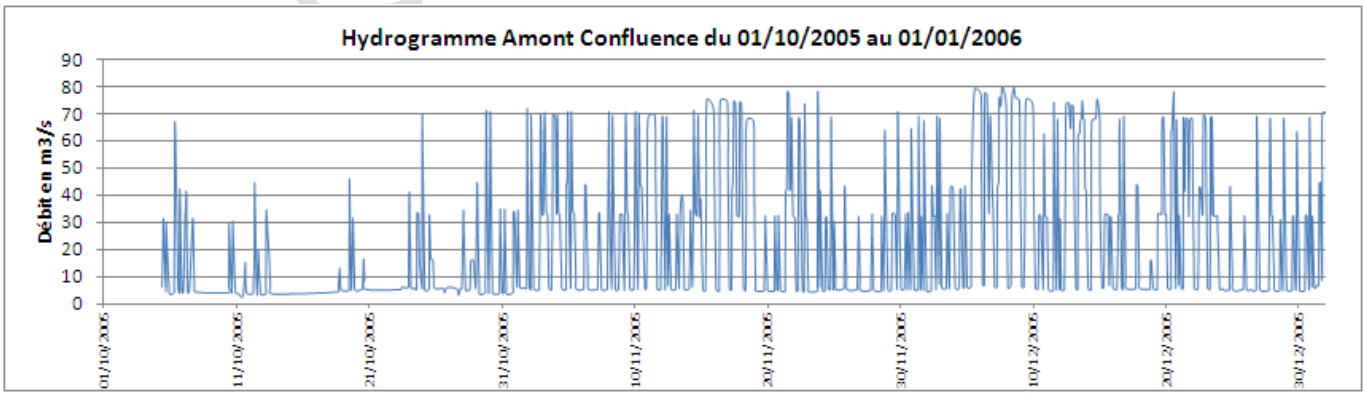

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2004 au 01/10/2004
Débit en m3/s
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/07/2004
11/07/2004
21/07/2004
31/07/2004
10/08/2004
20/08/2004
30/08/2004
09/09/2004
19/09/2004
29/09/2004

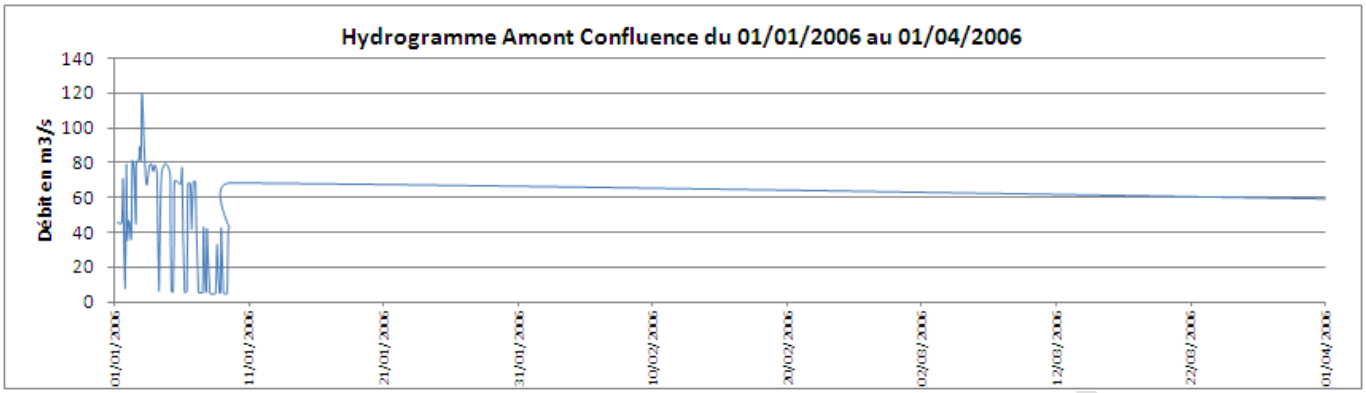

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2004 au 01/01/2005
Débit en m3/s
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/10/2004
11/10/2004
21/10/2004
31/10/2004
10/11/2004
20/11/2004
30/11/2004
10/12/2004
20/12/2004
30/12/2004


Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2005 au 01/04/2005
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/01/2005
11/01/2005
21/01/2005
31/01/2005
10/02/2005
20/02/2005
02/03/2005
12/03/2005
22/03/2005
01/04/2005

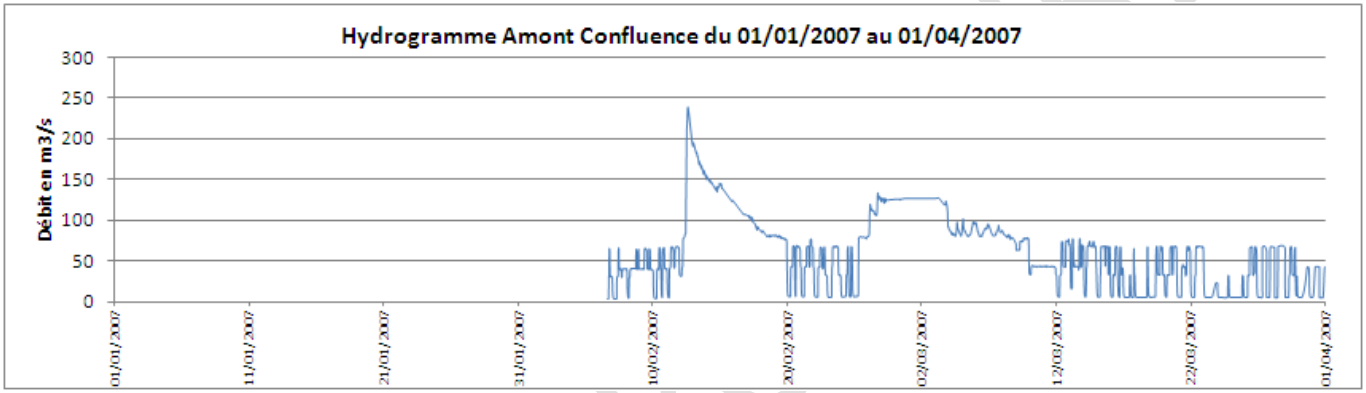

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2005 au 01/07/2005
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/04/2005
11/04/2005
21/04/2005
01/05/2005
11/05/2005
21/05/2005
31/05/2005
10/06/2005
20/06/2005
30/06/2005

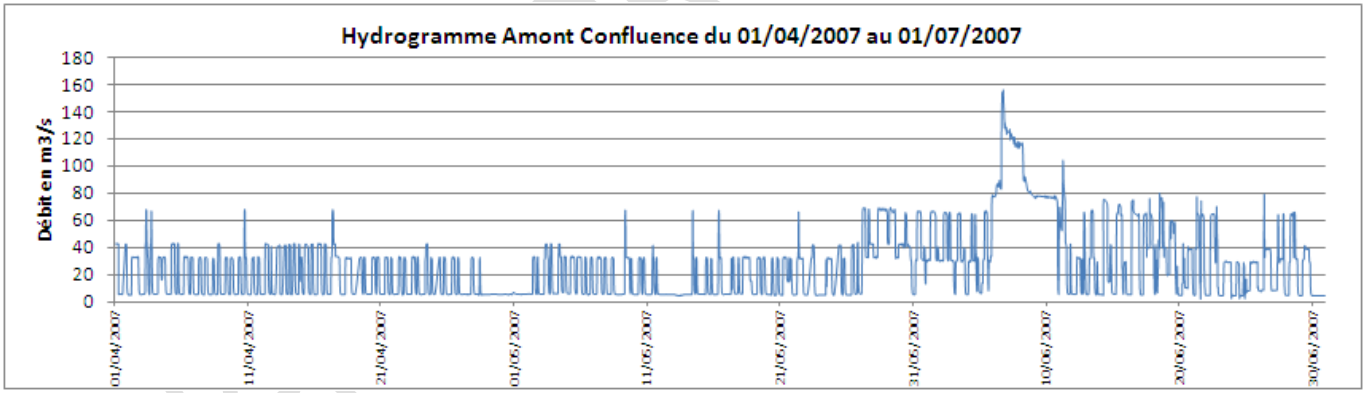

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2005 au 01/10/2005
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
01/07/2005
11/07/2005
21/07/2005
31/07/2005
10/08/2005
20/08/2005
30/08/2005
09/09/2005
19/09/2005
29/09/2005

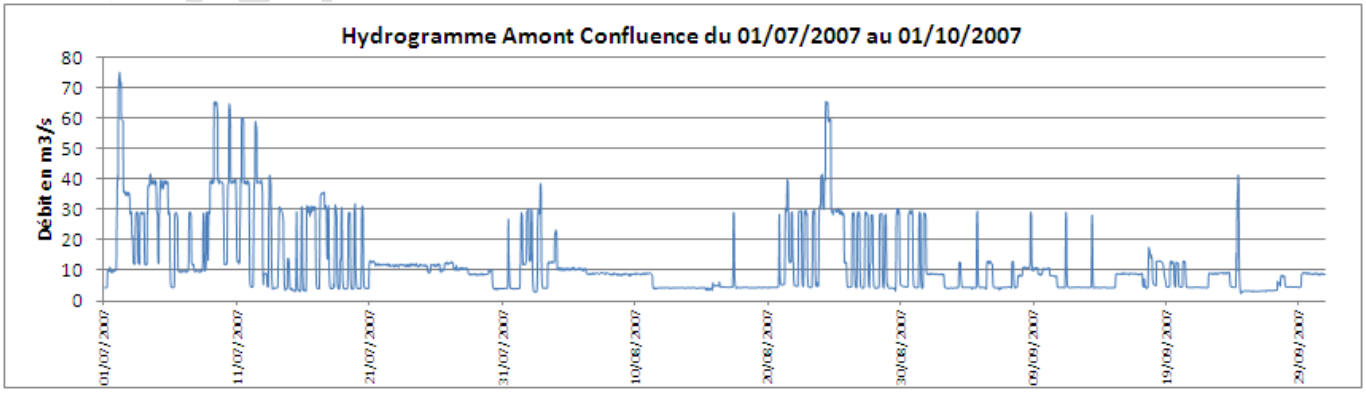

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2005 au 01/01/2006
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/10/2005
11/10/2005
21/10/2005
31/10/2005
10/11/2005
20/11/2005
30/11/2005
10/12/2005
20/12/2005
30/12/2005

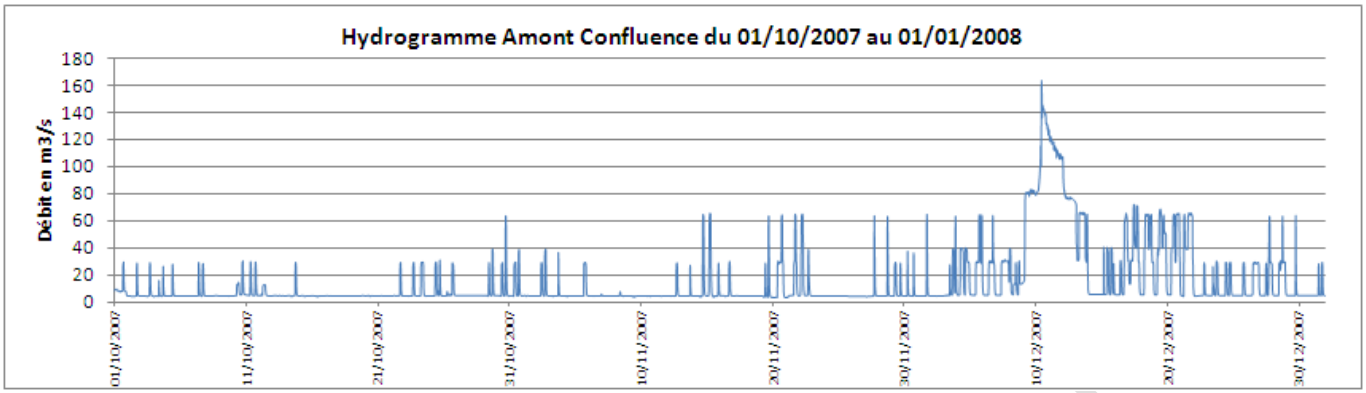


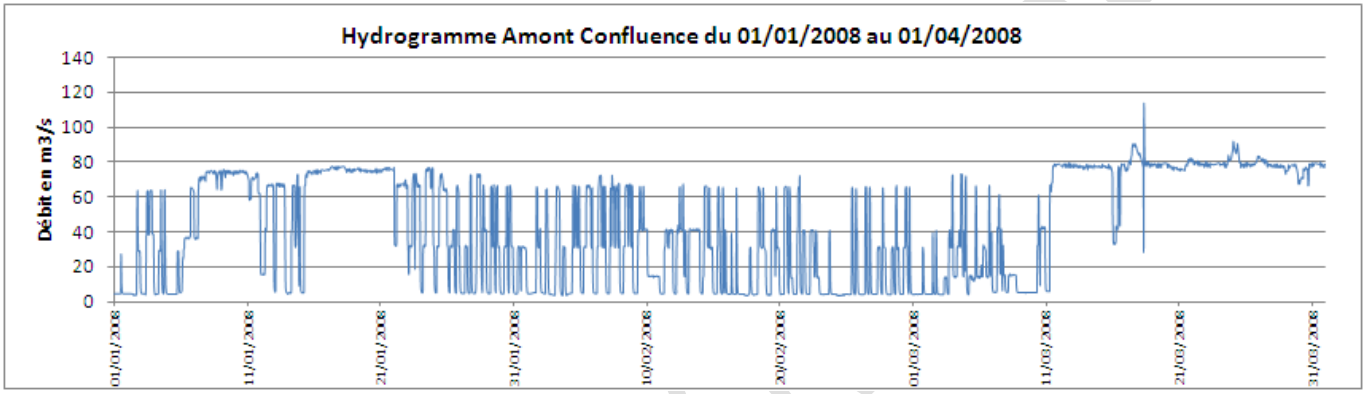
Pas d'enregistrement de février 2006 à mars 2007

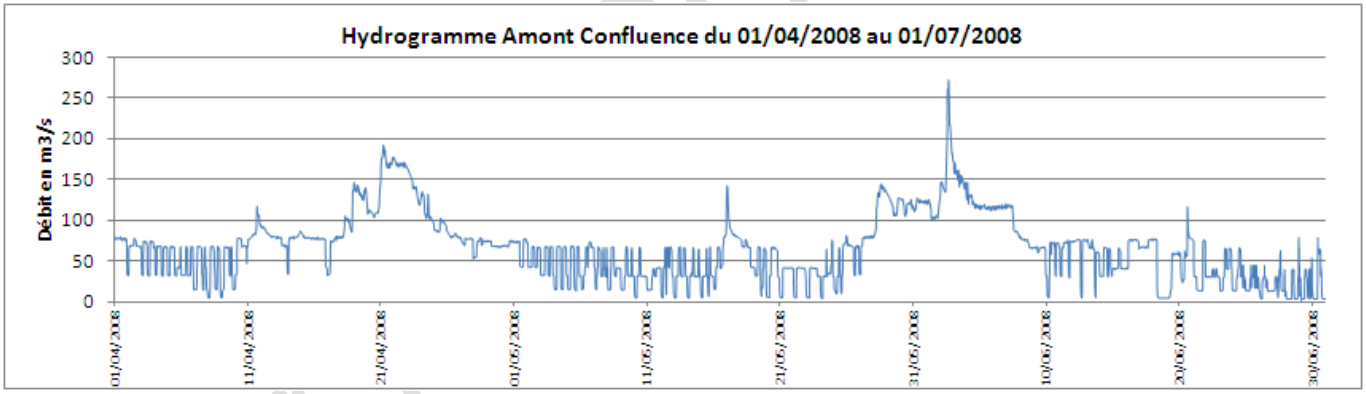


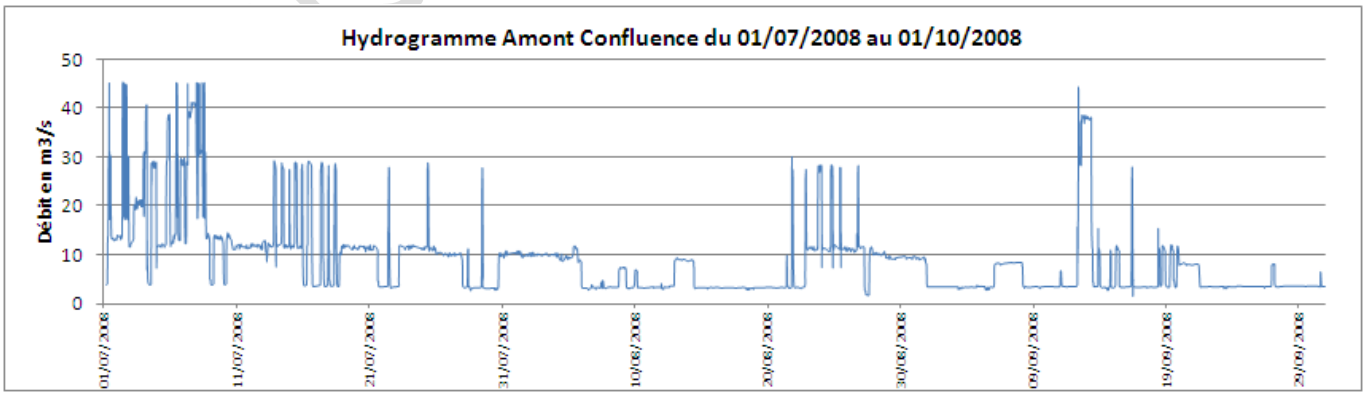


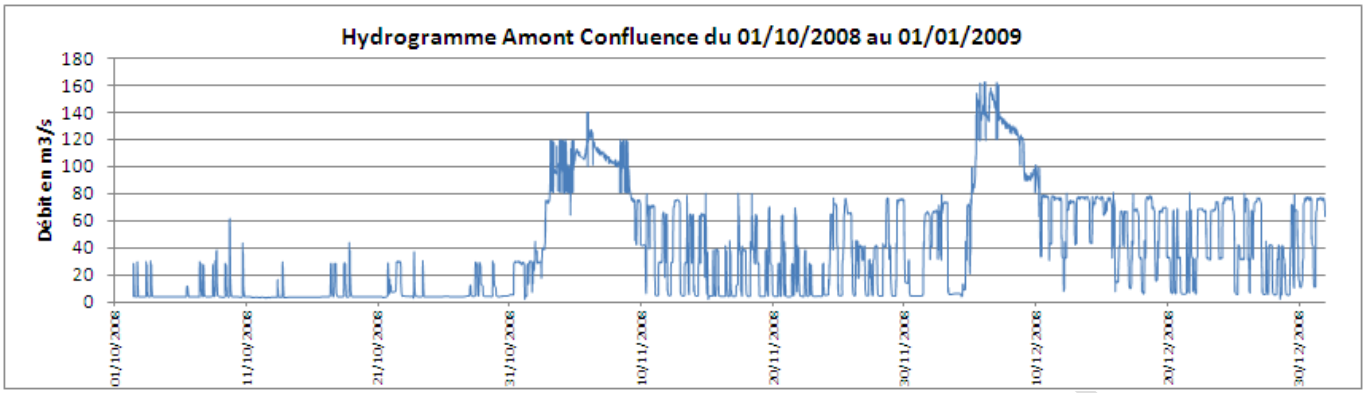


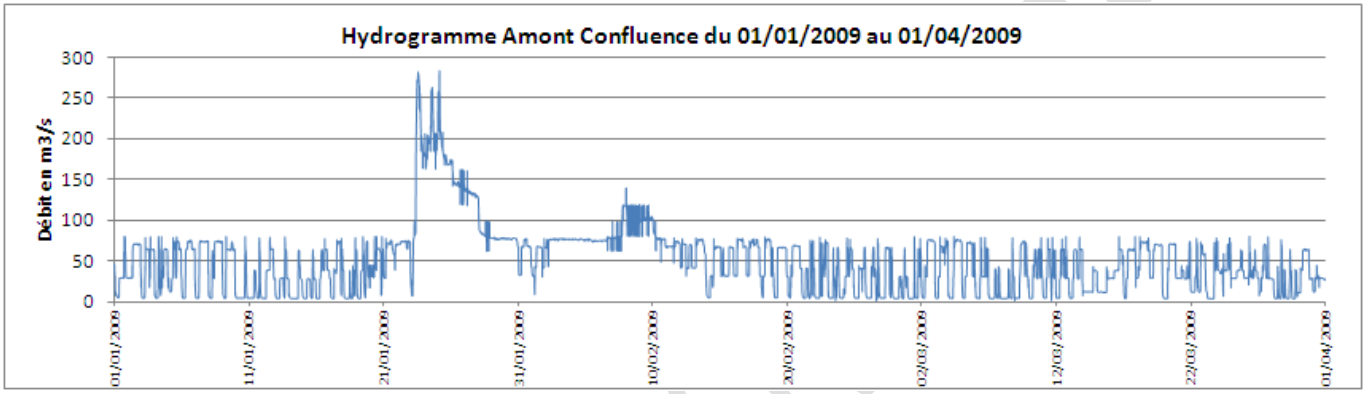

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2007 au 01/01/2008
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/10/2007
11/10/2007
21/10/2007
31/10/2007
10/11/2007
20/11/2007
30/11/2007
10/12/2007
20/12/2007
30/12/2007

