



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique

جامعة الجبلاي بونعامة خميس مليانة

Université Djillali BOUNAAMA de Khemis Miliana

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

قسم علوم الأرض

Département des Sciences de la Terre

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master

En Sciences de la Terre et l'Univers

Filière : Science de la Terre

Option : Eau et Environnement

Thème

ETUDE DE L'INDICE DES PRECIPITATION ANTECEDENTES ET
SON INFLUENCE SUR LA FORME DES HYDROGRAMMES
DE CRUES DU SOUS BASSIN
OUED ARIB EBDA

Présenté par :

SISSOKO Segha

ABAYA Mohamed Lamine AG

Devant le jury :

Boucefiane AEK.

M.A (A)

Président

UKM

.Amrani A

MA (A)

Examineur

UKM

Mehaïguene M.

MC (B)

Encadreur

UKM

Année Universitaire : 2014 /2015

Dédicace :

AMes parents :

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de Courage pour achever mes études.

Spécialement dédié à l'hommage de mon père Abaya Ag Agalim, qui m'a quitté quand j'étais petit. Mais malgré tout je sens sa présence là, dans mon esprit, Dans mon cœur.....

Papa

<<*Que ton âme repose en paix*>>

<<*Que la terre soit légère sur vous*>>

!!!

Je le dédie également à ma très chère mère Damafing Sacko pour ces Sacrifices, son amour, son soutien, et tous ses efforts consentis à ce que je suis devenu aujourd'hui.

En signe d'affection et de reconnaissance, je dédie ce mémoire à...

M. Mohamed Ag Alhousseini, qui a été un <père> pour moi.

Mes soeurs et frères : **Zeinaba, Bocha, Adama**, et **Mariam**.....

Mes oncles et tantes ; cousins et cousines ; neveux et nièces

Mes amis (es) : **Mamadou, Ibrahim, Boubacar**.....

.....A tous ceux qui me sont chers.....

Abaya Mohamed Lamine AG

Dédicaces

À travers cet humble travail, je rends un grand hommage, en signe de respect et de reconnaissance à :

Mes très chers parents (Omar dit Dioum Kaba et Djeneba Traoré), les deux bougies qui ont brûlés le long de plusieurs années pour éclairer mon chemin, qui ont cru en moi et pour tous les sacrifices et le soutien moral qu'ils m'ont apporté durant mes études, que

Dieu les protège ;

Mes frères : Djibril, Cheick Tidiane, et Tieble ;

Mes Sœurs : Kadiatou Daffé, Fatoumata, Moussokoro, et Youma ; Ainsi qu'a

AgaÏcha Sidibé

A wadia family (Mohamed. Lamine. AG Abaya ; Mamadou. Diallo ; Boubacar. Ahmed. Koné ; Ibrahim. Traoré) ce fut un plaisir de passer mes 5 années d'études a vos cotés paece and love et a tous mes ami(es) et voisin(es) ;

À tous mes camarades de classe de 2010-2015 ;

En un mot, à tous les membres de ma famille qui ont contribué de près ou de loin à ma réussite.

SISSOKO SEGA

Remerciements :

Ya Allah ! À Toi tous les louanges, à Toi tous les superlatifs, à Toi tous les remerciements d'avoir fait de ce parcours un succès aujourd'hui.

Le présent travail, fruit de plusieurs années d'études et de dur labeur a bénéficié de l'appui des personnes physiques et morales qui ont puisé dans leur temps et de leurs ressources pour nous soutenir.

L'homme sans laquelle ce travail ne verrait pas le jour. Son dynamisme, sa disponibilité, sa simplicité, ses encouragements et sa bonne compréhension nous laissent sans voix et nous remplissent de gratitude. Retrouvez entre ces lignes Mr **MEHAIGUENE MADJID** l'expression de cette gratitude si profonde.

A ADAMA DIARRA, qui nous a beaucoup aidés ainsi qu'à tous nos amis et camarade.

A tous les professeurs et les responsables qui ont contribué à notre formation sans vous on ne serait pas là.

Aux membres du jury, merci d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Aujourd'hui nous avons réalisé ce projet et nous envisageons le présenter et le défendre devant vous, tous les honneurs et les mérites vous reviennent car nous ne sommes qu'un pur produit de votre encadrement à tous. Nous vous remercions pour cette formation.

Et on ne serait finir sans remercier l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Blida et de Khémis Miliana et de l'Office National de la Météorologie (O.N.M) pour leurs données.

Résumé

Les précipitations antérieures sont un facteur mesurable et qui sont essentiellement employés pour approcher l'humidité des sols d'un bassin. L'état superficiel et interne du sol qui intercepte une averse donnée est évolutif constamment et uniformément variable et qui sert à l'étude du ruissellement sur un bassin versant.

Le but principal de cette étude consiste à étudier l'influence de l'indice des précipitations antécédentes (IPA) sur la forme de l'hydrogramme (ruissellement) dans le bassin de Arib Ebda située au Nord Ouest de l'Algérie et qui a une extension d'environ 269 km² sur un terrain à perméabilité faible 77.02%. Nous avons ensuite étudié de la relation IPA – pluie – ruissellement dont les résultats de cette analyse indiquent l'existence d'une relation avec deux modèles fiables linéaire et polynomiale du second ordre entre la lame ruisselée (L_r) et l'IPA_{5jours} et une relation assez bonne entre le débit maximal (Q_{max}) et l'IPA_{5jours}. L'étude a montré aussi une faible influence de la pluie (P) sur la lame ruisselée L_r et le coefficient de ruissellement. Alors que le paramètre de la recharge du bassin est beaucoup plus influencé par le paramètre pluie (P) et par un degré moins par l'IPA_{5 jours}. Enfin nous avons établis un diagramme de pluie totale - lame ruisselée en fonction du coefficient de ruissellement.

Mots clés : ruissellement, IPA, hydrogramme de crue, Arib Ebda.

ملخص

إن هطول الأمطار في وقت سابق هو عامل للقياس والتي تستخدم في المقام الأول لقياس رطوبة التربة. إن الحالة السطحية والداخلية للتربة تتطور باستمرار ومتغيرة باستمرار وتستخدم لدراسة الجريان في الحوض.

والغرض الرئيسي من هذه الدراسة هو دراسة تأثير مؤشر الأمطار السابقة (IPA) على شكل الرسم المائي (جريان) في حوض عريب و الذي يقع في الشمال الغربي من الجزائر وله مساحة تقارب 269 كم² من الأراضي ذات نفاذية منخفضة 77.02%. لقد قمنا بدراسة العلاقة بين مؤشر الأمطار السابقة IPA - المطر - الجريان، ونتائج هذا التحليل تشير إلى وجود علاقة موثوقة مع كلا النموذجين الخطية وكثيرات الحدود من الدرجة الثانية بين الجريان و IPA_{5jours} وعلاقة جيدة بين الحد الأقصى للتدفق (Q_{max}) و IPA_{5jours} وأظهرت الدراسة أيضا تأثير ضعيف من المطر (P) على الجريان ومعامل الجريان السطحي. في حين أن وضع حوض التغذية ويتأثر كثيرا من قبل المعلمة المطر (P) وبدرجة أقل من قبل أيام IPA₅ وأخيرا قمنا بتأسيس نمط لكمية المطر - الجريان السطحي.

كلمات البحث: الجريان السطحي، مؤشر الأمطار السابقة IPA، هيدروغراف الفيضانات، عريب.

abstract

Previous rainfall is a measurable factor which are primarily used for soil moisture approximate of a basin. The superficial and internal condition of the soil that has intercepts rainfall data is constantly evolutive and consistently variable and which is used to study the runoff from a watershed.

The main purpose of this study is to investigate the influence of the antecedent precipitation index (API) on the shape of the hydrograph (runoff) in Arib Ebda basin located in the North West of Algeria and has a extension of about 269 km² on ground of low permeability 77.02%. We then studied the relationship API - rain -runoff, the results of this analysis indicate the existence of a relationship with both linear and polynomial reliable models of the second order between the run-off blade (L_r) and API_{5day} and a relationship fairly good between the maximum flow (Q_{max}) and API_{5day} . The study also showed a weak influence of rain (P) on the runoff blade and runoff coefficient.

While the parameter of the refill basin is much influenced by the rain parameter (P) and by a less degree by API_{5day} . Finally we have established a total rainfall - runoff blade pattern as a function runoff coefficient.

Keywords: runoff, API, flood hydrograph, Arib EBDA.

Sommaire :

Résumé	I
Abstract	II
Sommaire	III
Liste des tableaux	V
Liste des figures	VII
Liste des Abréviations	VIII
INTRODUCTION GENERALE	2

CHAPITRE I : Aperçu Bibliographique (influence des IPA sur la forme des hydrogrammes de crue).

I. Introduction	4
I.1. Considérations générales sur les facteurs de genèse des crues	4
I.1.1. Définition du ruissellement	4
I.1.2. Origine des ruissellements	5
I.1.3. Les facteurs influençant sur l'hydrogramme	6
I.1.3.1. Précipitations	6
a) Intensité	6
b) Durée de l'intensité	6
c) Distribution spatiale	6
d) Cheminement d'une averse	6
e) Type de précipitations	6
I.1.3.2 Le sol	7
a) Couvert Végétal	7
b) Couche de labour	7
c) Perméabilité du sol	7
d) Profondeur du sol	7
e) Profil du sol	7
f) Drainage souterrain	8
I.1.3.3 Climat	8
I.1.3.4. La forme du bassin	8
1. Longueur de l'écoulement et temps de cheminement	8
2. Superficie	9

3. Pente.....	9
4. Forme	9
5. Lac étangs et dépression.....	9
I.2. Relation : pluie- ruissellement – saturation.....	9
I.2.1. formation du ruissellement.....	9
I.2.2. Du ruissellent sur les bassins aux écoulements de crue	10
I.2.3. La relation entre précipitation, ruissellement et saturation	12
I.2.4. Calcul de Ruissellement	12
II. Conclusion	14

CHAPITRE II : Représentation de la zone d'étude

II.1. Introduction	16
II.2. Situation géographique.....	16
II.3. Caractéristiques hydro-morphologiques.....	18
II.4. Lithologie	22
II.5. Conclusion	24

CHAPITRE III : Présentation des données et méthodologie d'analyse

III.1. Introduction.....	26
III.2. Présentation des données et méthodologie d'analyse.....	26
III.2.1. Collectes des données	26
III.2.2. Méthodologie de travail	28
a) La sélection des crues.....	28
1. Tracé du graphe pluie en fonction du temps $P = f(t)$	28
2. Variation de l'IPA pour la période d'étude	29
3. Tracé des Hydrogrammes des crues sélectionnées	29
4. Calcul de la lame ruisselé.....	30
b) Analyse de la crue et interprétations.....	31
1. Analyse descriptive	31
2. Interprétation.....	41
c) Etude de la relation IPA-pluie-ruissellement	42
1. Essai d'élaboration d'un diagramme pluie totale-lame ruisselée en fonction du coefficient de ruissellement.....	51
III.3. Conclusion.....	54
CONCLUSION GENERALE.....	56

Liste des tableaux

<i>Tableau N°II.1 : Coordonnées des postes pluviométriques et la station hydrométrique du B.V</i>	17
<i>Tableau N°II.2 : Caractéristiques morphologiques et hydrographiques du B.V</i>	19
<i>Tableau N°II.3 : Répartition lithologique et comportement hydrologiques des terrains affleurant</i>	23
<i>Tableau N°II.4 : Pourcentage de perméabilité dans le bassin versant de l'oued Arib Ebda</i>	23
<i>Tableau n°III.1 : valeurs de l'IPA de 5, 10, 20 et 30 jours pour les 61 événements choisis</i>	27
<i>Tableau N°III.2 : Valeur de la lame ruisselée pour les différentes crues</i>	30
<i>Tableau N°III.3 : le cas de l'IPA fort et précipitation élevée</i>	32
<i>Tableau N°III.4 : Crue N°2 : du 23/11 /1983</i>	32
<i>Tableau N°III.5 : le cas de l'IPA fort et précipitation faible</i>	33
<i>Tableau N°III.6 : Débit moyen journalier</i>	34
<i>Tableau N°III.7 : Crue N° :14 du 11 au 12 /02/1985</i>	34
<i>Tableau N°III.8 : le cas de l'IPA faible et précipitation élevée</i>	35
<i>Tableau N°III.9 : Crue n°59 du 29 au 30/09/1994</i>	36
<i>Tableau N°III.10 : le cas de l'IPA faible et précipitation faible</i>	38
<i>Tableau N°III.11 : Crue n°17 du 03 au 04/01/1986</i>	38
<i>Tableau N°III.12 : Les différentes caractéristiques des crues sélectionnées</i>	40
<i>Tableau N°III.13 : Les valeurs des paramètres $IPA_{5\text{jours}}$, P, L_r, K_r, Q_{max}</i>	43
<i>Tableau N°III.14 : Tableau des données pour le tracé de la relation recharge du bassin en fonction de l'$IPA_{5\text{jours}}$ et en fonction de la pluie (P)</i>	45
<i>Tableau N°III.15 : la liste des valeurs éliminées</i>	50
<i>Tableau N°III.16 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,873$</i>	52
<i>Tableau N°III.17 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,610$</i>	52
<i>Tableau N°III.18 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,264$</i>	52
<i>Tableau N°III.19 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,132$</i>	52
<i>Tableau N°III.20 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,067$</i>	52

Tableau N°III.21 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,048$ 52

Tableau N°III.22 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,023$ 53

Liste des figures

<i>Fig. N°I.1 : Schéma du phénomène ruissellement. (Source M.Mehaiguene, 2002)</i>	<i>5</i>
<i>Fig. N°I.2 : Processus de formation des écoulements de crue. (Source M.Mehaiguene, 2002)</i>	<i>11</i>
<i>Fig. N°II.1 : Présentation du secteur d'étude et ses Oueds limitrophes</i>	<i>16</i>
<i>Fig. N°II.2 : Précipitations moyennes interannuelles de la région de Arib Ebda</i>	<i>18</i>
<i>Fig. N°II.3 : Représentation en 3D de rectangle équivalent de sous bassin</i>	<i>20</i>
<i>Fig. N°II.4 : Relief et hydrographie du milieu.....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. N°II.5 : Courbe hypsométrique du sous bassin versant</i>	<i>21</i>
<i>Fig. N°II.6 : Carte lithologique du bassin Arib Ebda. Etablie à partir de la carte géologique de M. MATTAEUR (1958)</i>	<i>22</i>
<i>Fig. N°III.1 : Variation de la précipitation en fonction du temps</i>	<i>28</i>
<i>Fig. N°III.2 : Hydrogramme de la crue N°02 du 23 /11/1983</i>	<i>33</i>
<i>Fig. N°III.3 : Hydrogramme de la crue N°14 du 11 au 12 /02/1985</i>	<i>35</i>
<i>Fig. N°III.4 : Hydrogramme de la crue n°59 du 29 au 30/09/199</i>	<i>37</i>
<i>Fig. N°III.5 : Hydrogramme de la Crue n°17 : (du 03 au 04/01/1986)</i>	<i>39</i>
<i>Fig. N°III.6 : Ajustement de la relation $Lr = f(IPA_{5jours.})$ par le type de corrélation linéaire et polynomiale</i>	<i>46</i>
<i>Fig. N°III.7 : Ajustement de la relation $Lr = f(IPA_{10jours.})$ par le type de corrélation linéaire et polynomiale</i>	<i>46</i>
<i>Fig. N°III.8 : Ajustement de la relation $Q_{max} = f(IPA_{5jours.})$ par le type de corrélation linéaire et polynomiale</i>	<i>47</i>
<i>Fig. N°III.9 : Ajustement de la relation $Q_{max} = f(IPA_{10jours.})$ par le type de corrélation linéaire</i>	<i>47</i>
<i>Fig. N°III.10 : Ajustement de la relation $Lr = f(P.)$ par le type de corrélation linéaire</i>	<i>48</i>
<i>Fig. N°III.11 : Ajustement de la relation $Kr = f(P.)$</i>	<i>48</i>
<i>Fig. N°III.12 : Ajustement de la relation recharge du bassin (h-r) en fonction de l'$IPA_{5jours.}$</i>	<i>49</i>
<i>Fig. N°III.13 : Ajustement de la relation recharge du bassin (h-r) en fonction de la Pluie (P)</i>	<i>49</i>
<i>Fig. N°III.14 : Diagramme pluie-lame ruisselée en fonction de Kr</i>	<i>53</i>

Liste des Abréviations

IPA : Indice de Précipitation Antécédente

ANRH : Agence National des Ressources Hydrauliques.

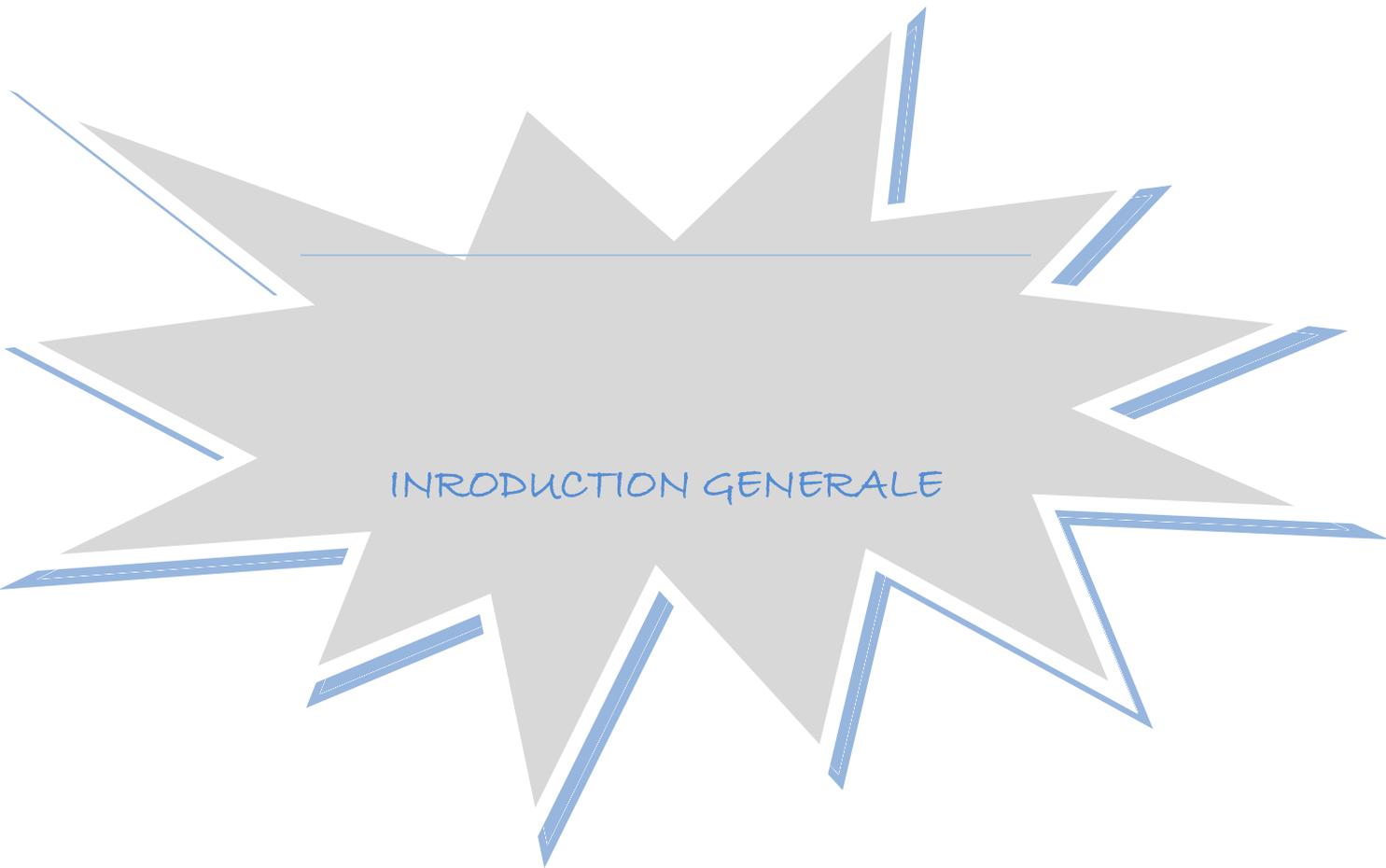
ONM : office National de la Météorologie.

OPS : Organisation pelliculaires superficielles

Lr : Lame ruisselée

Kr : Coefficient de ruissellement

Qmax : Débit maximal



INTRODUCTION GENERALE

Sur le bassin semi aride de l'oued Arib Ebda, comme beaucoup de bassin proche, les montées de crues sont soudaines et brutales pouvant provoquer des dégâts considérables. Ces types de crues se définissent avec précision dans l'espace et le temps ; et les plus violents d'entre ces phénomènes surviennent entre le début de septembre et la fin de novembre. Elles peuvent toutefois se produire plus tardivement, exceptionnellement jusqu'aux premiers jours de février.

Des études menées dans le bassin versant de l'oued Arib Ebda directement exposé aux flux atmosphériques chargés d'humidité en provenance de la Méditerranée, ont pour objectif d'identifier le processus responsable de la brutalité de ces crues et d'en connaître les conditions d'apparition.

Parmi ces derniers, l'humidité du sol qui conditionne aussi bien la capacité d'absorption que le coefficient de ruissellement. De ce fait, toute recherche ou utilisation d'un modèle de ruissellement nécessite la connaissance de l'humidité du sol avant la précipitation ou tout au moins celle d'un indice représentatif de cette humidité. L'intérêt de calcul d'un indice d'humidité intervenant généralement lors de la modélisation de la fonction de production.

Cet indice est considéré comme étant un troisième paramètre dans la relation pluies-ruissellement.

Par défaut de mesure de cette humidité, on utilise l'indice des précipitations antécédentes (IPA), il est appelé aussi indice d'humidité ou de saturation antérieure, qui a certainement une influence sur la forme de l'hydrogramme.



CHAPITRE I :

APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

I. Introduction

L'étude des facteurs du ruissellement sur bassins versants représentatifs fait en général intervenir trois types de grandeurs :

Les caractéristiques morphologiques et topographiques du bassin versant.

Les caractéristiques des averses.

L'état superficiel et interne du sol qui intercepte une averse donnée.

Les premiers paramètres sont déterminés une fois pour toutes et ne varient pratiquement plus. Les seconds sont séquentiels et à traiter cas par cas ou globalement par des méthodes statistiques. Les derniers sont évolutifs constamment et uniformément variables.

S'il est relativement aisé de mettre en place des appareils automatiques qui peuvent caractériser les averses, il est pratiquement impossible de mesurer en chaque point et à chaque instant l'humidité du sol et le niveau de la végétation. Il faut donc trouver des indices qui suivent le comportement global de l'humidité ou de la végétation sur l'ensemble du bassin versant.

Trois facteurs mesurables sont essentiellement employés pour approcher l'humidité des sols d'un bassin:

Le temps de ressuyage entre chaque averse ; très simple à calculer, il ne fait malheureusement pas intervenir le volume des précipitations et donnera la même importance à une ondée passagère qu'à une tornade de mousson.

Le débit de base du bassin est déjà plus proche de la réalité hydrodynamique des sols puisqu'il est la vidange du stock interne. Il a cependant une énorme inertie de réponse et il est très souvent inexistant en zones arides et subdésertiques. Enfin, il ne coïncide pas toujours avec le bassin versant hydrographique de surface.

Les précipitations antérieures.

Un rappel détaillé de la définition de l'indice des précipitations antérieures faite par LINSLEY et KOHLER nous a semblé nécessaire. Il apparaît en effet que l'indice d'humectation des études de bassin versant a souvent un mode de calcul variable et on ne sait pas toujours très bien ce qu'il recouvre. A ce propos, nous encourageons, vivement, l'emploi de la terminologie indice des précipitations antérieures (antecedent precipitation index) de préférence à indice de Kohler ou indice de type Kohler.

I.1. Considérations générales sur les facteurs de genèse des crues

I.1.1. Définition du ruissellement

Les termes ruissellement et écoulement désignent, en principe, le même phénomène : le mouvement d'un liquide sous l'influence de la gravité à la surface du sol.

En hydrologie, la destination entre les deux termes est la suivante :

Tandis que le ruissellement représente le mouvement de l'eau sur une région ou superficie donnée, l'écoulement exprime le mouvement de l'eau à travers une section transversale quelconque (fig. I.1). (LLAMAS., 1993).

Le ruissellement est exprimé en m^3 ou en hauteur d'eau (**mm**) par rapport à une superficie.

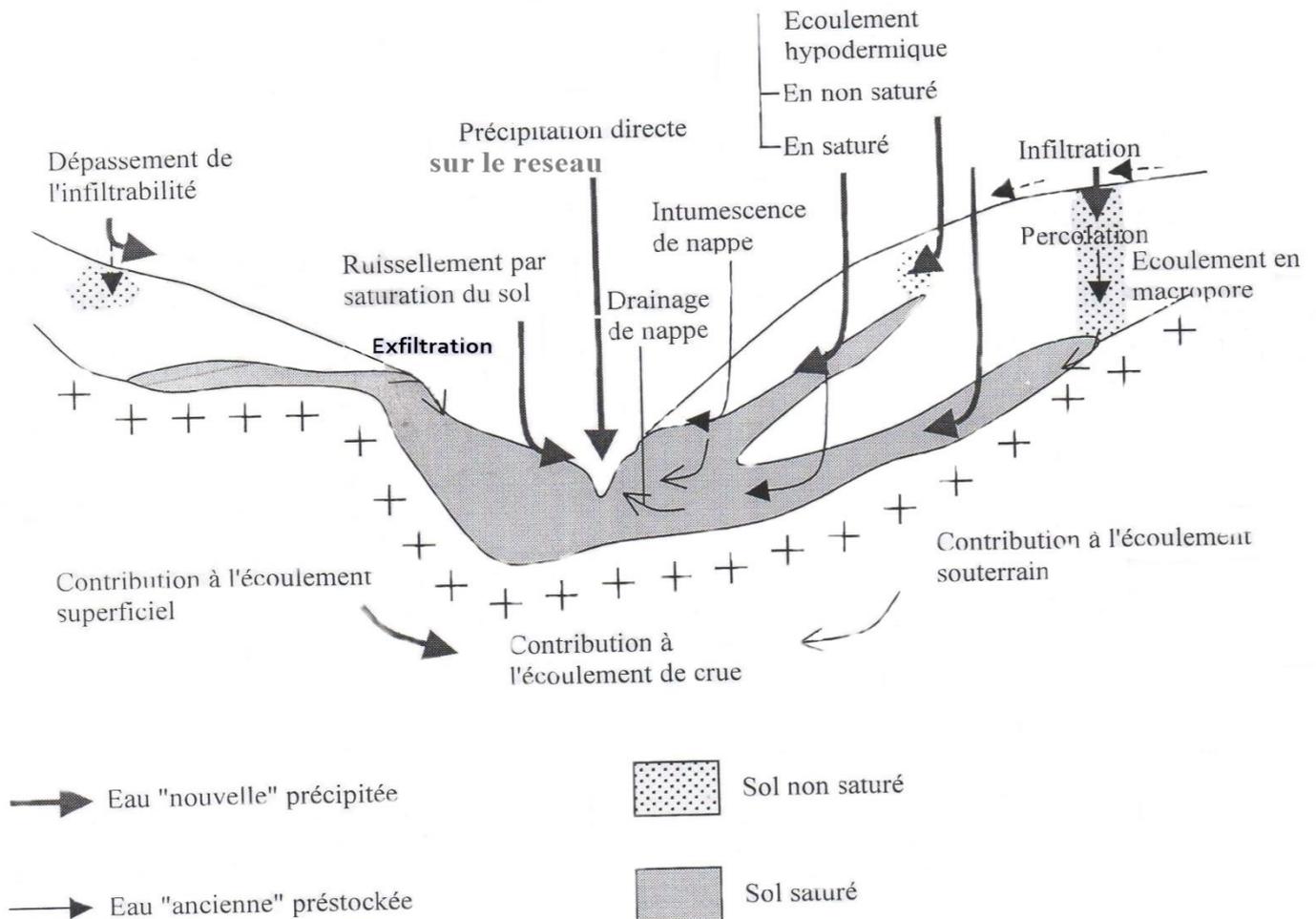


Fig. N°I.1 : Schéma du phénomène ruissellement. (Source M.Mehaiguen, 2002)

I.1.2. Origine des ruissellements

L'apport essentiel d'eau à un bassin versant est fourni par les précipitations. Nous engloberons sous le terme de précipitation, toutes les eaux météoriques qui tombent à la surface d'un bassin versant sous forme liquide et sous forme solide : neige, grésil, grêle. Ces divers types de précipitations sont les plus souvent mesurés sans discriminatoire par leur équivalent en eau par les pluviomètres usuels (REMENIERAS., 1986).

I.1.3. Les facteurs influençant sur l'hydrogramme

Les facteurs influençant sur l'hydrogramme d'une averse sont de quatre types : les précipitations, le sol, le climat et le bassin (LLAMAS, 1993).

I.1.3.1 Précipitations

a) Intensité

L'intensité des précipitations influe directement l'hydrogramme de la pluie nette dès que celle-ci dépasse la capacité d'infiltration du sol. Une plus grande intensité de précipitation engendre une plus grande pluie nette, donc un ruissellement important et nécessairement un débit maximal (LLAMAS, 1993).

b) Durée de l'intensité

Une plus grande durée de précipitation, lorsque l'intensité est plus grande que la capacité d'infiltration, augmente la durée de ruissellement et les proportions de superficie contribuent au débit (jusqu'à ce que toutes les superficies contribuent). Donc une plus grande durée de la pluie nette augmente le temps de base, le temps de montée, le débit de pointe et le volume de ruissellement (LLAMAS, 1993).

c) Distribution spatiale

Une averse d'intensité non uniforme sur un bassin amène à placer la pointe de l'hydrogramme au moment où le produit de la superficie par l'intensité de la pluie nette contribue l'écoulement à l'exutoire est la plus grande. Ne sont modifiés que le temps de montée et le débit de pointe (LLAMAS, 1993).

d) Cheminement d'une averse

Une averse se déplaçant de l'amont vers l'aval d'un bassin suit le cheminement de l'écoulement. Elle diminue le rapport le temps de montée et le temps de base mais augmente le débit de pointe par rapport à l'averse allant de l'aval vers l'amont. Le volume de ruissellement ne change pas pour une même averse (LLAMAS, 1993).

e) Type de précipitations

La fonte de neige et un orage auront des effets différents sur l'hydrogramme d'un bassin. La fonte de neige est équivalente à une pluie de faible intensité quasi constante mais de longue durée. L'écoulement ralentit par la neige au sol augmentera de façon considérable, la forme de l'hydrogramme est très aplatie (LLAMAS, 1993).

I.1.3.2 Le sol

a) Couvert végétal

Le couvert végétal influe directement la capacité d'infiltration. En le comparant à un sol nu, il diminue la pluie nette et le volume de ruissellement mais il augmente l'alimentation des nappes souterraines et l'écoulement de la base. En offrant une plus grande rugosité à l'écoulement, le couvert végétal retarde le ruissellement offre une plus grande capacité de stockage par détention superficielle. Donc il augmente le temps de base et de montée et présente un hydrogramme plus aplati.

Le couvert végétal actif favorise une plus grande évapotranspiration et par conséquent il amène au sol une plus grande capacité de stockage pour les précipitations qui suivent. Il diminue la pluie nette donc le volume de ruissellement. Le couvert végétal diminue le phénomène de battance de sol (LLAMAS, 1993).

b) Couche de labour

Lorsqu'elle est bien gérée, la couche de labour possède une grande capacité d'infiltration, mais en raison de sa perméabilité, elle favorise l'écoulement hypodermique quant il s'agit d'un profil de sol homogène et uniforme, cet écoulement lorsqu'il existe au détriment du ruissellement de surface (LLAMAS, 1993).

L'écoulement hypodermique a tendance à produire un hydrogramme plus allongé et plus aplati.

c) Perméabilité du sol

Une plus grande conductivité hydraulique du sol avec une plus grande percolation, donne une plus grande capacité d'infiltration et une meilleure alimentation des nappes et de l'écoulement souterrain. Le paramètre de perméabilité d'un bassin conditionne la rapidité de montée, et l'importance des débits d'étiage (LLAMAS, 1993).

d) Profondeur du sol

Plus le sol est profond, plus sa capacité d'absorber les précipitations est grande et moins le ruissellement est important en volume mais meilleur à l'alimentation des nappes par rapport à la couche imperméable (LLAMAS, 1993).

e) Profil du sol

Un profil du sol hétérogène limite la capacité d'infiltration à long terme en fonction de la conductivité hydraulique de la couche la moins perméable lorsque la couche relativement perméable de surface est de faible épaisseur et repose sur une couche relativement imperméable, elle joue un rôle sur les précipitations à faible volume ; dès sa saturation, l'infiltration deviendra presque nulle, ce qui favorise la rapidité du temps de montée et augmente le débit de pointe de ruissellement (LLAMAS, 1993).

f) Drainage souterrain

Le drainage souterrain tirant l'eau libre de la zone de l'humidité assure une capacité de stockage régulière et provoque les mêmes effets qu'une de plus grande profondeur de sol. Le débit de drains devient une partie importante de l'écoulement souterrain et, en général, le volume total de l'écoulement ne change pas au cours d'une longue période (LLAMAS, 1993).

I.1.3.3 Climat

Evapotranspiration

L'évapotranspiration, en puisant à même les réserves du sol, augmente sa capacité de stockage pour des précipitations subséquentes (REMENIERAS, 1986).

Température

L'augmentation de la température réduit la viscosité de l'eau et augmente la conductivité hydraulique. Lorsque la température est plus élevée, l'évapotranspiration est plus intense. Si le sol est gelé, sa capacité d'infiltration devient presque nulle (LLAMAS, 1993).

Précipitations antérieures

Appelées aussi indice de précipitations antérieures, leur valeur indique l'état de sol. Elles influent la capacité de stockage du sol, une quantité importante de précipitations antérieures amène au sol une plus faible capacité de stockage. Pour les précipitations qui suivent, elle augmente le volume de ruissellement et le débit de pointe. Si l'intensité de la précipitation suivante a été forte, elle diminue le temps de base et de montée, les deux paramètres combinés produisent des hydrogrammes aigus avec des pointes importantes comme si l'on va voir dans le chapitre III.

Il faut noter qu'on peut introduire le paramètre (IPA) dans les deux premiers facteurs : Précipitations et sol, de fait que l'IPA représente une hauteur de pluie qui a tombé dans un intervalle de temps antérieur dans le premier facteur, et dans le deuxième facteur, l'état de saturation préalable du sol n'est représenté ici que pour l'IPA (LLAMAS, 1993).

I.1.3.4. La forme du bassin

1. Longueur de l'écoulement et temps de cheminement

Si l'eau est acheminée principalement à la surface du sol, le facteur de rugosité du sol aura une grande importance, alors que si la plus grande partie du cheminement se fait à l'intérieur du cours d'eau, ce sont ces facteurs hydrauliques qui domineront un grand temps de cheminement augmente le temps de montée et le temps de base de l'hydrogramme, tout en diminuant la pointe de celui-ci pour un volume ruisselle (LLAMAS, 1993).

2. Superficie

Un plus grand bassin augmente les superficies contributives et comme suite logique, le débit de pointe. Il augmentera aussi le temps de cheminement avec toutes les conséquences que cela implique. (LLAMAS., 1993).

3. Pente

L'augmentation de la pente du terrain ou celle d'un cours d'eau diminue le temps moyen de cheminement et, par conséquent, le temps de montée et le temps de base, tout en augmentant le débit de pointe pour un même volume ruisselé (LLAMAS., 1993).

4. Forme

La forme d'un bassin a des effets de même nature que les effets produits par la superficie et le temps de cheminement.

On fait appel à un indice de compacité "Kc" qui est égale à 1,16 pour le bassin étudié qui mène à dire que le bassin a une forme compacte et par conséquent, un temps de concentration rapide

Le "Kc" et les autres caractéristiques morphométriques et hydrographiques sont représentés dans le tableau N° III 2.

Plus le rapport (Kc) s'approche de l'unité, plus le bassin serait ramassé et le temps de concentration serait plus court.

Lac étangs et dépression

Ils favorisent le stockage des eaux de ruissellement sur le bassin. Ils augmentent aussi le temps de base et le temps de montée de l'hydrogramme, diminuent aussi le débit de pointe, mais ne modifient pas le volume de ruissellement. Ils amènent à un aplatissement de la forme de l'hydrogramme, leur importance est d'autant plus grande lorsqu'on considère leur superficie et leur position par rapport à l'exutoire du bassin (LLAMAS, 1993).

I.2. Relation : pluie- ruissellement – saturation

I.2.1. formation du ruissellement

Il est généralement admis que les processus susceptibles de générer un ruissellement peuvent être schématiquement rapportés, selon les auteurs, à trois types principaux. (BURT, 1989, COSANDEY, 1990 ; FRITSCH, 1992). Ces différents types se combinent avec des importances relatives très différentes dans le bassin étudié.

Historiquement, le premier type de processus considéré comme responsable de la formation du ruissellement a été décrit par HORTON (1933). Cet auteur attribue le ruissellement à des précipitations d'intensité supérieure à la capacité d'infiltration des sols, cette capacité d'infiltration étant considérée comme ayant une valeur décroissante au cours d'une pluie et

tendant vers une valeur limite de la conductivité hydraulique à saturation (FRITSCH, 1992 ; GRESILLON, 1944).

Des travaux plus récents ont nuancé la théorie d'infiltration dans le temps et dans l'espace, en développant un modèle complexe et progressif d'organisation pelliculaire superficielle, ou "OPS" (VALENTIN, 1985). Ces chercheurs ont mis en évidence le fait que la capacité d'infiltration de la saturation du sol est susceptible non seulement de se modifier très rapidement au cours même d'une averse, ce qui se serait pas en contradiction avec la théorie de HORTON, mais aussi de garder mémoire de cette modification. Il peut être intéressant de distinguer ce processus de formation du ruissellement de type "hortonien", dans lequel l'infiltration ainsi définie est à la fois variable d'un événement pluvieux à l'autre, et très dépendante du taux de protection de la surface des sols nus ou mal protégés par la végétation.

Le troisième type de ruissellement généralement identifié est celui qui se produit sur des surfaces imperméables. Mis en évidence par CAPPUS (1960) dans des bassins granitiques, il a été ultérieurement décrit par DUNNE et BLACK (1970). Ce ruissellement est lié à l'affleurement d'une nappe, le plus souvent en fond de vallon, l'extension des surfaces saturées est progressive au fur et à mesure de l'alimentation de la nappe par les pluies, et se produit généralement de l'aval vers l'amont des versants (DUNNE et BLACK, 1970 ; COSANDEY, 1984 ; MEROT, 1988) dans des différentes conditions et selon divers facteurs.

