



UNIVERSITE FRANCOIS RABELAIS
Faculté des Sciences et Techniques
Parc de Grandmont - 37200 Tours

Secrétariat : tél. 02 47 36 71 36
fax : 02 47 36 70 83
e-mail : imacof@univ-tours.fr



INGENIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES ET DES CORRIDORS FLUVIAUX

Etude des écoulements du Négron et de ses affluents principaux dans le marais de Taligny (Indre-et-Loire)

Mémoire de projet personnel

Xavier FOURNIALS

IUP3 IMACOF, promotion 2002 / 2005

Tuteur : Florentina MOATAR

Mars 2005

Remerciements

Je tiens à remercier Madame MOATAR pour son aide technique et pour son encadrement sur ce travail.

Je remercie également Madame PENE pour son accompagnement sur le terrain et sa participation aux jaugeages, pour sa gentillesse et sa bonne humeur. Son aide m'a été indispensable.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur MEESE pour avoir autorisé l'installation d'équipements de mesure sur sa propriété, ainsi qu'à Monsieur HENNON pour son investissement personnel et quotidien depuis de nombreuses années. Sans le consentement et la participation de ces personnes le développement de cette étude n'aurait pu avoir lieu.

Enfin, je remercie mes camarades de l'IUP qui m'ont soutenu et particulièrement Julien DAVID qui m'a aidé à traiter les données des sondes sur excel.

Sommaire

RESUME.....	2
ABSTRACT	2
LISTE DES FIGURES.....	3
LISTE DES TABLEAUX	3
INTRODUCTION	4
I) LE BASSIN VERSANT DU NEGRON	6
I-1) SITUATION GEOGRAPHIQUE	6
I-2) GEOLOGIE.....	6
I-3) PEDOLOGIE	9
I-4) HYDROGEOLOGIE	9
I-5) CARACTERISTIQUES HYDROGRAPHIQUES	11
II) LE MARAIS DE TALIGNY	14
II-1) PRESENTATION DU MARAIS DE TALIGNY	14
II-1-a) Localisation.....	14
II-1-b) Contexte géologique.....	14
II-2) PRINCIPAUX AMENAGEMENTS DANS LE MARAIS DE TALIGNY	18
II-3) CONCLUSION	19
III) ETUDE DES ECOULEMENTS DANS LE MARAIS DE TALIGNY	22
III-1) METHODOLOGIE.....	22
III-1-1) Données hydrologiques.....	22
III-1-1-1) Localisation et équipements des stations de mesures	22
a) Négron	22
b) Chavenay	23
c) Quincampoix.....	23
III-1-1-2) Principes de mesures	24
a) Hauteurs d'eau	24
b) Débits.....	25
III-1-1-3) Sources des données de débit	26
III-1-2) Données topographiques.....	27
III-1-3) Mesures de terrains.....	28
III-2) RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	29
III-2-1) Jaugeages et courbes de tarages du Négron et de ses affluents.....	29
III-2-1-1) Station « Négron Moulin Bariteau »	32
III-2-1-2) Station « Négron Moulin Ciret »	32
III-2-1-3) Station « Chavenay Pont D43 »	33
III-2-1-4) Station « Quincampoix Alleu »	34
III-2-1-5) Conclusions.....	34
III-2-2) Limnigrammes.....	35
III-2-2-1) Station « Négron HENNON »	35
III-2-2-2) Station « Négron Moulin Bariteau »	35
III-2-2-3) Station « Quincampoix Alleu »	36
III-2-2-4) Station « Chavenay Moulin Bariteau »	36
III-2-2-5) Analyse et exploitation des limnigrammes.....	36
III-2-3) Etude des écoulements du Négron au niveau de La Roche Clermault sur huit années.....	42
III-2-3-1) Reconstitution des hydrogrammes	42
III-2-3-2) Analyse des débits.....	43
CONCLUSION.....	48
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	49
LISTE DES ANNEXES	50

Résumé

La présente étude s'inscrit dans le cadre de travaux de recherche en matière de caractérisation hydrogéomorphologique du marais de Taligny, développés par le laboratoire GÉEAC de l'Université de Tours. Ces objectifs sont de poursuivre les jaugeages nécessaires à l'amélioration du calage des courbes de tarage sur le Négron et ses affluents permanents au niveau du marais de Taligny. Il s'agit également d'exploiter des mesures de hauteurs d'eau effectuées par des sondes afin de mettre en évidence le fonctionnement hydrologique du marais. L'exploitation des limnigrammes a permis de reconstituer les hydrogrammes des cours d'eau grâce aux courbes de tarage. Les fonctionnements hydrologiques des différents bassins versants ont pu être comparés grâce au calcul des débits spécifiques. Les résultats de cette étude ont permis de mettre en évidence une cohérence très fragile des mesures et de proposer des solutions pour améliorer la précision et la représentativité des données.

Mots clés :

Marais de Taligny, jaugeages, courbes de tarage, Négron et affluents, sondes, fonctionnement hydrologique, limnigrammes, hydrogrammes, bassins versants, débits spécifiques, précision, représentativité.

Abstract

This study is worked out within the framework of researches in hydrogéomorphological characterisation of the marsh of Taligny, initiated by the GÉEAC laboratory of the University of Tours. Its aims are to carry on gaugings in order to ameliorate the calibration of the Négron and its permanents tributaries curves of tarings in the marsh of Taligny. It is also a matter of exploiting water level measures maked by probes in order to show off the marsh hydrological working. The limnigrams exploitation allowed to reconstitute the streams hydrograms thanks to the curves of tarings. Hydrological workings of the different catchments have been compared thanks to the specific flows calculation. Results of this study have allowed to show off the unstable coherence of measures and to propose solutions to ameliorate data accuracy and representativity .

Key words

Marsh of Taligny, gaugings, curves of tarings, Négron and tributaries, probes, hydrological working, limnigrams, hydrograms, catchments, specific flows, accuracy, representativity.

Liste des figures

FIGURE 1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE (D'APRES BELLEMLIH, 1999). A - BASSIN VERSANT DU NEGRON DANS LE BASSIN DE LA LOIRE; B - LIMITES DU BASSIN VERSANT DU NEGRON.	5
FIGURE 2 : GEOLOGIE DU BASSIN DU NEGRON. A - CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DU BASSIN VERSANT DU NEGRON (D'APRES BELLEMLIH, 1999) ; B – COUPE GEOLOGIQUE FIGUREE EN A. L'ECHELLE VERTICALE EST DILATEE (D'APRES LEBIDEAU, 1996).	7
FIGURE 3 : REPARTITION DES TYPES LITHOLOGIQUES (KM ²) DANS LES SOUS BASSINS DU NEGRON. (D'APRES MACAIRE ET AL., 2002).	11
FIGURE 4 : A- LOCALISATION DU MARAIS DE TALIGNY DANS LE BASSIN DU NEGRON, B- LIMITES TOPOGRAPHIQUES DU MARAIS DE TALIGNY. (D'APRES JAFFRE, 2003).	13
FIGURE 5 : TRANSVERSALES A TRAVERS LE MARAIS DE TALIGNY. (D'APRES MACAIRE ET AL., 2002).	15
FIGURE 6 : AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES ET OCCUPATION DU SOL DANS LE MARAIS DE TALIGNY.	17
FIGURE 7 : LOCALISATION ET EQUIPEMENT DE STATIONS DE MESURE AUX ALENTOURS DU MARAIS DE TALIGNY.	21
FIGURE 8 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE SONDE ORPHIMEDE.	24
FIGURE 9.	31
FIGURE 10 : LIMNIGRAMMES DU NEGRON ET DE SES AFFLUENTS PERMANENTS SUR L'ANNEE 2004.	36
FIGURE 11 : HYDROGRAMMES DU NEGRON (2 STATIONS) ET DU QUINCAMPOIX SUR L'ANNEE 2004.	38
FIGURE 12 : SPECIFIQUES DU NEGRON (2 STATIONS) ET DU QUINCAMPOIX SUR L'ANNEE 2004.	39
FIGURE 13 : SUPERPOSITION DES HYDROGRAMMES DES ANNEES 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003 ET 2004 AU NIVEAU DE LA ROCHE CLERMAULT (STATION "NEGRON HENNON").	41
FIGURE 14 : DEBITS MOYENS MENSUELS SUR LA BASE DES HUIT ANNEES (2763 MESURES).	43
FIGURE 15 : COURBE DES DEBITS CLASSES SUR LES HUIT ANNEES (2763 MESURES).	45
FIGURE 16 : DEBITS MOYENS ANNUELS SUR LA BASE DES HUIT ANNEES (2763 MESURES).	45
FIGURE 17 : EVOLUTION DU COEFFICIENT MENSUEL DE DEBITS AU COURS DES HUIT ANNEES.	46
FIGURE 18 : HYDRO-HYETOGRAMME A LA STATION "NEGRON HENNON" AU COURS DE L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2002/2003.	46

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : COMPOSITION PETROLOGIQUE ET REPARTITION DES SURFACES D'AFFLEUREMENTS A L'INTERIEUR DES LIMITES DU BASSIN VERSANT DU NEGRON. (D'APRES MACAIRE ET AL., 2002).	8
TABLEAU 2 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN DU NEGRON. (D'APRES BELLEMLIH, 1999).	11
TABLEAU 3 : SURFACE DES SOUS-BASSINS VERSANTS EN KM ² (FEREOL, 2004).	28
TABLEAU 4 : RECAPITULATIF DES JAUGEAGES REALISES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE.	30
TABLEAU 5 : DONNEES MENSUELLES DES DEBITS MOYENS DU NEGRON A LA STATION « NEGRON HENNON » AU COURS DES ANNEES 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003 ET 2004. (OUBELKASSE, 1998-JAFFRE, 2003-FEREOL-2004).	43
TABLEAU 6 : DEBITS CLASSES DU NEGRON CALCULES SUR LES HUIT ANNEES (2673 MESURES).	44

Introduction

Le bassin versant du Négron, et particulièrement le marais de Taligny, intéressent depuis un moment les chercheurs du Laboratoire de Géologie des Environnements Aquatiques Continentaux (GÉEAC) de l'Université de Tours (Indre-et-Loire). En effet, il est actuellement admis dans la communauté scientifique que les zones humides jouent un rôle majeur dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes aquatiques, et qu'il est indispensable de les recenser, de les étudier et de les préserver. Les chercheurs du laboratoire GÉEAC tentent alors de comprendre et de mettre en évidence les processus biogéochimiques contrôlant la distribution des éléments chimiques au sein du marais de Taligny. Les études réalisées jusqu'à présent ont ainsi démontré que les caractéristiques hydrogéomorphologiques du marais (alimentation en eau : quantité, qualité, temps de séjour, etc., nature des terrains géologiques, des sols, conditions climatiques et végétation en place) conditionnent la complexité des processus d'échanges des éléments traces et de leur distribution au sein de la zone humide. Il a en outre été prouvé que le marais modifie significativement la composition chimique des eaux du Négron (enrichissement en certains composés comme les matières organiques dissoutes, les ions sulfates, baryum et uranium, abatement des nitrates et rétention du phosphore).

Mais pour poursuivre les investigations sur le rôle et le fonctionnement du marais de Taligny, il est apparu nécessaire d'étudier, par des méthodes hydrométriques, les écoulements du Négron et de ses affluents dans la traversée du marais de Taligny. Ce travail servira ainsi à mettre en évidence les caractéristiques hydrologiques du marais afin de mieux comprendre son impact sur la chimie des eaux du Négron.

La présente étude s'inscrit dans la continuité d'un stage qui a été effectué au premier semestre 2004 par Guillaume FEREOL. Son travail a consisté à mettre en place des stations limnimétriques sur le Négron et ses affluents principaux et à les exploiter, de manière à étudier les entrées, les sorties et la manière dont circulent les eaux au sein du marais. Ces mesures de terrain ont notamment permis d'établir des courbes de tarage sur les cours d'eau.

Le présent document fait état du travail que j'ai réalisé en collaboration avec le laboratoire GÉEAC, tuteur par Florentina MOATAR, hydrologue, professeur à l'Université de Tours et maître de conférence au laboratoire GÉEAC. Ce travail, réalisé dans le cadre d'un projet personnel de troisième année d'IUP en Ingénierie des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux (IMACOF), basé à l'Université de Tours, s'est déroulé de novembre 2004 à mars 2005.

Les objectifs principaux de cette étude sont de réaliser des jaugeages au micromoulinet afin d'améliorer le calage des courbes de tarage établies, de les exploiter, et d'utiliser les données de hauteurs d'eau et de débits provenant des stations limnimétriques installées et/ou des études antérieures afin de caractériser le fonctionnement hydrologique des cours d'eau et du marais de Taligny.

Ce document s'articule autour de trois parties distinctes. La première présente le bassin versant du Négron, en s'intéressant aux composantes géologique, pédologique, hydrogéologique et hydrographique, afin de bien cerner le contexte physique dans lequel évolue la zone étudiée. La seconde partie est consacrée à la présentation générale du marais de Taligny et à la description des principaux aménagements qui y ont été réalisés, afin de comprendre leurs impacts sur l'hydrologie du marais. Enfin, la dernière partie retrace la méthodologie employée pour mener à bien l'étude, présente de façon synthétique les résultats qui ont pu en être tirés et en propose une interprétation.

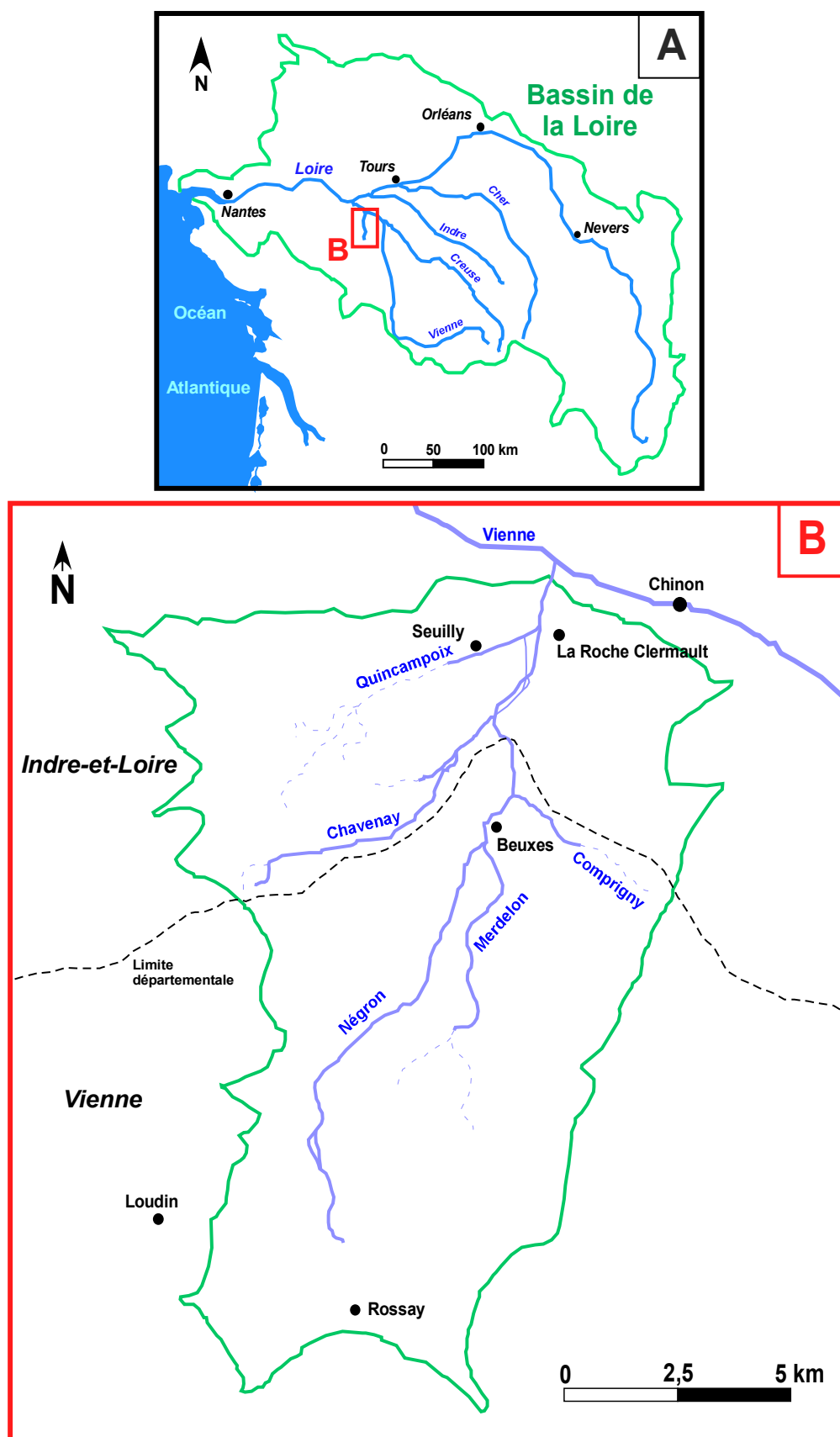


Figure 1 : Situation géographique (d'après BELLEMLIH, 1999). A - Bassin versant du Négron dans le bassin de la Loire; B - Limites du bassin versant du Négron.

I) Le bassin versant du Négron

(d'après JAFFRE, 2003)

I-1) Situation géographique

Le Négron prend sa source entre Loudin et Rossay à une altitude d'environ 80 m, au lieu dit de Seneuil. Il s'écoule sur une vingtaine de kilomètres vers le nord en direction de La Roche Clermault et conflue avec la Vienne à trois kilomètres en aval de Chinon. C'est le dernier affluent en rive gauche de la Vienne à une quinzaine de kilomètre avant sa confluence avec la Loire (**figure 1**).

Durant son parcours, le Négron transverse successivement les départements de la Vienne puis d'Indre-et-Loire. Son cours est intégralement représenté sur les cartes IGN au 1/50000 de Loudin (n° 1724) et Lencroître (n° 1725).

I-2) Géologie

L'histoire géologique du bassin versant du Négron est calquée sur celle des bassins sédimentaires du sud-ouest du Bassin Parisien. Les sédiments composant sa couverture se sont déposés au cours des transgressions marines du Jurassique et du Crétacé supérieur.

La carte géologique simplifiée du bassin du Négron (**figure 2**) montre ses principales caractéristiques géologiques. La coupe géologique réalisée à travers le bassin du Négron représente la disposition des formations géologiques et permet d'en apprécier leur structure en profondeur.

Enfin, les résultats d'une analyse pétrologique réalisée en 2002 sont présentés dans le **tableau 1**.

