

INFLUENCE D'UNE TOURBIÈRE DE MOYENNE MONTAGNE SUR LES ÉCOULEMENTS : LE CAS DE LA TOURBIÈRE DES SAGNES SUR LE MONT-LOZÈRE

Claude MARTIN et Jean-François DIDON-LESCOT ⁽¹⁾

(1) : UMR 6012 "ESPACE" du CNRS, Département de Géographie de l'Université de Nice - Sophia-Antipolis, 98 Boulevard Édouard Herriot, BP 3209, 06204 NICE Cedex 03. Courriel : martincl@infnie.fr .

RÉSUMÉ : Trois années de suivis hydrologiques sur deux cours d'eau du secteur des Sagnes, sur le Mont-Lozère, mettent en évidence le rôle d'une grande tourbière de fond de dépression (plus de 0,5 km²) dans le fonctionnement hydrologique du bassin versant du Peschio (2,39 km²), par comparaison avec les mesures sur le bassin du Samouse (1,38 km²), référence sans tourbière de ce type. La présence de la tourbière des Sagnes produit les effets suivants : 1 / Les crues les plus fortes sont atténuées par lamination ; 2 / Les débits de crue journaliers sont accrus en période de basses eaux ; 3 / Les temps de réponse sont allongés ; 4 / Les écoulements en basses eaux sont diminués, ce qui indique que la tourbière des Sagnes n'est pas un facteur favorable au soutien des débits d'étiage.

MOTS-CLÉS : basse tourbière, mesures hydrologiques, bassin versant, granite, Mont-Lozère.

ABSTRACT : Hydrological measurements were conducted on two streams in the place of Sagnes (Mont-Lozère area) during three years. They put in evidence the role of a large peat-bog (more than 0.5 km²), located at the bottom of a depression, on the hydrological behaviour of the Peschio catchment (2.39 km²). The Samouse catchment (1.38 km²) acts as a reference without peat-bog of this type. The presence of the Sagnes peat-bog in the Peschio catchment produces the following effects: 1 / The highest floods are reduced by lamination, but the total volume of flood flows does not decrease; 2 / Daily flood flows are higher in period of low flow; 3 / Response times are longer; 4 / There is a decrease in the volume of low flows, indicating that the Sagnes peat-bog has no real effect in term of maintaining low flow.

KEY-WORDS : peat-bog, hydrological measurements, catchment, granite, Mont-Lozère.

I - INTRODUCTION

Les tourbières ont la réputation d'intervenir de façon bénéfique dans le fonctionnement hydrologique des bassins versants (G. OBERLIN, 2000) : écrêtage de certaines crues par stockage d'eau pour tous les types de tourbières lorsque celles-ci ne sont pas encore saturées ; laminage des crues par épanchement et ralentissement des écoulements dans le cas de tourbières de fond de vallée ; soutien des étiages en période sèche pour tous les types de tourbières. Toutefois les connaissances objectives sur ces questions sont encore assez limitées. De nombreuses observations ont été réalisées sur un certain nombre d'éléments du fonctionnement hydrologique des tourbières (conductivité hydraulique des matériaux, évapotranspiration, niveaux piézométriques), mais les véritables études hydrologiques restent relativement rares et elles traitent essentiellement des effets des travaux de drainage et de la reforestation (M. ROBINSON, 1986 ;

T.P. BURT *et al.*, 1990 ; T.E. VAN SETERS et J.S. PRICE, 2001).

Dans ce contexte, les suivis réalisés d'octobre 1999 à décembre 2002 dans le secteur des Sagnes, sur le Mont-Lozère, en Cévennes (Fig. 1), apportent une contribution à l'acquisition d'informations sur le rôle hydrologique des tourbières. Deux publications préliminaires portant sur la période 1999-2001 en ont déjà été tirées (C. MARTIN *et al.*, 2002 ; A.L. COGNARD-PLANCQ *et al.*, 2004). Le présent article reprend l'interprétation des données, en s'appuyant sur des informations contrôlées, affinées, et surtout enrichies d'une année d'observation.

II - LE DISPOSITIF DE MESURE

Les recherches ont été menées sur deux bassins versants contigus sur granite (adamellite des Laubies – B. ALABOUVETTE *et al.*, 1988) :

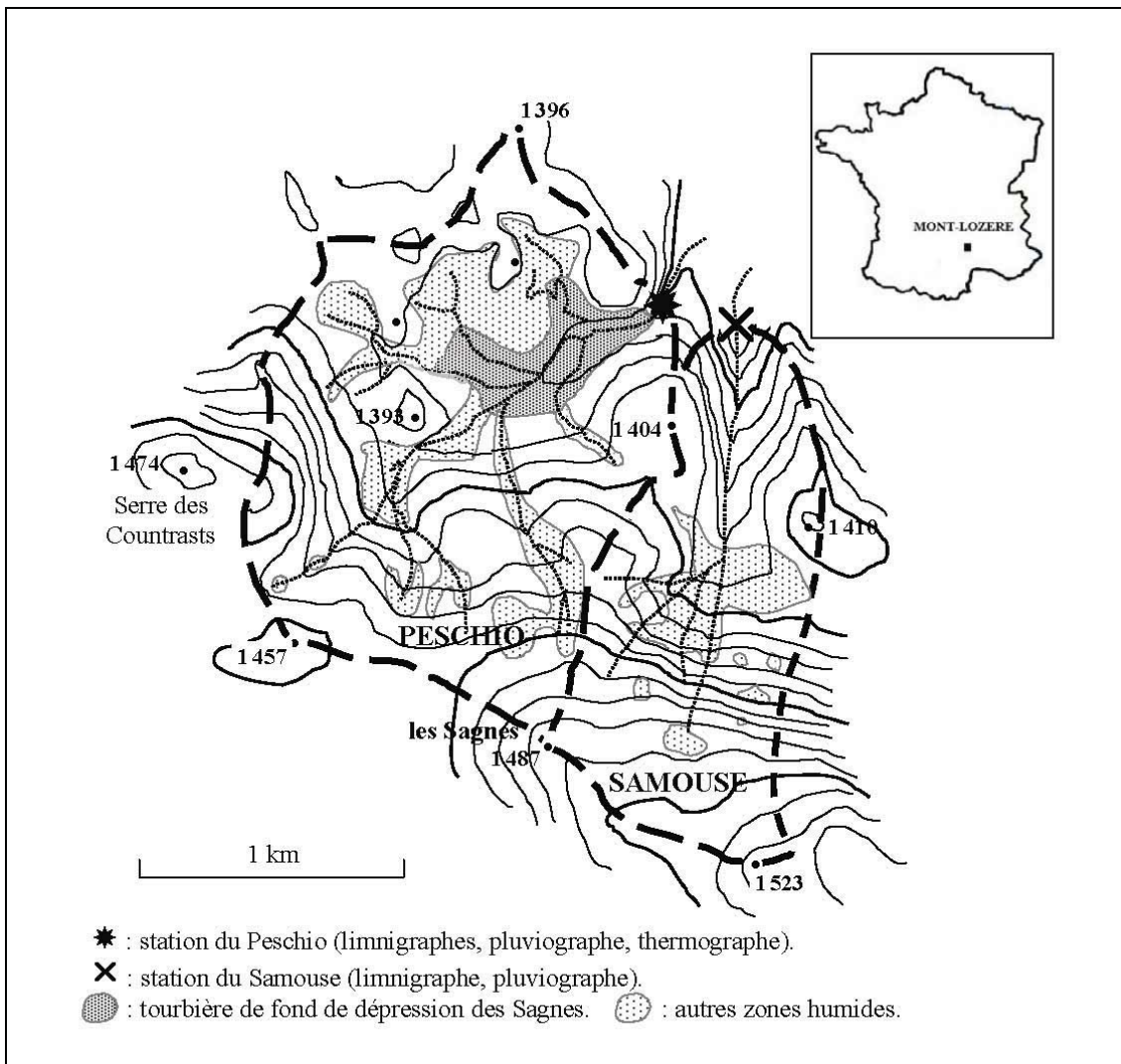


Figure 1 - Les bassins versants et le dispositif d'observation (fond topographique d'après la carte IGN au 1/25 000).

- Le bassin versant du ruisseau de Peschio ($2,39 \text{ km}^2$), sur lequel se trouve, en fond de dépression, la vaste tourbière des Sagnés : $0,21 \text{ km}^2$, mais en fait plus de $0,50 \text{ km}^2$ avec ses développements le long des ruisseaux affluents. Il s'agit d'une tourbière à la fois topogène et limnogène. Au cœur de cette tourbière, l'épaisseur de tourbe dépasse deux mètres. La superficie totale des zones humides du bassin versant avoisine $0,78 \text{ km}^2$, soit 33 % de la superficie du bassin versant (C. CROSNIER *et al.*, 2002).
- Le bassin versant du ruisseau de Samouse ($1,38 \text{ km}^2$), qui sert de référence sans tourbière de fond de dépression. Ce bassin versant possède toutefois de nombreuses zones humides. Au total, leur superficie atteint $0,16 \text{ km}^2$, soit 12 % de la superficie du bassin versant.