I.2.2. Du ruissellement sur les bassins aux écoulements de crue

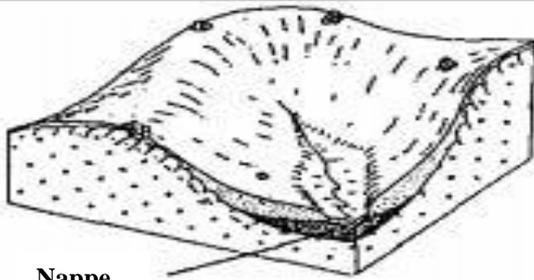
Les concepts ont permis de savoir selon quels processus le ruissellement pouvait se former sur les versants. Ils ne permettaient toutefois pas de comprendre comment se déclenchent les montées de crue.

Celles-ci se produisent lorsque, de proche en proche, les surfaces ruisselantes se développent jusqu'au bas des versants, qu'elles rejoignent la nappe de fond de vallon et qu'il n'y a plus de zone tampon capable d'absorber le ruissellement venant de l'amont. Celui-ci atteint alors rapidement le drain principal : D'où la montée très rapide des eaux. A partir de ce moment, qui correspond à un état de saturation totale du bassin : ainsi s'explique l'effet d'un certain seuil observé lors du démarrage des crues. Ce seuil, n'est pas en relation simple avec la hauteur de précipitation, mais correspond à un état donné du stock hydraulique du bassin, celui-là même représente la quantité maximum d'eau que peuvent retenir l'ensemble des formations superficielles avant la production de la crue. Sa valeur est égale à la somme des valeurs maximales possibles de la réserve hydrique (capable d'alimenter en eau la végétation en période de déficit hydrique) et de la réserve hydrologique (qui assure l'écoulement de base) (COSANDEY et DIDON-LESCOT, 1990).

A partir de ces différentes observations, la formation des écoulements de crue peut être représentée ainsi. (FIG N°II.1).

La **figure** lève la contradiction entre des écoulements de crue par des "surfaces saturées" dont l'extension dans l'espace est progressive, témoignant l'effet d'un certain seuil. Il est permis de comprendre pourquoi les crues sont aussi soudaines, et comment elles peuvent être

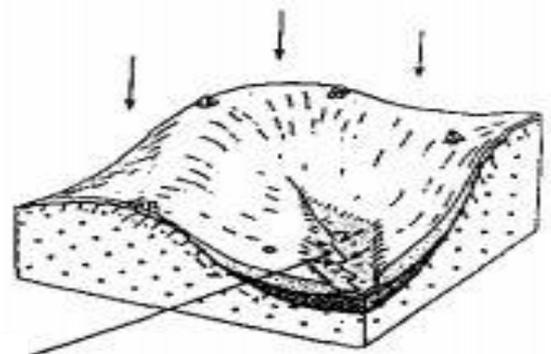
aussi abondantes, puisqu'une fois le seuil dépassé, toute l'eau précipitée participe à l'écoulement de crue.



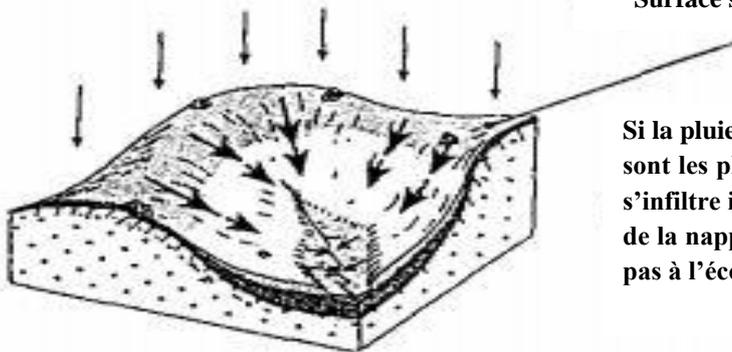
Nappe

Lorsqu'il ne pleut pas, la nappe de fond de vallon est drainée par le cours d'eau qu'elle alimente.

Une faible quantité de pluie peut suffire à faire affleurer la nappe en fond de vallon : l'écoulement rapide se forme à partir des précipitations sur cette surface saturée.



Surface saturée



Si la pluie continue, des volumes saturés apparaissent là où les sols sont les plus minces, en haut de versant. Mais l'eau qui y ruisselle s'infiltrerait immédiatement en aval ; si elle contribue à l'alimentation de la nappe et à l'extension des surfaces saturées, elle ne contribue pas à l'écoulement rapide, et les débits demeurent très faibles.

Si la pluie continue encore, la saturation de haut de versant gagne rapidement vers l'aval et finit par rejoindre les surfaces saturées de fond de vallon. A partir de ce moment, il n'y a plus de zone-tampon et le ruissellement se produit sur l'ensemble du versant et rejoint le cours d'eau. La montée de crue est rapide et importante.

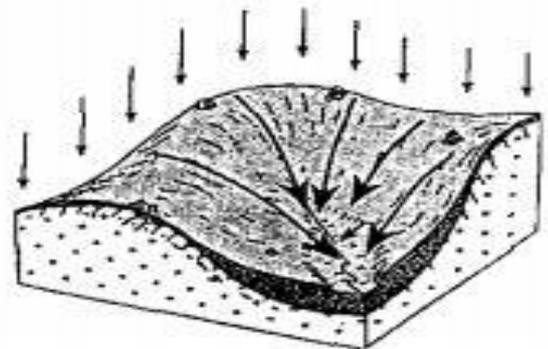


Fig. N°1.2 : Processus de formation des écoulements de crue. (Source M.Mehaiguene, 2002)

I.2.3. La relation entre précipitation, ruissellement et saturation

C'est la clé de l'opération de transformation des quantités de pluie en débits d'écoulement. Elle consiste à appréhender globalement la quantité (lame ruisselée) ou la part (coefficient de ruissellement) qui se transforme en écoulement ; lame et coefficient de ruissellement croissent évidemment avec l'hauteur de précipitation mais cette croissance est plus moins rapide et s'effectue à des niveaux plus ou moins élevés selon divers facteurs dont le plus important est l'état de saturation préalable des sols.

La variable à expliquer est tantôt le coefficient de ruissellement K_r , tantôt la lame ruisselée L_r .

Le facteur principal du ruissellement est la pluie représentée par la variable P_m , hauteur moyenne sur le bassin, ou parfois par la variable P_u , pluie utile fraction de P_m d'intensité supérieure à un certain seuil qui dépend de la perméabilité des sols des bassins.

Le facteur secondaire caractérise la plus ou moins grande saturation préalable des terrains c'est-à-dire la plus ou moins grande teneur en eau et de ces terrains au début de la précipitation considérée ; il est évident que l'aptitude ou la potentialité au ruissellement d'un bassin soumis à une certaine pluie est d'autant plus élevée que la saturation préalable des terrains est importante.

Lorsqu'on ne dispose pas de données sur le terrain en eau des sols (ou état d'humidité), pour raison de gestion opérationnelle d'un bassin, on caractérise la saturation en faisant appel à des paramètres indirects. Soit une donnée du débit de base avant la montée de la crue, qui représente de manière intégrale la succession des pluies antérieures (dont l'infiltration a généré le débit de base) (DUBREUIL, 1974).

I.2.4. Calcul du ruissellement

Le ruissellement peut s'exprimer soit par une lame ruisselée (L_r) ou par un coefficient de ruissellement (K_r).

Avant d'atteindre un cours d'eau principal ou secondaire, l'eau ruissèle sous forme de nappe d'eau ayant une certaine hauteur et une certaine vitesse. La vitesse du ruissellement est très importante pour étudier l'hydrogramme de l'averse. Elle dépend en premier lieu de la pente de la surface d'écoulement et ensuite des caractéristiques du sol (BENGOUFA, 2000).

La lame ruisselée est calculée suivant la formule suivante :

$$L_r = \frac{V}{A} \text{ (mm) } \dots\dots\dots(1)$$

Avec :

V : volume de l'hydrogramme de la crue (m^3) ;

A : superficie totale du bassin versant (m^2).

Le coefficient de ruissellement (K_r) est calculé par la formule suivante :

$$K_r = \frac{L_r}{P} \dots\dots\dots(2)$$

Avec :

L_r : lame ruisselée (mm)

P : hauteur de pluie (mm).

Conclusion

L'étude bibliographique qui a fait l'objet d'une synthèse des travaux effectués pour l'estimation de la quantité de ruissellement a permis de passer en revue les études effectuées dans ce domaine.

Les études effectuées montrent qu'on peut déterminer le ruissellement à partir de l'Indice de précipitation antérieur. Il décrit deux modèles simples faisant intervenir un IPA ou une réserve en eau du sol comme paramètres correcteurs de la pluie.



CHAPITRE II :
REPRESENTATION DE LA REGION
D'ETUDE

II.1. Introduction

Le bassin versant peut être caractérisé par sa morphologie, (forme, relief, réseau de drainage), la nature du sol etc.... On peut établir un certain nombre d'indices susceptibles de servir au moins de points de repère dans la classification des bassins et de faciliter les études par analogie.

Le sous bassin Arib Ebda de Cheliff a été choisi comme bassin d'application de notre travail. Nous présentons ici les principales caractéristiques du bassin, les données du milieu physique dont nous disposons.

Tout régime hydrologique ne peut être catégoriquement perçu, sans avoir besoin d'effectuer une étude minutieuse des circonstances physico-géographiques du bassin versant, dont l'interaction et la complémentarité de ses éléments déterminent la variabilité et l'intensité du comportement des phénomènes hydrologiques dans le temps et dans l'espace.

La lithologie du bassin versant sera abordée afin de déterminer les possibilités de l'écoulement de surface en fonction de la perméabilité.

Enfin, la végétation sera également prise en considération car elle peut directement agir sur l'écoulement de surface.

II.2.Situation géographique

Le bassin versant de Arib Ebda sous le code 011801 couvre une superficie de 269.125 km². Il s'étend entre la Longitude 2° 03' Est et de Latitude 36° 17' Nord. Ce bassin présente un ensemble montagneux qui forme une unité géographique relativement homogène de l'atlas Tellien septentrional. Il est constitué comme relief Pliocène d'altitude modérée atteignant rarement 1500 m. De part sa position il est soumis à un climat semi-aride tempéré.

Le bassin de Arib Ebda est limité :

A l'Est par le bassin Algérois.

A l'Ouest par le bassin de Tikazel et le Côtier Ténès.

Au Nord par le Côtier Cherchel.

Au Sud par les bassins de Rouina et Harraza.

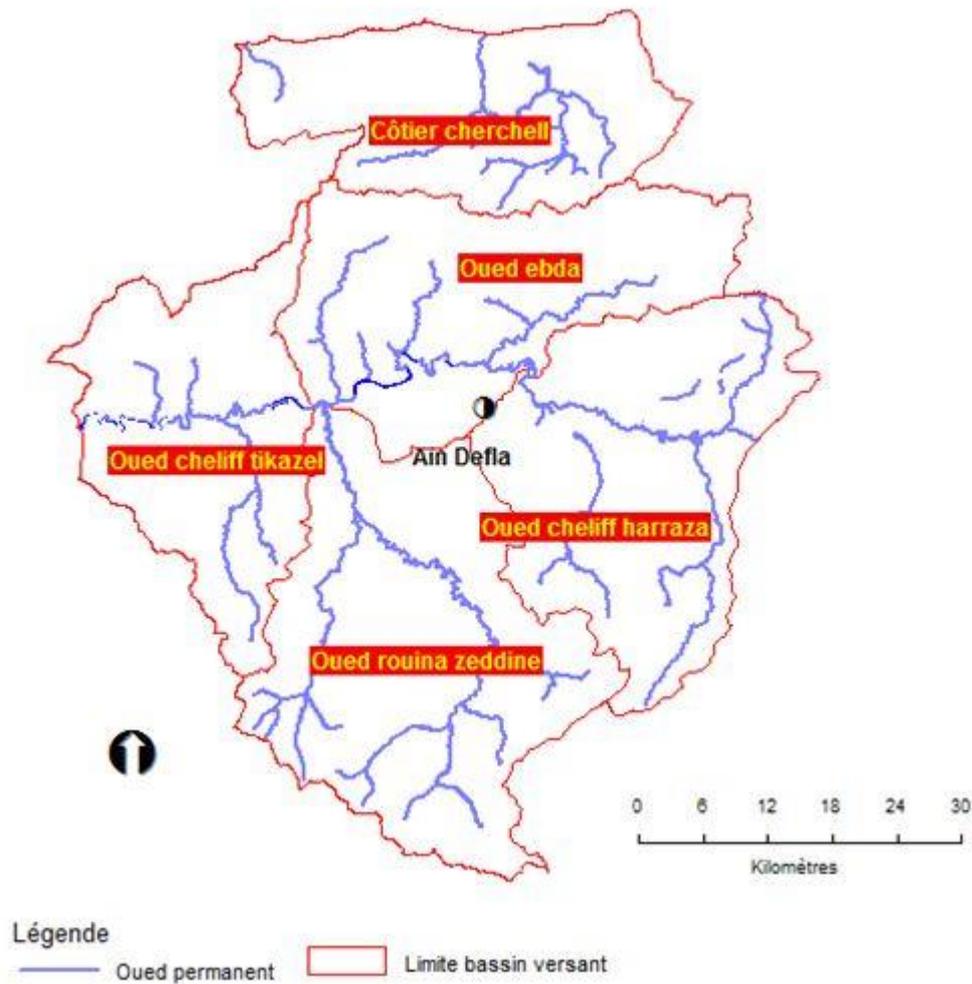


Figure II.1 : Présentation du secteur d'étude et ses Oueds limitrophes.

Oued Arrib Ebda est un petit affluent de Oued Cheliff. Ce bassin est contrôlé par trois postes pluviométriques et une station hydrométrique (Tableau N°II.1).

Tableau N°II.1 : Coordonnées des postes pluviométriques et la station hydrométrique du B.V.

Les postes pluviométriques				
Stations	Coordonnées Lambert			Code
	$x(m)$	$y(m)$	$z(m)$	
SIDI MEDJAHED	452,15	337,05	850	011803
AIN DEFLA	434,6	329,9	270	011804
ELANNEB	427,2	342,95	1078	011806
La station hydrométrique				
Nom de la Station	Oued	Coordonnée		Code
		X(m)	Y(m)	
ARIB EBDA	Ebda	439650	335550	HY011801

(Source l'A.N.R.H).

L'embouchure se trouve à 8,09 Km de la ville d'Ain Defla, la température moyenne annuelle dans ce bassin est de 13.75°C. La lame d'eau moyenne précipitée sur le bassin de Arrib Ebda est de 521mm. (Fig. II.2)

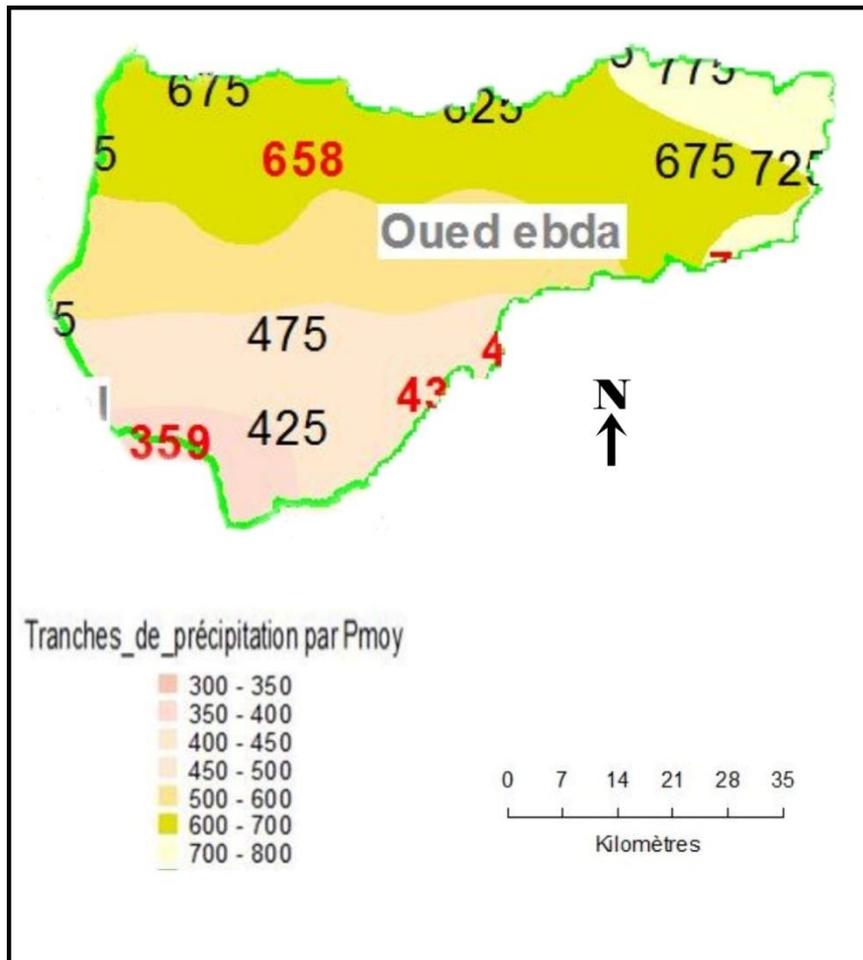


Figure II.2 : Précipitations moyennes interannuelles de la région de Arib Ebda

II.3.Caractéristiques hydro-morphologiques

La connaissance des paramètres morphologiques d'un bassin est nécessaire afin de connaître leurs effets sur la variation du régime hydrologique ; car le bassin versant à une fonction collecteur. Il recueille les pluies et transforme en écoulement exutoire.

Cette transformation ne se fait pas par des pertes en eau, et si ces pertes dépendent d'une part, des conditions climatologiques régnant sur le bassin. Elles sont fonction d'autre part, des caractéristiques du bassin.

Ces caractéristiques sont représentées respectivement dans le tableau N°II.2.

Tableau N°II.2 : Caractéristiques morphologiques et hydrographiques du B.V.

Paramètres	Symbole	Unité	Arib-Ebda
Superficies	A	Km ²	269.125
Périmètre (Km)	P	Km	67.75
Indice de compacité de Gravellius	Kc	/	1,16
Rectangle equivalent	L	Km	20.805
	L	Km	12,60
Attitudes	H _{max}	M	1507
	H _{moy}	M	840
	H _{min}	M	270
Dénivelée spécifique	D _s	M	559.48
Indice de pente	I _g	m/Km	34.13
	I _p	%	1.54
Densité drainage	D _d	Km/Km ²	5.41
Coefficient de torrentialité	C _t	/	0.48
Rapport de confluence	R _c		1.78
Rapport de longueurs	R _l		3.02
Temps de concentration	T _c	H	3.66

(Source l'A.R.N.H)

Ces paramètres morphologiques et hydro-morphologiques du bassin versant comprennent :

L'indice de compacité : Le contour d'un bassin versant enferme une superficie S, qui a une certaine forme, laquelle va avoir une influence sur l'écoulement global et sur l'allure de l'hydrogramme résultant d'une pluie donnée. Un bassin longiligne ne réagira pas de la même manière qu'un bassin de forme arrondie (J.P. Laborde, 2000).

Le K_C de notre bassin est égal à 1,16 qui indique que le bassin a une forme compacte, donc elle implique un temps de concentration rapide.

Le rectangle équivalent : Il s'agit d'une transformation purement géométrique pour laquelle on assimile le bassin à un rectangle ayant le même périmètre et la même superficie. De cette façon, les courbes de niveau seront des droites parallèles au petit côté.

$$L = \frac{Kc \cdot \sqrt{A}}{1.12} \left[1 \pm \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc} \right)^2} \right] \dots\dots\dots(3)$$

Pour que cette représentation soit possible, il faut que : $Kc \geq 1.12$

Le rectangle équivalent combiné à la répartition de surface en fonction de l'altitude relative permet une meilleure représentation graphique du sous bassin.

L'indice de pente globale (I_g) : Est un indice qui caractérise l'influence de la pente sur le régime hydrologique du bassin. Il sert à classer le relief du bassin versant et cela en calculant la dénivelée spécifique D_s :

$$D_s = I_g \cdot \sqrt{A} = 559,48 \text{ m celui de Arib Ebda.}$$

La dénivelée spécifique n'est donc fonction que de la différence $H_{5\%} - H_{95\%}$ et de la forme du bassin. Elle a donné lieu à une classification proposée par l'ORSTOM :

$D_s < 10\text{m}$	classe R1	-relief très faible.
$10 < D_s < 25$	classe R2	-relief faible.
$25 < D_s < 50$	classe R3	-relief assez faible.
$50 < D_s < 100$	classe R4	-relief modéré.
$100 < D_s < 250$	classe R5	-relief assez fort.
$250 < D_s < 500$	classe R6	-relief fort.
$D_s > 500$	classe R7	-relief très fort.

D'après la classification de l'O.R.S.T.O.M, le bassin de l'oued Arib Ebda à un relief de classe R7, c'est-à-dire relief très fort.

Le relief : Le relief joue un rôle très important en hydrogéologie, il intervient dans le calcul de l'infiltration et le ruissellement ; pour une pente très forte le ruissellement sera très rapide et l'infiltration sera faible (le temps de concentration très court). Le relief a une grande influence sur le volume des précipitations d'une part et sur la variation des températures d'autre part. Plusieurs études ont montré l'existence d'une relation directe entre la quantité de pluie tombée dans un endroit donné et l'altitude de ce point, l'augmentation des pluies avec l'altitude dépend également de l'orientation du relief par rapport aux flux pluvieux.

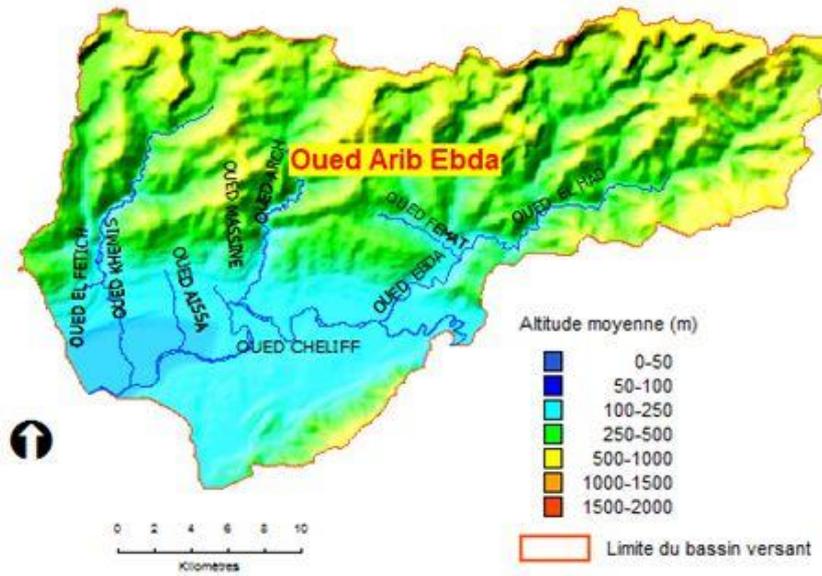


Fig. N°II.4 : Relief et hydrographie du milieu

Courbe hypsométrique : L'influence géographique à l'échelle du bassin versant est généralement appréciée par l'établissement de la courbe hypsométrique, donc par la répartition des altitudes en fonction des pourcentages cumulés des superficies ; Cette courbe permet de calculer l'altitude moyenne et l'indice de pente globale.

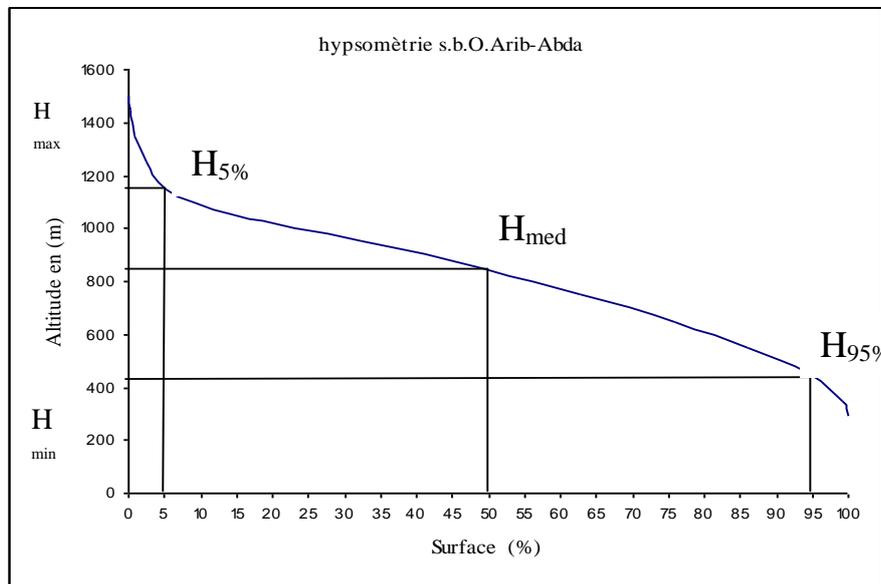


Fig. II.5 : Courbe hypsométrique du sous bassin versant.

L'altitude moyenne (Hmoy) : c'est le rapport entre la somme des produits des surfaces élémentaires par l'altitude moyenne correspondante et la surface totale du bassin (A).

$$H_{moy} = \sum \frac{a_i \cdot h_i}{A}$$

L'altitude maximale (H max) désignée par le point le plus haut du bassin.

L'altitude médiane (H med) correspond à 50% de la surface du bassin.

L'altitude minimale (H min) correspond au point le plus bas du bassin.

La densité de drainage peut nous renseigner sur l'importance de drainage du bassin et son aptitude au ruissellement superficiel.

Le bassin versant de l'oued Arib Ebda a une densité de drainage de 5.41Km/Km².

II.4. Lithologie

Le bassin de l'oued Arib-Ebda apparaît sur la feuille de Miliana, c'est un bassin assez compact caractérisé par un relief prononcé particulièrement couvert. L'essentiel des affleurements est représenté par des schistes, calcaires, grès, poudingues appartenant au Crétacé inférieur et au Jurassique. Le Miocène est représenté par des marnes et des argiles (voir Fig. N°II.6).

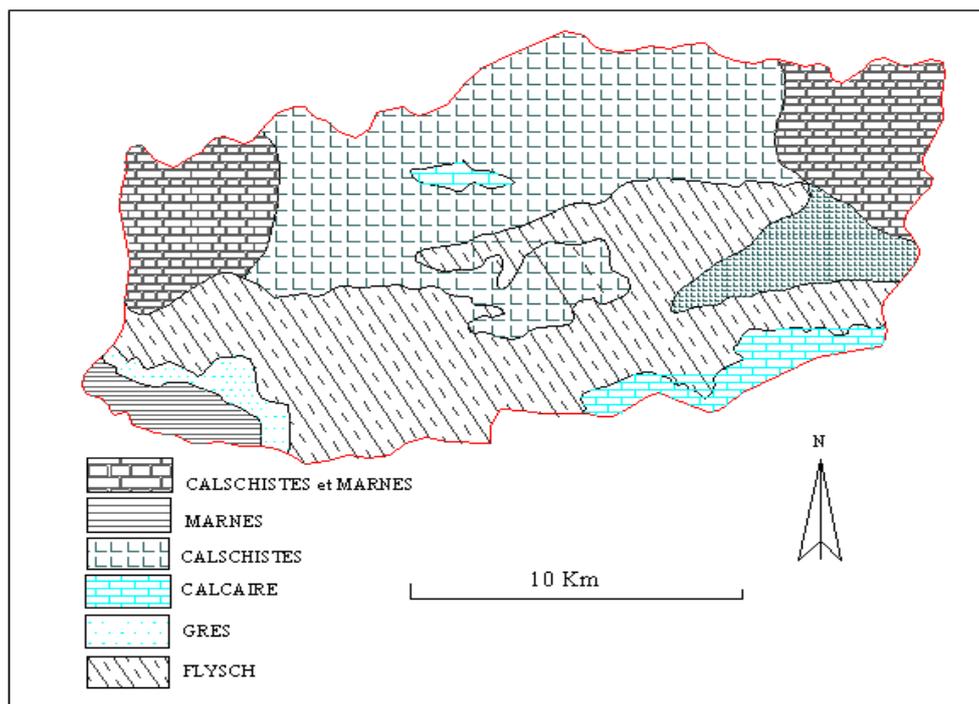


Fig. II.6 : Carte lithologique du bassin Arib Ebda. Etablie à partir de la carte géologique de M. MATTAEUR (1958) (Source : Remaoun 2007)

Discordant sur le Primaire, le Jurassique très localisé, se présente en alternances de calcaires bleus, noirs bien stratifiés et de calcaires feuilletés noirs. Ces calcaires sont très fracturés, les fissures sont parfois remplies de calcite

Le Néocomien est constitué de calcaires zoogènes peu épais (10 à 30m) de teinte bleu noir ou rosâtre. L'Albien qui repose en discordance sur le Jurassique et le Primaire est représenté par des marnes schisteuses grises ou brunâtres.

Le Cénomaniens dont l'épaisseur varie entre 20 et 60m montre des calcaires noirs à patine blanche avec des intercalations de marno-calcaires. Le Sénonien est constitué de marnes noirâtres.

Le Crétacé inférieur et supérieur ainsi que le Miocène représentent l'essentiel des affleurements. Ces terrains qui se caractérisent par des perméabilités moyennes à faibles se situent en position haute et favorisent le ruissellement des eaux

Tableau N°II.3 : Répartition lithologique et comportement hydrologiques des terrains affleurant

Bassins Roches	Arib-Ebda		Perméabilité
	Superficie		
	Km ²	%	
Marnes	5.12	1.91	Imperméable
Grés	4	1.47	Perm moyenne
Calcaire	9.0	3.53	Très perméable
Flysch	94.0	34.9	Perméable faible
Calcschiste	114	42.12	Perméable faible
Calcschiste et marnes	43.0	16.05	Imperméable
Totale	269.125	100,00	

(Source : Remaoun 2007)

Par classe de perméabilité, on obtient les résultats représentés dans le tableau N°II.4.

Tableau N°II.4 : Pourcentage de perméabilité dans le bassin versant de oued Arib Ebda

Degrés de perméabilité	Le pourcentage (%)
Imperméable	17,96
Perméabilité faible	77,02
Perméabilité moyenne	1,47
Très perméable	3,53

(Source : Remaoun 2007)

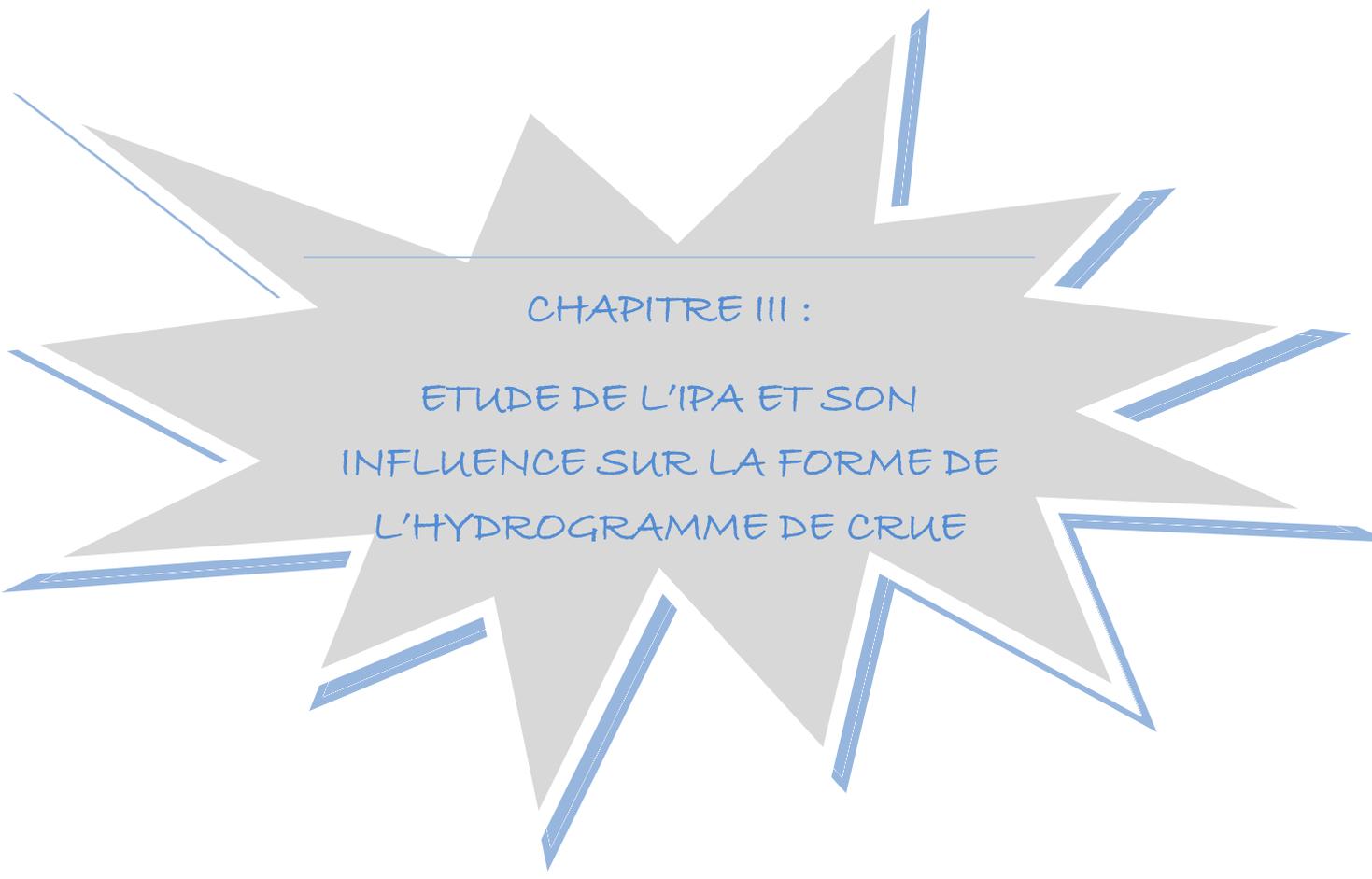
On conclut que environ $\frac{1}{4}$ du bassin est imperméable, et $\frac{3}{4}$ a une perméabilité moyenne.

II.5. Conclusion

En fin les principaux résultats nous permettent de conclure, que l'indice de compacité de notre sous bassin est compacte ($K_c = 1,16$) comme forme qui influera sur le temps de concentration et l'écoulement ces valeurs apportent des informations sur la concentration de l'écoulement et déterminera donc dans une certaine mesure l'allure de l'hydrogramme de crue.

Selon l'indice de pente globale (I_g) le relief est excessif (très fort) comparé à sa surface (269.125 km^2) et à son altitude maximale qui est de 1507 m.

Ces valeurs montrent bien d'ailleurs l'importance du volume montagneux et la plus forte incision du relief dans ce secteur.



CHAPITRE III :

ETUDE DE L'IPA ET SON
INFLUENCE SUR LA FORME DE
L'HYDROGRAMME DE CRUE

III.1. Introduction

Les données hydro-pluviométriques proviennent de sources différentes. Ces données ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Blida et de Khémis Miliana et de l'Office National de la Météorologie (ONM). La disparité des sources pose souvent un problème de la qualité des données,

III.2. Présentation des données et méthodologie d'analyse

La procédure suivie au cours de notre travail est la suivante :

Collecte des données

Méthodologie de travail :

La sélection des crues :

Le travail de l'étude de l'IPA et son influence sur la forme de l'hydrogramme s'articule sur :

Tracé de graphique de variation de précipitation en fonction du temps, $P = f(t)$.

- Variation de l'IPA pour la période d'étude ;
- Tracé des hydrogrammes des crues sélectionnées $Q = f(t)$;
- Calcul de la lame ruisselée L_r ;

Analyse des crues et interprétations :

- aspect graphique de l'hydrogramme (analyse descriptive) ;
- interprétation ;

Etude de la relation IPA-pluie –ruissellement :

Essai d'élaboration d'un diagramme pluie totale-lame ruisselée en fonction du coefficient de ruissellement K_r .

III.2.1. Collectes des données

La constitution d'une base de données hydrométrique est une tâche longue et pénible. Cette collecte consiste en un dépouillement systématique de toutes les fiches journalières instantanées de pluie.

Les débits liquides moyens journaliers ont été obtenus à l'AN.R.H de Blida et Khémis Miliana d'un intervalle de dates comprises entre 1983 à 1995.

Les tableaux représentant les valeurs des débits liquides et le temps en jours et en heures pour les crues sélectionnés sont données en annexe 1.

Les valeurs de l'IPA de 5 ; 10 ; 20 ; et 30 jours ainsi que les auteurs de pluie pour les 60 dates choisies sont représentées dans le Tableau N°(III.1).

Tableau N°III.1 : valeurs de l'IPA de 5, 10, 20 et 30 jours pour les 60 événements choisis.

