

L'UTILISATION DES PLANTES AQUATIQUES COMME INDICATEUR DU TYPE  
D'ACTIVITE GEOMORPHOLOGIQUE D'UNE RIVIERE ARDENNAISE (BELGIQUE)

par François PETIT (1)  
et René SCHUMACKER (2)

(1) Université de Liège  
Laboratoire de Géographie Physique  
7, Place du XX Août,  
B-4000 Liège, Belgique

(2) Université de Liège  
Station Scientifique des Hautes-Fagnes  
Mont Rigi  
B-4898 Robertville

et Département de Botanique  
Sart Tilman,  
B-4000 Liège, Belgique

RESUME

L'évolution géomorphologique actuelle d'une petite rivière ardennaise - la Rulles - a été suivie pendant cinq années. Plusieurs relevés floristiques ont permis d'associer certaines espèces de plantes aquatiques à des sites bien spécifiques du lit mineur et de leur attribuer ainsi un rôle d'indicateur de l'activité géomorphologique de la rivière. C'est ainsi que les bryophytes aquatiques tels que *Fontinalis antipyretica*, *Scapania undulata* et *Chiloscyphus polyanthos* caractérisent des tronçons de rivière à écoulement rapide et faible profondeur dont le fond est tapissé de gros cailloux qui dépassent la compétence de la rivière. *Callitriche hamulata* caractérise les seuils constitués de dépôts de petits cailloux (de l'ordre de 2 cm de diamètre), seuils qui, du fait de l'importance des accumulations, sont à une altitude relative élevée et où les vitesses du courant sont importantes. *Myriophyllum alterniflorum* se retrouve également (associé à *C. hamulata*) sur ce type de seuils - mais moins élevés - ainsi que dans les contre-pentes des mouilles, là où les conditions dynamiques sont moins sévères. *Sparganium emersum* se rencontre presque exclusivement dans les mouilles (zone de plus grande profondeur généralement associée aux boucles des méandres), les vitesses du courant et les pentes du plan d'eau y sont peu importantes, du moins lors de faibles débits qui coïncident, le plus souvent, avec la période végétative.

*Potamogeton alpinus* caractérise les zones d'abri où l'écoulement est peu perturbé, même lors de crues assez importantes (notamment, dans les cellules de contre-courant situées au pied de certaines rives concaves, dans les tronçons de rivière soumis à l'influence d'un barrage naturel). Toutefois, on retrouve également *Potamogeton alpinus* sur certains seuils où il est alors associé à *C. hamulata* et *M. alterniflorum*, mais il se présente alors sous un aspect morphologique différent.

*Phalaris arundinacea* est un indicateur de dépôts sablo-graveleux transitoires, remaniés à chaque crue. Lorsqu'ils s'édifient dans les sites privilégiés d'accumulation, ils sont alors progressivement remplacés par des dépôts plus fins, colonisés par *Scirpus sylvaticus*, *Juncus effusus* et *Carex vesicaria*, c'est le cas notamment le long des rives convexes des méandres ou dans les chenaux d'îlots en voie d'abandon.

#### SUMMARY

The geomorphological evolution of a small river in the Belgian Ardennes was analysed during 5 years. Some aquatic plants often occur in specific places of mean-water channel. Thus the aquatic bryophytes *Fontinalis antipyretica*, *Scapania undulata* and *Chiloscyphus polyanthos* occur only the stream is shallow and very rapid and where the channel's bottom is covered with cobbles that river cannot carry.

*Callitriche hamulata* grows in riffles formes in consequence of a large accumulation of little pebbles (+ 2 cm diam.). The level of the bed's bottom is high and the flow's velocities are important. *Myriophyllum alterniflorum* occurs (often with *C. hamulata*) in the riffles which are not so high, as in the back-shope of pools, where the dynamic conditions are the flow's velocities are not so hard. *Sparganium emersum* develops in the pools. The water's slope and flow's velocities are diminished there, but only during the low water.

*Potamogeton alpinus* characterizes small places sheltered from flow, even during the high discharges; from example, upstream of log jams or where a counter-current flows slowly below a concave bank. However, *Potamogeton alpinus* occurs also in few riffles, with *Callitriche hamulata* and *Myriophyllum alterniflorum* but he has then a different morphology.

*Phalaris arundinacea* stands in the temporary sandy-gravelly deposits, eroded at each flood. When the deposits become stable and in the sediments are finest, thus, *Scirpus sylvaticus*, *Juncus effusus* and *Carex vesicaria* replace *Phalaris arundinacea*. This is the case along the inner banks or in the abandoned channels of small islands.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die heutige geomorphologische Entwicklung eines kleinen Flusses der südlichen Belgischen Ardennen wurde 5 Jahre lang studiert. Mehrere aquatischen Pflanzen sind an bestimmten Sandorten des Normal bettes treu und können als Zeiger der geomorphologischen Aktivität des Flusses dienen.

Aquatischen Moose wie *Fontinalis antipyretica*, *Scapania undulata* und *Chiloscyphus polyanthos* sind charakteristisch für diese wenig tiefen

Strecken, mit schnellem Abfluss, deren Bett mit grossen Kieselsteinen - den nicht weiterabtransportiert werden können - bedeckt ist.

*Callitriche hamulata* wächst immer auf ziemlich hohen Schwellen die durch die Anhäufung von kleinen Kieselsteinen (ca. 2 cm diam.) aufgebaut wurden und wo die Stromgeschwindigkeit ziemlich hoch ist.

*Myriophyllum alterniflorum* (oft mit *C hamulata*) findet man auch auf solchen - doch weniger hohen - Schwellen, aber auch auf den Gegenhänge der Kolken wobei die dynamischen Bedingungen weniger streng sind.

*Sparganium emersum* ist beinahe nur in den tieferen Strecken, meistens bei den Windungsschlingen, wo die Stromgeschwindigkeit sowie die Neigung des Wasserspiegels - am wenigstens während der schwachen Abflussperioden der die Vegetationsperiode entsprechen - schwach sind.

*Potamogeton alpinus* charakterisiert die vom Strom geschützten Stelle, insb. in den Gegenstromzellen am Fuss der konkaven Ufern, wo der Abfluss kaum gestört ist. Manchmal beobachtet man auch eine spezielle Oekomorphose von *P. alpinus* auf gewissen Schwellen mit *C. hamulata* und *M. alterniflorum*.

*Phalaris arundinacea* ist ein Zeiger der bei jedem Hochwasser umänderten sandig-feinkieseligen Ablagerungen. Wenn solche Ablagerungen in besonders günstigen Akkumulationsstellen sich errichten, sind sie schrittweise mit feineren Ablagerungen bedeckt und dann bei *Scirpus sylvaticus*, *Juncus effusus* und *Carex vesicaria* kolonisiert, was man insb. entlang der konvexen Ufern der Windungen oder in beinahe verlassen Inselkanälen beobachten kann.

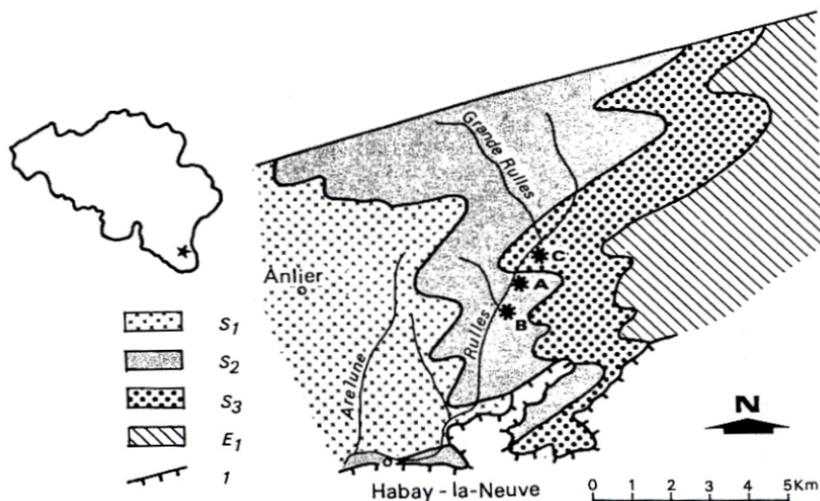


Figure 1 : Substrats géologiques du bassin de la Rulles en forêt d'Anlier (d'après ASSELBERGHS, 1946).