Ces deux bassins versants sont situés à

l'extrémité occidentale du Mont-Lozère, en position sommitale sur le versant nord drainé vers le Lot. Dans le bassin du Peschio, le relief est dominé par le sommet du Serre des Countrasts (1474 m d'altitude). Le bassin du Samouse prend naissance sur la ligne de crête du Mont-Lozère, qui s'élève ici aux alentours de 1500 m . La limite inférieure des bassins versants se trouve à 1360 m d'altitude pour le bassin du Peschio et à 1310 m pour celui du Samouse.

La figure 1 met en évidence la différence de relief entre les deux bassins versants. Si l'on met à part la dépression centrale du bassin du Peschio, les versants apparaissent plus fortement inclinés sur le bassin versant du Samouse que sur celui du Peschio, aussi bien pour l'ensemble du relief que pour les pentes maximales sur 50 m (valeurs les plus fortes de l'ordre de 40 % pour le bassin du Samouse et de 29 % pour celui du

Peschio). Sur les versants, les sols et les formations superficielles sont peu épais.

En dehors des tourbières, le couvert végétal est en partie constitué par une pelouse d'altitude vouée au pâturage des bovins. La couverture forestière, dont la progression est rapide sur le bassin du Peschio, est constituée de résineux, et notamment de pins à crochets. Afin de protéger la tourbière des Sagnes de la reforestation, le Parc national des Cévennes a passé avec les agriculteurs des contrats visant à couper un maximum d'arbres à sa proximité.

Sur le Peschio, dans un premier temps, nous avons exploité une station implantée au niveau d'un seuil rocheux, à une soixantaine de mètres en aval de la digue qui ferme la tourbière. Cette station étant d'une gestion difficile en moyennes et hautes eaux, une station complémentaire a été mise en place, en mars 2000, à l'aval du seuil rocheux. Ces deux stations comportaient une centrale d'acquisition informatique des données (CR2M ou ALCYR) reliée à une sonde à ultrasons immergés et/ou à un capteur de pression. Enfin, un limnigraphe à flotteur avec enregistrement sur papier a été ajouté en décembre 2000.

Sur le Samouse, une seule station, équipée d'une centrale d'acquisition informatique des données, a fonctionné. Le ruisseau de Samouse coule sur des dépôts contenant d'énormes blocs, dont le volume peut atteindre plusieurs m³. Au niveau de la station, les dépôts apparaissent assez minces, autant que l'on puisse en juger. Il est toutefois impossible de rejeter l'hypothèse d'un sous-écoulement, même si celui-ci n'est pas avéré. Par ailleurs, il a fallu tenir compte de la prolifération des mousses en été.

Toutes les stations présentaient une section naturelle, ainsi que l'exige la réglementation en vigueur dans la zone centrale du Parc national des Cévennes. Pour les jaugeages, nous avons utilisé une méthode chimique fondée sur l'injection brutale de chlorure de sodium (méthode dite globale) et le suivi conductimétrique du passage du sel injecté.

Tous les jaugeages ont été effectués pour des écoulements concentrés dans le lit mineur ou ne débordant que très légèrement. Sur le Peschio, le plus fort débit jaugé est de 661 l/s et sur le Samouse, de 253 l/s, alors que les débits maximaux estimés pour la période 1999-2002 atteignent respectivement 2840 et 2758 l/s. On notera cependant que les crues très violentes sont

peu nombreuses. Ainsi, sur le Samouse, les débits instantanés ont dépassé 1000 l/s au cours de six journées seulement sur la période d'étude. Pour les hauteurs supérieures à la cote de débordement, qui peut être dépassée de 30 à 40 cm, les courbes de tarage ont été extrapolées en tenant compte de la géométrie de la section.

À la fin de l'année 2000, la station aval du Peschio a subi un détarage provoqué par la modification de la distribution des écoulements en hautes eaux à la suite de la mise en place du puits de mesure du limnigraphe à flotteur. Ce problème, qui a été mis en évidence tardivement à la suite des jaugeages effectués en 2002, n'a pas été pris en compte dans les publications précédentes (C. MARTIN *et al.*, 2002 ; A.L. COGNARD-PLANCQ *et al.*, 2004).

Des mesures climatologiques ont été effectuées à proximité de la station hydrométrique du Peschio à partir d'octobre 1999. L'équipement comprenait un pluviographe (Précis Mécanique à ouverture de 400 cm²) et un thermographe dont la sonde de température était placée dans un abri normalisé. Un deuxième pluviographe a été installé à proximité de la station hydrométrique du Samouse en avril 2001. Les deux pluviographes ont enregistré des précipitations peu différentes sur la période commune d'observation : 2003 mm à Peschio et 2070 mm à Samouse. Les coefficients de corrélation linéaire entre les pluies aux deux postes sont de 0,992 pour les pluies journalières et de 0,989 pour les pluies mensuelles.

Compte tenu de la localisation du pluviographe considéré pour chacun des bassins versants, le poste du Peschio est sans doute assez bien représentatif des précipitations de bassin, alors que celui du Samouse les sous-estime peut-être un peu.

III - LES CONDITIONS CLIMATIQUES

Sur les Cévennes septentrionales, qui subissent la triple dépendance des influences méditerranéennes, océaniques et montagnardes, les pluies annuelles moyennes sont partout supérieures à un mètre. Des différences importantes se manifestent cependant (A. DOUGUÉ-DROIT et N. WARTENBERG, 2001) : les précipitations croissent généralement avec l'altitude ; elles sont plus élevées sur le versant sud du

Mont-Lozère que sur le versant nord ; enfin, elles diminuent d'est en ouest.

Les précipitations mesurées dans le secteur des Sagnes, à proximité de la bordure occidentale du Mont-Lozère, s'accordent à ces règles générales. En 2000, les pluies annuelles à la station du Peschio ont atteint 1 605 mm, contre 2 647 mm à la station de La Vialasse, située à une altitude voisine (1 290 m), mais dans la partie orientale et sur le versant sud du Mont-Lozère.

Le climat est marqué par des précipitations abondantes en automne, saison au cours de laquelle se produisent souvent des pluies journalières très fortes, et par une certaine sécheresse en été (Fig. 2). À la station du Peschio, les précipitations sur trois jours consécutifs ont atteint 164 mm en 2000 (du 27 au 29 septembre ; 326 mm à celle de La Vialasse), 180 mm en 2001 (du 18 au 20 octobre ; 395 mm à La Vialasse) et 96 mm seulement en 2002 (du 8 au 10 octobre ; 232 mm à La Vialasse).

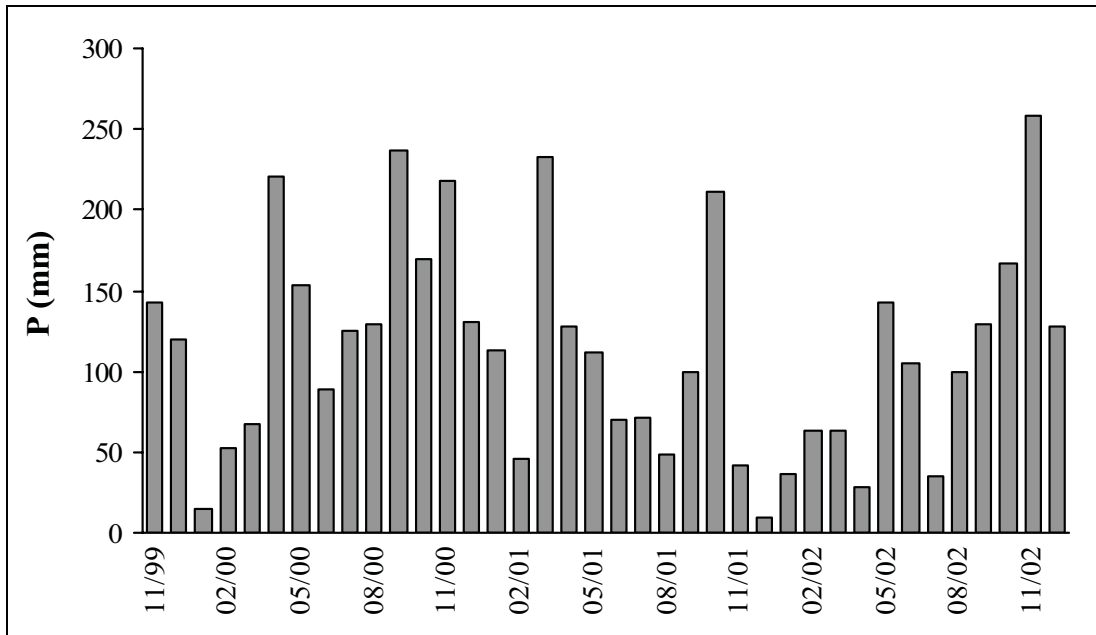


Figure 2 - Précipitations mensuelles à la station du Peschio de novembre 1999 à décembre 2002.