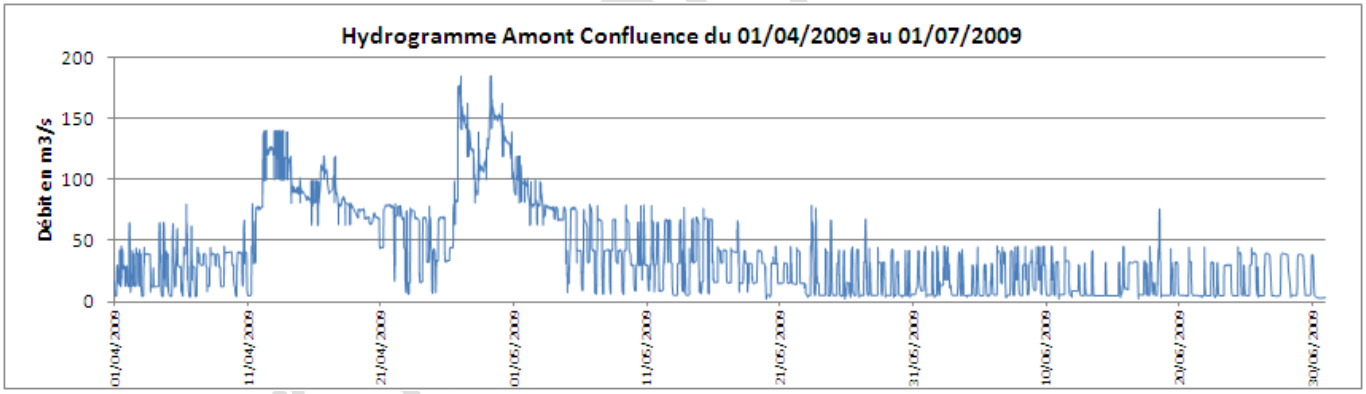

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2008 au 01/04/2008
Débit en m3/s
140
120
100
80
60
40
20
0
01/01/2008
11/01/2008
21/01/2008
31/01/2008
10/02/2008
20/02/2008
01/03/2008
11/03/2008
21/03/2008
31/03/2008

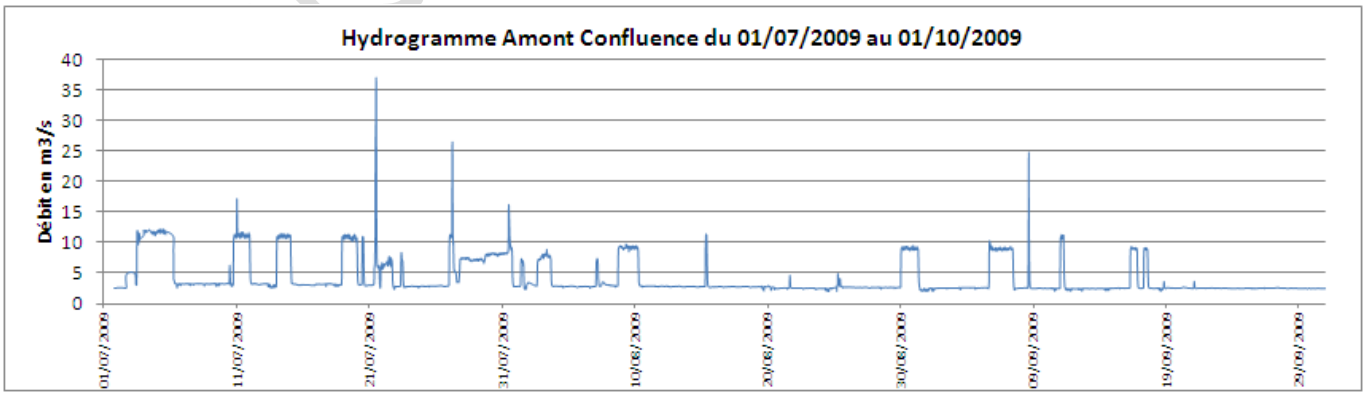

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2008 au 01/07/2008
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/04/2008
11/04/2008
21/04/2008
01/05/2008
11/05/2008
21/05/2008
31/05/2008
10/06/2008
20/06/2008
30/06/2008

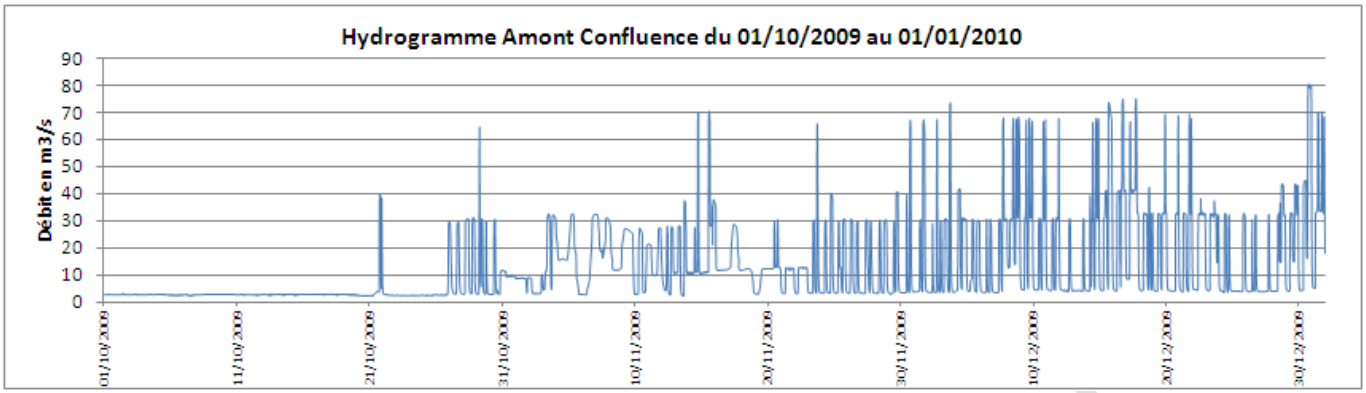

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2008 au 01/10/2008
Débit en m3/s
50
40
30
20
10
0
01/07/2008
11/07/2008
21/07/2008
31/07/2008
10/08/2008
20/08/2008
30/08/2008
09/09/2008
19/09/2008
29/09/2008

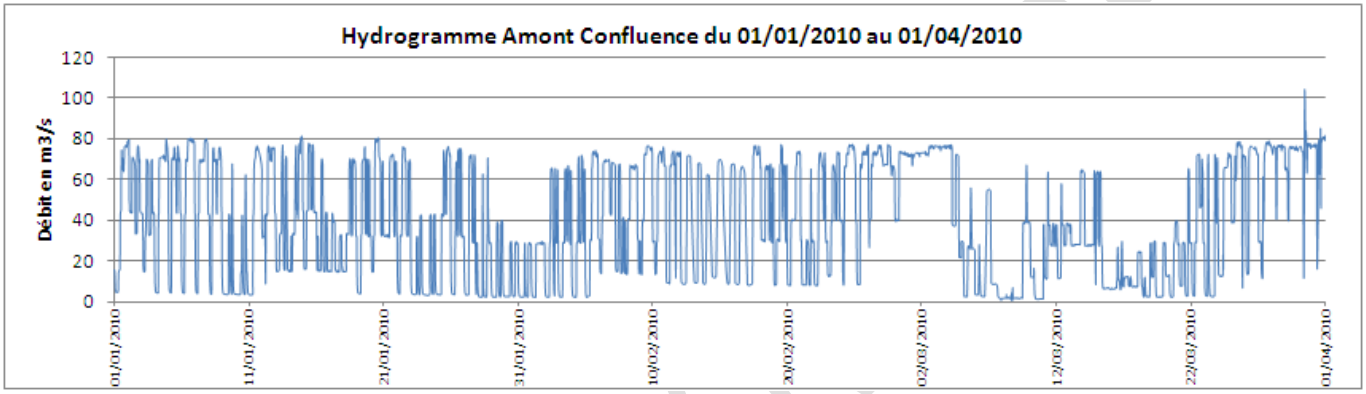

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2008 au 01/01/2009
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/10/2008
11/10/2008
21/10/2008
31/10/2008
10/11/2008
20/11/2008
30/11/2008
10/12/2008
20/12/2008
30/12/2008

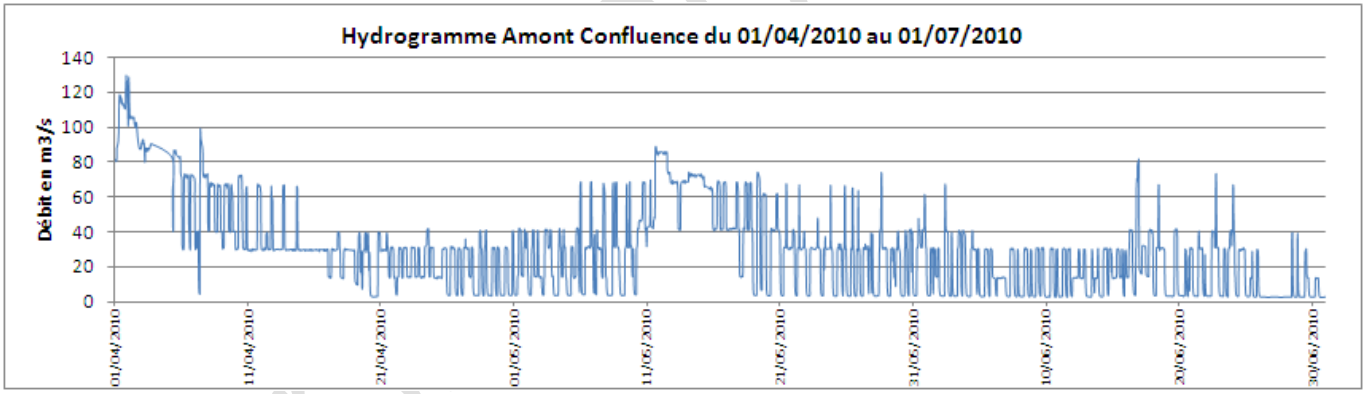

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2009 au 01/04/2009
Débit en m3/s
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2009
11/01/2009
21/01/2009
31/01/2009
10/02/2009
20/02/2009
02/03/2009
12/03/2009
22/03/2009
01/04/2009

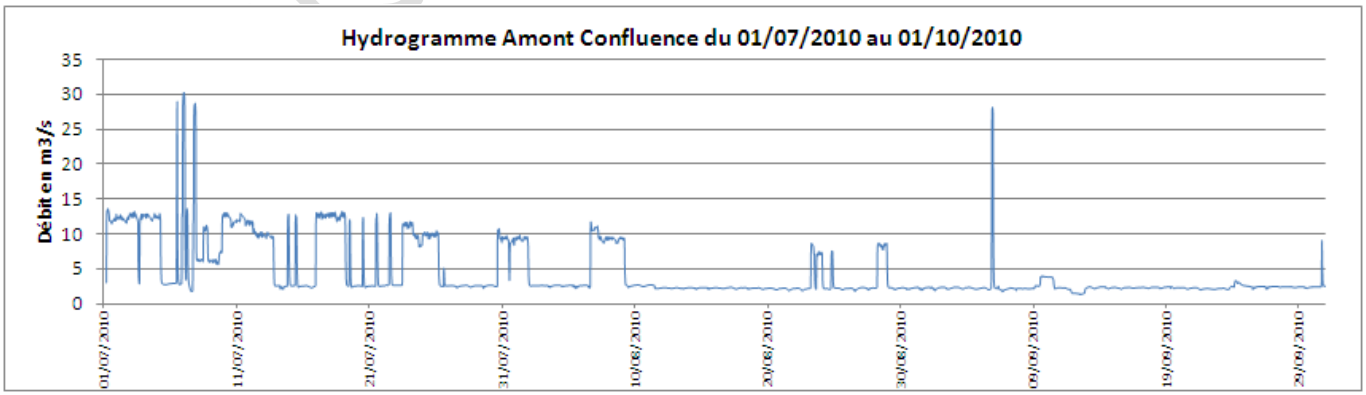

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2009 au 01/07/2009
Débit en m3/s
200
150
100
50
0
01/04/2009
11/04/2009
21/04/2009
01/05/2009
11/05/2009
21/05/2009
31/05/2009
10/06/2009
20/06/2009
30/06/2009

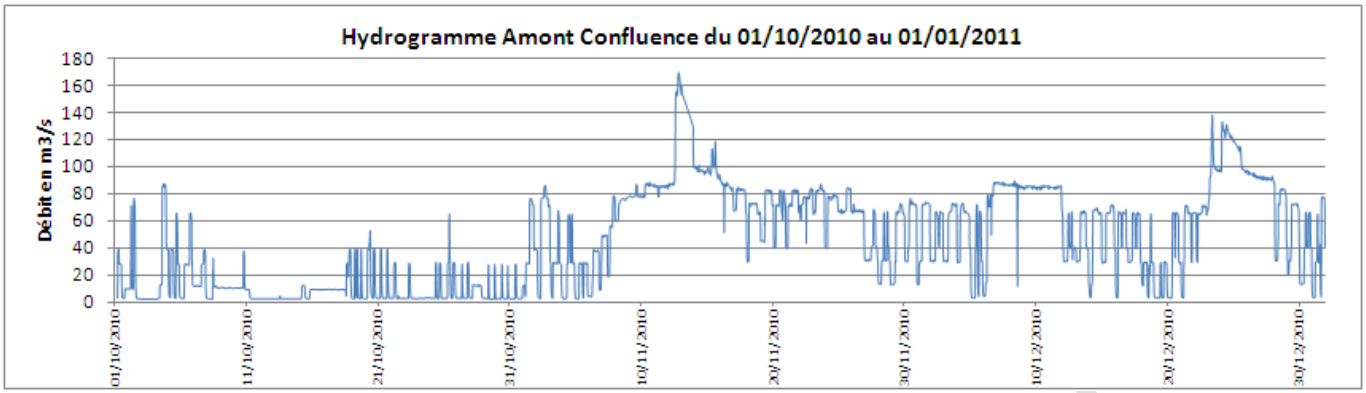

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2009 au 01/10/2009
Débit en m3/s
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/07/2009
11/07/2009
21/07/2009
31/07/2009
10/08/2009
20/08/2009
30/08/2009
09/09/2009
19/09/2009
29/09/2009

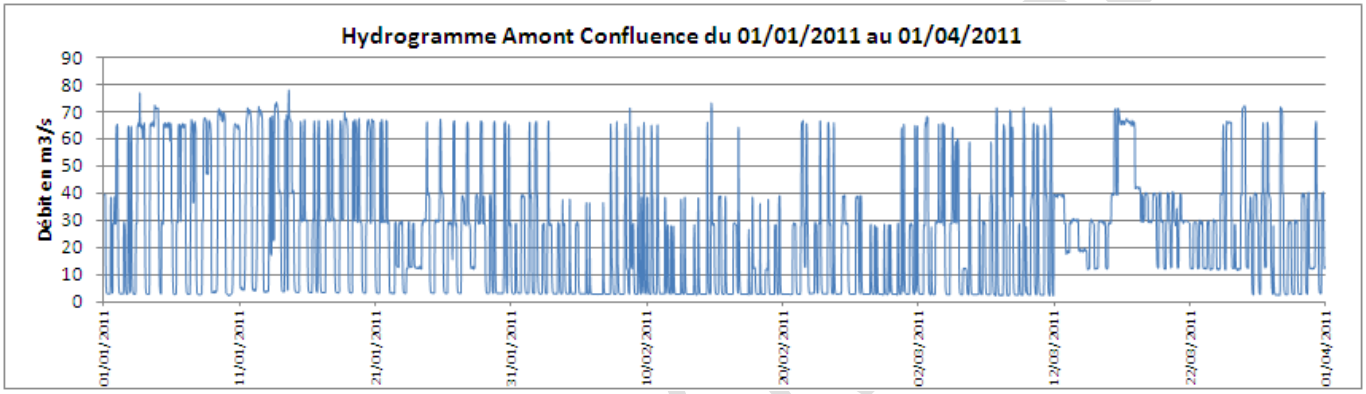

Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2009 au 01/01/2010
Débit en m3/s
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
01/10/2009
11/10/2009
21/10/2009
31/10/2009
10/11/2009
20/11/2009
30/11/2009
10/12/2009
20/12/2009
30/12/2009

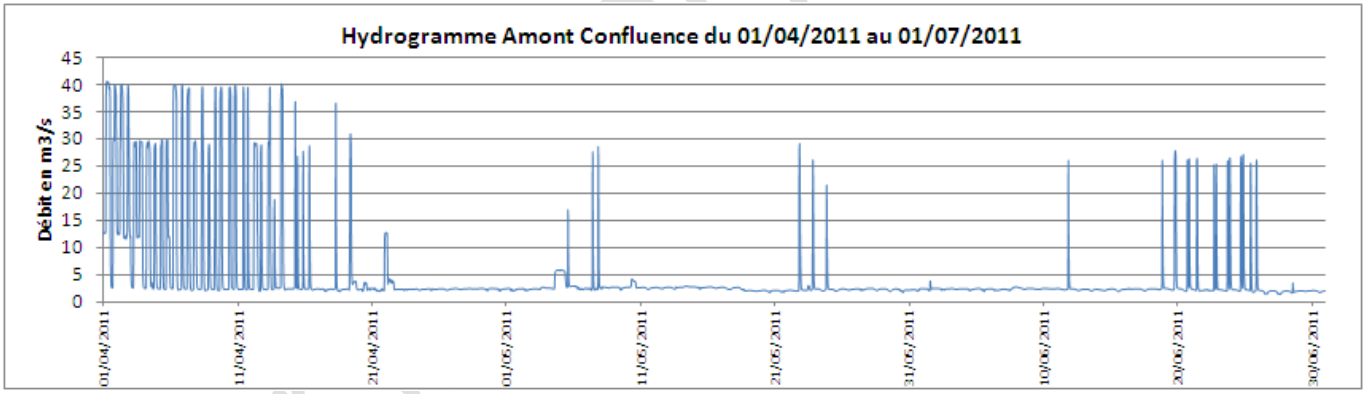

Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2010 au 01/04/2010
Débit en m3/s
0
20
40
60
80
100
120
01/01/2010
11/01/2010
21/01/2010
31/01/2010
10/02/2010
20/02/2010
02/03/2010
12/03/2010
22/03/2010
01/04/2010

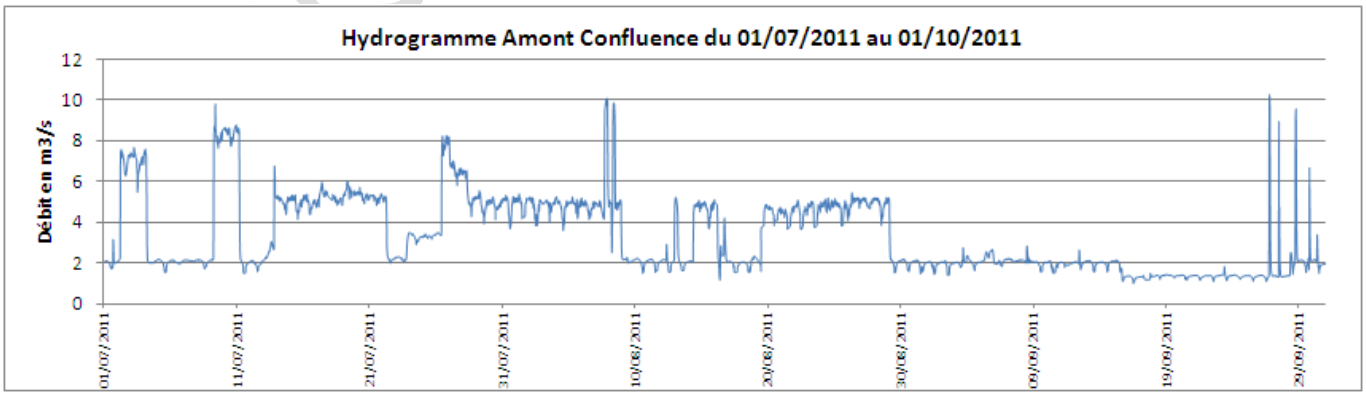

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2010 au 01/07/2010
Débit en m3/s
0
20
40
60
80
100
120
140
01/04/2010
11/04/2010
21/04/2010
01/05/2010
11/05/2010
21/05/2010
31/05/2010
10/06/2010
20/06/2010
30/06/2010