S<sub>1</sub> Siegenien inférieur, S<sub>2</sub> Siegenien moyen, S<sub>3</sub> Siegenien supérieur  
E<sub>1</sub> Emsien inférieur, 1 Limite du Dévonien.

Localisation des secteurs d'études : A : secteurs juste en aval de la Passée-du-Cerf; B : Secteurs en aval de la confluence avec le ruisseau des Longues Goutelles; C : secteurs en amont de la confluence avec le ruisseau des Moufflons.

## 1. INTRODUCTION

L'évolution géomorphologique actuelle d'une petite rivière ardennaise - la Rulles en forêt d'Anlier - a été suivie pendant cinq années consécutives (PETIT, 1983). Les modifications morphologiques qui ont affecté les différents types de site du lit mineur ont été mises en relation avec les séquences des débits, de façon à identifier le débit générateur de chacune des modifications. Différents traitements statistiques des débits ont été effectués afin de déterminer la fréquence de chacun d'eux ainsi que la récurrence de certains débits caractéristiques (notamment celle du débit à pleins bords).

Plusieurs relevés floristiques nous ont tout d'abord permis d'associer certaines espèces de plantes aquatiques et subaquatiques à des sites bien déterminés du lit mineur. Nous avons ensuite pu suivre l'évolution de ces peuplements (colonisation et expansion d'une part, régression ou disparition d'autre part) en fonction des modifications qui ont affecté les sites primitifs. De la sorte, il a été possible de préciser les conditions dynamiques (vitesse du courant, pentes locales du plan d'eau) et édaphiques (granulométrie du matériel qui constitue le fond du lit, fréquence de submersion des sites) dans lesquels peuvent se développer les espèces de plantes rencontrées. Cette analyse nous a en outre permis de cerner le rôle que peut jouer la végétation dans la genèse ou le renforcement des dépôts mais aussi d'attribuer à certaines espèces de plantes un rôle d'indicateur de l'activité géomorphologique de la rivière.

## 2. CARACTERES GENERAUX DE LA RIVIERE

Le bassin hydrographique de la Rulles en forêt d'Anlier, s'étend principalement sur les quartzophyllades et les quartzites du Siegenien moyen et, dans une moindre mesure, sur les phyllades et quartzophyllades du Siegenien supérieur (fig. 1). Toutefois, la rivière n'est que rarement en contact avec le bed-rock. Son lit mineur actuel est en effet taillé dans une plaine alluviale subhorizontale constituée presque exclusivement de limon fluviatile. De nombreuses lentilles caillouteuses affleurent cependant dans les berges de la rivière, ce qui d'ailleurs permet à cette dernière de se recharger à de nombreuses reprises en matériel caillouteux de petite dimension (maximum 5 cm de diamètre). Il arrive cependant que la rivière puisse se recharger en matériel caillouteux de plus grosse dimension (10 cm et plus) principalement lorsqu'elle attaque des dépôts de bas-versant.

Dans un passé récent, la plaine alluviale, dont la largeur peut atteindre une cinquantaine de mètres, était encore soumise à des pratiques agro-pastorales telles que le fauchage et le pâturage. L'abandon de ces pratiques a permis une recolonisation par une strate arbustive (aulnes et saules) qui semble annoncer un retour à la forêt alluviale climacique.

Le tracé de la rivière dessine une série de sinuosités (l'indice de sinuosité défini par LEOPOLD et al., 1964, est voisin de 2,0) qui s'organisent le plus souvent en méandres dont la forme évoque celle d'un oméga. C'est dans un secteur de rivière où ce type de méandre est bien développé que nous présenterons d'abord les relations entre les plantes et les

sites du lit mineur : la plupart des formes qui caractérisent le tracé de la rivière y sont regroupées et nous y avons suivi de façon détaillée l'évolution des différentes formes et des plantes qui leurs sont associées. Nous présenterons par la suite les observations faites dans d'autres secteurs de rivière, de façon à confirmer et à compléter le schéma proposé.

### 3. ASSOCIATION ENTRE PLANTES ET SITES DU LIT MINEUR DANS UN SECTEUR A MEANDRES

Ce secteur de rivière, localisé à 300 m en aval de la Passée-du-Cerf, se compose schématiquement de deux méandres séparés par un court tronçon subrectiligne (fig. 2). Comme dans tout méandre, il existe une étroite liaison entre le tracé en plan de la rivière et les différenciations en profondeur : les mouilles sont associées à chacune des boucles du méandre, tandis que les hauts-fonds, généralement constitués d'accumulations caillouteuses, sont localisés au point d'inflexion qui sépare les boucles. En accord avec le schéma évolutif des méandres généralement admis, les rives concaves sont soumises à une érosion latérale intense, ce qui conditionne le glissement du méandre, tandis que les rives convexes sont des lieux de sédimentation privilégiés. Toutefois, en fonction de la dynamique propre à ce type de rivière, certaines formes s'écartent sensiblement de ce schéma (PETIT, 1984); il s'agit principalement des quatre petits flots, mais aussi de la dernière boucle des méandres qui forment chacune une encoche importante dans le tracé de la rivière (fig. 2, respectivement à proximité des repères G11 et G27).

Il ressort de la figure 2 que certaines plantes ne sont localisées que dans des sites bien spécifiques du lit mineur. Pour chacune de ces espèces, nous caractériserons ci-dessous les sites d'un point de vue morphodynamique (situation de départ et évolution), en présentant tout d'abord les plantes aquatiques qui occupent une position relativement centrale dans le lit mineur et ensuite celles qui sont localisées en bordure du lit mineur.

A. *Callitriche hamulata* (1) est systématiquement associée aux seuils construits, c'est-à-dire aux seuils qui sont formés de dépôts caillouteux sur une épaisseur relativement importante (par exemple, le seuil recoupé par le profil transversal situé entre les repères G25 et D30, fig. 2). La partie en amont de ce type de seuil qui s'inscrit dans le prolongement de la contre-pente de la mouille située juste en amont, est tapissée par un cailloutis de petite dimension bien classé (fig.3). En revanche, sa partie aval est raide et le matériel qui constitue le seuil y affleure. Grâce à des contrôles topographiques répétés et au marquage in situ de cailloux, nous avons pu constater que la partie amont des seuils était un site d'accumulation stabilisée tandis que la partie aval du seuil évoluait par érosion régressive.