La sécheresse estivale est très relative sur la partie occidentale du Mont-Lozère. Ainsi, en 2000, 287 mm sont tombés entre le 14 juin et le 18 septembre à la station du Peschio, contre 118 mm à La Vialasse. Certains mois d'hiver reçoivent d'ailleurs des précipitations inférieures à celles des mois d'été (janvier et février 2000, février 2001).

Les températures à la station du Peschio sont fortement influencées par l'altitude. La température moyenne s'est établie à 6,4 °C en 2000 et à 6,2 °C en 2001. Sur l'ensemble de la période d'observation, les températures moyennes mensuelles ont atteint 14,9 °C en août 2000, 14,7 °C en août 2001 et 13,8 °C en août 2002 pour les valeurs maximales, -1,4 °C en janvier 2000, -1,6 °C en janvier 2001 et -3,8 °C en décembre 2001, pour les valeurs minimales.

IV - LES HYDROGRAMMES SUR LA PÉRIODE 1999-2002

Les ruisseaux de Peschio et de Samouse connaissent une succession de crues violentes alternant avec des périodes de basses eaux (Fig. 3).

Deux épisodes de crue ressortent tout particulièrement : ceux du 29 septembre 2000 et du 20 octobre 2001. Pour le premier épisode, les plus forts débits spécifiques enregistrés sont de 1 190 l/s/km² pour le Peschio et de 1 953 l/s/km² pour le Samouse. Toutefois les hydrogrammes présentent des lacunes qui englobent les pointes de crue. Le 21 octobre 2001, les débits spécifiques en pointe de crue des ruisseaux de Peschio et de Samouse ont atteint respectivement 799 et 1 999 l/s/km².

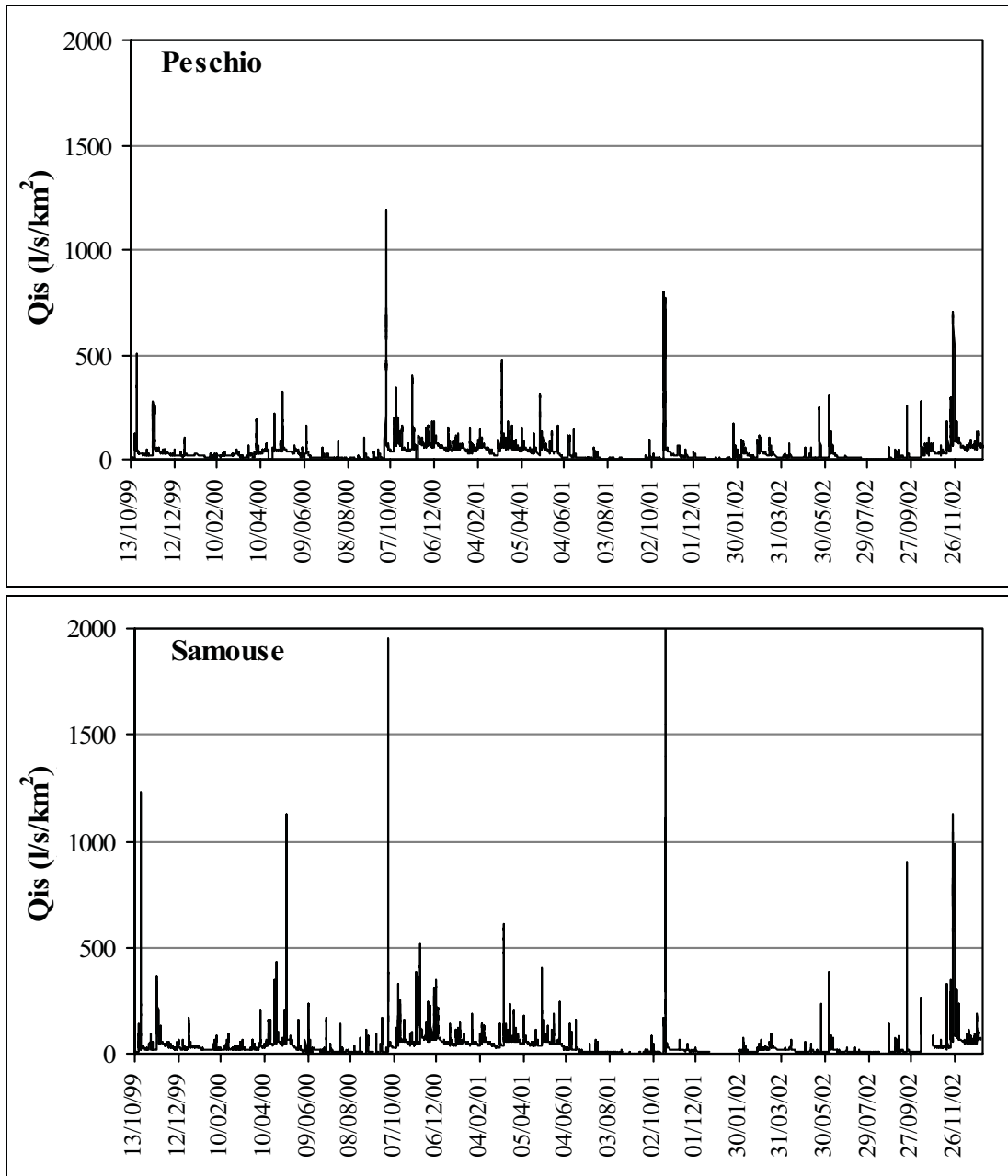


Figure 3 - Débits instantanés spécifiques des ruisseaux de Peschio et de Samouse du 13 octobre 1999 au 31 décembre 2002.

Pour la plupart des crues, et en tout cas pour les plus importantes, le débit spécifique de pointe de crue du ruisseau de Samouse a été plus élevé que celui du Peschio. Cela s'est notamment vérifié le 21 octobre 1999 (1226 l/s/km² pour le Samouse ; 505 l/s/km² pour le Peschio), le 8 mars 2001 (607 l/s/km² pour le Samouse ; 472 l/s/km² pour le Peschio) et le 24 novembre 2002 (1131 l/s/km² pour le Samouse ; 686 l/s/km² pour le Peschio).

Lors de l'épisode des 9 et 10 mai 2000, le ruisseau de Peschio n'a eu qu'une pointe de crue, le 9 mai à 17h00 (320 l/s/km² – Samouse : 416 l/s/km² à 22h25), alors que celui de Samouse

a écoulé son plus fort débit le 10 mai à 22h37 (1127 l/s/km² – Peschio : 59 l/s/km²). Les précipitations sur le terrain d'étude peuvent donc manifester une forte hétérogénéité spatiale lorsqu'elles ont un caractère orageux.

V - LES HYDROGRAMMES DES PLUS FORTES CRUES

Caractéristique des épisodes pluviométriques cévenols, la crue du 20 octobre 2001 a été provoquée par des précipitations très abondantes

survenues après un étiage prolongé. L'analyse de cette crue sera complétée par l'examen de celles du 8 mars 2001 et du 2 novembre 2002, qui se sont produites pour des conditions totalement différentes. Dans ce chapitre, les précipitations auxquelles il sera fait référence sont celles mesurées au pluviographe du Peschio.

1) La crue du 20 octobre 2001

Cet épisode (Fig. 4) est survenu après une très longue période relativement sèche (296 mm de pluie du 12 juin au 17 octobre à la station du Peschio).