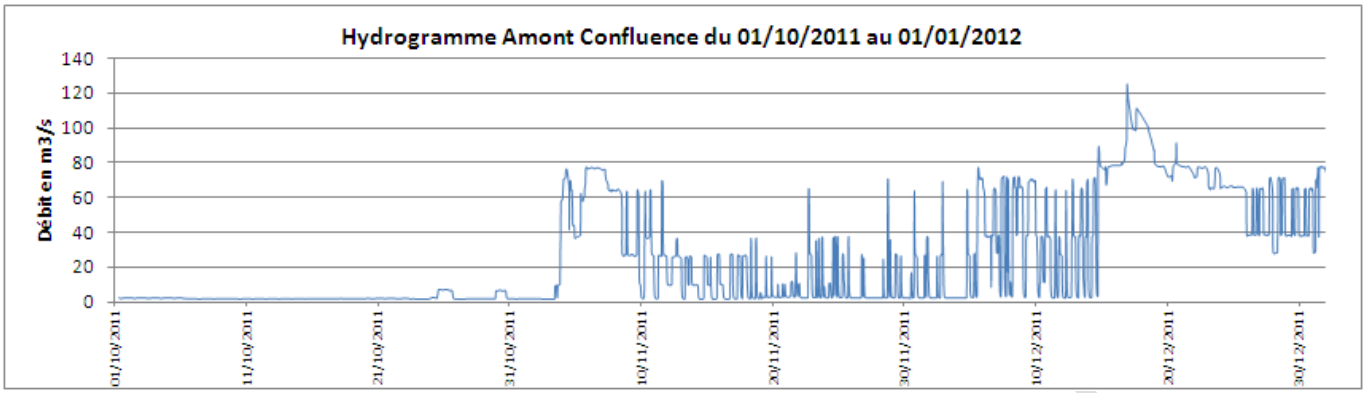

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2010 au 01/10/2010
Débit en m3/s
0
5
10
15
20
25
30
35
01/07/2010
11/07/2010
21/07/2010
31/07/2010
10/08/2010
20/08/2010
30/08/2010
09/09/2010
19/09/2010
29/09/2010


Hydrogramme Amont Confluence du 01/10/2010 au 01/01/2011
Débit en m3/s
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/10/2010
11/10/2010
21/10/2010
31/10/2010
10/11/2010
20/11/2010
30/11/2010
10/12/2010
20/12/2010
30/12/2010


Hydrogramme Amont Confluence du 01/01/2011 au 01/04/2011
Débit en m3/s
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/01/2011
11/01/2011
21/01/2011
31/01/2011
10/02/2011
20/02/2011
02/03/2011
12/03/2011
22/03/2011
01/04/2011

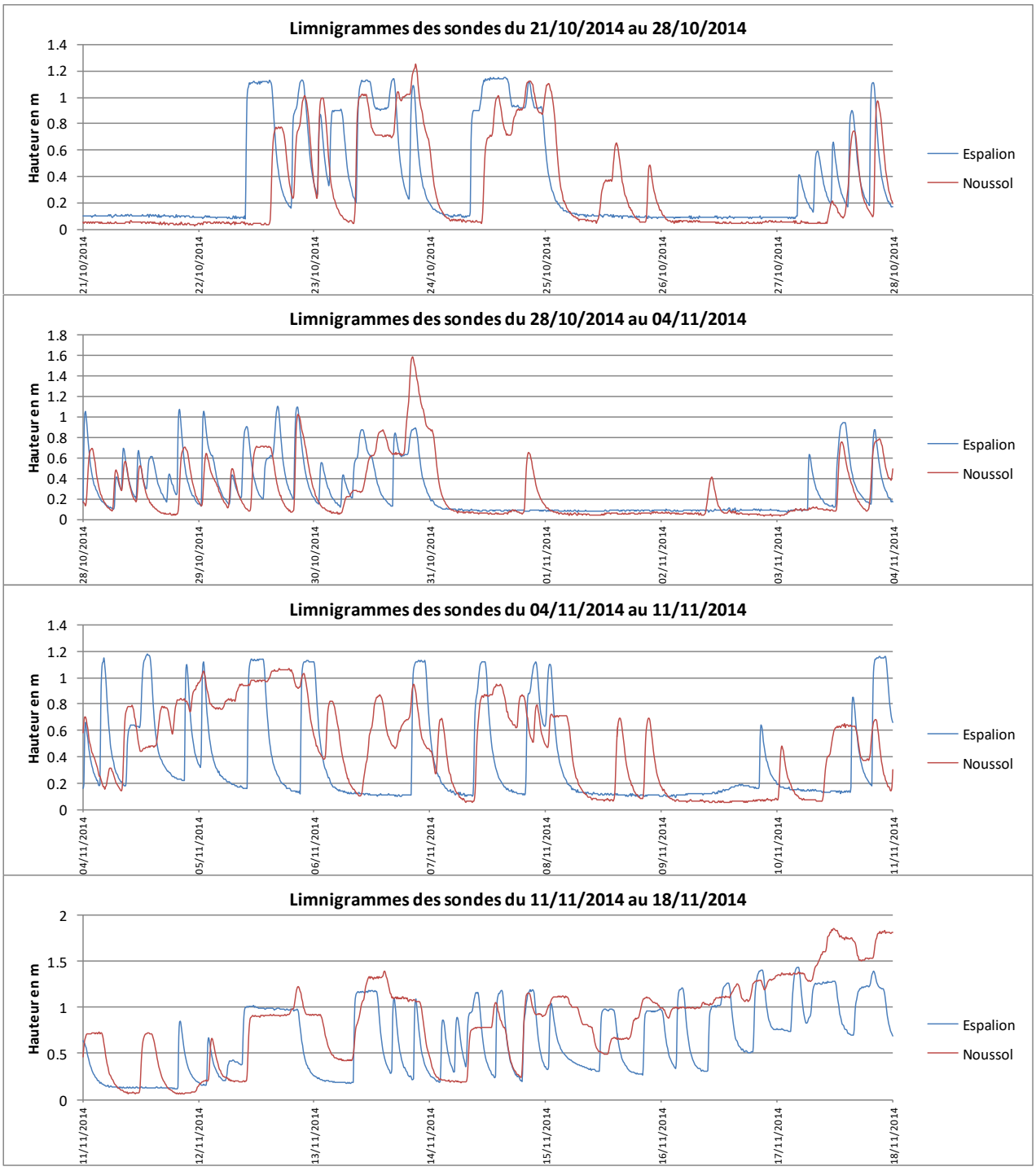

Hydrogramme Amont Confluence du 01/04/2011 au 01/07/2011
Débit en m3/s
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/04/2011
11/04/2011
21/04/2011
01/05/2011
11/05/2011
21/05/2011
31/05/2011
10/06/2011
20/06/2011
30/06/2011

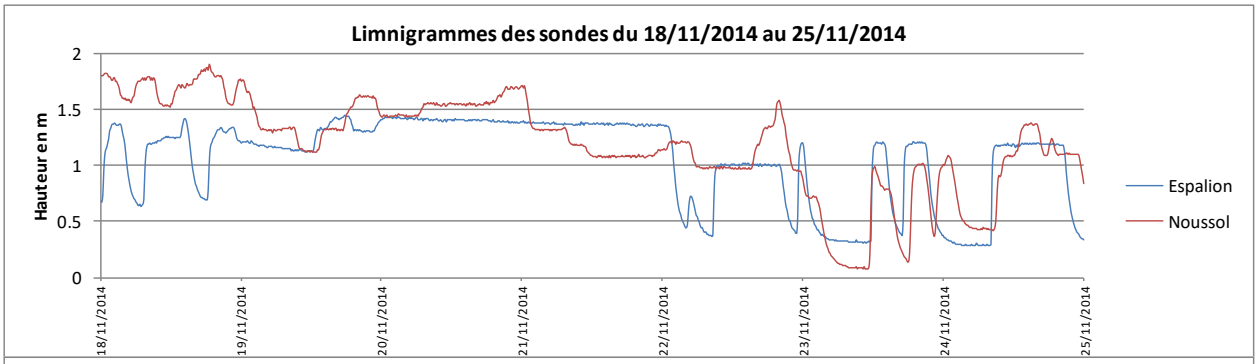

Hydrogramme Amont Confluence du 01/07/2011 au 01/10/2011
Débit en m3/s
12
10
8
6
4
2
0
01/07/2011
11/07/2011
21/07/2011
31/07/2011
10/08/2011
20/08/2011
30/08/2011
09/09/2011
19/09/2011
29/09/2011

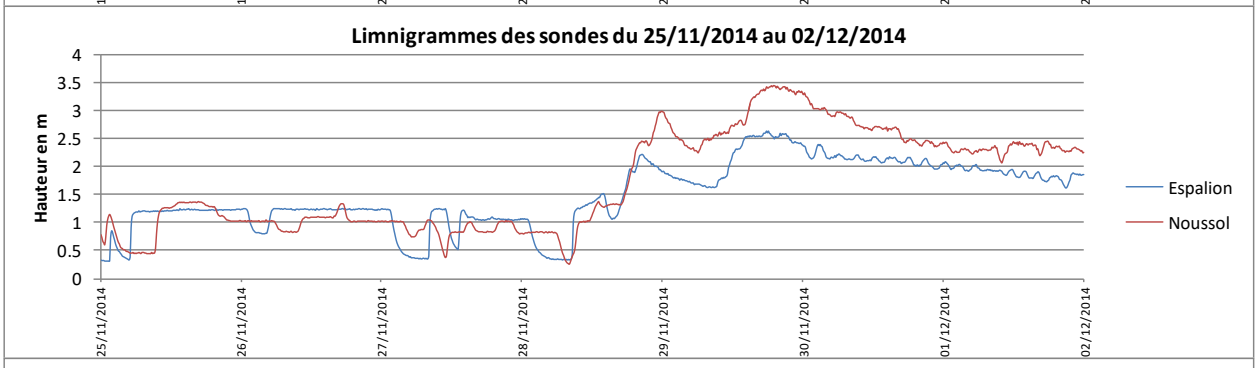


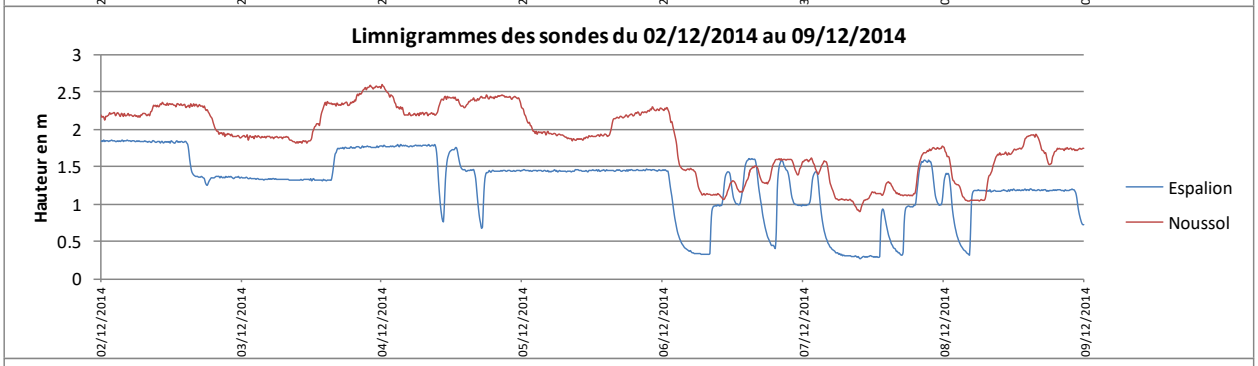
Version PROVISOIRE

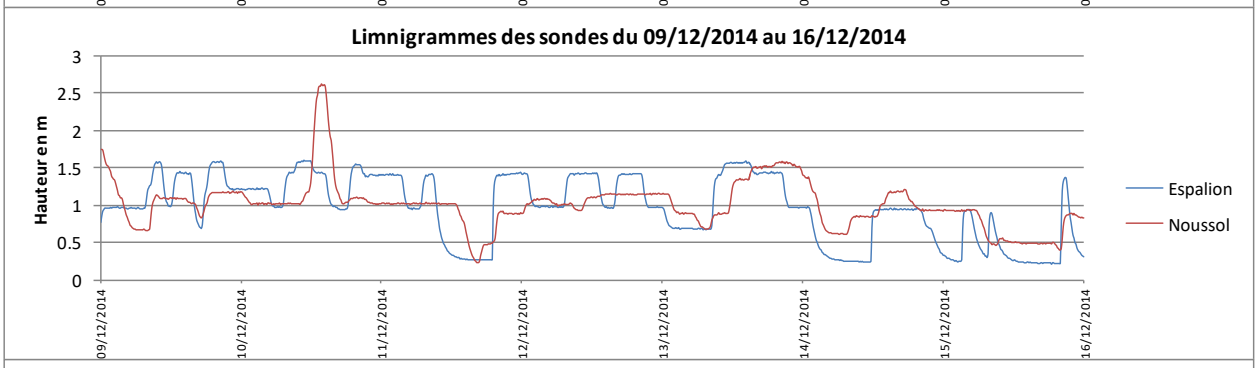
14.7. Limnigrammes des sondes sur chacun des sites du 20 octobre 2014 au 28 octobre 2015

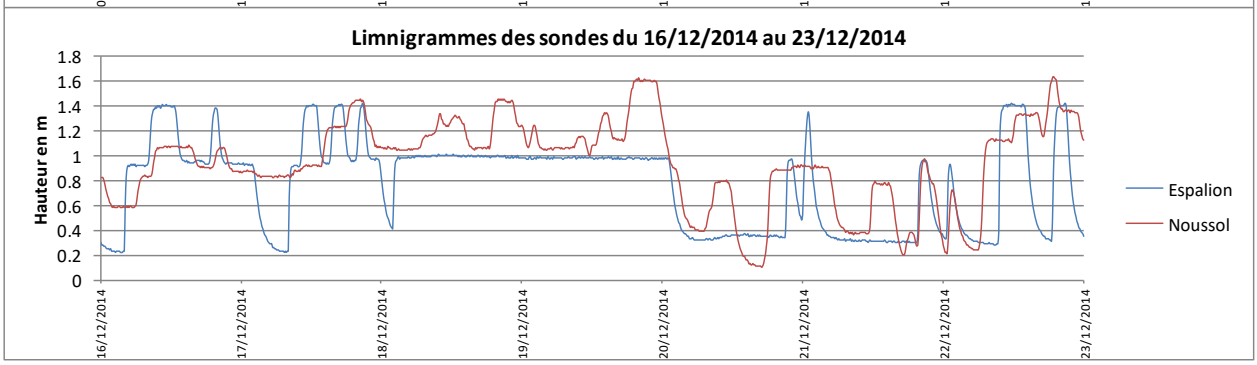


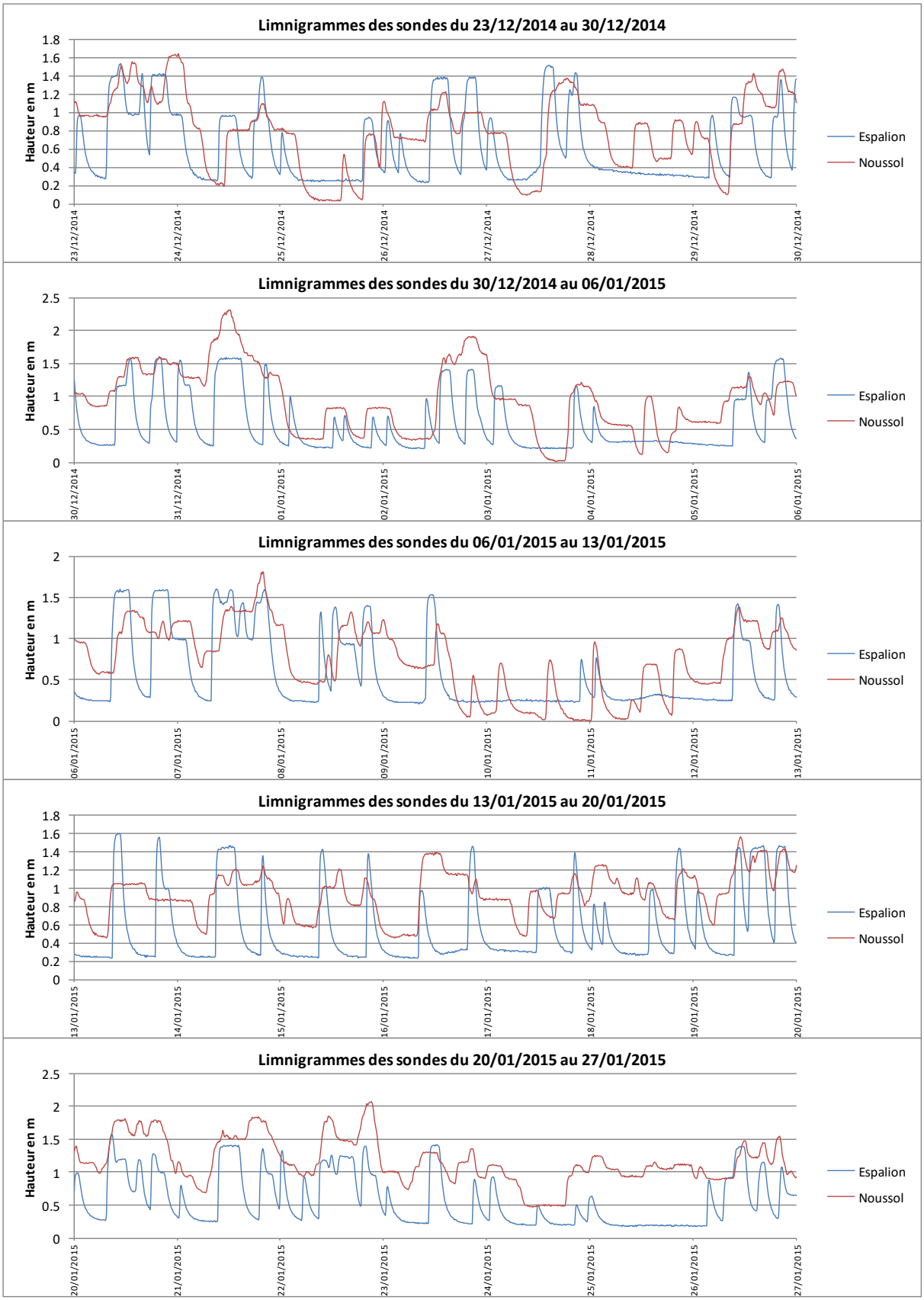

Limnigrammes des sondes du 18/11/2014 au 25/11/2014
Hauteur en m
0
0.5
1
1.5
2
18/11/2014
19/11/2014
20/11/2014
21/11/2014
22/11/2014
23/11/2014
24/11/2014
25/11/2014
Espalion
Noussol