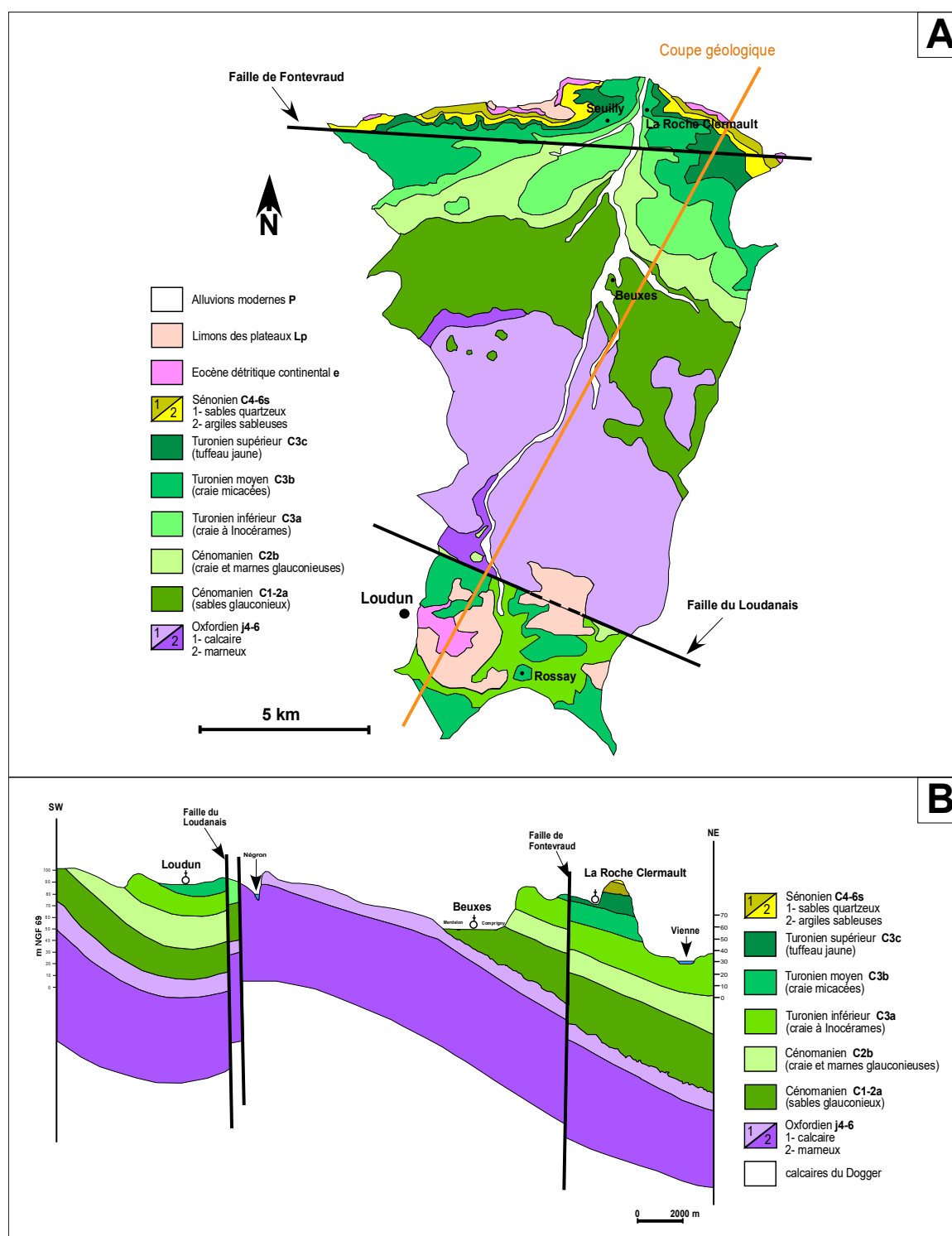


Figure 2 : Géologie du bassin du Négron. A - Carte géologique simplifiée du bassin versant du Négron (d'après BELLEMLIH, 1999) ; B - Coupe géologique figurée en A. L'échelle verticale est dilatée (d'après LEBIDEAU, 1996).

Tableau 1 : Composition pétrologique et répartition des surfaces d'affleurements à l'intérieur des limites du bassin versant du Négron. (d'après MACAIRE et al., 2002).

Lithologie	Age	Composition pétrologique		Taille des grains			Surface affleurements	
		CaCO ₃	silicates	gravier(1)	sable(2)	argile + silt (3)	km ²	%
e	Eocène	0	100	très variable			2	1,2
C4-6S	Sénonien	0	100	très variable			4	2,5
C3c	Turonien	48	52	0	35	65	5	3,1
C3b		67	33	0	24	76	12	7,5
C3a		53	47	0	45	55	20	12,3
C2b	Cénomanién	48	52	0	8	92	12	7,5
CI-2a		18	82	0	70	30	32	19,7
j4-6.1	Oxfordien	94	6	0	17	83	44,4	27,3
j4-6.2		34	66	0	11	89	4	2,5

(1) fraction > 2mm ; (2) fraction 2 mm – 50 µm ; (3) fraction 50 - < 2µm

Les formations sédimentaires affleurent sur 83,6 % de la surface du bassin. Le log stratigraphique du bassin du Négron (**BELLEMLIH, 1999**) fait apparaître quatre types majeurs de substrats affleurants :

L'**Oxfordien**, affleurant sur 29,8 %, présente un faciès calcaire (j4-6.1) reposant sur un faciès marneux tendre (j4-6.2). Il est composé en majorité de particules d'argiles et de silts.

Le **Cénomanién**, affleurant sur 27,2 %, repose en discordance sur les calcaires de l'Oxfordien (j4-6.1). Il est constitué du Cénomanién inférieur (C1-2a), qui prend la forme de sables glauconieux, et du Cénomanién supérieur (C2b), composé de craies et de marnes glauconieuses.

Le **Turonien**, qui occupe 22,9 % de la superficie du bassin, repose sur les substrats Cénomanién sous-jacents (C2b). Il est composé du Turonien inférieur (C3a) constitué de craie à Inocérames, du Turonien moyen (C3b) formé de craies micacées plus connues sous le nom de « tuffeau blanc », et du Turonien supérieur (C3c) constitué de ce qui est plus communément appelé le « tuffeau jaune de Touraine ».

Le **Sénonien** ne représente que 2,5 % des affleurements et se présente ici sous la forme de dépôts entièrement siliceux constitués de sables quartzeux (C4-6S.1) reposant sur des argiles sableuses (C4-6S.2).

L'**Eocène** détritique continental (e), affleurant sur 1,2 %, est composé de particules siliceuses de tailles variées

Les **formations superficielles**, quant à elles, couvrent 16,4 % du bassin. Elles se présentent sous la forme de limons des plateaux (Lp) sur les parties les plus hautes du bassin, de colluvions en bas des pentes (peu représentées) et d'alluvions modernes d'origine fluviale (P), localisées en fonds de vallées, dont le marais de Taligny constitue le principal stock dans le bassin (**MACAIRE et al. 2002**).

I-3) Pédologie

Les caractéristiques pédologiques du bassin du Négron sont détaillées dans la note explicative de la carte pédologique du département de la Vienne et de la région Centre, Loudin 1/50000 (**BOUTIN et al. 1990**).

Du fait de la nature des terrains géologiques en place, les sols du bassin versant du Négron sont essentiellement de type calcimagnésiques (rendzines et sols bruns), caractéristiques des substrats riches en calcaire. La Surface Agricole Utilisée (S.A.U.) occupe près des 2/3 de la surface du bassin, et la céréaliculture constitue l'activité agricole dominante (**OUBELKASSE, 1998**).

Les fonds de vallées, dont le marais de Taligny, sont recouverts de sols hydromorphes argileux, limoneux et tourbeux.

I-4) Hydrogéologie

Les formations géologiques du bassin versant du Négron comportent cinq aquifères (**ALCAYDE et al. 1989**) :

L'**aquifère des calcaires du Dogger**, qui correspond à une nappe captive profonde (>80 m), située sous les marnes de l'Oxfordien inférieur. Il est actuellement exploité pour l'irrigation au sud du bassin.

L'**aquifère de l'Oxfordien supérieur**, qui occupe les fissures et les karsts des calcaires Oxfordiens. Cette ressource est utilisée par de nombreux captages d'AEP et d'irrigation.

L'aquifère du Cénomanien inférieur, séparé du précédent par une couche d'argiles à lignites. Cette eau est protégée des pollutions soit par son cloisonnement argileux soit par une couverture de marnes imperméables. De ce fait le nombre de forages est limité et sont essentiellement utilisés pour l'AEP.

L'aquifère de Turonien, situé au-dessus des marnes à huîtres du Cénomanien. Cette ressource est peu abondante et vulnérable aux pollutions en raison de sa position libre. Elle est par conséquent peu exploitée en raison de sa teneur en nitrates relativement élevée.

La **nappe alluviale**, enfin, est peu exploitée pour les mêmes raisons.

I-5) Caractéristiques hydrographiques

Les principales caractéristiques géomorphologiques du réseau hydrographique du bassin du Négron sont présentées dans le **tableau 2**.

La répartition des différents substrats dans le bassin du Négron est présentée dans la **figure 3**.

Tableau 2 : Principales caractéristiques géomorphologiques du réseau hydrographique du bassin du Négron. (d'après BELLEMLIH, 1999).

	Longueur maximale (km)	Pente Moyenne (%)	Surface drainée (km ²)
Merdelon	8,3	0,5	32
Comprigny	6,9	0,6	21
Chavenay	9,8	0,4	30
Quincampoix	9,6	0,6	22
Autres petits affluents			57
Négron total	29,1	0,23	162

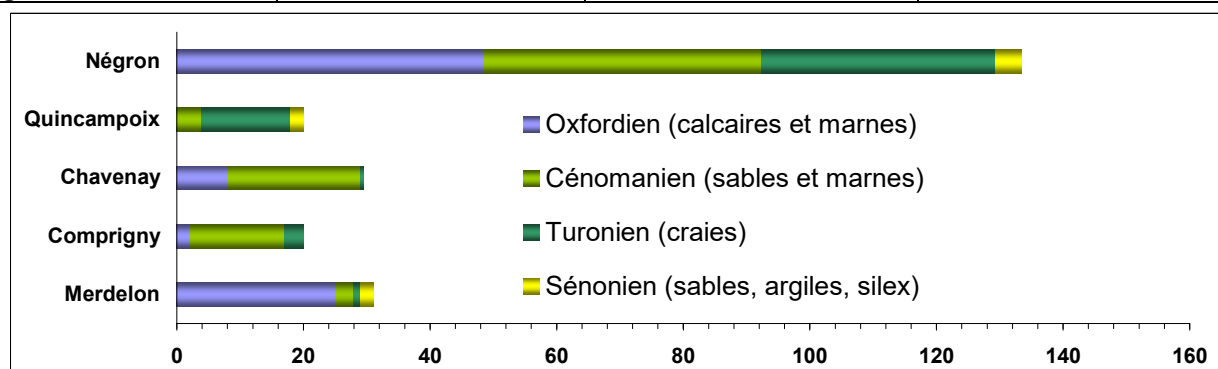


Figure 3 : Répartition des types lithologiques (km²) dans les sous bassins du Négron. (d'après MACAIRE *et al.*, 2002).

Le **Négron** est une rivière pérenne de 25,1 km (pour son cours permanent) et de pente longitudinale moyenne de 0,23%. Elle est alimentée par deux affluents permanents en rive gauche, le Chavenay et le Quincampoix, et par deux affluents intermittents en rive droite, le Merdelon et le Comprigny. Le Négron est en grande partie alimenté par les nappes de l'Oxfordien, du Cénomaniens et partiellement par celle du Turonien.

Le **Chavenay** prend sa source à l'ouest du bassin versant. D'une longueur totale de 9,8 km pour une pente moyenne de 0,4%, il conflue avec le Négron à l'entrée du marais de Taligny. En amont, il s'écoule sur les formations de l'Oxfordien, dont il reçoit périodiquement les eaux des nombreuses sources karstiques présentes sur cet affleurement, mais la majorité de son cours se trouve sur les sables et les

marnes du Cénomanien, et il est ainsi alimenté en grande partie par l'aquifère du Cénomanien.

Le **Quincampoix** prend également sa source à l'ouest du bassin mais plus au nord que la Chavenay. Il s'écoule sur 9,6 km avec une pente moyenne de 0,6% jusqu'à sa confluence avec le Négron, en sortie du marais de Taligny. Durant son parcours amont, le Quincampoix traverse les terrains du Cénomanien mais il s'écoule en grande partie sur les substrats du Turonien, dont il tire l'essentiel de ces eaux en étiage.

Le **régime hydrologique** d'un cours d'eau est la résultante de l'ensemble de ses caractéristiques hydrologique et de son mode de variation. Le Négron a un régime hydrologique de type pluvial océanique, où les débits sont contrôlés par les pluies efficaces. Chaque événement pluvieux ayant lieu sur le bassin provoque alors une montée des eaux. Les hautes eaux ont lieu en hiver et les basses eaux en été.

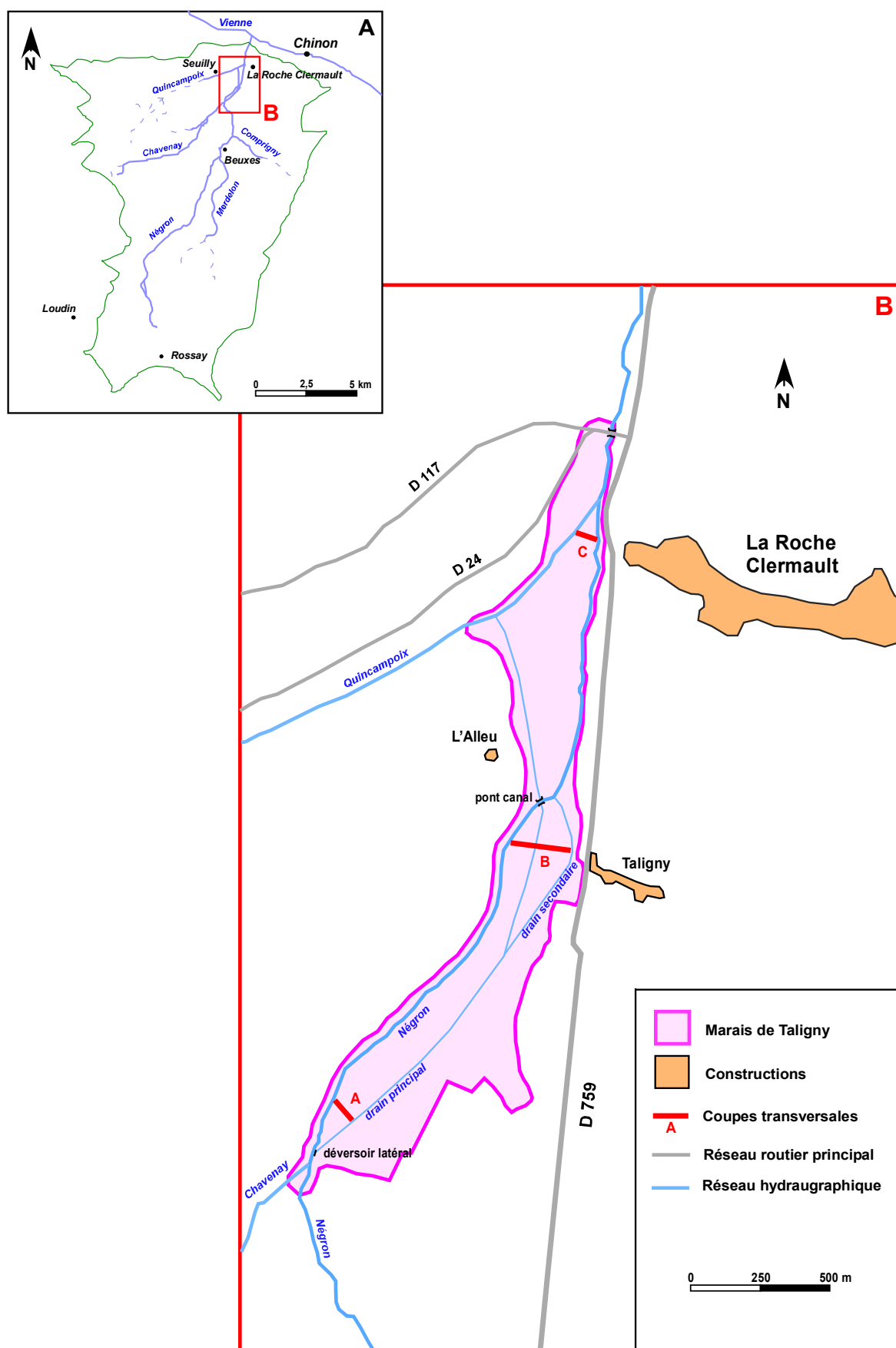


Figure 4 : A- Localisation du marais de Taligny dans le bassin du Négron, B- Limites topographiques du marais de Taligny. (d'après JAFFRE, 2003).

II) Le marais de Taligny

II-1) Présentation du marais de Taligny

II-1-a) Localisation

Le marais de Taligny se trouve sur le cours inférieur du Négron, au niveau de la commune de La Roche Clermault et de Taligny (**figure 4**). Cette zone de rétention de type tourbière est localisée entre la confluence du Chavenay au sud (en amont), et celle du Quincampoix au nord (en aval). Ses limites topographiques ont été déterminées à partir du relief et de la couverture végétale (**JAFFRE, 2003**). Ainsi, le marais de Taligny est considéré comme étant la surface contenue à l'intérieur de l'isohypse 37,5 m et dont la végétation est de type hygrophile. Au total, le marais de Taligny s'étend donc sur 85 ha dont 45 ha pour la propriété communale de La Roche Clermault.

II-1-b) Contexte géologique

Le marais de Taligny est localisé dans une dépression creusée dans les craies et les marnes imperméables du Cénomaniens (C2b). Il est surplombé à l'est et à l'ouest par des plateaux s'élevant à une altitude d'environ 80 m, sculptés dans les craies du Turonien inférieur (C3a).

Cette cuvette, où la plaine alluviale est élargie, constitue la principale zone de stockage des matériaux alluvionnaires charriés par le Négron. Le volume d'alluvions stocké dans le marais a été estimé à 4,7 millions de tonnes (**MACAIRE et al. 2002**), ce qui représente 1/3 du stock total.

Ces principales caractéristiques sont d'une part un tri granulométrique d'amont en aval, et d'autre part la présence d'une couche de tourbe noirâtre très riche en matières organiques, dont l'épaisseur varie de 50 cm à 2,5 m, et qui représente au total 600 000 tonnes soit 13 % du volume stocké dans le marais (**MACAIRE et al. 2002**). Ces tourbes sont très souvent prises en sandwich entre deux couches de particules silto-argileuses d'origine détritique, s'étant déposées lors de crues (**figure 5**). Cette stratigraphie alluvionnaire témoigne donc d'une évolution du régime hydrologique du Négron, caractérisée par le passage d'un régime de crues temporaires à un autre, via un régime de type palustre, pendant lequel se sont

constituées les tourbes. La localisation des coupes transversales est représentée sur la **figure 4**.

