

L'INFLUENCE DE LA SCHISTOSITE SUR LE TRACE DES MEANDRES ANCRÉS DANS LE BEDROCK

F. PETIT

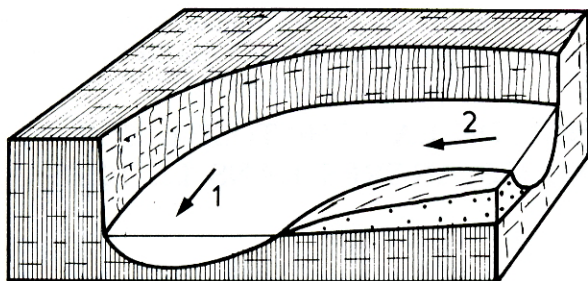
RESUME

Le développement des méandres ancrés dans le bedrock schisteux sous les alluvions est, tout comme les méandres encaissés, influencé par la direction de la schistosité. Leur amplitude est supérieure à celle des méandres libres lorsque le sens général d'écoulement de la rivière est parallèle à la schistosité, leur amplitude est par contre plus faible et leur longueur d'onde plus importante lorsque l'écoulement lui est perpendiculaire. Une analyse de détail montre que le processus responsable est l'érosion latérale différentielle se produisant au pied du lit de la rivière. La gélivation ne peut donc pas intervenir.

La déformation de ces méandres liée à la schistosité est toutefois moins spectaculaire que dans les méandres encaissés car le bedrock n'affleure que localement dans le fond du lit, suivant une topographie irrégulière, et d'autres processus qui agissent généralement dans les méandres libres, interviennent ici aussi. D'autre part, la présence même des méandres ancrés semble témoigner d'un type de rivière où la tendance à l'incision est peu marquée, son action principale se limitant à un renouvellement de sa plaine alluviale.

1. INTRODUCTION

La théorie de A.N. STRAHLER (1946) suivant laquelle les méandres encaissés tendent à se développer plus vite dans une direction perpendiculaire à celle de la schistosité est bien connue. Selon cet auteur, c'est l'érosion différentielle des schistes suivant l'angle d'attaque de la rivière qui en est le processus essentiel. En effet, l'érosion latérale est facilitée dans la section de rive concave où le courant est parallèle à la schistosité, car la rivière s'y trouve alors en présence de plaquettes de schiste qui se débitent aisément du fait qu'elles ne trouvent qu'un faible support de leurs voisines (Fig. 1). En revanche, dans les parties de rive concave où la direction du courant est perpendiculaire à celle de la schistosité, l'érosion latérale



(d'après A.N. Strahler, 1946)

Fig. 1.

Diagramme de STRAHLER (d'après KUPPER, 1976), montrant l'importance de l'érosion latérale suivant le sens d'écoulement de la rivière par rapport à la direction de la schistosité : en (1) l'érosion latérale est facilitée car les plaquettes de schiste ne trouvent qu'un faible support, alors qu'en (2) elles sont fermement coincées entre elles, ce qui freine l'érosion latérale.

est peu efficace car les plaquettes de schiste sont fermement coincées entre elles. Il résulte de cette action combinée, un étirement des méandres dans une direction perpendiculaire à celle de la schistosité. Cette théorie a trouvé de nombreuses applications sur des rivières belges telles que l'Ourthe (J. ALEXANDRE, 1956), la Lesse (G. SERET, 1956) et la Semois (A. PISSART, 1960).

A partir de mesures et de repérages précis effectués sur plusieurs de ces rivières, G. SERET (1979) a proposé comme agent principal d'érosion, la gélivation des schistes lors des basses eaux hivernales, la rivière n'intervenant plus que comme agent de déblaiement. Cet auteur a systématiquement observé que le substratum constituait une plate-forme au pied de la paroi rocheuse, à un niveau altimétrique correspondant à celui des basses eaux, ce qui marque bien le recul différentiel du substratum. Si l'érosion latérale de la rivière avait été le processus moteur, la partie du substratum se trouvant dans le lit aurait dû être érodée de la même façon, sinon plus, puisqu'elle se situe à proximité du fond là où l'impact des cailloux en mouvement est beaucoup plus fréquent (F. PETIT, 1984). Dans ce cas, il n'y aurait donc pas dû y avoir de plate-forme.

Le processus mis en évidence par G. SERET diffère donc de celui décrit par STRAHLER mais l'effet d'étirement des méandres subsiste néanmoins puisque la gélivation se montre beaucoup plus efficace lorsque les parois sont orientées parallèlement à la direction du cli-vage schisteux.

D'autre part, sont présentées ci-dessous des observations effectuées dans une petite rivière ardennaise qui forme une série de méandres libres dans sa plaine alluviale mais qui est aussi périodiquement en