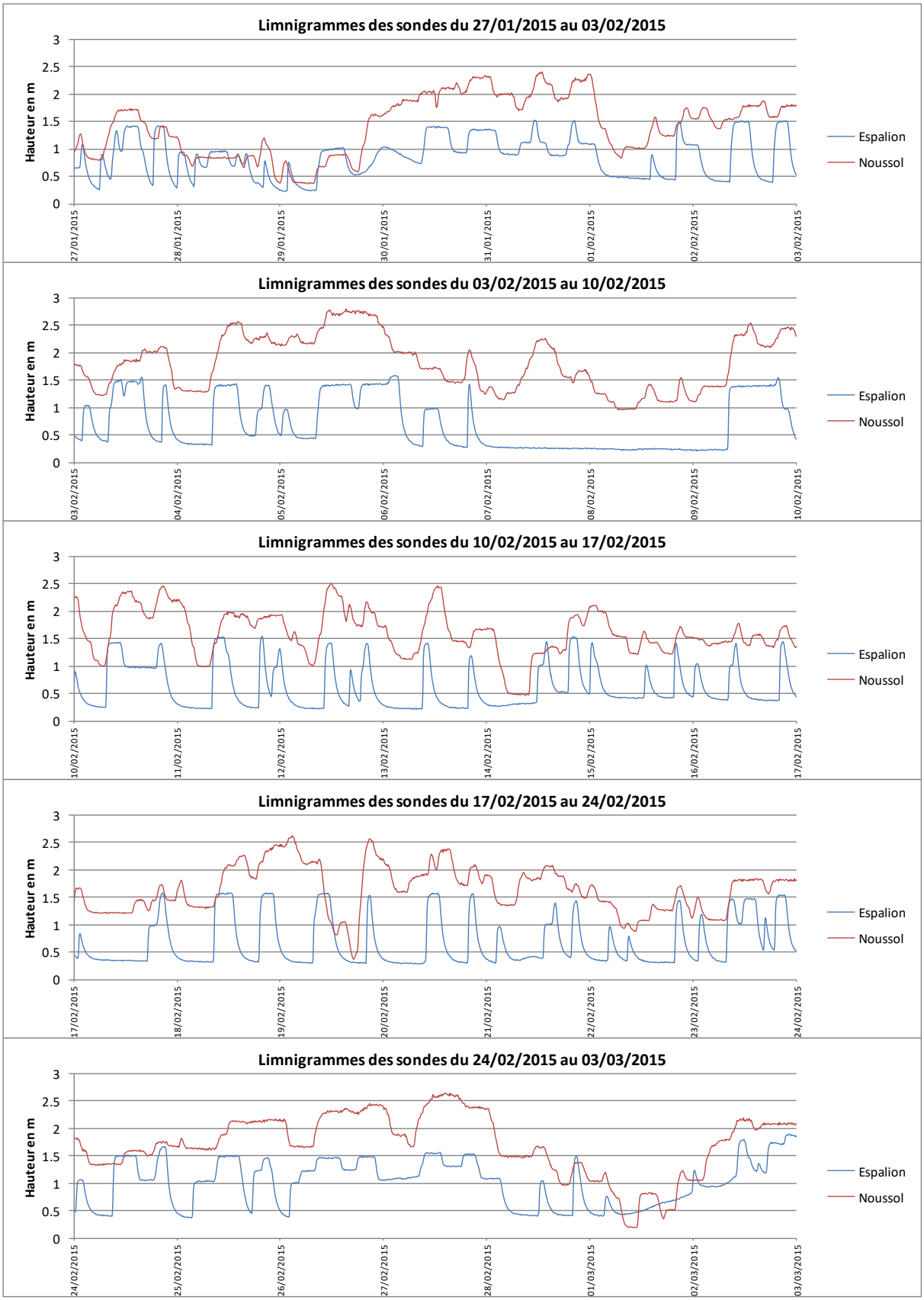

Limnigrammes des sondes du 25/11/2014 au 02/12/2014
Hauteur en m
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
25/11/2014
26/11/2014
27/11/2014
28/11/2014
29/11/2014
30/11/2014
01/12/2014
02/12/2014
Espalion
Noussol

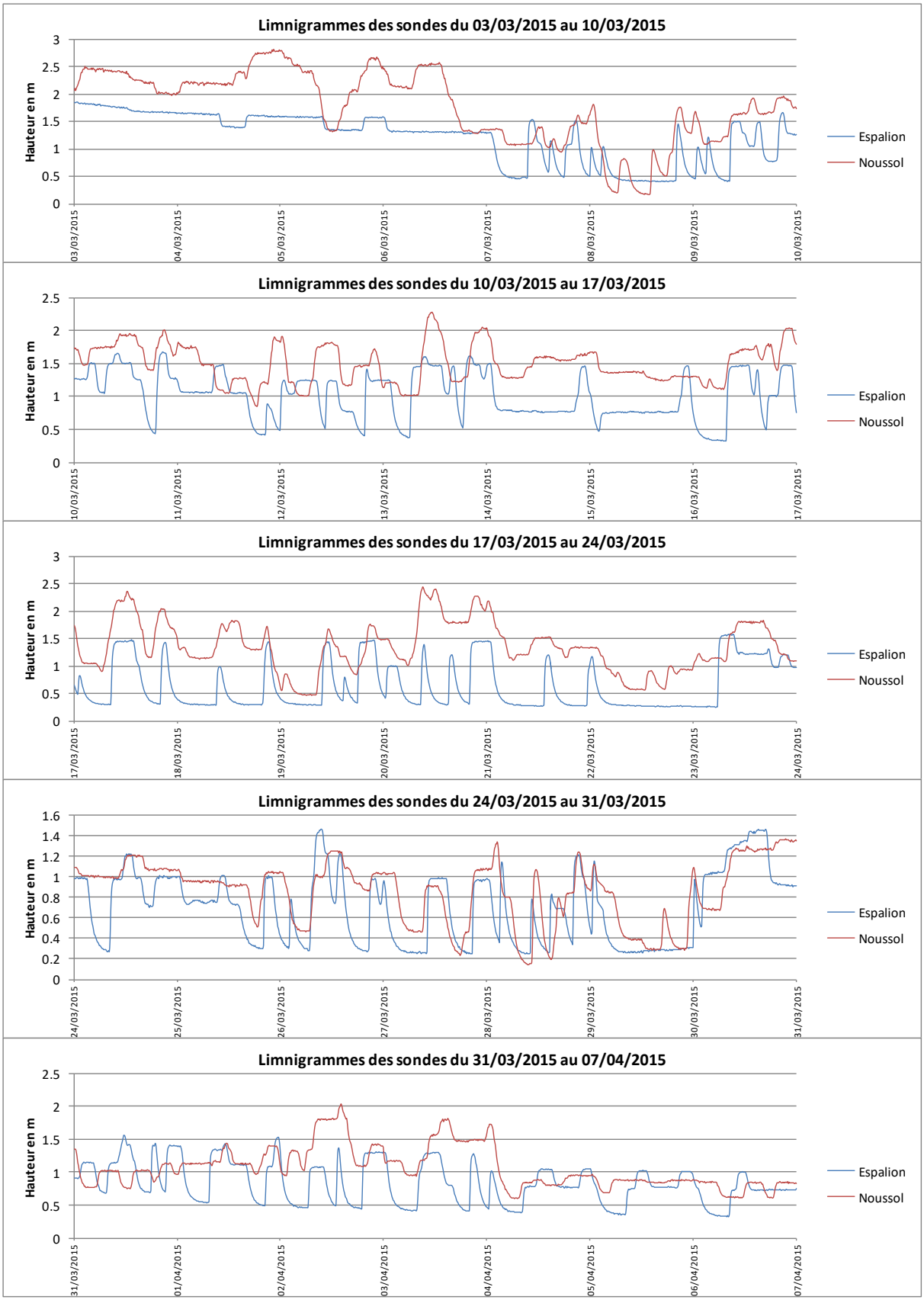

Limnigrammes des sondes du 02/12/2014 au 09/12/2014
Hauteur en m
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
02/12/2014
03/12/2014
04/12/2014
05/12/2014
06/12/2014
07/12/2014
08/12/2014
09/12/2014
Espalion
Noussol

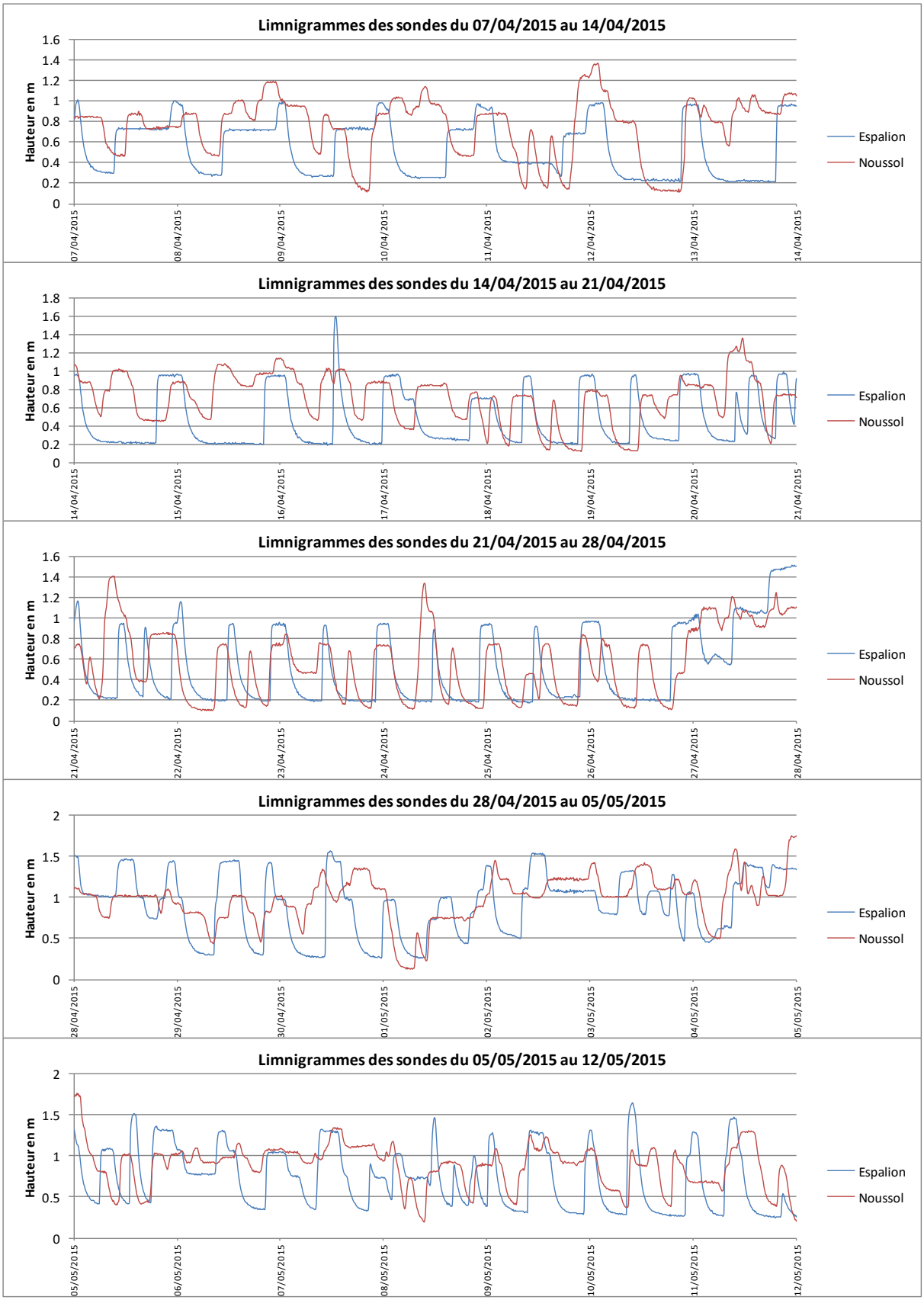

Limnigrammes des sondes du 09/12/2014 au 16/12/2014
Hauteur en m
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
09/12/2014
10/12/2014
11/12/2014
12/12/2014
13/12/2014
14/12/2014
15/12/2014
16/12/2014
Espalion
Noussol

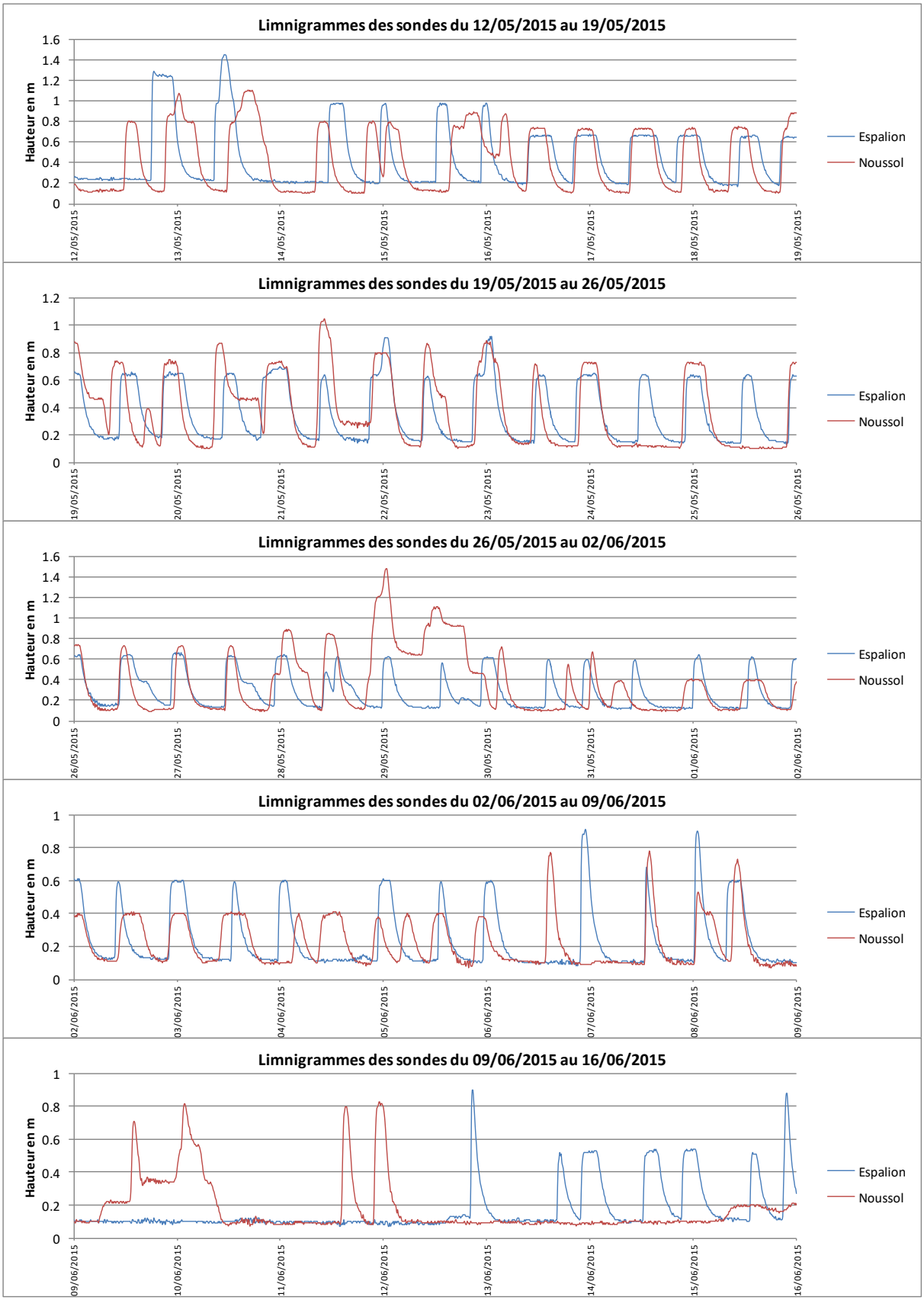

Limnigrammes des sondes du 16/12/2014 au 23/12/2014
Hauteur en m
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
16/12/2014
17/12/2014
18/12/2014
19/12/2014
20/12/2014
21/12/2014
22/12/2014
23/12/2014
Espalion
Noussol

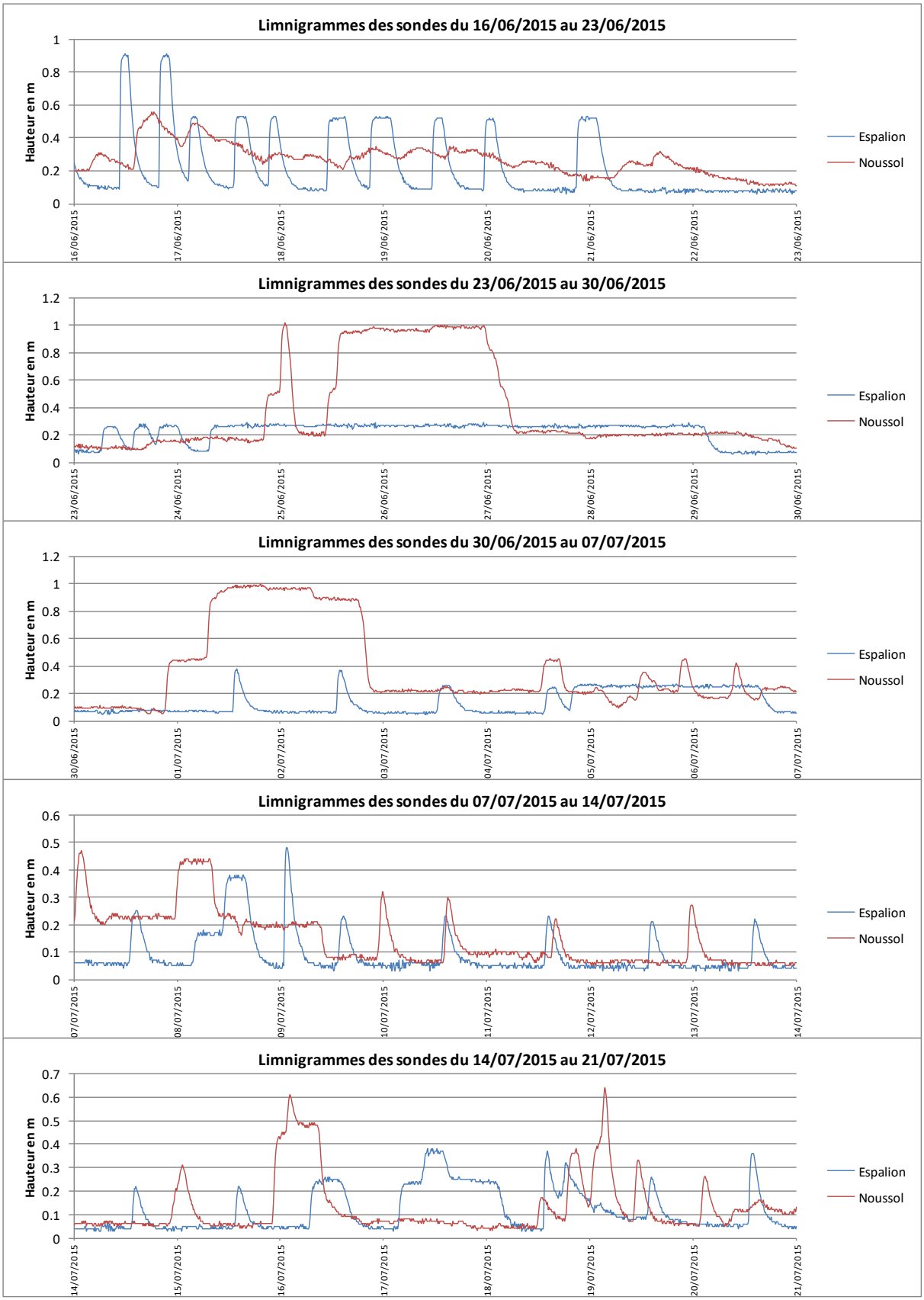

Limnigrammes des sondes du 23/12/2014 au 30/12/2014
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 30/12/2014 au 06/01/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 06/01/2015 au 13/01/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 13/01/2015 au 20/01/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 20/01/2015 au 27/01/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol

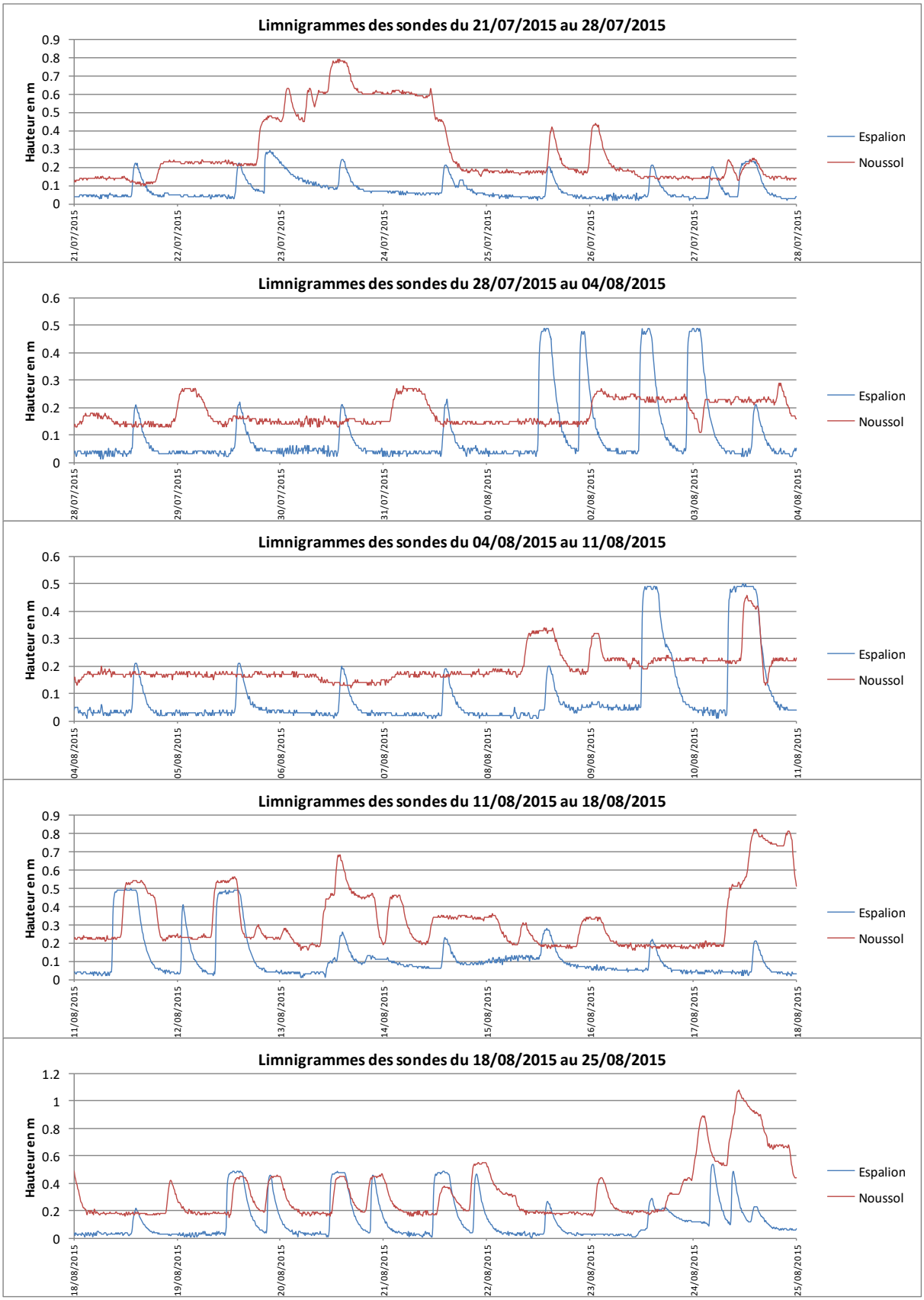

Limnigrammes des sondes du 27/01/2015 au 03/02/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 03/02/2015 au 10/02/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 10/02/2015 au 17/02/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 17/02/2015 au 24/02/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 24/02/2015 au 03/03/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol

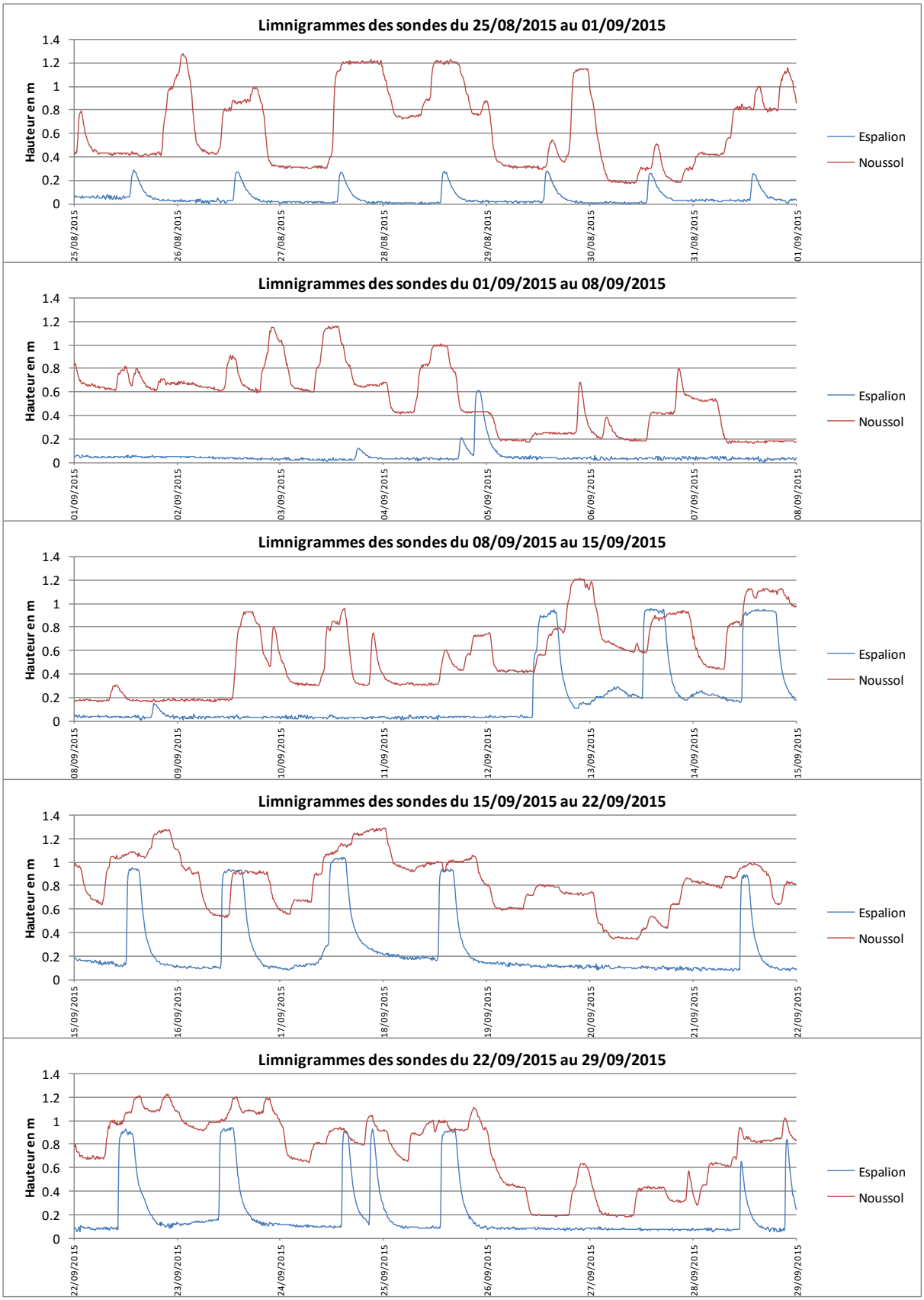

Limnigrammes des sondes du 03/03/2015 au 10/03/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 10/03/2015 au 17/03/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 17/03/2015 au 24/03/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 24/03/2015 au 31/03/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 31/03/2015 au 07/04/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol

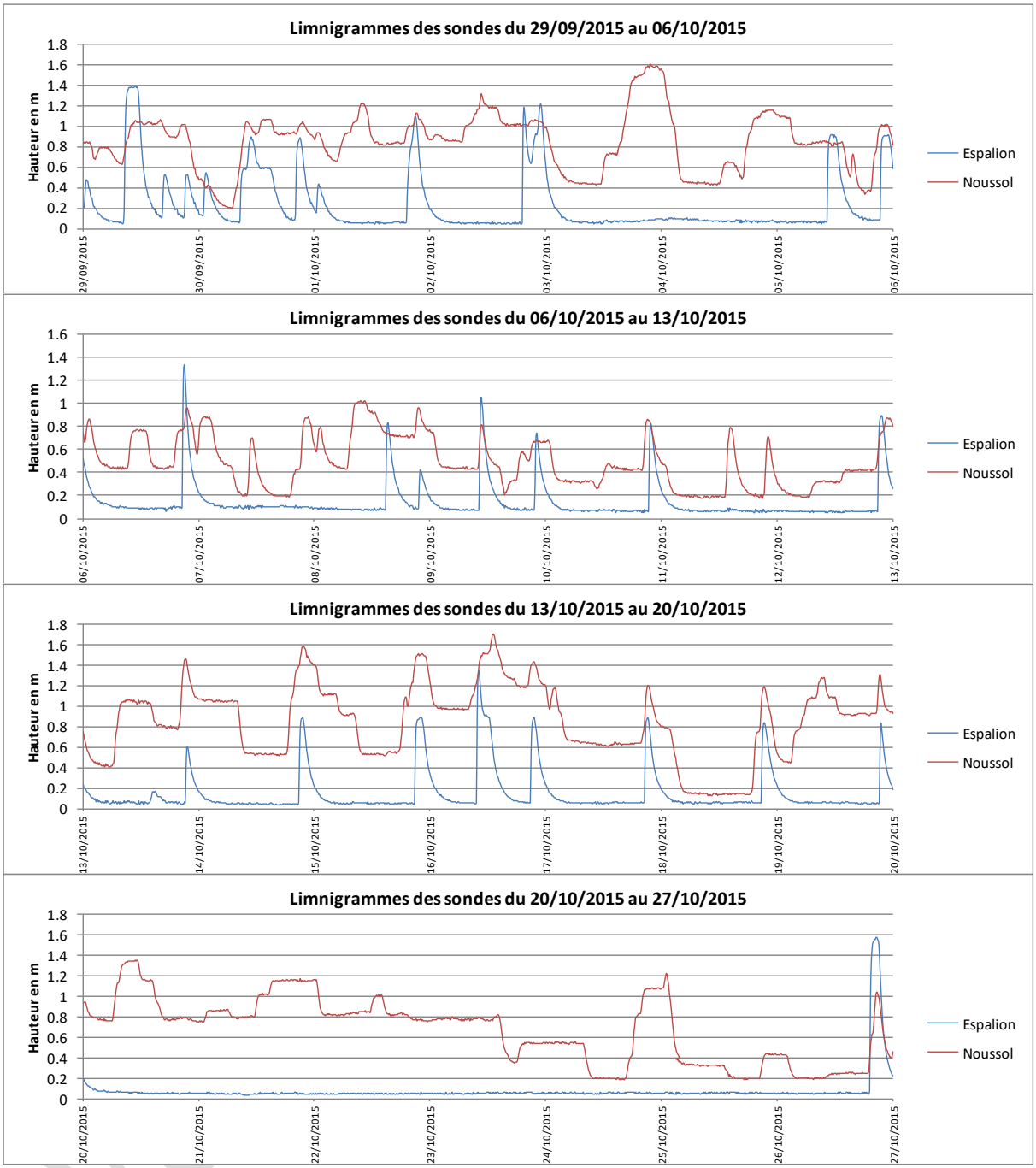

Limnigrammes des sondes du 07/04/2015 au 14/04/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 14/04/2015 au 21/04/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 21/04/2015 au 28/04/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 28/04/2015 au 05/05/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 05/05/2015 au 12/05/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol


Limnigrammes des sondes du 12/05/2015 au 19/05/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 19/05/2015 au 26/05/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 26/05/2015 au 02/06/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 02/06/2015 au 09/06/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 09/06/2015 au 16/06/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol


Limnigrammes des sondes du 16/06/2015 au 23/06/2015
Hauteur en m
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
16/06/2015
17/06/2015
18/06/2015
19/06/2015
20/06/2015
21/06/2015
22/06/2015
23/06/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 23/06/2015 au 30/06/2015
Hauteur en m
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
23/06/2015
24/06/2015
25/06/2015
26/06/2015
27/06/2015
28/06/2015
29/06/2015
30/06/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 30/06/2015 au 07/07/2015
Hauteur en m
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
30/06/2015
01/07/2015
02/07/2015
03/07/2015
04/07/2015
05/07/2015
06/07/2015
07/07/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 07/07/2015 au 14/07/2015
Hauteur en m
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
07/07/2015
08/07/2015
09/07/2015
10/07/2015
11/07/2015
12/07/2015
13/07/2015
14/07/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 14/07/2015 au 21/07/2015
Hauteur en m
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
14/07/2015
15/07/2015
16/07/2015
17/07/2015
18/07/2015
19/07/2015
20/07/2015
21/07/2015
Espalion
Noussol

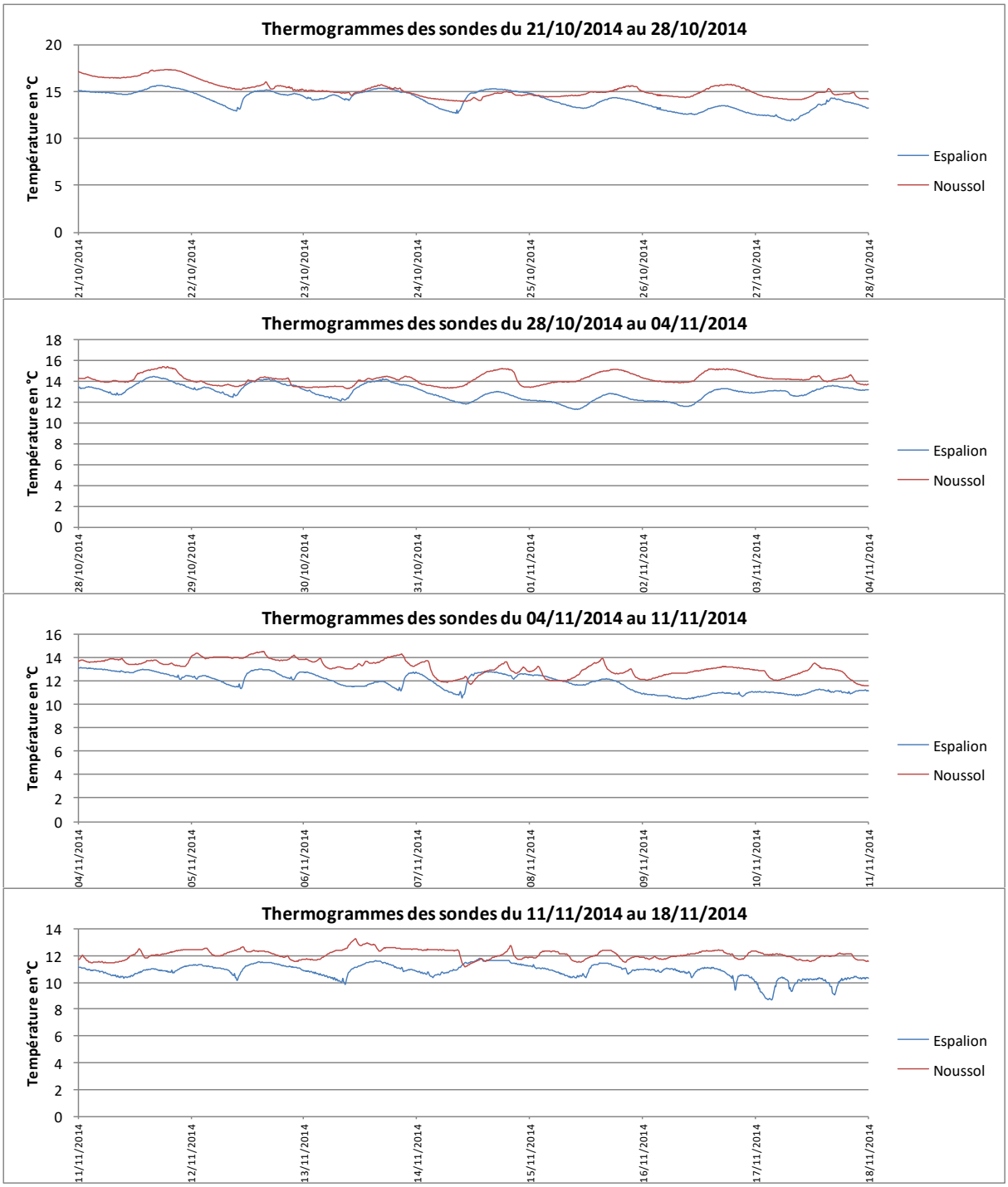

Limnigrammes des sondes du 21/07/2015 au 28/07/2015
Hauteur en m
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9
21/07/2015 22/07/2015 23/07/2015 24/07/2015 25/07/2015 26/07/2015 27/07/2015 28/07/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 28/07/2015 au 04/08/2015
Hauteur en m
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
28/07/2015 29/07/2015 30/07/2015 31/07/2015 01/08/2015 02/08/2015 03/08/2015 04/08/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 04/08/2015 au 11/08/2015
Hauteur en m
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
04/08/2015 05/08/2015 06/08/2015 07/08/2015 08/08/2015 09/08/2015 10/08/2015 11/08/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 11/08/2015 au 18/08/2015
Hauteur en m
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9
11/08/2015 12/08/2015 13/08/2015 14/08/2015 15/08/2015 16/08/2015 17/08/2015 18/08/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 18/08/2015 au 25/08/2015
Hauteur en m
0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2
18/08/2015 19/08/2015 20/08/2015 21/08/2015 22/08/2015 23/08/2015 24/08/2015 25/08/2015
Espalion
Noussol

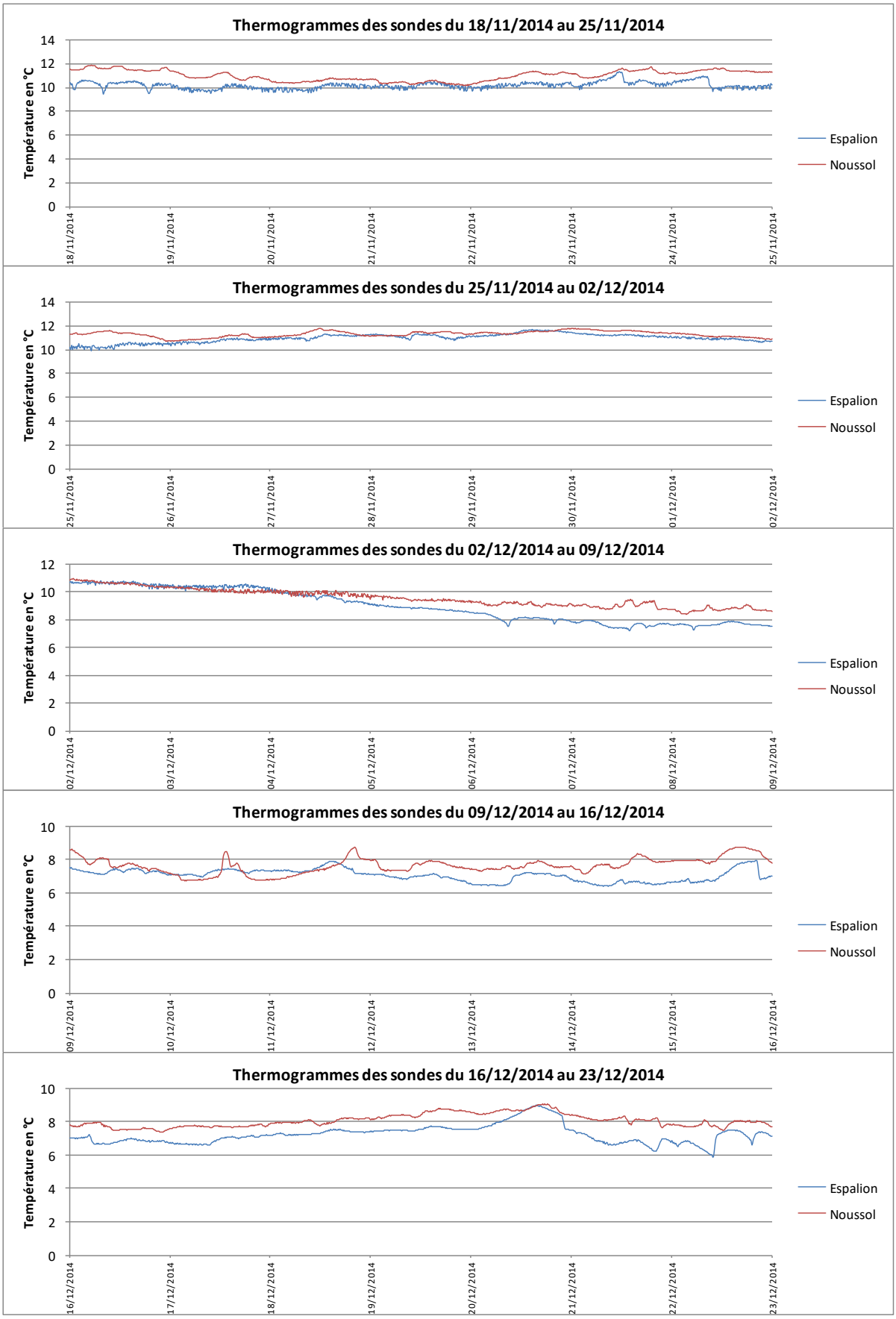

Limnigrammes des sondes du 25/08/2015 au 01/09/2015
Hauteur en m
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
25/08/2015
26/08/2015
27/08/2015
28/08/2015
29/08/2015
30/08/2015
31/08/2015
01/09/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 01/09/2015 au 08/09/2015
Hauteur en m
01/09/2015
02/09/2015
03/09/2015
04/09/2015
05/09/2015
06/09/2015
07/09/2015
08/09/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 08/09/2015 au 15/09/2015
Hauteur en m
08/09/2015
09/09/2015
10/09/2015
11/09/2015
12/09/2015
13/09/2015
14/09/2015
15/09/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 15/09/2015 au 22/09/2015
Hauteur en m
15/09/2015
16/09/2015
17/09/2015
18/09/2015
19/09/2015
20/09/2015
21/09/2015
22/09/2015
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 22/09/2015 au 29/09/2015
Hauteur en m
22/09/2015
23/09/2015
24/09/2015
25/09/2015
26/09/2015
27/09/2015
28/09/2015
29/09/2015
Espalion
Noussol