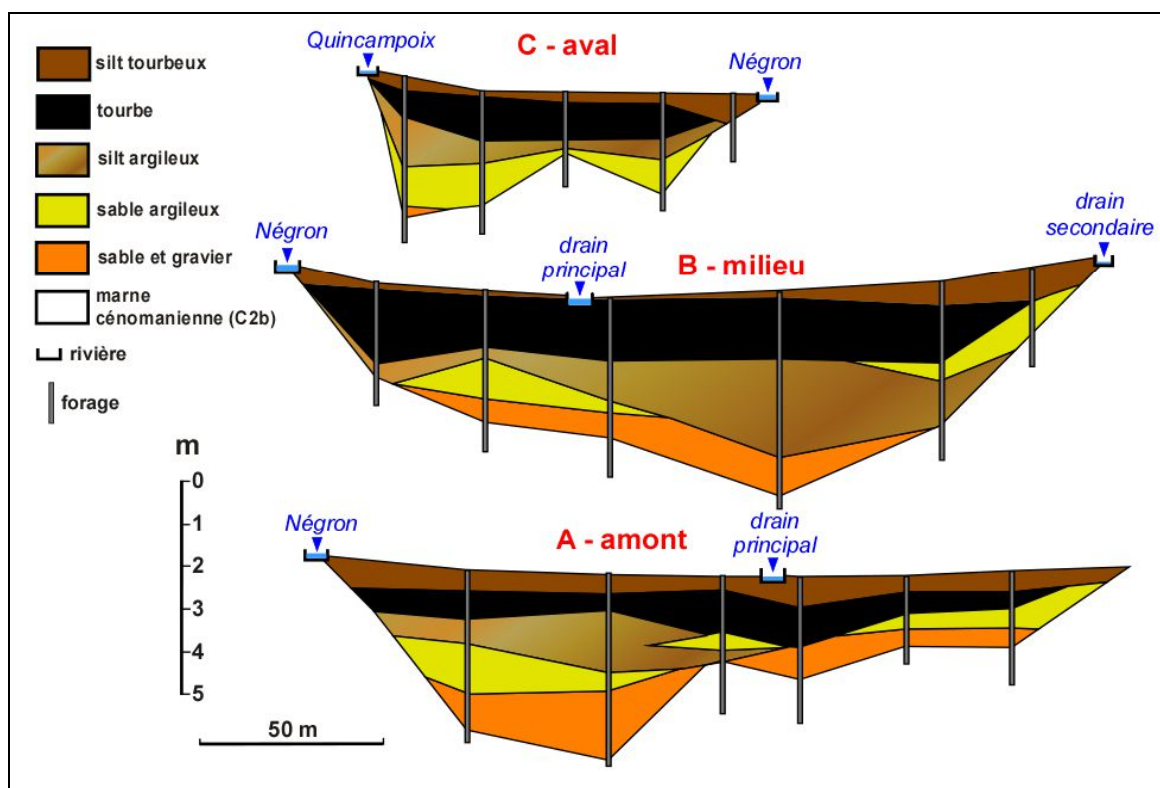


Figure 5 : transversales à travers le marais de Taligny. (d'après MACAIRE *et al.*, 2002).

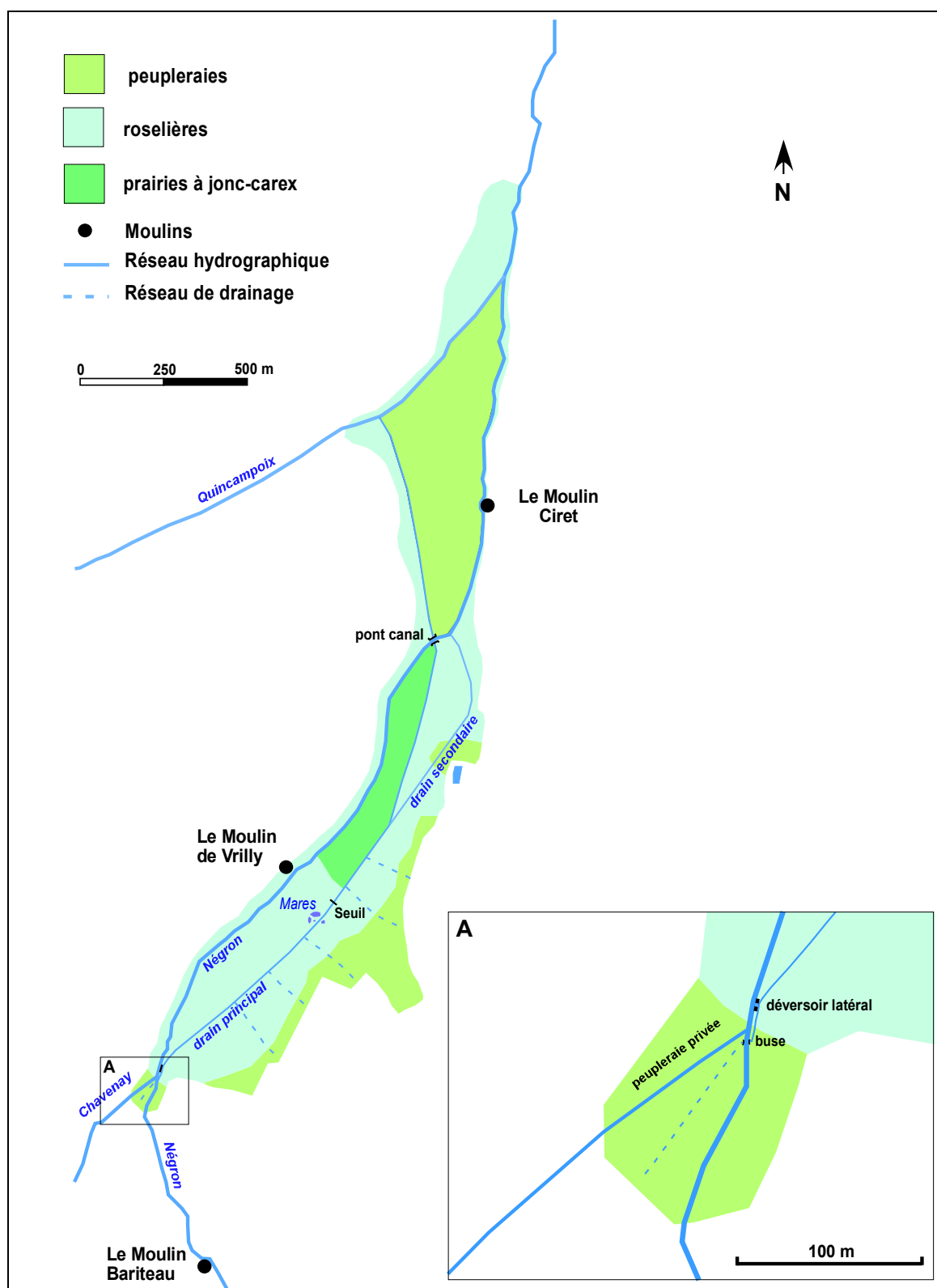


Figure 6 : Aménagements hydrauliques et occupation du sol dans le marais de Taligny.

II-2) Principaux aménagements dans le marais de Taligny

Le cours du Négron, dans sa partie aval, est équipé de nombreux moulins dont la plupart ne fonctionne plus actuellement. Ces moulins ont nécessité la construction de nombreux seuils et de biefs d'alimentation. Le cours du Négron, dans sa traversée du marais, a également fait l'objet de curage et de recalibrage dans les années 90.

Dans les années 70, une partie du marais de Taligny a été plantée en cultivars de peupliers pour la production de bois. C'était une façon pour les gestionnaires de valoriser cet espace naturel humide et inconstructible, comme cela se fait un peu partout en France. Le marais a donc fait l'objet, parallèlement, d'un programme de travaux visant à l'« assainir » (**figure 6**). Ainsi, un réseau de drains a été creusé à travers le marais, en partie basse. Un drain principal tire ces eaux du Négron et du Chavenay à l'entrée du marais, et se déverse dans le Quincampoix à environ 500 m en amont de la confluence entre le Quincampoix et le Négron. Un drain secondaire prend naissance sur le drain principal en aval du Moulin de Vrilly et conflue avec le Négron au milieu du marais.

Ces travaux ont nécessité de faire passer ce drain principal sous le Négron grâce à un pont canal (construit au milieu du marais), pour que le drain puisse rejoindre le Quincampoix de l'autre côté du Négron. La confluence du Négron avec le drain secondaire se trouve quelques dizaines de mètres en aval de ce pont canal.

Le drain principal du marais est alimenté de plusieurs manières. Les peupleraies qui se trouvent à l'Est du marais sont drainées par un réseau de fossés superficiels qui se jettent dans le drain principal. Au sud du marais, les eaux de nappe alluviale entre le Chavenay et le Négron sont captées par un drain enterré qui passe sous le Négron grâce à une buse et qui se déverse dans le drain principal. De plus, un déversoir latéral a été construit en rive droite du Négron. Cet ouvrage a été dimensionné pour déverser la crue décennale du Négron dans le drain principal. On observe, surtout en période de hautes, des arrivées d'eau ponctuelles dans le drain principal en provenance du Négron. Celles-ci se situent aux alentours du déversoir latéral et se sont formées suite aux infiltrations latérales qui se produisent à cause de

la différence de ligne d'eau entre le Négron et le drain principal. Ces infiltrations diffuses ont lieu sur tous le linéaire compris entre la naissance du drain et le pont canal. Le débit moyen de ces infiltrations a été estimé par la loi de DARCY à 24 l/s (**FEREOL, 2004**).

Le site compris entre le drain principal et le Négron avant le pont canal (environ 20 ha), fait l'objet actuellement d'un programme de conservation mis en place par le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement (CPIE) Touraine - Val de Loire, basé à l'Abbaye de Seuilly. La partie nord de cette « langue » est gérée par pâturage extensif avec trois poneys landais originaires du Parc Naturel Régional de Brenne. L'objectif de cette gestion est de conserver une végétation de type prairie à jonc et à carex, au détriment de la roselière. La partie sud est quant à elle fauchée régulièrement avec exportation de la matière organique, de manière à la conserver en roselière. Un seuil en bois a été construit il y a trois ans au milieu de ce site, sur le drain principal, pour rehausser la ligne d'eau de 30 cm. Cet ouvrage sert à alimenter en eau des dépressions creusées à cet effet, de façon à diversifier les habitats et à permettre l'installation d'une flore pionnière est protégée. Le rehaussement de la ligne d'eau favorise aussi le maintien de la roselière. Un sentier de découverte a également été aménagé. Le seuil va bientôt être rectifié car il a été détérioré depuis sa mise en place.

II-3) Conclusion

Les ouvrages hydrauliques ont un impact non négligeable sur le fonctionnement hydrologique du marais. Le drainage diminue les temps de transferts dans le marais, les eaux transitent plus rapidement vers l'exutoire et la zone joue moins son rôle de régulateur hydrologique. Les travaux de recalibrage et les nombreux moulins endiguent la dynamique naturelle du Négron et accélèrent l'exhaussement du marais. Ces phénomènes combinés contribuent à mettre en péril l'équilibre naturel de ce milieu.

Actuellement, une partie du marais fait l'objet d'un programme de gestion patrimoniale qui vise à en préserver ses caractéristiques naturelles de réservoir biologique.

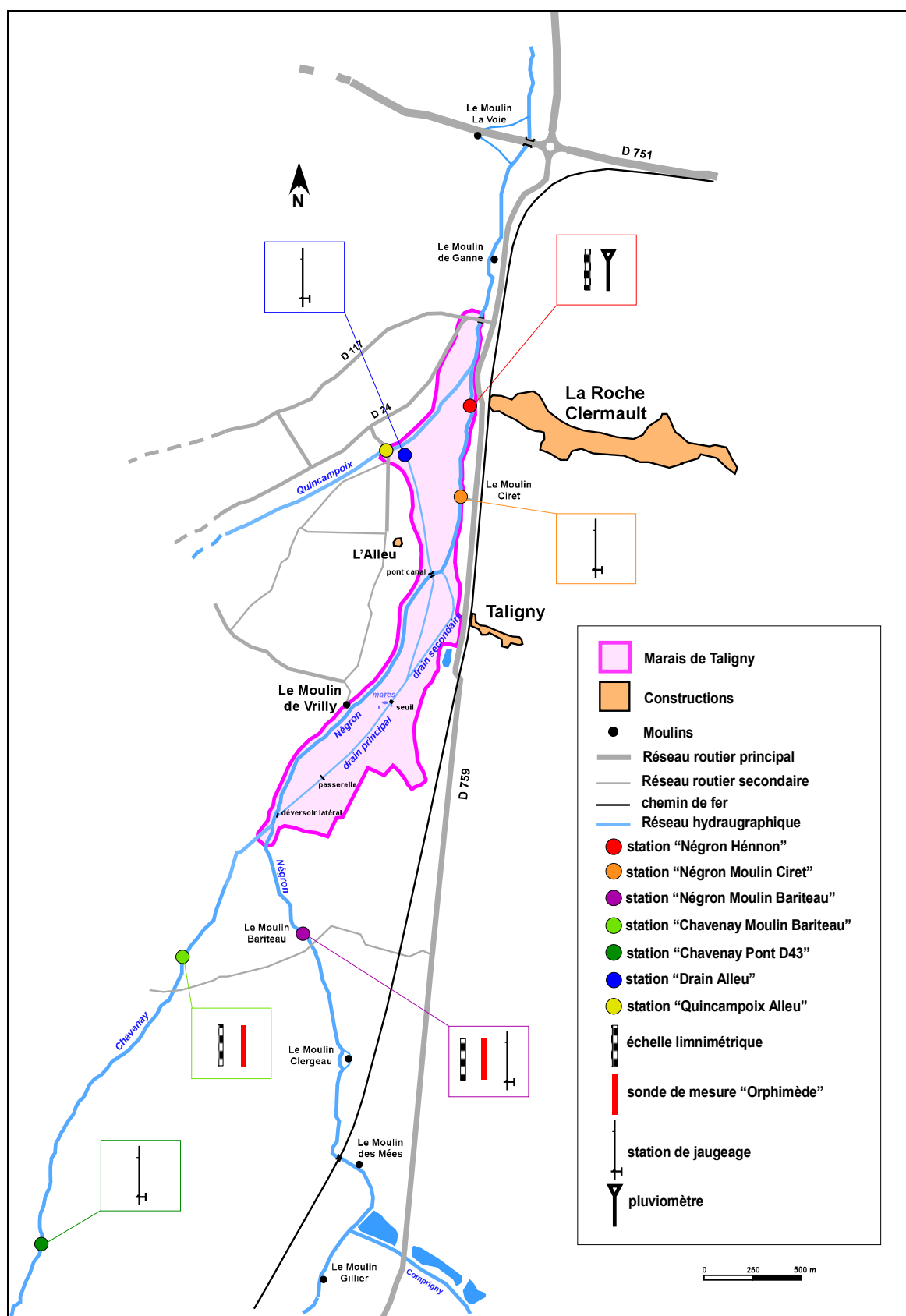


Figure 7 : Localisation et équipement de stations de mesure aux alentours du marais de Taligny.

III) Etude des écoulements dans le marais de Taligny

III-1) Méthodologie

III-1-1) Données hydrologiques

III-1-1-1) Localisation et équipements des stations de mesures

La zone d'étude, le marais de Taligny, possède sept stations de mesures qui ont été mises en place par les chercheurs du Laboratoire de Géologie des Environnements Aquatiques Continentaux (GéEAC) de l'Université de Tours.

Quatre stations au total sont installées sur le cours du Négron, dont une sur le drain principal drainant le marais. Deux stations sont installées sur le cours du Chavenay et une sur le Quincampoix (**figure 7**).

a) Négron

Sur **le Négron**, la station de mesure située en amont du marais est localisée au niveau du lieu dit « Le Moulin Bariteau », sur la propriété de Monsieur MEESE, populiculteur. Cette station est équipée d'une sonde limnimétrique de type Orphimède (firme OTT), qui mesure en continu les hauteurs d'eau dans le Négron grâce à un capteur relié à un enregistreur. Elle est additionnée d'une échelle limnimétrique qui permet de relever les hauteurs d'eau instantanées. Cet emplacement comporte également une station de jaugeage située quelques mètres en amont et qui permet de mesurer le débit instantané à l'aide d'un micromoulinet. La hauteur d'eau au droit de cette station est contrôlée par le seuil modulable « à planches » du Moulin Bariteau.

Une autre station de mesure est installée sur le cours du Négron au lieu dit « Le Moulin Ciret » (station de jaugeage). Elle sert à mesurer le débit instantané à l'aide d'un micromoulinet. Le niveau d'eau sur cette station est contrôlé par une rupture de pente se trouvant quelques mètres en aval immédiat, où les hauteurs d'eau sont faibles et où une végétation aquatique se développe de manière importante à la belle saison.

La dernière station installée sur le cours même du Négron est localisée au niveau de La Roche Clermault, sur la propriété de Monsieur HENNON, retraité. Elle est équipée d'une échelle limnimétrique dont les hauteurs d'eau mesurées sont relevées tous les jours par Monsieur HENNON, et archivées sur papier.

Enfin, une station de jaugeage est installée sur le drain principal aux alentours du lieu dit « L'Alleu ».

Un jaugeage a été effectué sur le drain principal à une centaine de mètres en aval du déversoir latéral. Elle est située au niveau d'une passerelle qui enjambe le drain. Enfin, précisons la présence de la station située au lieu dit « Le Moulin La Voie », utilisée dans le cadre d'une étude antérieure (cf. chapitres suivants).

b) Chavenay

Sur le Chavenay, une station de mesure est localisée en amont du marais aux alentours du lieu dit « Le Moulin Bariteau », sur la propriété de Monsieur MEESE. Comme la station située sur le Négron au même niveau, elle est équipée d'une sonde limnimétrique de mesure en continu de type Orphimède, additionnée d'une échelle limnimétrique. Une station de jaugeage est installée à 1,7 km en amont de la précédente, au niveau d'un pont (D43). On y mesure également le débit au micromoulinet, mais ici, la hauteur d'eau est mesurée sur place à l'aide d'une échelle limnimétrique mobile, à cause des risques de vols.

c) Quincampoix

Sur le Quincampoix, une station de mesure était installée en amont de la confluence avec le drain principal, aux alentours du lieu dit « L'Alleu ». Elle était équipée d'une sonde limnimétrique de type SAB600LUS, additionnée d'une échelle limnimétrique, qui mesurait en continu les hauteurs d'eau. Mais suite aux détériorations constatées au cours de l'année 2004 (section du câble à plusieurs reprise), cette sonde a été supprimée. De plus, avec cette sonde, des coupures importantes dans l'enregistrement des mesures ont été mises en évidence dans le cadre des travaux de Guillaume FEREOL. Celles-ci étaient dues à l'envasement de la sonde de mesure (cf. chapitre suivant).