N°	Dates	Pluie au cours De la crue	Antécédent pluviométrique (mm) 5 jours	Antécédent pluviométrique (mm) 10 jours	Antécédent pluviométrique (mm) 20 jours	Antécédent pluviométrique (mm) 30 jours
1	18-11-1983	0	33,6	34,4	44,6	44,6
2	23-11 -1983	40	43,7	77,3	86,8	88,3
3	13 au 15-12-1983	34,7	16,7	16,7	57,2	134,5
4	21 au 23-12-1983	17,5	9	57,9	60,9	141,3
5	09 au 12 -01-1984	4,5	20,8	29,5	84,8	86,3
6	28 au 29-01-1984	0	18,4	22,7	44,2	82,2
7	02 au 05-02-1984	0	0	18,4	39,7	65
8	13 au 14-03-1984	0	24,5	41,7	69,6	80,9
9	23 au 24-03-1984	2	27,5	27,5	69,2	97,1
10	20 au 21-05-1984	0	17,9	34,4	56	71,7
11	03-06-1984	0	5,2	5,2	6,7	6,7
12	10 au 19 -10-1984	61,4	26,6	26,6	31,3	32,3
13	19-11-1984	8,3	15,5	56,1	68,6	69,2
14	11 au 12-02-1985	0	55,3	137,1	226,9	230,4
15	20 au 21-03-1985	0,4	5,5	54,2	88,2	113,4
16	17 au 18-11-1985	34,8	4,8	4,8	19,8	25,7
17	03 au 04-01-1986	1,4	0	0	58,1	60,9
18	08-01-1986	0	1,4	1,4	70,5	154,5
19	04 au 08-02-1986	51,9	31	31	66,5	90,5
20	14 au 21-03-1986	10,4	0	0	14,2	56,2
21	01 au 03-06-1986	0	0	1,1	2	2
22	24-10-1986	0	8,8	12,4	36,9	57,1
23	17 au 20-11-1986	24,5	12,5	12,5	59,1	70,4
24	09 au 15 -12-1986	83	0,7	6	19	52,6
25	10 au 11-01-1987	0	4,7	22,6	35,1	37,5
26	30-01 au 01-02-1987	0	0	1,2	30,6	39,4
27	14 au 16-11-1987	26,6	8,7	13,5	13,5	13,5
28	07 au 09-12-1987	22,3	11,1	14	38,7	76,8
29	09 au 10-12-1987	16,3	17,1	17,1	44,7	80
30	26 au 27-12-1987	7,9	4,6	4,6	33,1	44,7
31	05 au 10-03-1988	0	0	38,5	38,5	61,2
32	11 au 12-05-1988	0	0	0	46,3	52,9
33	01 au 03-12-1988	10,4	0	22,8	36,1	36,1
34	14 au 16-12-1988	42,8	52,4	75,6	86	113,8
35	20 au 22-12-1988	10,8	1	95,6	129,8	152,6
36	05 au 06 -01-1989	2,8	43,8	48,8	48,8	54,7
37	24 au 26-02-1989	0	0	0	0	16,4
38	30 au 31-03-1989	31,2	7,3	8,1	9,5	25,3
39	31-12-1989 au 01-01-1990	13,7	5	5	5	10,9
40	29 au 30-05-1989	0	5,7	6,9	14,5	36,9
41	09 au 12-04-1990	0	2,7	13,3	27,1	61,7
42	05 au 06 -05-1990	0	7,3	8,9	24,3	25,1
43	11 au 13 -12-1990	18,7	34,5	35,5	75,6	88,2
44	05 au 06 -01-1991	0	0	0	0,8	5,4
45	13 au 16-01-1991	0,3	0	0	0	4
46	20 au 22-02-1991	10,4	2,5	2,5	2,5	199
47	13 au 21-03-1991	0	10,3	21,6	37,5	50,4
48	30-03 au 07-04-1991	18,5	0	0	2,7	60,7
49	03 au 04-11-1992	9,7	18,2	18,2	21,1	36,3
50	28 au 31-12-1992	4,9	6,9	6,9	17,6	22,5
51	13 au 14-02-1993	0	12,5	59,1	59,1	91,9
52	14 au 15-03-1993	0	0	47,5	59,1	91,9
53	16 au 17-04-1993	3,5	10,1	13,7	15,7	15,7
54	24 au 26-04-1993	0	7,8	21,2	25	27
55	06 au 08-05 -1993	0	0	0	11,3	25
56	20 au 24-01-1994	0	6,6	33,8	147,5	176,8
57	17 au 20-02-1994	0	0	0	3,8	10,4
58	22 au 25-09-1994	47,6	0	0	0,5	8,7
59	29 au 30-09-1994	25,8	9,7	53	53	53,5
60	22 au 25-12-1994	29,3	20,7	20,7	20,7	20,7

L'analyse préliminaire des données a permis de constater une grande variabilité des hauteurs de pluie sur les 60 valeurs choisies. La hauteur des pluies change d'une année à l'autre pour le même mois, par exemple si on prend le mois de Janvier : la valeur de la pluie tombée le 09/01/1984 est de 65 mm. On trouve une valeur 91,5 mm le 08/01/1986, de 39,4 mm le 10/01/1987, après on trouve 147,5 mm le 20/01/1994.

On remarque aussi qu'au cours d'une même année, les hauteurs de pluie varient pour chaque mois. Par exemple, l'année 1994 où on a 147,7 mm le 20/01 /1994 et huit mois après, il tombe 79,3 mm au mois septembre, et le 22/12/1994, il tombe 50 mm.

III.2. Méthodologie de travail

La sélection des crues

Les crues ont été sélectionnées sur toute la période d'observation et sur toute la saison pluvieuse, en fonction de leurs formes à fin de pouvoir faire la différence entre leurs caractéristiques. (tableau.III.1)

1. Tracé du graphe pluie en fonction du temps $P = f(t)$

La figure N°III.1 montre des hauteurs de pluies minimales de 0,4 mm pour la crue du 20 au 21/03/1985 et de 0,3 mm pour celle du 13 au 16/01/1991 : et les moyennes de 10 à 20 mm pour la majorité des pluies par exemple la crue n°43 du 11 au 13 -12-1990 et celle de la crue n°29 du 09 au 10-12-1987. La hauteur de pluie maximale qui atteint 83 mm a été enregistrée pour la crue n° 24 du 09 au 15/12/1986.

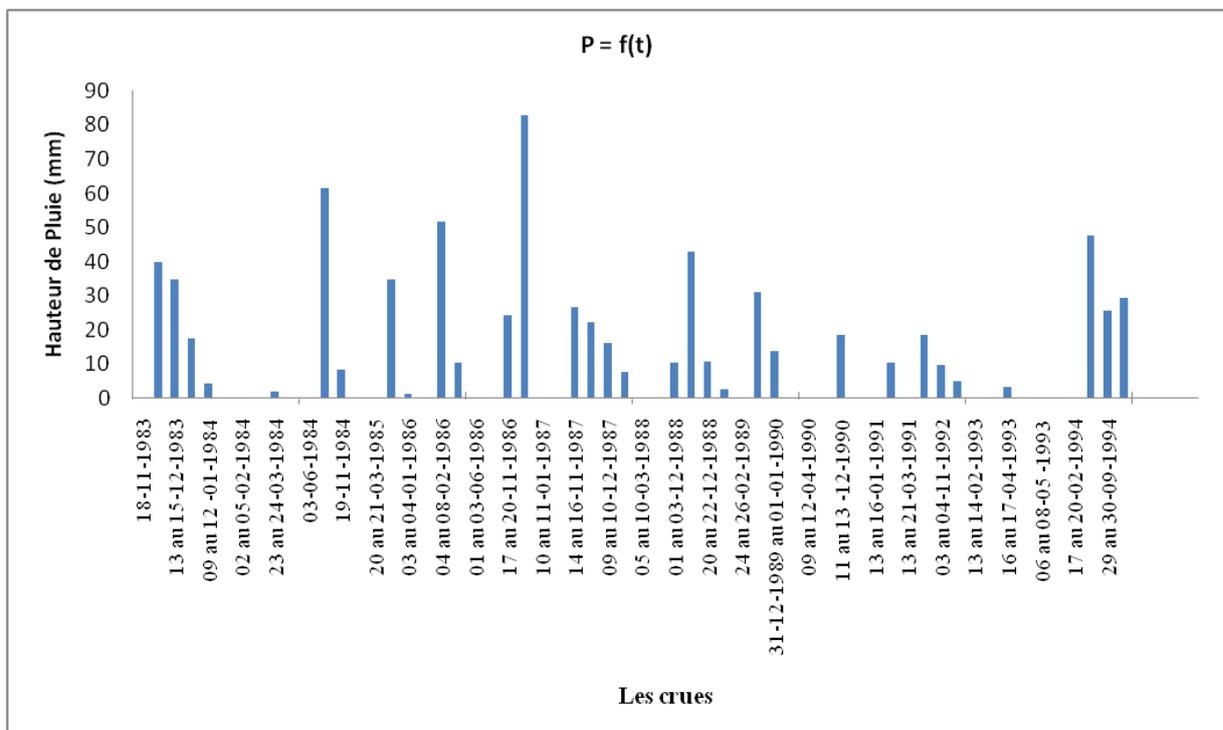


Fig. N°III.1 : Variation de la précipitation en fonction du temps.

2. Variation de l'IPA pour la période d'étude

D'après les données disponibles concernant la hauteur de pluie antécédente (IPA), on constate que sa variation est importante pour des intervalles de temps de 5, 10, 20, et 30 jours, et parfois elle reste constante pour tous les intervalles.

Les dates des crues : 09/01/1984, 17/11/1985, 13/01/1991, 22/12/1994, 23/11/1983, donnent un exemple sur cette variation : L'IPA de 5 jours égale 17,9 mm pour la crue du 20-05-1984, ensuite pour 10 jours, on a 34,4mm, 56 mm pour 20 jours et pour 30 jours, on a 71,7 mm.

La crue du 17/11/1985, la valeur de L'IPA de 5 jours et 10 jours sont constant de 4.8, alors pour 20 et 30 jours, l'IPA varie de 19,8 à 25,7 mm. (tab.III.1)

La crue du 13/01/1991, la valeur de L'IPA ne change pas pratiquement jusqu'aux 30 jours (elle est de 0 à 4 mm).

La crue du 22/12/1994, nous avons enregistré une valeur de L'IPA (20,4 mm) qui reste constant pour tout le mois. (tab.III.1)

La crue du 23/11/1983, nous avons enregistrée une valeur de L'IPA élevée pour 5 jours, elle change légèrement jusqu'à 88.3 mm pour 30 jours. Plus de la moitié des 60 ont une valeur de l'IPA qui reste presque constante pour les différents intervalles de temps (5, 10, 20, 30 jours).

D'après les données de l'IPA de 5 jours, on remarque qu'il y a des valeurs qui sont presque égales pour des dates qui ont les mêmes mois. Par exemple les crues du 17/11/1986 et du 02/11/1992, on trouve une valeur de l'IPA de 12,5mm pour les deux dates. Les crues du 13/12/1983 et 09/12/1987 ont des valeurs de l'IPA de 16.7 mm et 17.1 mm respectivement.

Nous avons 4,7 mm pour la crue 10/01/1987 et 6,6 pour la crue 20-01-1994. Pour la crue du 09/01/1984, l'IPA5jour égale 20,8 mm, et enfin une valeur de l'IPA de 29,2 mm pour la crue du 31/01/1990. La valeur nulle de l'IPA pour la crue du 11/05/1988 se répète lors de la date du 29/05/1989. Même remarque pour l'IPA de 10 jours ou les valeurs se répètent pour les mêmes mois. En plus, la variation de l'IPA au cours d'une crue n'est pas considérable pour les différents intervalles de temps de 5, 10, 20, et 30 jours, les valeurs de l'IPA sont presque les mêmes au cours des dates qui ont les mêmes mois. Par conséquent, l'IPA de 5 jours est retenue dans notre étude.

3. Tracé des Hydrogrammes des crues sélectionnées

Un hydrogramme se définit par la courbe $Q = f(t)$, c'est-à-dire des débits en fonction du temps dans une section d'un cours d'eau. Il présente de nombreuses fluctuations d'amplitude, de période et de forme très diverses. Si la rivière ne comporte aucun ouvrage de dérivation ou de régularisation artificielle, chacune de ces fluctuations est le reflet d'une variation des facteurs hydrométéorologiques agissant sur les bassins versants. En particulier, toute antérieurement surtout à partir de son aire d'alimentation.

Le tracé des 60 graphes temporels de débit permet de constater les caractéristiques types pour chaque crue, ils sont donnés en annexe.

Il est à noter que le tracé des crues sélectionnées est établi par Excel 2007 on a pris l'échelle normal pour le tracé des graphes c'est-à-dire ($25 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'axe des Y et 25 h pour l'axe des X), le calcul des volumes est fait par planimétrie sur papier millimètre.

4. Calcul de la lame ruisselée

La méthode de calcul de la lame ruisselée est citée dans la partie bibliographique chapitre 1. Les valeurs de la lame ruisselée pour les différentes crues sélectionnées sont représentées dans le tableau III.2 :

Tableau N°III.2 : Valeur de la lame ruisselée pour les différentes crues.

N° de la crue	Volume de crue V (m ³)	Surface de bassin S (Km ²)	Lame ruisselée L _r (mm)
1	182327,04	269.125	0,6774
2	585000		2,1737
3	1159830		4,309
4	774484,74		2,87
5	1283556,78		4,76
6	118069,875		0,438
7	1872456,72		6,957
8	96141,58		0,357
9	118968,75		0,442
10	154652,4		0,574
11	447913,44		1,664
12	5536800		20,573
13	1863281,25		6,923
14	164736		0,612
15	57834		0,214
16	708750		2,63
17	45763,2		0,170
18	43465,1		0,161
19	1470161,7		5,46
20	543048,07		2,017
21	312300		1,16
22	77734,687		0,288
23	360320,4		1,338
24	5513443,74		20,48
25	75970		0,282
26	320304,375		1,190
27	213985,8		0,795
28	41126,4		0,152
29	187425		0,696
30	101837,25		0,378
31	740275,2		2,75
32	182031,3		0,676
33	228123		0,847
34	7983360		29
35	405990		1,508
36	183015		0,68
37	119731,22		0,444
38	153263,95		0,569
39	155254,61		0,576
40	57827,1		0,214
41	155520		0,577
42	98357,67		0,365
43	268749,78		0,998
44	148865,67		0,553
45	956201,21		3,553
46	406249,99		1,50
47	3570652.103		13,267
48	4284000		15,918
49	268150.68		0,996
50	992250		1,46
51	29092.59		0,108
52	47366,35		0,176

N° de la crue	Volume de crue V (m ³)	Surface de bassin S (Km ²)	Lame ruisselée L _r (mm)
53	42887,23		0,159
54	220965,73		0,821
55	189501,84		0,704
56	1821150		6,76
57	451558,8		1,67
58	393187,5		1,46
59	2584912,5		9,60
60	476280		1,76

Analyse des crues et interprétations

Pour l'analyse de chaque crue, on se base sur l'aspect graphique de l'hydrogramme.

1. Analyse descriptive

Compte tenu du nombre important des données, nous avons choisis quatre cas pour l'analyse descriptive de chaque crue :

- 1^{ère} cas : IPA fort – précipitation élevée.
- 2^{ème} cas : IPA fort – précipitation faible.
- 3^{ème} cas : IPA faible – précipitation élevée.
- 4^{ème} cas : IPA faible – précipitation faible.

1^{ère} cas : IPA fort – précipitation élevée :

Dans ce cas nous avons huit crues qui sont renseignées dans le tableau III.3.

Tableau N°III.3 : le cas de l'IPA fort et précipitation élevée

N°	Dates	IPA _{jours} (mm)	Pluie (mm)
n°2	23-11-1983	43,7	40
n°3	13-15-12-1983	16,7	34,7
n°12	10-19-10-1984	26,6	61,4
n°19	04-08-02-1986	31	51,9
n°29	09 au 10-12-1987	17,1	16,3
n°34	14-16-12-1988	52,4	42,8
n°43	11-13 /12/1990	34,5	18,7
n°60	22-25/12/1994	20,7	29,3

Souvent, une crue quelconque est marquée par trois points caractéristiques, de l'évolution de cette dernière, il s'agit d'un débit de base, d'un débit maximal et une décrue à l'échelle du temps.

A titre d'exemple, la crue du 23/11 /1983, à partir de 4^h, il tombe une pluie de 40 mm avec une intensité maximale de 8,75 mm/h, le débit commence à augmenter à partir de 8^h à 3,8 m³/s jusqu'à 61 m³/s pendant 2h. (Tableau. III.4)

Dès que la pluie se fait moins intense, la décrue est rapide, le débit diminue de 61 m³/s à 19 m³/s pendant 3h du faite que le bassin est peu saturé (IPA = 43,7 mm), à ce moment là, il tombe une pluie de 40 mm. Le temps de montée est de 2,5h et la durée du ruissellement est environ 9h.

L'allure de la partie montée est presque identique à celle de la descente, les deux parties présentent une forte pente du fait que le temps de montée et de descente est rapide. La forme de l'hydrogramme est aigue, et avec un pic. (Fig. III.2)

Tableau N°III.4 : Crue N°2 : du 23/11 /1983

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
23	4,00	0,468
23	5,00	0,468
23	6,00	0,574
23	7,00	0,574
23	8,00	3,8
23	9,00	21,4
23	10,00	61
23	11,00	56
23	12,00	39,6
23	13,00	19
23	14,00	14,9
23	15,00	11,9
23	16,00	10,3
23	17,00	9,49
23	18,00	8,94
23	19,00	8,15
23	20,00	7,4
23	21,00	6,67

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
23	22,00	6,43
23	23,00	5,95

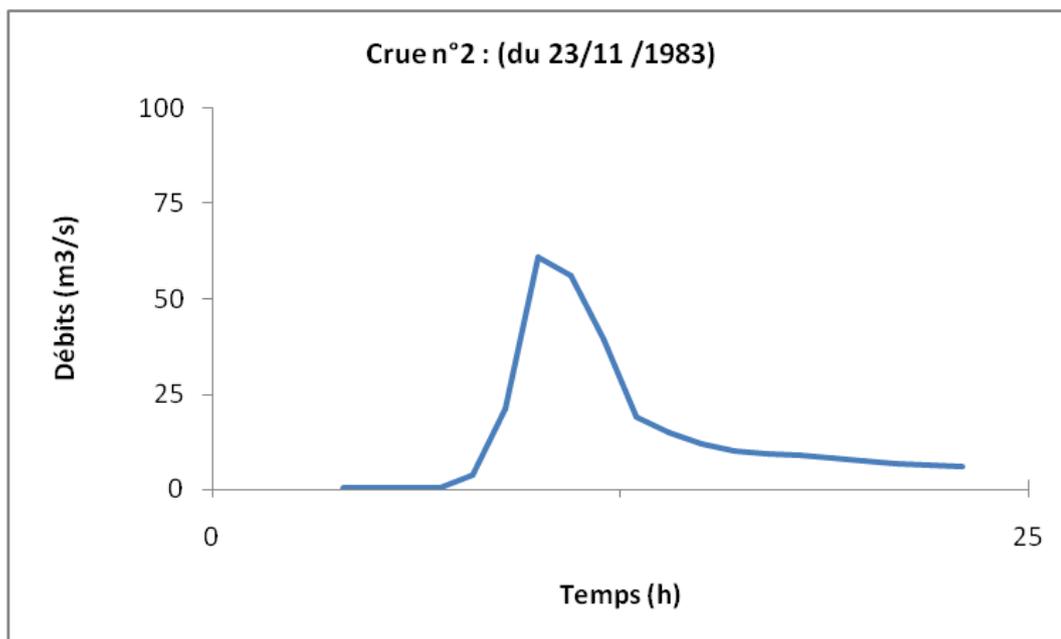


Fig. N°III.2 : Hydrogramme de la crue N°2 du 23/11/1983

2^{ème} cas : IPA fort – précipitation faible

Pour ce cas nous avons huit crues qui sont renseignées dans le Tableau.III.5.

Tableau N°III.5 : le cas de l'IPA fort et précipitation faible

n°	Dates	IPA _{5jours} (mm)	Pluies (mm)
n°1	18/11/1983	33,6	0
n°5	09 au 12 /01/1984	20,8	4,5
n°6	28 au 29/01/1984	18,4	0
n°8	13 au 14/03/1984	24,5	0
n°9	23 au 24/03/1984	27,5	2
n°14	11 au 12 /02/1985	55,3	0
n°36	05 au 06 /01/1989	43,8	2,8
n°49	03 au 04/11/1992	18,2	9,7

Prenons le cas de la crue n°14 du 11 au 12 /02/1985, on constate qu'avant l'amorce de la crue, le sol était relativement saturé, ou on a enregistré une valeur importante de L'IPA_{5 jours} de 55,3 mm, le débit de base est de 17,5 m³/s, une valeur très grande pour être considérée comme un débit de base témoignant d'un état de sol relativement saturé.

Le 11/02/1985, la pluie tombée était nul; de 15^h00 à 18^h30 le débit augmente progressivement jusqu'à 36,1m³/s. (Tab. III.7)

A 19^h 30, le débit ne diminue guère (34.2m³/s) pendant 1^h30 la pointe provoquée est légèrement inférieur à la première pointe provoquée (34,2m³/s), 30 minute après, le débit

commence à descendre dès que l'intensité diminue jusqu'à $14 \text{ m}^3/\text{s}$ pendant 4^{h} . Même temps que le premier temps de la première décrue.

Le lendemain on remarque un Legé remonté de débit 14 à $14,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pendant 30 minute juste après une diminution de $13,2$ en suite jusqu'à $9,6 \text{ m}^3/\text{s}$, témoignant d'une partie de recharge de la nappe et de l'autre d'un certain seuil de saturation atteinte.

La durée du ruissellement est de $15^{\text{h}}00$.

La quantité de pluie tombée en février (dont la valeur de l'IPA de 5 jours seulement est de $55,3\text{mm}$) explique en partie l'écoulement moins important ainsi que le débit max atteint, et d'autre partie, la présence des faibles intensités de pluies (0 mm/h) lors de l'événement considéré du 11 au 12 /02/1985.

On peut également évoquer l'évolution du débit moyen journalier indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°III.6 : Débit moyen journalier.

Mois	Débit moyen journalier (m^3/s)
Septembre	0,025
Octobre	0,033
Novembre	0,779
Décembre	0,555
Janvier	1,793
Février	8,789
Mars	6,191
Avril	1,530
Mai	0,271
Juin	0,502
Juillet	0,084
Aout	0,056

La partie montée présente une forte pente en le comparant à celle de descente qui présente des cassures de pente. L'allure des deux parties donne à l'hydrogramme une forme aplatie sans pic. (Fig. III.3)

Tableau N°III.7 : Crue N° :14 du 11 au 12 /02/1985

Dates	Heures (h)	Débits Q (m^3/s)
11	15 ,00	17,5
11	15 ,30	16,6
11	16 ,00	17,5
11	16 ,30	17,5
11	17 ,00	21,2
11	17 ,30	26,8
11	18 ,00	31,4
11	18 ,30	36,1
11	19 ,00	32,4
11	19 ,30	34,2
11	20 ,00	34,2
11	20 ,30	30,5
11	21 ,00	24,9
11	21 ,30	21,2
11	22 ,00	19,4
11	22 ,30	17,5
11	23 ,00	15,7

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
11	23,30	14
12	0,00	14,5
12	1,00	13,2
12	2,00	10,8
12	3,00	10,8
12	4,00	11,4
12	5,00	11,4
12	6,00	10,8
12	7,00	9,6
12	8,00	9,6
12	9,00	9,6

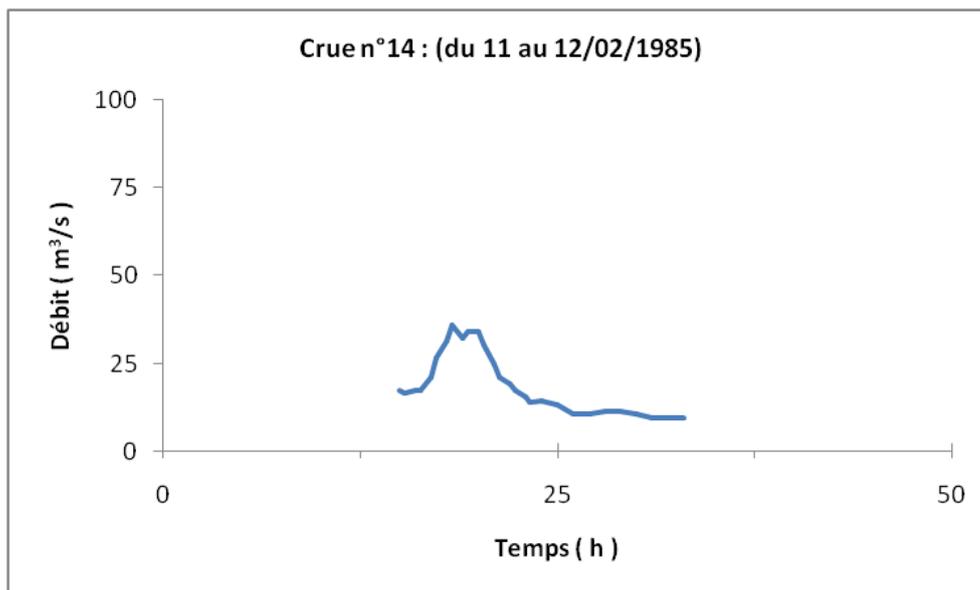


Fig. N°III.3 : Hydrogramme de la crue N°14 du 11 au 12 /02/1985.

3^{ème} cas : IPA faible – précipitation élevée :

On a décelé neuf crues pour ce cas, qui sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau N°III.8 : le cas de l'IPA faible et précipitation élevée

N°	Dates	IPA _{5jours} (mm)	Pluie (mm)
n°4	21-23-12-1983	9	17,5
n°16	17-18-11-1985	4,8	34,8
n°23	17 au 20-11-1986	12,5	24,5
n°27	14 au 16-11-1987	8,7	26,6
n°28	07 au 09-12-1987	11,1	22,3
n°38	30 au 31-03-1989	7,3	31,2
n°48	30-03 au 07-04-1991	0	18,5
n°58	22 au 25-09-1994	0	47,6
n°59	29 au 30-09-1994	9,7	25,8

Le cas de la crue n°59 du 29 au 30/09/1994, la valeur de l'IPA_{5 jours} enregistré était de 9,7 mm, le sol est un peu sec, et les réserves hydriques et hydrologiques sont pratiquement épuisées, le débit de base était de 0,01 m³/s.

Le 29/09/1994, il tombe une pluie importante de 25,8mm avec une intensité de 6.45mm/h, pendant 04^h, après le débit diminue de 56,2 m³/s à 40 m³/s durant 30 min, à 21^h le débit recommence à augmenter de 50 m³/s jusqu'à 70 m³/s durant 30 min seulement ; la décrue commence à 22^h jusqu'au lendemain à 21h de façon lente.

La courte durée de temps de montée est le résultat du fait que le sol présente une structure à perméabilité faible (77%) (Chapitre. II)

La première descente est extrêmement rapide par rapport à la deuxième qui est lente, indique un état de sol relativement saturé. La durée du ruissellement est de 11^h. L'hydrogramme a une forme aigue avec deux pics.

Tableau N°III.9 : Crue n°59 du 29 au 30/09/1994

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
29	16,00	0,01
29	16,30	0,01
29	17,00	0,06
29	17,30	5,6
29	18,00	7,5
29	18,30	7,5
29	19,00	33,9
29	19,30	48
29	20,00	56,2
29	20,30	40
29	21,00	50
29	21,30	70
29	22,00	66
29	22,30	59
29	23,00	59
29	23,30	54
30	0,00	45
30	0,30	33,3
30	1,00	28,5
30	1,30	22,2
30	2,00	16,8
30	2,30	13,7
30	3,00	10,3
30	3,30	8,2
30	4,00	6,74
30	4,30	5,79
30	5,00	5,6
30	5,30	5,4
30	6,00	5,2
30	6,30	4,8
30	7,00	4,6
30	7,30	4,26
30	8,00	4,09
30	8,30	3,75
30	9,00	3,58
30	9,30	3,41
30	10,00	3,24
30	10,30	3,24
30	11,00	3,07
30	11,30	2,74
30	12,00	2,74
30	12,30	2,74
30	13,00	2,58
30	13,30	2,58
30	14,00	2,42
30	14,30	2,42
30	15,00	2,26

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
30	15,30	2,1
30	16,00	2,1
30	16,30	2,1
30	17,00	1,96
30	17,30	1,96
30	18,00	1,82
30	18,30	1,82
30	19,00	1,69
30	19,30	1,69
30	20,00	1,69
30	20,30	1,55
30	21,00	1,55
30	21,30	1,55

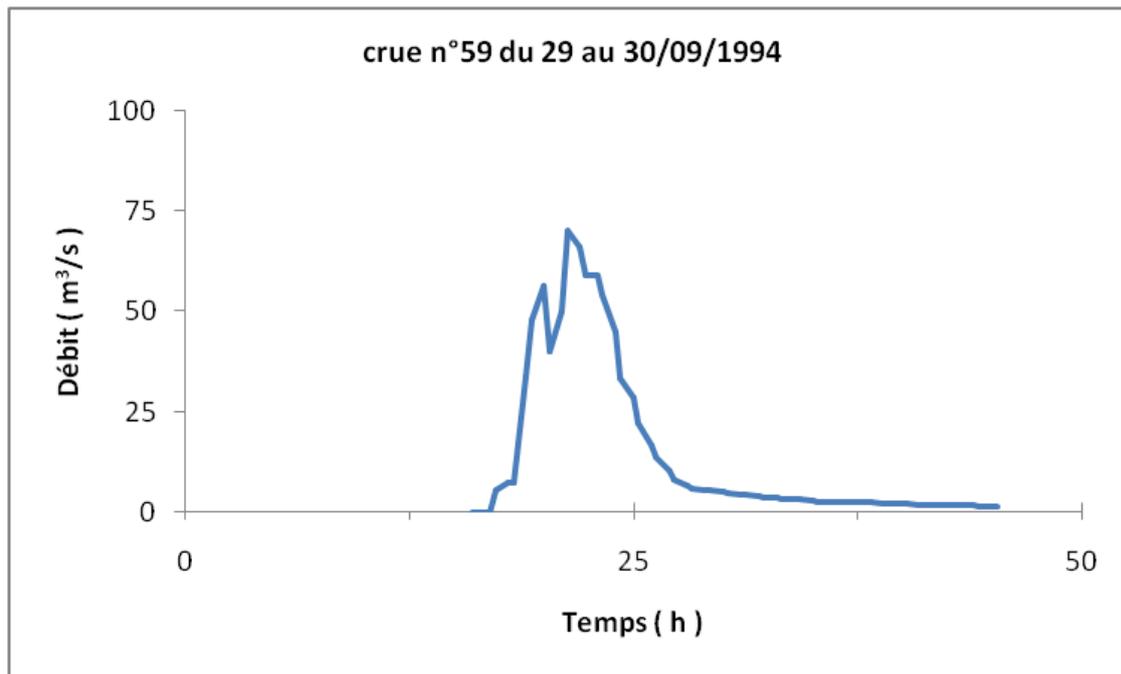


Fig. N°III.4 : Hydrogramme de la crue n°59 du 29 au 30/09/1994

4^{ème} cas : IPA faible – précipitation faible :

On a 35 crues pour ce cas (tab.III.10).

Tableau N°III.10 : le cas de l'IPA faible et précipitation faible .

N°	Dates	IPA _{5jours} (mm)	Pluie (mm)
n°7	02 au 05-02-1984	0	0
n°11	03-06-1984	5,2	0
n°15	21-03-1985	5,5	0,4
n°17	04-01-1986	0	1,4
n°20	14 au 21-03-1986	0	10,4

Le cas de la crue n°17 du 03 au 04/01/1986, avant ce jour la valeur de L'IPA_{5 jours}, était nul. Le lendemain, il tombe une pluie de 1,4 mm et le débit de base de 0,312 m³/s ce qui permet de dire que le sol était relativement sec.

La même pluie continue (1,4 mm), le débit augmente lentement jusqu'à 3,46 m³/s, durant un temps de montée égale environ 05^h, la pluie cesse presque aussitôt et la décrue est lente de 3,46 m³/s à 1,16 m³/s pendant 07^h ou il se stabilise et continu jusqu'au lendemain a 02^h pour descendre à 1,02 m³/s ; 3^h après sa redescend encor a 0,916 m³/s montrant qu'une partie de ce débit s'est infiltrer.

La pente de la partie montée et celle de la descente est faible, ce qui donne une forme aplatie. (fig.III.5)

On remarque que les valeurs de L'IPA_{5 jours} et celle de la pluie sont très faibles.

Remarque : les différentes caractéristiques des autres crues sélectionnées et la forme des hydrogrammes correspondants sont représentées dans le Tableau N°III.12

Tableau N°III.11 : Crue n°17 du 03 au 04/01/1986

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
3	3,00	0,812
3	4,00	0,812
3	5,00	0,916
3	6,00	1,16
3	7,00	2,36
3	8,00	2,89
3	9,00	3,46
3	10,00	3,08
3	11,00	2,7
3	12,00	2,36
3	13,00	2,04
3	14,00	1,58
3	15,00	1,44
3	16,00	1,16
3	17,00	1,16
3	18,00	1,16
3	19,00	1,16
3	20,00	1,16
3	21,00	1,16
3	22,00	1,3
3	23,00	1,16
4	0,00	1,16
4	1,00	1,16
4	2,00	1,16

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
4	3,00	1,02
4	4,00	1,02
4	5,00	1,02
4	6,00	1,02
4	7,00	0,916
4	8,00	0,916
4	9,00	0,916
4	10,00	0,916

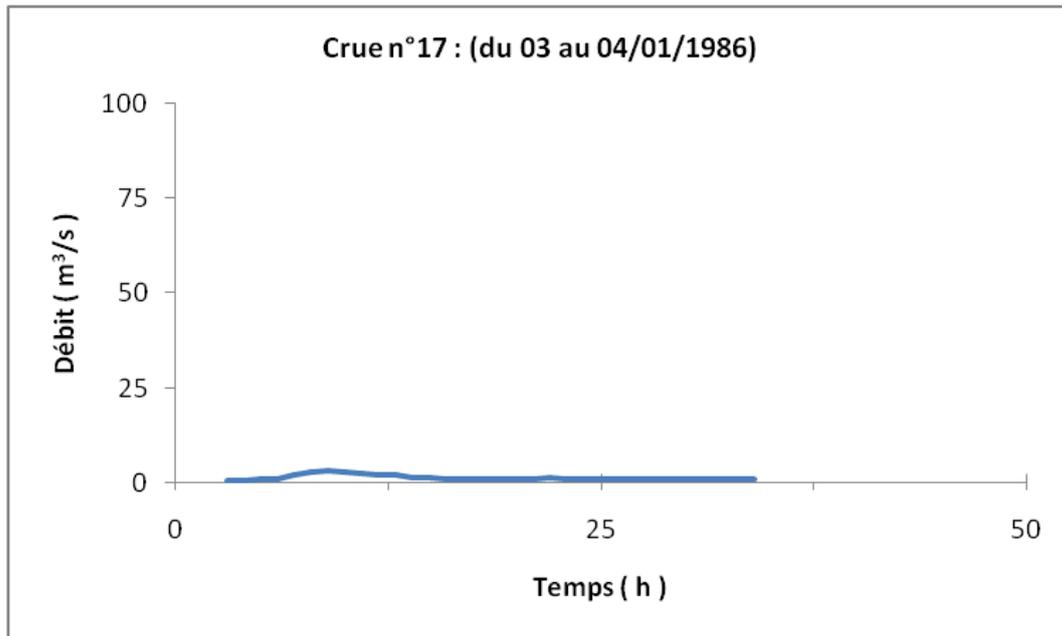


Fig. N°III.5 : Hydrogramme de la Crue n°17 : du 03 au 04/01/1986

Tableau N°III.12 : Les différentes caractéristiques des crues sélectionnées.

N° des crues sélectionnées	Dates des crues	IPA (mm)	Pluie de la crue	Débit de base (m ³ /s)	Temps de montée (heures)	Qmax (m ³ /s)	Débit max/Débit de base initial	Débit max/Débit de base final	Forme des hydrogrammes
1	18 -11 -1983	33,6	0	0,132	7	10	75,75	2,90	Aplatie
2	23 -11 -1983	43,7	40	0,468	2,37	61	130,34	3,21	Aigue
3	13 au 15 -12 -1983	16,7	34,7	0,515	17	32,9	63,88	7,96	Aplatie
4	19 au 23 -12 -1983	4,5	17,5	1,44	8,88	16,2	11,25	5,6	Aplatie
5	09 au 12 -01 -1984	20,8	4,5	0,409	28	18	44	1,95	Aplatie
6	28 au 29-01-1984	18,4	0	0,948	1,41	4,2	31,81	4,43	Aplatie
7	02 au 05 -02 -1984	0	0	4,4	17,26	51	11,59	4,14	Aigue
8	13 au 14 -03 -1984	24,5	0	1,7	4,24	5,92	3,48	1,73	Aplatie
9	23 au 24-03-1984	27,5	2	3,98	2,35	9,55	5,27	2,39	Aplatie
10	20 au 21-05-1984	17,9	0	2,28	1,02	6,45	6,32	2,82	Aplatie
11	03-06-1984	5,2	0	3,23	3,23	9,94	3,07	3,07	Aplatie
12	10 au 19 -10 -1984	26,6	61,4	5,13	33,33	126	24,56	6,3	Aigue
13	19 -11 -1984	15,5	8,3	2,48	27	25,9	10,44	5,96	Aplatie
14	11 au 12-02-1985	55,3	0	17,5	17,5	36,1	2,06	2,57	Aplatie
15	20 au 21-03-1985	5,5	0,4	0,63	6,19	3,84	6	3	Aplatie
16	17 au 18-11-1985	4,8	34,8	1,58	6,36	40,6	25,69	1,40	Aplatie
17	03 au 04-01-1986	0	1,4	0,812	5	3,46	2,47	2,98	Aplatie
18	08-01 -1986	1,4	0	0,812	7,15	3,08	3,79	2,13	Aplatie
19	04 au 08-02-1986	31	51,9	7,74	11,22	68	8,78	9,26	Aigue
20	14 au 21-03-1986	0	10,4	4,31	20	28	6,49	3,32	Aplatie
21	01 au 03 -06 -1986	0	0	0,604	5	11	18,21	6,39	Aplatie
22	du 24/10/1986	8,8	0	1,72	1	4,62	2,68	2,1	Aplatie
23	17 au 20 -11 -1986	12,5	0	1,3	28,21	7,74	5,95	2,76	Aplatie
24	09 au 15 -12 -1986	0,7	24,5	0,292	43,33	59,6	204,1	5	Aigue
25	10 au 11-01-1987	4,7	83	3,39	3,80	7,75	2,28	1,98	Aplatie
26	30-01 au 01-02-1987	0	0	11	5,56	24,8	2,25	2,25	Aplatie
27	14 au 16 -11 -1987	8,7	0	0,232	15	14,6	62,93	7,37	Aplatie
28	07 au 09-12-1987	11,1	22,3	0,54	4,64	3,61	6,68	5,01	Aplatie
29	09 au 10-12-1987	17,1	16,3	0,54	3,33	10,5	19,44	5,30	Aplatie
30	26 au 27-12-1987	4,6	7,9	0,54	4,48	4,08	7,55	2,51	Aplatie
31	05 au 10 -03 -1988	0	0	1,3	13	20	15,38	5,11	Aplatie
32	11 au 12-05-1988	0	0	0,94	10,68	7,75	8,24	4,66	Aplatie
33	01 au 03 -12 -1988	0	26,6	0,072	3,57	12,3	170,83	12,3	Aplatie
34	14 au 16-12-1988	52,4	42,8	0,17	14	175	1029,41	23,33	Aigue
35	20 au 22-12-1988	1	10,8	2,48	1,38	45,8	18,46	6,42	Aigue
36	05 au 06 -01 -1989	43,8	22,3	2,7	7,35	6,76	2,5	2	Aplatie
37	24 au 26-02-1989	0	0	0,51	8	6,72	13,17	5,01	Aplatie
38	30 au 31-03-1989	7,3	31,2	1,36	3,30	12,30	9,04	4,95	Aplatie
39	31-12-1989 au 01-01-1990	5	13,7	0,69	6	9,2	13,33	8,51	Aplatie
40	29 au 30 -05 -1989	5,7	16,3	0,362	3,24	16,8	32,94	46,4	Aplatie
41	09 au 12-04-1990	2,7	0	0,51	6,25	9,2	18,08	4,84	Aplatie
42	05 au 06 -05 -1990	7,3	7,9	0,96	1	22,1	23,02	11,63	Aigue
43	11 au 13 -12 -1990	34,5	18,7	1,96	5	17,7	9,03	3,68	Aplatie
44	05 au 06 -01 -1991	0	0	0,72	3	7,17	9,95	3,77	Aplatie
45	13 au 16 -01 -1991	0	0	0,72	5,63	22,2	30,83	6,06	Aplatie
46	20 au 22-02-1991	2,5	10,4	6	8	23	3,83	3,01	Aplatie
47	13 au 21-03-1991	10,3	0	7,08	9	92	12,99	5,57	Aigue
48	30-03 au 07-04-1991	0	18,5	3,2	8	61,6	19,25	5,81	Aigue
49	03 au 04-11-1992	18,2	9,7	0,836	3	6,17	7,38	4,67	Aplatie
50	28 au 31 -12 -1992	6,9	0	0,752	4,32	23,6	31,38	5,77	Aplatie
51	13 au 14-02-1993	12,5	0	0,456	1	3,58	7,85	4,28	Aplatie
52	14 au 15-03-1993	0	0	0,92	5	3,75	4,07	2,41	Aplatie
53	16 au 17 -04 -1993	10,1	10,4	0,668	4,39	3,24	4,85	3,52	Aplatie
54	24 au 26 -04 -1993	7,8	42,8	0,196	5,55	9,25	47,19	1,41	Aplatie
55	06 au 08-05 -1993	0	0	0,836	8	6,36	7,60	4,10	Aplatie
56	20 au 24-01-1994	6,6	0	1,82	11,36	51	28,02	6,8	Aplatie
57	17 au 20 -02 -1994	0	10,8	0,1	6,01	15,5	155	4,54	Aplatie
58	22 au 25 -09 -1994	0	2,8	0	3	24,5	0	13,46	Aigue
59	29 au 30 -09 -1994	9,7	0	0,01	4,54	70	7000	10,38	Aigue
60	22 au 25 -12 -1994	20,7	31,2	0,58	21	17,3	29,82	16,96	Aplatie

2. Interprétation

La soudaineté de la montée des crues est une des caractéristiques marquantes de l'hydrologie de ce bassin de pied monts méditerranéens.