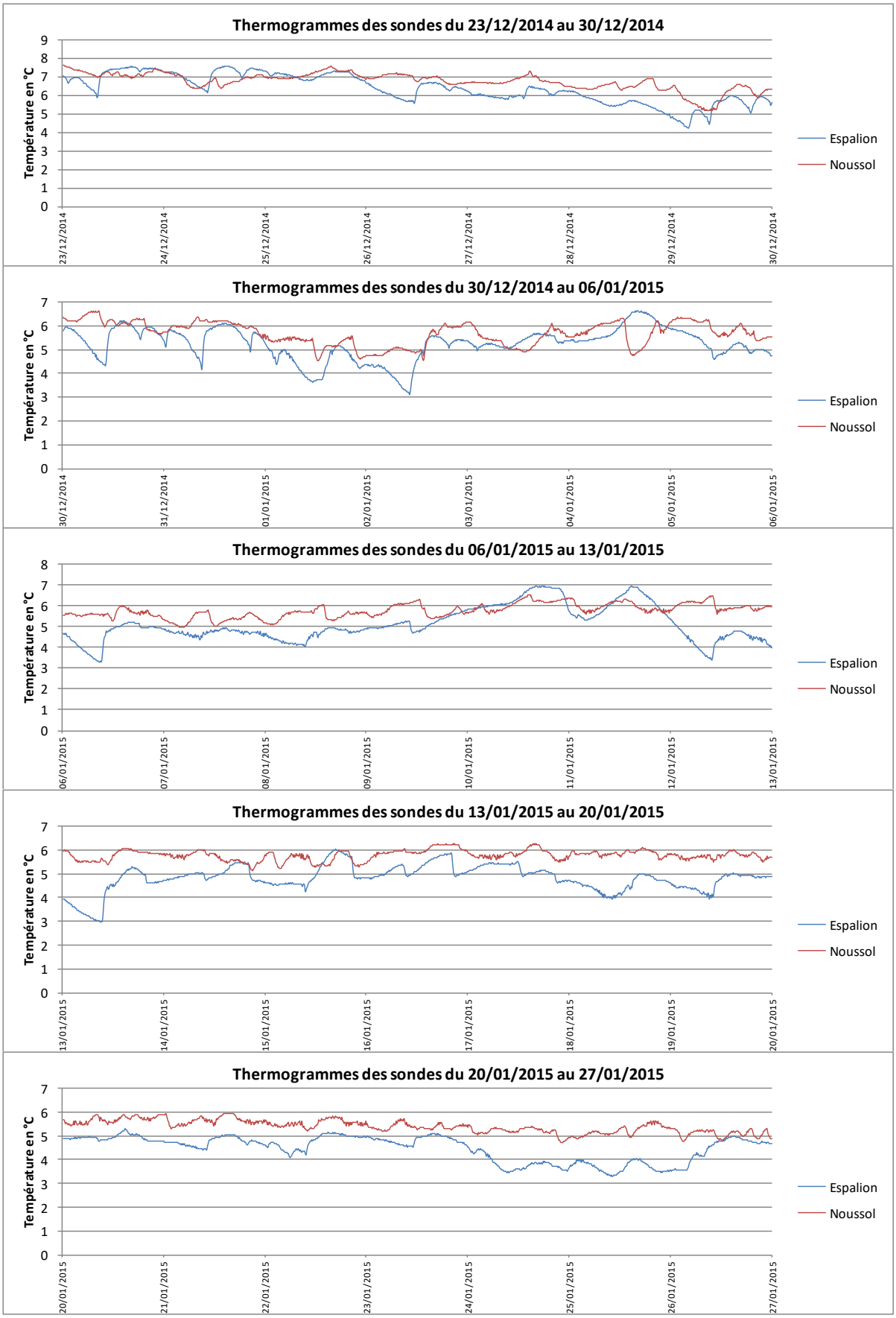

Limnigrammes des sondes du 29/09/2015 au 06/10/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 06/10/2015 au 13/10/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 13/10/2015 au 20/10/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol
Limnigrammes des sondes du 20/10/2015 au 27/10/2015
Hauteur en m
Espalion
Noussol

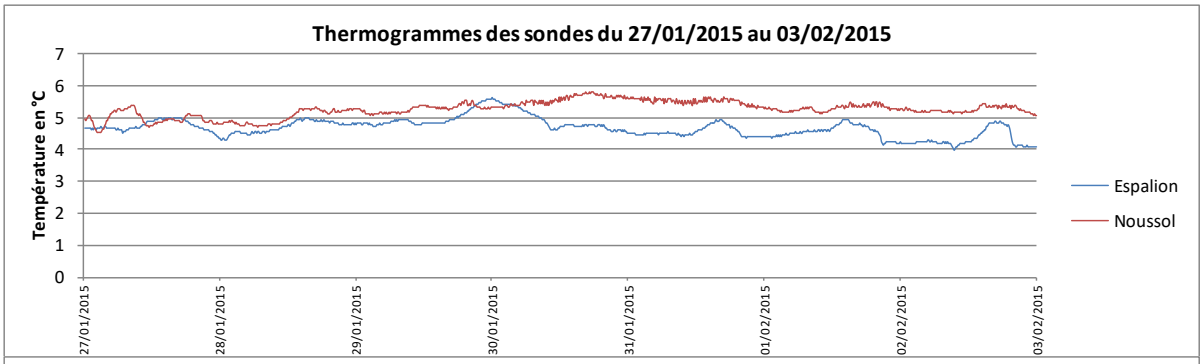
14.8. Thermogrammes des sondes sur chacun des sites du 20 octobre 2014 au 28 octobre 2015

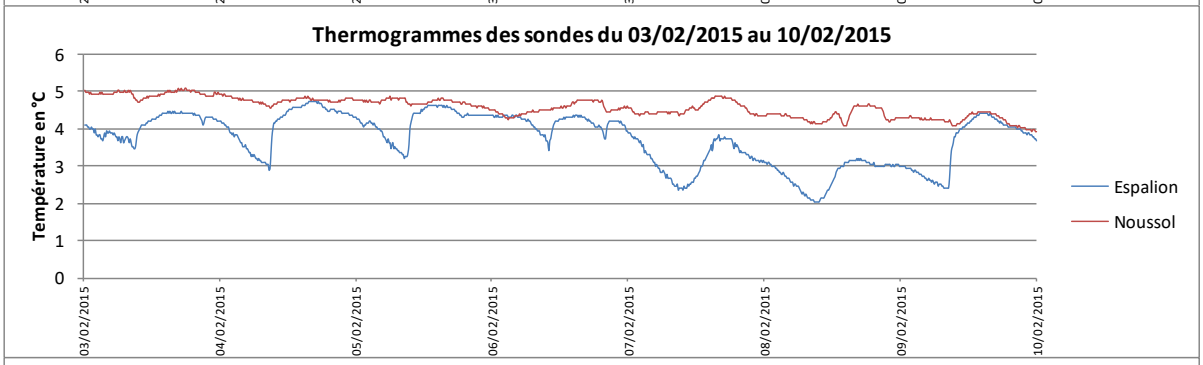
Lors de cette chronique de mesures, la température de l'air n'a pas été mesurée.

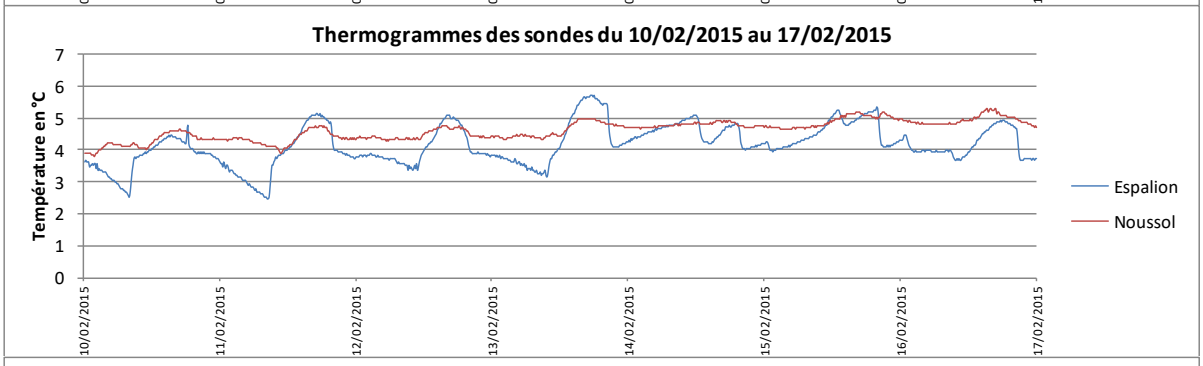


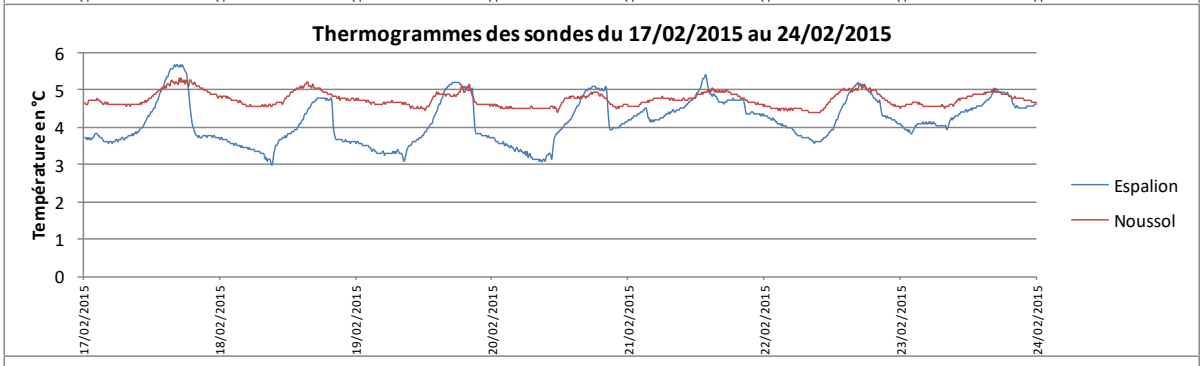

Thermogrammes des sondes du 18/11/2014 au 25/11/2014
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 25/11/2014 au 02/12/2014
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 02/12/2014 au 09/12/2014
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 09/12/2014 au 16/12/2014
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 16/12/2014 au 23/12/2014
Température en °C
Espalion
Noussol

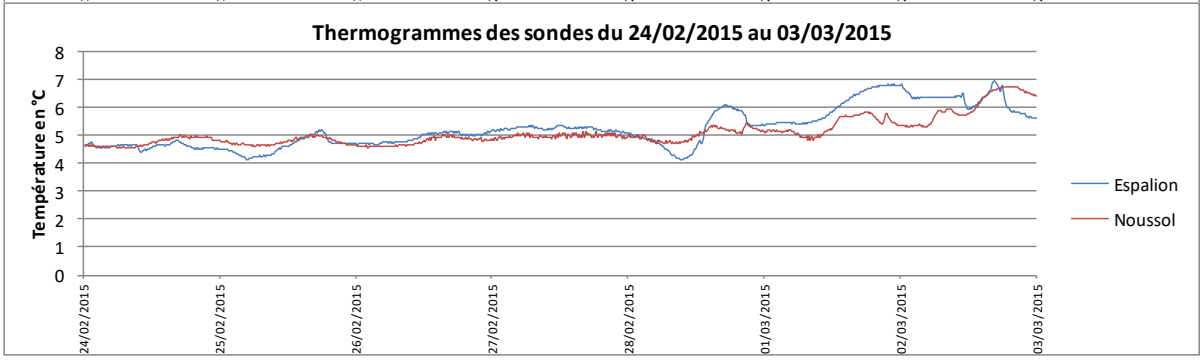

Thermogrammes des sondes du 23/12/2014 au 30/12/2014
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 30/12/2014 au 06/01/2015
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 06/01/2015 au 13/01/2015
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 13/01/2015 au 20/01/2015
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 20/01/2015 au 27/01/2015
Température en °C
Espalion
Noussol

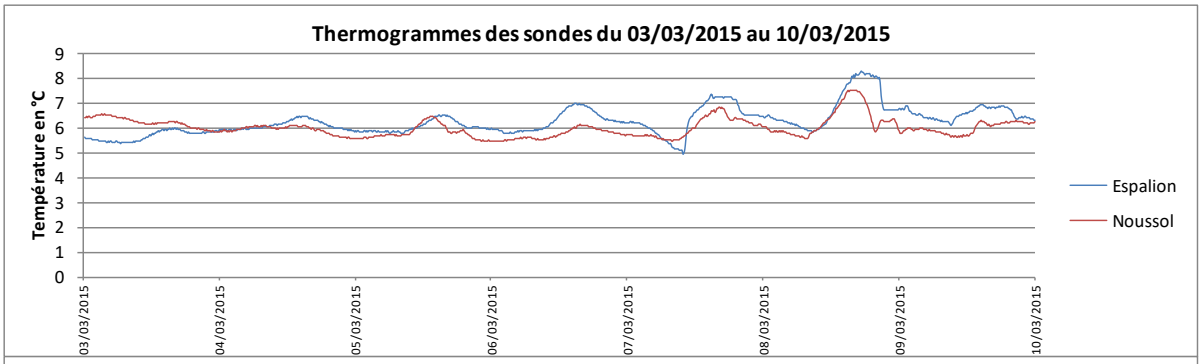

Thermogrammes des sondes du 27/01/2015 au 03/02/2015
Température en °C
0
1
2
3
4
5
6
7
27/01/2015
28/01/2015
29/01/2015
30/01/2015
31/01/2015
01/02/2015
02/02/2015
03/02/2015
Espalion
Noussol

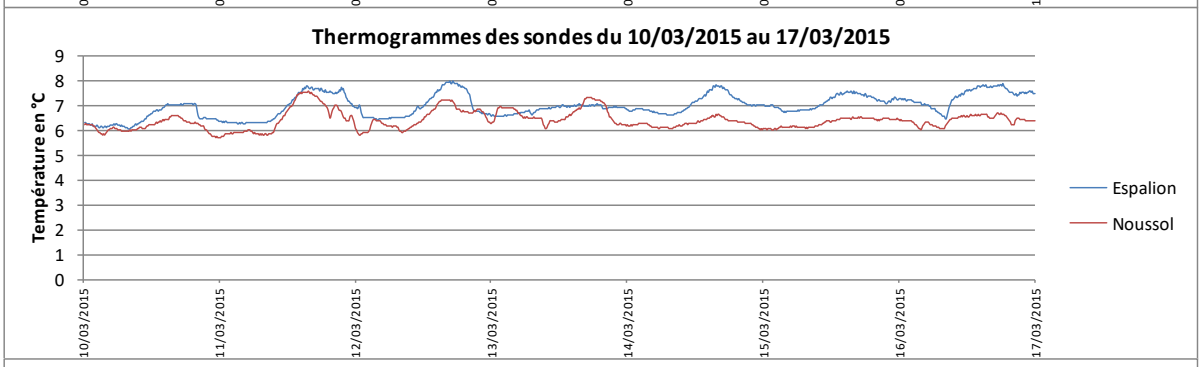

Thermogrammes des sondes du 03/02/2015 au 10/02/2015
Température en °C
0
1
2
3
4
5
6
03/02/2015
04/02/2015
05/02/2015
06/02/2015
07/02/2015
08/02/2015
09/02/2015
10/02/2015
Espalion
Noussol

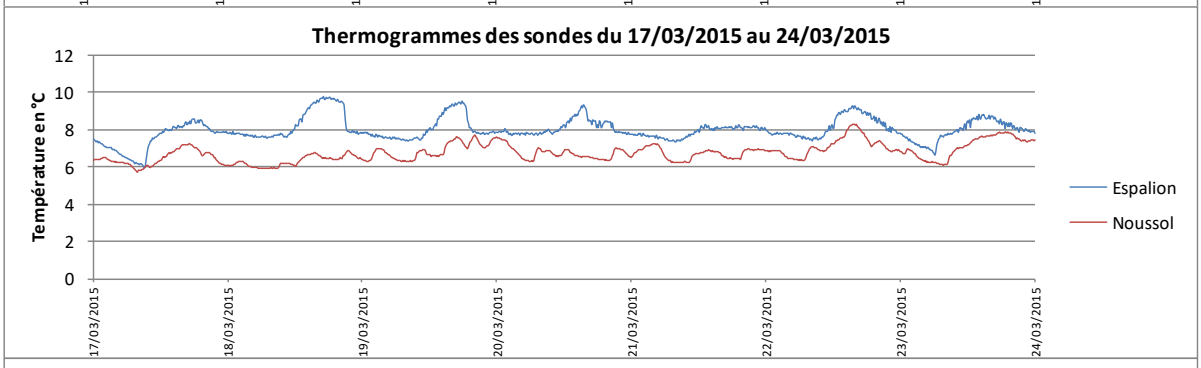

Thermogrammes des sondes du 10/02/2015 au 17/02/2015
Température en °C
0
1
2
3
4
5
6
7
10/02/2015
11/02/2015
12/02/2015
13/02/2015
14/02/2015
15/02/2015
16/02/2015
17/02/2015
Espalion
Noussol

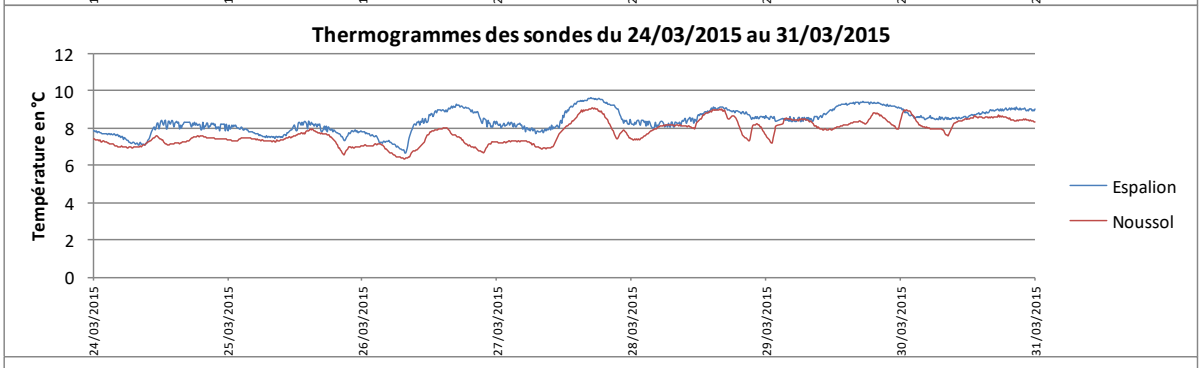

Thermogrammes des sondes du 17/02/2015 au 24/02/2015
Température en °C
0
1
2
3
4
5
6
17/02/2015
18/02/2015
19/02/2015
20/02/2015
21/02/2015
22/02/2015
23/02/2015
24/02/2015
Espalion
Noussol