III-1-1-2) Principes de mesures

a) Hauteurs d'eau

Les hauteurs d'eau utilisées dans ce rapport sont mesurées soit de manière instantanée par simple lecture sur des échelles limnimétriques, soit en continu par des sondes, qui sont de deux types.

a-1) Sonde Orphimède

La sonde Orphimède est constituée d'un tube principal qui permet d'enregistrer et de stocker les données. Ce tube est relié par un câble de kevlar à une prise de pression immergée au fond du lit. Un schéma de constitution d'une sonde Orphimède est présenté **figure 8**.

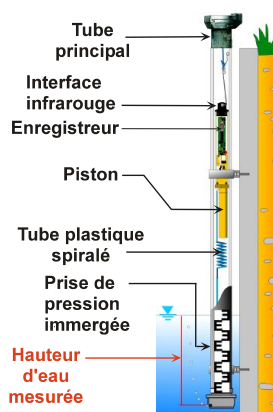


Figure 8 : Schéma de principe d'une sonde Orphimède.

La sonde Orphimède utilise le principe de mesure dit « par bullage » qui consiste à injecter dans la prise de pression de l'air produit périodiquement par le piston se trouvant dans le tube principal. Cet air est acheminé jusqu'à la prise de pression via un tube plastique spiralé. La pression nécessaire au bullage (c'est-à-dire à la sortie de bulles d'air par la prise de pression immergée) est égale à la pression hydrostatique régnant à l'embouchure de la prise de pression, majorée de la pression atmosphérique. Un capteur de pression permet de mesurer tour à tour la pression p_1 appliquée dans le tube et la pression atmosphérique p_a . La différence entre ces deux valeurs ($p_1 - p_a$) est égale à la pression hydrostatique p qui est elle même fonction de la hauteur d'eau h , d'après la Relation Fondamentale de l'Hydrostatique :

$p = \rho \cdot g \cdot h$, où ρ est la masse volumique de l'eau, et g est l'accélération de la pesanteur.

Les valeurs de masse volumique ρ et d'accélération de l'apesanteur g sont considérées comme constantes et spécifiées préalablement à l'enregistreur. Cette manipulation constitue l'étalonnage de la sonde.

Les sondes Orphimède ont une précision inférieure au centimètre et une résolution de l'ordre du centimètre. Dans le cadre de cette étude, elles ont été calibrées pour effectuer plusieurs mesures dans une journée (en l'occurrence une toute les heures ou une toutes les cinq minutes).

a-2) Sonde SAB600LUS

La sonde SAB600LUS se présente sous la forme d'un boîtier enregistreur étanche relié à une sonde à ultrasons immergée effectuant les mesures. Cette sonde fonctionne alternativement en émetteur puis en récepteur d'ultrasons. L'onde émise à une vitesse C (fonction des caractéristiques physiques du fluide) se propage verticalement dans l'eau en direction de la surface, où elle est réfléchiée en direction de la sonde. Celle-ci mesure le temps t mis par l'onde entre émission et réception (l'onde a alors parcouru deux fois la hauteur d'eau). Puis la hauteur d'eau h est calculée selon la formule suivante :

$$h = \frac{1}{2}.C.t$$

Ce type de sonde a une résolution de l'ordre du millimètre et a besoin d'une hauteur d'eau minimale de 6 cm pour pouvoir effectuer des mesures correctes. Celles-ci sont effectuées quand un changement du niveau d'eau se produit ou toutes les heures (par défaut) si ce dernier reste constant. La partie émetteur-récepteur est sensible à l'envasement et ne fonctionne plus lorsque la vase s'y est accumulée.

b) Débits

Les données de débits ont d'abord été obtenues de manière directe par application de la méthode dite par exploration du champ vitesse grâce à un micromoulinet OTT de type C2'10.150' avec l'hélice de référence 3-169528.

Le principe de cette méthode est de mesurer la vitesse des filets d'eau dans une section transversale du cours d'eau. Ces mesures de vitesse sont effectuées point par point à différentes profondeurs en suivant des profils verticaux que l'on réparti tout le long de cette section. Le débit est calculé par le logiciel BAREME © élaboré par la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) Rhône-Alpes, qui

réalise une double intégration de ces vitesses ponctuelles, d'abord sur chaque verticale, puis sur la largeur de la section, en additionnant les débits partiels correspondant à chaque tranche de la section. Le principe des calculs ainsi qu'un résultat type de jaugeage dépouillé par BAREME[®] sont présentés en **annexe 1**.

Ces mesures de débits ont alors servi à l'établissement de courbes de tarage, mettant en relation la hauteur d'eau dans la section avec le débit y transitant. Ainsi, pour chaque station, les chroniques hauteurs d'eau, ou « limnigrammes » obtenues soit grâce aux sondes soit grâce aux relevés journaliers sur une échelle limnimétrique (cas de la station « Négron HENNON »), ont pu être transformées en chroniques de débits, ou « hydrogrammes », par exploitation de la courbe de tarage correspondante. Chaque courbe de tarage constitue donc un étalonnage de la section considérée, permettant de connaître le débit par l'intermédiaire de la hauteur d'eau.

III-1-1-3) Sources des données de débit

Les données de débit exploitées dans le présent document ont été effectuées par différents opérateurs dans le cadre de leurs études.

Les données des années 1994, 1995 et 1996 ont été réalisées sur le Négron au niveau du lieu dit « Le Moulin La Voie » (**figure 7**) par **Mohamed OUBELKASSE** dans le cadre sa thèse intitulée « *Bilans des exportations de matières dissoutes d'un cours d'eau sous affluence agricole : le Négron, sud-ouest du Bassin Parisien, France* », soutenue en juin 1998. Elles ont été obtenues grâce à l'établissement d'une courbe de tarage réalisée par ses soins. Les hydrogrammes ont alors été tirés de cette courbe d'après les limnigrammes enregistrés par une sonde de mesure en continu du type SAB600LUS, mise en place le 24 février 1994. Les données antérieures à cette date proviennent d'une extrapolation faite sur la base des débits de la Dive du 01 janvier au 23 février 1994. La Dive, affluent du Thouet, lui-même affluent de la Loire, est située sur un bassin de morphologie et de géologie semblables à celles du bassin du Négron, il existe donc une bonne corrélation (> 70 %) entre les hydrogrammes de la Dive et ceux du Négron (**OUBELKASSE, 1998**).

Les données des années 2000 et 2001 ont été effectuées au niveau du lieu dit « Le Moulin Ciret » (**figure 7**) par **Christelle JAFFRE** dans le cadre de sa thèse

intitulée « *Interactions solides-solutions dans une zone humide à tourbe : le marais de Taligny (France)* », soutenue en mars 2003. Là aussi, une courbe de tarage a été réalisée, et a permis de reconstituer les hydrogrammes du Négron en sortie du marais de Taligny, grâce aux hauteurs d'eau relevées tous les jours par Monsieur HENNON sur sa propriété. Cette chronique débute le 11 novembre 1999, date d'installation de l'échelle limnimétrique chez Monsieur HENNON. Elle se poursuit jusqu'au 07 décembre 2004, date de la dernière transmission des données.

Enfin, des mesures ont été réalisées sur le Négron (station «Négron Moulin Bariteau ») et sur ces affluents permanents (station « Chavenay Pont D43 » et station « Quincampoix Alleu »). Ces mesures ont été faites au premier semestre 2004 par **Guillaume FEREOL** dans le cadre de son stage intitulé « *Etude des écoulements du Négron dans sa partie aval (Indre-et-Loire)* ». Il en a établi des courbes de tarage sur le Chavenay, le Quincampoix et le Négron en amont du marais à la station « Négron Moulin Bariteau ». Enfin, il a réalisé deux jaugeages sur le Négron à la station « Négron Moulin Ciret », afin de vérifier la stabilité de la courbe de tarage réalisée quatre ans auparavant par C.JAFFRE. Les résultats de ses jaugeages montrent que cette courbe a été modifiée dans le temps (cf. chapitre III-2-1-2). Les différentes courbes de tarages sont présentées au chapitre III-2, figure 9.

III-1-2) Données topographiques

Les surfaces drainées au droit des stations de mesures ont été déterminées grâce à l'exploitation d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) réalisé par l'Institut Géographique National (IGN). Le MNT, constituant un Système d'Information Géographique (SIG), a été traité avec le logiciel ARC VIEW[®]. Le module « Spacial Analyst » a permis d'extraire de ce MNT le réseau hydrographique, les limites des différents sous-bassins versants ainsi que leurs surfaces respectives (**G. FEREOL, 2004**). Les résultats du calcul des surfaces sont représentés dans le **tableau 3**. Le principe d'exploitation du logiciel ARC VIEW[®] est présenté en **annexe 2**.

Tableau 3 : Surface des sous-bassins versants en km² (FEREOL, 2004).

<i>cours d'eau principaux</i>	<i>surface du bassin (km²)</i>	<i>exutoire considéré</i>
Chavenay	23	station "Chavenay pont D43"
Quincampoix	19,21	station "Quincampoix Alleu"
Négron	98	station "Négron Moulin Bariteau"
	136,4	station "Négron Hénnon"

III-1-3) Mesures de terrains

Dans le cadre de cette étude, des jaugeages ont été réalisés sur le Négron et ses affluents les 04 novembre, 07 et 08 décembre 2004. Dans ce travail, j'ai été aidé par **Isabelle PENE**, technicienne au Laboratoire de Géologie des Environnement Aquatiques Continentaux (GéEAC) de l'Université de Tours. L'objectif initial de ce travail était d'affiner ou de confirmer les courbes de tarages établies dans le cadre d'études antérieures. Mais les conditions climatiques n'ont pas permis d'atteindre cet objectif. En effet, nous devions effectuer des points de tarage à des débits de hautes eaux, durant le second semestre 2004, afin de poursuivre les courbes de tarage réalisées au premier semestre par Guillaume FEREOL. Mais le niveau des eaux du Négron et de ses affluents n'est pas monté ou très peu depuis la fin de l'été 2004 (**cf. figure 13**) et nous avons décidé d'abandonner la campagne de jaugeages. Les résultats des jaugeages réalisés dans le cadre de cette étude sont présentés dans les chapitres suivants (**tableau 4**).

III-2) Résultats et interprétations

III-2-1) Jaugeages et courbes de tarages du Négron et de ses affluents

Les jaugeages réalisés le 04 novembre 2004 (**tableau 4**) aux stations « Négron Moulin Bariteau » et « Négron Moulin Ciret » n'ont pas été pris en compte (en grisé). En effet, ceux-ci n'ont été réalisés qu'avec trois points de mesure par verticale, d'où une sous-estimation des débits. On peut voir sur le tableau 4 que la mesure effectuée le 08 décembre 2004 à la station « Négron Moulin Ciret », pourtant à la même hauteur d'eau (30 cm), donne un résultat supérieur (134 l/s au lieu de 121), ce qui montre bien que le débit mesuré le 04 novembre est sous-estimé. De même, pour la station « Négron Moulin Bariteau », entre le 04 novembre et le 07 décembre 2004, la hauteur d'eau a diminué de 5 cm, mais les débits mesurés ont augmenté de 3 l/s (de 124 l/s à 127 l/s), ce qui montre bien que la mesure du 04 novembre est également sous-estimée (elle devrait être supérieure à 127 l/s). Sur ces deux stations, seules les mesures effectuées le 07 et 08 décembre (en orange dans le tableau) ont été prises en compte.

Concernant la mesure effectuée le 04 novembre 2004 sur le Chavenay à la station « Chavenay Pont D43 » (en jaune dans le tableau), il semblerait que celle-ci soit fausse. En effet, étant donné que la mesure de hauteur d'eau se fait habituellement avec une échelle limnimétrique mobile dont l'emplacement exact n'est pas spécifié, il se peut que la mesure ait été effectuée au mauvais endroit sur la dalle du pont. La valeur de hauteur d'eau est effectivement surestimée au regard des résultats obtenus par Guillaume FEREOL (le point de tarage est trop décalé vers le haut et s'écarte quelque peu de la courbe).

Les jaugeages réalisés le long du drain (« drain passerelle » et « drain Alleu ») montrent bien une augmentation de débit du fait des infiltrations latérales en provenance du Négron, mais celle-ci est inférieure à celle estimée par G.FEREOL (11 l/s). Ce ci est sûrement dû au fait que l'ensemble des apports en direction du drain n'est pas constant dans le temps. En effet, les niveaux d'eau étant moindres pendant cette étude, les forces qui régissent le débit d'infiltration, notamment la

différence de ligne d'eau, sont moins importantes donc les infiltrations sont plus faibles.

On observe également que les eaux ne se stockent ni ne se perdent dans le marais mais qu'elles y transitent, ce qui confirme les conclusions de G.FEREOL. En effet, le débit en entrée du marais est du même ordre de grandeur que le débit en sortie (18 l/s d'écart, ce qui est négligeable comparé au débit transitant).

En entrée : $18 \cdot (30/23) + 127 = 150$ l/s

En sortie : $134 + 34 = 168$ l/s

Les points de tarage ont ensuite été intégrés aux courbes de tarage existantes. Les résultats sont présentés dans la **figure 9**.

Tableau 4 : Récapitulatif des jaugeages réalisés dans le cadre de cette étude.

date	station	côte échelle (cm)	débit mesuré (l/s)
04/11/2004	Chavenay Pont D43	8	18
04/11/2004	Négron Moulin Bariteau	55	124
04/11/2004	Négron Moulin Ciret	30	121
07/12/2004	Drain passerelle	?	23
07/12/2004	Négron Moulin Bariteau	50	127
08/12/2004	Négron Moulin Ciret	30	134
08/12/2004	Drain Alleu	?	34

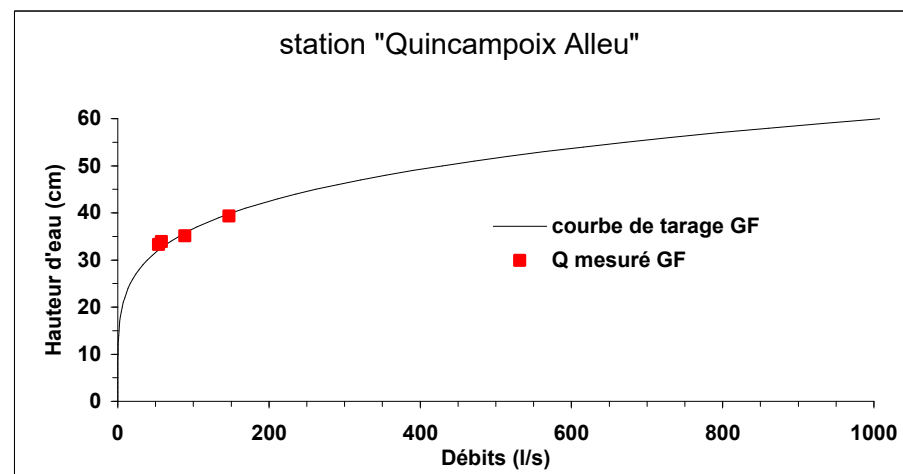
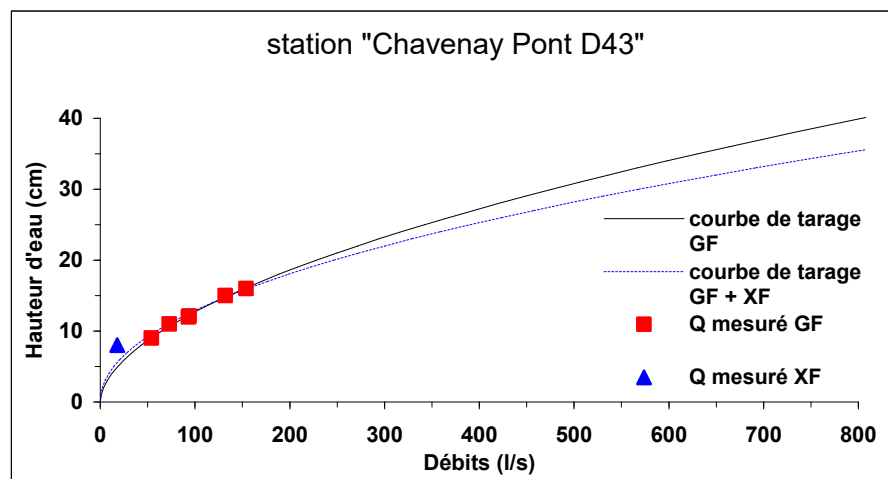
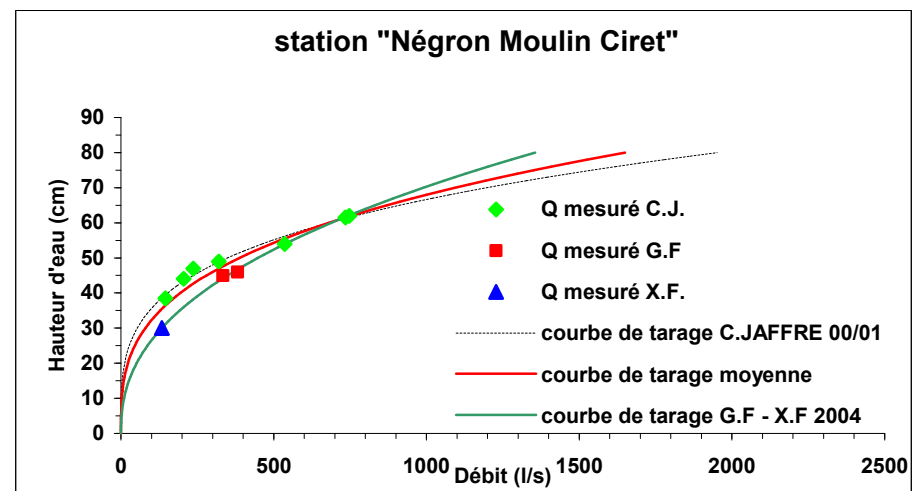
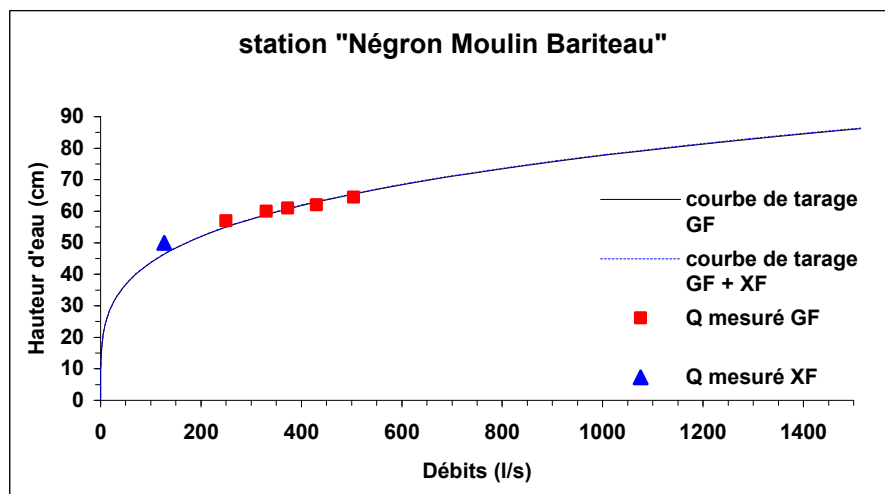


Figure 9 : Courbes de tarage du Négron et de ses affluents permanents

III-2-1-1) Station « Négron Moulin Bariteau »

Le point de tarage réalisé sur cette station (triangle bleu) correspond assez bien à la courbe établie au premier semestre par Guillaume FEREOL (en noir). En effet, la courbe qui résulte de la prise en compte de tous les points (en pointillés bleus) est confondue avec la courbe noire. On peut donc estimer que cette courbe n'a pas (ou très peu) évolué entre le premier et le second semestre 2004, et qu'elle peut être utilisée pour la détermination des débits.