Les touffes de *Callitriche* sont implantées dans la partie amont du seuil, et plus spécialement dans la partie sommitale de ce dernier, soulignant ainsi l'arête transversale qui délimite la partie amont et la

(1) Nomenclature selon DE LANGHE et al. (1983) pour les Ptéridophytes et Spermatophytes

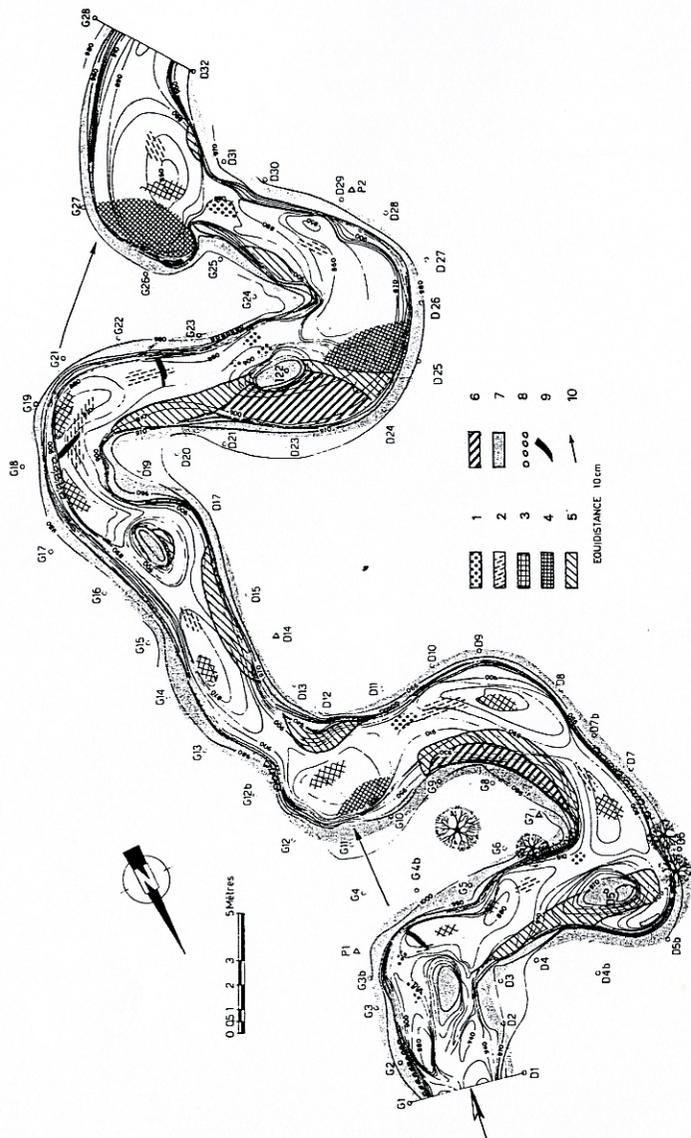


Figure 2 : Localisation dans le lit mineur des différentes espèces de plantes aquatiques :

- 1 : *Callitriche hamulata* ; 2 : *Myriophyllum alterniflorum* ;
- 3 : *Sparganium emersum* ; 4 : initialement *Potamogeton alpinus* (1973-1976) remplacé par *Sparganium emersum* (1978-1980) ;
- 5 : *Phalaris arundinacea* ; 6 : initialement *Phalaris arundinacea* (1973) remplacé par *Scirpus sylvaticus*, *Juncus effusus*, *Carex vesicaria* (1980) ; 7 : végétation de type prairial ; 8 : lentilles caillouteuses affleurant dans les berges ; 9 : tronc d'arbre ancien fiché dans le limon alluvial ; 10 : court-circuit du débit en période d'inondations.

partie aval du seuil. Du fait de cette implantation, les Callitriches jouent un rôle protecteur vis-à-vis de l'érosion régressive qui entame le seuil, du moins lorsqu'elles sont bien développées et se présentent en masse compacte (2). Elles résistent à des vitesses élevées du courant (30 cm/sec à 5 cm du fond en période d'étiage et plus de 50 cm/sec en période de débits élevés) ainsi qu'à des pentes marquées du plan d'eau (1% et parfois plus).

D'autre part, il semble indispensable qu'il y ait un substrat caillouteux pour que *C. hamulata* puisse se développer. En effet, dans les seuils construits, le limon alluvial compacté affleure également mais très localement, généralement au pied de la berge qui prolonge la rive concave de la boucle située juste en amont (par exemple au pied du repère D30 à la fig. 2). Bien que les conditions dynamiques (qui guident vraisemblablement l'oxygénation de l'eau) restent identiques, on n'y observe que très rarement le développement de cette espèce à l'endroit où affleure le limon compacté.

D'autre part, comme nous le verrons par la suite, certains des chenaux qui individualisent les flots se présentent également comme des hauts-fonds où les vitesses du courant et les pentes du plan d'eau sont importantes. Il arrive même qu'il s'y forme un petit déversement au sein du lit mineur, ce qui explique que nous avons appelé ces formes : seuils déversants. Dans certains d'entre eux, le fond est uniquement constitué de limon alluvial et, là non plus, on n'observe pas le développement de *C. hamulata* (par exemple, le seuil situé dans le chenal au pied du repère G16, fig. 2). Par contre, lorsque de tels seuils se situent à proximité immédiate d'un affleurement caillouteux, leur partie amont est recouverte d'une nappe relativement mince de petits cailloux, et on note alors la présence de *Callitriche hamulata* (cas des seuils situés respectivement dans le chenal au pied du repère G7 et dans le chenal au pied du repère G24, fig. 2). Ces deux exemples montrent bien que le développement des *C. hamulata* requiert un substrat caillouteux.

Par ailleurs, nous avons pu suivre la genèse d'un seuil construit (seuil situé entre les repères G3 et D3), genèse liée à l'apport rapide d'une charge caillouteuse abondante, provenant de la destruction, juste en amont, d'un niveau caillouteux. Nous avons pu constater que *C. hamulata* ne s'est implantée qu'à partir du moment où il y a eu édification du dépôt. Ceci indique qu'elle ne joue aucun rôle dans la genèse du dépôt, même si, par la suite, elle permet une stabilisation et un renforcement de ce dernier, étant donné qu'elle piège dans ses ramifications, des éléments plus fins qui, en leur absence, auraient pu franchir le seuil.

Le développement de touffes compactes de *C. hamulata* semble favoriser l'érosion latérale sur le seuil, par déviation du courant mais aussi par déviation de la charge caillouteuse qui, progressant par roulement sur le fond et courtes saltations, peut ainsi venir percuter le limon compacté affleurant au pied des berges.

---

(2) A la suite du dégagement par érosion régressive du matériel qui constitue le seuil, de part et d'autre des touffes de Callitriche, celles-ci restent alors en avancées.

B. *Myriophyllum alterniflorum* se rencontre principalement dans les contre-pentes des mouilles (par exemple au profil G8 - D10, fig. 2). De tels sites ont des conditions de substrat assez proches de celles des seuils examinés ci-dessus (nappes de petits cailloux, mais qui dans ce cas, se font remanier lors de crues voisines du débit à pleins bords). Toutefois, les vitesses du courant y sont moins élevées et les pentes du plan d'eau moins marquées que sur les seuils; du moins en période de faible débit, car en période de crue, il existe une tendance à l'uniformisation du fil de l'eau.

On rencontre également *M. alterniflorum* sur certains seuils construits, mais toujours associé à *C. hamulata* (ex. seuil situé entre les repères G9 et D11 à la fig. 2). Les vitesses et les pentes du plan d'eau y sont moindres que sur les seuils où l'on ne rencontre que des *C. hamulata* (de l'ordre de 0,5% contre 1% lors des débits d'étiage). Nous retrouverons cette distinction entre seuils dans les autres secteurs d'étude et verrons alors quel facteur la conditionne.

C. *Sparganium emersum* peuple exclusivement les mouilles et, le plus souvent, uniquement la zone de plus grande profondeur localisée au pied de la rive concave. Le fond y est tapissé par des cailloux de grosse dimension (7 à 10 cm) sur lesquels des nappes de petits cailloux peuvent se mettre en place mais, comme nous allons le voir, de façon transitoire. Dans ces mouilles (par exemple, mouille recoupée par le profil G8 - D9), les vitesses du courant sont très faibles lors des débits d'étiage (moins de 10cm/sec) et les pentes du plan d'eau peu marquées (de l'ordre de 0,1%), ce qui permet une décantation des éléments sableux et même limoneux. En période de crues, les vitesses du courant augmentent fortement - elles dépassent 50 cm/sec au pied de la rive concave - de même que les pentes du plan d'eau (0,3% à 0,4%). C'est lors de telles crues qu'il y a remaniement des petits cailloux qui recouvrent les éléments les plus grossiers.

