



ANNEXES

Vizille
Vaulnaveys-le-Bas
Vaulnaveys-le-Haut
Chamrousse
CC Pays du Grésivaudan

Rédacteurs :

- Anne DOS SANTOS
- Michel VALLET
- Jérémie HAHN
- Olivier ROLLET
- Alexandre COSMIDES

Relecture : Vivian VISINI

Ruisseau du Vernon et affluents ÉTUDE HYDRAULIQUE ET ECOLOGIQUE PHASE I - DIAGNOSTIC

www.gen-tereo.fr

218 voie A. Bergès - 73800 Sainte Hélène du Lac
Tél. 04 79 84 30 44

S.A.R.L. au capital de 20 000 € - RCS CHAMBERY B 402 731 996 / N° de TVA Intracommunautaire FR84402731996
SIRET 402 731 996 00029 - APE 7112B

Dossier n°: **2011080**

Version : 20120215

Date : 08/10/2012

SOMMAIRE

Annexe 1– Protocoles d’inventaires	5
Annexe 2– Résultats bruts physico-chimie.....	12
Annexe 3 – Suivi thermique	13
Annexe 4 – Description des tronçons	18
Annexe 5 – Caractéristiques des bassins versants.....	22
Annexe 6 – Méthodes hydrologiques	23
Annexe 7 – Résultats Hydrologie	26
Annexe 8 – Analyse de sensibilité.....	30
Annexe 9 – Résultats hydraulique	32
Annexe 10 – Inventaires floristiques	45
Annexe 11 – Peuplements théoriques (Verneaux 1981)	64
Annexe 12 – Résultats des inventaires piscicoles	65
Annexe 13 – Ouvrages	83

Crédit photographique : toutes les photographies illustrant ce rapport ont été réalisées par les membres du bureau d'études TERE O et HYDRETUDES.

ANNEXE 1 – PROTOCOLES D'INVENTAIRES

1.1 - Qualité physico-chimique et mesure de débits

Les prélèvements d'eau en vue d'analyses physico-chimiques classiques sont réalisés selon la norme NF T 90-100 dans le flaconnage fournis par le laboratoire. Les prélèvements d'eau seront réalisés dans la lame d'eau avant toute autre intervention dans le lit du cours d'eau afin d'éviter de modifier la turbidité de l'eau ou la mise en suspension d'autres particules issus des sédiments. Les prélèvements se font sans toucher l'intérieur du flacon, du bouchon et le filetage afin de ne pas contaminer l'échantillon.

Certains paramètres physico-chimiques sont mesurés au moyen de sondes de terrain de marque WTW. Ces paramètres sont la température de l'eau, la concentration en oxygène dissous, le pourcentage de saturation, le pH et la conductivité.

Nous rappelons que les prélèvements d'eau reflètent une situation à un instant donné. La qualité d'eau ponctuelle n'intègre donc pas les variations journalières et saisonnières.

Les interventions sont consignées dans une fiche terrain propre à chaque station.

A l'issue de chaque journée de prélèvement, les échantillons sont transmis au laboratoire.

Les mesures de débits sont réalisées par la **méthode d'exploration des champs de vitesse** à l'aide d'un vélocimètre électromagnétique type BFM801¹. Sur une section transversale de la rivière, on explore le champ des vitesses, verticale par verticale. En général, on réalise entre 5 et 15 verticales par section selon sa largeur et sa géométrie, avec 2 à 5 points de mesure par verticale, selon la hauteur d'eau et la distribution verticale des vitesses. Aux endroits où les régimes d'écoulement sont réguliers et laminaires, les points de mesure peuvent être espacés. A l'inverse, on resserre le nombre de points et de verticales sur les secteurs où les variations de vitesse ou de hauteur d'eau sont importantes.

NB : Cette méthode implique de pouvoir traverser le cours d'eau à pied.

1.2 - Suivis thermiques

Le suivi de la température de l'eau au cours de l'année et surtout pendant la période la plus chaude apporte des informations très intéressantes de la composition du peuplement piscicole et du potentiel astacicole. Ce type d'information est aujourd'hui assez simple à acquérir grâce à des sondes qui sont placées sur les stations et qui enregistrent les températures en fonction d'un pas de temps défini sans qu'il soit nécessaire d'intervenir au cours du suivi.

Nous utilisons deux types de sondes enregistreuses de la marque ONSET :

- Les sondes « Tidbit »,
- Les sondes « Hobo ».

Les différences entre les deux types de sondes sont minimales.

Les sondes Tidbit, coulées dans une résine assez denses, sont très résistantes et faciles à placer. Par contre elles ne peuvent pas être rechargées, leur durée de vie est donc limitée (2 à 5 ans selon l'utilisation).

¹ Sonde électromagnétique associée à un indicateur électronique de vitesse. L'eau, en se déplaçant dans le champ magnétique généré par la sonde, produit une force électromotrice induite proportionnelle à la vitesse de l'écoulement. Ce type de matériel a de nombreux avantages : aucune pièce en mouvement (faible risque de détérioration et entretien réduit), indication directe de la vitesse de l'écoulement, gamme étendue de vitesses mesurables - 0,1 à + 6 m/s.

La pile des sondes Hobo peut être changée, ce qui est un avantage évident. En revanche, la sonde est protégée par une coque plastique légère peu robuste et qui flotte, ce qui est parfois gênant pour placer la sonde.

Nous disposons d'une trentaine de sondes Tidbit et Hobo. Nous possédons également les appareils de lecture adaptés à chaque type de sonde ainsi que des logiciels de récupération et de traitement des données.



Sonde Hobo



Mise en place d'une sonde Tidbit



Sonde Tidbit

1.3 - Habitats zones humides et flore

RELEVES FLORISTIQUES PAR TYPE DE FORMATION

Le plan d'échantillonnage de la flore (implantation et nombre de relevés par type d'habitat) a été établi à partir d'une analyse des photographies aériennes.

Pour chaque relevé, nous réalisons un inventaire exhaustif de la flore en place sur une superficie donnée (cadre d'étude), dépendant du type de la formation végétale étudiée :

- Formations basses à faible recouvrement : cadre de 10 m²
- Formation basse à fort recouvrement : cadre de 4 m²
- Formation ligneuse basse (fourrés, maquis bas) : cadre de 25 m²
- Formation ligneuses hautes : cadre de 100 m².

Les cadres sont positionnés pour la totalité de l'étude et servent donc pour les différentes campagnes d'inventaire.

Ce travail d'inventaire par cadres nous fournit l'inventaire botanique de chaque formation d'une part et l'inventaire floristique de la zone d'étude d'autre part. Il entre également dans la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation des habitats.

N.B : Seuls les phanérogames vasculaires ont été inventoriés à savoir les Ptéridophytes (fougères, prêles et sélaginelles) et les Spermatophytes (Gymnospermes et Angiospermes).

Tous les Rubus et Taraxacum n'ont pas été identifiés jusqu'à l'espèce même si cela n'apparaît pas dans les données de synthèse. En effet, les agrégats ne peuvent être saisis dans la base.

RECHERCHE DES STATIONS D'ESPÈCES PROTÉGÉES

En complément à l'approche par cadres, nous effectuons une recherche systématique des stations d'espèces protégées connues ou potentielles (après une première approche bibliographique). Les recherches

sont orientées en fonction de l'écologie des espèces concernées. Lors de ces prospections, nous complétons également l'inventaire floristique global de la zone d'étude.

Les stations d'espèces protégées sont relevées au GPS pour être intégrées à la base de données géoréférencée.

Chaque espèce protégée recensée fait l'objet d'une fiche descriptive comportant :

- Une description de l'espèce avec photographie,
- Le rappel de son écologie,
- Le rappel de son statut réglementaire,
- L'état des populations observées dans la zone d'étude,
- Le rappel des menaces et des mesures de conservation

1.4 - Description de la qualité physique

La qualité physique des cours d'eau est un des paramètres explicatifs majeurs de l'état des peuplements et des populations piscicoles. Pour la décrire, nous appliquons la méthodologie de description de la qualité physique par tronçon homogène développée par la Délégation régionale de Lyon de l'ONEMA (ex DR5 du CSP). Cette méthodologie est basée sur la description des quatre composantes fondamentales de la qualité physique : l'hétérogénéité, l'attractivité, la connectivité et la stabilité. Son intérêt est de définir, sur la base d'un protocole reproductible, un état fiable et objectif.

La description est fondée sur des mesures de terrain réalisées lors d'une reconnaissance complète à pied selon une grille standardisée. Pour des raisons de lisibilité, les prospections de terrain doivent être réalisées à l'étiage. De cette manière, les divers éléments de la qualité physique sont quantifiés et des scores synthétiques sont calculés :

1 **Le score d'hétérogénéité** sanctionne le degré de variété des formes, des substrats/supports, des vitesses de courant et des hauteurs d'eau du lit d'étiage ; plus ce score est élevé, plus les ressources physiques sont diversifiées.

2 **Le score d'attractivité** intègre la qualité des substrats (intérêt global des substrats/supports pour les poissons), la quantité et la qualité des caches et des abris ainsi que l'existence et la variété des frayères.

3 **Le score de connectivité** caractérise la fonctionnalité de la zone inondable ainsi que la fréquence des contacts entre la rivière et les interfaces emboîtées que constituent la ripisylve et le lit "moyen". Il apprécie également le degré de compartimentage longitudinal par les barrages et les seuils, ainsi que les possibilités de circulation des poissons migrateurs ou "sédentaires".

4 **Le score de stabilité** des berges et du lit traduit l'importance des érosions régressives (fréquence des seuils), progressive et latérale (proportion de méandres instables), de l'état des berges (degré d'érosion), de l'incision...

Chaque composante est définie par 5 classes de A à E. La classe supérieure – **A** – correspondant à une situation correcte pour le paramètre étudié mais pas nécessairement à une condition optimale.

Une note globale est ensuite calculée pour rendre compte de la qualité physique globale du tronçon.

Les écarts éventuels observés pour chaque paramètre par rapport à la situation normale (classe A) sera discutée et expliquée par les facteurs naturels ou humains.

1.5 - Calage biotypologique des stations d'inventaire

Le calage typologique des stations nous permettra de définir leurs peuplements piscicoles théoriques, élément de référence indispensable pour exploiter les résultats des inventaires piscicoles.

1.5.1 - La biotypologie un outil d'aide à la gestion

L'évolution des conditions écologiques de l'amont vers l'aval des cours d'eau se traduit par une modification plus ou moins progressive des écosystèmes. Les peuplements piscicoles n'échappent pas à cette règle et l'on constate, toujours de l'amont vers l'aval, un fort enrichissement spécifique et une succession d'espèces adaptées aux changements de milieu.

Le concept de biotypologie développé par Verneaux (1973, 1976, 1977, 1981) traduit ce phénomène par la succession de dix types écologiques (biocénotypes B0 à B9) le long d'un écosystème d'eau courante théorique. A chacun de ces « niveaux typologiques » est rattaché un peuplement potentiel composé d'espèces présentant des exigences comparables. Parmi ces espèces, on distinguera les espèces centrales ou caractéristiques pour lesquelles les densités théoriques sont optimales et les espèces d'accompagnement qui se situent là aux marges de leur spectre écologique et dont les densités théoriques sont plus faibles.