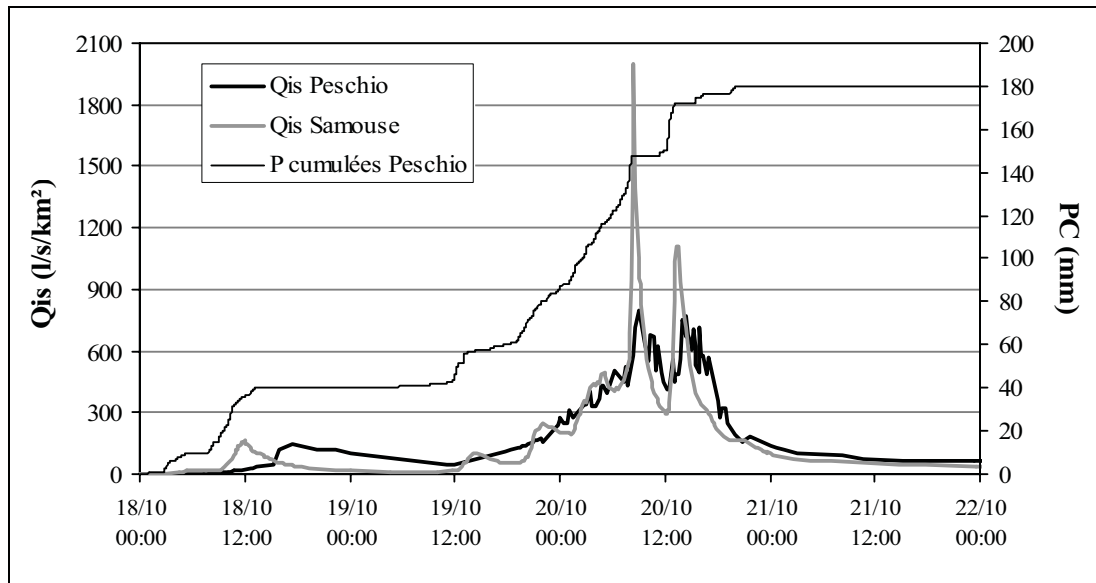


Figure 4 - Débits instantanés spécifiques (Qis) des ruisseaux de Peschio et de Samouse, et précipitations cumulées (PC) à la station du Peschio, du 18 au 21 octobre 2001.

Le 17 octobre, des débits instantanés de 7,6 et 4,6 l/s ont été enregistrés sur les ruisseaux de Peschio et de Samouse. La légère augmentation des écoulements du Peschio provoquée par les pluies du 18 octobre (40,6 mm) a été décalée de plusieurs heures par rapport au fonctionnement du Samouse : débit maximal de 348 l/s (146 l/s/km²) à 17h20 sur le Peschio, contre 231 l/s (167 l/s/km²) à 11h57 sur le Samouse. Le débit de pointe de crue du ruisseau de Samouse a sans doute fait suite aux précipitations les plus intenses (total de 33,1 mm à 10h56). Il se place avant la fin de la pluie (total de 40,1 mm à 13h09).

Le 19 octobre, le ruisseau de Peschio continue d'avoir des écoulements spécifiques plus forts que ceux du ruisseau de Samouse. Mais surtout, par rapport à celui-ci, la variation du débit semble lissée : elle se traduit par une augmentation assez régulière, alors que l'hydrogramme du ruisseau de Samouse manifeste des variations de débit importantes.

Le 20 octobre, la situation se modifie. Avec la saturation des aquifères, les bassins versants

réagissent plus violemment à des précipitations qui sont en outre plus intenses. Dans cette configuration, le débit de pointe de crue du ruisseau de Samouse atteint 2758 l/s (1999 l/s/km²) à 8h26. Le ruisseau de Peschio répond alors avec moins de violence et de façon plus complexe : 1906 l/s (799 l/s/km²) à 9h01.

Après cette première pointe de crue, le débit du ruisseau de Samouse décroît très vite (minimum de 401 l/s, soit 290 l/s/km², à 12h13), alors que la diminution est beaucoup plus faible sur le Peschio (minimum de 982 l/s, soit 412 l/s/km², à 12h27). Une reprise des précipitations provoque un nouveau pic de crue sur les deux cours d'eau. Cette fois encore, le débit spécifique en pointe de crue est plus fort sur le Samouse (1110 l/s/km² à 13h22) que sur le Peschio (754 l/s/km² à 14h01 et 770 l/s/km² à 14h31). La décrue qui suit, comme la précédente, est nettement plus rapide sur le ruisseau de Samouse.

Le 17 octobre, pour les deux bassins versants, les lames d'eau écoulées journalières ont été voisines de 0,3 mm. Le 18 et le 19, le

Peschio a écoulé des lames d'eau (4,5 et 8,3 mm) supérieures à celles du Samouse (3,5 et 5,3 mm). En dépit de la violence de la première des pointes de crue observées sur le ruisseau de Samouse le 20 octobre, la lame d'eau écoulee ce jour là par le Peschio (36,1 mm) est identique à celle écoulee par le Samouse (35,1 mm). Enfin, les écoulements ont été plus forts sur le Peschio le 21 octobre (lame d'eau écoulee de 7,0 mm ; contre 4,7 mm pour le Samouse). Au total, du 17 au 21 octobre, pour des précipitations qui se sont élevées à 180 mm, le ruisseau de Peschio a évacué une lame d'eau de 56,1 mm et celui de Samouse de 48,9 mm.

2) La crue du 8 mars 2001

Cet épisode se place à la suite d'une longue période fraîche et humide. Certes, les précipitations du mois de février ont été modestes (46,1 mm), mais les débits minimaux au cours de la dernière semaine de ce mois ont tout de même atteint 34,3 l/s (14,4 l/s/km²) pour le ruisseau de Peschio, le 28 février, et 35,4 l/s (25,7 l/s/km²) pour le ruisseau de Samouse, le 27 février. Les premières pluies du mois de mars (33,7 mm) ont provoqué un gonflement des écoulements, ceux-ci atteignant 193 l/s (140 l/s/km²) pour le Samouse le 3 mars à 23h19 et 231 l/s (96,8 l/s/km²) pour le Peschio le 4 à 2h00.

Juste avant que ne débutent les pluies res-

ponsables de la crue du 8 mars (Fig. 5), les débits étaient encore élevés : 82,0 l/s (34,4 l/s/km²) pour le Peschio le 7 mars à 20h00 et 49,4 l/s (35,8 l/s/km²) pour le Samouse le même jour à 21h01.

Les précipitations des 7 et 8 mars ont atteint 70,7 mm. L'essentiel des pluies – soit 54,1 mm – est tombé le 8 mars entre 4 et 11 heures (intensité moyenne : 7,7 mm/h). Sur le Peschio, les débits se sont élevés jusqu'à 1102 l/s (462 l/s/km²) le 8 mars à 9h49, puis, après une légère diminution, jusqu'à 1125 l/s (472 l/s/km²) à 10h35. Le ruisseau de Samouse a réagi beaucoup plus vite aux pluies du 7 mars, puis il a répondu plus brutalement à celles du 8 mars : 817 l/s (592 l/s/km²) à 9h30 et 838 l/s (607 l/s/km²) à 10h06.

Les pointes de crue se sont produites bien avant la fin des pluies responsables de la crue. Cela tient au fait que 5 mm seulement sont tombés entre 10 et 11 heures, alors que la pluie maximale en 60 minutes a atteint 10,1 mm de 8h18 à 9h18 et que 17,7 mm sont tombés de 7h00 à 9h00 et 16,7 mm de 8h00 à 10h00.

Au cours de l'épisode, les ruisseaux de Peschio et de Samouse ont écoulé des lames d'eau atteignant respectivement : 25,4 et 25,8 mm du 7 au 9 mars (précipitations : 71,2 mm) ; 37,9 et 37,7 mm du 7 au 11 mars (précipitations : 83,3 mm).

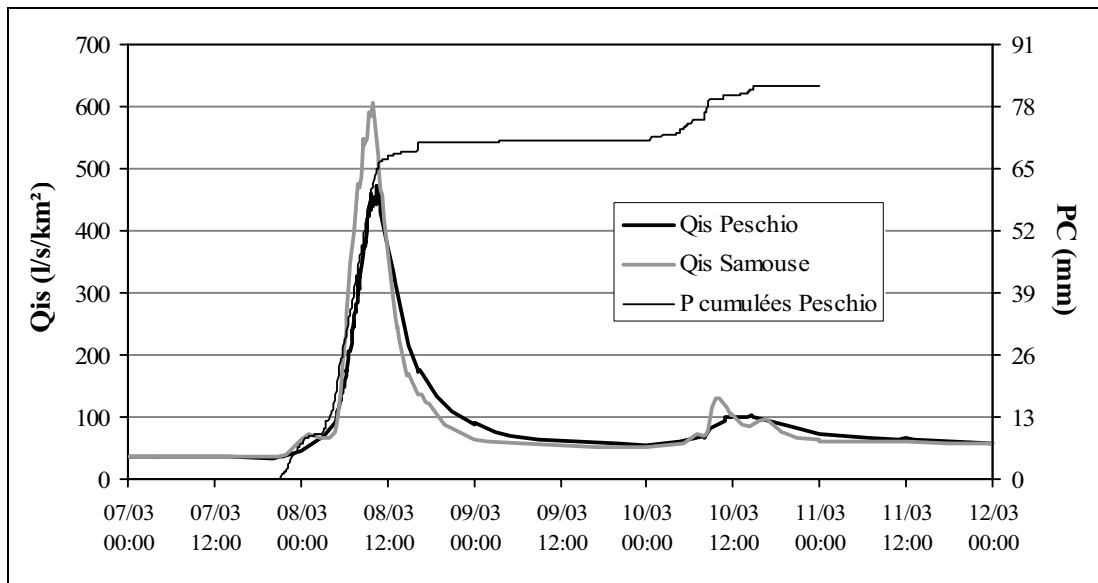


Figure 5 - Débits instantanés spécifiques (Qis) des ruisseaux de Peschio et de Samouse, et précipitations cumulées (PC) à la station du Peschio, du 7 au 11 mars 2001.