D. *Potamogeton alpinus* peut se présenter sous deux aspects morphologiques différents, l'un adapté à des vitesses élevées du courant, l'autre à des vitesses faibles. La première forme ne se rencontre que dans un seul site de ce secteur d'étude (seuil situé entre les repères G9 et D11) et il y est très peu développé. Par contre, la deuxième forme se rencontre plus fréquemment, ceci dans deux types de site qui présentent un trait commun : ce sont des zones de calme non seulement en période d'étiage mais également lors de débits élevés.

Le Potamot des Alpes se développe tout d'abord dans les mouilles associées aux encoches que forme la dernière boucle de chaque méandre (respectivement au pied des repères G11 et G26). Ces encoches sont façonnées en période de crues supérieures au débit à pleins bords, lorsque une fraction du débit court-circuite l'ensemble du méandre et se déverse dans cette partie de la rive concave, provoquant son érosion régressive (PETIT, 1984). Lorsque les débits sont inférieurs au débit à pleins bords, une cellule de contre-courant animée de vitesse faible occupe cette encoche, permettant la sédimentation d'éléments fins mal classés (fig. 3), tandis que le flux principal longe la rive convexe. Le peuplement de *P. alpinus* est mieux développé lorsque l'encoche est importante (cas au pied du G26), du fait que la cellule de contre-courant occupe une plus grande extension et

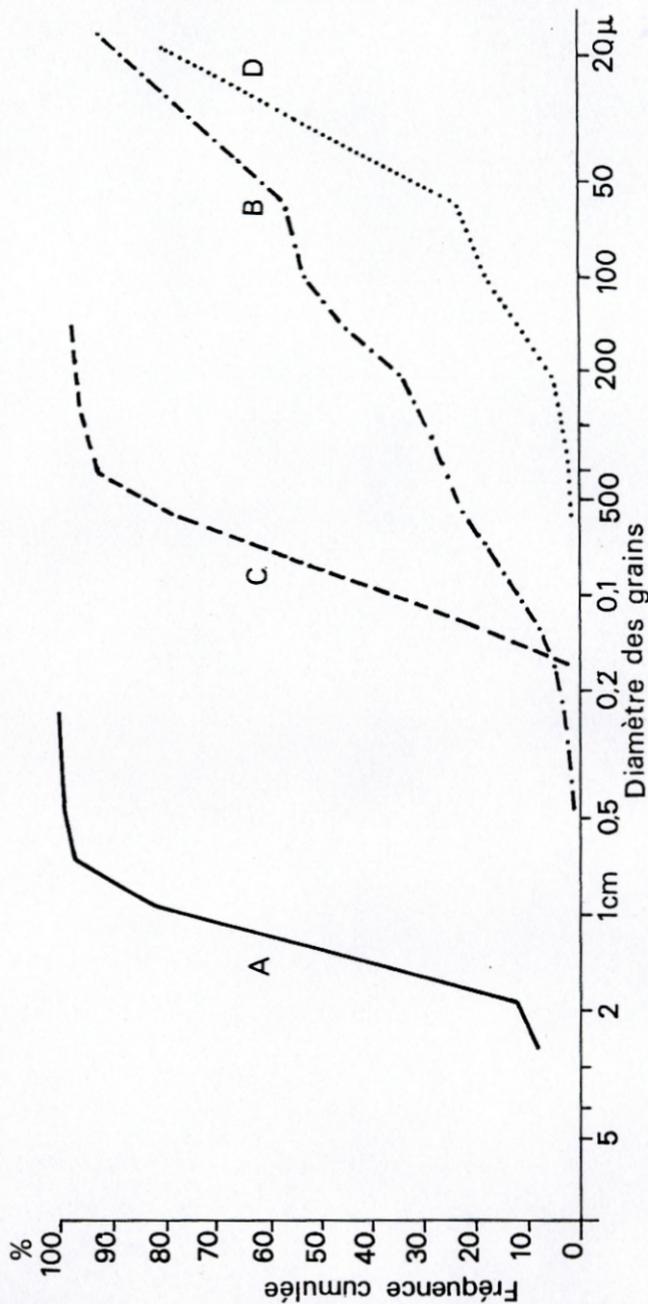


Figure 3 : Courbes granulométriques du matériel constituant le fond du lit et les îlots :

- A. Dallage caillouteux dans la partie amont d'un seuil (légèrement en amont du profil G9 - D11). Colonisation par *Callitriche hamulata* et *Myricophyllum alterniflorum*.  
 B. Dépôt limono-sableux mal classé dans une cellule de contre-courant (encoche de la rive concave au pied des repères G26 et G27). Colonisation par *Potamogeton alpinus*.  
 C. Dépôt sablo-graveleux transitoire au pied d'une rive convexe (au pied du repère D12). Colonisation par *Phalaris arundinacea*.  
 D. Limon alluvial affleurant dans les berges et au pied de celles-ci, formant également les îlots. Colonisation par une végétation du type prairial.

que ses vitesses sont alors plus faibles, du fait également que la petite zone de turbulence qui fait la séparation entre la cellule de contre-courant et le flux principal est alors plus éloigné de la rive concave. Il semble cependant que le développement du Potamot des Alpes dans de tels sites, reste soumis à certaines contraintes. C'est ainsi que nous avons constaté sa disparition ultérieure, probablement en raison de la fréquence plus élevée des crues, conditionnant ainsi des déversements plus nombreux et donc la reprise fréquente des dépôts auxquels il était associé (3). Ajoutons qu'en 1984, nous avons observé que de tels sites sont essentiellement colonisés par *Sparganium emersum*.

Le peuplement de *P. alpinus* dans la mouille située au pied des repères D24, D25, D26 est conditionné par la présence d'un îlot juste en amont (recoupé par le profil G24, D23) et par l'évolution des chenaux qui individualisent ce dernier. En effet, ces îlots sont des fragments de plaine alluviale séparés de cette dernière par incision d'un petit chenal de recouplement (PETIT, 1984). Par érosion régressive, ce dernier détourne une fraction grandissante du débit, tandis que le lit primitif de la rivière est progressivement abandonné. Dans le cas examiné ici, le chenal qui longe la rive droite (au pied des repères D21 et D23) est le lit primitif de la rivière et, comme nous allons le voir au paragraphe suivant, il a finalement été complètement colmaté, ce qui a permis l'individualisation d'une zone calme juste en aval. Toutefois, bien que nous ayons observé que même lors des crues les plus importantes, il se formait dans ce site une cellule de contre-courant animée de vitesse faible, nous avons constaté, ici aussi la disparition de *P. alpinus* et l'apparition de *Sparganium emersum*.

Par ailleurs, si on n'observe pas de *P. alpinus* juste en aval des autres îlots de ce secteur, c'est tout d'abord parce que l'évolution de leurs chenaux a été moins rapide, et c'est également parce que juste en aval de ces îlots, les boucles ont une forme plus étriquée, ce qui ne permet pas le développement de zones calmes aussi étendues qu'ici.

*E. Phalaris arundinacea* est systématiquement associée à des dépôts sableux situés en bordure du lit mineur. De façon générale, ces sites sont émergés en période d'étiage; par contre, en période de débits élevés, les vitesses peuvent y être relativement élevées, mais nettement plus faibles que sur les seuils, par exemple (de l'ordre de 40 cm/sec au maximum lors des crues les plus élevées).