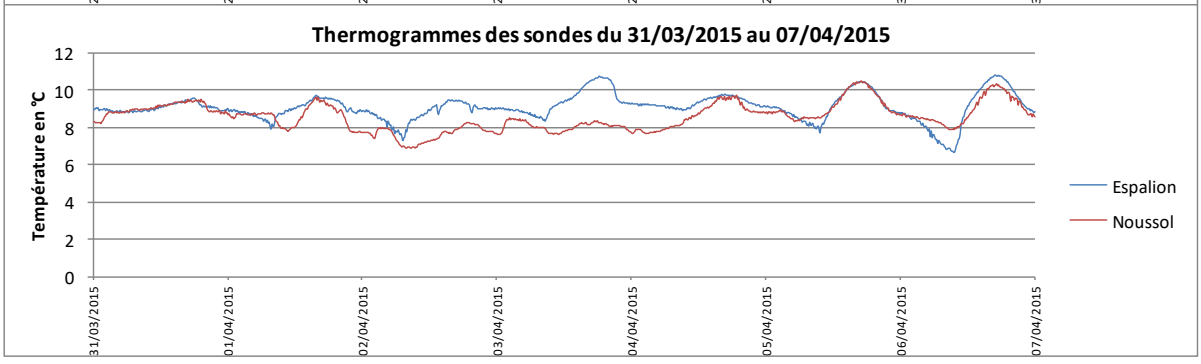

Thermogrammes des sondes du 24/02/2015 au 03/03/2015
Température en °C
0
1
2
3
4
5
6
7
8
24/02/2015
25/02/2015
26/02/2015
27/02/2015
28/02/2015
01/03/2015
02/03/2015
03/03/2015
Espalion
Noussol

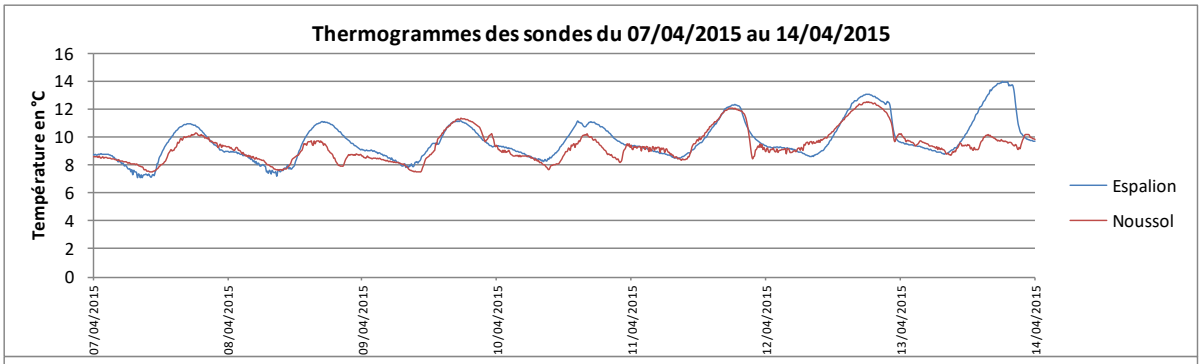

Thermogrammes des sondes du 03/03/2015 au 10/03/2015
Température en °C
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
03/03/2015 04/03/2015 05/03/2015 06/03/2015 07/03/2015 08/03/2015 09/03/2015 10/03/2015
Espalion
Noussol

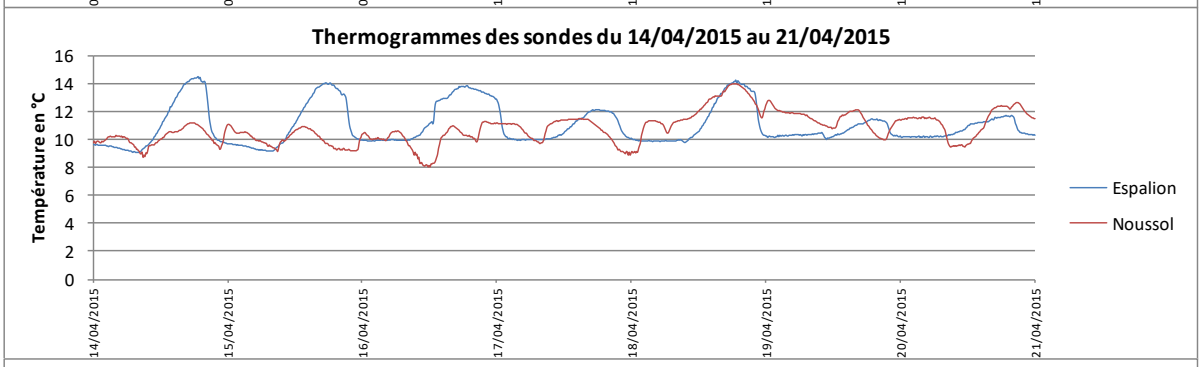

Thermogrammes des sondes du 10/03/2015 au 17/03/2015
Température en °C
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
10/03/2015 11/03/2015 12/03/2015 13/03/2015 14/03/2015 15/03/2015 16/03/2015 17/03/2015
Espalion
Noussol

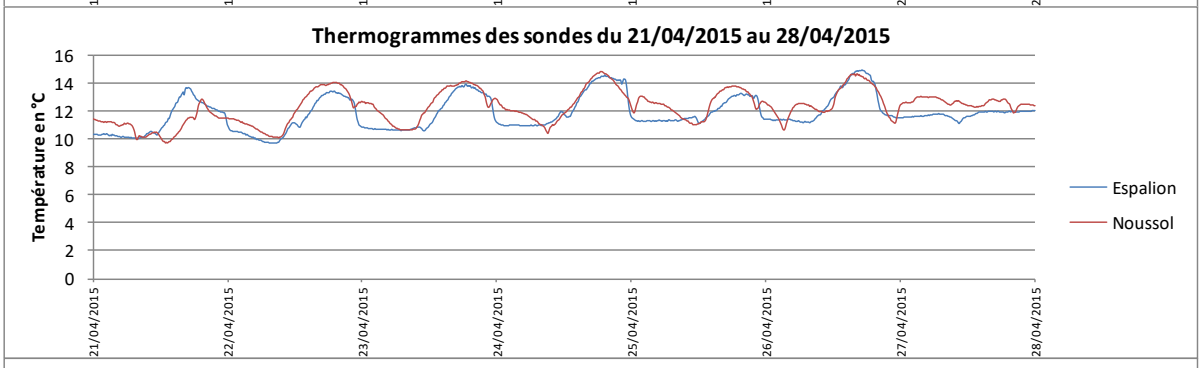

Thermogrammes des sondes du 17/03/2015 au 24/03/2015
Température en °C
0 2 4 6 8 10 12
17/03/2015 18/03/2015 19/03/2015 20/03/2015 21/03/2015 22/03/2015 23/03/2015 24/03/2015
Espalion
Noussol

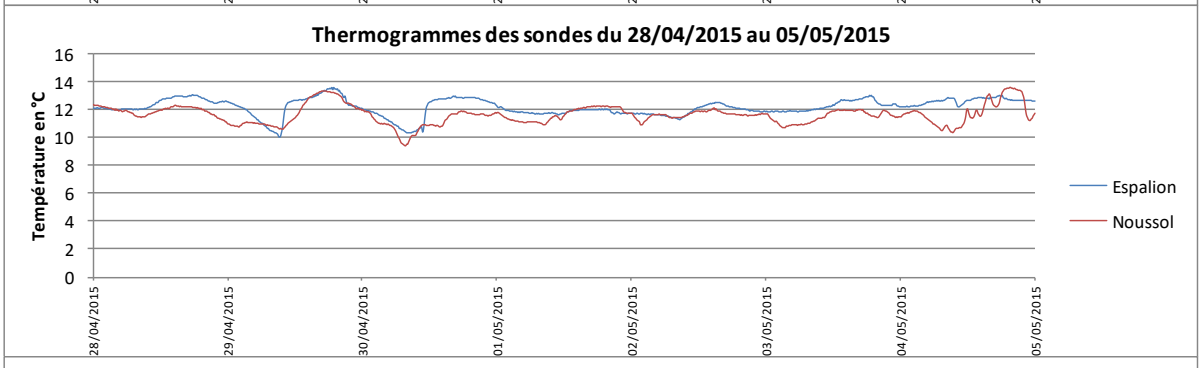

Thermogrammes des sondes du 24/03/2015 au 31/03/2015
Température en °C
0 2 4 6 8 10 12
24/03/2015 25/03/2015 26/03/2015 27/03/2015 28/03/2015 29/03/2015 30/03/2015 31/03/2015
Espalion
Noussol

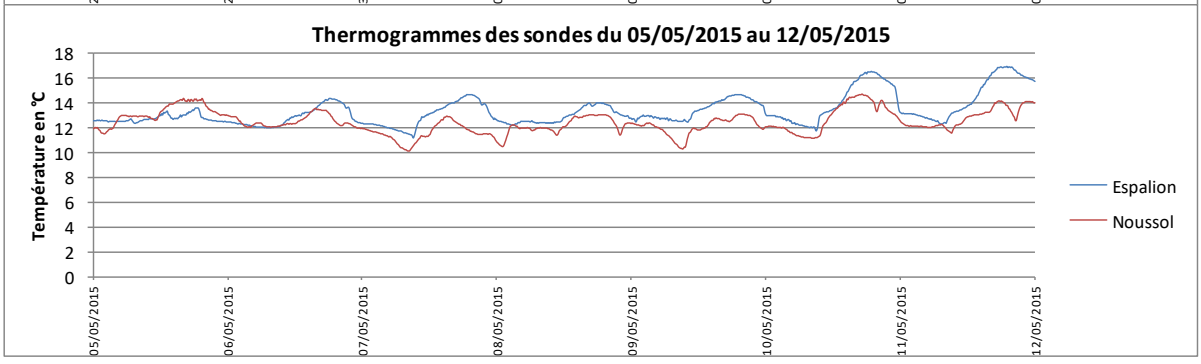

Thermogrammes des sondes du 31/03/2015 au 07/04/2015
Température en °C
0 2 4 6 8 10 12
31/03/2015 01/04/2015 02/04/2015 03/04/2015 04/04/2015 05/04/2015 06/04/2015 07/04/2015
Espalion
Noussol

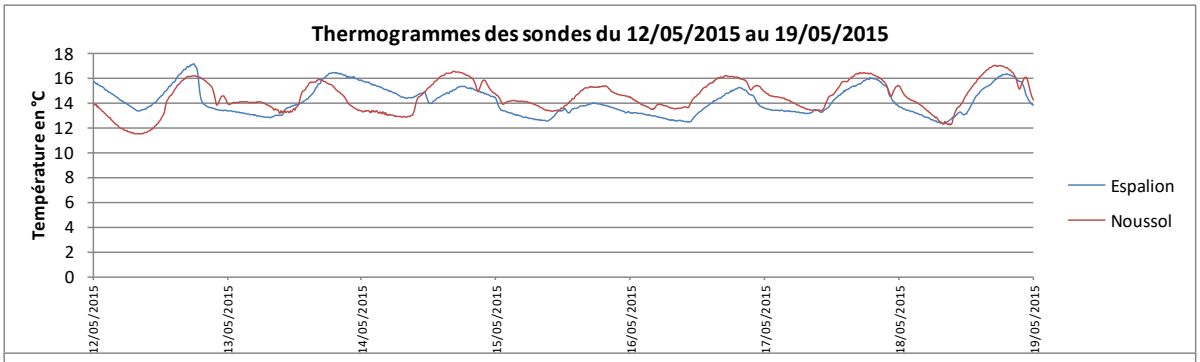

Thermogrammes des sondes du 07/04/2015 au 14/04/2015
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
07/04/2015
08/04/2015
09/04/2015
10/04/2015
11/04/2015
12/04/2015
13/04/2015
14/04/2015
Espalion
Noussol

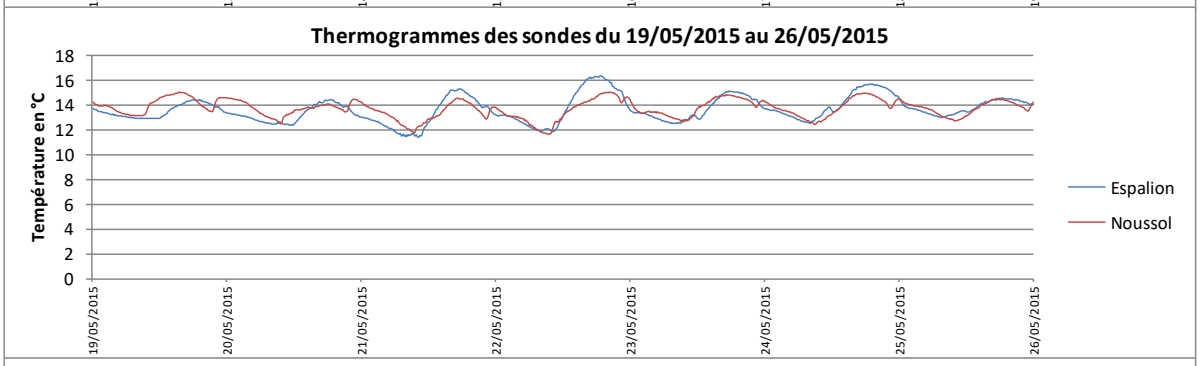

Thermogrammes des sondes du 14/04/2015 au 21/04/2015
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
14/04/2015
15/04/2015
16/04/2015
17/04/2015
18/04/2015
19/04/2015
20/04/2015
21/04/2015
Espalion
Noussol

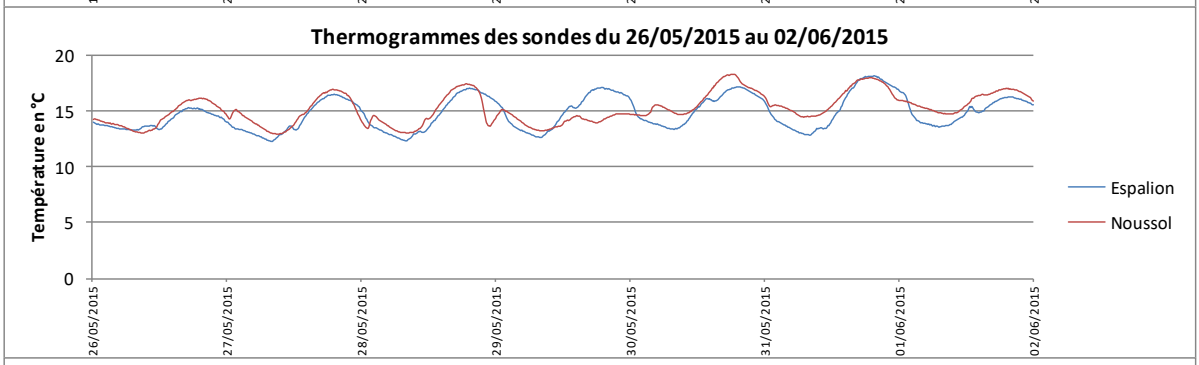

Thermogrammes des sondes du 21/04/2015 au 28/04/2015
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
21/04/2015
22/04/2015
23/04/2015
24/04/2015
25/04/2015
26/04/2015
27/04/2015
28/04/2015
Espalion
Noussol

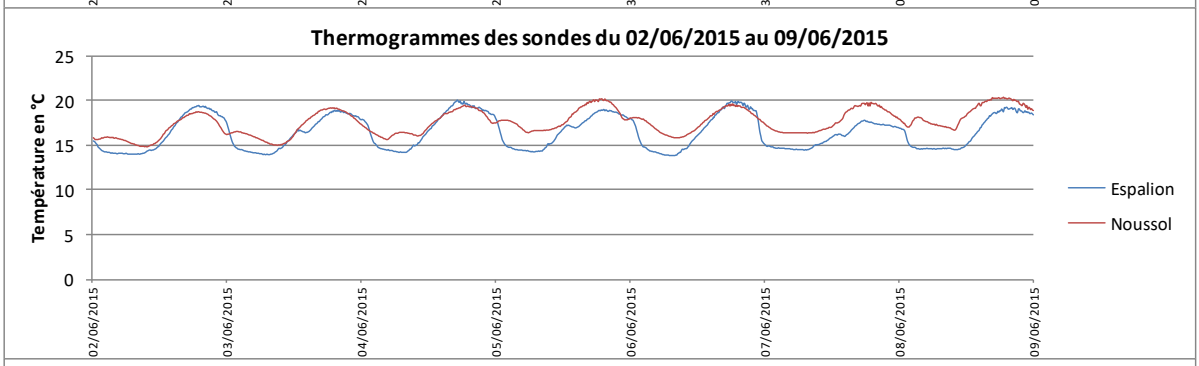

Thermogrammes des sondes du 28/04/2015 au 05/05/2015
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
28/04/2015
29/04/2015
30/04/2015
01/05/2015
02/05/2015
03/05/2015
04/05/2015
05/05/2015
Espalion
Noussol

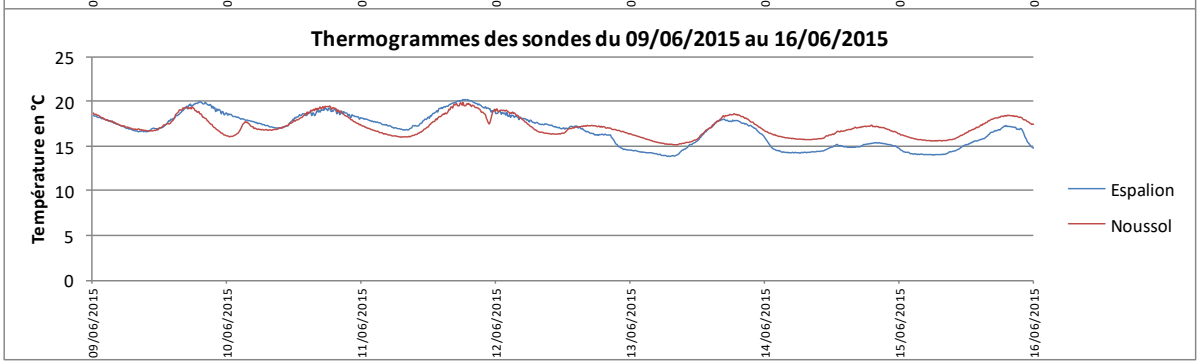

Thermogrammes des sondes du 05/05/2015 au 12/05/2015
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
05/05/2015
06/05/2015
07/05/2015
08/05/2015
09/05/2015
10/05/2015
11/05/2015
12/05/2015
Espalion
Noussol

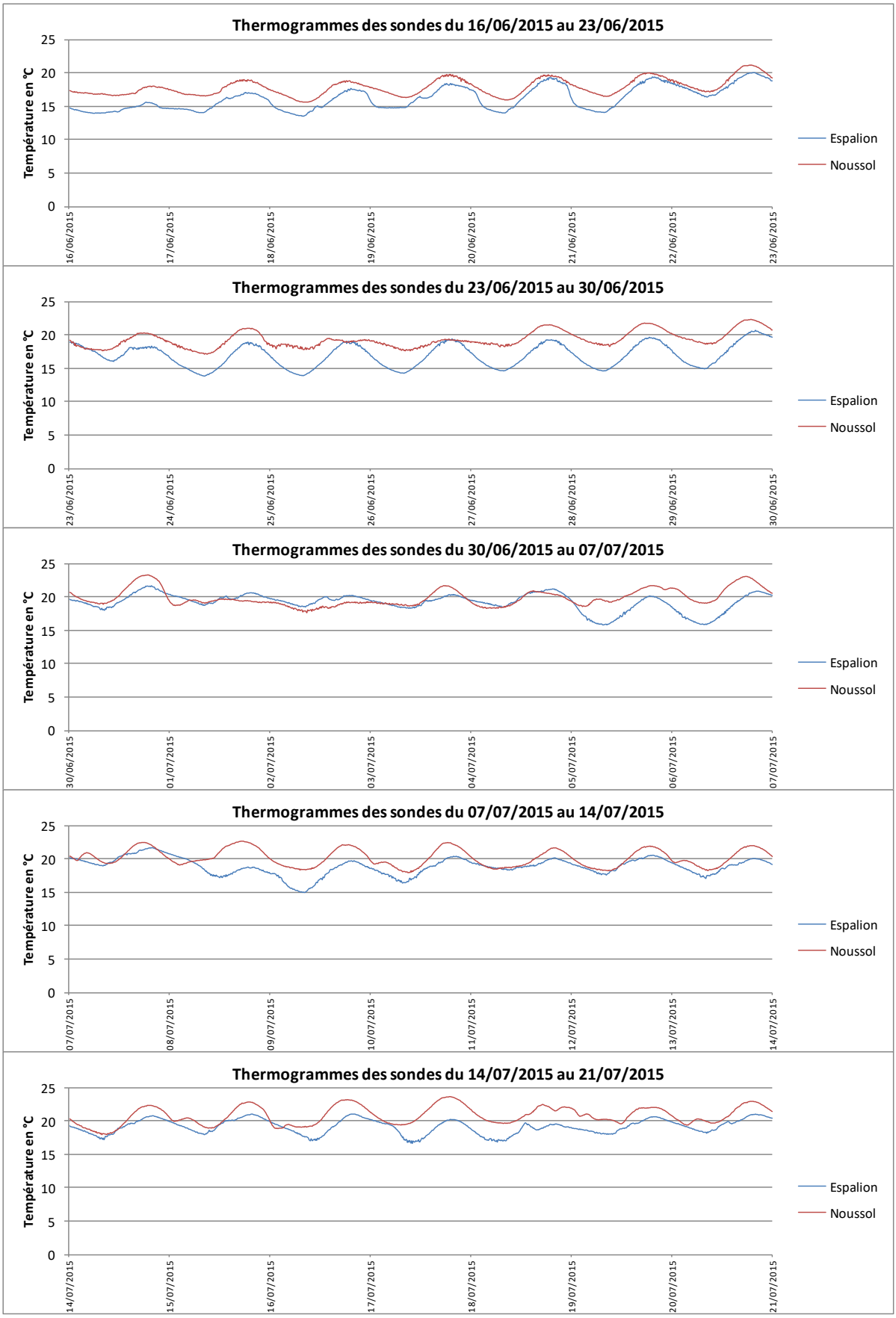

Thermogrammes des sondes du 12/05/2015 au 19/05/2015
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
12/05/2015
13/05/2015
14/05/2015
15/05/2015
16/05/2015
17/05/2015
18/05/2015
19/05/2015
Espalion
Noussol