Par ailleurs, la hauteur de précipitation n'est pas un facteur déterminant pour l'amorce de la crue, et les débits peuvent demeurer très faibles pendant longtemps, en dépit de précipitation importantes, les crues (N°2) du Février 1983, la crue (N°3) du décembre 1983, la crue (N°19) du Février 1986 et la crue (N°16) du Novembre 1985 donnent un exemple de ces fonctionnements hydrologiques.

La crue du 17 Novembre 1985, il tombe 34,8 mm avant que le débit de 40,6 m³/s, considéré comme le débit de la crue, ne soit atteint, où la valeur de l'IPA était faible (4,8 mm), les écoulements demeurent faibles pendant toute cette période. En contre partie, le 22 décembre 1994, il aurait suffi de 20,7 mm, où la valeur de l'IPA était élevée par rapport à la première valeur (31,2 mm).

Même remarque pour les crues N°19 et N°2 ; pour la première crue (N°19), il tombe une pluie importante (51,9 mm) pour atteindre une pointe de 68 m³/s notant que la valeur de l'IPA était de (31 mm) alors que pour la deuxième crue (N°2), il aurait suffi de 40 mm pour atteindre une pointe de 61 m³/s, mais la valeur de l'IPA était élevée (43,7mm).

En se basant sur cette interprétation on pourra dire que c'est l'humidité du sol qui influe pour que la crue s'amorce.

Une fois démarrée, la montée de crue est importante et continue, même si les intensités sont faibles comme ce fut le cas en décembre 1983 (< 5 mm/h le plus souvent) si les intensités sont moyennement fortes, ce qui est fréquent, la montée de crue est très rapide, un exemple pour la crue du 14 décembre 1988 (il tombe 42,8 mm avec des intensités faibles pour les 3h30 premières heures ensuite les intensités deviennent fortes) de 34,2 m³/s à près de 175 m³/s jusqu'au lendemain à 17h30.

Comme lors des crues précédentes, (les crues N°1, 2 et 47), les débits importants ne se sont produits que lorsqu'un certain seuil de saturation était dépassé.

Lors de la crue N°1, le premier épisode pluvieux, qui a eu lieu avant la saturation de sol, n'a entraîné qu'une crue de 8,40 m³/s, le second, lorsque le sol est relativement saturé, provoque un écoulement supérieur à la première de 1,60 m³/s seulement.

Ces résultats, en eux-mêmes, ne sont pas surprenants. Il est bien connu que le coefficient de ruissellement augmente au fur et à mesure des précipitations, ce qui soit à cause de l'extension des surfaces saturées, ou bien de la fermeture progressive de la surface du sol qui entraîne une baisse d'infiltrabilité.

Les caractéristiques des crues N°9, 12, 13, 16, 20, 28, 36, 40, 45 et 60 sont très différentes ainsi la faiblesse du coefficient de ruissellement et la brièveté de la crue malgré la somme des précipitations importantes (34,8 mm, 10,4 mm, 22,3 mm respectivement lors des crues n°16,

20 et 28), mais l'influence de la valeur de l'IPA faible où le sol présente un état relativement sec (les valeurs de l'IPA sont faibles et parfois nulles).

Les crues N°16 et 60 donnent un meilleur exemple sur l'influence de la faible valeur de l'IPA en dépit d'une somme de précipitation importante (34,8 mm, 29,3 mm). Ici encore, c'est la répartition dans le temps des épisodes pluvieux que leurs caractéristiques en elles-mêmes, qui est responsable de l'exceptionnelle pointe de crue. En effet, si les intensités ont été partiellement fortes, elles ne permettent pas, à elles seules, d'expliquer l'importance de la pointe de crue, comme cela s'est vu en début de l'épisode pluvieux du 09 au 15/12/1986 où une intensité de 2,18 mm/h a provoqué une pointe de 59,6 m³/s seulement (la valeur de l'IPA était de 4,7 mm).

Habituellement, en effet, les fortes intensités sont l'apanage des orages d'été qui ne permettent pas d'atteindre un état de saturation de bassin, alors que les pluies d'automne responsables des abats d'eau important, ne présentent généralement que des intensités relativement modérées comme le cas de la crue N°2, une intensité qui est inférieure à 10 mm/h mais le bassin présente un état de sol relativement humide ou saturé (IPA de 43,7 mm).

Lors des crues N°19 et 36, la valeur de l'IPA est élevée (31 mm et 43,8 mm respectivement). Le sol est relativement humide ou saturé, et il tombe une pluie de faible intensité (0,83 mm/h et 0,063 mm/h), la pointe de crue n'est pas importante (de 6,76 m³/s) malgré les valeurs élevées de l'IPA en les comparant à celles de la crue N°19.

La crue N°19 représente l'influence de deux paramètres importants lors de production d'une importante pointe de crue, en premier lieu l'IPA était élevé (31 mm) (sol relativement saturé), le montant total des précipitations est nul avec des intensités faibles, les deux paramètres combinés provoquent une pointe de crue sans commune mesure avec les autres crues (de 36, 1 m³/s).

Etude de la relation IPA-pluie-ruissellement

La recherche de la relation IPA – pluie – ruissellement s'effectue dans le cadre de la corrélation, cette dernière destinée essentiellement à déterminer les degrés de liaison fonctionnelle entre un paramètre et un autre pour avantage entre autre. Elle consiste à porter graphiquement les données puis ajuster une équation par la méthode des moindres carrés pour deux variables. On détermine des relations régressives entre deux paramètres.

Avant la recherche d'un modèle régressif quelconque, les données sont d'abord mises en graphe et l'allure de celui-ci oriente le choix du modèle.

Le choix du meilleur modèle régressif sera basé sur la plus grande valeur du coefficient de corrélation R². Les relations à étudier sont :

$$L_r = f(\text{IPA}_{5 \text{ jours}}), L_r = f(\text{IPA}_{10 \text{ jours}})$$

$$Q_{\max} = f(\text{IPA}_{5 \text{ jours}}), Q_{\max} = f(\text{IPA}_{10 \text{ jours}})$$

$$L_r = f(p),$$

$$K_r = f(p)$$

$$\text{Recharge } (h - r) = f(\text{IPA}_{5 \text{ jours}}),$$

$$\text{recharge } (h - r) = f(p).$$

Tableau N°III.13 : Les valeurs des paramètres $IPA_{5\text{jours}}$, P , L_r , K_r , Q_{max} .

N° des crues sélectionnées	IPA 5 _{jours} (mm)	Pluie lors de la crue	Lame ruisselée L_r (mm)	Coefficient de ruissellement K_r	Débit maximal Q_{max} (m ³ /s)
1	33,6	0	0,6774	0	10
2	43,7	40	2,1737	0,054	61
3	16,7	34,7	4,309	0,124	32,9
4	9	17,5	2,87	0,164	16,2
5	20,8	4,5	4,17	0,926	18
6	18,4	0	0,438	0	4,2
7	0	0	6,957	0	51
8	24,5	0	0,357	0	5,92
9	27,5	2	0,442	0,221	9,55
10	17,9	0	0,574	0	6,45
11	5,2	0	0,1664	0	9,94
12	26,6	61,4	20,573	0,335	126
13	15,5	8,3	6,923	0,834	25,9
14	55,5	0	0,612	0	36,1
15	5,5	0,4	0,214	0,535	3,84
16	4,8	34,8	2,633	0,075	40,6
17	0	1,4	0,17	0,121	3,46
18	1,4	0	0,161	0	3,08
19	31	51,9	5,462	0,105	68
20	0	10,4	2,017	0,193	28
21	0	0	1,16	0	11
22	8,8	0	0,288	0	4,62
23	12,5	24,5	1,338	0,054	7,74
24	0,7	83	20,48	0,24	59,6
25	4,7	0	0,282	0	7,75
26	0	0	1,19	0	24,8
27	8,7	26,6	0,795	0,029	14,6
28	11,1	22,3	0,152	0,00681	3,61
29	17,1	16,3	0,696	0,042	10,5
30	4,6	7,9	0,378	0,047	4,08
31	0	0	2,75	0	20
32	0	0	0,676	0	7,75
33	0	10,4	0,847	0,081	12,3
34	52,4	42,8	29	0,677	175
35	1	10,8	1,508	0,139	45,8
36	43,8	2,8	0,68	0,242	6,76
37	0	0	0,444	0	6,72
38	7,3	31,2	0,569	0,018	12,3
39	5	13,7	0,576	0,042	9,2
40	5,7	0	0,214	0	16,8
41	2,7	0	0,577	0	9,2
42	7,3	0	0,365	0	22,1
43	34,5	18,7	0,998	0,053	17,7
44	0	0	0,553	0	7,17
45	0	0,3	3,55	11,83	22,2
46	2,5	10,4	1,509	0,145	23
47	10,3	0	13,267	0	92
48	0	18,5	15,918	0,86	61,6
49	18,2	9,7	0,996	0,102	6,17
50	6,9	4,9	1,46	0,297	23,6
51	12,5	0	0,108	0	3,58
52	0	0	0,176	0	3,75
53	10,1	3,5	0,159	0,045	3,24
54	7,8	0	0,821	0	9,25
55	0	0	0,704	0	6,36
56	6,6	0	6,766	0	51
57	0	0	1,67	0	15,5
58	0	47,6	1,46	0,03	24,5
59	9,7	25,8	9,6	0,372	70
60	20,7	29,3	1,76	0,06	17,3

D'après le Tableau N°III.13, il ressort que la lame et le coefficient de ruissellement croissent évidemment avec la hauteur de précipitation, mais cette croissance est plus ou moins rapide et s'effectue à des niveaux plus ou moins élevés selon divers facteurs dont le plus important est l'état de saturation préalable des sols. Cette dernière est représentée ici par $IPA_{5\text{jours}}$.

Par exemple, lors de la crue N°2, on a une hauteur de pluie importante de 40 mm qui donne une lame ruisselée de 2,1737mm et un coefficient de ruissellement de 0,054, lorsque la valeur de l' $IPA_{5\text{jours}}$ était élevée (43,7mm). Et pour une même valeur élevée de l' $IPA_{5\text{jours}}$ (16,7 mm) lors de la crue N°03 où la hauteur de pluie était moins que la précédente (34,7mm), on a eu une lame ruisselée de 4,309 mm et un coefficient de ruissellement de 0,124.

Contrairement, lorsque l' $IPA_{5\text{jours}}$ est faible, la valeur de 8,7 mm lors de la crue N°27 bien que la hauteur de pluie était élevée (26,6mm), on a seulement une lame ruisselée de 0,795mm et un coefficient de ruissellement faible (0,029).

Les crues N°17 et N°58 donnent un meilleur exemple sur la relation (IPA-Pluie-Ruissellement) lorsque la valeur de l' $IPA_{5\text{jours}}$ a été très faible (voir nulle), on a une lame ruisselée de 0,17 mm et 1,46 mm respectivement, on a aussi enregistré une hauteur de pluie 1,4 et 47,6 mm et un coefficient de ruissellement faible de 0,121 et 0,03.

On peut dire que l'IPA à une importance influence sur la lame et le coefficient de ruissellement.

Le tableau III.14 nous renseigne sur le calcul de la recharge du bassin Arib Ebda à partir de la pluie et du ruissellement.

Tableau N°III.14 : Tableau des données pour le tracé de la relation recharge du bassin en fonction de l'IPA_{5jours} et en fonction de la pluie (P)

N° des crues sélection nées	IPA 5jours (mm)	Semaine de l'année	Pluie lors de la crue h (mm)	Ruissellement r (mm)	Recharge du Bassin C (h - r) (mm)
1	33,6	42	0	0,6774	-
2	43,7	43	40	2,1737	37,827
3	16,7	46	34,7	4,309	30,391
4	9	47	17,5	2,87	14,623
5	20,8	2	4,5	4,17	0,33
6	18,4	4	0	0,438	-
7	0	5	0	6,1	-
8	24,5	10	0	0,357	-
9	27,5	11	2	0,442	1,55
10	17,9	18	0	0,574	-
11	5,2	21	0	0,1664	-
12	26,6	38	61,4	20	41,4
13	15,5	42	8,3	6,923	1,377
14	55,5	6	0	0,612	-
15	5,5	10	0,4	0,214	0,186
16	4,8	46	34,8	2,633	32,167
17	0	1	1,4	0,17	1,23
18	1,4	1	0	0,161	-
19	31	9	51,9	5,462	46,438
20	0	13	10,4	2,017	8,383
21	0	21	0	1,16	-
22	8,8	43	0	0,288	-
23	12,5	42	24,5	1,33	23,17
24	0,7	46	83	20	63
25	4,7	5	0	0,282	-
26	0	1	0	1,19	-
27	8,7	42	26,6	0,795	25,81
28	11,1	45	22,3	0,152	22,148
29	17,1	45	16,3	0,696	15,604
30	4,6	48	7,9	0,378	7,522
31	0	9	0	2,75	-
32	0	18	0	0,676	-
33	0	45	10,4	0,847	9,553
34	52,4	46	42,8	29	13,8
35	1	47	10,8	1,508	9,292
36	43,8	1	2,8	0,68	2,12
37	0	7	0	0,444	-
38	7,3	12	31,2	0,569	30,631
39	5	1	13,7	0,576	13,124
40	5,7	20	0	0,214	-
41	2,7	14	0	0,577	-
42	7,3	17	0	0,365	-
43	34,5	46	18,7	0,998	17,702
44	0	1	0	0,553	-
45	0	2	0,3	3,55	-3,25
46	2,5	7	10,4	1,509	8,891
47	10,3	10	0	13,267	-
48	0	13	18,5	15,918	2,582
49	18,2	41	9,7	0,996	8,704
50	6,9	48	4,9	1,46	3,44
51	12,5	6	0	0,108	-
52	0	10	0	0,176	-
53	10,1	14	3,5	0,159	3,341
54	7,8	16	0	0,821	-
55	0	15	0	0,704	-
56	6,6	3	0	6,766	-
57	0	6	0	1,67	-
58	0	35	47,6	1,46	46,14
59	9,7	36	25,8	9,6	16,2
60	20,7	47	29,3	1,76	27,54

NB : Le signe (-) dans la colonne de la recharge du bassin signifie que la valeur du ruissellement est supérieur e a celle la pluie.

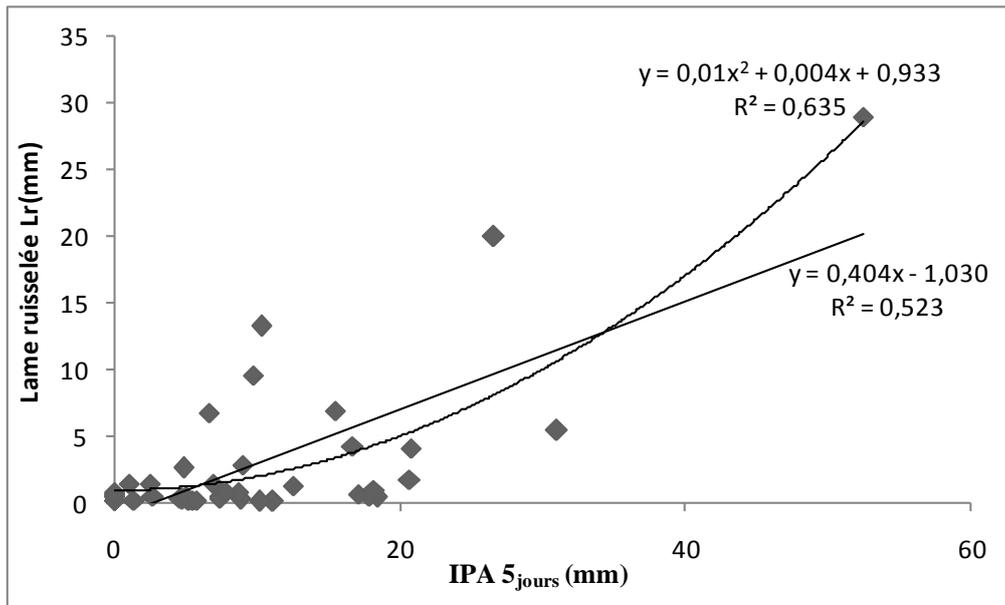


Fig. III.6 : Ajustement de la relation $Lr = f(IPA_{5\text{jours.}})$ par le type de corrélation linéaire et polynomiale

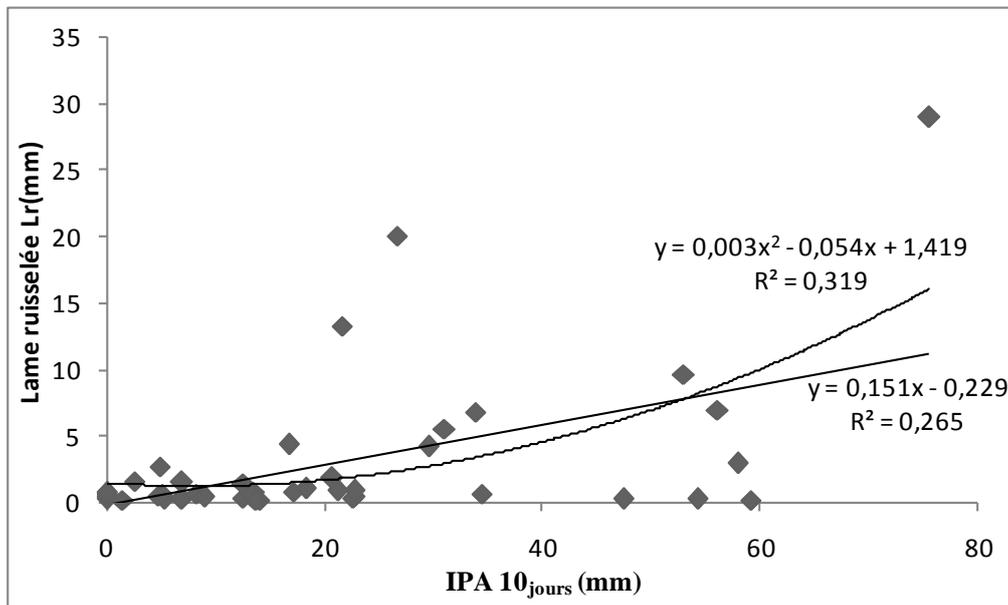


Fig. III.7 : Ajustement de la relation $Lr = f(IPA_{10\text{jours.}})$ par le type de corrélation linéaire et polynomiale

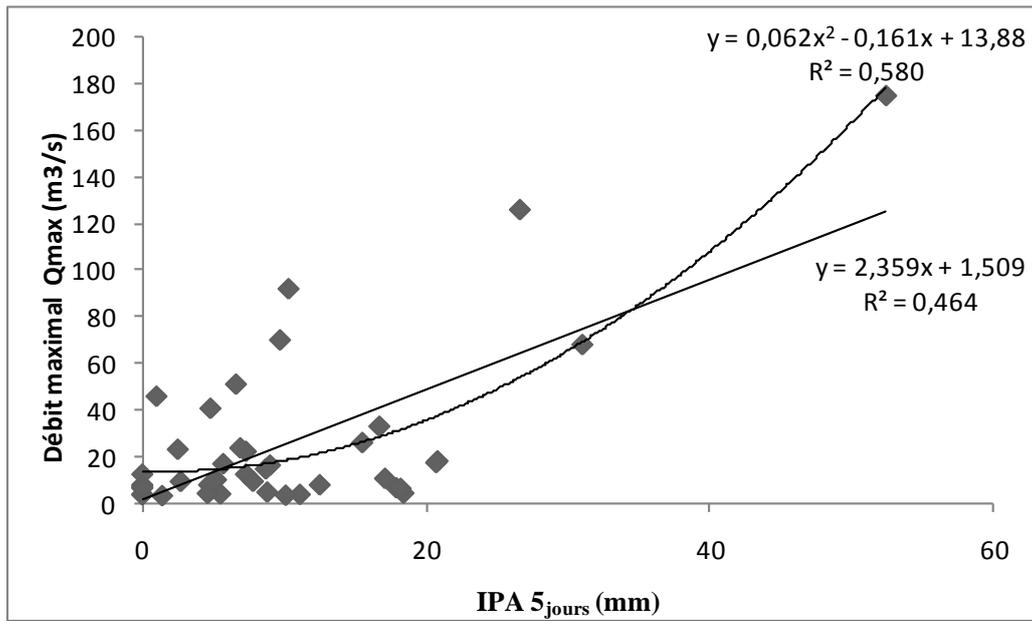


Fig. III.8 : Ajustement de la relation $Q_{max} = f(IPA_{5jours.})$ par le type de corrélation linéaire et Polynomiale

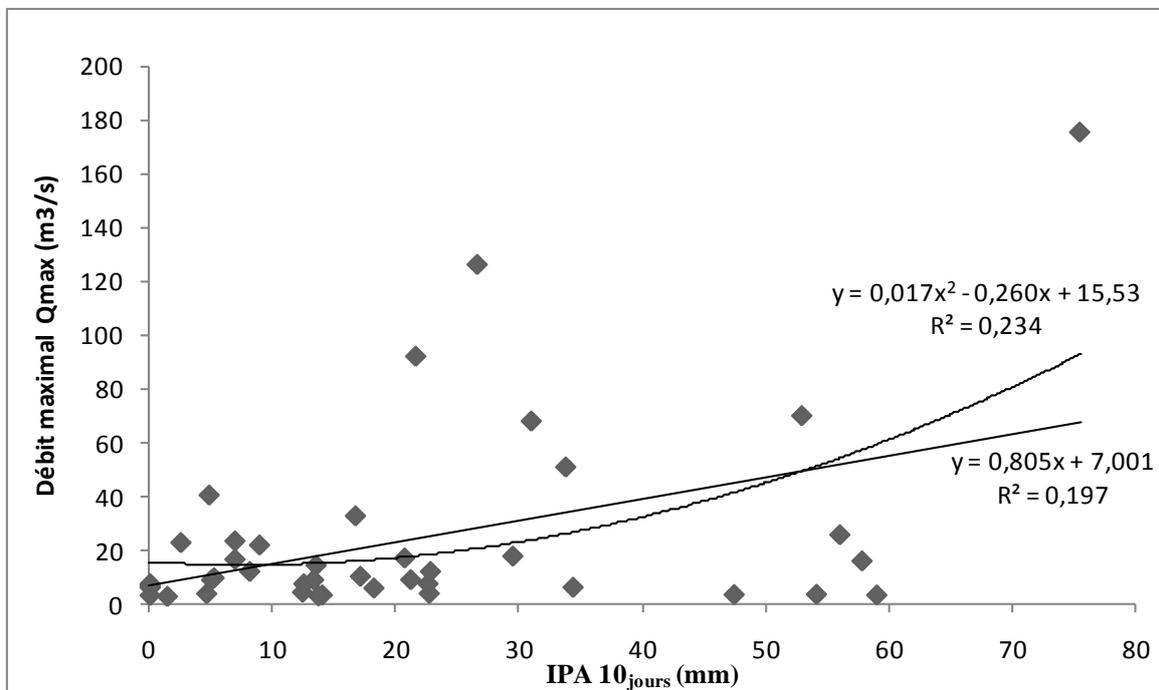


Fig. III.9 : Ajustement de la relation $Q_{max} = f(IPA_{10jours.})$ par le type de corrélation linéaire et polynomiale

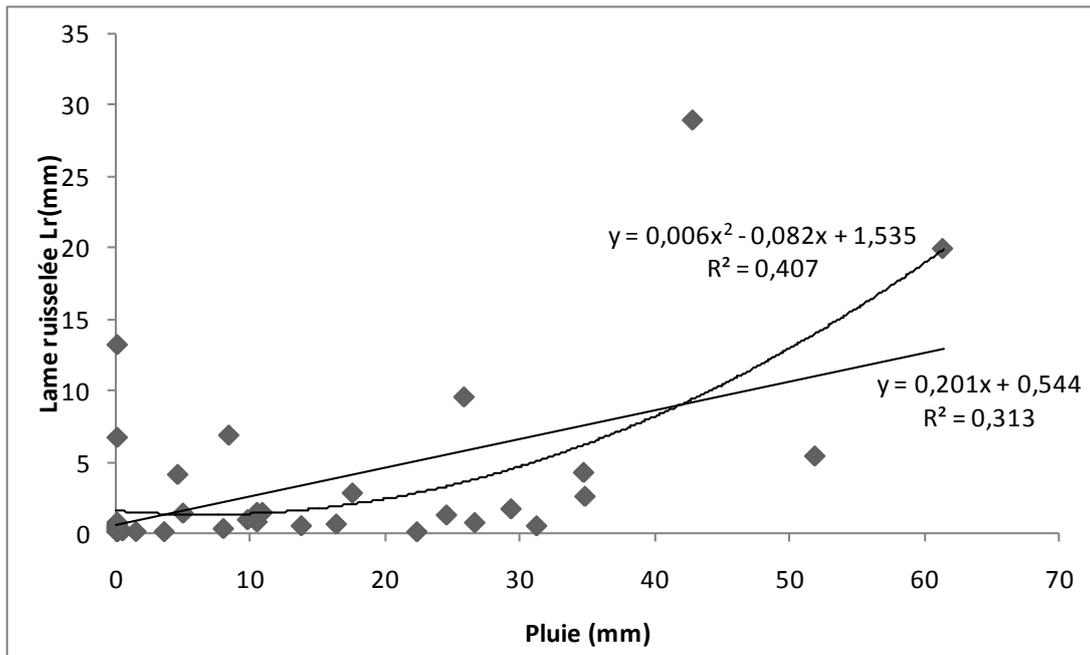


Fig. III.10 : Ajustement de la relation $Lr = f(P.)$ par le type de corrélation lineaire et polynomiale

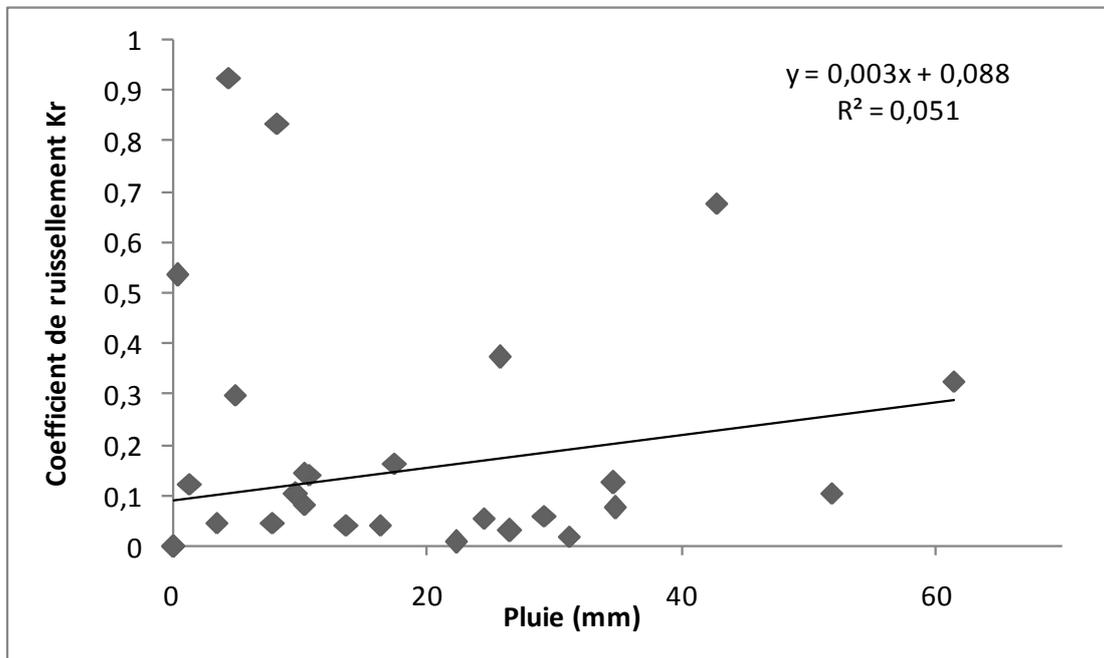


Fig. III.11 : Ajustement de la relation $Kr = f(P.)$

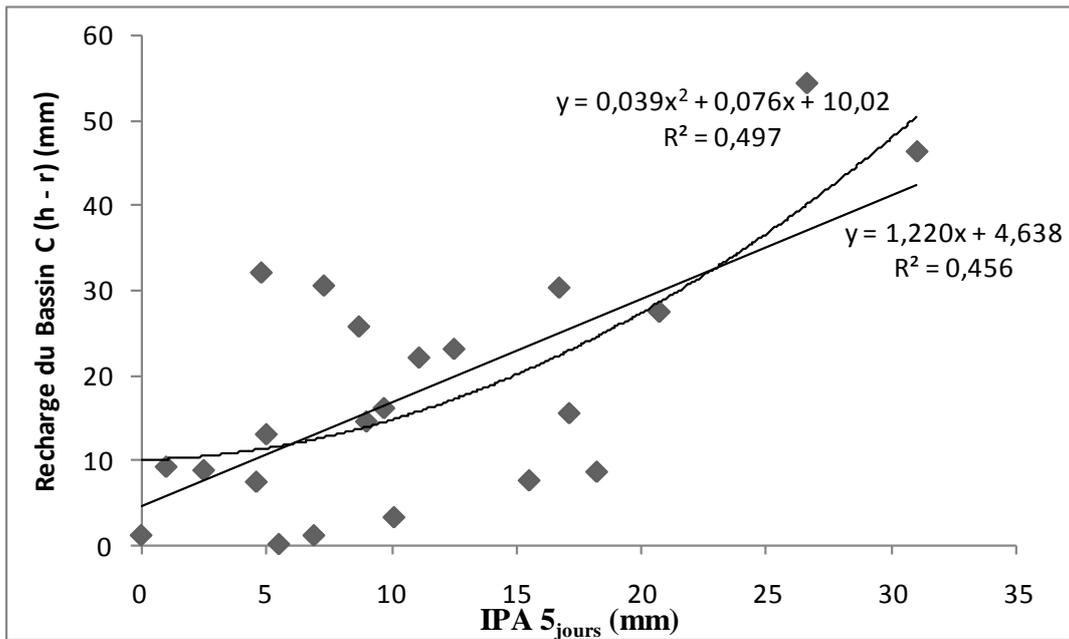


Fig. III.12 : Ajustement de la relation recharge du bassin (h-r) en fonction de l'IPA_{5jours}.

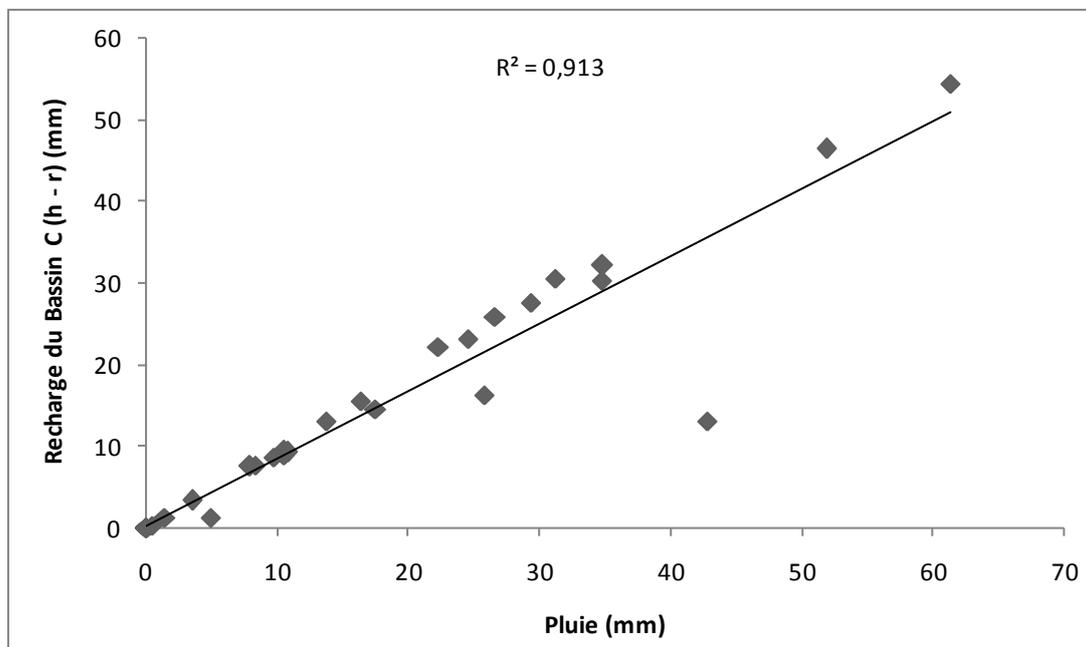


Fig. III.13 : Ajustement de la relation recharge du bassin (h-r) en fonction de la Pluie (P).

Analyse des relations $L_r = f(IPA_{5 \text{ jours}})$, $Q_{\max} = f(IPA_{5 \text{ jours}})$:

D'après la figure N°III.6, il ressort que l'ajustement a donné comme résultat deux équations une linéaire avec un coefficient de corrélation $R = 0,723$ et l'autre polynomiale avec un $R = 0,796$; ces deux résultats déterminent bien les degrés de liaison entre L_r et $IPA_{5 \text{ jours}}$. On constate un nuage de points concentré dans la zone inférieure du graphe.

On a procédé à l'élimination de certains points dont les valeurs de l'IPA et celles de la lame ruisselée donnent des valeurs qui ne reflètent pas, dans le but d'approfondir l'analyse de la fonction $L_r = f(IPA_{5 \text{ jours}})$ (Tableau N°III.15).

En comparant l'influence de l'IPA_{10 jours} on a obtenu pour la relation fonctionnelle $L_r = f(IPA_{10 \text{ jours}})$, un modèle linéaire et polynomiale avec comme coefficient de corrélation faible ; $R = 0,514$ et $R = 0,564$ (fig.III.7), inférieur à ceux de l'IPA_{5 jours}.

Concernant l'influence de l'IPA de 5 jours sur le ruissellement de surface (Q_{\max}), la fig.III.8) montre une relation de type linéaire avec un coefficient de corrélation $R = 0,67$ et polynomiale $R = 0,761$, et représente un regroupement de points concentré dans la zone inférieure gauche.

Il est à remarquer qu'on a obtenu un modèle linéaire et polynomiale non fiable pour l'ajustement de la relation $Q_{\max} = f(IPA_{10 \text{ jours}})$ avec un coefficient de corrélation faible $R = 0,443$ et $R = 0,483$ (fig.III.9), inférieur à celui de l'IPA_{5 jours}.

Tableau N°III.15 : la liste des valeurs éliminées

N° crue	Pluie (mm)	Antécédent pluviométrique (mm) 5 jours	Lame ruisselée L_r (mm)
2	40	43,7	2,1737
7	0	0	6,95
8	0	24,5	0,357
14	0	55,3	0,612
20	10,4	0	2,017
21	0	0	1,16
24	83	0,7	20
26	0	0	1,19
31	0	0	2,75
36	2,8	43,8	0,68
43	18,7	34,5	0,998
45	0,3	0	3,55
48	18,5	0	15,918
51	0	12,5	0,108
57	0	0	1,67
58	47,6	0	1,46

Analyse des relations $L_r = f(P)$, $k_r = f(P)$:

D'après la fig. III.10, l'ajustement des points à donner comme résultat une équation linéaire de coefficient de corrélation $R = 0,559$ et polynomiale $R = 0,637$ qui détermine moyennement bien le degré fonctionnel entre la lame ruisselée et la pluie.

On constate un regroupement de points concentré toujours à la zone inférieure gauche du graphe.

Pour l'ajustement de la relation $K_r = f(P)$, on a obtenu un modèle linéaire non fiable avec un coefficient de corrélation très faible $R = 0,225$. (fig.III.11).

Analyse de la relation : recharge du bassin ($h - r$) en fonction de l'IPA_{5jours} et en fonction de la pluie (P) :

Lors de l'ajustement de la relation recharge du bassin ($h - r$) en fonction de l'IPA_{5jours}, il ressort un modèle linéaire qui donne un coefficient de corrélation élevée $R = 0,67$ (fig.III.12).