Deux types de site sont favorables au développement des baldingères. c'est tout d'abord en position de rive convexe, mais il convient d'effectuer une distinction basée sur le caractère transitoire des dépôts auxquels sont associées les baldingères. Ainsi certains dépôts sableux sont systématiquement remaniés à chaque crue et se reconstituent ensuite, gardant ainsi une importance presque identique d'un épisode à l'autre. Ceci peut résulter de conditions microtopographiques et dynamiques particulières (par exemple au pied du repère G24) mais c'est systématique dans le cas de la rive convexe de la dernière boucle des méandres (au pied des repères D12 et D31), étant

(3) Il peut déjà y avoir une reprise du dépôt fin lors de crues légèrement inférieures au débit à pleins bords du fait que les vitesses du contre-courant sont alors plus élevées (de l'ordre de 20 cm/sec).

donné la position du flux principal en période de crue. Dans ces sites caractérisés par des dépôts sableux transitoires (fig. 3), les baldingères se maintiennent à leur emplacement précis et, contrairement à ce que nous allons voir ci-dessous, elles ne sont pas relayées par d'autres plantes.

Sur les dépôts à caractère accumulatif situés, eux aussi, en rive convexe, les baldingères colonisent le matériel sableux mais, au fur et à mesure que le dépôt s'accroît et qu'il devient plus fin, les baldingères sont remplacées progressivement par d'autres plantes, principalement *Scirpus sylvaticus*, *Juncus effusus*, *Carex vesicaria* et dans la partie la plus élevée du dépôt, par *Lychnis flos-cuculi*, *Equisetum fluviatile* notamment. Toutefois, la zone de sédimentation sableuse à laquelle sont associées les baldingères, glisse légèrement vers l'axe de la rivière suivant en cela le recul de la rive concave soumise à l'érosion latérale (fig. 4). C'est ainsi que les plantes qui colonisent les dépôts stabilisés de la rive convexe peuvent former schématiquement deux arcs de cercle parallèles - le plus élevé caractérisé par les *Scirpus sylvaticus* et *Juncus effusus*, l'autre par les baldingères - qui soulignent le glissement de l'ensemble de la boucle, révélant ainsi l'activité plus ou moins grande de l'érosion latérale de la rive concave.

Comme nous l'avons déjà évoqué, les flots sont de formes dégagées par érosion d'un chenal de recoupement au travers d'une apophyse de la berge. Ils sont constitués d'un matériel identique à celui de la plaine alluviale (fig. 3) et supportent eux aussi une végétation de type prairiale (fig. 5). Simultanément à l'incision du chenal de recoupement, l'ancien lit se fait colmater, d'abord par des dépôts sableux colonisés par des baldingères, ensuite par des dépôts plus fins auxquels sont associés les *Scirpus*, *Juncus* et *Carex*. On retrouve donc la même séquence que pour les dépôts stabilisés qui s'édifient en rive convexe.

Les baldingères sont donc caractéristiques de sites en évolution et soulignent le caractère transitoire des dépôts sableux qui s'édifient dans de tels sites, soit qu'ils sont remaniés à chaque crue, soit au contraire que ces dépôts sableux soient remplacés par des dépôts plus fins du fait qu'on se trouve alors dans des sites d'accumulation privilégiés.

#### 4. OBSERVATIONS DANS D'AUTRES SECTEURS A MEANDRE

Il serait fastidieux d'envisager pour les six autres secteurs de rivière que nous avons étudiés, une analyse aussi détaillée que celle effectuée ci-dessus. C'est pourquoi nous exposerons les observations sous forme de synthèse, de façon à ce qu'elles puissent s'intégrer ou compléter le schéma qui se dégage de l'analyse faite au paragraphe précédent. Nous présenterons tout d'abord les observations faites dans deux secteurs de rivière situés à proximité immédiate de celui étudié ci-dessus.

Dans un premier secteur, long de 320 m, la rivière forme une série de sinuosités (indice égal à 1,64) mais il ne s'y individualise que trois méandres; leur forme et leur géométrie (caractérisées par la longueur d'onde et l'amplitude) sont néanmoins très proches de celles des deux méandres analysés ci-dessus. Dans l'ensemble du secteur, on dénombre quatorze seuils construits : huit d'entre eux sont colonisés uniquement par

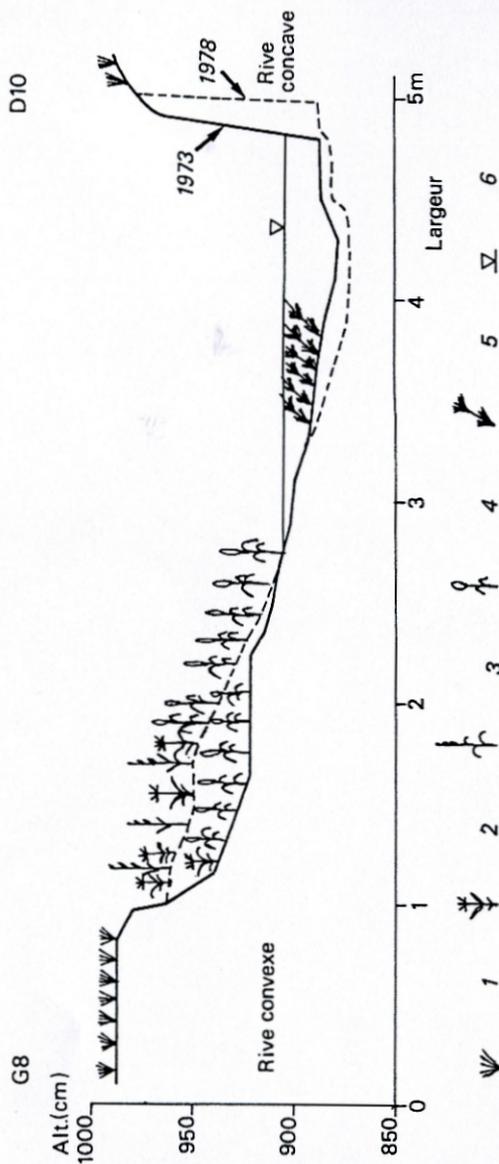


Figure 4 : Phases de colonisation d'un dépôt à caractère accumulatif édifié en rive convexe (profil transversal G8 - D10).  
 Glissement du dépôt sablo-graveleux colonisé par *Phalaris arundinacea* ; Colonisation du dépôt stabilisé par *Carex vesicaria* et *Scirpus sylvaticus* ; présence de *Myriophyllum alterniflorum* sur le dallage caillouteux de la contre-pente de la mouille ;  
 1 : végétation de type prairial ; 2 : *Scirpus sylvaticus* ;  
 3 : *Carex vesicaria* ; 4 : *Phalaris arundinacea* ; 5 : *Myriophyllum alterniflorum* ; 6 : niveau moyen du plan d'eau en période de débit d'étiage.