Toute station ou tronçon d'étude d'un cours d'eau peut être rattaché à un niveau typologique.

La biotypologie permet pour un cours d'eau de disposer d'un « état de référence » en dehors de toute perturbation. Ainsi Verneaux en 1973 énonce que l'intérêt principal de cet outil est de : *« reconstituer la composition normale des peuplements électifs, des différents types de milieux, et d'apprécier, par comparaison, l'état général du site d'après la nature et le nombre d'espèces recensées. »*.

Le peuplement théorique de référence pourra ainsi être comparé avec le peuplement piscicole observé et ainsi replacer la discussion de l'écart entre les peuplements actuels par rapport à une situation optimale. Ces écarts pourront être jugés sur le plan qualitatif en s'intéressant à la richesse spécifique et sur le plan quantitatif en comparant les classes d'abondances spécifiques théoriques et observées.

De plus, cet « état de référence » permet de définir la situation optimale théorique à atteindre dans le cas de restauration de cours d'eau.

1.5.2 - Calcul des niveaux typologiques

Le niveau typologique des stations étudiées sera calculé selon la méthode proposée par Verneaux (1981), à partir de 3 composantes, la composante thermique (T1), la composante trophique (T2) et la composante morphodynamique (T3) :

$$NTT = 0,45 T1 + 0,30 T2 + 0,25 T3$$

où $T1 = 0,55 T_{mm} - 4,34$

- avec T_{mm} = température maxi moyenne des 30 jours les plus chauds,
- $T2 = 1,17 \ln (0,01.do.D) + 1,50$
- avec do = distance à la source et D = dureté totale (dosage in situ)
- $T3 = 1,75 \ln (100 . Sm / PL2) + 3,92$
- avec Sm et l = surface et largeur mouillées à l'étiage et P = pente

Pour définir le niveau typologique, nous aurons donc besoin :

- des caractéristiques physiques du cours d'eau (mesurées sur la station),
- de la dureté totale, dosée également sur place,
- d'un suivi thermique sur la période juin / août pour déterminer T_{mm} .

1.5.3 - Définition des peuplements théoriques

Le peuplement de référence de chaque niveau typologique sera établi d'après la méthodologie proposée par la délégation régionale de Lyon de l'ONEMA et mise en œuvre, notamment, dans le cadre du suivi piscicole du réseau national de bassin (RNB) puis du suivi de réseau hydrobiologique et piscicole (RHP) de l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.

A partir du modèle proposé par Verneaux et des données de pêche d'inventaire, la délégation régionale a établi un tableau de référence quantitatif permettant de déterminer, par niveau typologique, la composition du peuplement et l'abondance théorique de chaque espèce.

La définition du peuplement de référence se fait ainsi :

1. les espèces présentes à la fois dans l'inventaire et dans les espèces potentielles du type sont retenues en priorité et se voient attribuer leur abondance théorique ;
2. si le nombre d'espèce potentiel n'est pas atteint dans l'inventaire, on complète le peuplement de référence en retenant les espèces présentant la plus forte abondance théorique à condition que leur présence soit possible (présence historique) ;
3. on vérifie que la somme des abondances attribuées à chaque espèce est approximativement égale au score d'abondance optimal.

1.6 - Pêche par prospection complète

La méthode d'inventaire la plus fréquemment utilisée est la méthode de *De Lury*. Elle repose sur le principe que, pour un même effort de pêche et sans réintroduction entre les différents passages des poissons pêchés, le nombre d'individus capturés diminue entre deux passages successifs et est proportionnel au nombre de poissons présents dans le secteur juste avant le passage considéré. Elle permet, sauf pour les espèces non inféodées à une cache ou au fond dont le comportement biaise la nécessaire similitude de l'effort de pêche, une estimation quantitative de la densité des populations en place, dont la valeur probable, P , est donnée par la formule (pour deux passages) suivante :

$$P = m^2 / (m - n)$$

où m est le nombre de sujets capturés au 1^{er} passage

et n est le nombre de sujets capturés au 2^{ème} passage.

Cette méthode est la seule à permettre une approche précise, complète et quantitative des populations et peuplements en place. Elle nécessite pour être efficaces des conditions de pêche satisfaisantes, à savoir :

- largeur du cours d'eau < 20-25 m (on compte qu'une personne par mètre de large de cours d'eau est nécessaire ...)
- une anode nécessaire par tranche de 4 à 6 mètres de largeur
- profondeur de l'eau < à 0,8 mètre
- eau claire

Lorsque ces conditions ne sont pas remplies, seules des approches qualitatives ou semi-quantitatives sont possibles.

Lors des pêches d'inventaires, les poissons capturés sont anesthésiés, dénombrés par espèces, pesés et mesurés.

Pour les grandes espèces, les poissons sont pesés et mesurés individuellement.

Dans le cas des petites espèces très abondantes, le dénombrement et l'évaluation de la biomasse se font à partir de lots d'échantillonnage. Plusieurs stratégies sont alors utilisables. Utilisant des balances capables d'automatiser les pesées moyennes, nous adoptons généralement la méthode suivante :

- Tris des poissons par lots de tailles,
- Pesée d'un ou plusieurs lots témoins (effectif connu)
- Pesée des lots, la balance donnant la biomasse et une estimation de l'effectif.

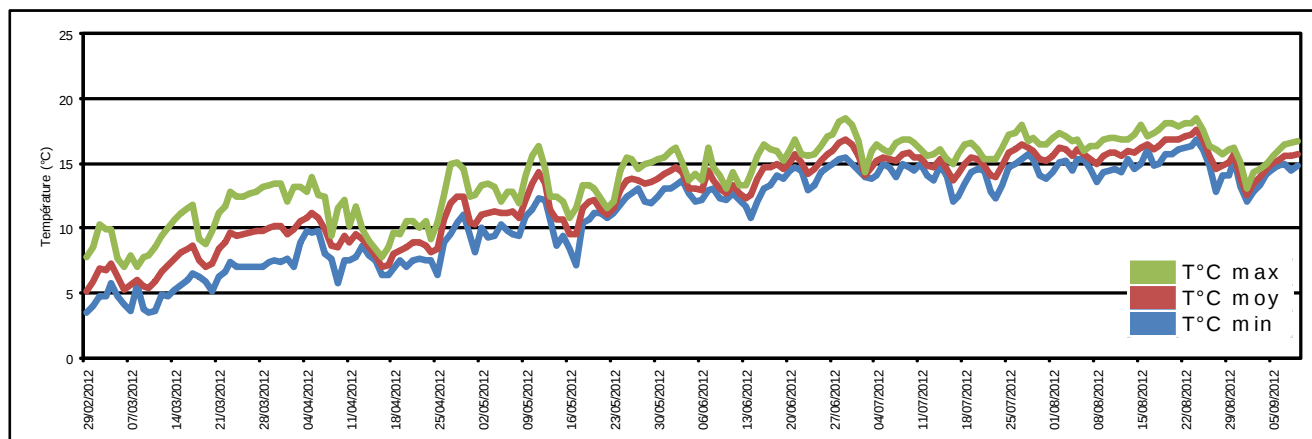
Pour permettre les comparaisons des résultats de biomasses et d'effectifs obtenus sur différentes stations, il est nécessaire de les ramener à une unité de surface commune. Pour faciliter ces comparaisons, notamment par rapport à un peuplement théorique, les résultats bruts sont traduits en cinq classes d'abondances dont les bornes sont données par les tableaux de référence de la DR5 de l'ONEMA.



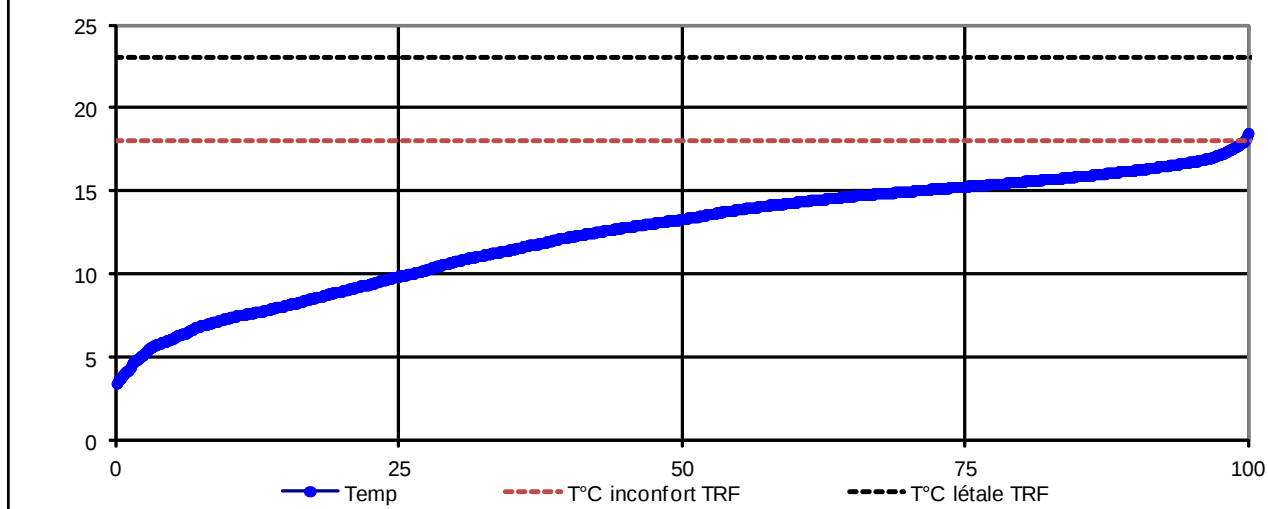
ANNEXE 2 – RESULTATS BRUTS PHYSICO-CHIMIE

ANNEXE 3 - SUIVI THERMIQUE**Fiche de suivi thermique (MAI295)**Cours d'eau : **Ruisseau des Mailles**Régime hydrologique : **Pluvio-nival**Département : **38**Commune : **Vaulnaveys-le-Bas**

Coordonnées Lambert :

Localisation : **Le Plâtre**X : **872238,000**Y : **2016399,000**Altitude : **295**Période de suivi : du **29/02/2012** au **09/09/2012****Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi****Tableau des températures mensuelles moyennes, mini et maxi sur la période de suivi**

	Févr. 12	Mars. 12	Avril. 12	Mai. 12	Juin. 12	Juil. 12	Aoû. 12					
T min.	3,5	3,5	5,8	7,2	10,8	12,1	13,6					
T moy.	5,2	7,8	9,5	12,0	14,4	15,2	16,0					
T max.	7,8	13,5	15,1	16,3	18,5	18,0	18,0					

Courbe des températures classées sur la périodeTempérature maximum moyenne sur 30 jours consécutifs : **17,2**(du **27/07/2012** au **25/08/2012**)

Fiche de suivi thermique (VRN326)/ Sonde récupérée hors de l'eau

Cours d'eau : **Vernon**Régime hydrologique : **Pluvial**Département : **38**Commune : **Vaulnaveys-le-Bas**

Coordonnées Lambert :

Localisation : **Coyret**X : **872761,000**Y : **2018688,000**Altitude : **326**Période de suivi : du **29/02/2012** au **09/09/2012**

Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi

Données non validées / Sonde récupérée hors d'eau

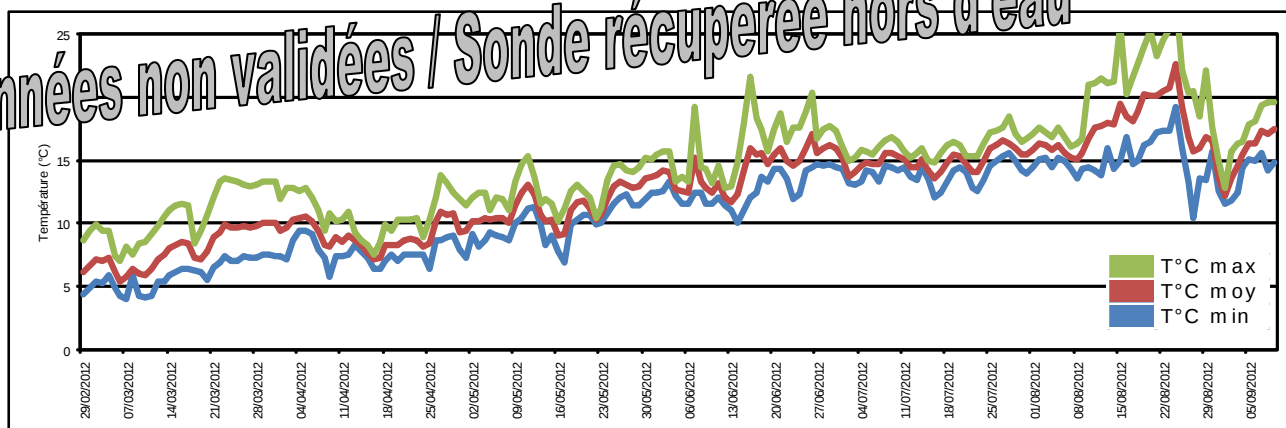
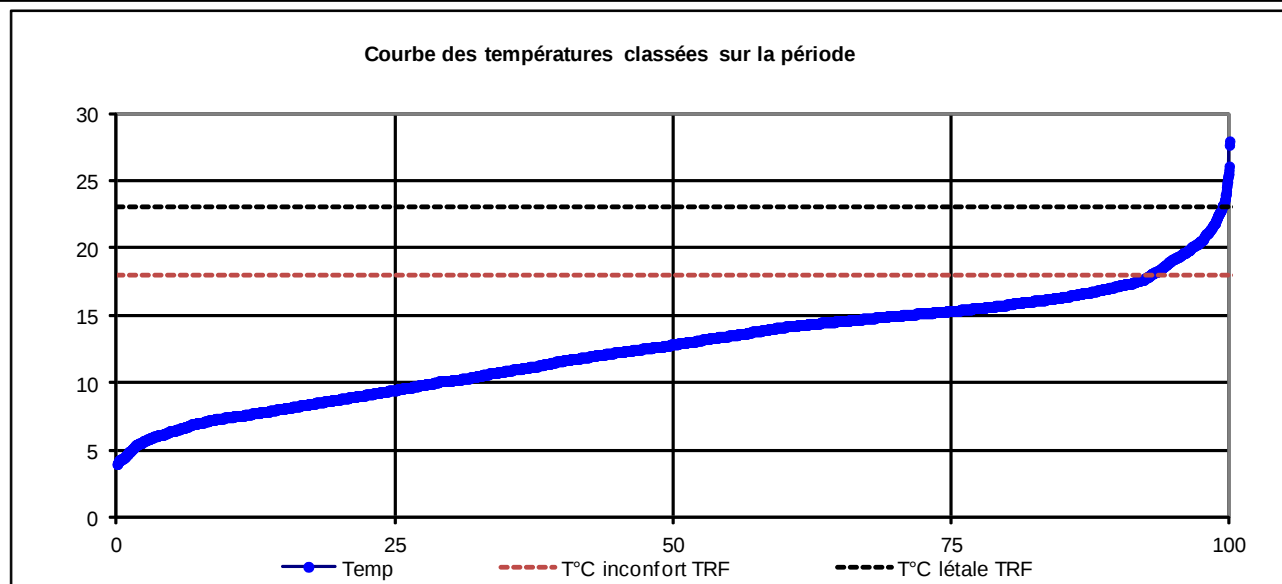


Tableau des températures mensuelles moyennes, mini et maxi sur la période de suivi

	Févr. 12	Mars. 12	Avril. 12	Mai. 12	Juin. 12	Juil. 12	Aoû. 12
T min.	4,4	4,0	5,8	6,9	10,1	12,0	13,6
T moy.	6,1	8,0	9,1	11,3	14,4	15,0	17,2
T max.	8,7	13,6	13,8	15,3	21,6	18,4	25,8

Courbe des températures classées sur la période

Température maximum moyenne sur 30 jours consécutifs : **20,7**(du **01/08/2012** au **30/08/2012**)

Fiche de suivi thermique (VRN590)

Cours d'eau : **Vernon**Régime hydrologique : **Pluvial**Département : **38**Commune : **Vaulnaveys-le-Haut**

Coordonnées Lambert :

Localisation : Les Davids

X : **875431,000**Y : **2020300,000**Altitude : **590**Période de suivi : du **29/02/2012** au **09/09/2012**

Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi

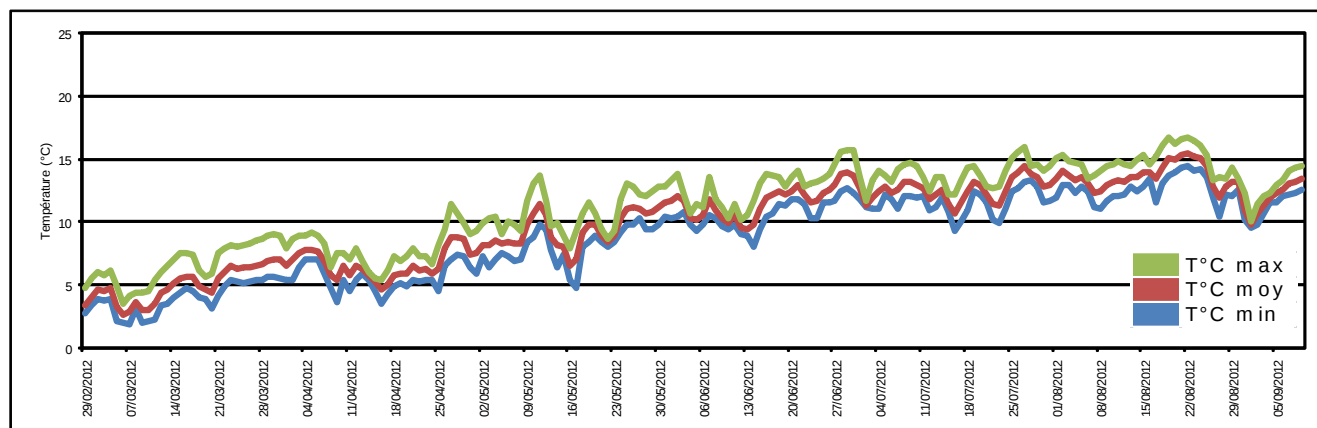
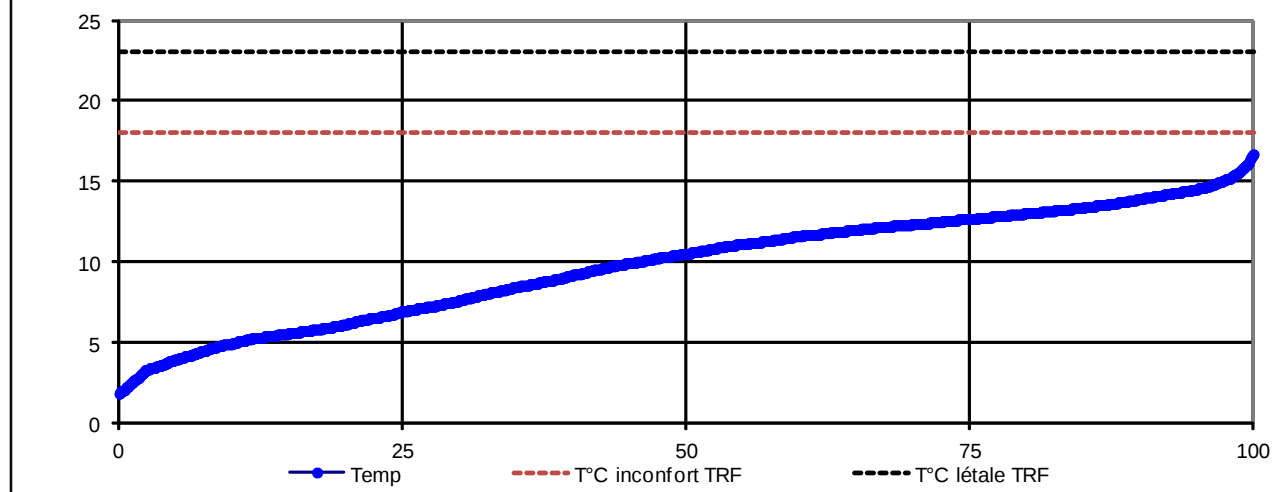


Tableau des températures mensuelles moyennes, mini et maxi sur la période de suivi

	Févr. 12	Mars. 12	Avril. 12	Mai. 12	Juin. 12	Juil. 12	Août. 12
T min.	2,7	1,9	3,5	4,8	8,1	9,3	11,0
T moy.	3,4	5,0	6,6	9,3	11,6	12,6	13,6
T max.	4,7	9,1	11,4	13,8	15,8	16,0	16,7

Courbe des températures classées sur la période

Température maximum moyenne sur 30 jours consécutifs : **15,1**(du **26/07/2012** au **24/08/2012**)

Fiche de suivi thermique (VRN286)

Cours d'eau : **Vernon**Régime hydrologique : **Nivo-pluvial**Département : **38**Commune : **Vizille**

Coordonnées Lambert :