Alors le paramètre de recharge du bassin est influencé par le paramètre IPA_{5 jours}, présence d'une relation fonctionnelle entre la recharge du bassin ($h - r$) et l'IPA_{5 jours}, elle est encore bien déterminée par le paramètre pluie (P) ou on a obtenu par ajustement ($h - r$) = $f(P)$, un modèle linéaire avec un coefficient de corrélation supérieur $R = 0,95$, la disposition des points est très rapprochée et alignée (fig. N°18).

En conclusion on peut dire que le paramètre de recharge du bassin est beaucoup plus influencé par le paramètre pluie (P) et par un degré moins par le paramètre IPA_{5 jours}.

1. Essai d'élaboration d'un diagramme pluie totale-lame ruisselée en fonction du coefficient de ruissellement

L'élaboration d'un diagramme pluie totale-lame ruisselée, consiste à porter les données de la lame ruisselée L_r et pluie P sur une échelle log-log, pour élargir les points afin de tracer une droite passant par les points qui ont le même coefficient de ruissellement ou K_r moyen. (Fig. III. 14)

Par exemple, la droite qui passe par tous ses trois points ($P=4,5 - L_r=4,17$; $P=8,3 - L_r=6,92$; $P=18,5 - L_r=15,91$) présentent un $K_{r\text{ moy}} = 0,873$. (Tableau. III.16 et fig. III.14)

Pour le $K_{r\text{ moy}} = 0,048$, la droite passe par six points alignées. (Fig. III. 14)

Avant d'élaborer le diagramme, on regroupe les différents K_r par classe (une classification des crues selon le coefficient K_r). Les caractéristiques de l'écoulement suivant chaque $K_{r\text{ moy}}$ sont représentées dans les tableaux (Tab. III. 16, 17, 18, 19, 20, 21 et 22)

Tableau N°III.16 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,873$

N° de crue	Pluie P (mm)	Lame ruisselée L_r (mm)	Coefficient de ruissellement K_r	$K_r \text{ moy}$
5	4,5	4,17	0,926	0,873
13	8,3	6,923	0,834	
48	18,5	15,918	0,86	

Tableau N°III.17 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,610$

N° de crue	Pluie P (mm)	Lame ruisselée L_r (mm)	Coefficient de ruissellement K_r	$K_r \text{ moy}$
12	61,4	20	0,62	0,610
15	0,4	0,214	0,535	
34	42,8	29	0,677	

Tableau N°III.18 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,264$

N° de crue	Pluie P (mm)	Lame ruisselée L_r (mm)	Coefficient de ruissellement K_r	$K_r \text{ moy}$
9	2	0,442	0,221	0,264
20	10,4	2,23	0,214	
24	83	20	0,24	
36	2,8	0,68	0,242	
50	4,9	1,46	0,297	
59	25,8	9,6	0,372	

Tableau N°III.19 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,132$

N° de crue	Pluie P (mm)	Lame ruisselée L_r (mm)	Coefficient de ruissellement K_r	$K_r \text{ moy}$
3	34,7	4,309	0,124	0,132
4	17,5	2,87	0,164	
17	1,4	0,17	0,121	
35	10,8	1,508	0,139	
46	10,4	1,509	0,145	
49	9,7	0,996	0,102	

Tableau N°III.20 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,067$

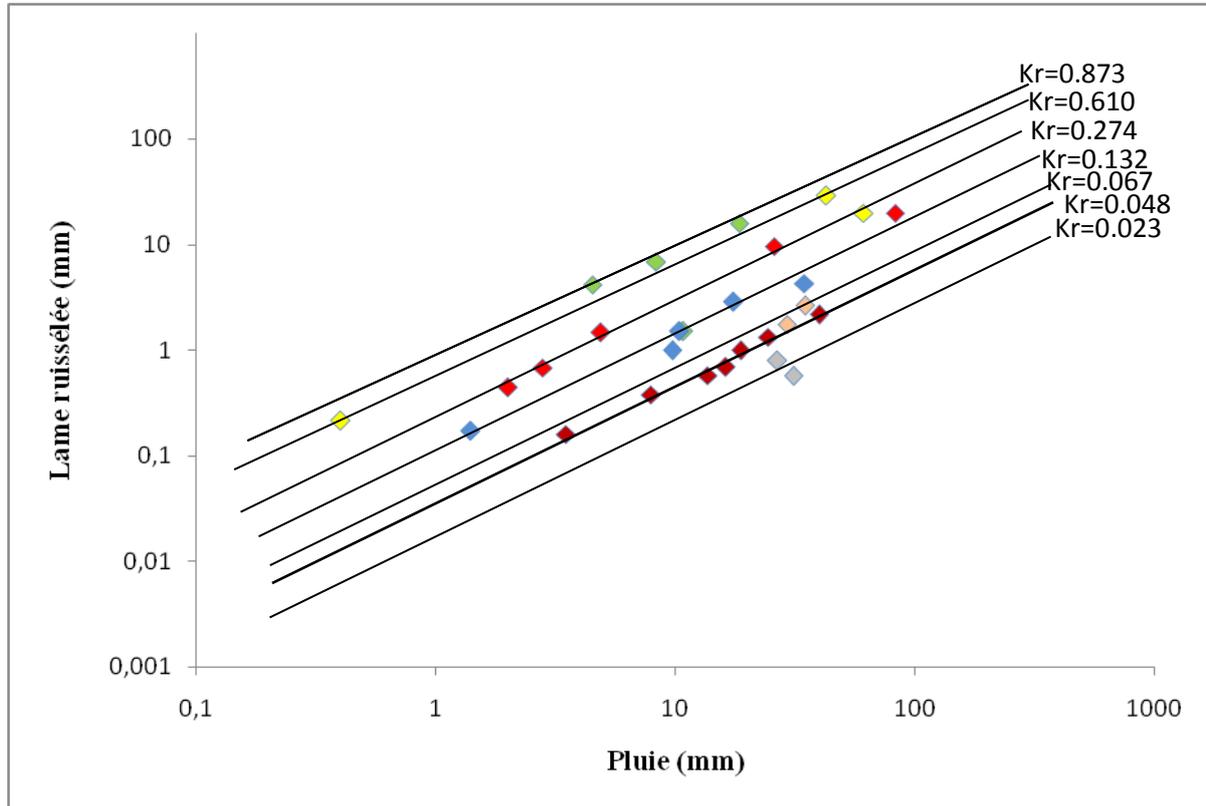
N° de crue	Pluie P (mm)	Lame ruisselée L_r (mm)	Coefficient de ruissellement K_r	$K_r \text{ moy}$
16	34,8	2,633	0,075	0,067
60	29,3	1,76	0,06	

Tableau N°III.21 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_r \text{ moy} = 0,048$

N° de crue	Pluie P (mm)	Lame ruisselée L_r (mm)	Coefficient de ruissellement K_r	$K_r \text{ moy}$
2	40	2,1737	0,054	0,048
23	24,5	1,33	0,054	
29	16,3	0,696	0,042	
30	7,9	0,378	0,047	
39	13,7	0,576	0,042	
43	18,7	0,998	0,053	
53	3,5	0,159	0,045	

Tableau N°III.22 : Caractéristiques de l'écoulement suivant $K_{r\text{ moy}} = 0,023$

N° de crue	Pluie P (mm)	Lame ruisselée L_r (mm)	Coefficient de ruissellement K_r	$K_{r\text{ moy}}$
27	26,6	0,795	0,029	0,023
38	31,2	0,569	0,018	

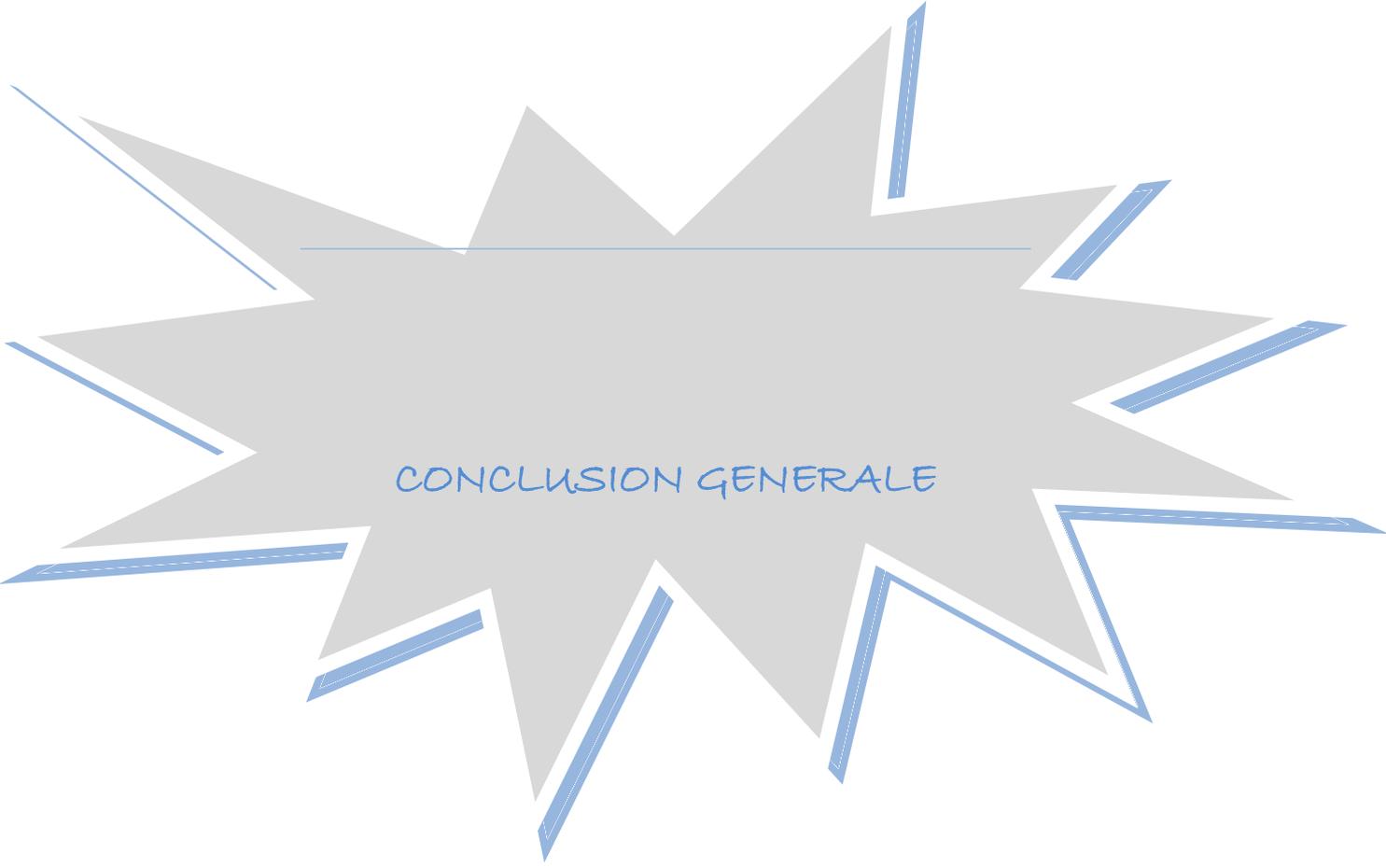
**Fig. III.14** : Diagramme pluie-lame ruisselée en fonction de K_r .

III.3. Conclusion

Les résultats de ce chapitre nous a permis de confirmé l'influence de l'IPA_{5jour} sur la forme de l'hydrogramme de crue selon les quatre cas étudiés. Les relations $L_r = f(\text{IPA}_{5\text{jour}})$ et $Q_{\text{max}} = f(\text{IPA}_{5\text{jour}})$ ont donnée deux types de modèles linéaire et plynomiale d'ordre 2 avec des coefficient de corrélation acceptable. Alors que nous avons obtenu des modèles non fiables avec des coefficient de corrélation faible à très faible pour les relations $L_r = f(P)$ et $K_r = f(P)$.

Pour ce qui de la relation recharge du bassin $(h-r) = f(\text{IPA}_{5\text{jour}} \text{ et } P)$, les résultats obtenus montres des modèles linéaires fiables avec des coefficients de corrélation très élevés en particier pour la relation de la recharge en fonction de la pluie.

Enfin nous avons établis un diagramme de pluie totale - lame ruisselée en fonction du coefficient de ruissellement.



CONCLUSION GENERALE

L'objectif de cette étude consiste à étudier l'influence de l'indice de précipitations antécédentes (IPA) sur la forme de L'hydrogrammes (ruissellement) dans le bassin de Arib Ebda.

Les facteurs qui influent le ruissellement sont différents d'un bassin a un autre, il est certain qu'une crue apparaisse avec l'augmentation progressive d'un ruissellement ; une crue est conditionnée par plusieurs facteurs Hydrologique, tel que le relief, la perméabilité des sols, l'humidité du sol . . . etc.

Si les crues sont brutales dans ce bassin, c'est parce que l'extension des surfaces saturées (peu perméable a 77,02%), seules capables de générer un volume de crue important se produit d'amont en aval des versants.

Lorsqu'ainsi, de proche en proche, tout le versant est sature, il n'existe plus de possibilité de stockage et toute l'eau qui tombe participe rapidement a l'écoulement de crue.

La crue exceptionnelle qui a pu être observée le 23/11 /1983 dans ce bassin semble valider ce type de fonctionnement hydrologique ; tant que la quasi-totalité du bassin n'est pas saturée, les débits demeurent faibles, en dépit des hauteurs élevées de pluie et de fortes intensités.

La montée de crue ne s'amorce que lorsque la saturation est dépassée.

L'importance de la pointe de crue (forme de l'hydrogramme) dépend donc des fortes pluies qui se produisent une foi que la saturation est atteinte. C'est ici l'occurrence d'un épisode pluvieux ou un indice de précipitations antécédentes (IPA) dont la hauteur a été suffisante pour saturer l'ensemble du bassin versant, combinée avec les hauteurs de pluie élevées se produisant une fois l'état de saturation est atteint, qui explique les énormes pointes de crues observées dans ce bassin. C'est cette combinaison qui a été exceptionnelle lors des crues du 23/11/1983 ; du 04 au 08/02/1986 ; du 14 au 16/12/1988 et leurs formes (aigues).

D'un autre côté, l'analyse effectuée a permis d'étudier la relation IPA-pluie-ruissellement, les résultats de cette analyse indiquent l'existence d'une relation avec deux modèles fiables linéaire et polynomiale du second ordre entre la lame ruisselée (L_r) et l'IPA_{5jours} et une relation assez bonne entre le débit maximal (Q_{max}) et l'IPA_{5jours}.

L'analyse a montré aussi qu'il existe une faible influence de la pluie (P) sur la lame ruisselée L_r et sur le coefficient de ruissellement. Nous avons constaté que le paramètre de recharge du bassin est beaucoup plus influencé par le paramètre pluie (P) et par un degré moins par le paramètre IPA_{5 jours}.

Enfin, il ressort de cette étude que le paramètre IPA (indice de précipitations antécédentes) qui caractérise l'état d'humidité du sol est un facteur important dans l'opération de transformation des qualités de pluies en débits d'écoulement (ruissellement).

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

BENGOUFA, (2000) : "Contribution à l'étude du ruissellement à l'échelle du bassin versant de Oued Ouahrane", thèse d'ingénieur. Université Hassiiba Ben Bouali, Chlef, 2001.

BURT T. P, (1989): Strom Runoff Generation in small catchments in Relation to the flood Response of large Bassin. In "Floods", ed. By Beven and Carling, John Willey and Sons, Chichester, 1989.

CAPPUS P, (1960) : Etude des lois de l'écoulement. Application au calcul et à la prévision des débits, La Houille Blanche, A, pp 493-519.

CHEVALLIER P, (1983) : L'indice des précipitations antérieures. Evaluation de l'humectation des sols des bassins versants représentatifs. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., vol. XX, n° 3 et 4, 1983.

COSANDEYC, (1990) : L'origine des crues dans les bassins versants élémentaires. Ann.de Géo., Armand Colin, Paris, n°556, nov.-déc.1990

COSANDEY, (1990) : Etude des crues cévenoles. Conditions d'apparition dans un petit bassin forestier sur le versant sud du mont Lozère, France. "Régionalisation in hydrologie", IAHS publ. 191.

COSANDEY, (1987) : Contribution à l'étude expérimentale de la genèse du ruissellement sur le sol nu non cultivé. Actes du coll. De Strasbourg "Crues et inondations", Oct. 1986, de L'université Louis Pasteur, 1987.

DUBREUIL P, (1974) : "Initiation a l'analyse hydrologique". Ed. Masson et Cie, Paris.

DUNNE T ET BLACKR.D (1970): Partial areas contributing to storm runoff in a small New-England watershed. Water Res. Rech. 6, n°5, pp. 12-96.

FRITSCH J.M, (1992) : Les effets du défrichement de la forêt amazonienne et de la mise en culture sur l'hydrologie de petits bassins versants. ORSTOM, Etudes et Thèses, Paris, 392 p.

HORTON (1933): Horton R., 1933, the role of infiltration in the hydrological cycle, Trans. American Geophysical Union, 14, pp 446-460 1.1.1

KOHLER (M.' A.) Et LINSLEY (R. K.) (1951) : Predicting the runoff from storm rainfall. Weather Bureau, U.S. Dep. Of Commerce. Research Paper, no 34, Washington, 9 pages, 7 figures.

LABORDE JP. , (2003) : Elément d'Hydrologie de surface. Tech.Rep.Université de Nice Sophia Antipolis.

LLAMAS J, (1993) : " Hydrologie générale : Principes et Applications". 2^{ème} édition. Ed. Gaëtan Morin.

LINSLEY (R. K.), KOHLER (M. A.) et PAULHUS (J. L. H.) (1949) : Applied hydrology. Mac Graw Hill Book Company, New York, Toronto, London. Chap. 16, pp. 414-418.

MATHLOUTHI M. & LEBDI F. (2010): Modélisation de la relation pluie-ruissellement par durée d'épisode pluvieux dans un bassin du nord de la Tunisie. Laboratoire de Recherche en Sciences et Techniques de l'Eau, Institut National Agronomique de Tunisie. Hydrological Sciences Journal. 55:7, 1111-1122, DOI.

MEHAIGUENE M, (2002) : "Etude de l'indice des précipitations antécédentes et son influence sur la forme des hydrogrammes des crues dans le bassin versant d'oued Ouahrane" thèse d'ingénieur d'état en hydraulique. Université de Hassiba ben Bouali Chlef. 73p.

MELLOUK F, (1999) : "Etude de synthèse des relations des calculs de l'érosion spécifique dans le Bassin versant d'oued Ouahrane", thèse d'ingénieur. Université de Chlef.

MEROT PH. (1986-88) : Les zones de sources à surface variable et la question de leur localisation. Hydrol. Cont ; Paris, 3(2), pp.105-115.

Remaoun M., (2007) : Crues et sécheresses en Algérie, Cas du Moyen Cheliff, thèse de doctorat d'Etat, USTHB, pp 25-63.

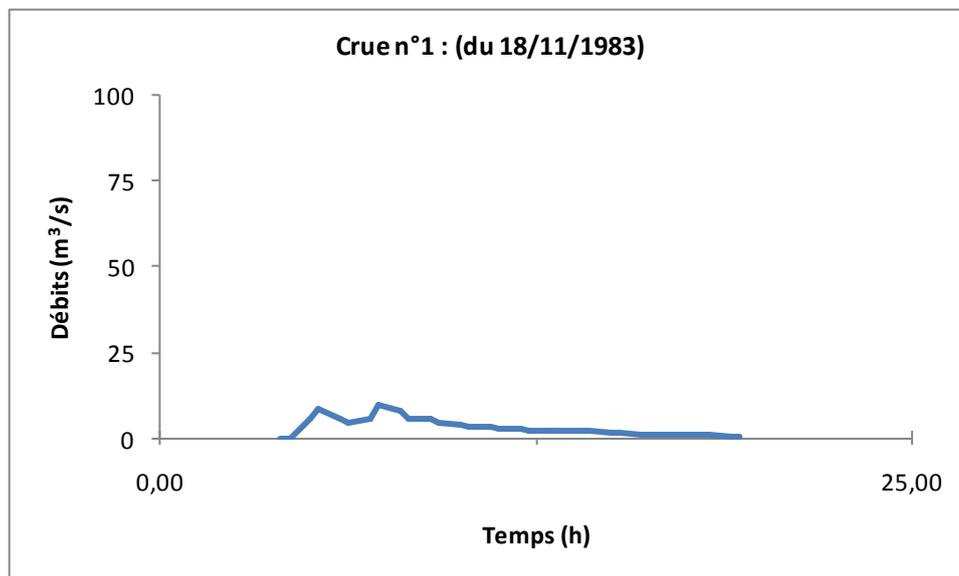
Remeniras G., (1980) : L'hydrologie de l'ingénieur ED. Eyrolles, 2^{ème} édition. Revue . 455P.

VALENTIN C, (1985) : Différencier les milieux selon leur aptitude au ruissellement : une cartographie adaptée aux besoins hydrologiques. Journées hydrologiques de Montpellier, ORSTOM. 10p

Crue n°1 : (du 18/11/1983)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
18	4,00	0,132
18	4,30	0,132
18	5,00	5,95
18	5,30	8,4
18	6,00	5,95
18	6,30	4,8
18	7,00	5,95
18	7,30	10
18	8,00	7,9
18	8,30	5,95
18	9,00	5,49
18	9,30	4,6
18	10,00	3,8
18	10,30	3,44
18	11,00	3,44
18	11,30	3,08
18	12,00	3,08

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
18	12,30	2,56
18	13,00	2,22
18	13,30	2,22
18	14,00	2,22
18	14,30	2,06
18	15,00	1,77
18	15,30	1,49
18	16,00	1,35
18	16,30	1,35
18	17,00	1,21
18	17,30	1,21
18	18,00	1,08
18	18,30	1,08
18	19,00	0,68
18	19,30	0,68

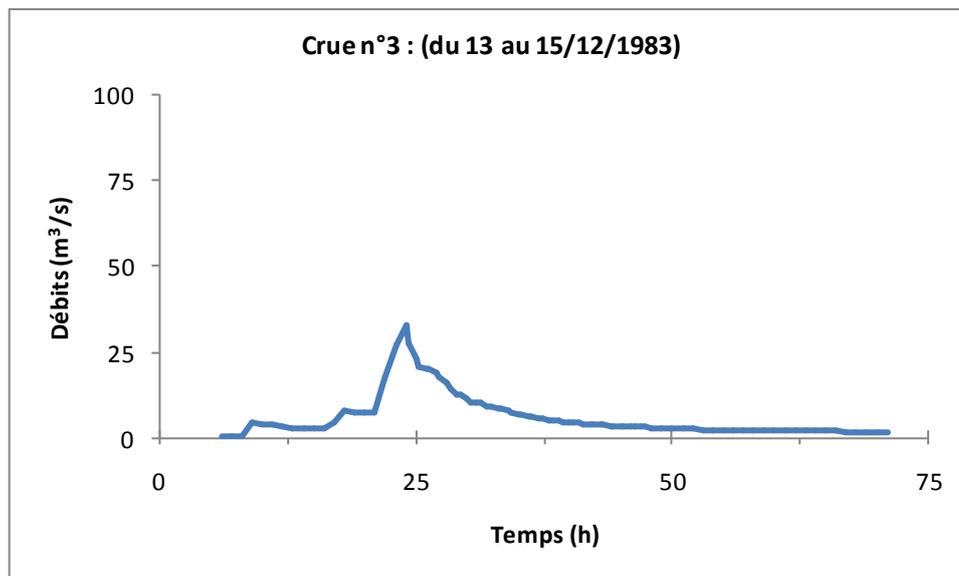
**Crue n°3 : (du 13 au 15/12/1983)**

Dates	Heures	Débit Q (m ³ /s)
13	6,00	0,515
13	7,00	0,515
13	8,00	0,773
13	9,00	4,64
13	10,00	3,91
13	11,00	3,91
13	12,00	3,45
13	13,00	3,04
13	14,00	3,04
13	15,00	2,66
13	16,00	2,85
13	17,00	4,37
13	18,00	8,18
13	19,00	7,4
13	20,00	7,28
13	21,00	7,32
13	22,00	17,1
13	23,00	27

Dates	Heures	Débit Q (m ³ /s)
14	0,00	32,9
14	0,30	27,9
14	1,00	23
14	1,30	21
14	2,00	20
14	2,30	20
14	3,00	19
14	3,30	18
14	4,00	16,2
14	4,30	14,4
14	5,00	12,6
14	5,30	12,6
14	6,00	11,8
14	6,30	10,6
14	7,00	10,2
14	7,30	10,2
14	8,00	9,43
14	8,30	9,43

Dates	Heures	Débit Q (m ³ /s)
14	9,00	8,78
14	9,30	8,46
14	10,00	7,82
14	10,30	7,5
14	11,00	7,18
14	11,30	7,18
14	12,00	6,54
14	12,30	6,22
14	13,00	5,94
14	13,30	5,94
14	14,00	5,39
14	14,30	5,11
14	15,00	5,11
14	15,30	4,84
14	16,00	4,6
14	16,30	4,6
14	17,00	4,36
14	17,30	4,13
14	18,00	4,13
14	18,30	4,13
14	19,00	3,89
14	19,30	3,89
14	20,00	3,63
14	20,30	3,63
14	21,00	3,46
14	21,30	3,46
14	22,00	3,27
14	22,30	3,27
14	23,00	3,27

Dates	Heures	Débit Q (m ³ /s)
14	23,30	3,27
15	0,00	3,08
15	1,00	2,89
15	2,00	2,89
15	3,00	2,7
15	4,00	2,7
15	5,00	2,56
15	6,00	2,56
15	7,00	2,42
15	8,00	2,42
15	9,00	2,42
15	10,00	2,28
15	11,00	2,28
15	12,00	2,14
15	13,00	2,14
15	14,00	2,14
15	15,00	2
15	16,00	2
15	17,00	2
15	18,00	2
15	19,00	1,86
15	20,00	1,86
15	21,00	1,86
15	22,00	1,72
15	23,00	1,72



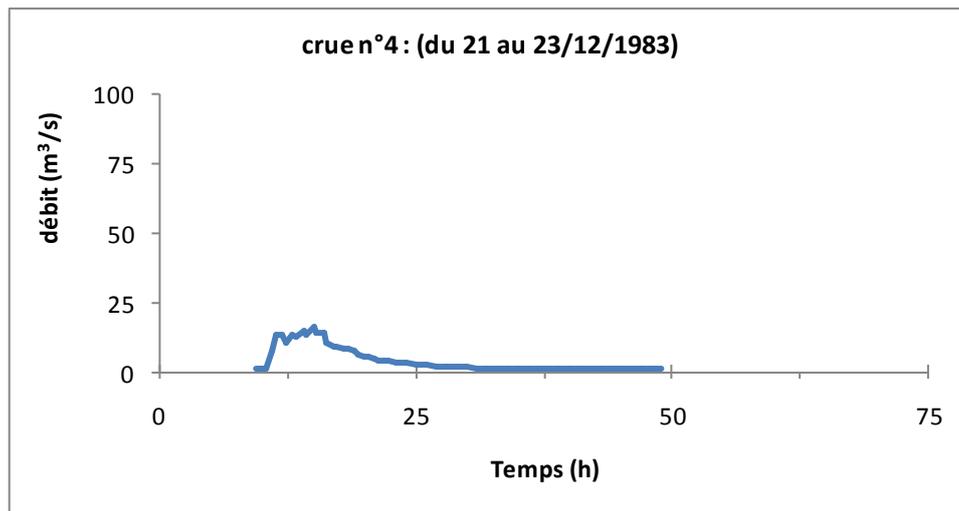
Crue n°4 : (du 21 au 23/12/1983)

Date	Heure	Débit Q (m ³ /s)
21	9,30	1,1
21	10,00	1,1
21	10,30	1,1
21	11,00	8,14
21	11,30	13,5
21	12,00	13,5

Date	Heure	Débit Q (m ³ /s)
21	12,30	10,6
21	13,00	13,5
21	13,30	12,6
21	14,00	15,3
21	14,30	13,5
21	15,00	16,2

Date	Heure	Débit Q (m ³ /s)
21	15,30	14,4
21	16,00	14,4
21	16,30	11
21	17,00	9,43
21	17,30	9,1
21	18,00	8,78
21	18,30	8,46
21	19,00	7,5
21	19,30	6,22
21	20,00	5,94
21	20,30	5,39
21	21,00	4,84
21	21,30	4,6
21	22,00	4,13
21	22,30	3,89
21	23,00	3,66
21	23,30	3,46
22	0,00	3,27
22	1,00	2,89
22	2,00	2,7
22	3,00	2,42
22	4,00	2,28
22	5,00	2,14

Date	Heure	Débit Q (m ³ /s)
22	6,00	1,86
22	7,00	1,72
22	8,00	1,72
22	9,00	1,58
22	10,00	1,44
22	11,00	1,44
22	12,00	1,3
22	13,00	1,3
22	14,00	1,3
22	15,00	1,3
22	16,00	1,2
22	17,00	1,2
22	18,00	1,2
22	19,00	1,2
22	20,00	1,2
22	21,00	1,2
22	22,00	1,1
22	23,00	1,1
23	0,00	1,1
23	1,00	1,1



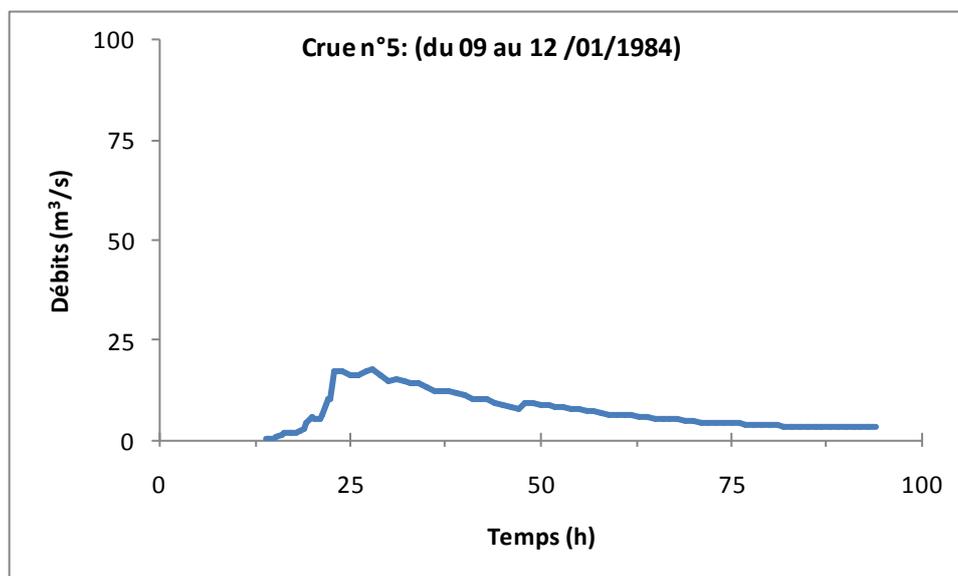
Crue n°5: (du 09 au 12 /01/1984)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
9	14,00	0,409
9	14,30	0,409
9	15,00	0,598
9	15,30	1
9	16,00	1,44
9	16,30	1,86
9	17,00	2

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
9	17,30	2
9	18,00	2
9	18,30	2,28
9	19,00	2,89
9	19,30	4,6
9	20,00	5,94
9	20,30	5,66

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
9	21,00	5,66
9	21,30	6,22
9	22,00	10,2
9	22,30	10,2
9	23,00	17,1
9	23,30	17,1
10	00,00	17,1
10	01,00	16,2
10	02,00	16,2
10	03,00	17,1
10	04,00	18
10	05,00	16,2
10	06,00	14,8
10	07,00	15,3
10	08,00	14,8
10	09,00	14,4
10	10,00	14,4
10	11,00	13,5
10	12,00	12,6
10	13,00	12,6
10	14,00	12,6
10	15,00	11,8
10	16,00	11,4
10	17,00	10,6
10	18,00	10,2
10	19,00	10,2
10	20,00	9,43
10	21,00	8,78
10	22,00	8,46
10	23,00	7,82
11	00,00	9,49
11	01,00	9,22
11	02,00	8,94
11	03,00	8,67
11	04,00	8,4
11	05,00	8,15
11	06,00	7,9
11	07,00	7,65
11	08,00	7,4
11	09,00	7,4
11	10,00	7,15
11	11,00	6,43

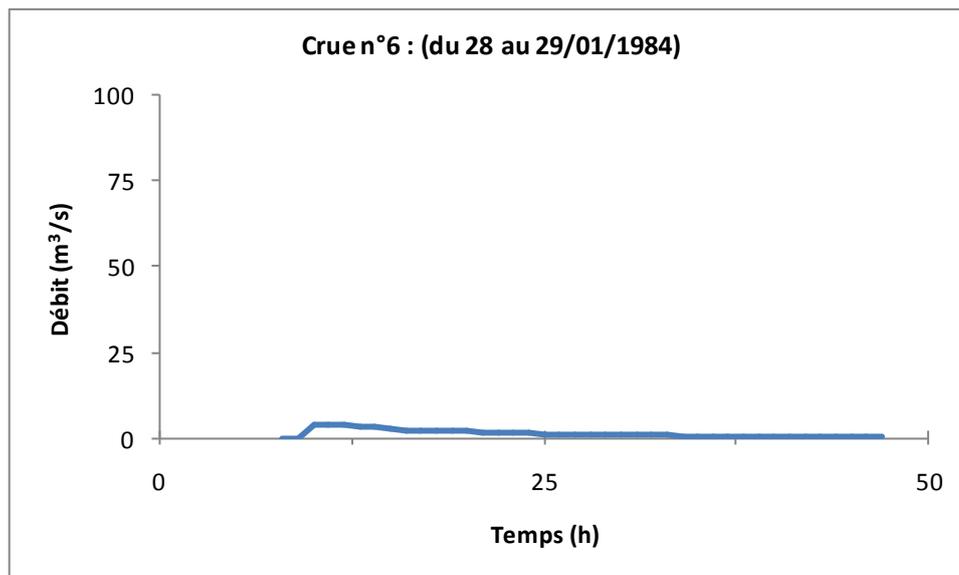
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
11	12,00	6,43
11	13,00	6,19
11	14,00	6,19
11	15,00	5,95
11	16,00	5,72
11	17,00	5,49
11	18,00	5,49
11	19,00	5,26
11	20,00	5,26
11	21,00	5,03
11	22,00	4,8
11	23,00	4,6
12	00,00	4,6
12	01,00	4,4
12	02,00	4,4
12	03,00	4,2
12	04,00	4,2
12	05,00	4
12	06,00	4
12	07,00	4
12	08,00	3,8
12	09,00	3,8
12	10,00	3,62
12	11,00	3,62
12	12,00	3,62
12	13,00	3,62
12	14,00	3,44
12	15,00	3,44
12	16,00	3,44
12	17,00	3,44
12	18,00	3,44
12	19,00	3,44
12	20,00	3,26
12	21,00	3,26
12	22,00	3,26
12	23,00	3,26



Crue n°6 : (du 28 au 29/01/1984)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
28	8,00	0,132
28	9,00	0,132
28	10,00	4,2
28	11,00	4,2
28	12,00	4
28	13,00	3,62
28	14,00	3,26
28	15,00	2,73
28	16,00	2,39
28	17,00	2,39
28	18,00	2,22
28	19,00	2,06
28	20,00	2,06
28	21,00	1,91
28	22,00	1,77
28	23,00	1,63
29	0,00	1,49
29	1,00	1,35
29	2,00	1,35
29	3,00	1,21
29	4,00	1,08

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
29	5,00	1,08
29	6,00	0,948
29	7,00	0,948
29	8,00	0,948
29	9,00	0,948
29	10,00	0,814
29	11,00	0,814
29	12,00	0,68
29	13,00	0,68
29	14,00	0,68
29	15,00	0,68
29	16,00	0,68
29	17,00	0,68
29	18,00	0,68
29	19,00	0,68
29	20,00	0,68
29	21,00	0,68
29	22,00	0,68
29	23,00	0,68



Crue n°9 : (du 23 au 24/03/1984)

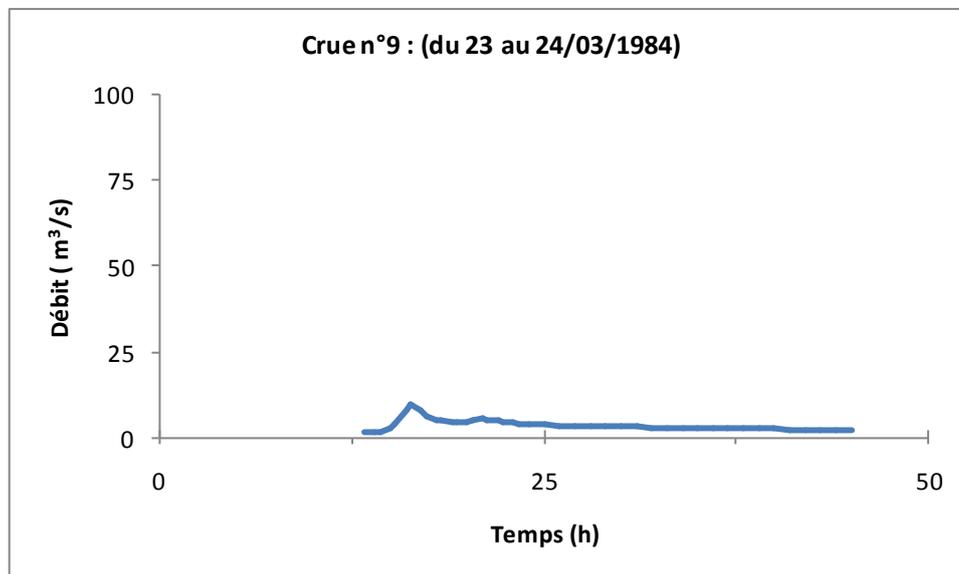
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
23	13,3	1,81
23	14	1,81
23	14,3	1,81
23	15	2,89
23	15,3	3,98

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
23	16	8,27
23	16,3	9,55
23	17	7,95
23	17,3	6,18
23	18	5,13

ANNEXE

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
23	18,3	4,9
23	19	4,67
23	19,3	4,44
23	20	4,67
23	20,3	5,39
23	21	5,92
23	21,3	5,39
23	22	5,13
23	22,3	4,67
23	23	4,44
23	23,3	4,21
24	0	3,98
24	1	3,79
24	2	3,6
24	3	3,6
24	4	3,42
24	5	3,23
24	6	3,23