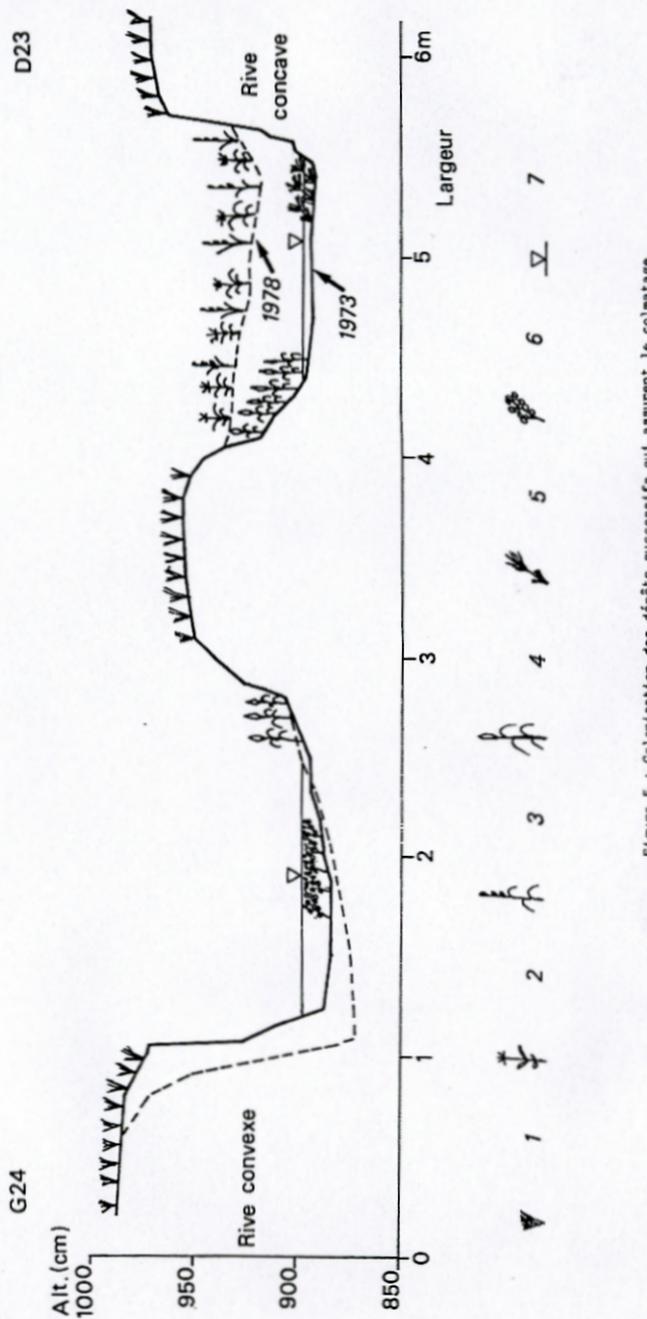


Figure 5 : Colonisation des dépôts successifs qui assurent le colmatage du chenal recoupé en voie d'abandon (chenal au pied de la rive concave ; profil transversal G24 - D23) . Végétation du type prairial sur l'îlot et la plaine alluviale. Dans le chenal de recoupement (au pied de la rive convexe), présence de *Callitriche hamulata* sur le cailloutis du seuil, avant son érosion (1978).

1 : végétation du type prairial; 2 : *Scirpus sylvaticus* ; 3 : *Carex vesicaria* ; 4 : *Phalaris arundinacea* ; 5 : *Myriophyllum alterniflorum* ; 6 : *Callitriche hamulata* ; 7 : niveau moyen du plan d'eau en période de débit d'étiage.

*Callitriche hamulata*, quatre par *C. hamulata* et *Myriophyllum alterniflorum*. Dans les deux autres seuils, on retrouve en plus de ces deux espèces *Potamogeton alpinus* dans sa forme adaptée à des courants rapides. La dernière boucle de deux des trois méandres forme une encoche fort importante, occupée par une cellule de contre-courant. Dans l'une d'elles, on retrouve *P. alpinus* (forme adaptée au courant faible), dans l'autre : *Sparganium emersum*.

D'autre part, un tronçon subrectiligne de rivière est soumis à l'influence d'un seuil déversant particulièrement élevé qui fait ainsi office de barrage (4). Les conditions d'écoulement en amont de ce barrage sont très calmes, permettant la décantation d'éléments fins. Ce tronçon de rivière, long d'une trentaine de mètres, est recouvert à plus de 50% par *Potamogeton alpinus*, dans sa forme adaptée aux courants faibles.

Enfin, dans ce secteur, nous avons pu suivre l'évolution de deux flots et observer, en six ans, le colmatage de l'ancien lit par des dépôts d'abord colonisés par des baldingères et ensuite par des *Scirpus*, *Juncus* et *Carex*.

Le second secteur, long de 140 m, se caractérise par un indice de sinuosité proche de 1,55. On y dénombre six seuils construits. Dans deux d'entre eux, on ne trouve que des *Callitriche*. Elles sont associées à *Myriophyllum alterniflorum* dans trois autres seuils et, dans un seul, on trouve en plus de ces deux espèces *Potamogeton alpinus*. On retrouve également cette dernière espèce - mais dans sa forme d'adaptation à des courants calmes - dans une zone occupée par une cellule de contre-courant au pied d'une rive concave de méandre. Par contre, dans un autre méandre soumis à une érosion latérale plus intense, les dépôts de rive convexe se disposent en arc de cercle, les plus récents étant colonisés par *Phalaris arundinacea*, les plus anciens par des *Scirpus* et des *Carex*.

D'autre part, juste en amont de ce secteur, la rivière longe le bas du versant de la vallée sur quelques dizaines de mètres où, par déblaiement de la matrice fine, de gros cailloux peuvent basculer dans la rivière. Ces cailloux qui dépassent la compétence de la rivière, ne peuvent être transportés par la rivière et encombrant ainsi le fond du lit, maintenant ce dernier à un niveau altimétrique élevé (5). De ce fait, les pentes du plan d'eau sont accusées (1,6%) et les vitesses du courant marquées (près de 1m/sec). Dans ce type de sites, seules des bryophytes aquatiques (*Fontinalis antipyretica*, *Scapania indulata* et *Chiloscyphus polyanthus*) colonisent le fond du lit.

Dans un secteur de rivière situé en aval de la confluence avec le ruisseau des Longues Goutelles (fig. 1), nous avons pu suivre le recoupe-ment complet d'un méandre par incision d'un chenal de recoupe-ment. Nous avons pu observer - tout comme pour les flots, mais à une échelle spatiale

(4) Ce seuil est dû à l'affleurement dans le fond du lit, d'une lentille caillouteuse qui constitue un niveau résistant, du fait que les cailloux sont cimentés entre eux à la suite de la précipitation d'oxydes de fer et de manganèse.

(5) Nous avons pu déterminer cette absence de transport en marquant ces cailloux à la peinture et en repérant leur position par la suite.

plus grande - le colmatage quasi complet de la boucle recoupée et, simultanément, les différentes phases de colonisation des dépôts, identiques à celles qui ont été mises en évidence dans les chenaux abandonnés des flots. Par ailleurs, nous avons pu constater que les seuils construits les plus élevés, caractérisés par des vitesses de courant et des pentes de plan d'eau importantes, étaient colonisés uniquement par des Callitriches. Par contre, dans les seuils construits situés à un niveau moins élevé, on y retrouvait des Myriophylles associées aux Callitriches. Cette différence de colonisation par les plantes aquatiques permet donc bien de distinguer les seuils entre eux. Précisons cependant que cette distinction basée sur des caractères dynamiques, est en fait liée à des caractères micro-topographiques. En effet, les conditions dynamiques qui caractérisent les seuils résultent de facteurs topographiques tels que le rétrécissement de la section et le niveau élevé du fond du lit qui dépendent eux-mêmes de l'importance des accumulations caillouteuses. C'est ainsi qu'un seuil situé juste en aval d'une source de cailloux (lentille de petit cailloux qui affleurent dans la berge) est caractérisé par un niveau altimétrique élevé, et donc par des pentes du plan d'eau marquées (6). De façon générale, nous n'y retrouverons que *Callitriche hamulata*. En revanche, les seuils éloignés d'une source de cailloux importante, se trouvent à des altitudes moins élevées du fait que l'accumulation y est moins importante - ce qui a pour effet d'atténuer les vitesses du courant et les pentes du plan d'eau. Dans de tels sites, *Myriophyllum alterniflorum* est alors associé à *C. hamulata*.