Néanmoins, des réserves doivent être émises quant au calage de cette courbe. En effet, comme dit précédemment, la mesure n'a été effectuée qu'en période de faibles débits, et il faudrait, pour augmenter la précision, en réaliser dans les débits non explorés (c'est-à-dire supérieurs à 600 l/s).

III-2-1-2) Station « Négron Moulin Ciret »

Le point réalisé sur cette station (triangle bleu) est très décalé par rapport à la courbe établie en 2000 / 2001 par C.JAFFRE (en pointillés noirs). Celui-ci se trouve nettement en dessous de la courbe, tout comme les points réalisés par G.FEREOL (en rouge). Ces trois points de mesure réalisés en 2004 montrent bien que le tarage de cette station a été modifié entre les années 2000 / 2001 et l'année 2004.

Les mesures de C.JAFFRE (losanges verts) ont été réalisées, pour les faibles débits, à la belle saison (entre juin et septembre), alors que la mesure réalisée dans la cadre de cette étude (correspondant elle aussi à un faible débit) a été effectuée en décembre, période où la végétation aquatique herbacée et les feuilles des buissons en bordure de cours d'eau (et ce notamment à la station de mesure de hauteur d'eau chez Mr HENNON) sont absentes. Etant donné que la hauteur d'eau est rehaussée par la présence de végétation, ce phénomène pourrait être à l'origine des variations observées. Ce qui expliquerait le fait que C.JAFFRE trouve une hauteur d'eau supérieure de 8 cm par rapport à la mesure de décembre 2004, pour un débit du même ordre de grandeur (environ 130 à 140 l/s). Cependant, les mesures de G.FEREOL, pourtant elles aussi effectuées à la belle saison, sont également en dessous de la courbe de C.JAFFRE. On pourrait alors émettre l'hypothèse que les conditions de végétation ne sont pas seules à

l'origine des variations observées, mais qu'il rentre en compte d'autres phénomènes, comme par exemple la modification morphologique de la section de mesure, les erreurs dans les mesures de débit et de hauteur d'eau ou plus simplement le déplacement de l'échelle chez Monsieur HENNON. Néanmoins, étant donné la faible puissance du cours d'eau dans la zone d'étude (zone de stockage des alluvions), il semble peu probable que des modifications morphologiques ou des déplacements d'échelle aient eu lieu, surtout sur un temps aussi court de quatre années. Ainsi, l'explication pourrait provenir d'un mélange entre les problèmes liés au développement de la végétation (qui reviennent fréquemment dans les cours d'eau de plaine sous influence agricole), et les erreurs de mesures, toujours à prendre en compte dans les études scientifiques.

Quoi qu'il en soit, il apparaît clairement que la courbe de C.JAFFRE ne soit plus valable puisque des mesures récentes (hiver 2004) effectuées par les étudiants du DESS Ingénierie des Hydrosystèmes Continentaux Européens (IHCE) de l'Université de Tours, ont démontré que pour des hauteurs d'eau de l'ordre de 30 cm, le débit était du même ordre de grandeur que celui mesuré dans le cadre de cette étude (environ 140 l/s), alors que la courbe de C.JAFFRE indique un débit aux alentours des 50 l/s. Il apparaît donc qu'il faille plutôt exploiter la courbe 2004 (en vert). Néanmoins, cette courbe n'étant établie qu'avec trois points seulement, elle est à exploiter avec beaucoup de réserves et de précautions. Etant donnée l'impossibilité d'une autre approximation dans l'état actuel des connaissances, nous utiliserons donc cette courbe de tarage pour la reconstitution des débits au droit de cette station.

III-2-1-3) Station « Chavenay Pont D43 »

Pour cette station, comme dit précédemment, il semblerait que le point de tarage effectué (en bleu) soit faux. Effectivement, on peut voir sur la figure 9 que le point est assez éloigné de la courbe établie par G.FEREOL (en noir), si bien que la courbe résultant de tous les points de mesures (en pointillés bleus) est assez décalée par rapport à la courbe noire. Ce décalage s'amplifie vers les forts débits (à partir de 250 l/s), d'où l'intérêt d'effectuer des mesures en périodes de hautes eaux, chose qui n'a pas été possible dans le cadre de cette étude à cause de facteurs incontrôlables.

Faute d'avoir pu mettre en évidence un éventuel mauvais calage de cette courbe par des mesures en hautes eaux, nous ne prendrons pas en compte ce point de mesure et laisserons la courbe de tarage telle qu'elle a été établie par G.FEREOL. En effet, un seul point de mesure en décalage par rapport à la courbe, surtout si il est proche des autres points, n'est pas suffisant pour affirmer que la courbe est fausse.

III-2-1-4) Station « Quincampoix Alleu »

Sur cette station, aucune mesure n'a été effectuée dans le cadre de cette étude. Les conditions météorologiques défavorables n'ont pas permis d'effectuer des mesures dans les conditions hydrologiques souhaitées. Même des mesures effectuées dans les conditions hydrologiques régnant pendant l'étude (basses eaux hivernales) n'aurait pas apporté d'informations supplémentaires, étant donnée la gamme déjà restreinte des débits observés.

III-2-1-5) Conclusions

Pour la plupart des stations, les courbes de tarage n'ont malheureusement pas pu être améliorées de façon significative. Les mesures réalisées au Moulin du Ciret, en corrélation avec celles effectuées par Guillaume FEREOL, ont néanmoins pu montrer que la courbe de tarage établie il y a quatre ans n'est plus à l'ordre du jour, au moins pour la période de faibles débits.

La localisation des stations de jaugeage n'est pas idéale pour tout les cours d'eau. En effet, certaines stations apparaissent comme relativement bien située par rapports aux conditions théoriques optimales, comme c'est le cas pour la station « Chavenay Pont D43 » où la présence du pont et de sa dalle bétonnée rend les mesures de hauteur d'eau et de débits fiables dans la mesure où les conditions de contrôle de la section du pont sur les niveaux d'eau sont stables. Mais pour d'autre stations, ces conditions de contrôle sont régulées par des phénomènes ingérables comme le développement de la végétation (Moulin du Ciret) ou les modifications de hauteur de seuil (Moulin Bariteau). En revanche, la proximité immédiate de la section de jaugeage et de la mesure de hauteur au Moulin Bariteau et au Moulin du Ciret est intéressante et idéale, alors que l'éloignement entre la sonde et les jaugeages sur le Chavenay est plutôt

problématique (il peut y avoir des apports de débits entre les deux). Même si on peut toujours s'arranger avec des formules mathématiques, on gagne en précision à effectuer les mesures à proximité immédiate car on annule pratiquement tous les biais. On ne peut cependant pas oublier que les impératifs pratiques (accessibilité, autorisations, risque de vol, etc.) prennent souvent le dessus, et font que l'on ne peut dans la plupart des cas positionner les stations au « meilleur endroit ».

Notons qu'il serait possible d'établir au Moulin Bariteau plusieurs courbes de tarages distinctes, correspondant chacune à une hauteur précise du seuil en nombre de planches. Mais il faudrait alors s'assurer qu'à chaque hauteur déterminée du seuil corresponde des conditions de contrôle aval précises et stables. Il est à noter également que le segment amont du seuil réalisé sur le drain, pourra constituer une section de jaugeage intéressante quand le seuil sera rectifié définitivement.

III-2-2) Limnigrammes

La **figure 10** représente les hauteurs d'eau mesurées par les sondes et par Monsieur HENNON sur l'année 2004. Les sondes ont connu des périodes de dysfonctionnement qui nous ont conduit à rectifier manuellement les limnigrammes. L'**annexe 3** présente un récapitulatif des rectifications apportées aux différents limnigrammes.

III-2-2-1) Station « Négron HENNON »

Ces données proviennent des mesures effectuées par Monsieur HENNON. Ces hauteurs d'eau ne sont pas des moyennes journalières mais des valeurs instantanées relevées quotidiennement à heure fixe (09h00). Seule l'année 2004 a été représentée sur la figure 10.

III-2-2-2) Station « Négron Moulin Bariteau »

La sonde Orphimède a été mise en service le 26 février 2004. La figure 10 représente les données mesurées jusqu'au 19 novembre 2004. La sonde a connu des dysfonctionnements depuis son installation, ce qui nous a conduit à rectifier les données manuellement (annexe 3). Les périodes d'erreur et les variations

anormales ont été extrapolés linéairement en se rapprochant le plus possible des côtes échelle.

III-2-2-3) Station « Quincampoix Alleu »

Les données s'étendent du 23 janvier au 23 avril 2004. La sonde, de type SAB600LUS avait aussi connu des dysfonctionnements, notamment du fait de l'envasement de l'émetteur-récepteur qui ne fonctionnait alors plus, et des sectionnements de câble par des tiers. Pour résoudre le problème lié à la vase, une solution consisterait à réaliser un dispositif anti-envasement comme présenté à l'annexe 4.

III-2-2-4) Station « Chavenay Moulin Bariteau »

La sonde Orphimède ne fonctionne correctement que depuis le 09 juin 2004. La figure 10 représente les données enregistrées jusqu'au 02 novembre. Là aussi, des dysfonctionnements ont eu lieu et il a alors été nécessaire de paramétrer la sonde régulièrement depuis sa mise en service.

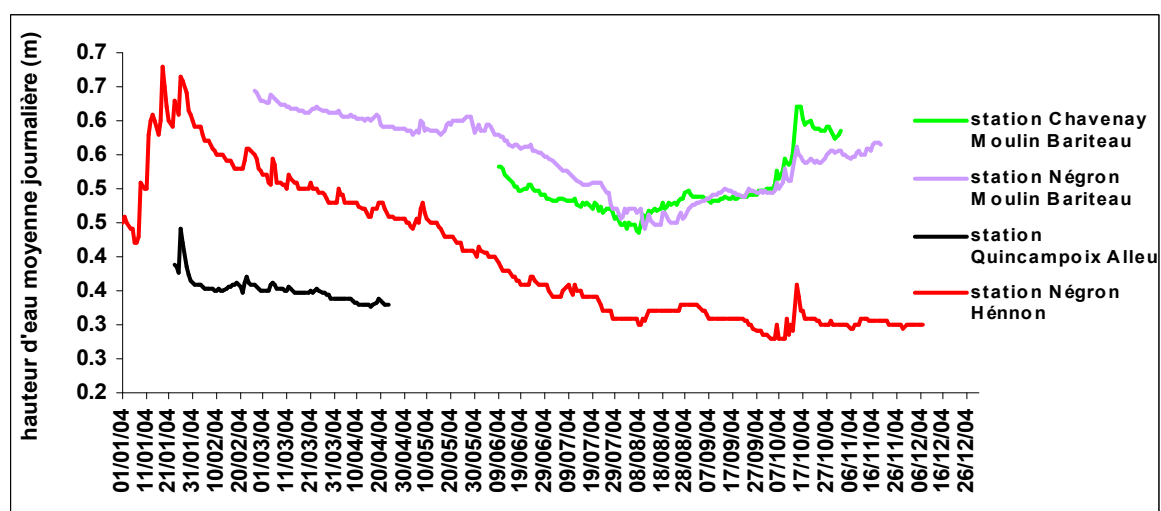


Figure 10 : Limnigrammes du Négron et de ses affluents permanents sur l'année 2004

III-2-2-5) Analyse et exploitation des limnigrammes

Le limnigramme du Quincampoix (sur la fenêtre de temps disponible) est assez bien corrélé avec celui du Négron chez Monsieur HENNON, l'évolution générale est à la décroissance depuis le début du mois de février. Les pointes de hauteur d'eau ont lieu le même jour mais il se peut que des décalages de quelques heures soient observables sur un pas de temps horaire.

Le limnigramme du Chavenay et du Négron au Moulin Bariteau présentent quelques anomalies. En effet, ils augmentent à partir du mois d'août alors que le niveau d'eau chez Monsieur HENNON décroît régulièrement, puis se stabilise à environ 30 cm. Il faut noter que les conditions sur la station Chavenay « Moulin Bariteau » sont difficiles étant donnée l'abondance de végétation herbacée en berges (explosion d'orties à la belle saison) qui influe significativement les hauteurs d'eau sur un cours d'eau étroit comme le Chavenay. Le contrôle aval sur la station « Négron Moulin Bariteau » est assuré par un seuil mobile qui influe également les niveaux d'eau et compromet les données enregistrées.

Le calcul des débits et des débits spécifiques est possible d'après les limnigrammes, les courbes de tarages et les surfaces de sous bassins.

Cependant, pour la station « Chavenay Pont D43 », les données disponibles sont insuffisantes. En effet, la relation hauteur-débit établie au niveau du pont de la D43 n'est pas applicable à la station au Moulin Bariteau où la sonde a été mise en place, les hauteurs d'eau simultanées étant différentes du fait de la différence morphologique des sections d'écoulement. Il serait néanmoins possible d'obtenir un hydrogramme si on pouvait établir une relation de correspondance entre les hauteurs d'eau des deux stations. Mais la période de temps utilisée pour établir la courbe de tarage (du 13 février au 06 mai 2004) ne correspondant pas à la période de mesure de la sonde (à partir du 09 juin 200), il est alors impossible de savoir à quelle hauteur d'eau à la station limnigraphique correspond la hauteur à la station de jaugeage. De plus, il se peut que cette relation de hauteur ne soit pas une relation simple de type linéaire, logarithmique ou exponentielle, et qu'elle soit par conséquent difficile voire impossible à établir avec suffisamment de précision.

Les résultats du calcul des débits et des débits spécifiques sont représentés respectivement sur les **figures 11 et 12** suivantes.

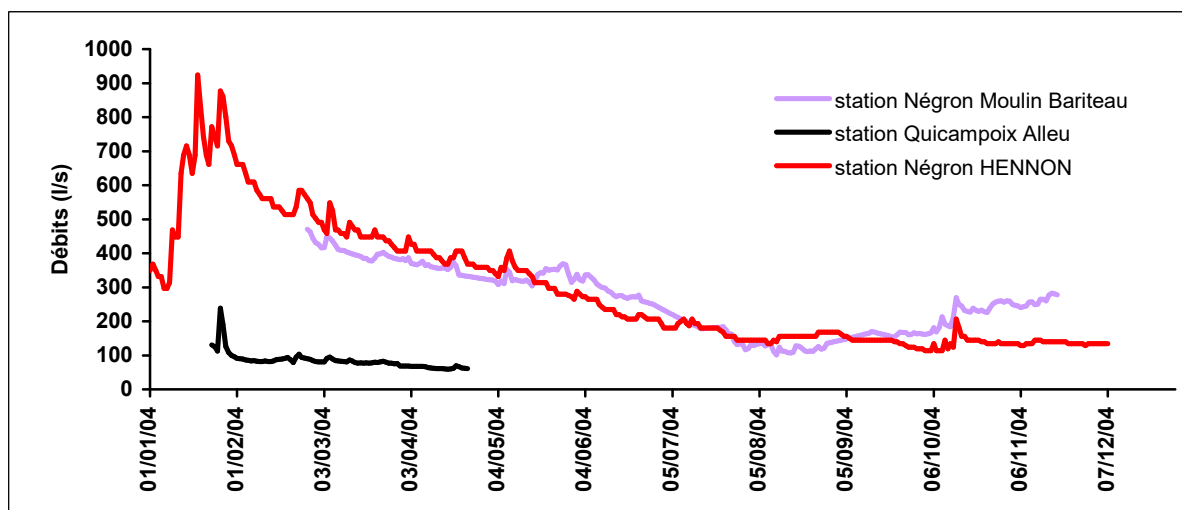


Figure 11 : Hydrogrammes du Négron (2 stations) et du Quincampoix sur l'année 2004

Les hydrogrammes de la **figure 11** montrent logiquement les mêmes évolutions générales que les limnigrammes puisque leur établissement est basé dessus.

On voit d'abord que le débit du Quincampoix est nettement inférieur à celui du Négron. Ensuite, on observe que le débit du Négron est du même ordre de grandeur en entrée et en sortie du marais. Ceci s'explique par le fait qu'entre les deux stations étudiées, le Négron reçoit les eaux du Chavenay en amont du marais mais qu'au cours de sa traversée dans le marais, une partie du débit est captée et exportée hors du Négron via le drain principal. Les débits du Chavenay et du drain étant du même ordre de grandeur, on retrouve alors pratiquement les mêmes débits sur les deux stations.

Cependant, une alternance est visible : le débit chez Monsieur HENNON est tantôt inférieur tantôt supérieur à celui au Moulin Bariteau. Ceci pourrait s'expliquer par la fluctuation de la différence de niveau d'eau au cours de l'année entre le Négron et le drain, qui fait varier les forces hydrostatiques et donc les débits d'infiltrations du Négron vers le drain. De plus, à partir d'un certain niveau d'eau, le Négron se déverse dans le drain via le déversoir latéral, ce qui augmente encore les différences de débits entre les deux stations. Cette alternance logique ne trouve cependant pas sa place dans les hydrogrammes établis. En effet, on devrait alors avoir à la station « Négron HENNON » des débits plutôt inférieurs en période de HE et vice versa, ce qui n'est pas très évident sur la figure 11.

Ainsi, faute d'autre(s) explication(s) plausible(s), on admettra que les variations observées sont le fruit d'erreurs de mesures (et notamment d'un mauvais calage des courbes de tarage sur les deux stations) et/ou des dysfonctionnements de la sonde au Moulin Bariteau.