Localisation : Les Travers

X : 871847,000

Y : 2015669,000

Altitude : **286**Période de suivi : du **29/02/2012** au **09/09/2012**

Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi

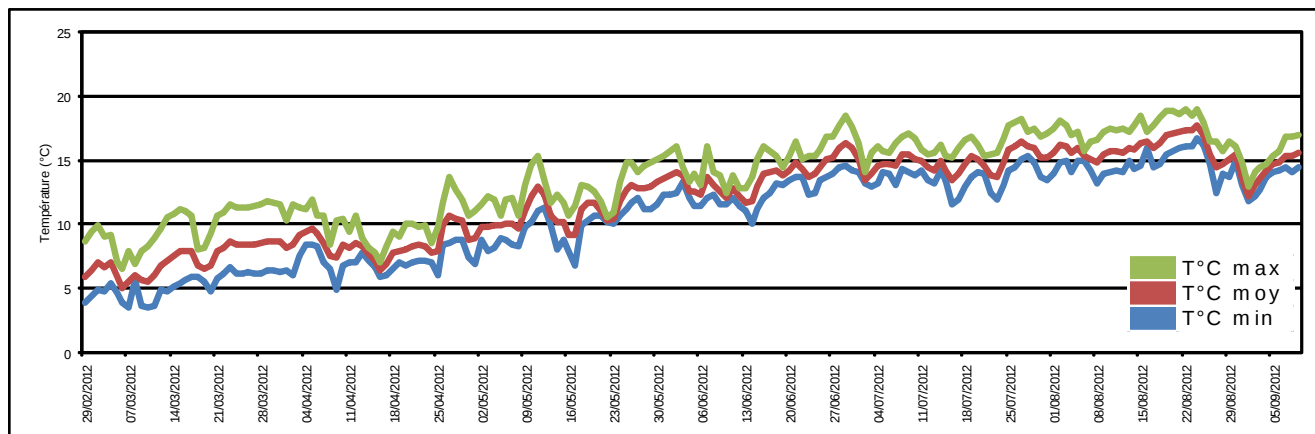
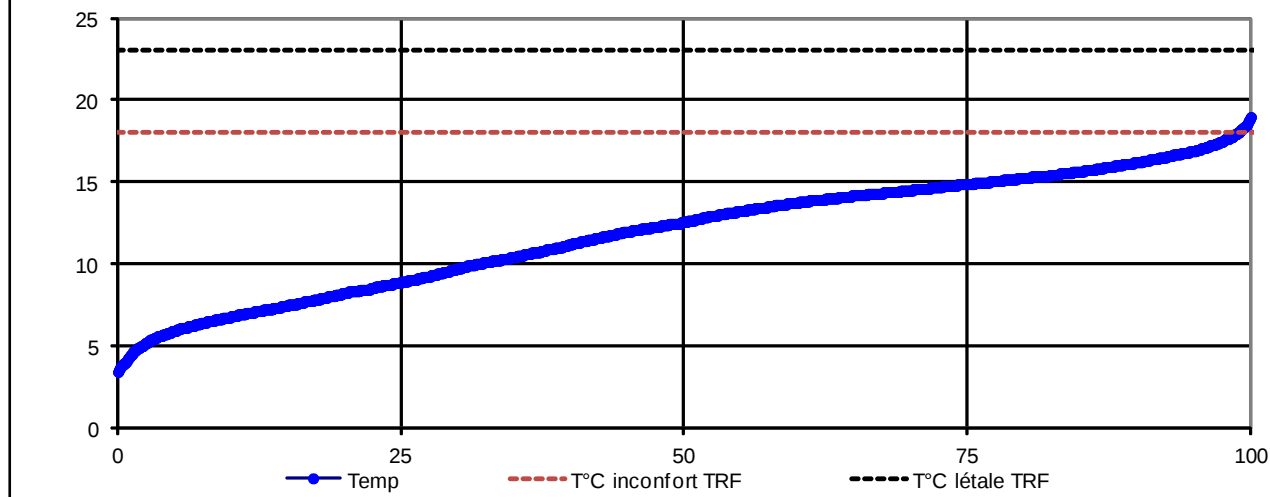


Tableau des températures mensuelles moyennes, mini et maxi sur la période de suivi

	Févr. 12	Mars. 12	Avril. 12	Mai. 12	Juin. 12	Juil. 12	Aoû. 12
T min.	3,9	3,5	4,9	6,8	10,1	11,5	13,2
T moy.	5,9	7,3	8,5	11,2	13,7	14,8	15,9
T max.	8,7	11,8	13,8	15,4	18,4	18,2	18,9

Courbe des températures classées sur la période

Température maximum moyenne sur 30 jours consécutifs : **17,7**

(du 27/07/2012 au 25/08/2012)

Fiche de suivi thermique (RPR310)

Cours d'eau : **Ruisseau de Prémol**Régime hydrologique : **Nivo-pluvial**Département : **38**Commune : **Vaulnaveys-le-Bas**

Coordonnées Lambert :

Localisation : Les Guillardières

X : **872623,000**Y : **2017752,000**Altitude : **310**Période de suivi : du **29/02/2012** au **09/09/2012**

Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi

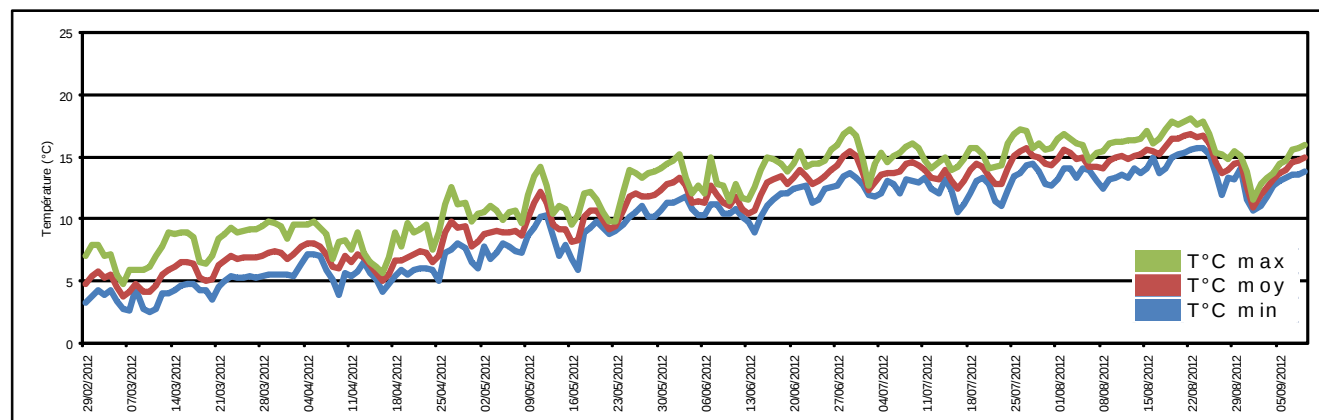
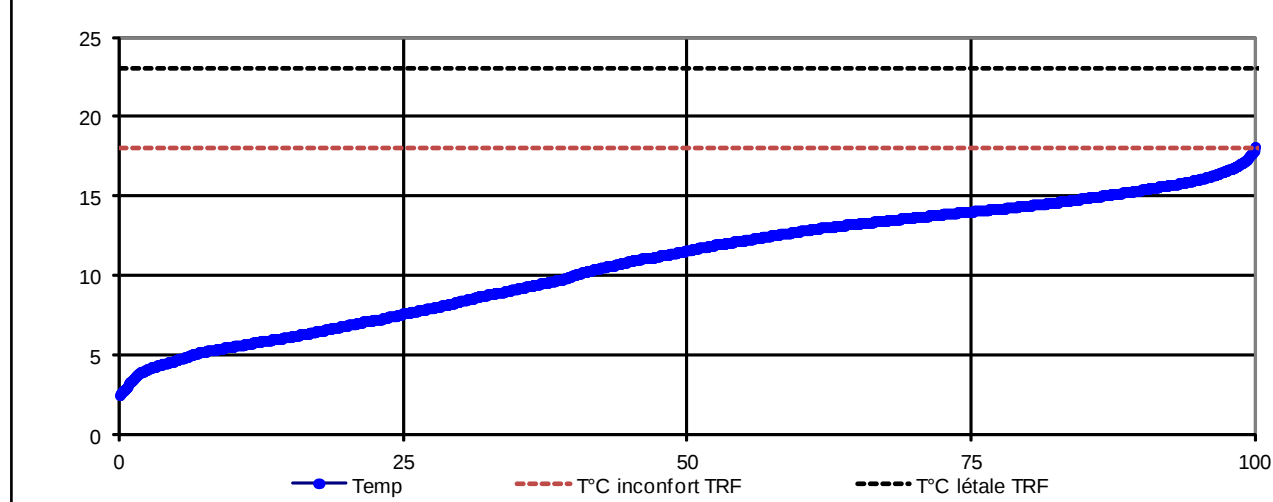


Tableau des températures mensuelles moyennes, mini et maxi sur la période de suivi

	Févr. 12	Mars. 12	Avril. 12	Mai. 12	Juin. 12	Juil. 12	Aoû. 12
T min.	3,3	2,5	3,9	5,9	8,9	10,6	12,4
T moy.	4,8	5,8	7,2	10,2	12,7	13,9	15,2
T max.	7,1	9,9	12,6	14,4	17,2	17,3	17,9

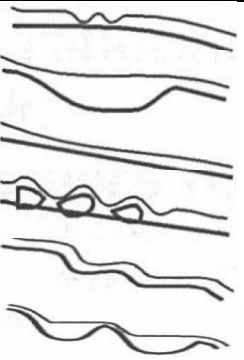
Courbe des températures classées sur la période

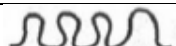
Température maximum moyenne sur 30 jours consécutifs : **16,6**(du **26/07/2012** au **24/08/2012**)

ANNEXE 4 – DESCRIPTION DES TRONÇONS

Les cours d'eau ont été découpés en tronçon homogènes selon différents critères.

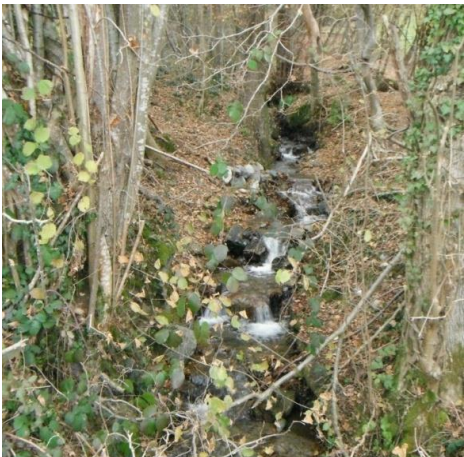
Légende :

Séquence de faciès	
Radier	
Mouille	
Plat	
Rapides	
Escalier	
Cascade / chute	

Sinuosité	
Rectiligne	
Faiblement sinueux	
Moyennement sinueux	
Très sinueux	

Granulométrie (note/20)	
Rochers	> 5m
Blocs	25cm-1m
Pierre	6-25cm
Cailloux	1.6-6cm
Graviers	0.2-1.6cm
Sables	0.05mm-2mm
Limons	<0.05mm

Localisation	Photo	Description
Vernon amont : De la RD5E à la RD524		Le ruisseau du Vernon présente une morphologie assez diversifiée principalement lors des traversées urbaines. Dans les zones rurales, les caractéristiques sont les suivantes : ○ Pente moyenne : de 2 à 7% ○ Sinuosité : faible, voire rectiligne ○ Faciès : escaliers puis plat ○ Granulométrie : assez grossière, composée de cailloux, pierres et de blocs (1 à 60cm) ○ Largeur en fond : 1.5 à 3m Dans les zones urbanisées, la morphologie varie fortement selon les zones, et de manière locale. Les berges peuvent être bétonnées ou enrochées, naturelles, endiguées etc. Par exemple, les photos ci-joint montrent: - une partie rectiligne entièrement chenalisée, avec un muret d'un seul côté - une partie entièrement bétonnée
Vernon amont De la RD524 à la confluence avec le Prémol		La zone est majoritairement rurale et située dans la plaine inondable. Les berges sont naturelles. Les caractéristiques sont les suivantes : ○ Pente moyenne : 1% ○ Sinuosité : faible, voire rectiligne ○ Faciès : plat ○ Granulométrie : 1 à 30cm ○ Largeur en fond : 1.5 à 3m