Le démarrage de la crue les 7 et 8 mars, la décrue des 8 et 9 mars, mais aussi le gonflement des écoulements du 10 mars (Fig. 5), confirment les caractères déjà soulignés à propos de la crue d'octobre 2001 : net décalage dans le temps de la réponse du Peschio pour les faibles pluies, volumes d'eau écoulés aussi abondants sur l'ensemble d'un épisode de crue, et lissage des fluctuations du débit.

3) La crue du 24 novembre 2002

Même si les débits sont restés relativement modestes, l'épisode du 21 au 25 novembre 2002 (Fig. 6) est extrêmement démonstratif des différences de comportement entre les bassins versants du Peschio et du Samouse.

Du 8 octobre au 19 novembre, le pluviographe du Peschio a enregistré 259 mm de précipitations. 18,9 mm sont tombés le 20 novembre, puis 45,8 mm le 21. Sur chacun des cours d'eau, les pluies du 21 novembre ont

engendré deux petites crues dont les pics se placent respectivement à 4h32 (295 l/s/km^2) et 14h08 (344 l/s/km^2) pour le Samouse et à 7h07 (238 l/s/km^2) et 16h55 (296 l/s/km^2) pour le Peschio.

Les précipitations tombées le 24 novembre (71,5 mm) ont eu des effets plus nets. Sur le ruisseau de Samouse, les pointes de crue principales ont été observées à 17h27 ($1561 \text{ l/s} - 1131 \text{ l/s/km}^2$) et 20h52 ($1358 \text{ l/s} - 984 \text{ l/s/km}^2$). Entre les deux, le débit est descendu à 832 l/s à 19h05. Pour le ruisseau de Peschio, la pointe de crue présente une forme en cloche, les débits restant supérieurs à 1500 l/s pendant plus de trois heures avec des valeurs maximales de 1665 l/s (698 l/s/km^2) à 19h39, 1683 l/s (705 l/s/km^2) à 20h10 et 1637 l/s (685 l/s/km^2) à 21h55.

Du 24 au 26 novembre, les ruisseaux ont écoulé des lames d'eau de 5,7 mm pour le Peschio et de 6,7 mm pour le Samouse, valeurs très faibles en regard des précipitations (73,1 mm).

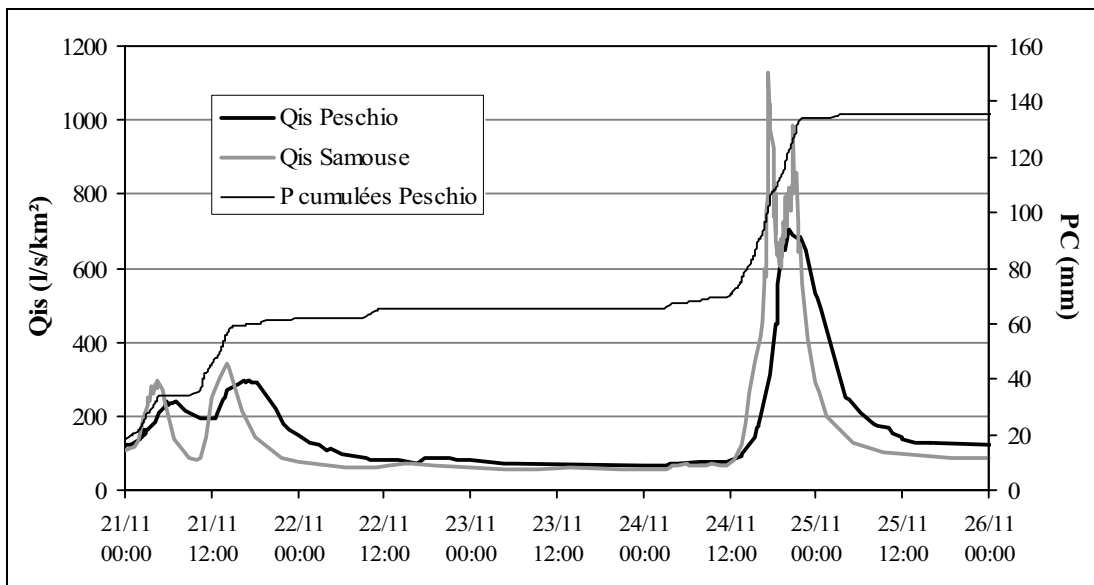


Figure 6 - Débits instantanés spécifiques (Qis) des ruisseaux de Peschio et de Samouse, et précipitations cumulées (PC) à la station du Peschio, du 21 au 25 novembre 2002.

VI - LES DÉBITS JOURNALIERS SPÉCIFIQUES

Les débits journaliers spécifiques des ruisseaux de Peschio et de Samouse sont comparés sur la figure 7.

1) Les débits correspondant à de fortes crues

Pour les précipitations ayant provoqué les crues les plus fortes (débits journaliers spécifiques atteignant au moins 200 l/s/km^2), les débits journaliers spécifiques du ruisseau de Peschio sont le plus souvent identiques ou supérieurs à ceux du ruisseau de Samouse. On retrouve ici

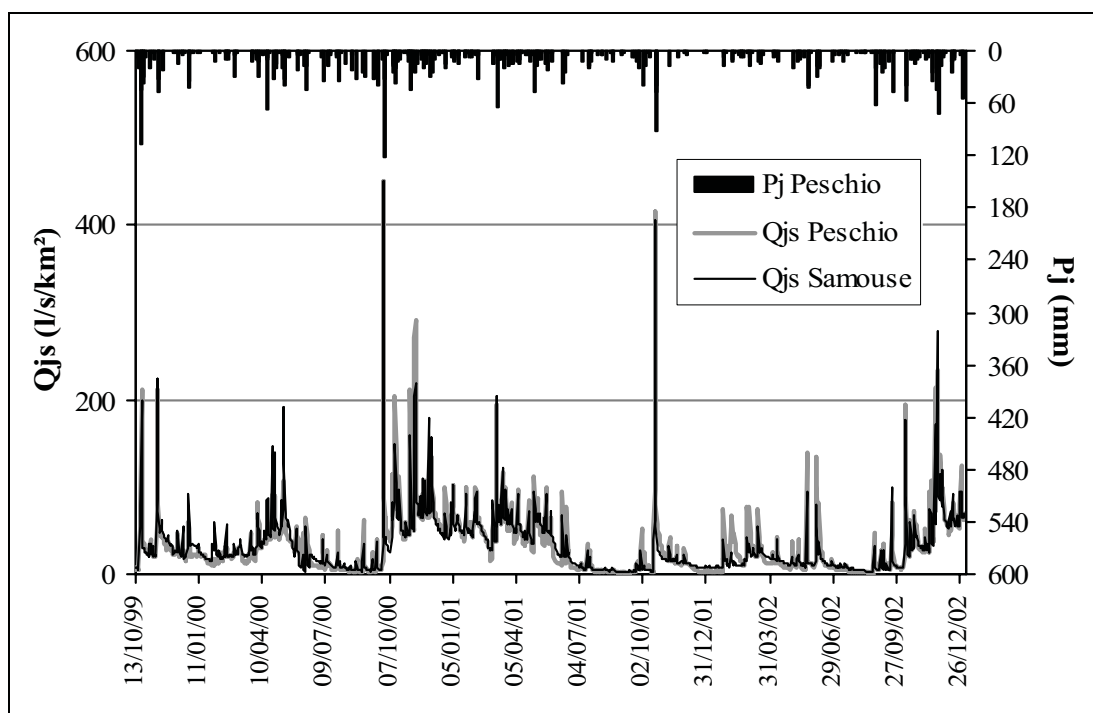


Figure 7 - Débits journaliers spécifiques (Qjs) des ruisseaux de Peschio et de Samouse du 13 octobre 1999 au 31 décembre 2002.

une observation présentée à propos des hydrogrammes : dans le bassin du Peschio, les pointes de crue sont généralement écrêtées, mais les écoulements de crue ne sont que mieux répartis dans le temps. Sur le plan des écoulements journaliers, le laminage des crues se traduit par un soutien plus efficace aux décrues, si bien qu'en fonction des heures auxquelles se produisent les pluies, les débits journaliers spécifiques correspondant aux pointes de crue peuvent être plus élevés sur le bassin du Peschio.