Dans les secteurs de rivière situés dans la partie amont du bassin hydrographique (à proximité de la confluence des deux Rulles, ainsi qu'à la confluence avec le ruisseau des Mouflons (fig. 1), *Potamogeton alpinus* se rencontre beaucoup plus fréquemment sur les seuils que ce n'est le cas en aval et il y est alors mieux développé. Il reste cependant associé à *Callitriche hamulata* et à *Myriophyllum alterniflorum*. Nous y avons également observé *P. alpinus* (dans son autre forme d'adaptation) dans un train de méandres recoupés mais dans lequel subsiste encore un plan d'eau, ainsi que dans un tronçon de rivière soumis à un effet de barrage qui dans ce cas est dû à un embâcle (arbre basculé en travers de la rivière).

Précisons que dans ces secteurs amont, il existe toujours une organisation en méandre, mais les formes sont plus étriquées, du fait que les débits générateurs sont moindres. De plus, la forme des méandres est moins régulière, étant donné que le bed-rock affleure plus souvent dans le fond du lit et au pied des berges, et que comme ALEXANDRE (1956), SERET (1957 et 1979) et PISSART (1961) l'ont démontré pour les méandres encaissés, il existe aussi une influence de la schistosité sur le développement des méandres qui sont seulement ancrés dans le bed-rock (TARGE, 1970; PETIT, 1983). Ajoutons enfin que nous retrouvons les peuplements de Baldingères dans les sites de dépôts définis au paragraphe 2, mais moins développés et de façon moins systématique.

Dans la grande Rulles (juste en amont de la confluence entre les deux Rulles, fig. 1), *Potamogeton alpinus* colonise de façon quasi systé-

(6) Nous avons toutefois constaté que les vitesses du courant mais surtout les forces tractrices (paramètre plus fiable pour expliquer l'érosion de la charge de fond) n'y atteignaient pas des valeurs suffisamment élevées pour permettre l'érosion de ces cailloux, même lors de crues importantes;

matique tous les seuils caillouteux tandis que les Callitriches y sont très rares. De même, les baldingères sont nettement moins fréquentes, les dépôts étant le plus souvent colonisés par des *Carex*, ceci même au pied des berges. Précisons toutefois que la grande Rulles est d'un gabarit nettement inférieur à la Rulles après sa confluence (7), les méandres sont moins bien développés et les sites de sédimentation plus restreints, tandis que la pente de la rivière atteint près de 1%. Les conditions dynamiques sont donc complètement modifiées par rapport aux secteurs étudiés en aval, ce qui peut expliquer les différences de colonisation par rapport à ce qui a été analysé dans les autres secteurs. De plus, il n'est pas exclu que le niveau trophique de la rivière soit différent dans ce secteur du fait que le bassin hydrographique s'étend sur des assises géologiques différentes (Siegenien supérieur, fig. 1).

A cet égard, une étude des autres rivières qui entaillent la retombee méridionale de l'Ardenne (Arelune, Ruisseau d'Anlier, Mandebbras), rivières d'une taille assez comparable à la Rulles permettra d'affiner le schéma proposé à partir de l'étude intensive des secteurs de la Rulles

## 5. CONCLUSIONS

Au terme de cette analyse, nous proposons une synthèse des relations entre plantes aquatiques et sites de rivière, selon le schéma suivant.

- Les Biophytes aquatiques tels que *Fontinalis antipyretica*, *Scapania undulata*, *Chiloscyphus polyanthus*, caractérisent des tronçons de rivière à écoulement rapide et faible profondeur, dont le fond du lit est tapissé par des gros cailloux (10 cm et plus) qui dépassent la compétence de la rivière. C'est généralement le cas lorsque la rivière longe le bas des versants. Ces observations ne coïncident que partiellement avec celles faites par NOIRFALISE et DETHIOUX (1977), notamment dans l'Arelune, rivière assez proche de la Rulles. Ces auteurs considèrent ces trois espèces comme des plantes caractéristiques de rivières à eaux vives mais à fond de gravier ou de sable, ce qui ne se vérifie pas dans le cas de la Rulles ni dans d'autres rivières du massif Ardennais (SCHUMACKER, observations non publiées).

- *Callitriche hamulata* caractérise les seuils constitués par une accumulation de petits cailloux (2 cm de diamètre maximum), seuils qui, du fait de l'importance des accumulations, se trouvent à une altitude relative élevée. C'est ainsi que les pentes du plan d'eau y sont marquées lors de faibles débits (supérieures à 1%) de même que les vitesses du courant (40 cm/sec). *Myriophyllum alterniflorum* est adapté à des conditions dynamiques moins sévères mais nécessite toujours une bonne oxygénation. Cette plante est associée à *Callitriche hamulata* sur les seuils construits moins élevés, où les pentes du plan d'eau et les vitesses du courant sont moins marquées que sur les seuils les plus élevés (pente de

---

(7) Bien que la dénomination soit trompeuse, la grande et la petite Rulles ont une importance assez comparable.

l'ordre de 0,5%, vitesse de l'ordre de 25 à 30 cm/sec). De même, les *Myriophylles* colonisent la contre-pente des mouilles dont le fond est, de façon générale, tapissé par un dallage constitué de petits cailloux et où les conditions dynamiques sont moins sévères que sur les seuils, du moins en période de faibles débits, ce qui coïncide généralement avec la période végétative.

Il ressort de ces observations que *Callitriche hamulata* et, dans une moindre mesure *Myriophyllum alterniflorum* nécessitent une oxygénation importante et peuvent résister à un écoulement rapide. Ceci correspond aux observations de HASSLAM (1978), qui a démontré expérimentalement que ces deux espèces étaient très tolérantes à la turbulence et qu'elles n'opposaient qu'une faible résistance hydraulique au flux, ce qui traduit une forme d'adaptation des plantes aux écoulements rapides.

- *Sparganium emersum* se rencontre principalement dans les mouilles (zones relativement plus profondes, avec en général, plus de 30 cm de profondeur lors des débits d'étiage). Les vitesses du courant y sont très faibles - du moins en période d'étiage - ce qui permet alors la décantation de matériel fin. DETHIOUX (1979) a également remarqué que *Sparganium emersum* se retrouvait là où le fond est constitué de limon vaseux mais que, dans la Rulle, cette plante est absente dans les sites où la vitesse du courant dépasse 45 cm/sec. Cette limite est valable lors de faibles débits (8), mais nous avons constaté qu'en période de crues - notamment lors de débits voisins de débit à pleins bords qui est en moyenne enregistré au moins 12 jours/an - les vitesses du courant dépassent largement 45 cm/sec dans certains sites où on retrouve les *Sparganium*.

- *Potamogeton alpinus* se présente sous deux formes :

L'une adaptée à un écoulement rapide, se retrouve sur les seuils construits, et est alors associée à *Callitriche hamulata* et *Myriophyllum alterniflorum*. En amont de la confluence des deux Rulles, on ne retrouve le plus souvent que cette seule espèce sur les seuils;

L'autre forme se rencontre exclusivement dans des zones où l'écoulement est calme, même lors de période de crues. C'est notamment dans la cellule de contre-courant qui occupe l'encoche formée par la dernière boucle des méandres (si du moins les déversements n'y sont pas trop fréquents), c'est aussi le cas dans les zones d'abris individualisés en aval des îlots (du fait de l'abandon de l'un des chenaux), dans les tronçons de rivière soumis à un effet de barrage et dans les méandres recoupés, lorsqu'il y subsiste un plan d'eau.