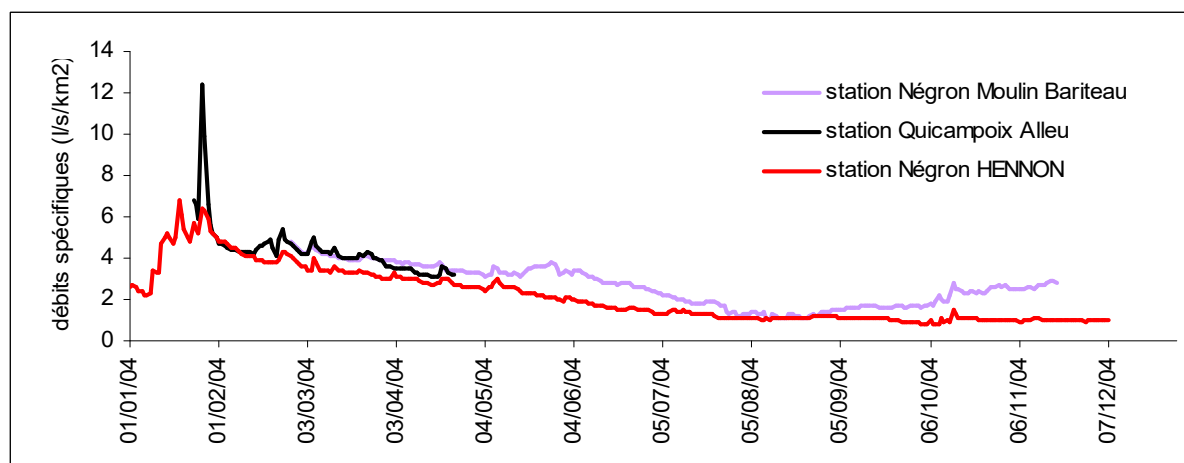


Figure 12 : spécifiques du Négron (2 stations) et du Quincampoix sur l'année 2004

La **figure 12** montre que les débits spécifiques du Quincampoix et du Négron au Moulin Bariteau sont quasiment identiques. On peut donc en conclure que ces deux bassins ont un fonctionnement hydrologique comparable, et en l'occurrence qu'ils génèrent le même débit par unité de surface. De plus, on observe que le débit spécifique du Négron chez Monsieur HENNON est légèrement inférieur à celui au Moulin Bariteau. En effet, théoriquement pour un bassin donné le débit spécifique diminue d'amont en aval, ce qui est essentiellement dû au fait que les pentes diminuent et que le climat s'adoucit, modifiant ainsi la nature et les caractéristiques des sols et de la végétation et influant en conséquence les paramètres du bilan hydrologique (infiltration, ruissellement, évapotranspiration, etc.). Dans notre cas, étant donné la faible différence d'altitude entre la source et l'exutoire, on peut considérer que ce phénomène est dû seulement à la diminution très progressive des pentes.

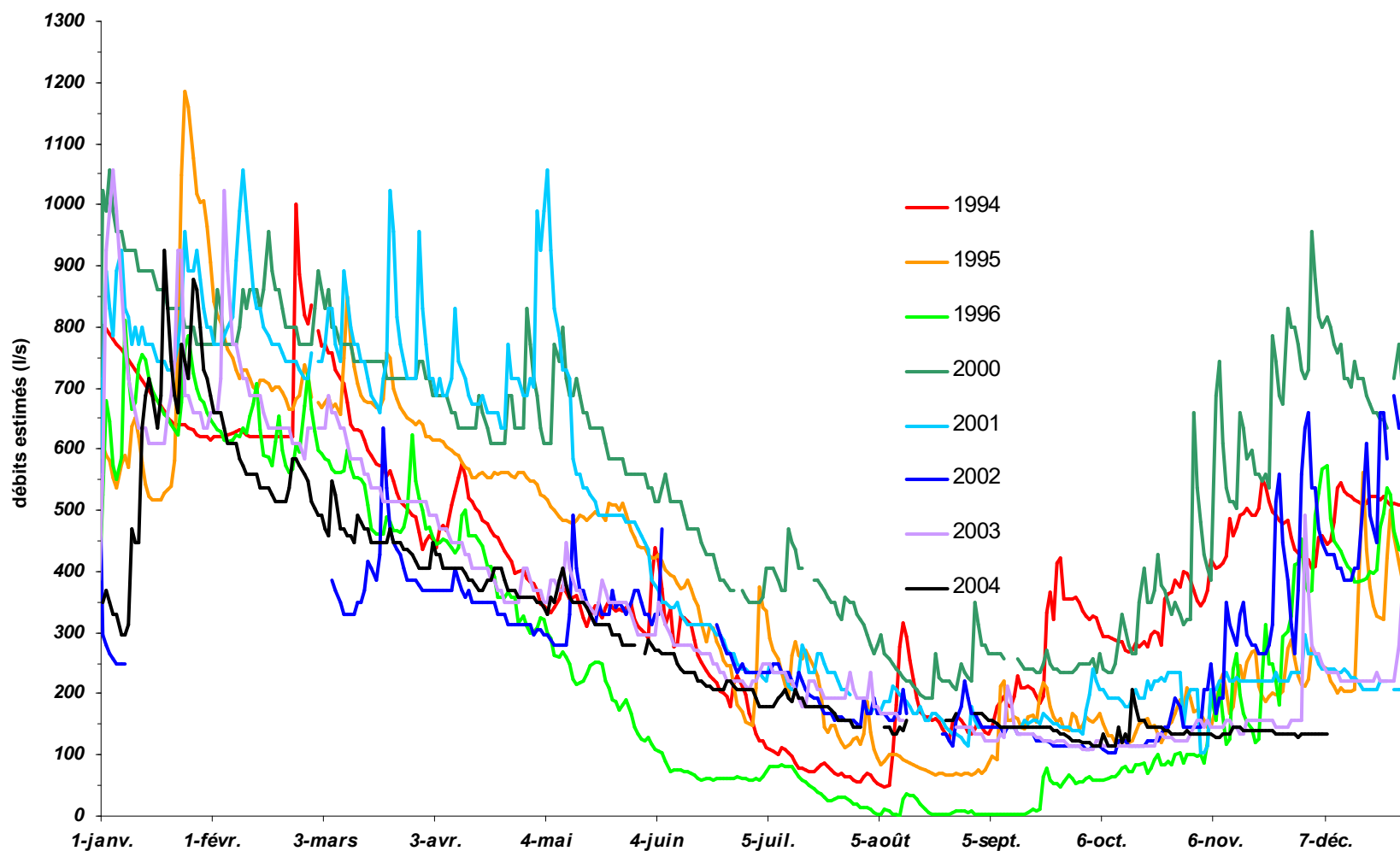


Figure 13 : Superposition des hydrogrammes des années 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004 au niveau de La Roche Clermault (station "Négron HENNON")

III-2-3) Etude des écoulements du Négron au niveau de La Roche Clermault sur huit années

III-2-3-1) Reconstitution des hydrogrammes

Les chroniques de débits du Négron au niveau de La Roche Clermault ont pu être reconstituées sur les années 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004. Cette reconstitution a été possible grâce aux données des différents travaux d'études réalisés sur ce site depuis de nombreuses années.

Nous préciserons tout d'abord que dans le cadre de cette partie de l'étude, les débits étudiés sont pris à la station « Négron HENNON », que l'on peut considérer comme se trouvant à la sortie du marais (figure 7). Cependant, il faut noter que cette station se situe avant la confluence avec le Quincampoix et donc que la contribution des écoulements de cet affluent n'est pas prise en compte.

Comme vu précédemment, les hydrogrammes des années 1994, 1995 et 1996 ont été établis au droit du lieu dit « Moulin La Voie », correspondant à peu de chose près à l'exutoire du bassin. Cette station de mesure correspond à une surface drainée de 162 km² (**BELLEMLIH, 1999**). Les hydrogrammes des années 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004, quant à eux, ont été établis au droit de la station « Négron HENNON », correspondant à une surface drainée de 136,4 km² (**FEREOL, 2004**), comme indiqué dans le tableau 3. Pour pouvoir les comparer et les analyser, il faut rapporter les débits mesurés à une même station, en l'occurrence la station « Négron HENNON ». Etant donné la morphologie et la géologie similaires entre ces deux stations et leur proximité géographique, on peut alors considérer que les débits observés sont proportionnels à la surface drainée (débits spécifiques supposés identiques). Ainsi, on a pu calculer, pour les années 1994, 1995 et 1996, les débits transitant au niveau de La Roche Clermault, en appliquant aux mesures à l'exutoire un facteur multiplicatif correspondant au rapport des surfaces drainées :

$$Q_{\text{Hennon}} = Q_{\text{exutoire}} \cdot (S_{\text{Hennon}} / S_{\text{exutoire}})$$

Les résultats sont présentés dans la **figure 13**.

III-2-3-2) Analyse des débits

Les **figures 13 et 14** permettent de confirmer le régime hydrologique du Négron. En effet, on observe bien un régime simple (selon la classification de **PRADE, 1933**). On ne note qu'une seule alternance annuelle de hautes et basses eaux. Ce régime simple est de type pluvial océanique, où les hautes eaux (notées HE ; période durant laquelle les débits sont supérieurs au module, coefficient de débit supérieur à 1) ont lieu en hiver, et les basses eaux (notées BE ; période durant laquelle les débits sont inférieurs au module, coefficient de débit inférieur à 1) ont lieu en été.

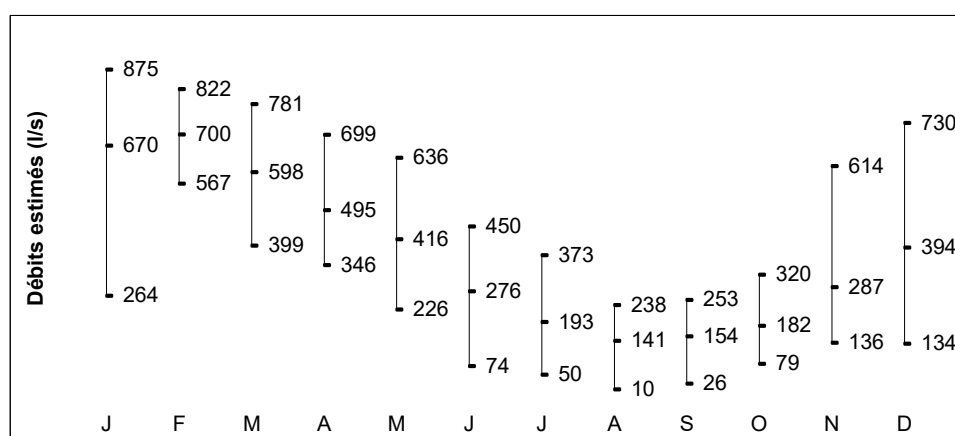


Figure 14 : Débits moyens mensuels sur la base des huit années (2763 mesures).

Tableau 5 : Données mensuelles des débits moyens du Négron à la station « Négron HENNON » au cours des années 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004. (**OUBELKASSE, 1998-JAFFRE, 2003-FEREOL-2004**).

	1994	1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004	moy	max	min
J	691	711	676	875	811	264	723	606	670	875	264
F	667	723	625	822	809	NC	686	567	700	822	567
M	606	688	527	757	781	399	566	457	598	781	399
A	464	574	407	664	699	346	413	390	495	699	346
M	339	491	226	636	620	336	355	328	416	636	226
J	269	314	74	450	311	289	264	232	276	450	74
J	86	212	50	373	231	199	212	178	193	373	50
A	150	85	10	238	166	166	165	150	141	238	10
S	248	151	26	253	148	130	131	143	154	253	26
O	318	150	79	320	205	128	120	136	182	320	79
N	456	210	215	614	211	303	151	136	287	614	136
D	499	319	439	730	246	520	265	134	394	730	134
moy	399	386	279	561	437	280	337	288	372	561	279
max	691	723	676	875	811	520	723	606			
min	86	85	10	238	148	128	120	134			

HE
 BE

Le **tableau 5** représente les données mensuelles des débits moyens du Négron à la station « Négron HENNON » au cours des années 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004. Le module interannuel, calculé sur la base des valeurs moyennes mensuelles mesurées, est de 372 l/s. Ainsi, sachant que la surface drainée est de 136,4 km², on obtient un débit spécifique annuel moyen de 2,7 l/s/km². Cette valeur est très faible, en effet, on remarque que pour les cours d'eau de plaine, cette valeur est généralement comprise entre 5 et 10 l/s/km², et qu'elle peut monter jusqu'à 50 pour les petits bassins drainant les monts les plus élevés des Alpes ou des Pyrénées. Cette faible valeur est à mettre en relation avec les faibles pentes des cours d'eau et la nature poreuse des terrains géologiques. On distingue dans le tableau 5 les périodes annuelles de hautes et basses eaux par rapport au module annuel correspondant. On remarque alors une variabilité de l'étendue des périodes de hautes et de basses eaux d'une année à l'autre (caractéristique d'un régime pluvial océanique), tout comme elle est visible sur la **figure 17**, qui prend en compte le module interannuel de 372 l/s. En période de HE, le maximum se déplace de quelques jours à plus d'un mois (**figure 13**). En moyenne, sur les huit années de suivi des débits, on peut dire que les HE ont lieu de décembre à mai de l'année suivante et les BE de juin à novembre de la même année (**figure 14**).

Le **tableau 6** et la **figure 15** représente les débits classés du Négron, valeurs calculées sur la base des débits journaliers sur les huit années d'observation.

Tableau 6 : Débits classés du Négron calculés sur les huit années (2673 mesures).

		Fréquence au dépassement (Fd)												
	MIN	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%	MAX	MOY
Q (l/s)	1	722	628	562	513	406	331	249	206	174	150	114	1185	378

Les débits journaliers du Négron sont compris entre 1 l/s (atteint le 10 août 1996) et 1185 l/s (atteint le 24 janvier 1995). La médiane, débit atteint ou dépassé la moitié de l'année (Fd = 50%), vaut 331 l/s. Le premier quartile (Fd = 25%) vaut 562 l/s, et le second quartile (Fd = 75%) 174 l/s. Le module interannuel ainsi calculé est de 378 l/s, ce qui est quelque peu différent de celui du tableau 5 (372 l/s) car le calcul se fait sur les données moyennes journalières, ce qui est plus

précis que de se baser sur les données moyennes mensuelles. La différence n'est pas très importante et nous ne prendrons pas en considération cette différence.

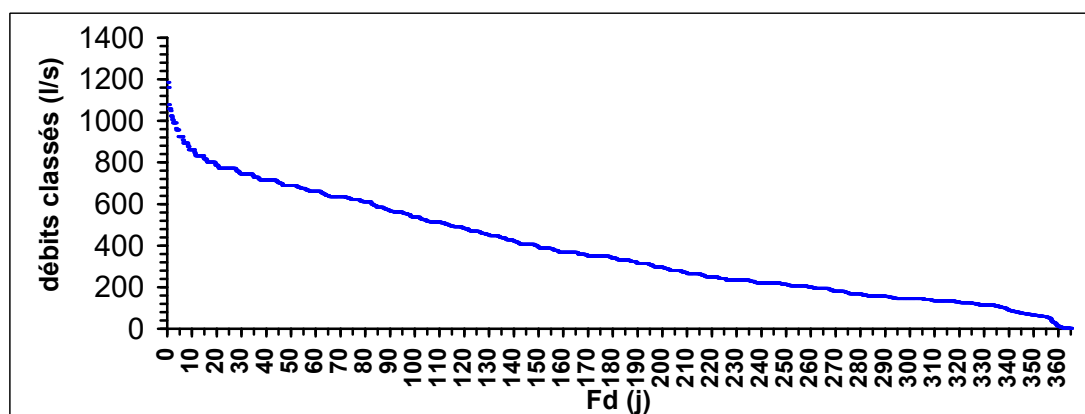


Figure 15 : Courbe des débits classés sur les huit années (2763 mesures).

L'année la plus sèche, en moyenne, est l'année 1996 (**figure 16**) avec un module de 279 l/s et un débit moyen mensuel minimal de 10 l/s atteint en août. L'année 2004 est également sèche avec un module de 288 l/s et un minimum de 134 l/s atteint en décembre du fait des faibles précipitations durant le second semestre, qui a rendu impossible la réalisation de points de tarage de la station en hautes eaux. L'année la plus humide est l'année 2000, avec un module de 561 l/s (bien supérieur au module interannuel de 372 l/s) et un débit moyen mensuel maximal de 875 l/s atteint en janvier. Il est à noter l'absence de données de débits (NC) durant tous le mois de février 2002, ce qui fait baisser le module et le débit moyen mensuel maximal. En effet, le maximum est anormalement bas comparé aux autres valeurs maximales (exceptées les années 1996 et 2004 qui sont les plus sèches).

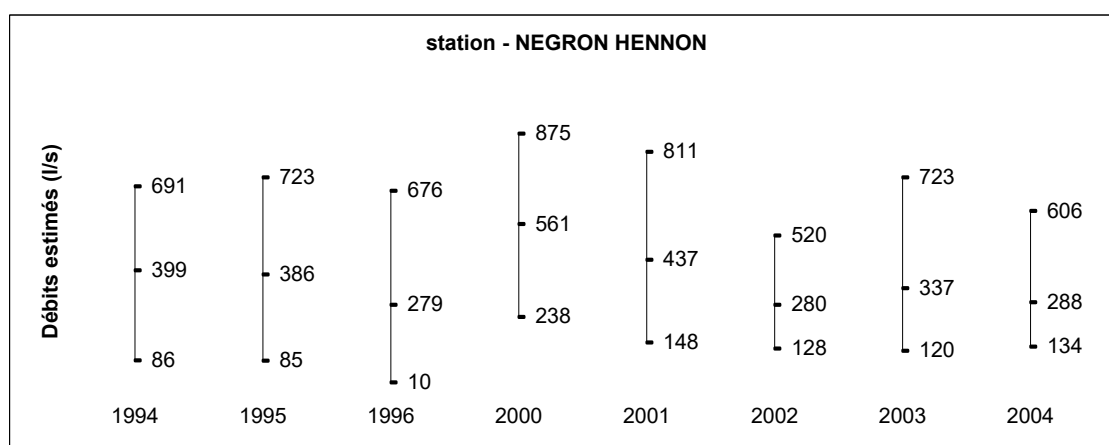


Figure 16 : Débits moyens annuels sur la base des huit années (2763 mesures).

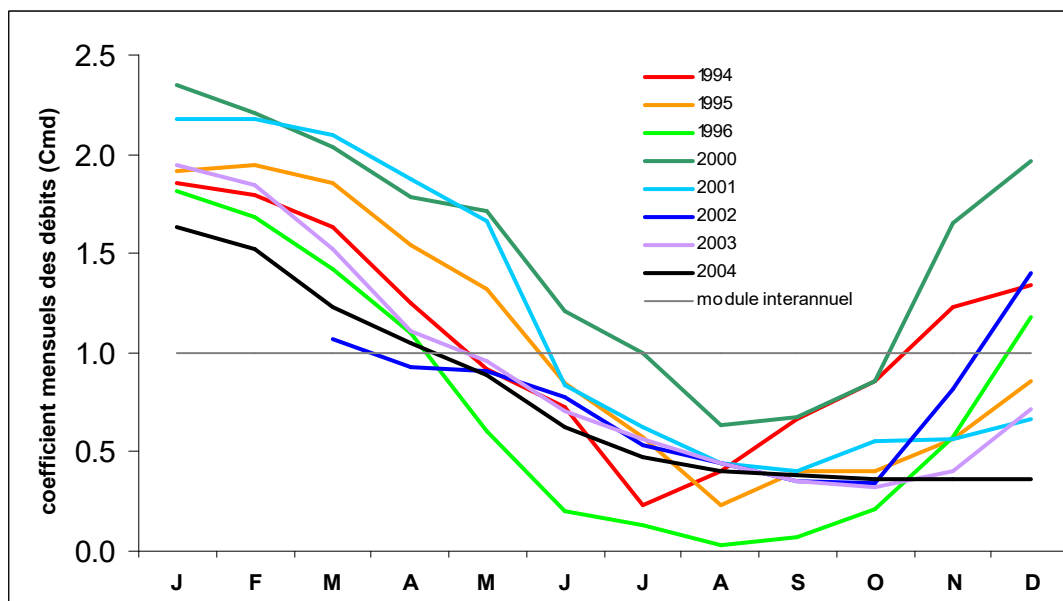


Figure 17 : Evolution du coefficient mensuel de débits au cours des huit années

La **figure 18** représente l'évolution des précipitations moyennes journalières et du débit du Négron à la station « Négron HENNON » pour l'année hydrologique 2002/2003, pour laquelle nous possédons le maximum de données.