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
24	7	3,23
24	8	3,05
24	9	2,89
24	10	2,89
24	11	2,89
24	12	2,74
24	13	2,74
24	14	2,74
24	15	2,58
24	16	2,58
24	17	2,43
24	18	2,43
24	19	2,43
24	20	2,28
24	21	2,28



Crue n°10 : (du 20 au 21/05/1984)

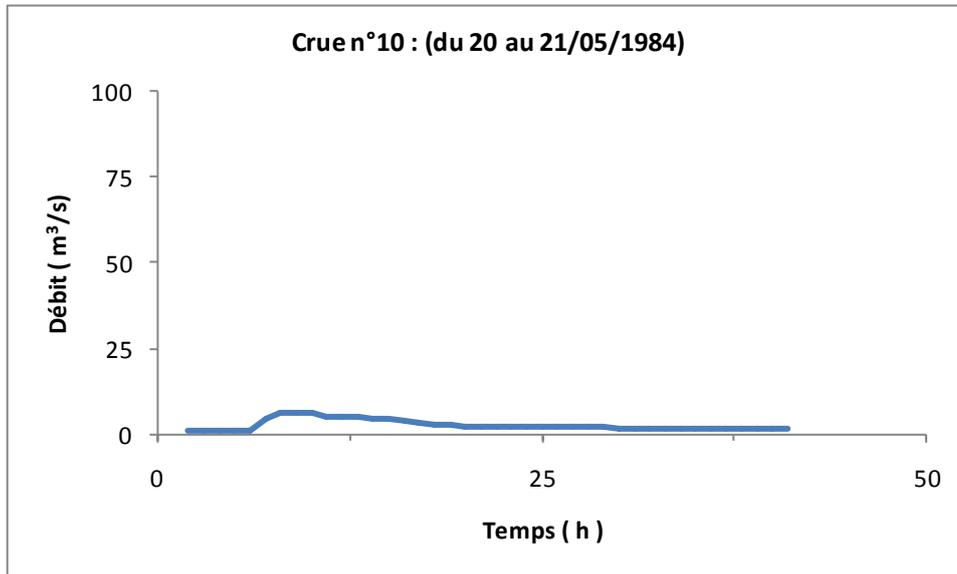
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
20	2	0,928
20	3	0,928
20	4	1,02
20	5	1,02
20	6	1,02
20	7	4,67
20	8	6,45
20	9	6,18
20	10	6,18
20	11	5,39
20	12	4,9
20	13	4,9
20	14	4,44
20	15	4,44
20	16	3,79
20	17	3,23

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
20	18	2,89
20	19	2,58
20	20	2,43
20	21	2,28
20	22	2,28
20	23	2,28
21	0	2,28
21	1	2,28
21	2	2,16
21	3	2,16
21	4	2,04
21	5	2,04
21	6	1,93
21	7	1,93
21	8	1,93
21	9	1,81

ANNEXE

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
21	10	1,81
21	11	1,81
21	12	1,7
21	13	1,7

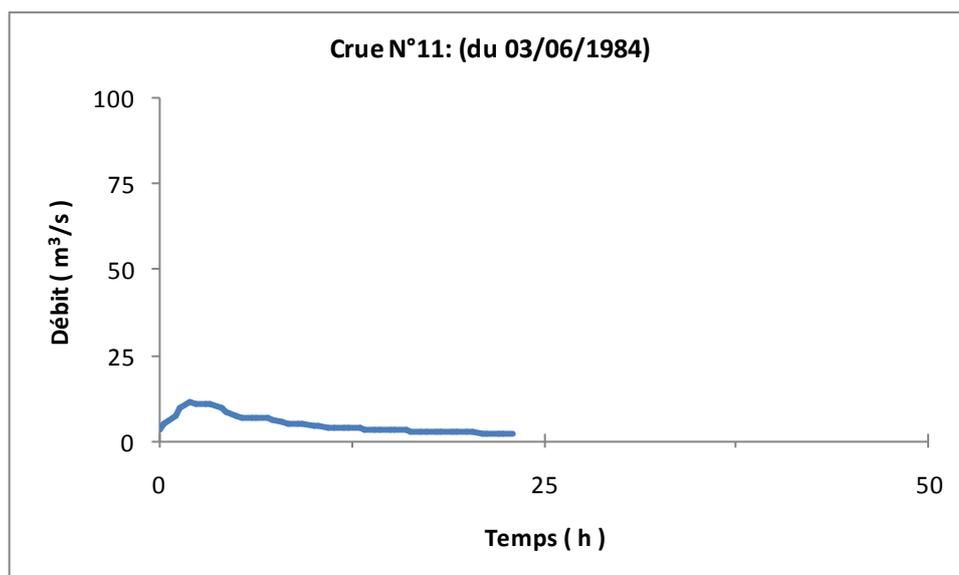
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
21	14	1,7
21	15	1,7
21	16	1,58
21	17	1,58



Crue n°11 : (du 03/06/1984)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
3	0,00	3,23
3	0,30	5,39
3	1,00	7,65
3	1,30	9,55
3	2,00	11,5
3	2,30	11,1
3	3,00	11,1
3	3,30	11,1
3	4,00	9,94
3	4,30	8,59
3	5,00	7,65
3	5,30	7,05
3	6,00	7,05
3	6,30	7,05
3	7,00	6,75
3	7,30	6,18
3	8,00	5,92
3	8,30	5,39
3	9,00	5,13
3	9,30	4,9
3	10,00	4,67
3	10,30	4,44
3	11,00	4,21
3	11,30	4,21
3	12,00	3,98

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
3	12,30	3,79
3	13,00	3,79
3	13,30	3,6
3	14,00	3,6
3	14,30	3,6
3	15,00	3,42
3	15,30	3,23
3	16,00	3,23
3	16,30	3,05
3	17,00	3,05
3	17,30	2,89
3	18,00	2,89
3	18,30	2,74
3	19,00	2,74
3	19,30	2,58
3	20,00	2,58
3	20,30	2,58
3	21,00	2,43
3	21,30	2,43
3	22,00	2,43
3	22,30	2,43
3	23,00	2,43



Crue n°12 : (du 10 au 19 /10/1984)

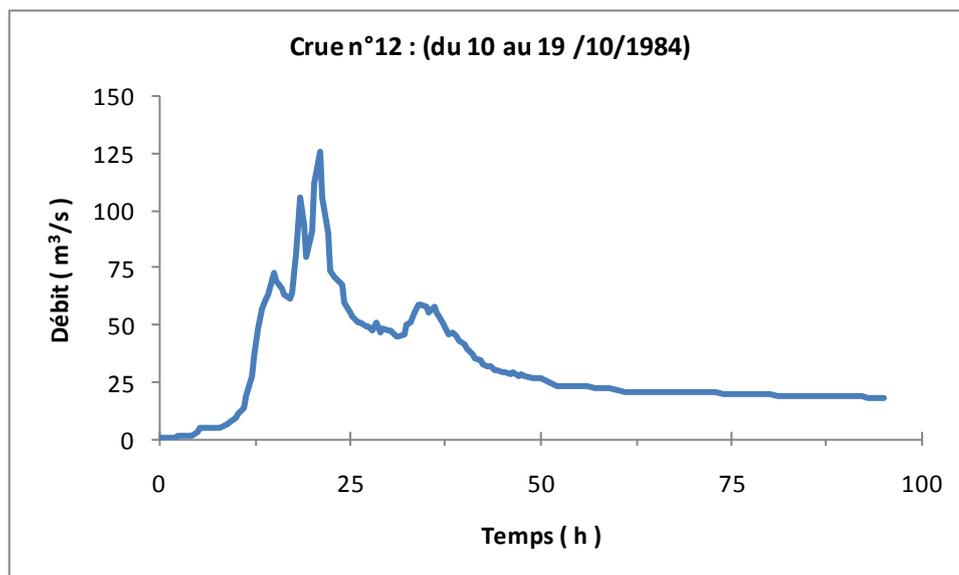
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
10	00,00	0,625
10	00,30	0,726
10	01,00	0,827
10	01,30	0,928
10	02,00	1,02
10	02,30	1,13
10	03,00	1,24
10	03,30	1,35
10	04,00	1,35
10	04,30	1,7
10	05,00	3,6
10	05,30	4,67
10	06,00	4,9
10	06,30	4,67
10	07,00	5,13
10	07,30	5,13
10	08,00	5,13
10	08,30	5,92
10	09,00	6,45
10	09,30	7,35
10	10,00	8,91
10	10,30	11,1
10	11,00	13,5
10	11,30	19
10	12,00	28
10	12,30	36,3
10	13,00	48,6
10	13,30	57,1
10	14,00	61,2
10	14,30	63,3
10	15,00	72,7
10	15,30	69,4
10	16,00	66,3
10	16,30	63,3
10	17,00	61,2
10	17,30	64,3

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
10	18,00	81,5
10	18,30	106
10	19,00	94
10	19,30	80,2
10	20,00	91,5
10	20,30	112
10	21,00	126
10	21,30	106
10	22,00	90,2
10	22,30	74
10	23,00	71,5
10	23,30	69,4
11	00,00	67,4
11	00,30	60,2
11	01,00	55,1
11	01,30	54
11	02,00	51
11	02,30	51
11	03,00	49,4
11	03,30	49,4
11	04,00	47,9
11	04,30	51
11	05,00	47,1
11	05,30	48,6
11	06,00	47,9
11	06,30	47,9
11	07,00	44,8
11	07,30	44,8
11	08,00	46,3
11	08,30	50,2
11	09,00	51
11	09,30	55,1
11	10,00	59,2
11	10,30	59,2
11	11,00	58,1
11	11,30	55,1

ANNEXE

Dates	Heures (h)	Débites Q (m3/s)
11	12,00	58,1
11	12,30	55,1
11	13,00	51
11	13,30	49,4
11	14,00	46,3
11	14,30	47,1
11	15,00	44,8
11	15,30	43,3
11	16,00	41,7
11	16,30	39,4
11	17,00	37,1
11	17,30	35,6
11	18,00	34,3
11	18,30	33
11	19,00	32,4
11	19,30	31,8
11	20,00	30,5
11	20,30	29,9
11	21,00	29,3
11	21,30	29,3
11	22,00	28,6
11	22,30	29,3
11	23,00	28
11	23,30	28,6
12	0,00	28
12	1,00	26,7
12	2,00	26,7
12	3,00	24,8
12	4,00	23,6
12	5,00	23
12	6,00	23
12	7,00	23
12	8,00	23
12	9,00	22,5
12	10,00	22,5
12	11,00	22
12	12,00	21,5
12	13,00	21
12	14,00	21

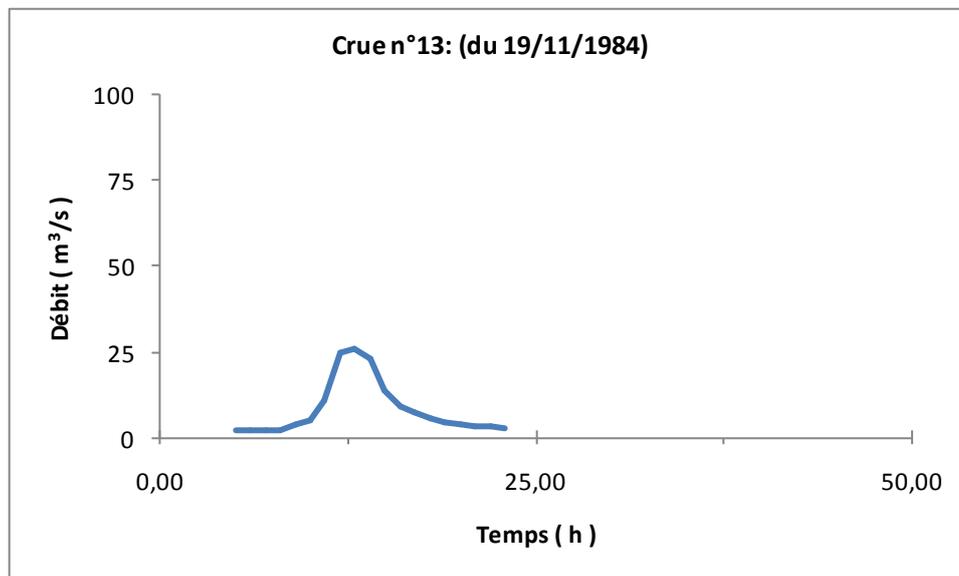
Dates	Heures (h)	Débites Q (m3/s)
12	15,00	21
12	16,00	21
12	17,00	21
12	18,00	21
12	19,00	20,5
12	20,00	20,5
12	21,00	20,5
12	22,00	20,5
12	23,00	20,5
13	0,00	20,5
13	1,00	20,5
13	2,00	20
13	3,00	20
13	4,00	20
13	5,00	20
13	6,00	19,5
13	7,00	19,5
13	8,00	19,5
13	9,00	19
13	10,00	19
13	11,00	19
13	12,00	19
13	13,00	19
13	14,00	19
13	15,00	19
13	16,00	19
13	17,00	19
13	18,00	18,5
13	19,00	18,5
13	20,00	18,5
13	21,00	18
13	22,00	18
13	23,00	18



Crue n°13 : (du 19/11/1984)

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
19	5,00	2
19	6,00	2
19	7,00	2,24
19	8,00	2,48
19	9,00	3,98
19	10,00	5,15
19	11,00	11
19	12,00	24,9
19	13,00	25,9
19	14,00	23,1

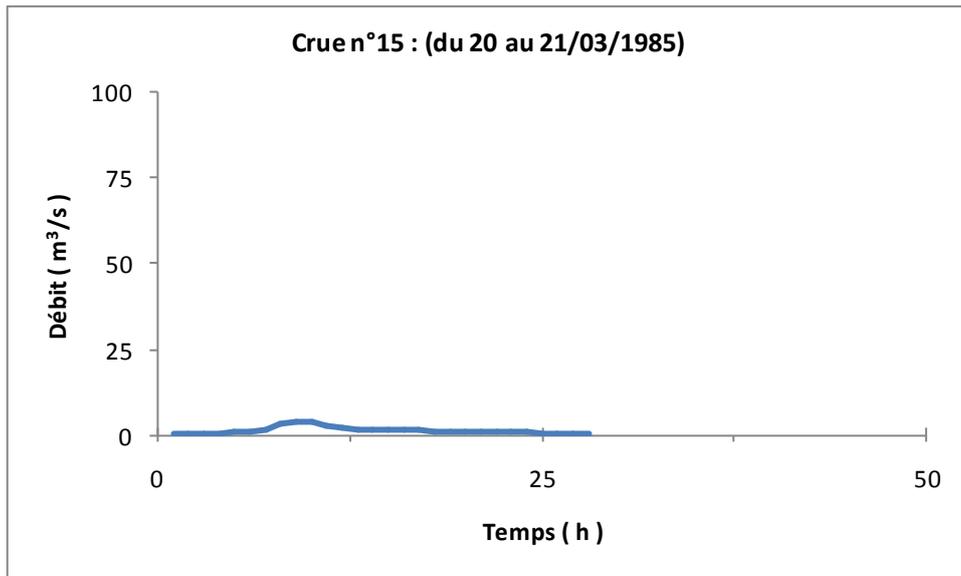
Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
19	15,00	14
19	16,00	9,05
19	17,00	7,23
19	18,00	5,67
19	19,00	4,34
19	20,00	3,98
19	21,00	3,59
19	22,00	3,2
19	23,00	2,96



Crue n°15 : (du 20 au 21/03/1985)

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
20	1,00	0,552
20	2,00	0,552
20	3,00	0,63
20	4,00	0,63
20	5,00	1,02
20	6,00	1,28
20	7,00	1,89
20	8,00	3,2
20	9,00	3,84
20	10,00	3,84
20	11,00	2,74
20	12,00	2,28
20	13,00	1,89
20	14,00	1,89
20	15,00	1,74

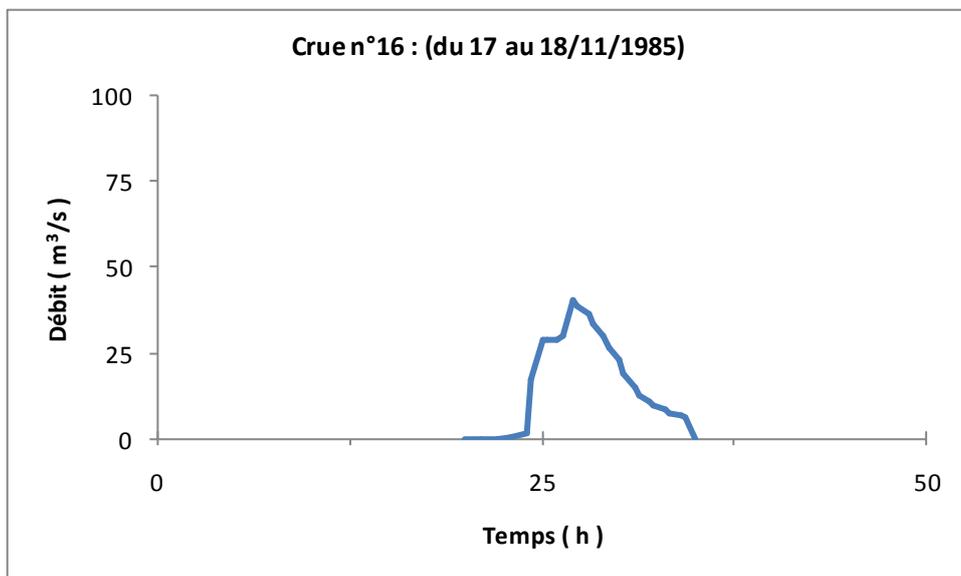
Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
20	16,00	1,58
20	17,00	1,43
20	18,00	1,28
20	19,00	1,28
20	20,00	1,15
20	21,00	1,15
20	22,00	1,02
20	23,00	0,89
21	0,00	0,89
21	1,00	0,76
21	2,00	0,76
21	3,00	0,63
21	4,00	0,63



Crue n°16 : (du 17 au 18/11/1985)

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
17	20,00	0,08
17	21,00	0,08
17	22,00	0,08
17	23,00	0,5
18	00,00	1,58
18	00,30	1,72
18	01,00	17,3
18	01,30	28,8
18	02,00	28,8
18	02,30	28,8
18	03,00	30,3
18	03,30	40,6
18	04,00	38,8
18	04,30	36,2

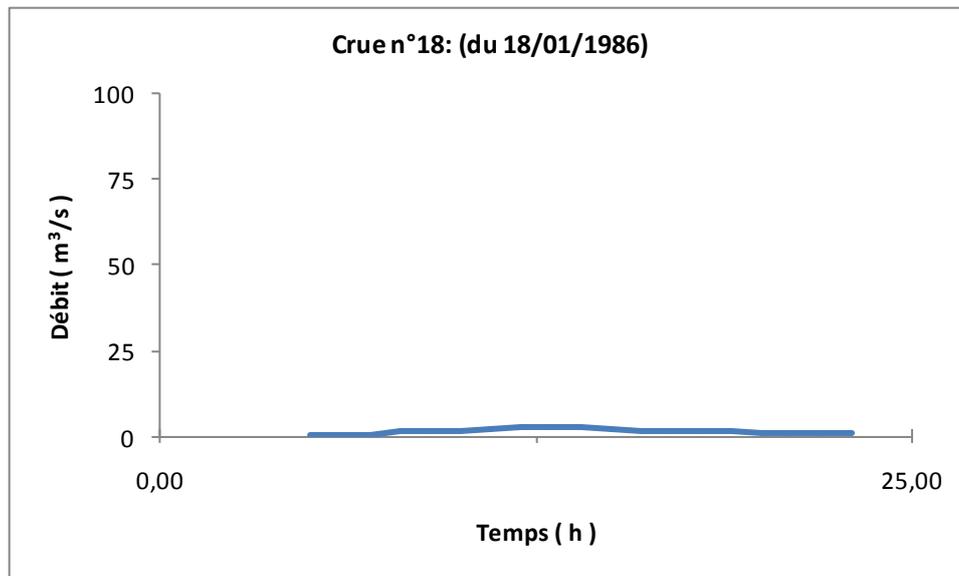
Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
18	05,00	33,3
18	05,30	30,3
18	06,00	26,7
18	06,30	23
18	07,00	19
18	07,30	15,3
18	08,00	12,8
18	08,30	11
18	09,00	9,68
18	09,30	8,72
18	10,00	7,74
18	10,30	6,75
18	11,00	6,25
18	11,30	0



Crue n° 18 : (du 08/01/1986)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
8	5,00	0,708
8	6,00	0,708
8	7,00	0,812
8	8,00	1,58
8	9,00	1,88
8	10,00	1,72
8	11,00	2,36
8	12,00	2,7
8	13,00	2,7
8	14,00	3,08

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
8	15,00	2,2
8	16,00	1,72
8	17,00	1,58
8	18,00	1,44
8	19,00	1,44
8	20,00	1,3
8	21,00	1,3
8	22,00	1,16
8	23,00	1,16

**Crue n°19 : (du 04 au 08/02/1986)**

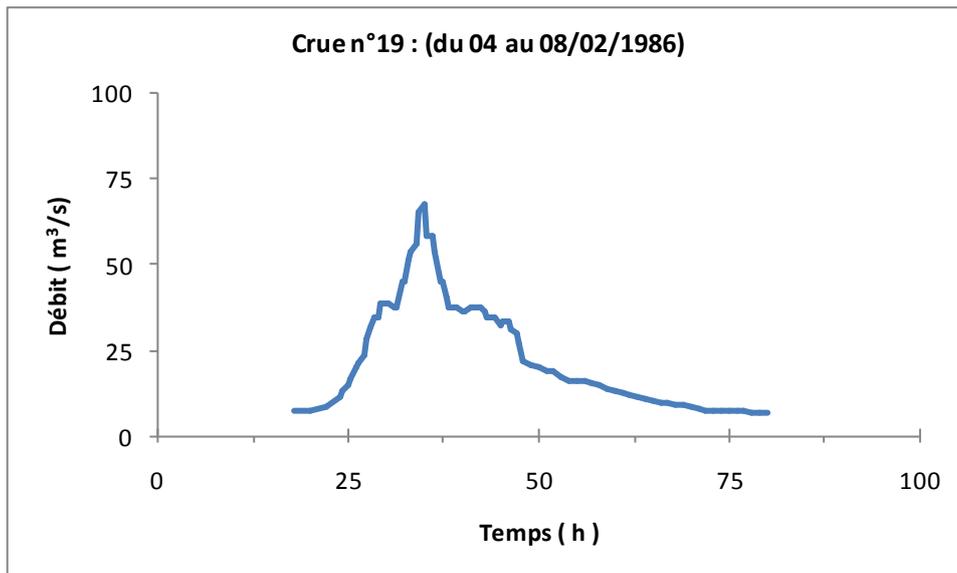
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
4	18,00	7,74
4	20,00	7,74
4	22,00	8,4
5	00,00	11,4
5	00,30	13,3
5	01,00	14,8
5	01,30	16,8
5	02,00	20,1
5	02,30	21,2
5	03,00	23,6
5	03,30	28,1
5	04,00	31,8
5	04,30	34,7
5	05,00	34,7
5	05,30	38,8
5	06,00	38,8
5	06,30	38,8
5	07,00	37,9

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
5	07,30	37,9
5	08,00	45
5	08,30	45
5	09,00	51,6
5	09,30	53,8
5	10,00	56
5	10,30	65,6
5	11,00	68
5	11,30	58,4
5	12,00	58,4
5	12,30	53,8
5	13,00	45
5	13,30	45
5	14,00	40,6
5	14,30	37,9
5	15,00	37,9
5	15,30	37,9
5	16,00	36,2

ANNEXE

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
5	16,30	36,2
5	17,00	37,9
5	17,30	37,9
5	18,00	37,9
5	18,30	37,9
5	19,00	36,2
5	19,30	34,7
5	20,00	34,7
5	20,30	34,7
5	21,00	32,6
5	21,30	33,3
5	22,00	33,3
5	22,30	31
5	23,00	30,3
5	23,30	27,4
6	00,00	22
6	02,00	21
6	04,00	20
6	06,00	19,1
6	08,00	19,1
6	10,00	17,2
6	12,00	16,3
6	14,00	16,3
6	16,00	15,9
6	18,00	15,5

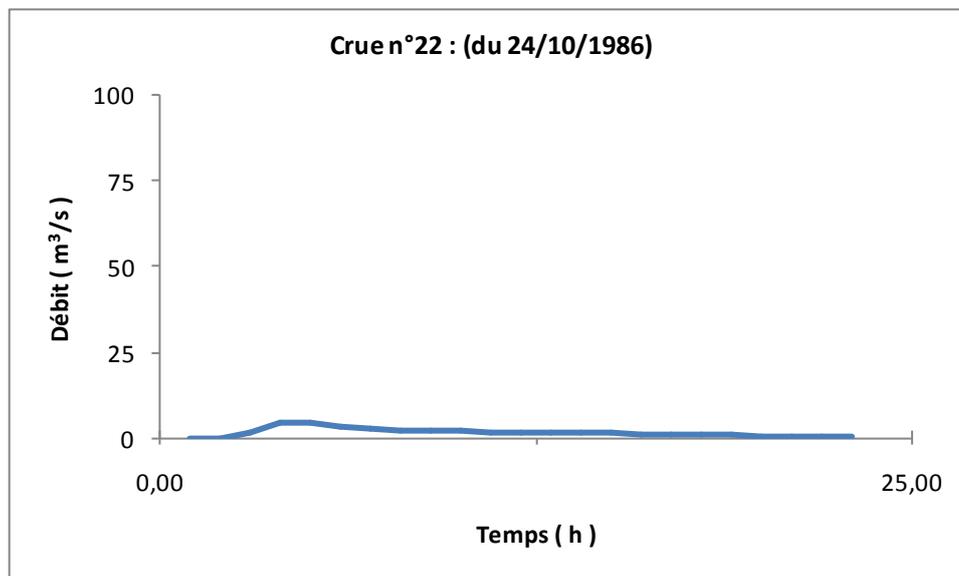
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
6	20,00	15,1
6	22,00	13,8
7	00,00	13
7	02,00	12,6
7	04,00	12,2
7	06,00	11,5
7	08,00	10,8
7	10,00	10,2
7	12,00	9,92
7	14,00	9,6
7	16,00	8,96
7	18,00	8,96
7	20,00	8,64
7	22,00	8,32
8	0,00	7,56
8	0,30	7,34
8	1,00	7,34
8	1,30	7,34
8	2,00	7,34
8	2,30	7,34
8	3,00	7,12
8	3,30	7,12
8	4,00	7,12



Crue n°22 : (du 24/10/1986)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m³/s)
24	1,00	0,08
24	2,00	0,08
24	3,00	1,72
24	4,00	4,62
24	5,00	4,4
24	6,00	3,46
24	7,00	2,7
24	8,00	2,2
24	9,00	2,2
24	10,00	2,04
24	11,00	1,88
24	12,00	1,72

Dates	Heures (h)	Débits Q (m³/s)
24	13,00	1,72
24	14,00	1,44
24	15,00	1,44
24	16,00	1,16
24	17,00	1,02
24	18,00	0,916
24	19,00	0,916
24	20,00	0,812
24	21,00	0,708
24	22,00	0,604
24	23,00	0,604



Crue n°23 : (du 17 au 20/11/1986)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m³/s)
18	17,00	1,3
18	18,00	1,44
18	19,00	1,72
18	20,00	2,04
18	21,00	2,2
18	22,00	3,83
18	23,00	5,75
19	0,00	7,41
19	1,00	7,08
19	2,00	7,41
19	3,00	6,75
19	4,00	6,5
19	5,00	5,75
19	6,00	5,06
19	7,00	4,4
19	8,00	4,21
19	9,00	4,62
19	10,00	6,25
19	11,00	7,08
19	12,00	7,08

Dates	Heures (h)	Débits Q (m³/s)
19	13,00	7,08
19	14,00	6,75
19	15,00	7,74
19	16,00	7,41
19	17,00	6,5
19	18,00	5,5
19	19,00	5,06
19	20,00	4,62
19	21,00	4,21
19	22,00	3,83
19	23,00	3,64
20	0,00	3,46
20	1,00	3,27
20	2,00	3,08
20	3,00	3,08
20	4,00	2,89
20	5,00	2,7
20	6,00	2,52
20	7,00	2,52
20	8,00	2,36

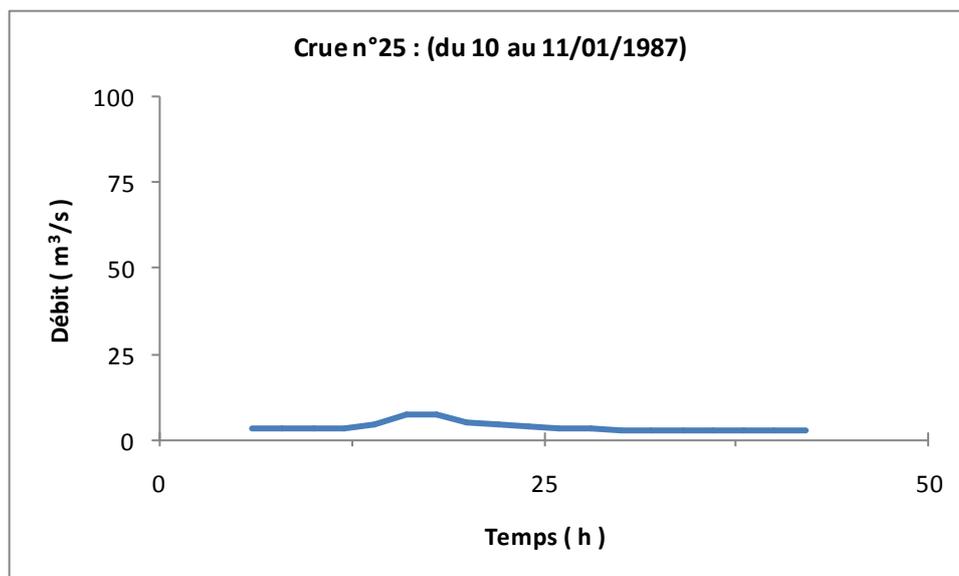
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
20	9,00	2,2
20	10,00	2,2
20	11,00	2,04
20	12,00	2,04
20	13,00	1,88
20	14,00	1,88
20	15,00	1,72

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
20	16,00	1,72
20	17,00	1,72
20	18,00	1,72
20	19,00	1,58
20	20,00	1,58
20	21,00	1,44
20	22,00	1,44

Crue n°25 : (du 10 au 11/01/1987)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
10	6,00	3,28
10	8,00	3,28
10	10,00	3,49
10	12,00	3,49
10	14,00	4,34
10	16,00	7,75
10	18,00	7,21
10	20,00	5,25
10	22,00	4,34
11	0,00	3,91

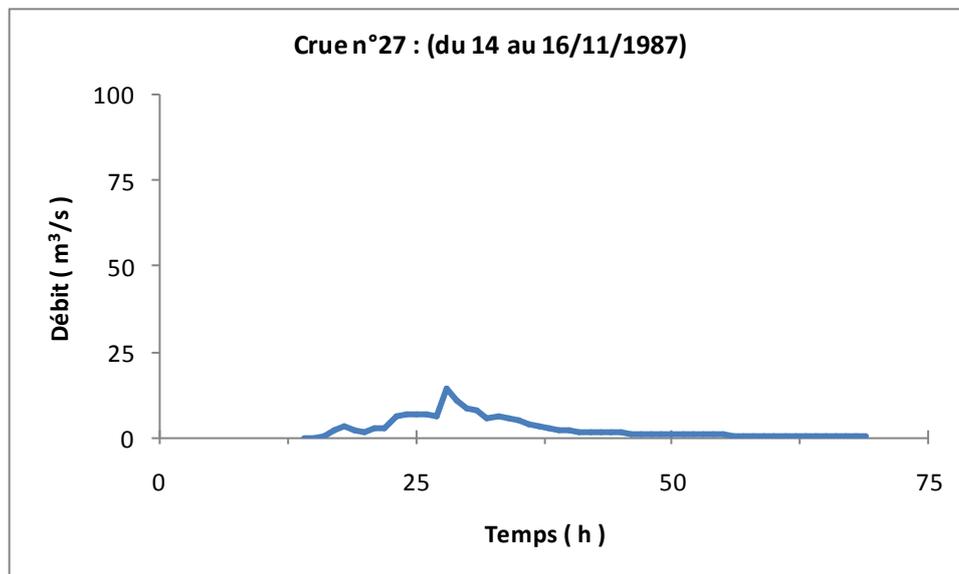
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
11	2,00	3,7
11	4,00	3,49
11	6,00	3,08
11	8,00	3,08
11	10,00	3,08
11	12,00	2,88
11	14,00	2,69
11	16,00	2,69
11	18,00	2,69



Crue n°27 : (du 14 au 16/11/1987)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
14	14,00	0,232
14	15,00	0,232
14	16,00	0,36
14	17,00	2,34
14	18,00	3,61
14	19,00	2,34
14	20,00	1,98
14	21,00	2,96
14	22,00	2,75
14	23,00	6,32
15	00,00	6,9
15	01,00	7,12
15	02,00	6,9
15	03,00	6,61
15	04,00	14,6
15	05,00	10,8
15	06,00	8,64
15	07,00	7,78
15	08,00	6,03
15	09,00	6,61
15	10,00	5,74
15	11,00	4,91
15	12,00	4,08
15	13,00	3,61
15	14,00	2,75
15	15,00	2,34
15	16,00	2,16
15	17,00	1,98
15	18,00	1,62
15	19,00	1,62

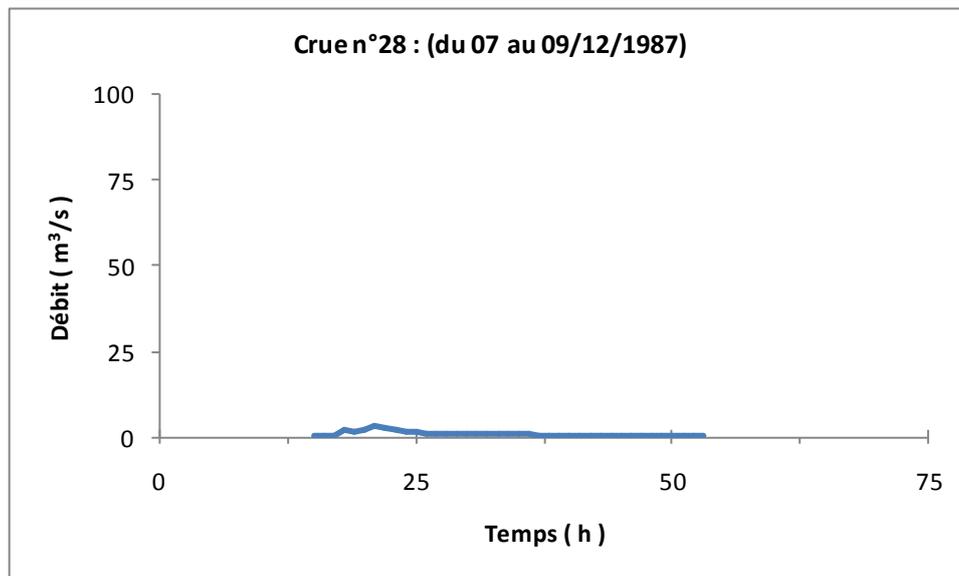
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
15	20,00	1,62
15	21,00	1,45
15	22,00	1,3
15	23,00	1,3
16	00,00	1,3
16	01,00	1,15
16	02,00	1,01
16	03,00	1,01
16	04,00	1,01
16	05,00	0,866
16	06,00	0,866
16	07,00	0,866
16	08,00	0,72
16	09,00	0,72
16	10,00	0,72
16	11,00	0,72
16	12,00	0,72
16	13,00	0,72
16	14,00	0,72
16	15,00	0,72
16	16,00	0,63
16	17,00	0,63
16	18,00	0,54
16	19,00	0,54
16	20,00	0,54
16	21,00	0,54



Crue n°28 : (du 07 au 09/12/1987)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
7	15,00	0,54
7	16,00	0,54
7	17,00	0,63
7	18,00	2,34
7	19,00	1,8
7	20,00	2,34
7	21,00	3,61
7	22,00	2,96
7	23,00	2,34
8	00,00	1,8
8	01,00	1,62
8	02,00	1,3
8	03,00	1,15
8	04,00	1,15
8	05,00	1,01
8	06,00	1,01
8	07,00	1,01
8	08,00	0,866
8	09,00	0,866
8	10,00	0,866

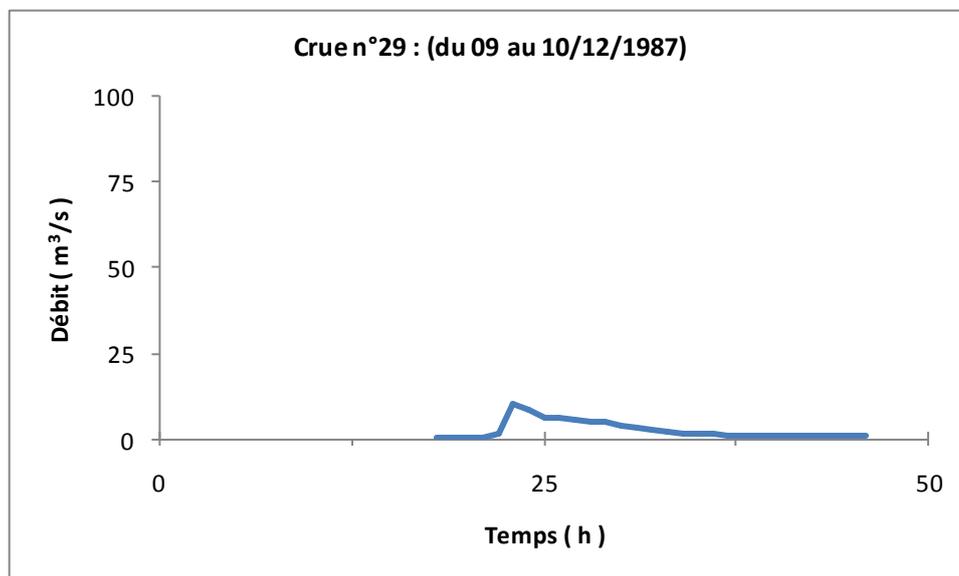
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
8	11,00	0,866
8	12,00	0,866
8	13,00	0,72
8	14,00	0,72
8	15,00	0,72
8	16,00	0,72
8	17,00	0,63
8	18,00	0,63
8	19,00	0,63
8	20,00	0,63
8	21,00	0,63
8	22,00	0,63
8	23,00	0,63
9	0,00	0,63
9	1,00	0,63
9	2,00	0,54
9	3,00	0,54
9	4,00	0,54
9	5,00	0,54