- *Phalaris arundinacea* colonise les dépôts sablo-graveleux qui, vu leur position, sont remaniés à chaque crue, mais également les dépôts sableux qui s'édifient dans des sites d'accumulation privilégiée. Ces derniers se disposent schématiquement en arc de cercle, bordant la rive convexe et les dépôts stabilisés plus anciens qui sont colonisés par des Laïches et des Scirpes; elles soulignent en quelque sorte le glissement du méandre et donnent ainsi une idée de l'ensemble de l'érosion latérale.. De même,

(8) Les relevés ont été effectués par DETHIOUX au cours de l'automne 1978, alors que les débits étaient faibles, inférieurs au débit moyen.

dans les chenaux d'îlots en voie d'abandon, les baldingères colonisent les dépôts sableux qui se constituent en premier lieu, mais sont ensuite remplacés notamment par des *Carex* et *Scirpus* lorsque le colmatage est plus poussé et que les dépôts deviennent plus fins. *Phalaris arundinacea* apparaît donc comme un indicateur de dépôts sableux transitoires (dans l'espace ou dans le temps). En effet, lorsque pour des raisons géomorphologiques, les sites où s'édifient ces dépôts sont moins exposés et que ceux-ci ne se font plus remanier, s'accroissent et sont constitués d'un matériel plus fin, les baldingères font alors place à d'autres espèces.

De façon générale, on constate que les relations entre les plantes aquatiques et les sites de rivière, mises en évidence ci-dessus, concordent avec les types de groupements décrits par SCHUMACKER (1976) dans des rivières du nord de l'Ardenne (Schwalm, Olef, Roer) : prédominance de *Fontinalis antipyretica* et *squamosa* dans les zones à courant rapide, présence de *Myriophyllum alterniflorum* et *Callitriche hamulata* dans les zones les plus agitées des méandres, développement de *Potamogeton* (dans ce cas, *P. polygonifolius* et non *P. alpinus*) et de *Sparganium erectum* dans les zones les plus calmes des méandres et dans les méandres abandonnés. Par contre, SCHUMACKER (1977) observe *Phalaris arundinacea*, dans les convexités de méandres abandonnés mais aussi sur des levées naturelles, tandis que ROSS (1980) les observe également dans l'ancien bief, au niveau des petits barrages édifiés afin de permettre l'épandage dans les prés. Nous n'avons pas rencontré les baldingères dans ces dernières dispositions, du fait que la Rulles n'édifie pratiquement pas de levées naturelles, du fait également que les techniques d'abissage ont été moins répandues en forêt d'Anlier que dans d'autres parties de l'Ardenne, notamment dans la région de Bertrix (LAURANT, 1967) et sur le plateau d'Elsborn (FONTAINE et al., 1981). Précisons par ailleurs que si même le substrat géologique des rivières du plateau d'Elsborn est du même étage que celui de la Rulles (Siegenien), il se présente toutefois sous un faciès moins riche, ce qui limite probablement le niveau trophique de ces rivières, expliquant certaines différences mineures.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J., 1956. - Les méandres de l'Ourthe supérieure. *An. Soc. Géol. Belgique*, LXXX, 75-90.
- ASSELBERGHS, E., 1946. - L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mémoires de l'Institut Géol. de l'Université de Louvain*, XIV, 598 p.
- CORLEY, M.H.V., GRUNDWELL, A.C., DULL R., HILL, M.O. & SMITH, A.J.C., 1981. Mosses of Europe and the Azores : an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J. Briol.*, 11, 609-689.
- DE LANGHE, J.E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J. & VANDEN BERGHEM, C., 1983. - Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines ((Ptéridophytes et Spermatophytes) 3e éd. *Meise, Jard. Bot. Nat. Belgique*, 108 + 1016 + 1 + 1 carte h.t.

- DETHIOUX, M., 1979. - Sur la forme flottante du Rubanier, *Sparganium emersum* Rehm. dans quelques rivières belges. *Dumortier*, 13, 6-9.
- FONTAINE, S., SCHUMACKER, R., CABRI, R. & ROS, G., 1981. - L'abissage des prés dans les vallons de Haute-Ardenne nord-orientale - Hautes-Fagnes, 3, 117.
- GROTTE, R., 1983. - Hepatics of Europe including the Azores; an annotated list of species, with synonyms of the recent literature. *J. Bryol.*, 12, 403-459.
- HASLAM, S.M., 1978. - River plants. The macrophytic vegetation of water-courses - *Cambridge University Press* - 356 p.
- LAURANT, A., 1967. - Les bief ardennais - Un système d'irrigation en voie de disparition. *Revue belge de Géog.*, 91, 67-78.
- LEOPOLD, L.B., WOLMAN, M.G. & MULLER, J.P., 1964. - Fluvial processes in geomorphology. *Freeman & Company, San Francisco*, 522 p.
- LEQUARRE, A., 1978. - La végétation et l'action géomorphologique des rivières dans une région tropicale humide. *Géo Eco Trop*, 1, 103-112.
- NOIRFALISE, S. & DETHIOUX, M., 1977. - Synopsis des végétations aquatiques d'eau douce en Belgique. *Communication du Centre d'Ecologie Forestière et Rurale, Gembloux, série 14, 25 p.*
- OVERAL, B., 1980. - La synécologie et la dynamique des végétations dans les biotopes humides, en vue d'une gestion écologique du paysage. *Thèse de doctorat en Sc. de l'Environnement, F.U.L., Arlon*, 470 p.
- PETIT, F., 1983. - Les processus de façonnement en milieu naturel du lit d'une rivière à sédiment limono-caillouteux. La Rulles en Forêt d'Anlier. *Thèse de doctorat en Sc. Géogr., Univ. de Liège*, 648 P, inédit..
- PETIT, F., 1984. - Les processus contrôlant l'évolution du tracé d'une rivière ardennaise. *Z. Géomorph. N.F., suppl. Bd 49*, 95-109.
- PISSART, A., 1961. - Les terrasses de la Meuse et de la Semois. La capture de la Meuse lorraine par la Meuse de Dinant. *Ann. Soc. Géol., Belgique*, 84, 1-108.
- ROS, G., 1980. - Etude floristique phytosociologique et écologique des vallées de l'Olef et de l'Holzwarche. *Mémoire de licence en Sc. Géog., Univ. de Liège*, 138 p.
- SCHUMACKER, R., 1977. - Bref aperçu des groupements végétaux des fonds de vallée inondables en Haute-Ardenne orientale. M. GEHU (éd.) *Colloques phytosociologiques, V, La végétation des prairies inondables, Lille, 1976*, 249-258.
- SERET, G., 1957. - Les terrasses et les formes associées dans le bassin de la Lesse inférieure. *Ann. Soc. Géol., Belgique*, 80, 355-378.
- SERET, G., 1979. - L'étirement des méandres encaissés perpendiculairement à la direction du clivage schisteux : Un processus périglaciaire. *Bull. Soc. Belg. Géol.*, 88-2, 129-135.

DISCUSSION

- J.B. FALINSKI. - Vos résultats ont-ils un caractère général ou seulement un caractère local ?
- A. BAUDIERE. - Est-ce que l'affouillement des berges sur la rive concave n'est pas favorisé par un travail préparatoire du gel durant l'hiver ?
- F. PETIT. - Effectivement, il y a une influence du gel sur l'ameublissement du limon de la berge, si bien que l'érosion latérale régressive est intensifiée lors des crues printanières. Toutefois, pour qu'un tel processus soit efficace, un certain nombre de conditions sont nécessaires ; notamment un gel intense sans couverture neigeuse ou un niveau très bas de la rivière en période hivernale, de façon à ce que la berge soit dégagée et soit aussi directement exposée au gel. Cependant dans ce dernier cas, il est à noter que, sur le versant sud de l'Ardenne, le maximum des précipitations se produit en fin de période automnale, si bien que le niveau des eaux est généralement élevé
- J. DUVIGNEAUD. - La communication présentée a le mérite de révéler combien un ruisseau est un monde diversifié au point de vue écologique. Le phytosociologue peut dès lors mieux comprendre la répartition des groupements végétaux : association à *Myriophyllum alterniflorum* (et *Callitriche hamulata*), végétation embryonnaire du *Potamion* (qui ne se développe pas), végétation initiale de la phalaridaie.