Vernon aval confluence avec le Prémol		La zone est majoritairement recalibrée avec la RD524 en rive droite. Les caractéristiques sont les suivantes : ○ Pente moyenne : 0.5 à 1% ○ Sinuosité : rectiligne ○ Faciès : plat ○ Granulométrie : 1 à 30cm ○ Largeur en fond : 3 à 5m On note quelques zones naturelles éparses.
Prémol : De la scierie au lieu-dit Passe Rivière		Le ruisseau de Prémol présente une morphologie relativement homogène depuis la scierie jusqu'à la confluence avec le Vernon. De la scierie au lieu-dit Passe Rivière, les caractéristiques sont les suivantes : ○ Pente moyenne : forte, de 5-6 à 10% ○ Sinuosité : faible, voire rectiligne ○ Faciès : escaliers ○ Granulométrie : grossière, composée de pierres et de blocs (6 à 75cm) ○ Largeur en fond : 2 à 3m
Prémol : Du lieu-dit de Passe-Rivière à la confluence avec le Vernon		Les caractéristiques sont les suivantes : ○ Pente moyenne : 2 à 5% ○ Sinuosité : faible, voire rectiligne ○ Faciès : plat ○ Granulométrie : 6 à 30cm ○ Largeur en fond : ~3m
Mailles :		Les caractéristiques sont les suivantes : ○ Pente moyenne : 5 à 10% ○ Sinuosité : faible, voire rectiligne ○ Faciès : escaliers puis plat ○ Granulométrie : 1 à 50cm ○ Largeur en fond : ~1m

Grande Combe à Vaulnaveys le Bas		Les caractéristiques sont les suivantes : ○ Pente moyenne : 5 à 10% ○ Sinuosité : faible, voire rectiligne ○ Faciès : escaliers, plat ○ Granulométrie : 2 à 30cm ○ Largeur en fond : ~0.5 à 1m
Grande Combe à Vizille		Les caractéristiques sont les suivantes : ○ Pente moyenne : 1 à 20% ○ Sinuosité : rectiligne ○ Faciès : escaliers, plat ○ Granulométrie : 1 à 10cm ○ Largeur en fond : ~0.5 à 1m

ANNEXE 5 – CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

B.V.	Superficie (ha)	Longueur hydraulique (m)	Pente moyenne (m/m)	Temps concentration (hrs)
BV1	596.88	5600.00	0.295	0.79
BV2	147.53	3540.00	0.294	0.56
BV3	244.95	3090.00	0.333	0.60
BV4	101.79	2000.00	0.185	0.65
BV5	258.23	2700.00	0.123	1.02
BV6	1189.61	6500.00	0.236	1.06
BV7	139.65	2850.00	0.288	0.56
BV8	91.03	1980.00	0.143	0.71
BV9	137.92	1560.00	0.154	0.80
BV10	192.60	2770.00	0.102	1.02
BV11	45.60	2050.00	0.384	0.36
BV12	276.15	3400.00	0.351	0.60
BV13	98.86	2180.00	0.291	0.51
BV14	35.56	1640.00	0.034	1.15
BV15	68.31	2270.00	0.441	0.38
BV16	78.88	1510.00	0.739	0.31
BV17	134.02	2900.00	0.159	0.74
BV18	235.12	2800.00	0.082	1.20
BV19	56.08	1200.00	0.213	0.53
BV20	176.96	2600.00	0.346	0.54
BV21	116.02	1880.00	0.436	0.44
BV22	106.33	2350.00	0.332	0.48
BV23	139.54	2180.00	0.084	1.04

BV num	CNmin	CNmoy	CNmax	Jmin	Jmoy	Jmax
BV1	56.1	65	73.8	90	137	199
BV2	58.2	67.1	76.1	79.9	124	183
BV3	60.4	68.8	77.1	75.3	115	166
BV4	68.4	75.2	82.1	55.4	83.6	118
BV5	69.7	76.8	83.9	48.9	76.9	111
BV6	52.5	62	71.6	101	156	230
BV7	60.7	68.9	77.2	74.9	114	165
BV8	67.4	75.2	83	52.1	83.7	123
BV9	69.1	76.6	84.1	47.9	77.5	113
BV10	66.1	73.7	81.3	58.2	90.4	130
BV11	55.8	64.8	73.8	90	138	201
BV12	51.3	61.1	70.9	104	162	241
BV13	57.8	67	76.1	80	125	185
BV14	68.7	76.1	83.5	50.2	79.7	115
BV15	50	60	70	109	169	254
BV16	51.9	61.7	71.5	101	158	236
BV17	50	60	70	109	169	254
BV18	65.9	73.2	80.6	61.3	92.9	132
BV19	63.1	71.7	80.3	62.4	100	149
BV20	53.2	62.7	72.2	97.9	151	224
BV21	50.6	60.5	70.5	106	166	248
BV22	53.8	63.3	72.7	95.5	147	218
BV23	69.6	76.5	83.4	50.7	78	111

ANNEXE 6 – METHODES HYDROLOGIQUES

1.7 - Production

La méthode utilisée est celle du *Soil Conservation Service U.S.*²

Elle suppose pour chaque sous-bassin versant un paramètre J, correspondant à une réserve d'eau dans le sol, exprimée en mm. Ce paramètre est déterminé en fonction de l'occupation du sol par le *Curve Number*, donné par des abaques, et de l'état d'humidité du bassin. Plus cette valeur est faible, plus le bassin versant aura tendance à ruisseler rapidement.

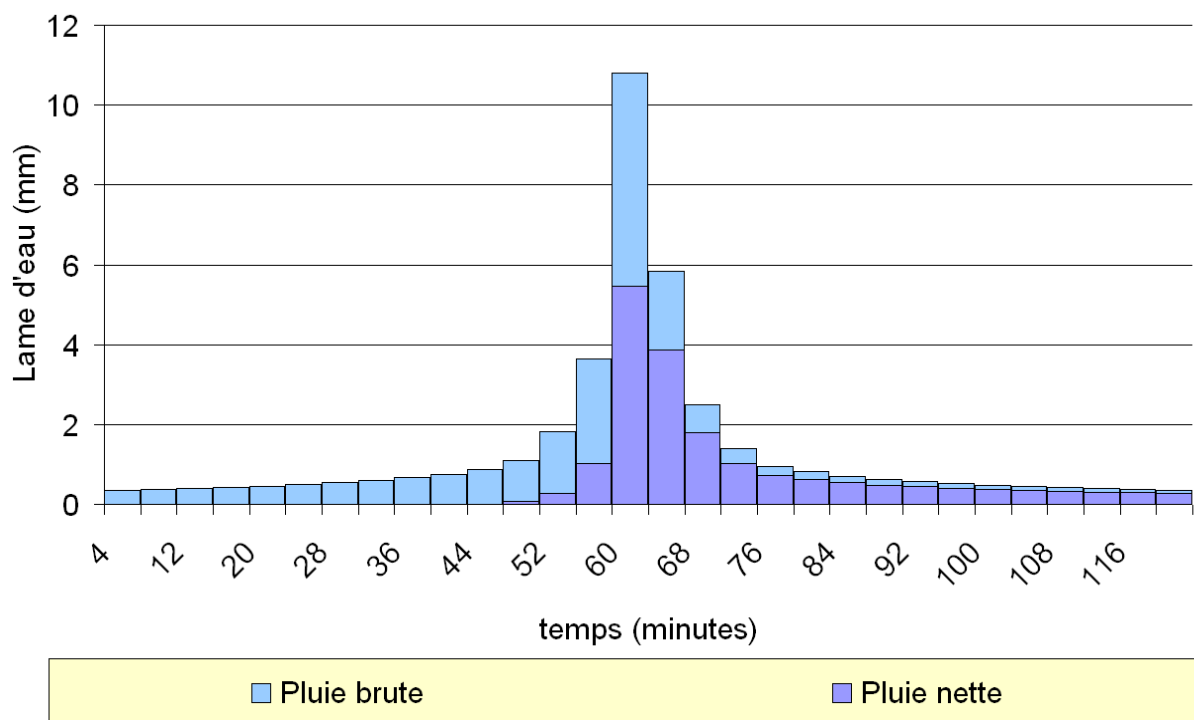


Figure 1 : Production = transformation pluie brute / pluie nette

1.8 - Transfert

La méthode est celle de l'hydrogramme unitaire, qui suppose la linéarité de la réponse des bassins versants à la pluie nette.

- La réponse en débit à une pluie nette impulsionnelle se fait sous une forme d'un hydrogramme triangulaire (Voir Figure 2 : Hydrogramme unitaire - Réponse à deux pluies unitaires et leur somme)
- La réponse à une somme d'impulsion est la somme des réponses à chaque impulsion.

² Pour la description de cette méthode et des tables de valeurs associées, voir Chow, V.T., *Applied Hydrology*, Mc Graw Hill, 1988.

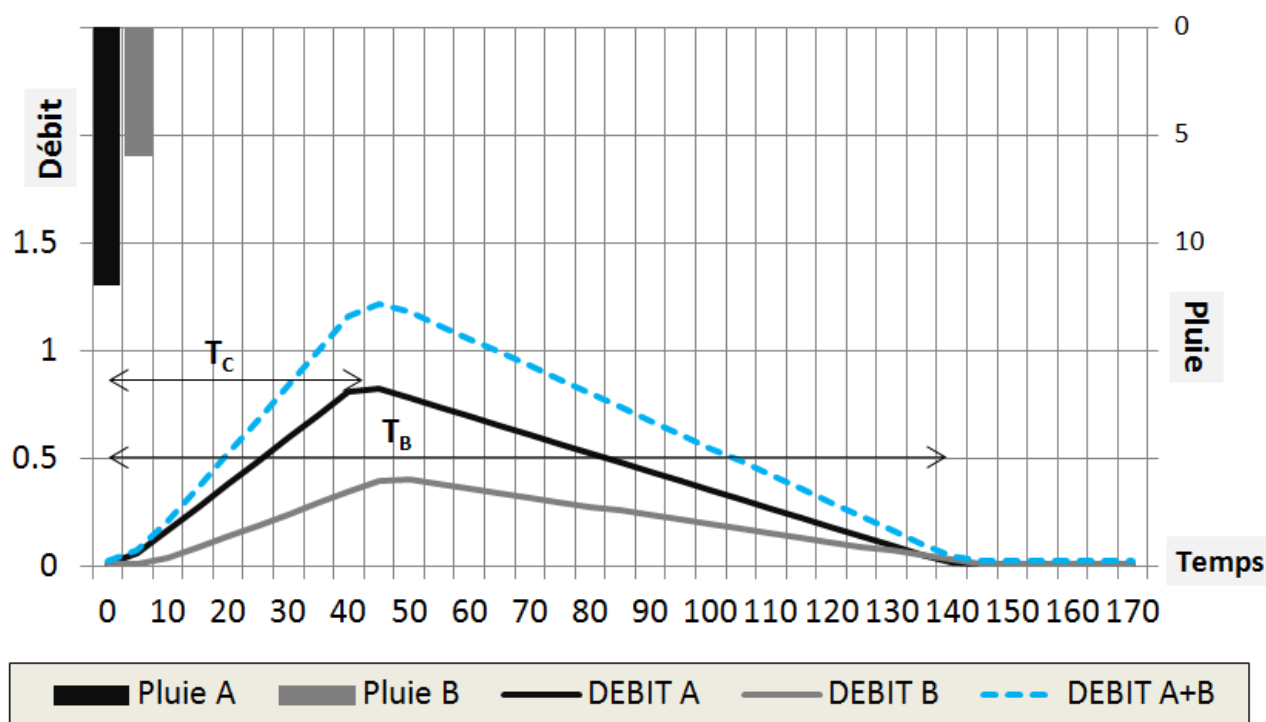


Figure 2 : Hydrogramme unitaire - Réponse à deux pluies unitaires et leur somme

Les paramètres du transfert sont :

- le temps de concentration de chaque bassin versant. Nous avons utilisé, parmi les formules disponibles, celle de Giandotti, adaptée aux bassins versants ruraux :

$$T_c = \frac{0,4\sqrt{S} + 0,0015L}{0,8\sqrt{\frac{i.L}{2}}}$$

Avec

T_c temps de concentration en heures
 S superficie du bassin versant en hectares
 L longueur du bassin versant en mètres
 i pente moyenne du bassin versant

- le temps de base de l'hydrogramme unitaire. Nous avons pris $T_B = 3,5 T_c$

1.9 - Propagation

La propagation de l'onde de crue est calculée par la méthode Muskingum3, simplification des équations de Saint-Venant. A chaque tronçon de cours d'eau, nous avons affecté un profil-type.