2) Les fonctionnements hydrologiques en basses eaux

Les périodes d'étiage sont entrecoupées de nombreuses et abondantes précipitations (Fig. 8). L'impression qui se dégage est qu'en étiage sévère, les écoulements du ruisseau de Peschio sont légèrement moins bien soutenus que ceux du ruisseau de Samouse.

Il ressort également que, pour la plupart des petites crues observées en période de basses eaux, le débit journalier spécifique maximum du ruisseau de Peschio est nettement décalé dans le temps par rapport à celui de Samouse. Sur le bassin du Samouse, le débit journalier spécifique maximum de l'épisode se place le jour de la pluie.

Au contraire, sur le bassin du Peschio, le débit journalier maximum de l'épisode est, le plus souvent, renvoyé au lendemain de la pluie. Le rôle de la tourbière est certainement déterminant dans ce phénomène qui se produit pour des précipitations journalières non négligeables (de l'ordre de 30 mm) au cours d'une période où la faiblesse du niveau de l'eau dans la tourbière permet à celle-ci d'exercer un effet tampon particulièrement efficace. La tourbière ralentit l'évacuation des eaux, mais ne provoque pas une diminution des écoulements : les débits journaliers spécifiques maximaux sont observés sur le bassin du Peschio. La durée du décalage atteint fréquemment 10 heures. Ce fut notamment le cas lors des épisodes des 30 et 31 août 2000 (159 l/s, soit 115 l/s/km², le 30 à 23h49 sur le Samouse ; 232 l/s, soit 97 l/s/km², le 31 à 11h51 sur le Peschio) et des 19 et 20 septembre 2000 (238 l/s, soit 173 l/s/km² le 19 à 18h13 sur le Samouse ; 124 l/s, soit 52,1 l/s/km², le 20 à 8h01 sur le Peschio). Même lorsque les débits journaliers maximaux se sont produits au cours de la même journée, l'écart entre les pointes de crue a été très important : 10h35 le 15 juillet 2001 (61 l/s, soit 44,2 l/s/km², à 4h13 sur le Samouse ; 54 l/s, soit 22,6 l/s/km², sur le Peschio à 4h13), 10h12 le 9 septembre 2002 (88 l/s, soit 63,6 l/s/km², à 3h48 sur le Samouse ; 52 l/s, soit 21,8 l/s/km², sur le Peschio à 14h00).

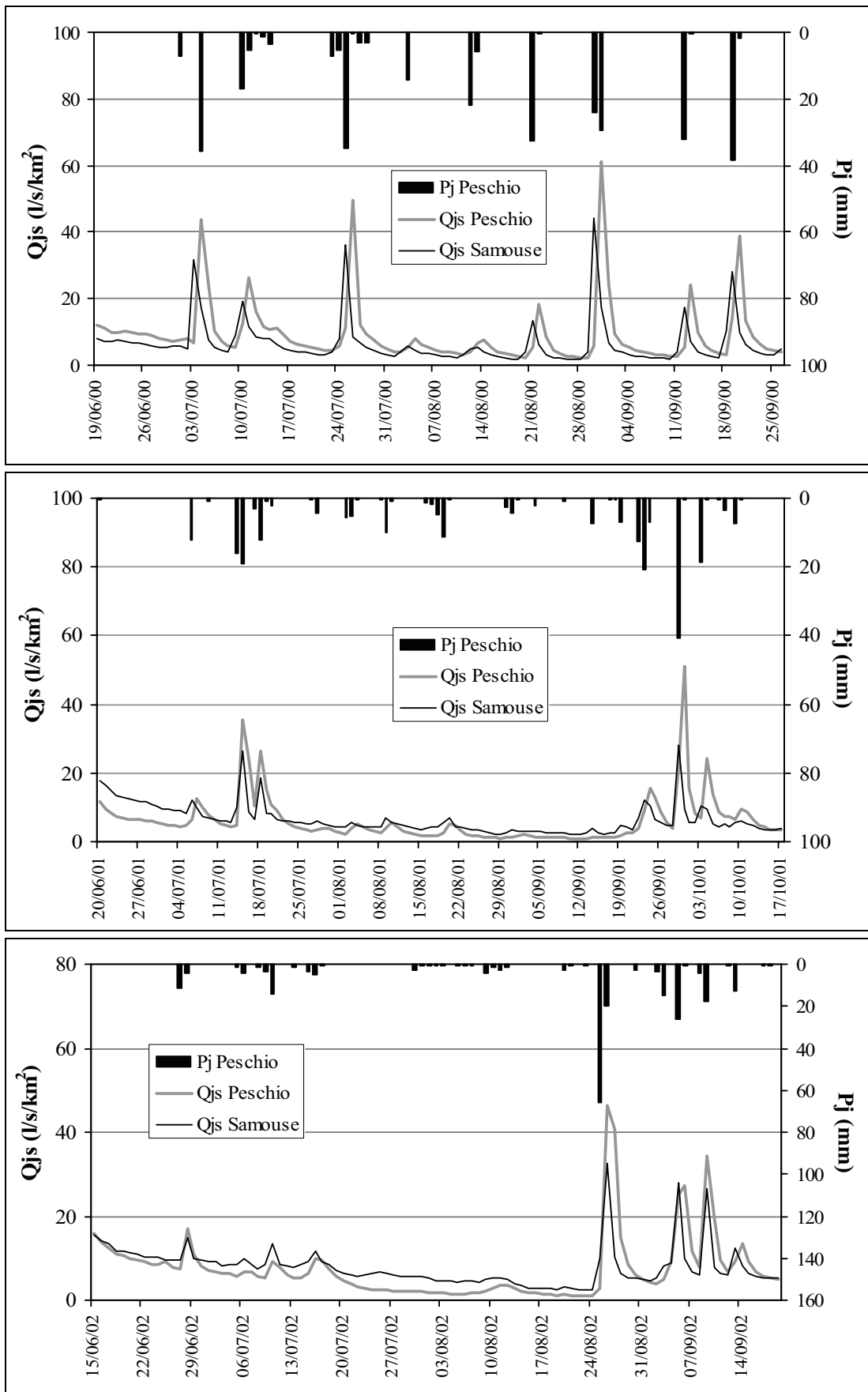


Figure 8 - Débits journaliers spécifiques des ruisseaux de Peschio et de Samouse au cours des périodes de basses eaux (étés 2000 à 2002).

VII - LES ÉCOULEMENTS ANNUELS ET MENSUELS

Les déficits d'écoulement annuels présentent

de fortes variations interannuelles (Tab. I). Ces variations sont dues aux variations des stocks d'eau. Elles apparaissent plus fortes pour les années "hydrologiques" (du 1^{er} septembre au 31 août) que pour les années civiles.

Tableau I - Précipitations (P), lames d'eau écoulées (L) et déficits d'écoulement (P - L) annuels sur les bassins versants du Peschio et du Samouse.

	Peschio			Samouse		
	P (mm)	L (mm)	P - L (mm)	P (mm)	L (mm)	P - L (mm)
2000	1 605	1 194	411	1 640	1 194	446
2001	1 184	979	211	1 183	996	187
2002	1 256	863	393	1 318	777	546
<i>Moyenne</i>	<i>1 348</i>	<i>1 010</i>	<i>338</i>	<i>1 380</i>	<i>987</i>	<i>393</i>
2000-2001	1 577	1 471	105	1 595	1 446	149
2001-2002	935	532	404	972	458	514

Les années 2000-2001 et 2001-2002 vont de septembre à août. Pour la période antérieure à l'installation du pluviographe du bassin du Samouse, les précipitations à ce poste ont été évaluées à partir des pluies mesurées à celui du Peschio.

Même en traitant les données sur des périodes d'une longueur variable, proche d'une année, commençant et se terminant après des pluies abondantes, avec des bornes fixées de

sorte que les débits de début et de fin soient identiques, les résultats sont extrêmement disparates (Tab. II).

Tableau II - Précipitations (P), lames d'eau écoulées (L) et déficits d'écoulement (P - L) sur des périodes de durée variable sur les bassins versants du Peschio et du Samouse.

Période	n	Peschio			Samouse		
		P	L	P - L	P	L	P - L
16/11/99-09/11/00	359	1499	935	564	1531	999	505
09/11/00 - 25/10/01	348	1392	1247	146	1414	1253	161
25/10/01 - 09/12/02	412	1188	758	412	1252	668	584
<i>16/11/99 - 09/12/02</i>	<i>1119</i>	<i>4079</i>	<i>3005</i>	<i>1074</i>	<i>4197</i>	<i>2980</i>	<i>1217</i>

n : nombre de jours de la période considérée. P, L et P - L : en mm.