Crue n°29 : (du 09 au 10/12/1987)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
9	18,0	0,54
9	19,0	0,54
9	20,0	0,54
9	21,00	0,54
9	22,00	1,62
9	23,00	10,5
10	00,00	8,64
10	01,00	6,32
10	02,00	6,61
10	03,00	5,74
10	04,00	5,27
10	05,00	4,91
10	06,00	4,08
10	07,00	3,38
10	08,00	2,75

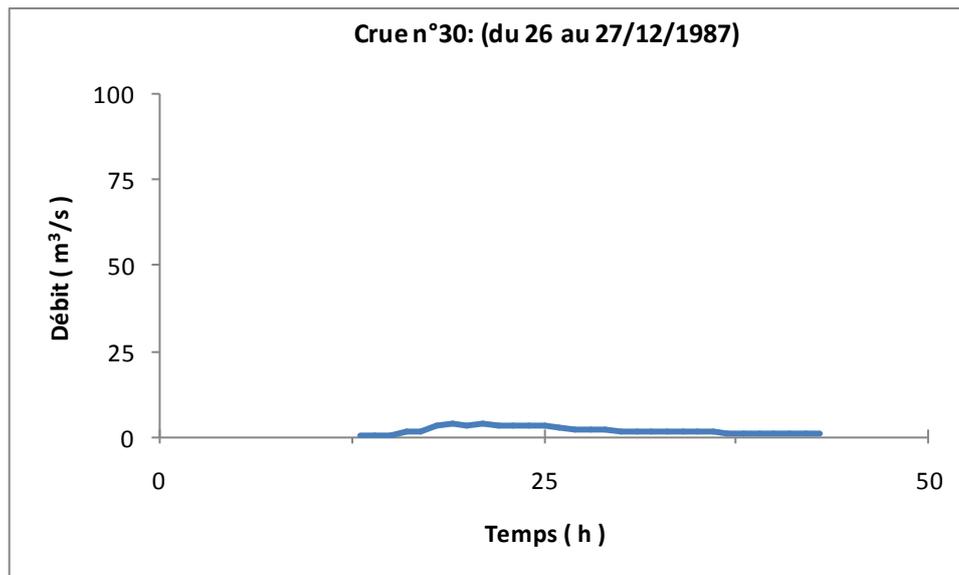
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
10	09,00	2,34
10	10,00	1,98
10	11,00	1,62
10	12,00	1,62
10	13,00	1,3
10	14,00	1,3
10	15,00	1,15
10	16,00	1,01
10	17,00	1,01
10	18,00	1,01
10	19,00	1,01
10	20,00	0,866
10	21,00	0,866
10	22,00	0,866



Crue n°30 : (du 26 au 27/12/1987)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
26	13,00	0,36
26	14,00	0,36
26	15,00	0,54
26	16,00	1,45
26	17,00	1,98
26	18,00	3,61
26	19,00	4,08
26	20,00	3,61
26	21,00	4,08
26	22,00	3,61
26	23,00	3,17
27	0,00	3,17
27	1,00	3,17
27	2,00	2,75
27	3,00	2,34
27	4,00	2,34

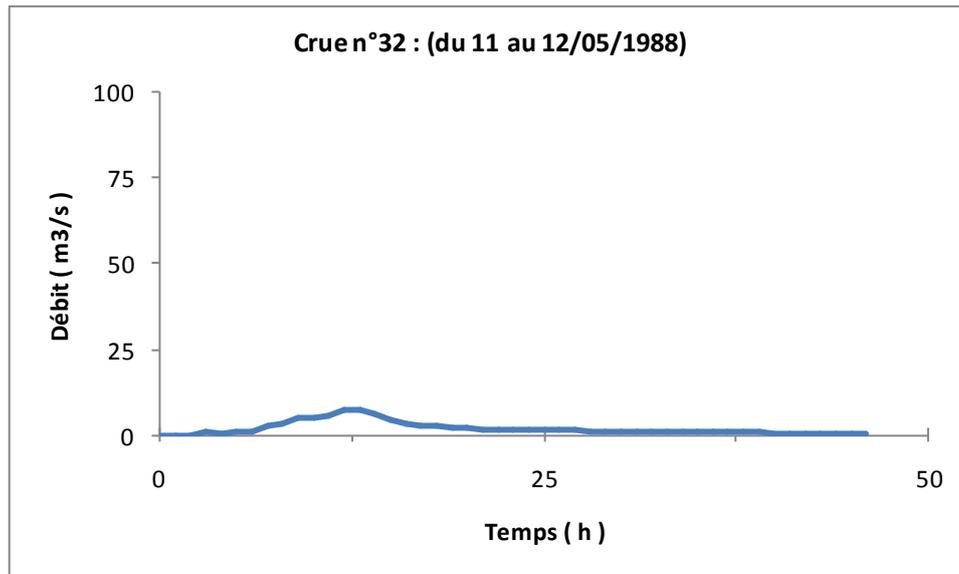
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
27	5,00	2,16
27	6,00	1,98
27	7,00	1,8
27	8,00	1,62
27	9,00	1,62
27	10,00	1,62
27	11,00	1,45
27	12,00	1,45
27	13,00	1,3
27	14,00	1,3
27	15,00	1,15
27	16,00	1,15
27	17,00	1,01
27	18,00	1,01
27	19,00	1,01



Crue n°32 : (du 11 au 12/05/1988)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
11	0,00	0,12
11	1,00	0,12
11	2,00	0,156
11	3,00	1,08
11	4,00	0,66
11	5,00	1,36
11	6,00	0,94
11	7,00	2,69
11	8,00	3,7
11	9,00	5,25
11	10,00	5,25
11	11,00	5,94
11	12,00	7,75
11	13,00	7,75
11	14,00	6,17
11	15,00	4,79
11	16,00	3,7
11	17,00	3,08
11	18,00	2,69
11	19,00	2,5
11	20,00	2,31
11	21,00	1,96
11	22,00	1,81
11	23,00	1,66
12	0,00	1,66

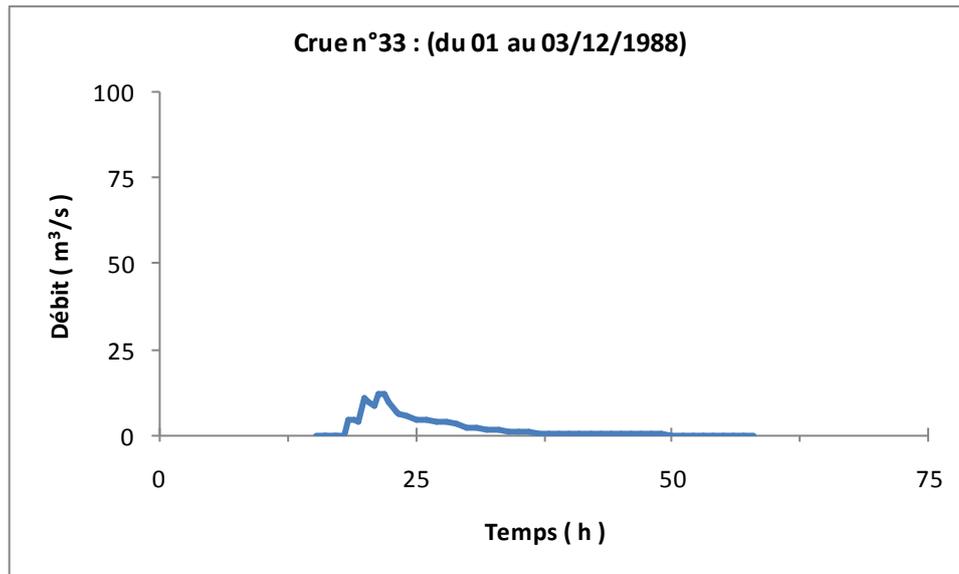
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
12	1,00	1,66
12	2,00	1,51
12	3,00	1,51
12	4,00	1,36
12	5,00	1,36
12	6,00	1,36
12	7,00	1,22
12	8,00	1,22
12	9,00	1,08
12	10,00	1,08
12	11,00	1,08
12	12,00	1,08
12	13,00	1,08
12	14,00	0,94
12	15,00	0,94
12	16,00	0,8
12	17,00	0,8
12	18,00	0,8
12	19,00	0,8
12	20,00	0,8
12	21,00	0,66
12	22,00	0,66



Crue n°33 : (du 01 au 03/12/1988)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
1	15,30	0,072
1	16,00	0,072
1	16,30	0,104
1	17,00	0,104
1	17,30	0,104
1	18,00	0,136
1	18,30	4,84
1	19,00	4,34
1	19,30	3,84
1	20,00	11,1
1	20,30	10
1	21,00	8,69
1	21,30	12,3
1	22,00	12,3
1	22,30	10
1	23,00	7,13
1	23,30	6,08
2	0,00	5,46
2	1,00	4,84
2	2,00	4,59
2	3,00	3,84
2	4,00	4,09
2	5,00	3,6
2	6,00	2,48
2	7,00	2,3
2	8,00	1,95
2	9,00	1,48
2	10,00	1,36

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
2	11,00	1,12
2	12,00	1
2	13,00	0,808
2	14,00	0,712
2	15,00	0,616
2	16,00	0,52
2	17,00	0,52
2	18,00	0,456
2	19,00	0,392
2	20,00	0,392
2	21,00	0,328
2	22,00	0,328
2	23,00	0,328
3	0,00	0,264
3	1,00	0,264
3	2,00	0,2
3	3,00	0,2
3	4,00	0,2
3	5,00	0,2
3	6,00	0,168
3	7,00	0,168
3	8,00	0,136
3	9,00	0,136
3	10,00	0,136



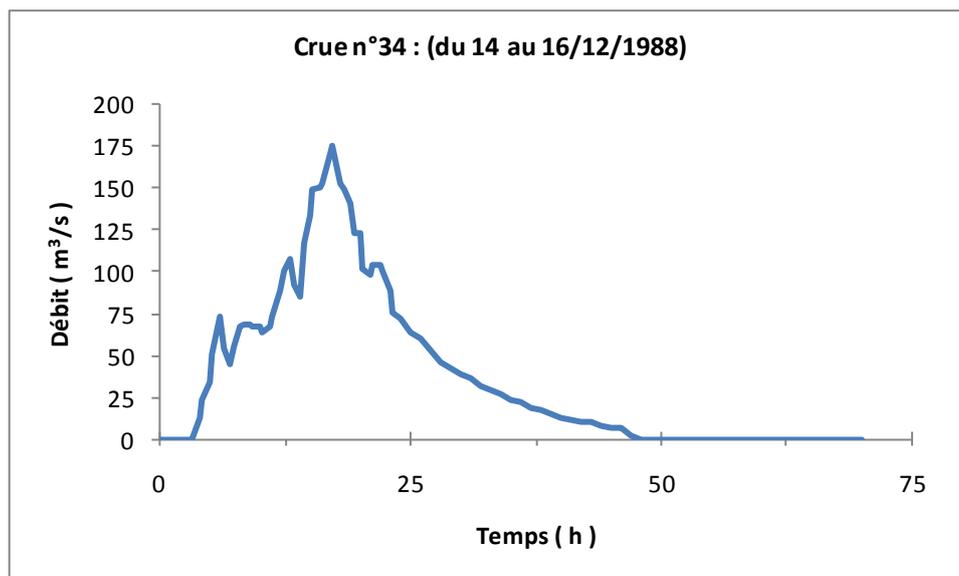
Crue n°34 : (du 14 au 16/12/1988)

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
14	0,00	0,29
14	0,30	0,29
14	1,00	0,029
14	1,30	0,037
14	2,00	0,059
14	2,30	0,111
14	3,00	0,155
14	3,30	0,17
14	4,00	13,6
14	4,30	23,3
14	5,00	34,2
14	5,30	51,3
14	6,00	73,5
14	6,30	54,4
14	7,00	45,2
14	7,30	55,9
14	8,00	67,1
14	8,30	68,7
14	9,00	68,7
14	9,30	67,1
14	10,00	67,1
14	10,30	63,9
14	11,00	67,1
14	11,30	73,5
14	12,00	88,7
14	12,30	100
14	13,00	108
14	13,30	92,6
14	14,00	84,9
14	14,30	117
14	15,00	134
14	15,30	149
14	16,00	150
14	16,30	152
14	17,00	170
14	17,30	175
14	18,00	153

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
14	18,30	149
14	19,00	141
14	19,30	123
14	20,00	123
14	20,30	102
14	21,00	98,7
14	21,30	104
14	22,00	104
14	22,30	100
14	23,00	88,7
14	23,30	75,4
15	0,00	71,9
15	1,00	63,9
15	2,00	60,7
15	3,00	52,9
15	4,00	46,7
15	5,00	42,2
15	6,00	39,5
15	7,00	36,9
15	8,00	31,6
15	9,00	29
15	10,00	26,7
15	11,00	23,3
15	12,00	22,2
15	13,00	18,8
15	14,00	17,7
15	15,00	15,6
15	16,00	13,6
15	17,00	11,5
15	18,00	10,5
15	19,00	10,5
15	20,00	8,52
15	21,00	7,5
15	22,00	7,5
15	23,00	2,63
16	0,00	0,2
16	1,00	0,2

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
16	2,00	0,192
16	3,00	0,185
16	4,00	0,177
16	5,00	0,17
16	6,00	0,163
16	7,00	0,155
16	8,00	0,155
16	9,00	0,148
16	10,00	0,14
16	11,00	0,133
16	12,00	0,133

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
16	13,00	0,133
16	14,00	0,125
16	15,00	0,118
16	16,00	0,103
16	17,00	0,088
16	18,00	0,081
16	19,00	0,059
16	20,00	0,051
16	21,00	0,029
16	22,00	0,014



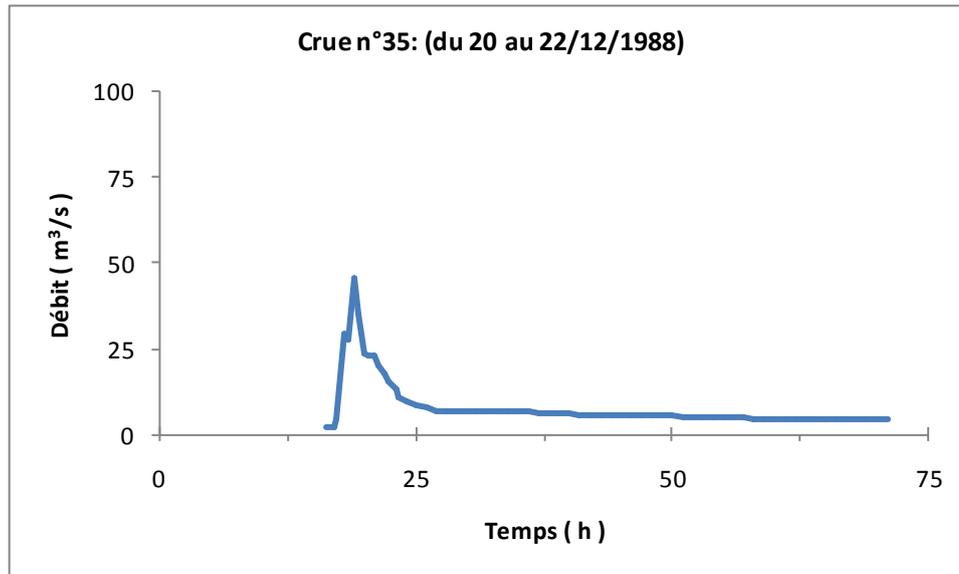
Cruen°35 : (du 20 au 22/12/1988)

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
20	16,30	2,48
20	17,00	2,48
20	17,30	4,34
20	18,00	29,4
20	18,30	27,5
20	19,00	45,8
20	19,30	35,1
20	20,00	24
20	20,30	23,3
20	21,00	23,3
20	21,30	20,5
20	22,00	17,7
20	22,30	15,6
20	23,00	13,5
20	23,30	11,1
21	0,00	10
21	1,00	8,69
21	2,00	8,24
21	3,00	7,13
21	4,00	7,13
21	5,00	6,76
21	6,00	6,76

Dates	Heures (h)	Débites Q (m ³ /s)
21	7,00	7,13
21	8,00	7,13
21	9,00	6,76
21	10,00	6,76
21	11,00	6,76
21	12,00	6,76
21	13,00	6,4
21	14,00	6,4
21	15,00	6,08
21	16,00	6,08
21	17,00	5,77
21	18,00	5,77
21	19,00	5,77
21	20,00	5,77
21	21,00	5,77
21	22,00	5,46
21	23,00	5,46
22	0,00	5,46
22	1,00	5,46
22	2,00	5,46
22	3,00	5,15
22	4,00	5,15

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
22	5,00	5,15
22	6,00	5,15
22	7,00	5,15
22	8,00	5,15
22	9,00	5,15
22	10,00	4,84
22	11,00	4,84
22	12,00	4,84
22	13,00	4,84
22	14,00	4,84

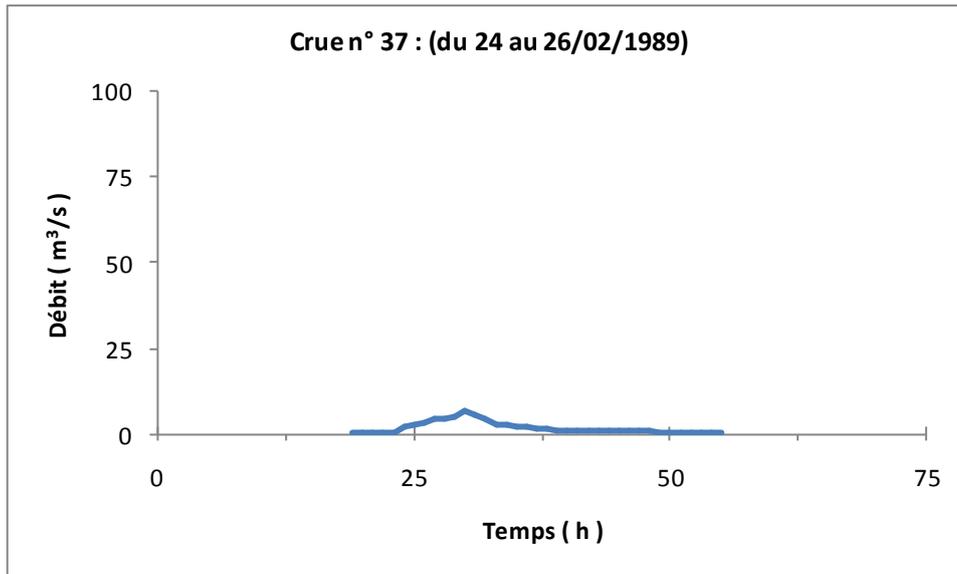
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
22	15,00	4,84
22	16,00	4,84
22	17,00	4,84
22	18,00	4,84
22	19,00	4,84
22	20,00	4,84
22	21,00	4,84
22	22,00	4,59
22	23,00	4,59



Crue n° 37 : (du 24 au 26/02/1989)

Dates	Heures (h)	Débit Q (m ³ /s)
24	19,00	0,386
24	20,00	0,386
24	21,00	0,448
24	22,00	0,51
24	23,00	0,78
25	0,00	2,55
25	1,00	2,74
25	2,00	3,32
25	3,00	4,31
25	4,00	4,31
25	5,00	4,9
25	6,00	6,72
25	7,00	5,58
25	8,00	4,56
25	9,00	3,12
25	10,00	2,74
25	11,00	2,36
25	12,00	2,05
25	13,00	1,75
25	14,00	1,47

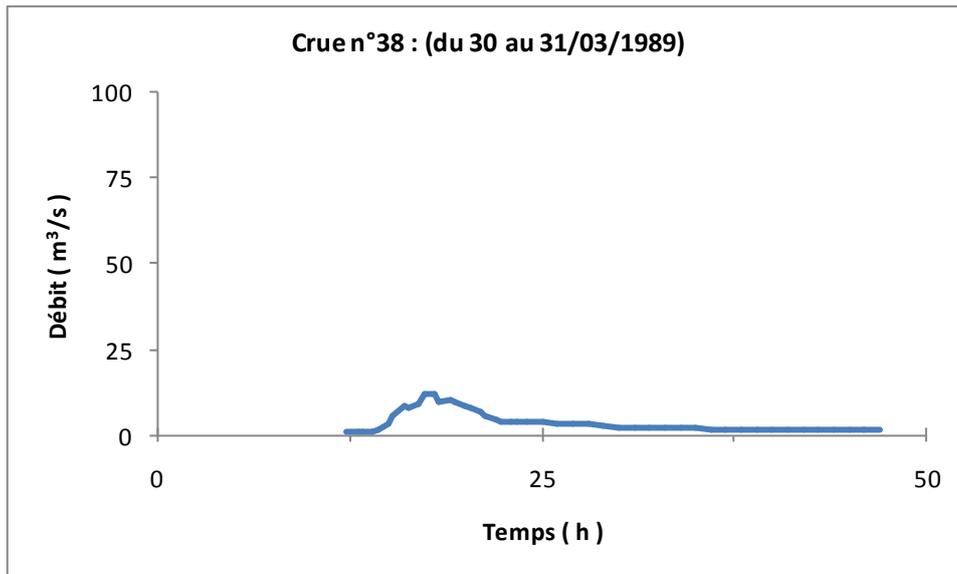
Dates	Heures (h)	Débit Q (m ³ /s)
25	15,00	1,34
25	16,00	1,34
25	17,00	1,21
25	18,00	1,21
25	19,00	1,08
25	20,00	1,08
25	21,00	0,96
25	22,00	0,87
25	23,00	0,87
26	0,00	0,87
26	1,00	0,78
26	2,00	0,78
26	3,00	0,78
26	4,00	0,69
26	5,00	0,69
26	6,00	0,69
26	7,00	0,69



Crue n°38 : (du 30 au 31/03/1989)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
30	12,30	1,24
30	13,00	1,24
30	13,30	1,36
30	14,00	1,36
30	14,30	1,48
30	15,00	3,37
30	15,30	5,46
30	16,00	8,69
30	16,30	8,24
30	17,00	9,14
30	17,30	12,3
30	18,00	12,3
30	18,30	10
30	19,00	10,5
30	19,30	9,59
30	20,00	8,69
30	20,30	7,87
30	21,00	6,76
30	21,30	5,46
30	22,00	4,34
30	22,30	3,84
30	23,00	3,84
30	23,30	3,84
31	0,00	3,84
31	1,00	3,84

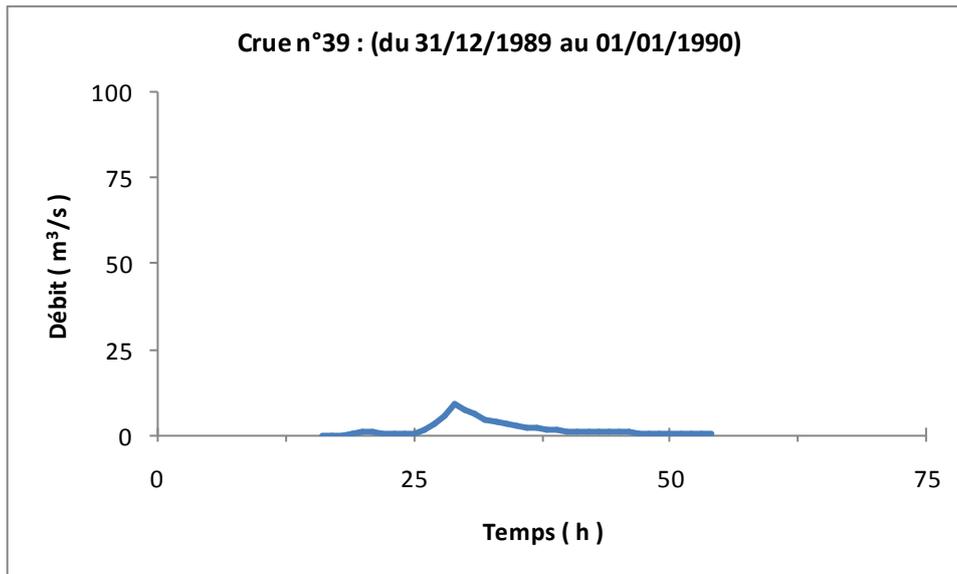
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
31	2,00	3,6
31	3,00	3,37
31	4,00	3,15
31	5,00	2,7
31	6,00	2,48
31	7,00	2,48
31	8,00	2,3
31	9,00	2,3
31	10,00	2,12
31	11,00	2,12
31	12,00	1,95
31	13,00	1,95
31	14,00	1,95
31	15,00	1,95
31	16,00	1,77
31	17,00	1,77
31	18,00	1,77
31	19,00	1,77
31	20,00	1,77
31	21,00	1,6
31	22,00	1,6
31	23,00	1,6



Crue n°39 : (du 30 au 31/03/1989)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
31	16,00	0,171
31	17,00	0,171
31	18,00	0,2
31	19,00	0,262
31	20,00	1,08
31	21,00	0,96
31	22,00	0,78
31	23,00	0,69
1	0,00	0,51
1	1,00	0,78
1	2,00	1,47
1	3,00	3,32
1	4,00	5,58
1	5,00	9,2
1	6,00	7,66
1	7,00	6,26
1	8,00	4,31
1	9,00	3,81
1	10,00	3,56
1	11,00	2,93
1	12,00	2,36

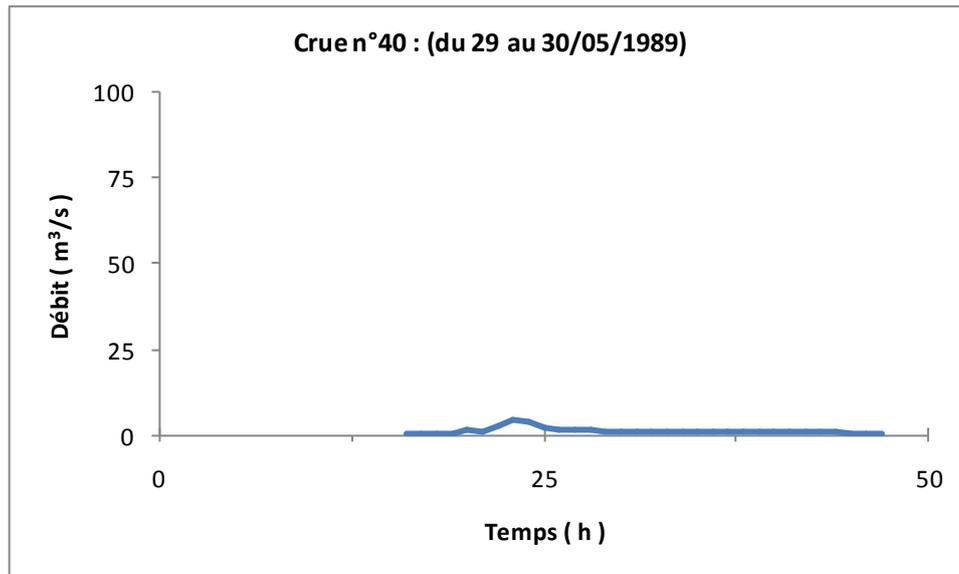
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
1	13,00	2,05
1	14,00	1,75
1	15,00	1,6
1	16,00	1,34
1	17,00	1,21
1	18,00	1,08
1	19,00	1,08
1	20,00	0,87
1	21,00	0,87
1	22,00	0,87
1	23,00	0,78
2	0,00	0,78
2	1,00	0,69
2	2,00	0,69
2	3,00	0,6
2	4,00	0,6
2	5,00	0,51
2	6,00	0,51



Crue n°40 : (du 29 au 30/05/1989)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
29	16,00	0,264
29	17,00	0,264
29	18,00	0,328
29	19,00	0,328
29	20,00	1,48
29	21,00	1,36
29	22,00	2,92
29	23,00	4,59
30	0,00	3,84
30	1,00	2,48
30	2,00	1,77
30	3,00	1,48
30	4,00	1,48
30	5,00	1,24
30	6,00	1,12
30	7,00	1

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
30	8,00	1
30	9,00	1
30	10,00	1
30	11,00	1
30	12,00	1
30	13,00	0,904
30	14,00	0,904
30	15,00	0,904
30	16,00	0,904
30	17,00	0,904
30	18,00	0,904
30	19,00	0,904
30	20,00	0,904
30	21,00	0,808
30	22,00	0,808
30	23,00	0,808



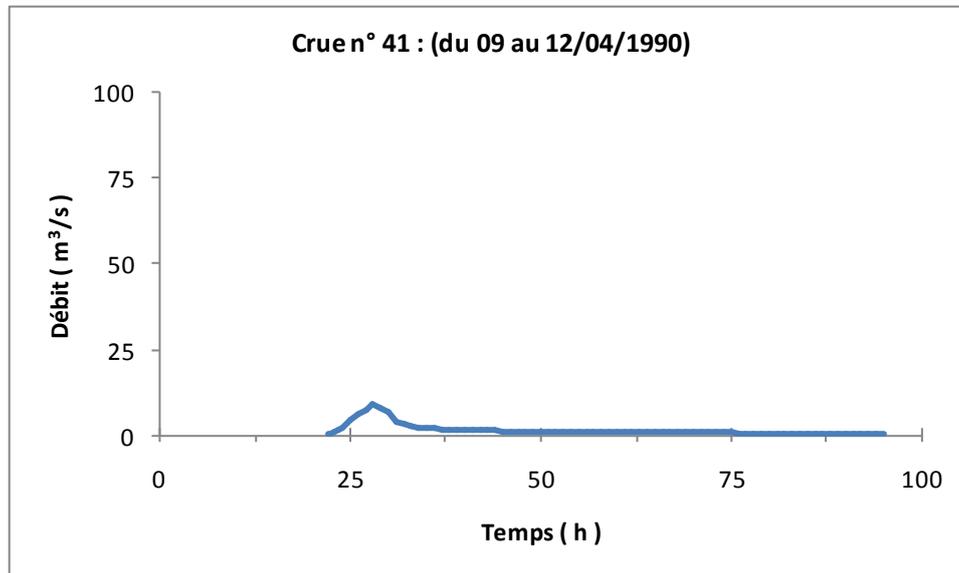
Crue n° 41 : (du 09 au 12/04/1990)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
9	22,00	0,51
9	22,30	0,51
9	23,00	0,87
9	23,30	1,47
10	0,00	2,36
10	1,00	4,31
10	2,00	6,26
10	3,00	7,66
10	4,00	9,2
10	5,00	8,13
10	6,00	7,19
10	7,00	4,06
10	8,00	3,32
10	9,00	2,93
10	10,00	2,55
10	11,00	2,55
10	12,00	2,36
10	13,00	1,9
10	14,00	1,9
10	15,00	1,75
10	16,00	1,75
10	17,00	1,75
10	18,00	1,47
10	19,00	1,47
10	20,00	1,47
10	21,00	1,34
10	22,00	1,34
10	23,00	1,34
11	0,00	1,21
11	1,00	1,21
11	2,00	1,08
11	3,00	1,08
11	4,00	1,08
11	5,00	1,08

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
11	6,00	0,96
11	7,00	0,96
11	8,00	0,96
11	9,00	0,96
11	10,00	0,96
11	11,00	0,96
11	12,00	0,87
11	13,00	0,87
11	14,00	0,87
11	15,00	0,87
11	16,00	0,87
11	17,00	0,87
11	18,00	0,87
11	19,00	0,87
11	20,00	0,87
11	21,00	0,87
11	22,00	0,87
11	23,00	0,87
12	0,00	0,87
12	1,00	0,87
12	2,00	0,87
12	3,00	0,87
12	4,00	0,78
12	5,00	0,78
12	6,00	0,78
12	7,00	0,78
12	8,00	0,78
12	9,00	0,69
12	10,00	0,69
12	11,00	0,69
12	12,00	0,69
12	13,00	0,69
12	14,00	0,6

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
12	15,00	0,6
12	16,00	0,6
12	17,00	0,6
12	18,00	0,6
12	19,00	0,6

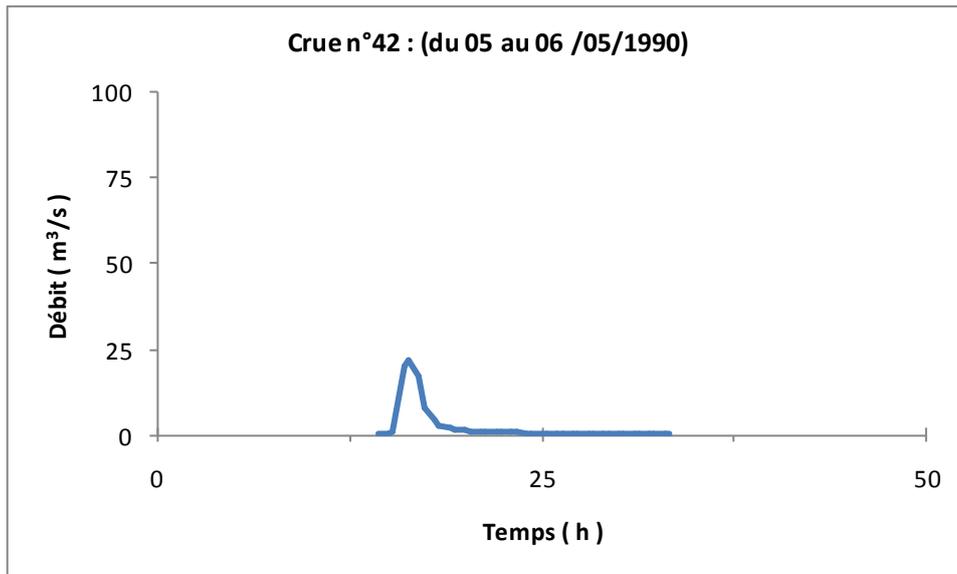
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
12	20,00	0,6
12	21,00	0,6
12	22,00	0,51
12	23,00	0,51



Crue n°42 : (du 05 au 06 /05/1990)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
5	14,30	0,386
5	15,00	0,386
5	15,30	0,96
5	16,00	20,5
5	16,30	22,1
5	17,00	17,5
5	17,30	8,13
5	18,00	4,31
5	18,30	2,74
5	19,00	2,2
5	19,30	1,9
5	20,00	1,6
5	20,30	1,34
5	21,00	1,34
5	21,30	1,21
5	22,00	1,08
5	22,30	0,96
5	23,00	0,96
5	23,30	0,87
6	0,00	0,78

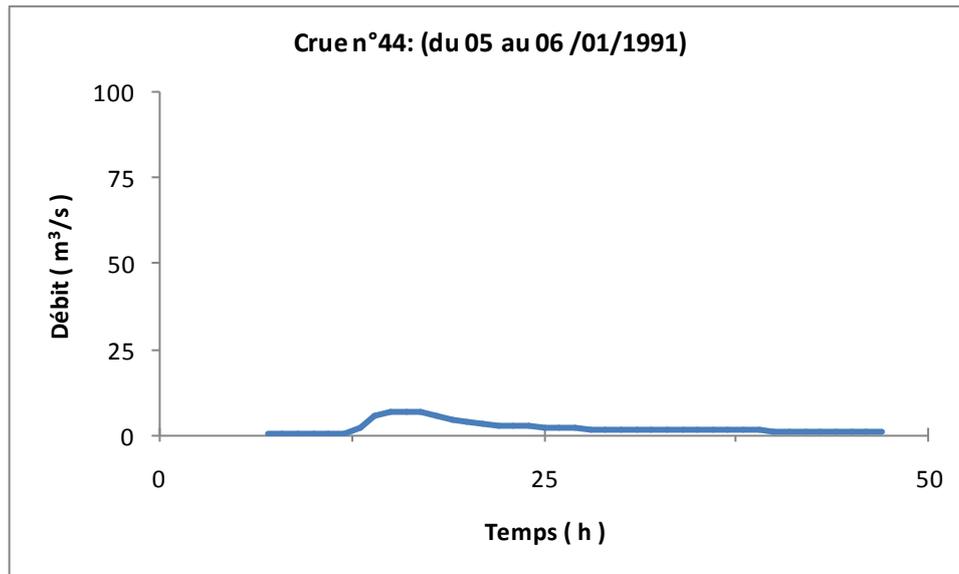
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
6	0,30	0,78
6	1,00	0,78
6	1,30	0,69
6	2,00	0,69
6	2,30	0,69
6	3,00	0,69
6	3,30	0,6
6	4,00	0,6
6	4,30	0,6
6	5,00	0,6
6	5,30	0,51
6	6,00	0,51
6	6,30	0,51
6	7,00	0,51
6	7,30	0,51
6	8,00	0,448
6	8,30	0,448
6	9,00	0,448
6	9,30	0,448



Crue n°44 : (du 05 au 06 /01/1991)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
5	7,00	0,504
5	8,00	0,504
5	9,00	0,558
5	10,00	0,612
5	11,00	0,612
5	12,00	0,72
5	13,00	2,28
5	14,00	5,85
5	15,00	7,17
5	16,00	7,17
5	17,00	6,84
5	18,00	5,85
5	19,00	4,53
5	20,00	3,93
5	21,00	3,39
5	22,00	3,12
5	23,00	2,85
6	0,00	2,66
6	1,00	2,47
6	2,00	2,28
6	3,00	2,09
6	4,00	1,9

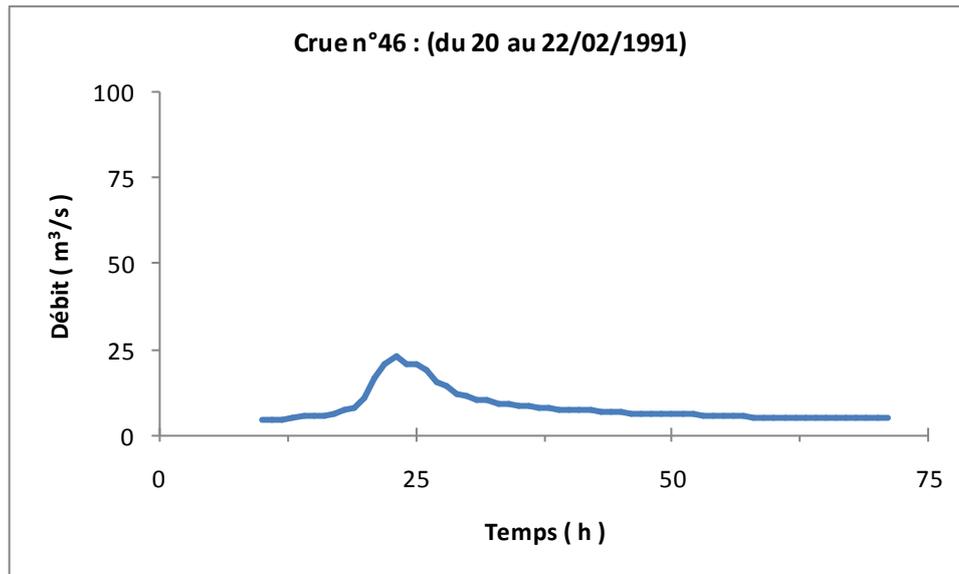
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
6	5,00	1,9
6	6,00	1,76
6	7,00	1,76
6	8,00	1,62
6	9,00	1,62
6	10,00	1,62
6	11,00	1,48
6	12,00	1,48
6	13,00	1,48
6	14,00	1,48
6	15,00	1,48
6	16,00	1,34
6	17,00	1,34
6	18,00	1,34
6	19,00	1,34
6	20,00	1,34
6	21,00	1,2
6	22,00	1,2
6	23,00	1,2