Paramètres : longueur, pente moyenne, profil en travers incluant le transit par le lit majeur et coefficients de rugosité caractéristiques du lit mineur et du lit majeur.

3 Cunge, J. A., 1969, On the Subject of a Flood Propagation Computation Method (Muskingum Method), Journal of Hydraulic Research, v. 7, no. 2, p. 205-230.

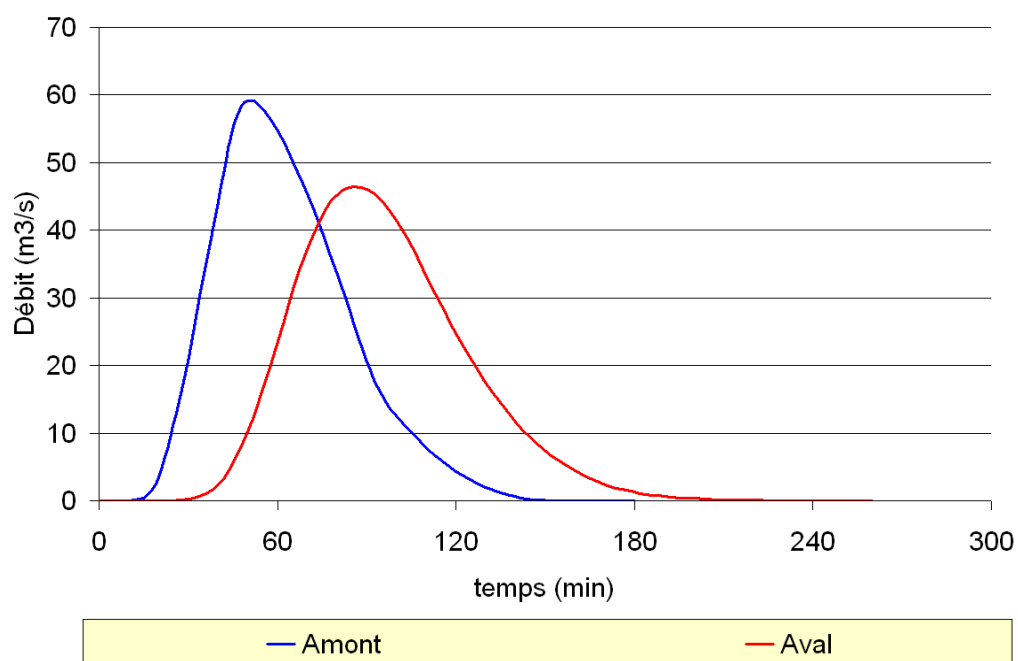


Figure 3 : Propagation des hydrogrammes

1.10 - Stockage

Cette fonctionnalité permet de placer sur le réseau hydrographique un ou plusieurs ouvrages de régulation dont l'utilisateur entrera :

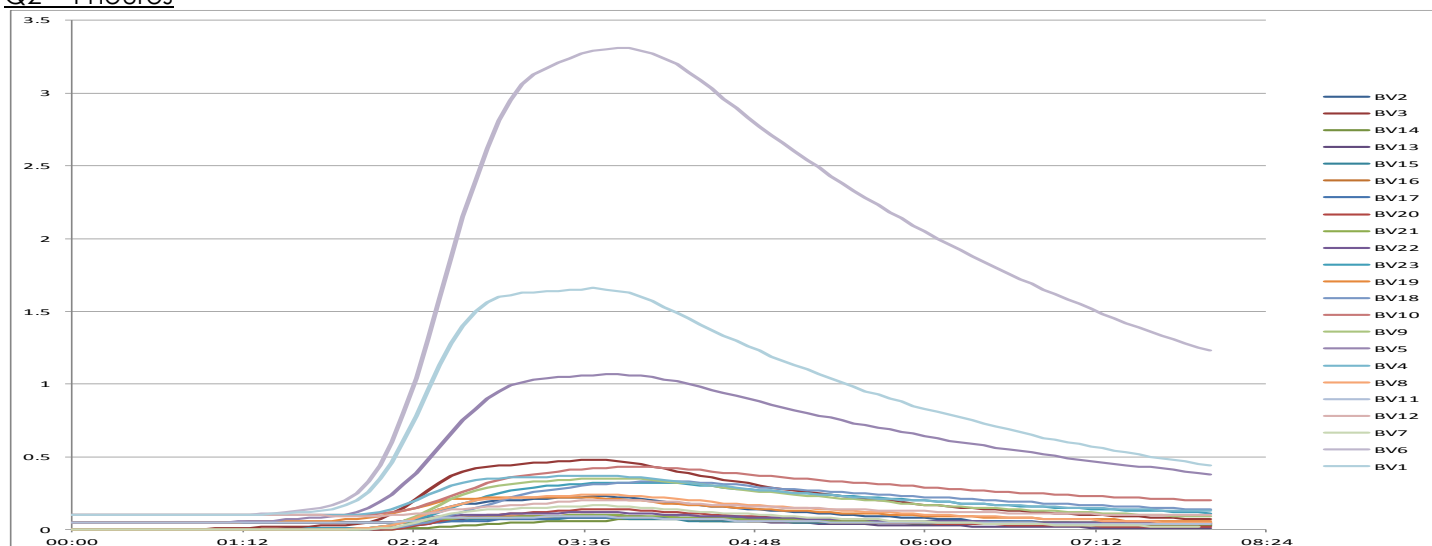
- la relation hauteur / volume
- la relation hauteur / débit de sortie. L'utilisateur dispose d'un panel d'outils pour calculer le débit de vidange ou de surverse.

ANNEXE 7 - RESULTATS HYDROLOGIE

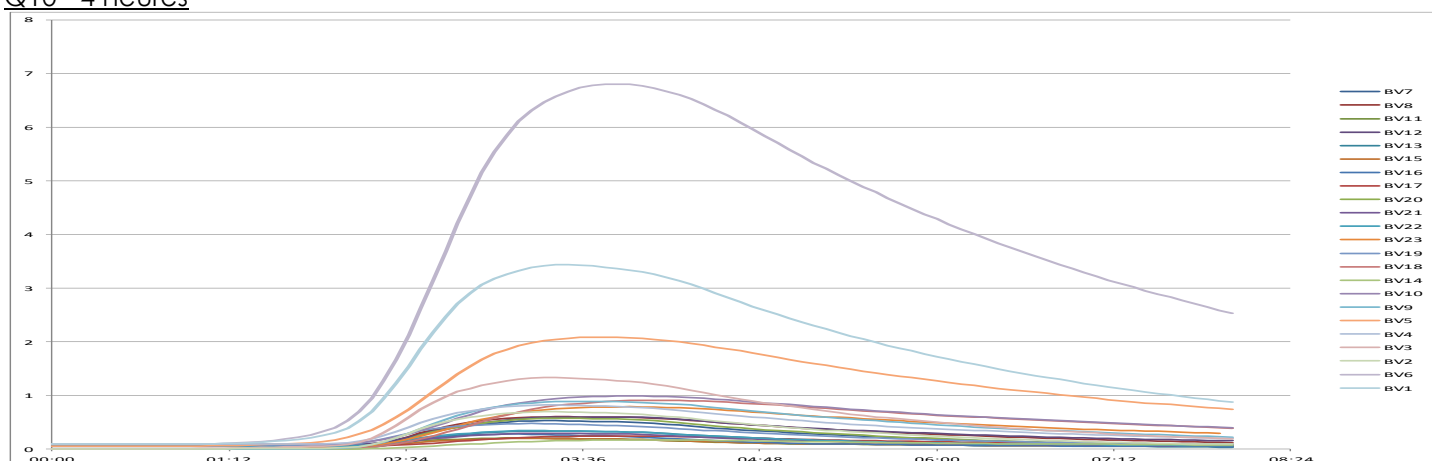
Résultats du modèle hydrologique HEC-HMS - hydrogrammes :

Tous les résultats seront restitués en format informatique à la fin de l'étude.