Les incertitudes sur les courbes de tarage en très hautes eaux ne sont pas en cause. En effet, en 2000-2001, année où les écoulements annuels ont été très abondants, les écoulements réalisés alors que les ruisseaux débordaient du lit mineur sont évalués à des valeurs très faibles : 50 mm pour le Peschio et 56 mm sur le Samouse. La grande variabilité interannuelle des déficits d'écoulement – trop importante pour être expliquée par les conditions climatiques –, est donc bien la conséquence de la répercussion d'une forte hétérogénéité spatiale des bassins versants sur les fonctionnements hydrologiques.

La figure 9 permet d'appréhender grossièrement les situations hydrologiques au début et à la fin de chaque année d'observation. Les stocks d'eau sont forts à la fin des années 1999 (notons que 384 mm de pluie ont été enregistrés en octobre, après la mise en place du pluviographe le 13 de ce mois), 2000 et 2002. Ils sont faibles, en revanche, fin 2001. Les déficits d'écoulement annuels moyens sur la période janvier 2000 - décembre 2002 atteignent 338 mm pour le bassin du Peschio et 393 mm pour celui du Samouse. Sur la même période, l'ETP annuelle moyenne selon la formule de TURC, calculée à partir des

températures à la station du Peschio et de l'ensoleillement à la station météorologique de Mende, s'élève à 528 mm à la station du Peschio. Les

lames d'eau écoulées par les deux cours d'eau sont très proches : 1010 mm/an pour le Peschio, 987 mm/an pour le Samouse.

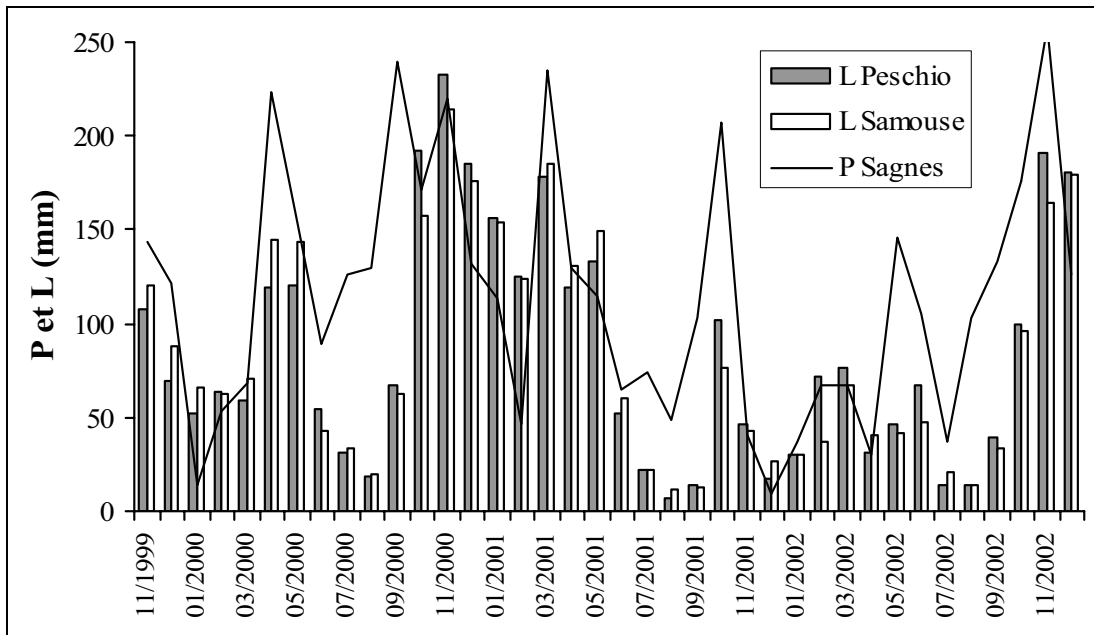


Figure 9 - Lames d'eau écoulées mensuelles (L) des bassins versants du Peschio et du Samouse, et précipitations mensuelles aux Sagnes (P ; moyenne des précipitations aux stations du Peschio et du Samouse).

Les écoulements mensuels des deux ruisseaux sont liés par une forte régression linéaire (Fig. 10). Les lames d'eau écoulées se révèlent plus fortes sur le bassin du Peschio que sur celui du Samouse au début des périodes fraîches et humides : septembre 2000 à janvier 2001, octobre 2001, février et mars 2002, septembre à novembre 2002. Mais la tendance peut s'inverser lorsque le cumul des précipitations depuis le début de la période considérée atteint des valeurs très élevées : novembre 1999 à mai 2000, mars à mai 2001. L'évacuation des eaux précipitées sur la tourbière est alors compensée par des écoulements plus abondants sur les versants, les aquifères étant partout saturés. Ces différences de comportement entre les bassins versants sont d'autant plus significatives que les écarts entre les précipitations aux postes du Peschio et du Samouse sont très faibles.

En ce qui concerne les périodes plus chaudes et moins arrosées, aucune règle ne se manifeste. Les écoulements mensuels sont alors commandés par la combinaison des fonctionnements en étiage et en crue. Lors des étiages, les écoulements journaliers spécifiques sont plus faibles sur le bassin du Peschio que sur celui du Samouse. On peut voir en cela l'influence de la tourbière des

Sagnes, qui se comporte comme un bassin de rétention où les eaux sont piégées. Sous les pluies tombant en période de basses eaux, en revanche, les écoulements spécifiques les plus forts sont observés sur le bassin du Peschio, la tourbière laissant alors s'échapper une partie des eaux précipitées sur sa surface ou venues des versants.

En définitive, de novembre 1999 à décembre 2002, l'avantage que prennent les lames d'eau écoulées cumulées du ruisseau de Samouse par rapport à celles du ruisseau de Peschio à la fin des périodes fraîches et humides se maintient au cours des périodes relativement sèches, et s'annule au début des périodes fraîches et humides (Fig. 11).

VIII - CONCLUSION

Sur la période 2000-2002, les bassins versants du Peschio et du Samouse, soumis à des précipitations pratiquement identiques (1348 mm/an en moyenne pour le premier, 1380 mm/an pour le second), ont écoulé des

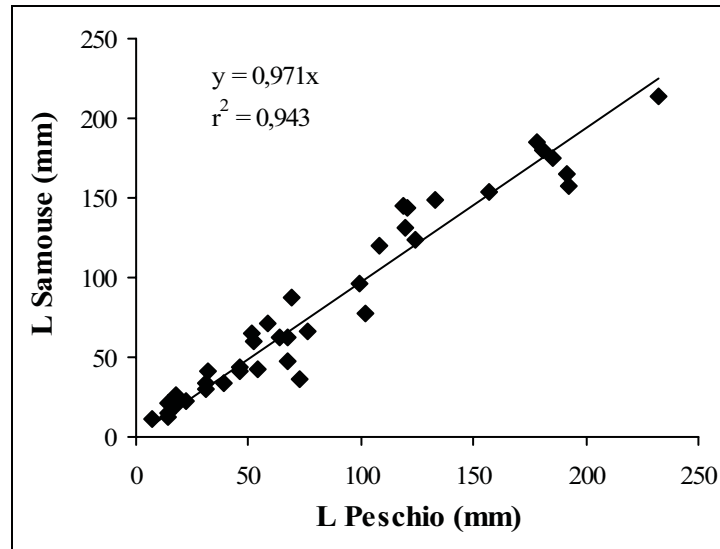


Figure 10 - Relation entre les lames d'eau écoulées mensuelles (L) des bassins versants du Peschio et du Samouse.