Crue n°46 : (du 20 au 22/02/1991)

Date	Heure	Débit Q (m3/s)
20	10,00	4,6
20	11,00	4,6
20	12,00	4,48
20	13,00	5,44
20	14,00	5,72
20	15,00	6
20	16,00	6
20	17,00	6,54
20	18,00	7,35
20	19,00	8,16
20	20,00	10,9
20	21,00	17
20	22,00	21
20	23,00	23
21	0,00	21
21	1,00	21
21	2,00	19
21	3,00	15,6
21	4,00	14,3
21	5,00	12,1
21	6,00	11,3
21	7,00	10,2
21	8,00	10,2
21	9,00	9,46
21	10,00	9,08
21	11,00	8,7
21	12,00	8,43
21	13,00	8,16
21	14,00	7,89
21	15,00	7,62
21	16,00	7,62
21	17,00	7,62
21	18,00	7,35
21	19,00	7,08

Date	Heure	Débit Q (m3/s)
21	20,00	6,81
21	21,00	6,81
21	22,00	6,54
21	23,00	6,54
22	0,00	6,27
22	1,00	6,27
22	2,00	6,27
22	3,00	6,27
22	4,00	6,27
22	5,00	6
22	6,00	6
22	7,00	5,72
22	8,00	5,72
22	9,00	5,72
22	10,00	5,44
22	11,00	5,44
22	12,00	5,44
22	13,00	5,44
22	14,00	5,44
22	15,00	5,44
22	16,00	5,44
22	17,00	5,16
22	18,00	5,16
22	19,00	5,16
22	20,00	5,16
22	21,00	5,16
22	22,00	5,16
22	23,00	4,88



Crue n°47 : (du 13 au 21/03/1991)

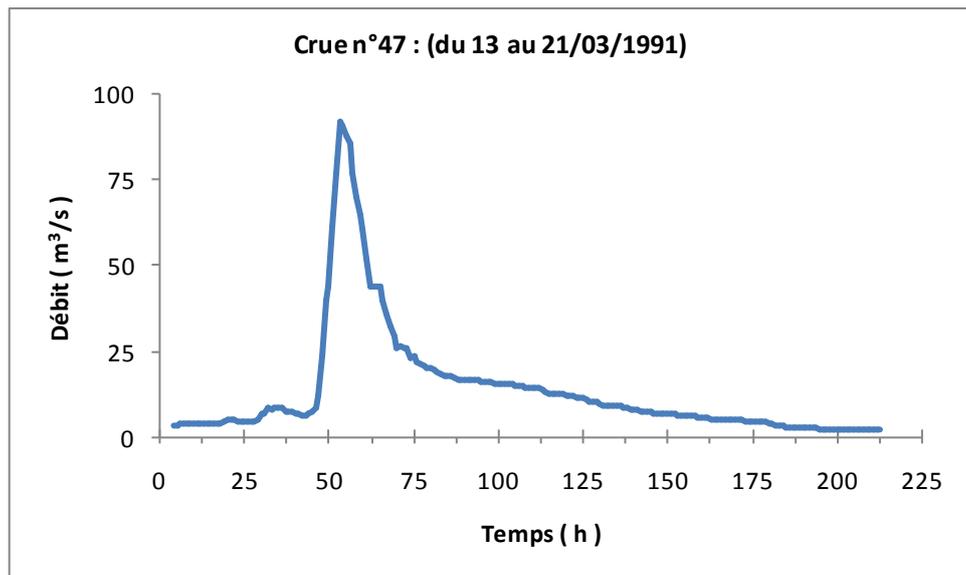
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
13	4,00	3,48
13	5,00	3,48
13	6,00	3,76
13	7,00	3,76
13	8,00	3,76
13	9,00	3,76
13	10,00	4,04
13	11,00	4,04
13	12,00	4,04
13	13,00	4,04
13	14,00	4,04
13	15,00	4,04
13	16,00	3,76
13	17,00	3,76
13	18,00	3,76
13	19,00	4,6
13	20,00	5,44
13	21,00	5,16
13	22,00	5,16
13	23,00	4,6
14	0,00	4,6
14	1,00	4,6
14	2,00	4,32
14	3,00	4,32
14	4,00	4,32
14	5,00	5,16
14	6,00	7,08
14	7,00	7,08
14	8,00	8,43
14	9,00	8,16
14	10,00	8,43
14	11,00	8,7
14	12,00	8,43
14	13,00	7,62
14	14,00	7,62
14	15,00	7,35

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
14	16,00	7,08
14	17,00	6,81
14	18,00	6,54
14	19,00	6,54
14	20,00	7,08
14	21,00	7,62
14	22,00	8,7
14	23,00	12,2
15	0,00	24
15	1,00	40,1
15	2,00	44,2
15	3,00	61,6
15	4,00	77
15	5,00	92
15	6,00	91
15	7,00	88
15	8,00	86
15	9,00	77
15	10,00	69,8
15	11,00	64,7
15	12,00	60,6
15	13,00	52,4
15	14,00	44,2
15	15,00	44,1
15	16,00	44,2
15	17,00	44,2
15	18,00	40,1
15	19,00	36
15	20,00	32,6
15	21,00	29,8
15	22,00	26
15	23,00	26,5
16	0,00	26
16	1,00	26
16	2,00	23
16	3,00	23,5
16	4,00	22
16	5,00	21,5

ANNEXE

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
16	6,00	21
16	7,00	20
16	8,00	20
16	9,00	19,5
16	10,00	19
16	11,00	18,5
16	12,00	18
16	13,00	18
16	14,00	18
16	15,00	17,5
16	16,00	16,5
16	17,00	17
16	18,00	17
16	19,00	17
16	20,00	16,5
16	21,00	16,5
16	22,00	16,5
16	23,00	16,1
17	0,00	16,1
17	1,00	16,1
17	2,00	16,1
17	3,00	15,6
17	4,00	15,6
17	5,00	15,6
17	6,00	15,6
17	7,00	15,6
17	8,00	15,6
17	9,00	15,2
17	10,00	15,2
17	11,00	15,2
17	12,00	14,7
17	13,00	14,7
17	14,00	14,3
17	15,00	14,3
17	16,00	14,3
17	17,00	13,8
17	18,00	13,4
17	19,00	12,9
17	20,00	12,9
17	21,00	12,5
17	22,00	12,5
17	23,00	12,5
18	0,00	12,1
18	1,00	12,1
18	2,00	12,1
18	3,00	11,7
18	4,00	11,3
18	5,00	11,3
18	6,00	10,9
18	7,00	10,6
18	8,00	10,6
18	9,00	10,2
18	10,00	9,84
18	11,00	9,46
18	12,00	9,46
18	13,00	9,46
18	14,00	9,08
18	15,00	9,08
18	16,00	9,08
18	17,00	8,43
18	18,00	8,43
18	19,00	8,16
18	20,00	8,16
18	21,00	7,89
18	22,00	7,62
18	23,00	7,62
19	0,00	7,35
19	1,00	7,35
19	2,00	7,08
19	3,00	7,08

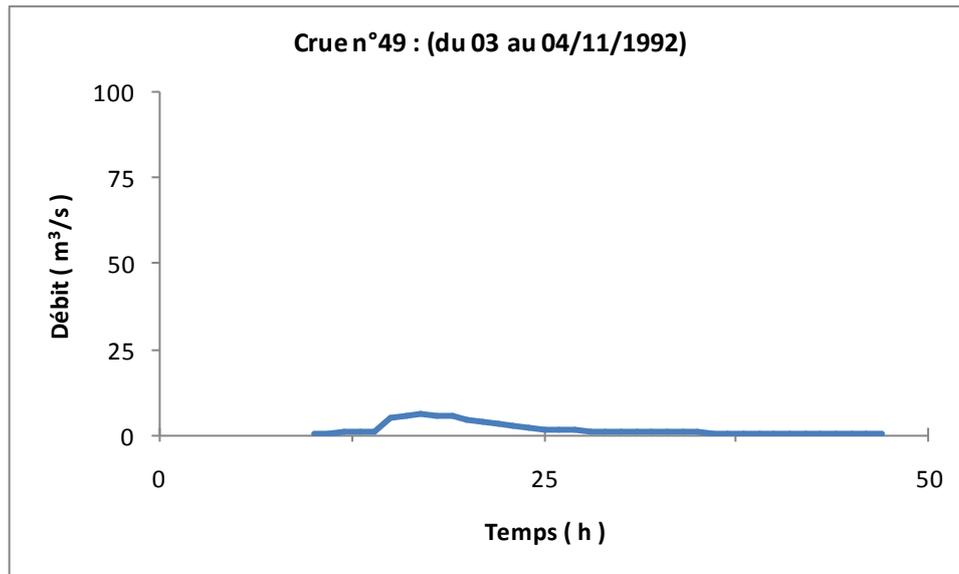
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
19	4,00	7,08
19	5,00	6,81
19	6,00	6,81
19	7,00	6,81
19	8,00	6,81
19	9,00	6,54
19	10,00	6,54
19	11,00	6,54
19	12,00	6,54
19	13,00	6,54
19	14,00	6,27
19	15,00	6
19	16,00	6
19	17,00	5,72
19	18,00	5,72
19	19,00	5,44
19	20,00	5,44
19	21,00	5,44
19	22,00	5,16
19	23,00	5,16
20	0,00	5,16
20	1,00	5,16
20	2,00	4,88
20	3,00	4,88
20	4,00	4,88
20	5,00	4,6
20	6,00	4,6
20	7,00	4,32
20	8,00	4,32
20	9,00	4,32
20	10,00	4,32
20	11,00	4,32
20	12,00	4,04
20	13,00	3,76
20	14,00	3,48
20	15,00	3,48
20	16,00	3,2
20	17,00	3,01
20	18,00	3,01
20	19,00	2,82
20	20,00	2,82
20	21,00	2,82
20	22,00	2,82
20	23,00	2,82
21	0,00	2,82
21	1,00	2,63
21	2,00	2,63
21	3,00	2,44
21	4,00	2,44
21	5,00	2,44
21	6,00	2,44
21	7,00	2,25
21	8,00	2,25
21	9,00	2,25
21	10,00	2,12
21	11,00	2,12
21	12,00	2,12
21	13,00	2,12
21	14,00	2,12
21	15,00	2,12
21	16,00	2,12
21	17,00	2,12
21	18,00	2
21	19,00	2
21	20,00	2
21	21,00	2



Crue n°49 : (du 03 au 04/11/1992)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
3	10,00	0,752
3	11,00	0,752
3	12,00	0,92
3	13,00	0,92
3	14,00	0,836
3	15,00	5,4
3	16,00	5,98
3	17,00	6,17
3	18,00	5,79
3	19,00	5,6
3	20,00	4,6
3	21,00	3,92
3	22,00	3,24
3	23,00	2,58
4	0,00	2,1
4	1,00	1,82
4	2,00	1,55
4	3,00	1,42
4	4,00	1,32
4	5,00	1,32

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
4	6,00	1,12
4	7,00	1,02
4	8,00	1,02
4	9,00	0,92
4	10,00	0,836
4	11,00	0,836
4	12,00	0,752
4	13,00	0,668
4	14,00	0,5
4	15,00	0,5
4	16,00	0,456
4	17,00	0,456
4	18,00	0,456
4	19,00	0,456
4	20,00	0,412
4	21,00	0,368
4	22,00	0,368
4	23,00	0,368



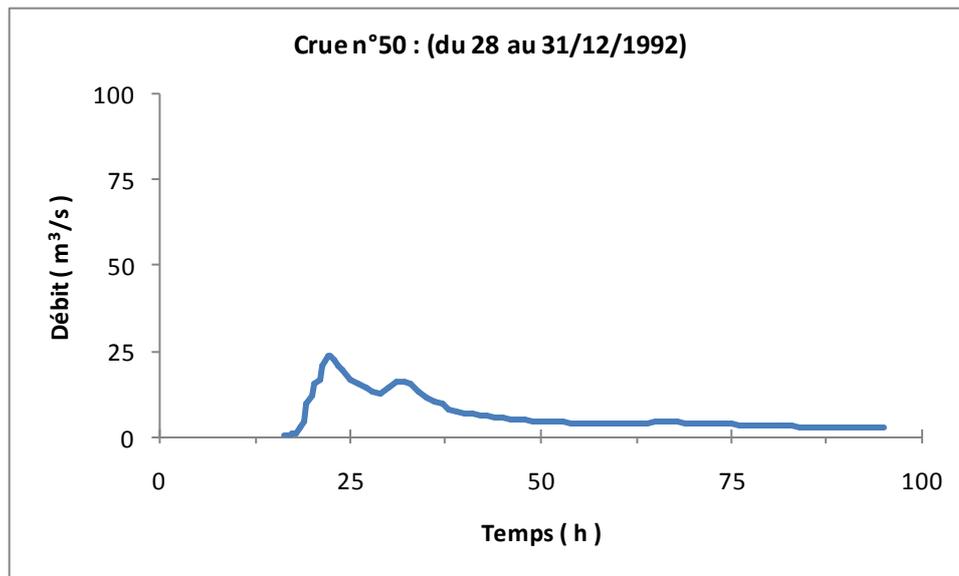
Crue n°50 : (du 28 au 31/12/1992)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
28	16,30	0,752
28	17,00	0,752
28	17,30	0,92
28	18,00	1,32
28	18,30	2,9
28	19,00	4,8
28	19,30	9,6
28	20,00	11,9
28	20,30	15,5
28	21,00	16,8
28	21,30	20,9
28	22,00	23,6
28	22,30	23,6
28	23,00	22,7
29	23,30	20,9
29	0,00	19,5
29	1,00	16,8
29	2,00	15,5
29	3,00	14,6
29	4,00	13,2
29	5,00	12,8
29	6,00	14,6
29	7,00	15,9
29	8,00	16,4
29	9,00	15,5
29	10,00	13,2
29	11,00	11,4
29	12,00	10,3
29	13,00	9,6
29	14,00	8,2
29	15,00	7,5
29	16,00	7,12
29	17,00	6,74
29	18,00	6,55
29	19,00	6,17
29	20,00	5,98

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
29	21,00	5,6
29	22,00	5,4
29	23,00	5,2
30	0,00	5,2
30	1,00	4,8
30	2,00	4,8
30	3,00	4,43
30	4,00	4,43
30	5,00	4,43
30	6,00	4,26
30	7,00	4,09
30	8,00	4,09
30	9,00	4,09
30	10,00	4,09
30	11,00	4,09
30	12,00	4,26
30	13,00	4,09
30	14,00	4,09
30	15,00	4,26
30	16,00	4,26
30	17,00	4,43
30	18,00	4,43
30	19,00	4,43
30	20,00	4,43
30	21,00	4,26
30	22,00	4,26
30	23,00	4,09
31	0,00	3,92
31	1,00	3,92
31	2,00	3,75
31	3,00	3,75
31	4,00	3,58
31	5,00	3,58
31	6,00	3,41
31	7,00	3,41

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
31	8,00	3,41
31	9,00	3,24
31	10,00	3,24
31	11,00	3,24
31	12,00	3,07
31	13,00	3,07
31	14,00	2,9
31	15,00	2,9
31	16,00	2,9

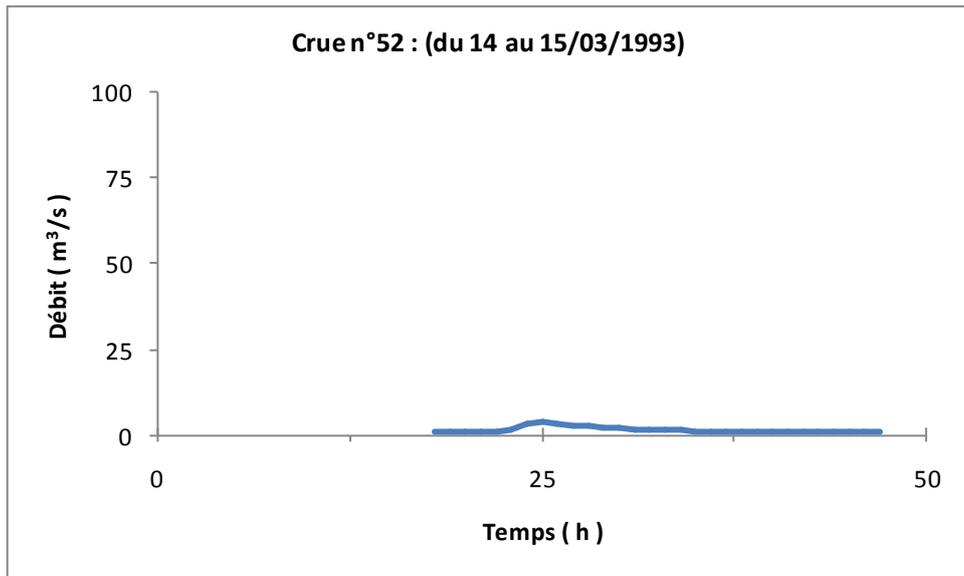
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
31	17,00	2,9
31	18,00	2,9
31	19,00	2,74
31	20,00	2,74
31	21,00	2,74
31	22,00	2,58
31	23,00	2,58



Crue n°52 : (du 14 au 15/03/1993)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
14	18,00	0,836
14	19,00	0,836
14	20,00	0,92
14	21,00	1,12
14	22,00	1,22
14	23,00	1,42
15	0,00	3,58
15	1,00	3,75
15	2,00	3,58
15	3,00	3,07
15	4,00	2,74
15	5,00	2,42
15	6,00	2,1
15	7,00	1,96
15	8,00	1,82
15	9,00	1,55

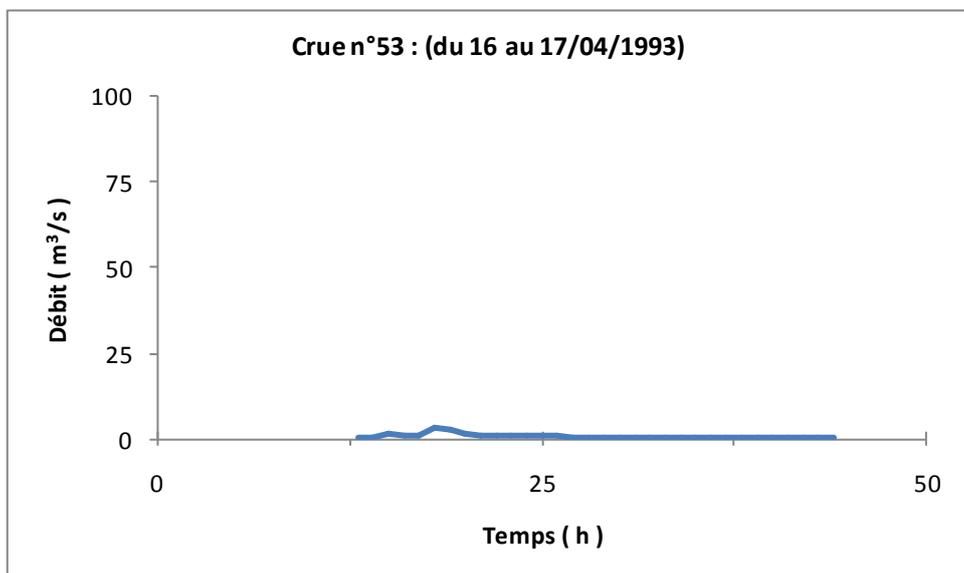
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
15	10,00	1,42
15	11,00	1,32
15	12,00	1,32
15	13,00	1,22
15	14,00	1,12
15	15,00	1,12
15	16,00	1,12
15	17,00	1,12
15	18,00	1,12
15	19,00	1,12
15	20,00	1,02
15	21,00	1,02
15	22,00	0,92
15	23,00	0,92



Crue n°53 : (du 16 au 17/04/1993)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
16	13,00	0,668
16	14,00	0,668
16	15,00	1,55
16	16,00	1,12
16	17,00	1,22
16	18,00	3,24
16	19,00	2,58
16	20,00	1,82
16	21,00	1,32
16	22,00	1,32
16	23,00	1,12
17	0,00	0,92
17	1,00	0,836
17	2,00	0,836
17	3,00	0,752
17	4,00	0,668

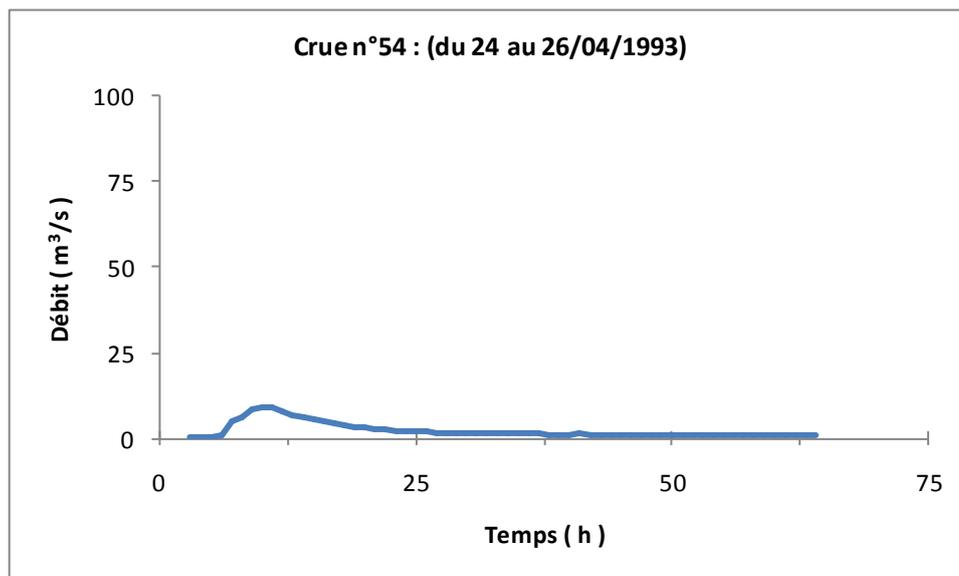
Dates	Heures (h)	Débits Q (m ³ /s)
17	5,00	0,668
17	6,00	0,668
17	7,00	0,584
17	8,00	0,584
17	9,00	0,584
17	10,00	0,5
17	11,00	0,5
17	12,00	0,456
17	13,00	0,456
17	14,00	0,456
17	15,00	0,456
17	16,00	0,456
17	17,00	0,456
17	18,00	0,412
17	19,00	0,412
17	20,00	0,412



Crue n°54 : (du 24 au 26/04/1993)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
24	3,00	0,324
24	4,00	0,324
24	5,00	0,368
24	6,00	1,22
24	7,00	5,4
24	8,00	6,36
24	9,00	8,9
24	10,00	9,25
24	11,00	9,25
24	12,00	7,85
24	13,00	6,74
24	14,00	6,55
24	15,00	5,98
24	16,00	5,2
24	17,00	4,43
24	18,00	3,92
24	19,00	3,58
24	20,00	3,24
24	21,00	2,9
24	22,00	2,58
24	23,00	2,42
25	0,00	2,26
25	1,00	2,1
25	2,00	2,1
25	3,00	1,82
25	4,00	1,82
25	5,00	1,69
25	6,00	1,69
25	7,00	1,55
25	8,00	1,55
25	9,00	1,55
25	10,00	1,55
25	11,00	1,55

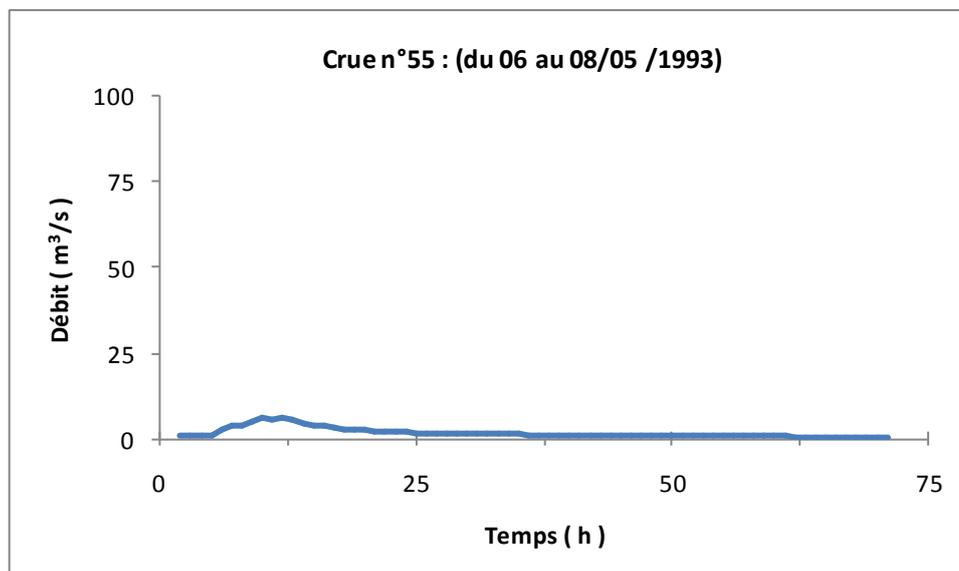
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
25	12,00	1,55
25	13,00	1,42
25	14,00	1,32
25	15,00	1,32
25	16,00	1,32
25	17,00	1,42
25	18,00	1,32
25	19,00	1,32
25	20,00	1,32
25	21,00	1,32
25	22,00	1,32
25	23,00	1,32
26	0,00	1,32
26	1,00	1,32
26	2,00	1,32
26	3,00	1,22
26	4,00	1,22
26	5,00	1,22
26	6,00	1,22
26	7,00	1,12
26	8,00	1,12
26	9,00	1,12
26	10,00	1,12
26	11,00	1,12
26	12,00	1,12
26	13,00	1,02
26	14,00	1,02
26	15,00	1,02
26	16,00	1,02



Crue n°55 : (du 06 au 08/05 /1993)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
6	2,00	0,836
6	3,00	0,836
6	4,00	1,12
6	5,00	1,32
6	6,00	3,07
6	7,00	4,09
6	8,00	3,92
6	9,00	5,4
6	10,00	6,36
6	11,00	5,98
6	12,00	6,17
6	13,00	5,79
6	14,00	4,8
6	15,00	4,09
6	16,00	4,09
6	17,00	3,41
6	18,00	3,07
6	19,00	2,74
6	20,00	2,58
6	21,00	2,42
6	22,00	2,42
6	23,00	2,1
7	0,00	2,1
7	1,00	1,96
7	2,00	1,82
7	3,00	1,82
7	4,00	1,82
7	5,00	1,69
7	6,00	1,55
7	7,00	1,42
7	8,00	1,42
7	9,00	1,42
7	10,00	1,42
7	11,00	1,42
7	12,00	1,32
7	13,00	1,32
7	14,00	1,32
7	15,00	1,22

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
7	16,00	1,22
7	17,00	1,12
7	18,00	1,02
7	19,00	1,02
7	20,00	0,92
7	21,00	0,92
7	22,00	0,92
7	23,00	0,92
8	0,00	0,92
8	1,00	0,92
8	2,00	0,92
8	3,00	0,92
8	4,00	0,92
8	5,00	0,92
8	6,00	0,92
8	7,00	0,92
8	8,00	0,92
8	9,00	0,92
8	10,00	0,92
8	11,00	0,92
8	12,00	0,92
8	13,00	0,92
8	14,00	0,752
8	15,00	0,752
8	16,00	0,752
8	17,00	0,752
8	18,00	0,752
8	19,00	0,752
8	20,00	0,668
8	21,00	0,668
8	22,00	0,668
8	23,00	0,584



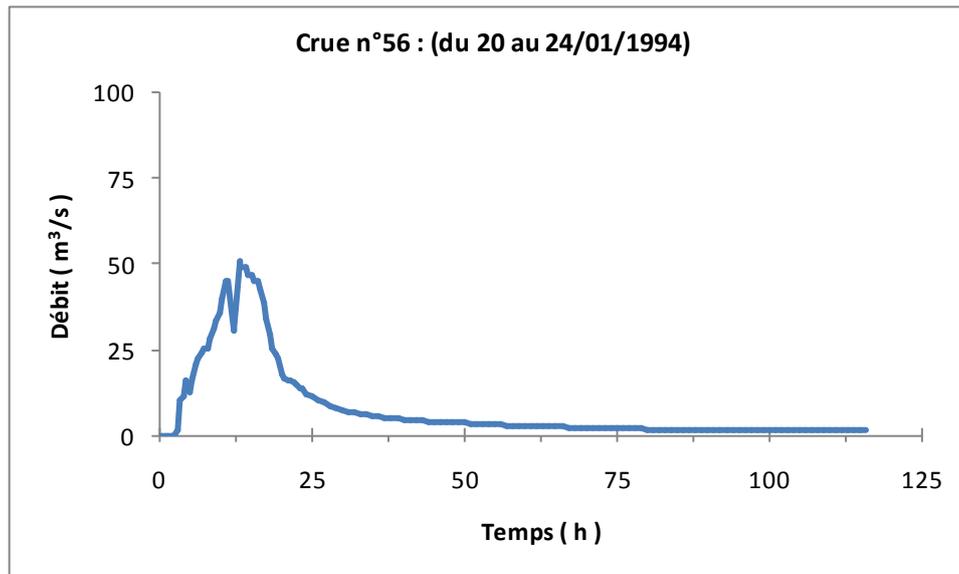
Crue n°56 : (du 20 au 24/01/1994)

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
20	0,00	0,168
20	0,30	0,168
20	1,00	0,196
20	1,30	0,196
20	2,00	0,224
20	2,30	0,224
20	3,00	1,82
20	3,30	10,6
20	4,00	11,4
20	4,30	16,4
20	5,00	12,8
20	5,30	16,4
20	6,00	20,9
20	6,30	22,7
20	7,00	24,5
20	7,30	25,5
20	8,00	25,5
20	8,30	28,5
20	9,00	31,1
20	9,30	33,3
20	10,00	36
20	10,30	40
20	11,00	45
20	11,30	45
20	12,00	30,6
20	12,30	31,1
20	13,00	51
20	13,30	49
20	14,00	49
20	14,30	47
20	15,00	47
20	15,30	45
20	16,00	45
20	16,30	43
20	17,00	39
20	17,30	33,9
20	18,00	29,5
20	18,30	25,5
20	19,00	23,6
20	19,30	22,7
20	20,00	18,2
20	20,30	16,8
20	21,00	15,9
20	21,30	15,9
20	22,00	15,5
20	22,30	15
20	23,00	14,1
20	23,30	13,7
21	0,00	12,3
21	1,00	11,4
21	2,00	10,6
21	3,00	9,6
21	4,00	8,9
21	5,00	8,2
21	6,00	7,5
21	7,00	7,12
21	8,00	6,93
21	9,00	6,55
21	10,00	6,17
21	11,00	5,79
21	12,00	5,6

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
21	13,00	5,4
21	14,00	5,2
21	15,00	5
21	16,00	4,8
21	17,00	4,8
21	18,00	4,6
21	19,00	4,43
21	20,00	4,26
21	21,00	4,26
21	22,00	4,09
21	23,00	4,09
22	0,00	3,92
22	1,00	3,92
22	2,00	3,75
22	3,00	3,58
22	4,00	3,58
22	5,00	3,41
22	6,00	3,41
22	7,00	3,41
22	8,00	3,24
22	9,00	3,07
22	10,00	2,9
22	11,00	2,9
22	12,00	2,9
22	13,00	2,74
22	14,00	2,74
22	15,00	2,58
22	16,00	2,58
22	17,00	2,58
22	18,00	2,58
22	19,00	2,42
22	20,00	2,42
22	21,00	2,26
22	22,00	2,26
22	23,00	2,26
23	0,00	2,26
23	1,00	2,26
23	2,00	2,26
23	3,00	2,26
23	4,00	2,1
23	5,00	2,1
23	6,00	2,1
23	7,00	2,1
23	8,00	1,96
23	9,00	1,96
23	10,00	1,96
23	11,00	1,96
23	12,00	1,96
23	13,00	1,96
23	14,00	1,82
23	15,00	1,82
23	16,00	1,69
23	17,00	1,69
23	18,00	1,69
23	19,00	1,69
23	20,00	1,69
23	21,00	1,55
23	22,00	1,55
23	23,00	1,55
24	0,00	1,82

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
24	1,00	1,82
24	2,00	1,82
24	3,00	1,82
24	4,00	1,82
24	5,00	1,69
24	6,00	1,69
24	7,00	1,69
24	8,00	1,69
24	9,00	1,69
24	10,00	1,69

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
24	11,00	1,69
24	12,00	1,69
24	13,00	1,69
24	14,00	1,69
24	15,00	1,69
24	16,00	1,55
24	17,00	1,55
24	18,00	1,42
24	19,00	1,42
24	20,00	1,42



Crue n°59 du 29 au 30/09/1994

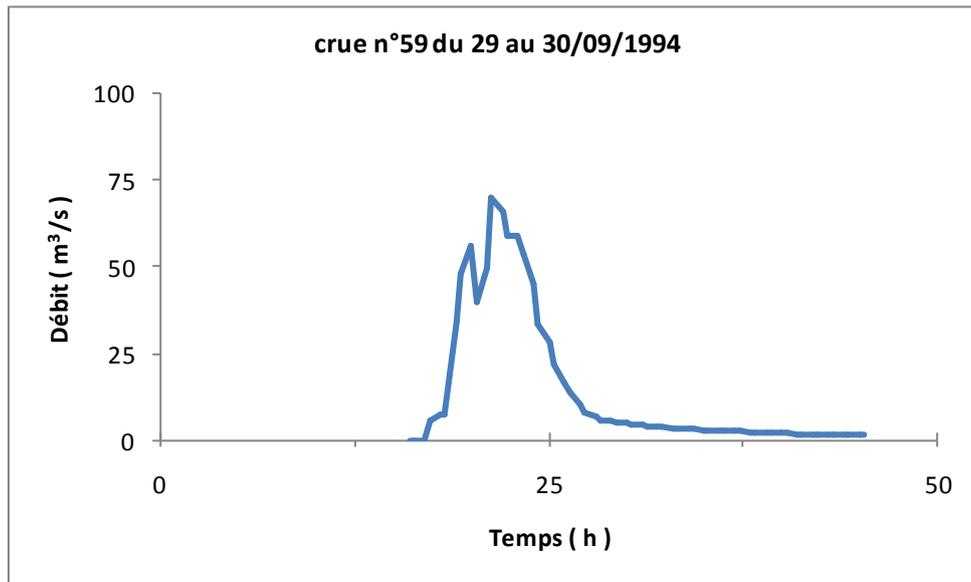
Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
29	16,00	0,01
29	16,30	0,01
29	17,00	0,06
29	17,30	5,6
29	18,00	7,5
29	18,30	7,5
29	19,00	33,9
29	19,30	48
29	20,00	56,2
29	20,30	40
29	21,00	50
29	21,30	70
29	22,00	66
29	22,30	59
29	23,00	59
29	23,30	54
30	0,00	45
30	0,30	33,3
30	1,00	28,5
30	1,30	22,2
30	2,00	16,8

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
30	2,30	13,7
30	3,00	10,3
30	3,30	8,2
30	4,00	6,74
30	4,30	5,79
30	5,00	5,6
30	5,30	5,4
30	6,00	5,2
30	6,30	4,8
30	7,00	4,6
30	7,30	4,26
30	8,00	4,09
30	8,30	3,75
30	9,00	3,58
30	9,30	3,41
30	10,00	3,24
30	10,30	3,24
30	11,00	3,07
30	11,30	2,74
30	12,00	2,74
30	12,30	2,74

ANNEXE

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
30	13,00	2,58
30	13,30	2,58
30	14,00	2,42
30	14,30	2,42
30	15,00	2,26
30	15,30	2,1
30	16,00	2,1
30	16,30	2,1
30	17,00	1,96
30	17,30	1,96

Dates	Heures (h)	Débits Q (m3/s)
30	18,00	1,82
30	18,30	1,82
30	19,00	1,69
30	19,30	1,69
30	20,00	1,69
30	20,30	1,55
30	21,00	1,55
30	21,30	1,55



Dates	Heures (h)	Débits Q (m³/s)
22	14,30	0,124
22	15,00	0,124
22	15,30	0,14
22	16,00	0,584
22	16,30	1,32
22	17,00	1,69
22	17,30	4,26
22	18,00	5,6
22	18,30	4,26
22	19,00	4,6
22	19,30	11,9
22	20,00	17,3
22	20,30	15,5
22	21,00	14,1
22	21,30	12,3
22	22,00	11,4
22	22,30	11,4
22	23,00	15,5
22	23,30	17,3
23	0,00	19,1
23	1,00	13,2
23	2,00	7,5
23	3,00	7,85
23	4,00	5,79
23	5,00	4,43
23	6,00	3,92

23	7,00	3,75
23	8,00	2,9
23	9,00	2,58
23	10,00	2,1
23	11,00	1,69
23	12,00	1,42
23	13,00	1,22
23	14,00	1,02
23	15,00	0,92
23	16,00	0,836
23	17,00	0,836
23	18,00	0,752
23	19,00	0,668
23	20,00	0,584
23	21,00	0,5
23	22,00	0,456
23	23,00	0,412
24	0,00	0,368
24	1,00	0,368
24	2,00	0,324
24	3,00	0,28
24	4,00	0,28
24	5,00	0,28
24	6,00	0,28
24	7,00	0,28
24	8,00	0,252
24	9,00	0,224

ANNEXE

24	10,00	0,224
24	11,00	0,224
24	12,00	0,196
24	13,00	0,196
24	14,00	0,168
24	15,00	0,168
24	16,00	0,168
24	17,00	0,168
24	18,00	0,14
24	19,00	0,14
24	20,00	0,14
24	21,00	0,14
24	22,00	0,14
24	23,00	0,168
25	0,00	0,168
25	1,00	0,14
25	2,00	0,124

25	3,00	0,124
25	4,00	0,124
25	5,00	0,124
25	6,00	0,124
25	7,00	0,124
25	8,00	0,108
25	9,00	0,108
25	10,00	0,108
25	11,00	0,108
25	12,00	0,108
25	13,00	0,108
25	14,00	0,108
25	15,00	0,108
25	16,00	0,092
25	17,00	0,092
25	18,00	0,092