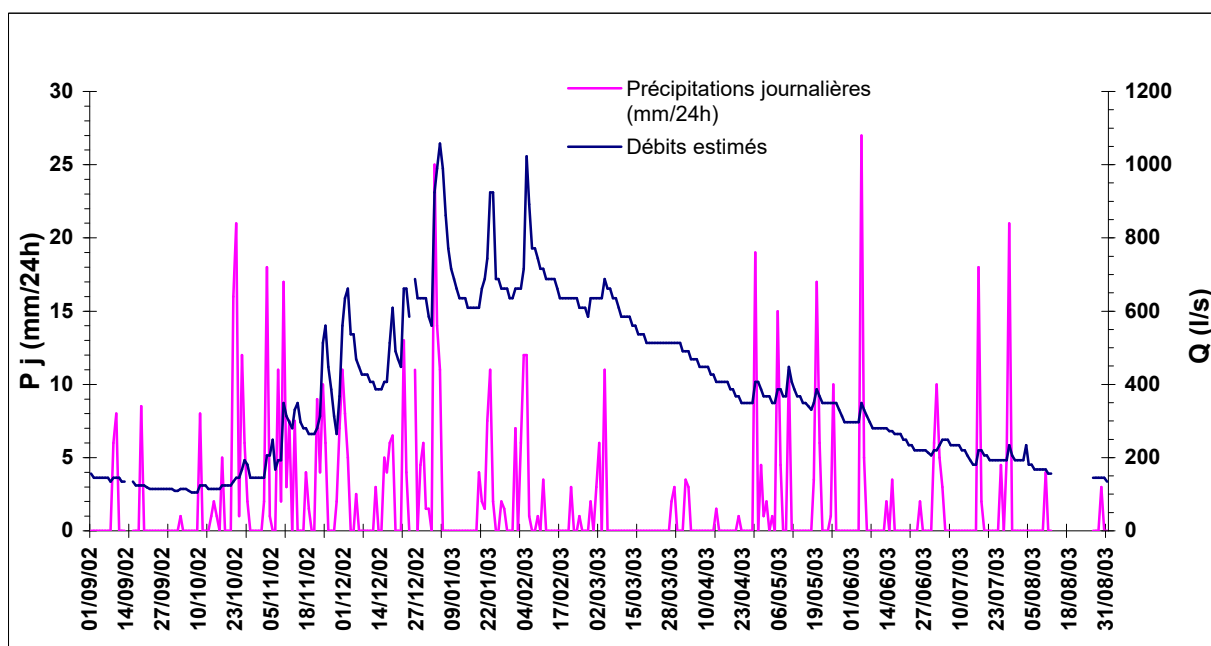


Figure 18 : Hydro-hyétogramme à la station "Négron HENNON" au cours de l'année hydrologique 2002/2003.

On voit sur la figure 18 que la réponse du Négron aux précipitations est d'intensité variable en fonction de l'époque de l'année.

En période de hautes eaux, les sols sont gorgés d'eau du fait des pluies répétées. Les eaux de pluies ne peuvent pas s'infiltrer et ruissellent en direction du cours d'eau. La réponse est donc plus intense en hiver comme c'est visible sur le graphique (les pics de crue sont plus hauts). En période de basses eaux, les sols sont plus secs et les pluies peuvent s'infiltrer. La quantité d'eau ruisselée est donc proportionnellement plus faible en été et les pics de crue sont alors moins élevés qu'en hiver, pour un épisode pluvieux comparable (intensité et durée). Ce phénomène est visible pour toutes les années observées.

Conclusion

L'année 2004 a été relativement sèche. Les faibles précipitations automnales et hivernales n'ont pas été suffisantes pour réalimenter les rivières et les débits des cours d'eau dans le bassin du Négron ont diminué régulièrement depuis le mois de février, jusqu'à atteindre quasiment un débit d'étiage en décembre, près de trois fois inférieur à la moyenne mensuelle. Un des objectifs de cette étude était de réaliser des jaugeages dans la gamme de débit non explorée, c'est-à-dire en période de hautes eaux, afin de mieux caler les courbes de tarages du Négron et de ses affluents permanents en entrée et en sortie du marais de Taligny. Mais à cause de ces conditions atmosphériques particulières, il n'a malheureusement pas été possible d'atteindre cet objectif.

Cependant, l'étude a pu montrer que la courbe de tarage réalisée sur le Négron au lieu dit «Le Moulin du Ciret» au cours des années 2000 et 2001 a été modifiée, et qu'elle n'est sans doute plus valable à l'heure d'aujourd'hui.

L'exploitation des données des sondes limnimétriques et des courbes de tarage a permis de mettre en évidence le fonctionnement hydrologique du marais, en étroite relation avec les aménagements hydrauliques qu'il a subit dans les années 70. L'impact du drain est alors évident : il diminue les temps de séjour et exporte hors du marais une quantité d'eau non négligeable, surtout en période de hautes eaux. Néanmoins, la précision générale des mesures effectuées par les sondes limnimétriques ne nous permet pas à l'heure actuelle de statuer de façon claire et précise. En effet, de nombreux dysfonctionnements sont apparus depuis leur mise en service, entre les problèmes d'envasement des capteurs et de modification du paramétrage, en passant par les actes de vandalisme.

Aussi, dans le cadre de cette étude, des hypothèses permettant d'expliquer les dérives observées ont été émises et des solutions proposées. Ce travail a en effet pu mettre en évidence que les emplacements choisis pour l'installation des stations de mesures ne sont pas idéaux, mais les impératifs pratiques prennent souvent le pas sur les conditions de mesures optimales théoriques.

Pour finaliser ce travail, il faudrait alors continuer les jaugeages afin d'en réaliser dans des conditions hydrologiques permettant d'apporter les améliorations supplémentaires aux courbes de tarage. Il serait également utile de revoir, dans la mesure du possible, la situation des équipements de mesures. Ainsi, j'ai l'espoir que ce travail constituera une base de données potentielle pour la poursuite des recherches.

Références bibliographiques

ALCAYDE G., COUBES L., MACAIRE J.J., 1989. *Carte géologique de la France à 1/50000.* Feuille Loudun n°513 et notice, 33 p. BRGM éd., Orléans.

BELLEMLIH S., 1999. *Stocks particuliers holocène et bilans de matières dissoutes dans un bassin fluvial en domaine sédimentaire : le bassin du Négron, sud ouest du Bassin Parisien, France.* Thèse de doctorat à l'Université de Tours. 320 p. + annexes.

BOUTIN D., FROGER D., RASSINEUX J., 1990. *Carte pédologique de la France à 1/50000.* Feuille Loudun et notice, 325 p., INRA éd.

Direction Régionale de l'Environnement Rhône-Alpes, Services de l'Eau et des Milieux Aquatiques., 1999. *BAREME Version 3.0. Guide de l'utilisateur.* 70 p. + annexes.

FEREOL G., 2004. *Etude des écoulements du Négron dans sa partie aval (Indre-et-Loire).* Stage de Maîtrise des Sciences de l'Environnement, option : Aménagements des cours d'eau à l'Université de Tours. 39 p. + annexes.

JAFFRE C., 2003. *Interactions solides-solutions dans une zone humide à tourbe : le marais de Taligny (France).* Thèse de doctorat à l'Université de Tours. 230 p. + annexes.

LEBIDEAU L., 1996. *Mécanismes de dénitrification de la nappe de l'oxfordien supérieur au droit du site de Beuxes (Vienne).* Thèse de doctorat à l'Université de Poitiers. 329 p.

MACAIRE J.J., BELLEMLIH S., DI-GIOVANNI C., DE LUCA P., VISET L., BERNARD J., 2002. *Sediment yield and storage variations in the Négron river catchment (south western Parisian Basin, France) during the Holocene period.* Earth Surface and Landform **27**(9) : 991-1009.

OUBELKASSE M., 1998. *Bilans des exportations de matières dissoutes d'un cours d'eau sous influence agricole : le Négron, sud ouest du Bassin Parisien, France.* Thèse de doctorat à l'Université de Tours. 147 p. + annexes.

PLES N., 1996. *Etude diagnostic du marais de Taligny.* Stage de Maîtrise des Sciences de l'Environnement en Géotechnologie environnementale à l'Université de Tours. 33 p. + annexes.

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Principe de calcul du débit par la méthode d'exploration du champ vitesse et exemple de jaugeage

ANNEXE 2 : Principe d'exploitation du logiciel ARC VIEW.

ANNEXE 3 : Récapitulatif des rectifications apportées aux différents limnigrammes.

ANNEXE 4 : Dispositif anti-envasement pour sonde SAB600LUS. (DIREN Centre, Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques – Division hydrologie, Equipe de Tours).

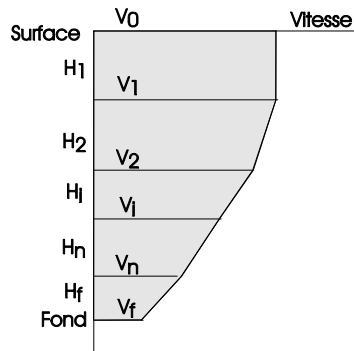
ANNEXE 1

Principe de calcul du débit par la méthode d'exploration du champ vitesse et exemple de jaugeage

Direction Régionale de l'Environnement Rhône-Alpes, Services de l'Eau et des Milieux Aquatiques, 1999.

Calcul du P.U. d'une verticale

1 - Verticale traitée point par point



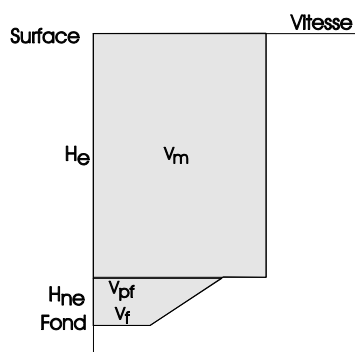
$$PU = \left(\sum_1^n H_i * (V_{i-1} + V_i) / 2 \right) + H_f * (V_n + V_f) / 2$$

Avec : $V_0 = V_1$

Avec : $V_f = (2 * k_f - 1) * V_n$

k_f : coefficient de fond compris entre 0.5 ($V_f = 0$) et 1 ($V_f = V_n$)

2 - Verticale traitée par intégration



H_e : Hauteur explorée

H_{ne} : Hauteur non explorée

V_m : Vitesse moyenne sur H_e

V_{pf} : Vitesse à proximité du fond

V_f : Vitesse au fond

K : Coefficient souvent compris entre 0.65 et 0.75

k_f : Coefficient de fond

$$PU = H_e * V_m + H_{ne} * (V_{pf} + V_f) / 2$$

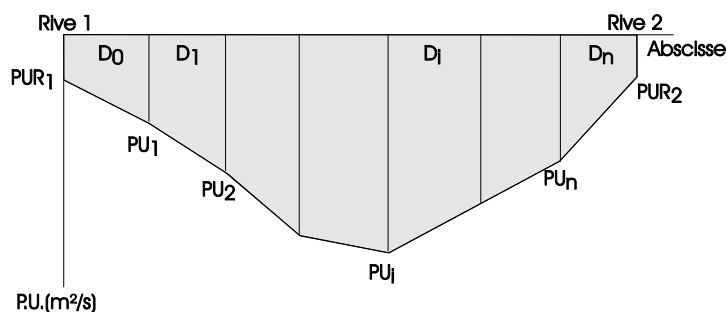
Avec : $V_f = (2 * k_f - 1) * V_{pf}$

et : V_{pf} = Vitesse effectivement mesurée (à proximité du fond)

ou

$$V_{pf} = K * V_m$$

Calcul du débit



Soit :

PUR_1 : PU de la rive 1

PUR_2 : PU de la rive 2

Kr_1 : Coefficient de rive 1

Kr_2 : Coefficient de rive 2

Pr_1 : Profondeur rive 1

Pr_2 : Profondeur rive 2

P_1 : Profondeur de la verticale 1

P_n : Profondeur de la verticale n

$$PUR_1 = PU_1 * Pr_1 * (2 * Kr_1 - 1) / P_1$$

$$PUR_2 = PU_n * Pr_2 * (2 * Kr_2 - 1) / P_n$$

$$DEBIT = \left(\sum_1^{n-1} D_i * (PU_i + PU_{i+1}) / 2 \right) + D_0 * (PUR_1 + PU_1) / 2 + D_n * (PU_n + PUR_2) / 2$$

Négron à négron-bariteau (K11111111)

Jaugeage du 07/12/2004 10:50

Périmètre mouillé (m)	Largeur au miroir (m)	Vitesse Moyenne (m/s)	Vitesse Maxi (m/s)	Section (m²)	Débit (m³/s)	Cote Echelle
5.12	4.70	0.10	0.28	1.30	0.127	50.0

Toutes les abscisses, hauteurs, profondeurs, ... qui suivent sont exprimées en cm.
Pour les verticales de type 'point par point', le zéro est compté à partir du fond, et les mesures se font en montant.

SECTION NUMERO 1

Nb verticales	Abs Rive1	Prof Rive1	Coef Rive1	Abs Rive2	Prof Rive2	Coef Rive2	Vmoy(m/s)	Section (m²)	Débit (m³/s)
12	60	0	0.67	530	31.5	0.67	0.097	1.30	0.127

Verticale 1

Abscisse : 70
Hauteur totale : 16.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m³/s) : 0.003

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
15.5	0	0.02

Verticale 2

Abscisse : 100
Hauteur totale : 17.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m³/s) : 0.003

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
11.5	0	0.02
14.5	0	0.02

Verticale 3

Abscisse : 120
Hauteur totale : 21
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m³/s) : 0.009

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
8	2	0.03
15	7	0.07
17	6	0.06
19	5	0.05

Verticale 4

Abscisse : 160
Hauteur totale : 27.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m³/s) : 0.024

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
5.5	0	0.02
9.5	10	0.09
14.5	12	0.11
16.5	12	0.11
18.5	16	0.14
20.5	13	0.12
22.5	12	0.11
24.5	14	0.13

Verticale 5

Abscisse : 200
Hauteur totale : 28.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m³/s) : 0.046

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
4.5	12	0.11
6.5	15	0.13
10.5	18	0.16
14.5	21	0.18
17.5	22	0.19
20.5	24	0.21
23.5	24	0.21
26.5	26	0.23

Verticale 6

Abscisse : 240
Hauteur totale : 27
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m³/s) : 0.048

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
3	15	0.13
5.5	14	0.13
10.5	21	0.18
14.5	23	0.20
18.5	24	0.21
20.5	27	0.23
22.5	29	0.25
24.5	28	0.24

Verticale 7

Abscisse : 280
Hauteur totale : 26.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m³/s) : 0.057

Haut	trs	V (m/s)
2.5	16	0.14
5.5	20	0.17
8.5	21	0.18
11.5	26	0.23
15.5	28	0.24
18.5	31	0.27
21.5	29	0.25
23.5	32	0.28

Verticale 8

Abscisse : 320
Hauteur totale : 27.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m³/s) : 0.051

Haut	trs	V (m/s)
2.5	15	0.13
8.5	20	0.17
13.5	24	0.21
17.5	24	0.21
20.5	24	0.21
23.5	27	0.23
25.5	27	0.23

Négron à négron-bariteau (K111111111) Jaugeage du 07/12/2004 10:50

Verticale 9

Abscisse : 360
Hauteur totale : 29
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°
Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m²/s) : 0.043

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
4	10	0.09
7	16	0.14
12	20	0.17
16	21	0.18
20	20	0.17
23	21	0.18
26	23	0.20

Verticale 10

Abscisse : 400
Hauteur totale : 35.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°
Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m²/s) : 0.023

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
5.5	0	0.02
10.5	2	0.03
15.5	8	0.08
19.5	9	0.09
23.5	10	0.09
31.5	10	0.09

Verticale 11

Abscisse : 440
Hauteur totale : 34.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°
Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m²/s) : 0.007

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02
9.5	0	0.02
30.5	0	0.02

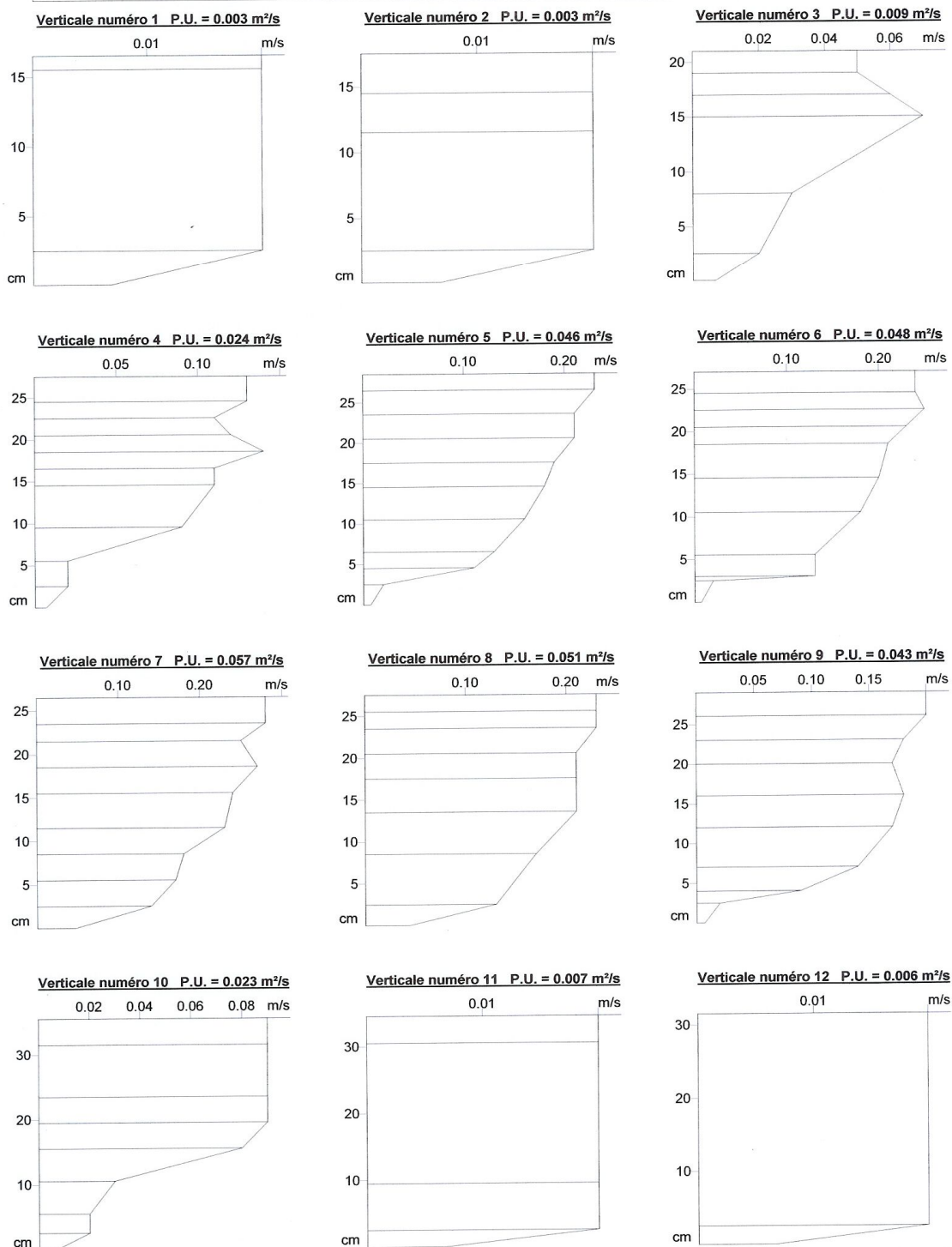
Verticale 12

Abscisse : 480
Hauteur totale : 31.5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°
Temps de mesure : 30s
Moulinet : 3-169528