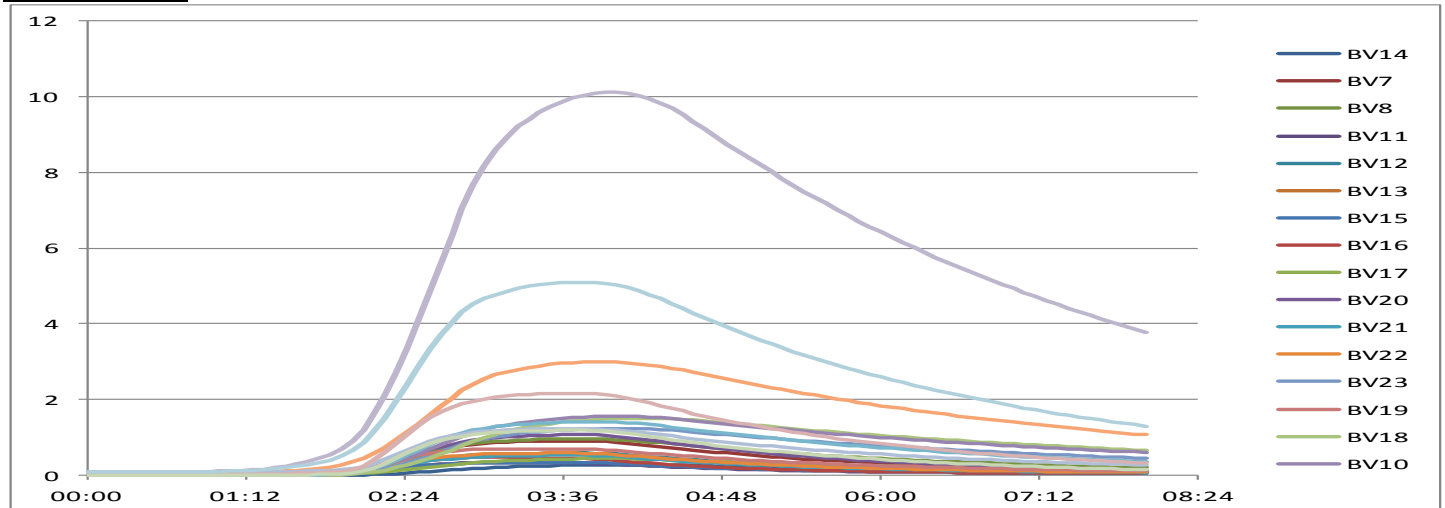
Q2 - 4 heures



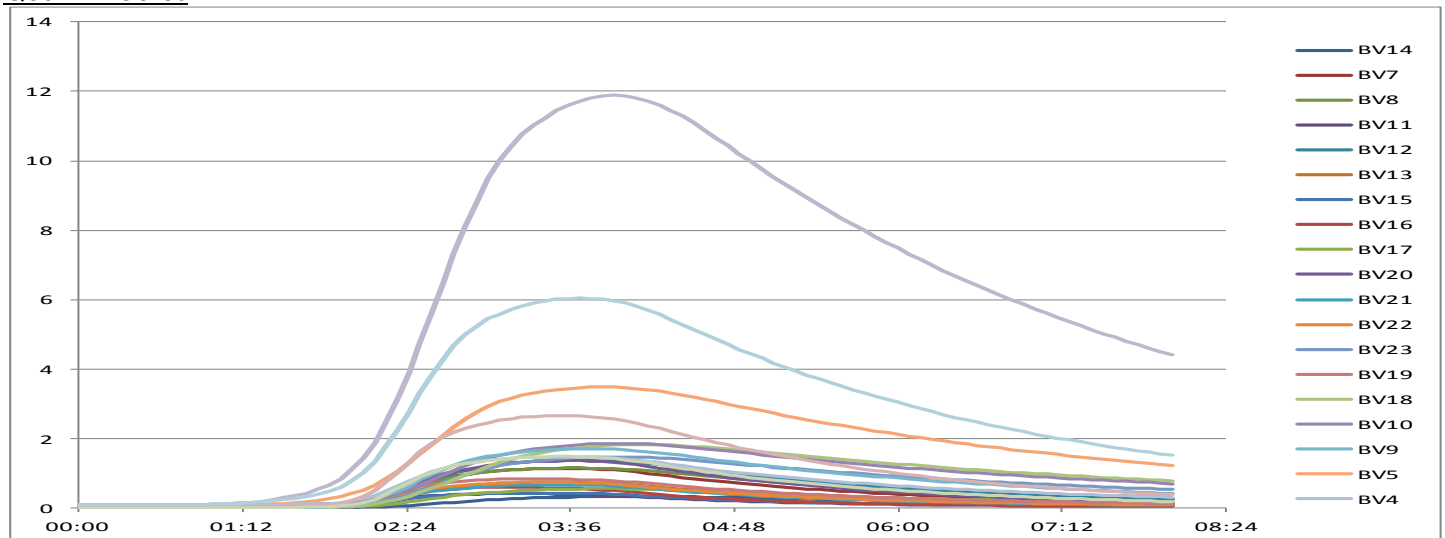
Q10 - 4 heures



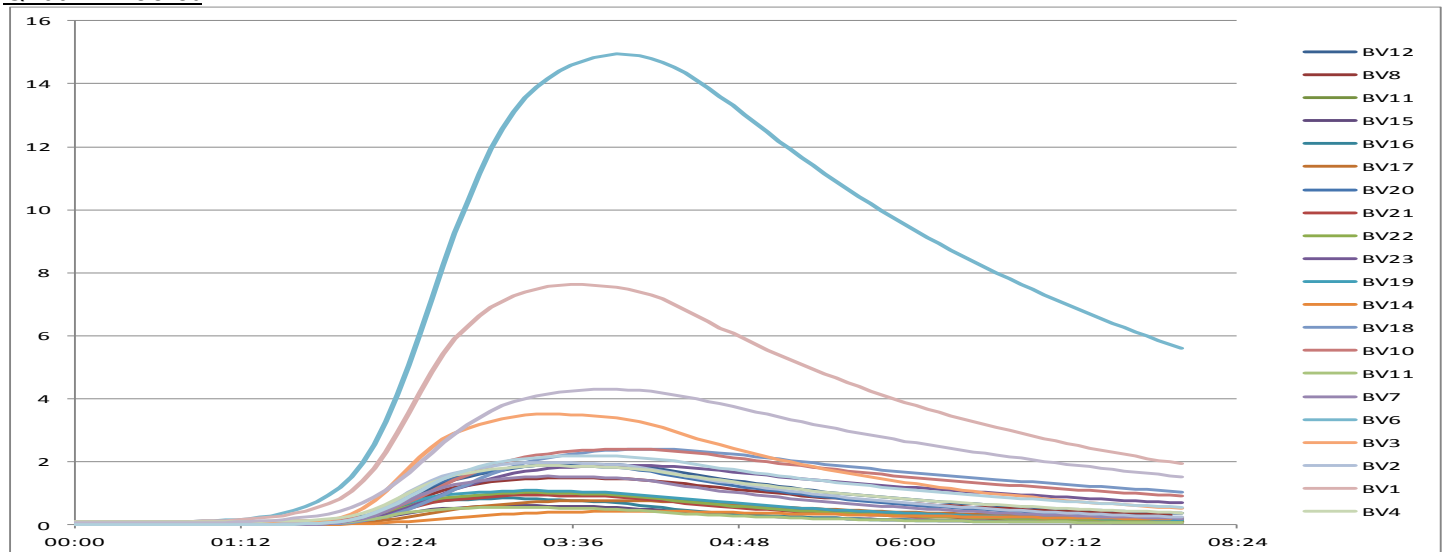
Q30 - 4 heures



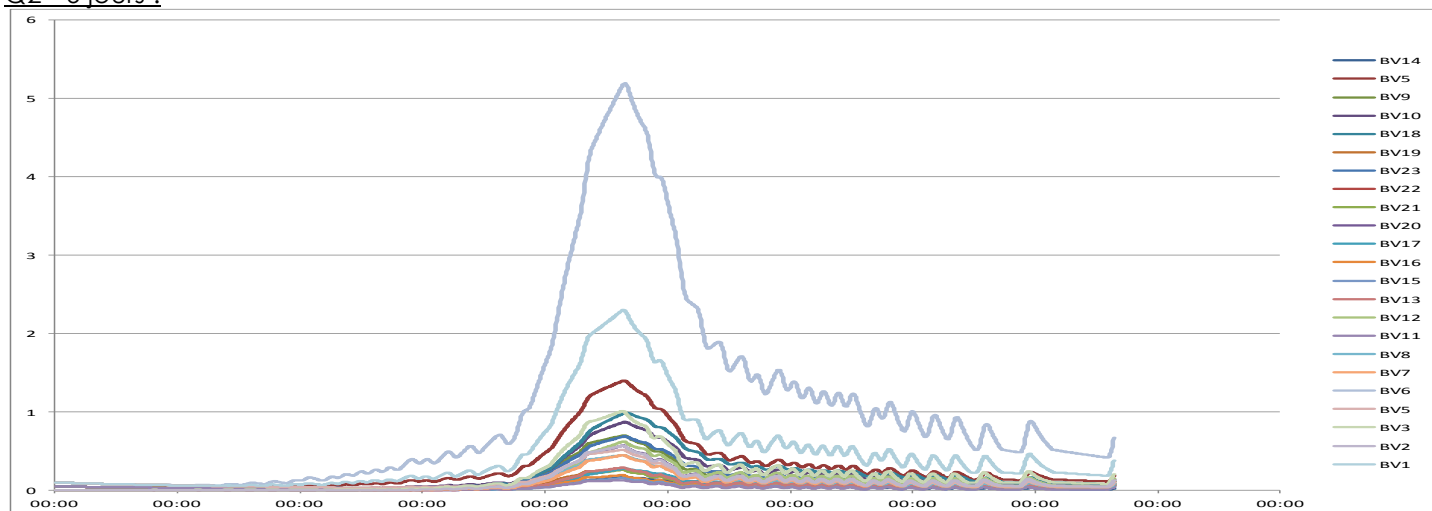
Q50 - 4 heures



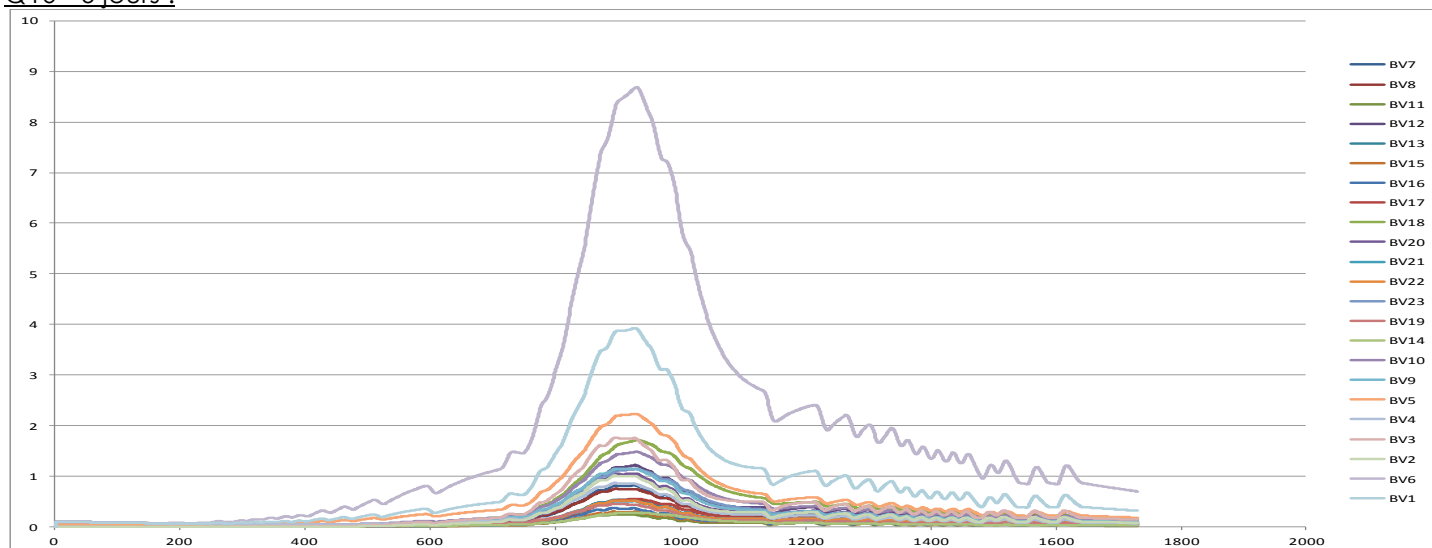
Q100 - 4 heures



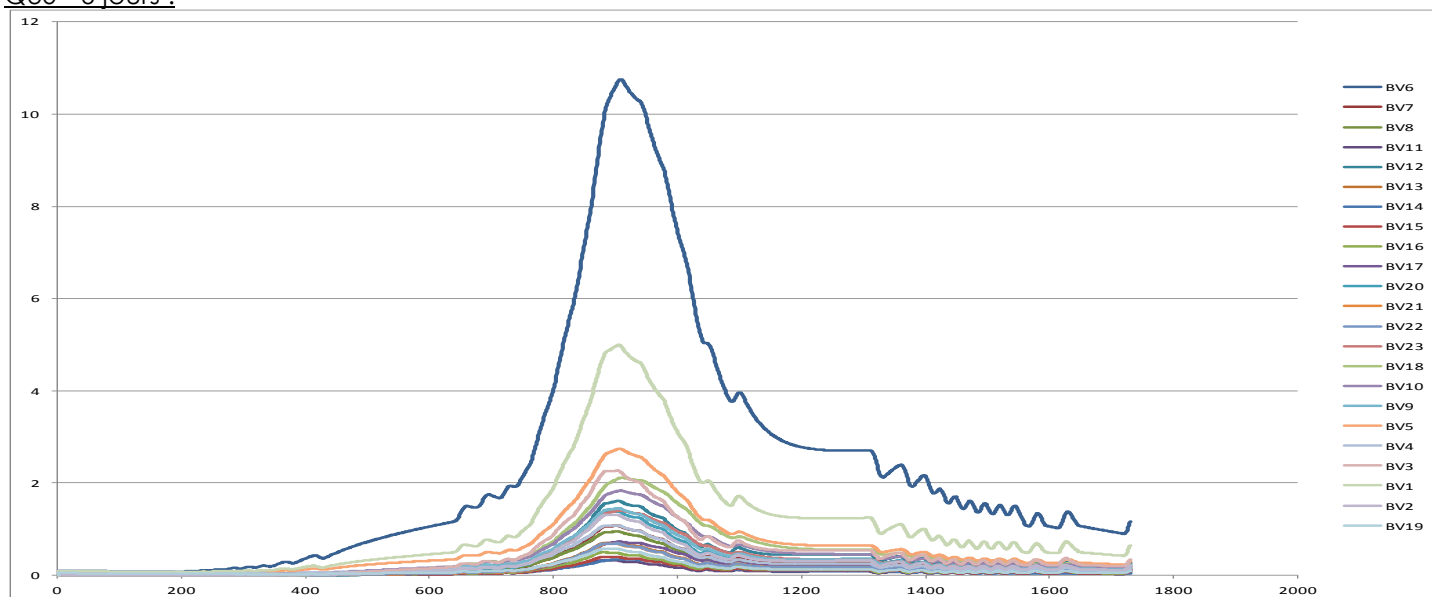
Q2 - 6 jours :



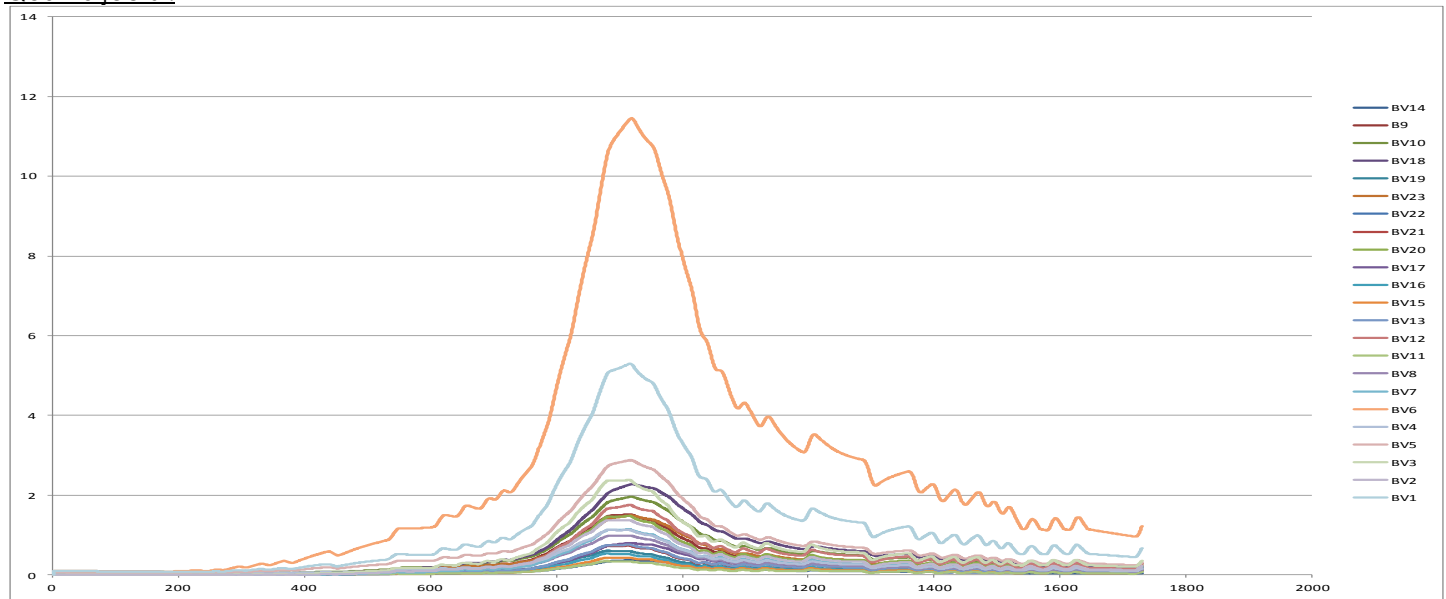
Q10 - 6 jours :



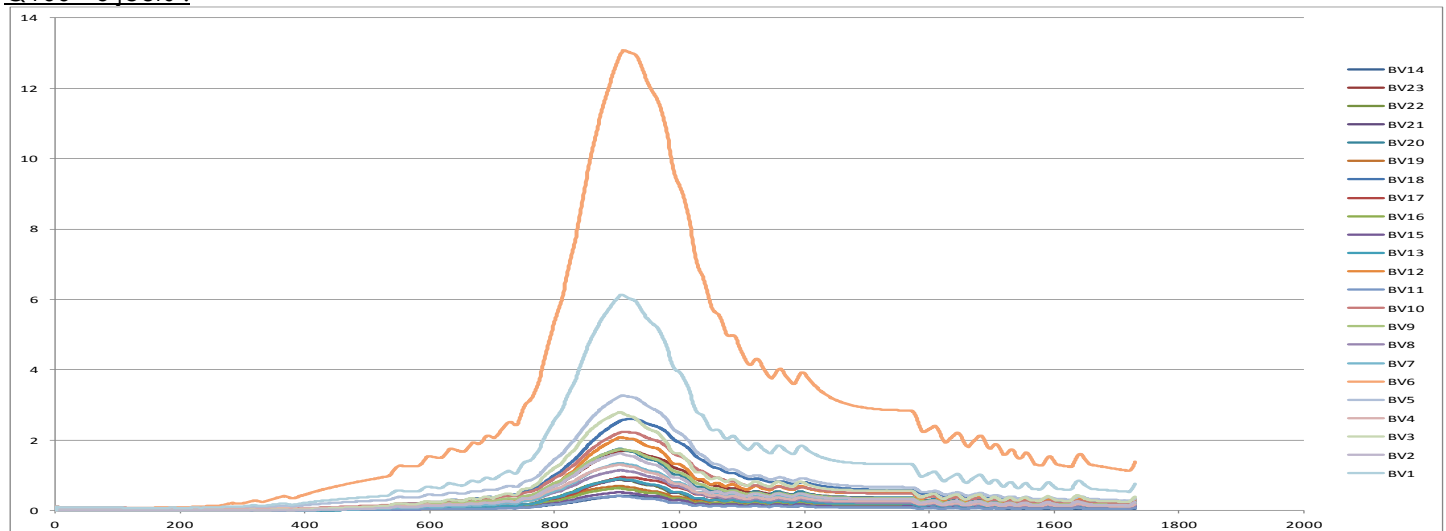
Q30 - 6 jours :



Q50 - 6 jours :



Q100 - 6 jours :



ANNEXE 8 – ANALYSE DE SENSIBILITE

La colonne "CN ajustés" correspond aux débits calculés suite à l'ajustement des CN, et retenus pour le modèle hydrologique final.

Analyse de sensibilité sur le paramètre J de la méthode SCS : Q10 :

B.V.	Superficie (ha)	Q10 modèle CN min (m3/s)	Q10 modèle CN moy (m3/s)	Q10 modèle CN max (m3/s)	Q10 modèle CN ajustés (m3/s)
BV1	597	1.4	1.9	2.6	3.5
BV2	148	0.5	0.7	1.0	0.7
BV3	245	1.0	1.3	1.7	1.3
BV4	102	0.7	0.8	1.0	0.8
BV5	258	1.4	1.7	2.1	2.1
BV6	1190	1.7	2.4	3.4	6.8
BV7	140	0.5	0.7	1.0	0.5
BV8	91	0.5	0.6	0.8	0.6
BV9	138	0.7	0.9	1.2	0.9
BV10	193	0.8	1.0	1.3	1.0
BV11	46	0.2	0.3	0.4	0.2
BV12	276	0.6	0.8	1.1	0.6
BV13	99	0.3	0.5	0.7	0.3