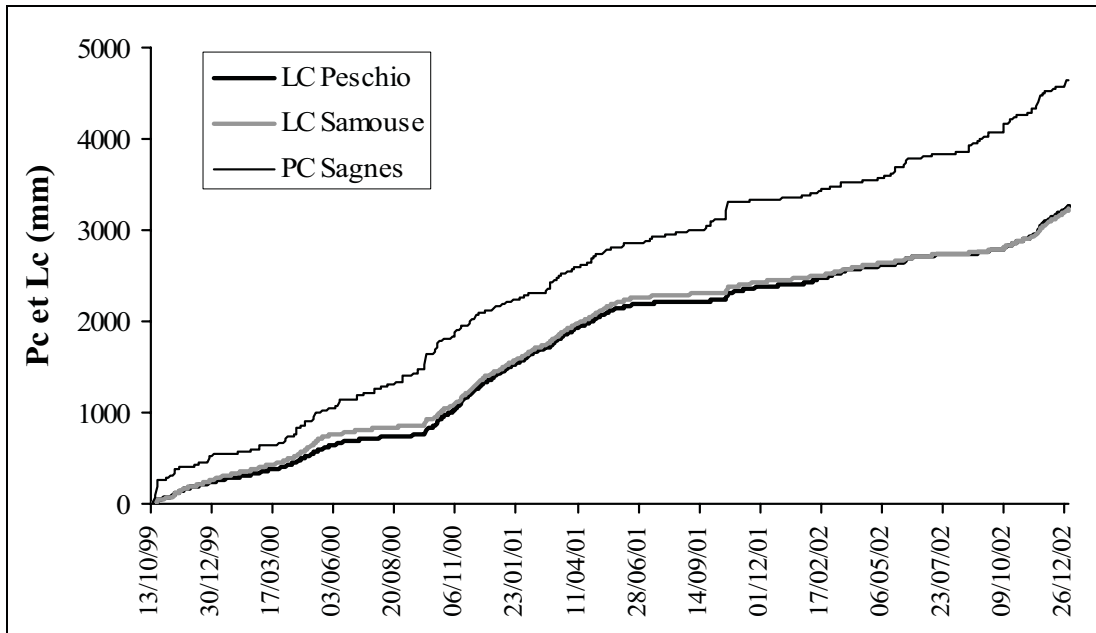


Figure 11 - Cumuls des lames d'eau écoulées journalières des ruisseaux de Peschio et de Samouse (LC) et des précipitations aux Sagnes (PC).

lames d'eau annuelles moyennes peu différentes : 1010 et 987 mm/an. Les déficits d'écoulement annuels moyens ont atteint respectivement 338 et 393 mm.

Comme toutes les tourbières, la basse tourbière limnogène des Sagnes constitue une zone où les circulations d'eau sont généralement lentes à l'exclusion des axes de drainage. Sa présence dans le bassin du Peschio se traduit par l'écrtage des crues, et notamment des crues les plus fortes. Cet écrtage s'opère à travers l'amortissement des débits instantanés de pointe de crue, mais ne

provoque pas une diminution du volume total des écoulements en crue. La surface de la tourbière jouant, fut-ce de manière différée, le rôle d'une zone contributive, les écoulements sur l'ensemble de la crue sont au moins aussi forts qu'en l'absence de tourbière.

Dans un article précédent (C. MARTIN *et al.*, 2002), nous avons indiqué, à propos de la crue du 20 octobre 2001, que des précipitations particulièrement abondantes et prolongées pouvaient engendrer une pointe de crue aussi marquée sur le ruisseau de Peschio que sur celui

de Samouse. Après la prise en compte du détarage subi par la station du Peschio à la fin de l'année 2000, cette affirmation doit être nuancée : certes, le 20 octobre 2001, le deuxième pic de crue du Peschio a subi un écrêtage moins efficace que le précédent, mais le laminage de cette partie de la crue n'en est pas moins très net.

Ces observations sont conformes à ce que l'on connaît des processus (C. WASTIAUX, 2000) et à ce que l'on suppose des phénomènes (G. OBERLIN, 2000) qui interviennent sur le fonctionnement hydrologique des tourbières, et notamment de ceux qui déterminent les relations entre le niveau de la nappe et le déclenchement ou le contrôle des écoulements de crue.

En période d'étiage, l'influence de la tourbière des Sagnes peut conduire à un décalage d'une journée entre les précipitations et le débit journalier maximum provoqué par les pluies. Ces écoulements retardés différencient le fonctionnement de la tourbière topogène des Sagnes de celui des tourbières ombrogènes qui sont généralement étudiées. Les travaux disponibles sur les tourbières ombrogènes ont été menés sous des climats moins favorables aux fluctuations du niveau des eaux au cours de l'année que celui qui prévaut aux Sagnes, mais une grande tourbière topogène située à l'aval d'un petit bassin versant a manifestement un impact important sur les écoulements.

Remerciements : Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une convention avec la DDAF de la Lozère, sur des crédits octroyés par la DIREN Languedoc-Roussillon. Nous sommes reconnaissants à Christian ROUSSET (Parc national des Cévennes) et à Michel SANDON (Conseil Supérieur de la Pêche) de l'aide qu'ils nous ont apportée pour la mise en place des stations.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALABOUVETTE B., PELLET J., BROUDER P., RABINOVITCH M., ROGER G., VAN MOORT J.C., FERNANDEZ A., GIRARD F., SABOURDY G., MIAHLE J. et VIALETTE Y. (1988) - *Carte géologique de la France au 1/50000, feuille Génolhac (887)*. Éditions du BRGM, Orléans, notice explicative par GUÉRANGÉ-LOZES J. et PELLET J. (1990), 62 p.
- COGNARD-PLANCQ A.L., BOGNER C., MARC V., LAVABRE J., MARTIN C. et DIDON-LESCOT J.F. (2004) - Étude du rôle hydrologique d'une tourbière de montagne : modélisation comparée et couples "averse-crue" sur deux bassins versants du Mont-Lozère. *Ét. Géogr. Phys.*, n° XXXI, p. 3-15.
- BURT T.P., HEATHWAITE A.L. et LABADZ J.C. (1990) - Runoff production in peat-covered catchments. In : *Process studies in Hillslope Hydrology*, M.G. ANDERSON et T.P. BURT édit., Édit. Wiley, Chichester, p. 463-500.
- COSANDEY C. et ROBINSON M. (2000) - *Hydrologie continentale*. Édit. A. COLIN, Paris, 360 p.
- CROSNIER C. et DUGUÉPÉROUX F., avec la participation de DEJEAN R. et ARGOUT Ph., coordinateurs (2002) - *Atlas des zones humides du mont Lozère*. Édit. Parc national des

Enfin, il semble que la tourbière des Sagnes provoque la réduction des débits en basses eaux. On peut évidemment s'interroger sur la signification de ce résultat :

- Faut-il considérer que les aquifères des versants du bassin du Peschio soutiennent beaucoup moins efficacement les étiages que ceux du bassin du Samouse ?
- Ou faut-il prendre en compte le fait que la tourbière topogène des Sagnes constitue une zone très favorable à l'évapotranspiration en été ? La littérature fournit à ce sujet des indications trop contradictoires pour nous éclairer (G. OBERLIN, 2000).

Certes, on sait que le drainage des tourbières provoque l'augmentation des débits d'étiage (A. PRÉVOST *et al.*, 1999 ; M. ROBINSON *et al.*, 1998 ; C. COSANDEY et M. ROBINSON, 2000). Mais il le fait en activant simplement l'évacuation des eaux qui se trouvent stockées dans la tourbière en fin de période humide. Dans le cas de la tourbière des Sagnes, c'est par rapport à un bassin versant référence sans tourbière de fond de dépression que l'évacuation des eaux se révèle déficiente, contrairement à ce que l'on pouvait imaginer *a priori*. À l'évidence, la tourbière des Sagnes ne constitue pas un facteur favorable au soutien des étiages.

- Cévennes, Florac, 61 p.
- DOUGUÉDROIT A. et WARTENBERG N. (2001) - Les précipitations dans les Cévennes septentrionales. In : *Eaux sauvages, Eaux domestiquées*, Livre en hommage à Lucette DAVY, Publications de l'Université de Provence, p. 65-76.
- MARTIN C. et DIDON-LESCOT, avec la participation de MARC V. (2002) - Étude du fonctionnement hydrologique des zones humides du Mont-Lozère : l'exemple de la tourbière des Sagnes. *Ét. Géogr. Phys.*, n° XXIX, p. 15-43.
- OBERLIN G. (2000) - Le contrôle des crues. In : *Fonctions et valeurs des zones humides* (FUSTEC E., LEFEUVRE J.C. et coll.), Édit. DUNOD, Paris, p. 83-105.
- PRÉVOST A., PLAMONDON A.P. et BELLEAU P. (1999) - Effects of drainage of a forested peatland on water quality and quantity. *Journal of Hydrology*, vol. 214, p. 130-143.
- ROBINSON M. (1986) - Changes in catchment runoff following drainage and afforestation. *Journal of Hydrology*, vol.86, p. 71-84.
- ROBINSON M., MOORE R.E., NISBET T.R. et BLACKIE J.R. (1998) - *From Moorland to Forest : the Coalburn Catchment*. Report n° 133, Institut of Hydrology, Wallingford, 64 p.
- VAN SETERS T.E. et PRICE J.S. (2001) - The impact of peat harvesting and natural regeneration on the water balance of an abandoned cutover bog, Quebec. *Hydrol. Process.*, vol. 14, p. 233-248.
- WASTIAUX C. (2000) - *Facteurs hydrologiques de la dégradation des tourbières hautes à sphaignes des hautes-Fagnes (Belgique)*. Thèse Sciences, Université de Liège, 223 p.