P.U. (m²/s) : 0.006

Haut	trs	V (m/s)
2.5	0	0.02

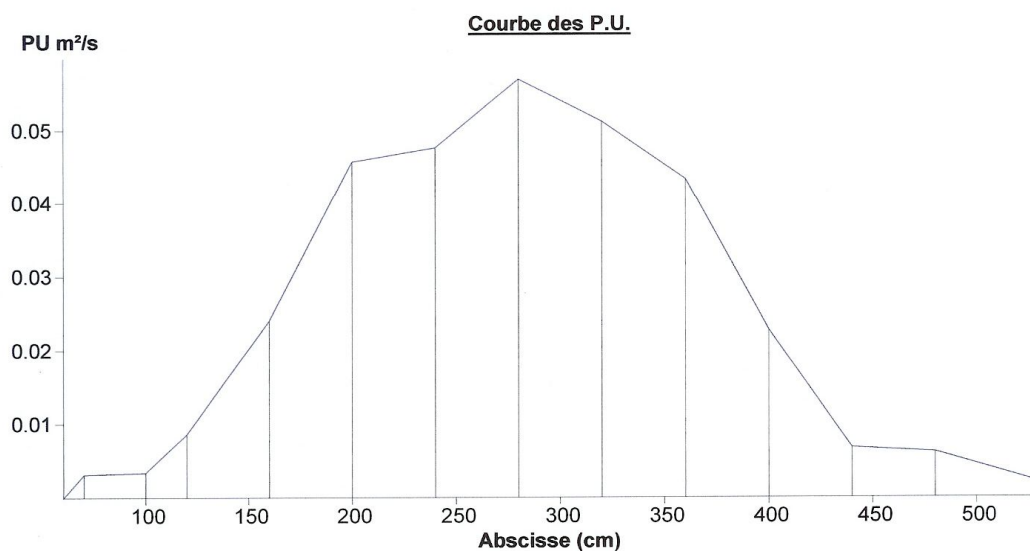
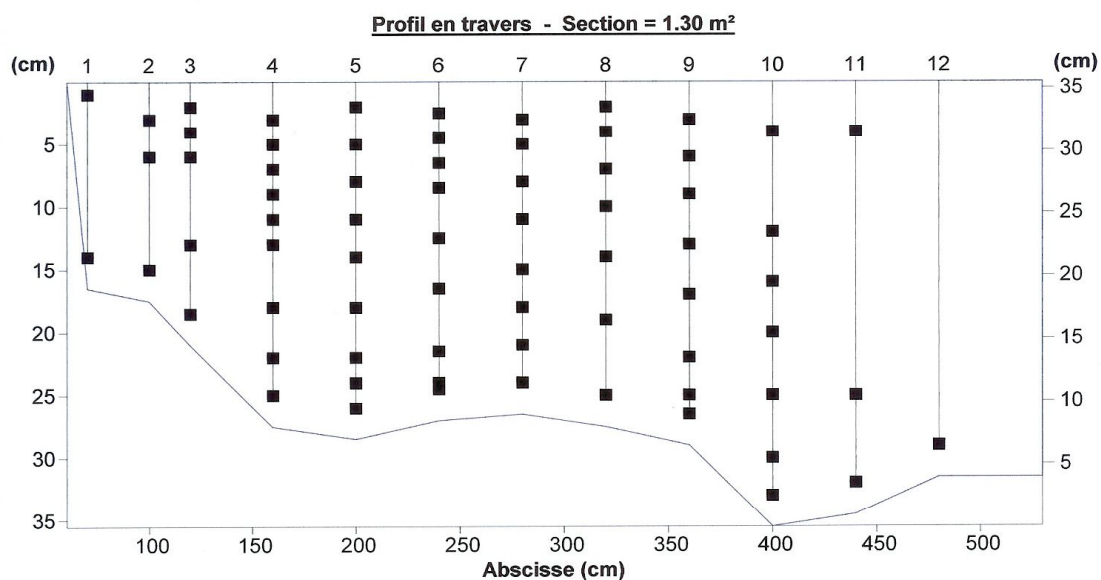
Négron à négron-bariteau (K11111111)
Jaugeage du 07/12/2004 10:50 - Profils des verticales



- 06/02/2005

Négron à négron-bariteau (K11111111)
Jaugeage du 07/12/2004 10:50 - Section(s) de mesures

Section numéro 1 Débit = 0.127 m³/s Vitesse moyenne = 0.10 m/s



ANNEXE 2

Principe d'exploitation du logiciel ARC VIEW®

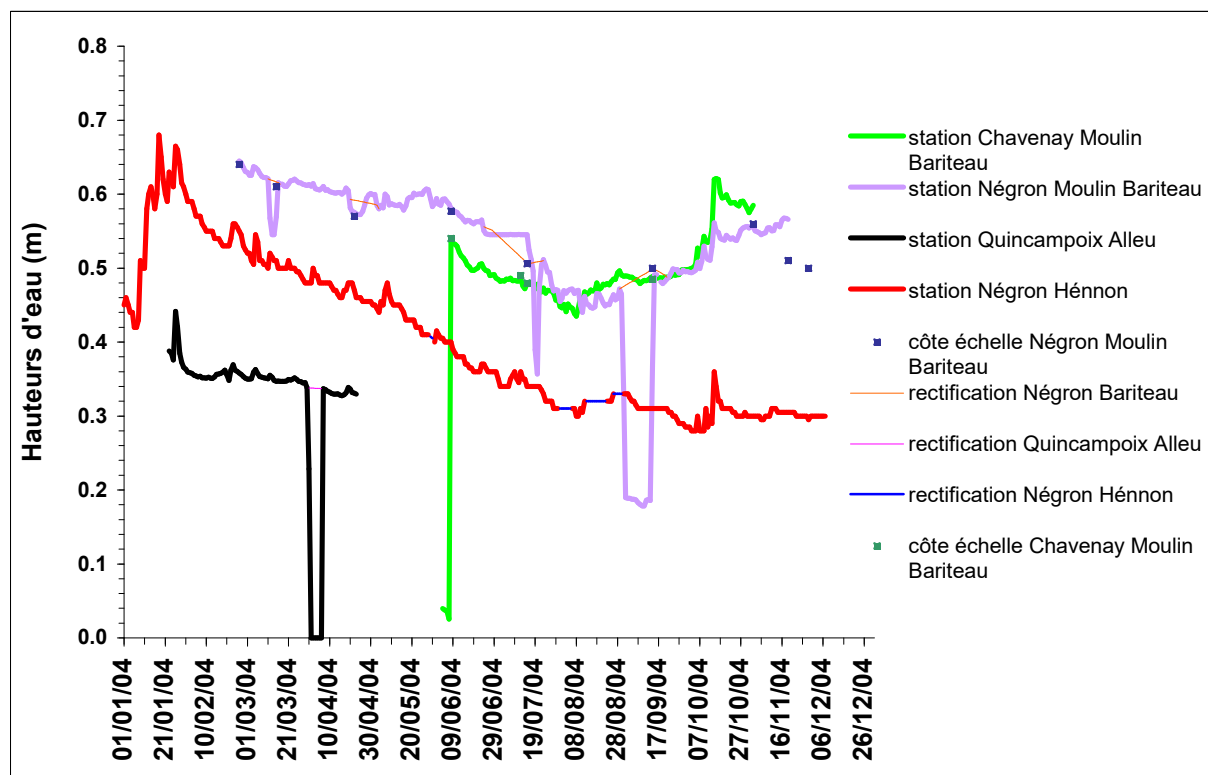
Le MNT est établi à partir de points de mesures topographiques, chacun étant caractérisé par ses positions longitudinales (X) et latitudinales (Y), exprimées en mètres dans le système de coordonnées Lambert II, et par sa position altitudinale (Z), exprimée en mètres dans le système d'altitude NGF 69. Un point de mesure topographique (X ; Y ; Z) a été effectué tout les 50 mètres dans le sens des X et des Y, afin d'obtenir un réseau de maille 50m * 50m.

Dans ce réseau, quatre points de mesures juxtaposés délimitent alors une unité de surface réelle de 2500m². Chaque unité de surface réelle est représentée par un pixel dans le MNT et l'ensemble des quatre coordonnées (X ; Y ; Z) permet de déterminer, pour chaque pixel, sa surface (2500m²), son altitude moyenne, sa pente et la direction de cette pente dans l'espace. Ainsi, les données relatives à chaque pixel permettent d'obtenir des grilles contenant un type d'information défini, comme par exemple la direction de l'écoulement (Flow direction), ou le cumul d'écoulement (Flow accumulation).

Ces grilles d'information permettent alors de localiser le réseau hydrographique, par recherche des pixels ayant les valeurs de cumul d'écoulement les plus élevées. Elles permettent aussi de délimiter les bassins versants, par recherche de tous les pixels dont la direction de l'écoulement garanti, de proche en proche, l'écoulement des eaux vers le pixel localisant l'exutoire choisi. Pour obtenir la surface du bassin considéré, on multiplie le nombre de pixel ainsi mis en évidence par 2500m².

ANNEXE 3

Récapitulatif des rectifications apportées aux différents limnigrammes.

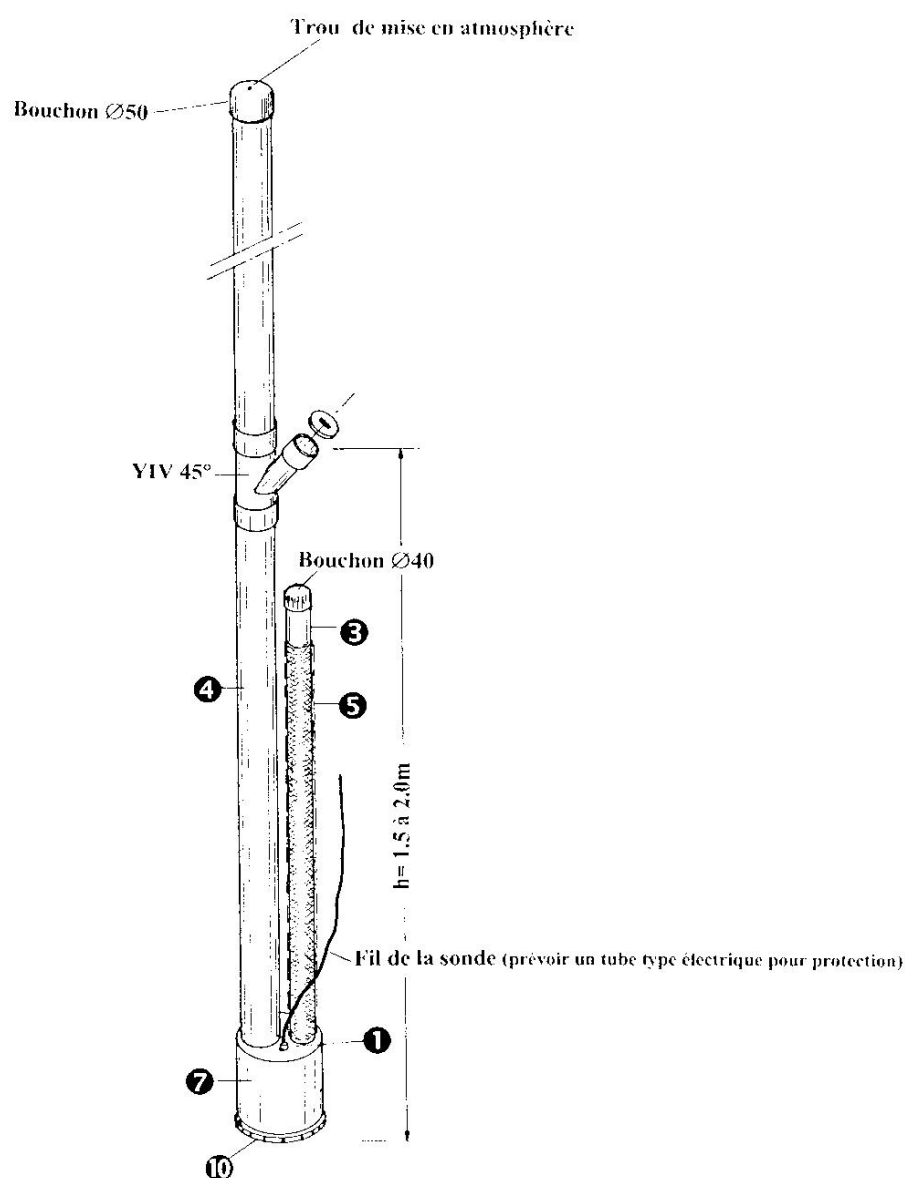


Limnigrammes et rectifications apportées

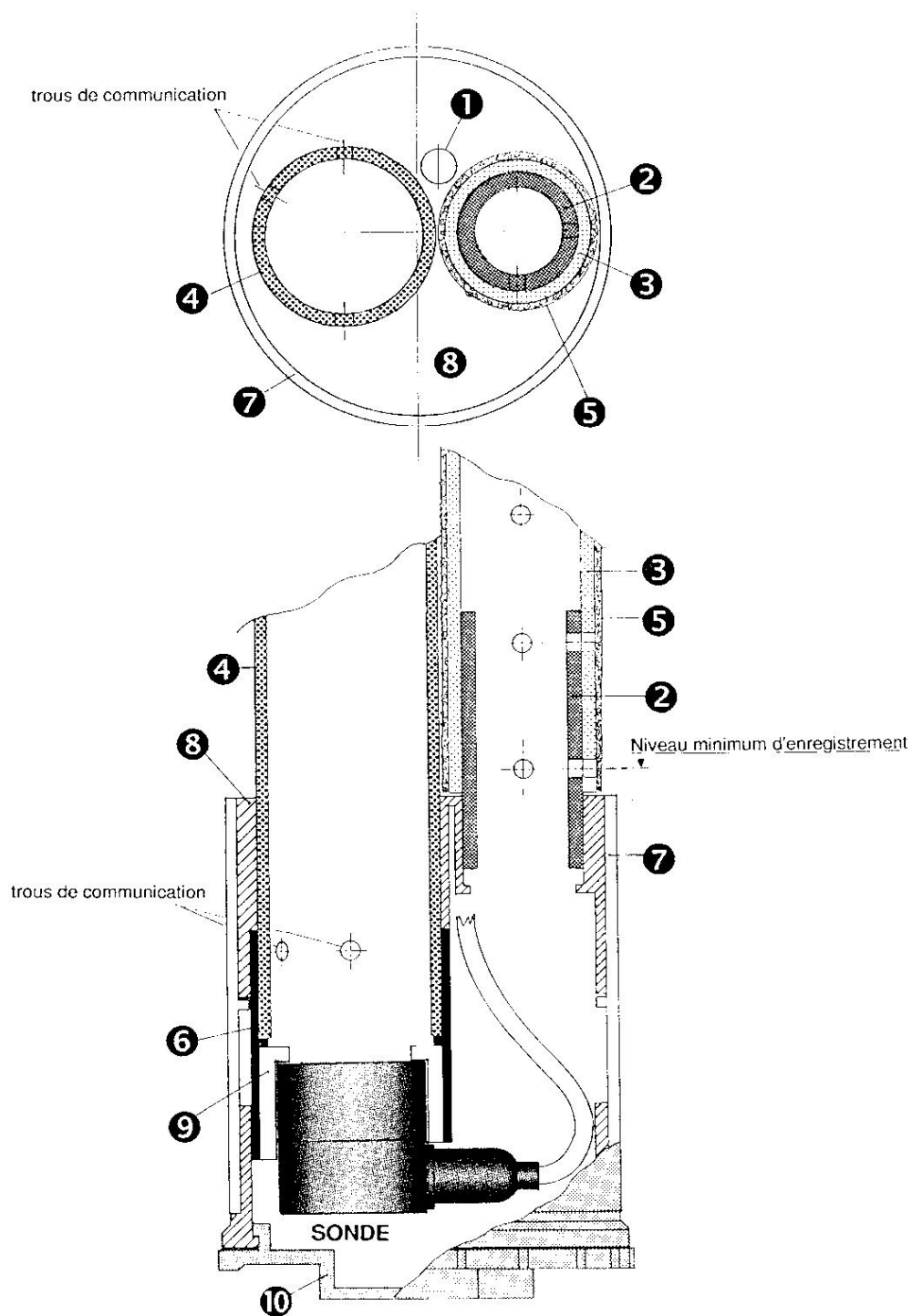
ANNEXE 4

**Dispositif anti-envasement pour la sonde SAB600LUS
(DIREN centre – Service de l'Eau et des Milieux Aquatique – Division
hydrologie, Equipe de Tours).**

VUE GENERALE DU DISPOSITIF D'INSTALLATION



DISPOSITIF D'INSTALLATION D'UNE SONDE ULTRA-SONS



DIREN Centre - SEMA

NOMENCLATURE DES FOURNITURES et observations

1. Presse étoupe LEG STAND.CM 6P + écrou (*trou de passage du fil de sonde , arrêt des M.E.S*)
2. Tube PVC Ø32
3. Tube PVC Ø40
4. Tube PVC Ø50
5. BIDIM (*textile non tissé*)
6. Manchon MG50 Ø50
7. Manchon MG100 Ø100
8. Tampon de réduction TR100/50/32 (*supprimer l'épaule de l'orifice Ø50*)
9. Réduction RI 50/40 (*prévoir un évidement pour le passage de la protection du fil de la sonde*)
10. Tampon de visite TV100 Ø100

DIREN Centre (SEMA)