BV14	36	0.1	0.2	0.2	0.2
BV15	68	0.2	0.3	0.4	0.2
BV16	79	0.3	0.4	0.5	0.3
BV17	134	0.2	0.3	0.5	0.2
BV18	235	0.7	0.9	1.2	0.9
BV19	56	0.4	0.5	0.6	0.5
BV20	177	0.4	0.6	0.8	0.6
BV21	116	0.3	0.4	0.6	0.3
BV22	106	0.3	0.5	0.6	0.3
BV23	140	0.6	0.8	1.0	0.8
Total SS BV individuels	4668	13.8	18.5	24.7	23.6
BV TOTAL	4668	13.1	17.4	23.7	23.0

Analyse de sensibilité sur le paramètre J de la méthode SCS : Q100 :

B.V.	Superficie (ha)	Q100 modèle CN min (m3/s)	Q100 modèle CN moy (m3/s)	Q100 modèle CN max (m3/s)	Q100 modèle CN ajustés (m3/s)
BV1	597	4.3	5.7	7.5	7.4
BV2	148	1.5	2.0	2.6	2.0
BV3	245	2.7	3.5	4.5	3.5
BV4	102	1.5	1.9	2.3	1.9
BV5	258	3.1	3.8	4.7	4.3
BV6	1190	5.8	7.8	10.6	14.9
BV7	140	1.5	2.0	2.6	1.5
BV8	91	1.2	1.5	1.9	1.5
BV9	138	1.7	2.2	2.8	2.2
BV10	193	1.9	2.4	3.0	2.4
BV11	46	0.6	0.7	1.0	0.6
BV12	276	1.9	2.6	3.5	1.9
BV13	99	1.0	1.4	1.8	1.0
BV14	36	0.3	0.4	0.5	0.4
BV15	68	0.6	0.8	1.1	0.6
BV16	79	0.8	1.1	1.5	0.8
BV17	134	0.8	1.1	1.4	0.8
BV18	235	1.9	2.4	3.0	2.4
BV19	56	0.9	1.1	1.4	1.1
BV20	177	1.4	1.9	2.5	1.9
BV21	116	0.9	1.3	1.8	0.9
BV22	106	1.0	1.4	1.8	1.0
BV23	140	1.5	1.9	2.3	1.9
Total SS BV individuels	4668	38.8	50.9	66.1	56.9
BV TOTAL	4668	37.6	48.8	63.9	55.6