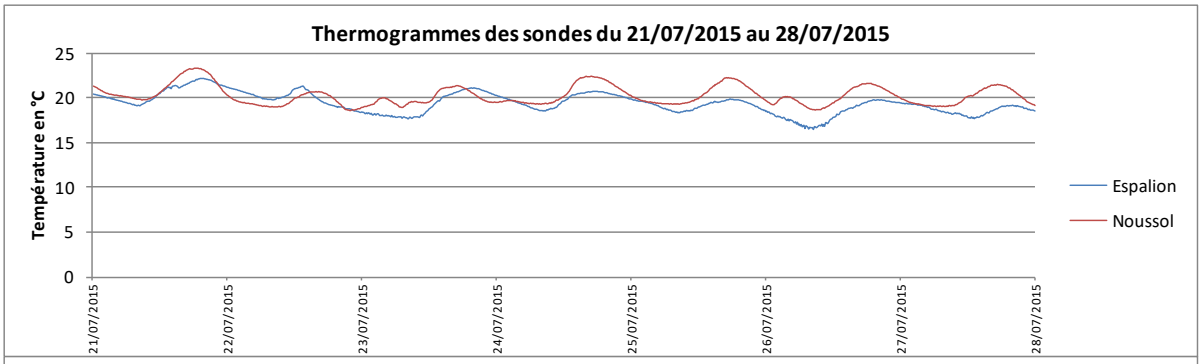

Thermogrammes des sondes du 19/05/2015 au 26/05/2015
Température en °C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
19/05/2015
20/05/2015
21/05/2015
22/05/2015
23/05/2015
24/05/2015
25/05/2015
26/05/2015
Espalion
Noussol

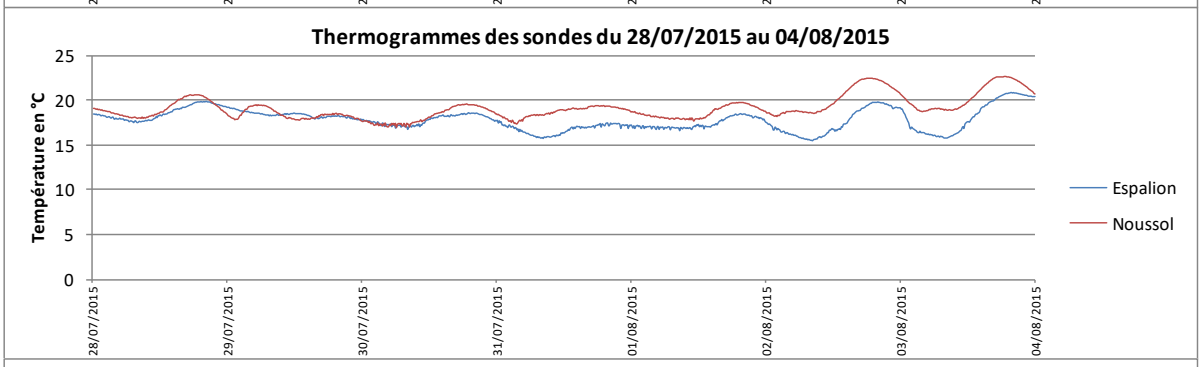

Thermogrammes des sondes du 26/05/2015 au 02/06/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
26/05/2015
27/05/2015
28/05/2015
29/05/2015
30/05/2015
31/05/2015
01/06/2015
02/06/2015
Espalion
Noussol

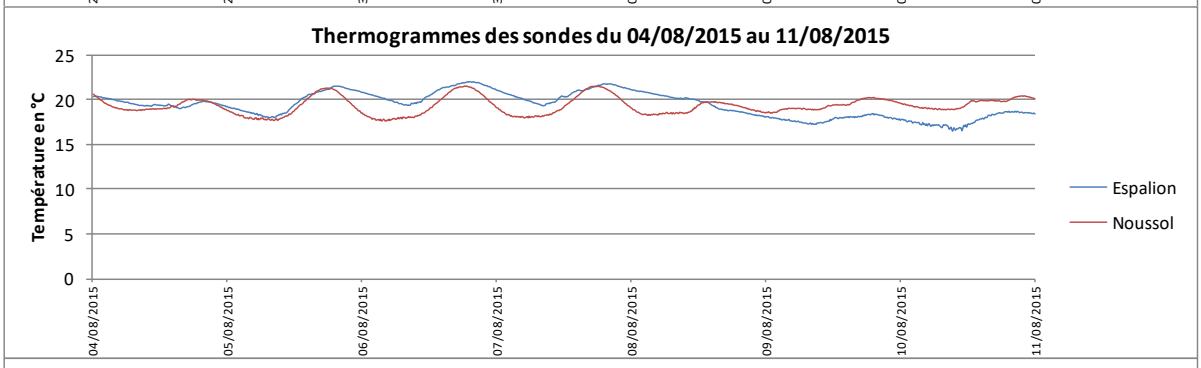

Thermogrammes des sondes du 02/06/2015 au 09/06/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
02/06/2015
03/06/2015
04/06/2015
05/06/2015
06/06/2015
07/06/2015
08/06/2015
09/06/2015
Espalion
Noussol

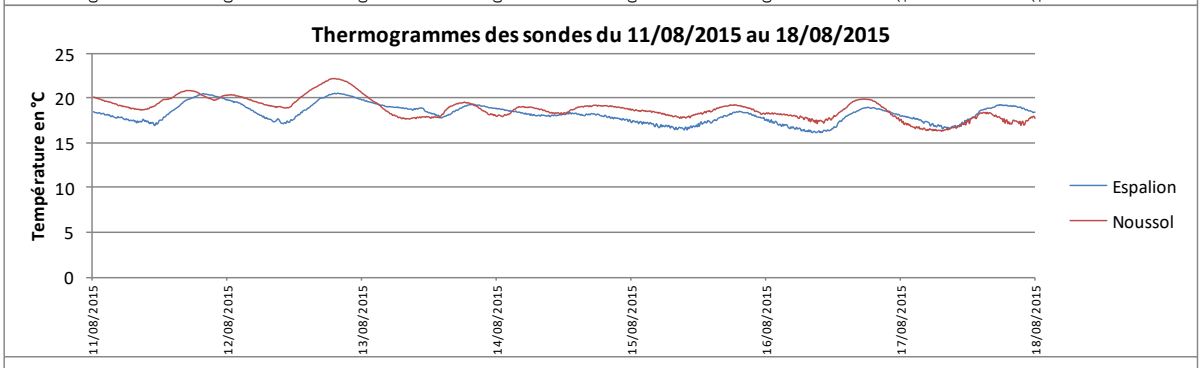

Thermogrammes des sondes du 09/06/2015 au 16/06/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
09/06/2015
10/06/2015
11/06/2015
12/06/2015
13/06/2015
14/06/2015
15/06/2015
16/06/2015
Espalion
Noussol

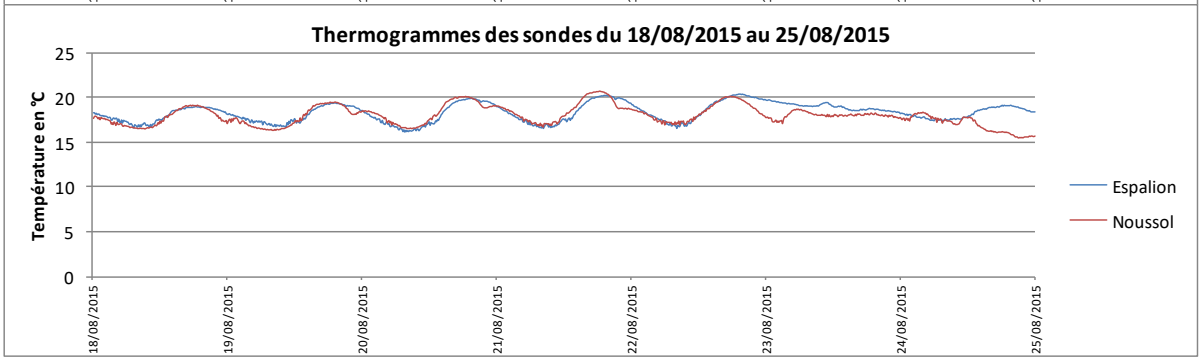

Thermogrammes des sondes du 16/06/2015 au 23/06/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
16/06/2015
17/06/2015
18/06/2015
19/06/2015
20/06/2015
21/06/2015
22/06/2015
23/06/2015
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 23/06/2015 au 30/06/2015
Température en °C
23/06/2015
24/06/2015
25/06/2015
26/06/2015
27/06/2015
28/06/2015
29/06/2015
30/06/2015
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 30/06/2015 au 07/07/2015
Température en °C
30/06/2015
01/07/2015
02/07/2015
03/07/2015
04/07/2015
05/07/2015
06/07/2015
07/07/2015
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 07/07/2015 au 14/07/2015
Température en °C
07/07/2015
08/07/2015
09/07/2015
10/07/2015
11/07/2015
12/07/2015
13/07/2015
14/07/2015
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 14/07/2015 au 21/07/2015
Température en °C
14/07/2015
15/07/2015
16/07/2015
17/07/2015
18/07/2015
19/07/2015
20/07/2015
21/07/2015
Espalion
Noussol

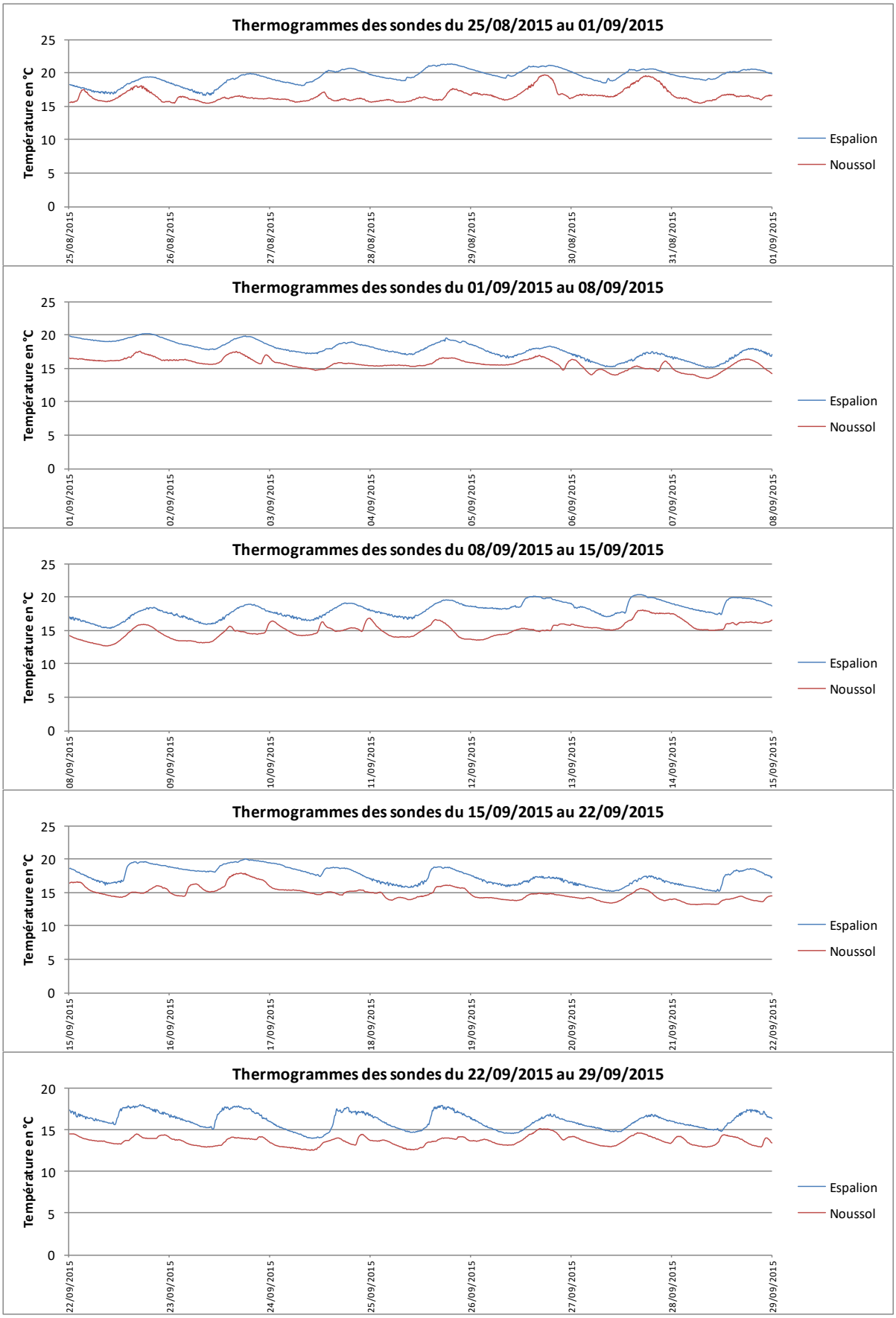

Thermogrammes des sondes du 21/07/2015 au 28/07/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
21/07/2015
22/07/2015
23/07/2015
24/07/2015
25/07/2015
26/07/2015
27/07/2015
28/07/2015
Espalion
Noussol

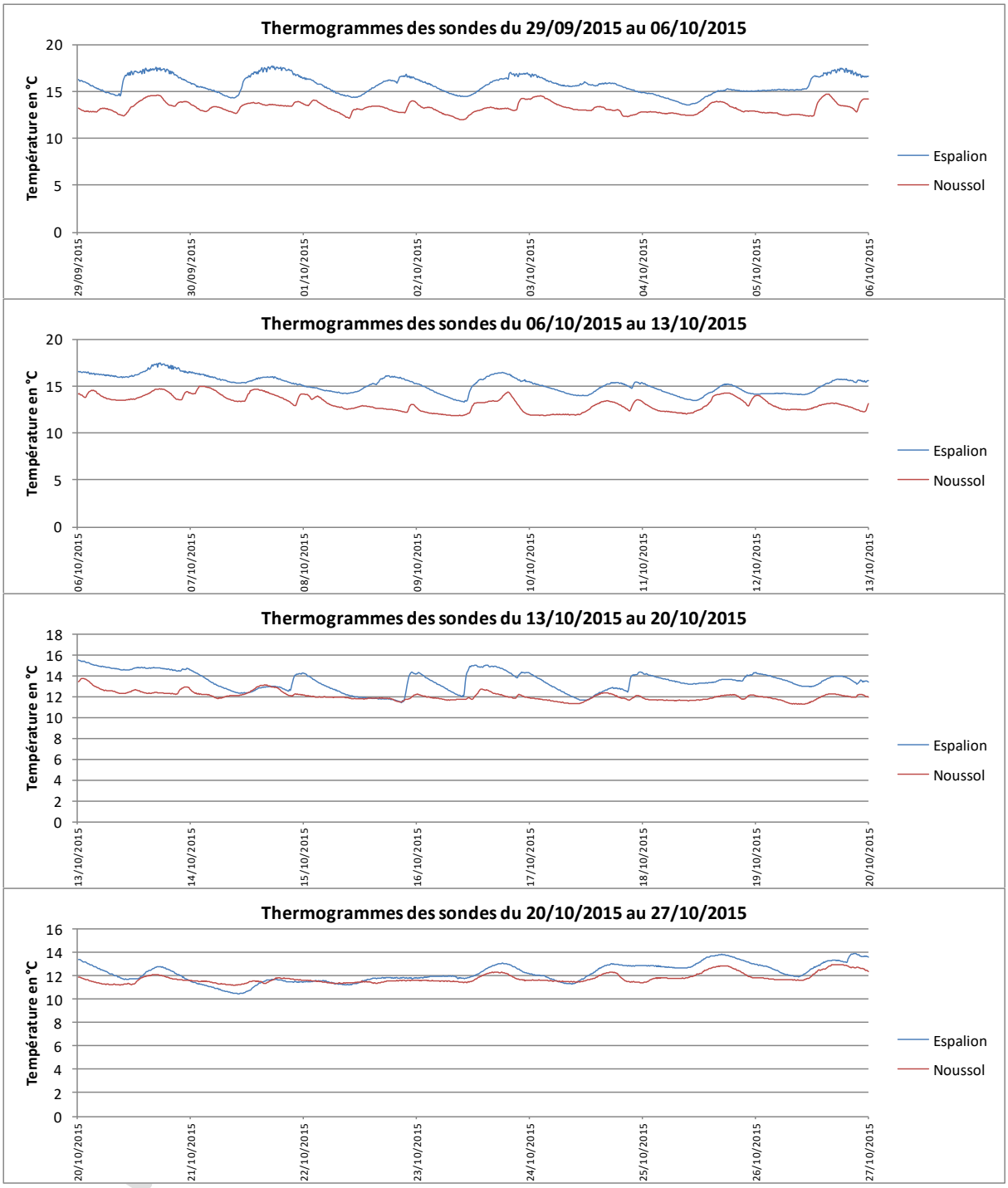

Thermogrammes des sondes du 28/07/2015 au 04/08/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
28/07/2015
29/07/2015
30/07/2015
31/07/2015
01/08/2015
02/08/2015
03/08/2015
04/08/2015
Espalion
Noussol


Thermogrammes des sondes du 04/08/2015 au 11/08/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
04/08/2015
05/08/2015
06/08/2015
07/08/2015
08/08/2015
09/08/2015
10/08/2015
11/08/2015
Espalion
Noussol


Thermogrammes des sondes du 11/08/2015 au 18/08/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
11/08/2015
12/08/2015
13/08/2015
14/08/2015
15/08/2015
16/08/2015
17/08/2015
18/08/2015
Espalion
Noussol


Thermogrammes des sondes du 18/08/2015 au 25/08/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
18/08/2015
19/08/2015
20/08/2015
21/08/2015
22/08/2015
23/08/2015
24/08/2015
25/08/2015
Espalion
Noussol


Thermogrammes des sondes du 25/08/2015 au 01/09/2015
Température en °C
0
5
10
15
20
25
25/08/2015
26/08/2015
27/08/2015
28/08/2015
29/08/2015
30/08/2015
31/08/2015
01/09/2015
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 01/09/2015 au 08/09/2015
Température en °C
01/09/2015
02/09/2015
03/09/2015
04/09/2015
05/09/2015
06/09/2015
07/09/2015
08/09/2015
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 08/09/2015 au 15/09/2015
Température en °C
08/09/2015
09/09/2015
10/09/2015
11/09/2015
12/09/2015
13/09/2015
14/09/2015
15/09/2015
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 15/09/2015 au 22/09/2015
Température en °C
15/09/2015
16/09/2015
17/09/2015
18/09/2015
19/09/2015
20/09/2015
21/09/2015
22/09/2015
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 22/09/2015 au 29/09/2015
Température en °C
22/09/2015
23/09/2015
24/09/2015
25/09/2015
26/09/2015
27/09/2015
28/09/2015
29/09/2015
Espalion
Noussol


Thermogrammes des sondes du 29/09/2015 au 06/10/2015
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 06/10/2015 au 13/10/2015
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 13/10/2015 au 20/10/2015
Température en °C
Espalion
Noussol
Thermogrammes des sondes du 20/10/2015 au 27/10/2015
Température en °C
Espalion
Noussol