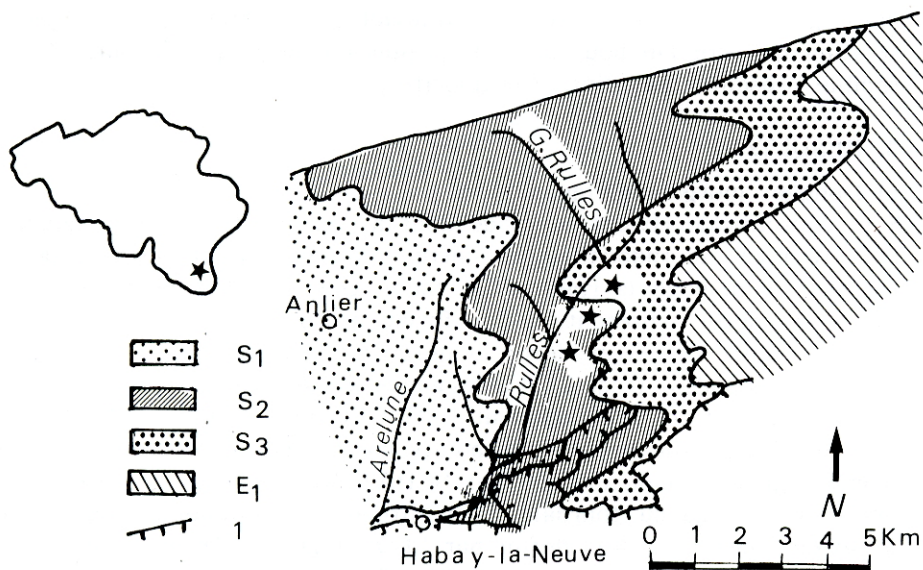


Fig. 2.

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

S1 Siegenien inférieur, S2 Siegenien moyen, S3 Siegenien supérieur, E1 Emsien inférieur, 1 limite du Dévonien.

Les étoiles représentent la localisation des secteurs d'études.

contact direct avec le substratum schisteux sous-jacent. Les méandres présentent alors des déformations et, par analogie avec les méandres encaissés, nous avons ainsi cherché à déterminer l'influence de la schistosité sur le tracé de ces méandres.

2. CARACTERES GENERAUX DE LA RIVIERE

La rivière étudiée, la Rulles en Forêt d'Anlier, entaille la retombée méridionale de l'Ardenne. Son bassin hydrographique s'étend principalement sur les quartzophyllades et les quartzites du Siegenien Moyen (Faciès de Longlier) et dans une moindre mesure sur les phyllades du Siegenien Supérieur (Faciès de Neufchâteau) (ASSELBERGHS, 1946) (Fig. 2). L'écoulement général de la rivière se fait selon une direction NNE-SSW, alors que la schistosité s'oriente généralement d'E-W. Toutefois, en fonction de la disposition des sinuosités dans la plaine alluviale, l'orientation de l'écoulement peut être perpendiculaire à la schistosité dans certains méandres, ou, au contraire, parallèle dans d'autres.

Par ailleurs, il faut noter que le bedrock affleure beaucoup plus souvent lorsque la rivière se trouve à proximité du bas des versants

mais qu'il subsiste aussi, sous les alluvions, une topographie du substratum qui, comme nous le verrons plus en détail par la suite, semble présenter certaines irrégularités.

3. RESULTATS

a) Données morphométriques

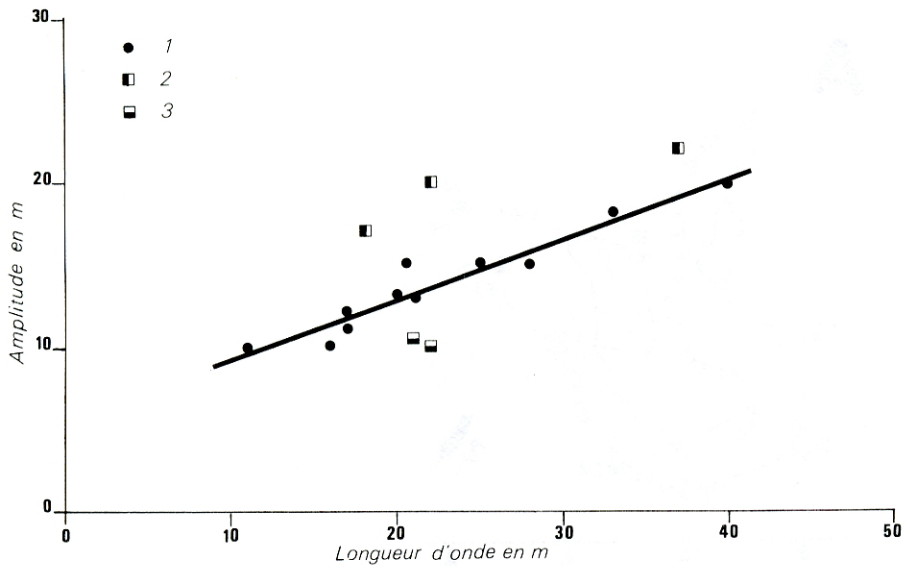
Sept secteurs de rivière longs de cent à deux cents mètres chacun, ont été levés au théodolite; de cette manière il a été possible de retracer le plan de la rivière. De façon générale, les méandres - libres et ancrés - présentent une forme en oméga si bien qu'il a été nécessaire de reconsidérer la définition des paramètres géométriques des méandres (Fig. 3). La longueur d'onde est envisagée ici selon la définition qu'en donnent LEOPOLD et WOLMAN (1960) sur base de l'intervalle entre deux points homologues et correspond à la demi longueur d'onde utilisée par SCHATTNER (1962) dans les méandres en oméga du Jourdain. L'amplitude est également calquée sur le schéma des méandres défini par LEOPOLD et WOLMAN, et correspond à celle définie par SCHATTNER.

Ces paramètres étant ainsi définis, une relation entre la longueur d'onde des méandres et leur amplitude a pu être établie (Fig. 3). Dans le cas des méandres où le substratum affleure, le rapport entre la longueur d'onde et l'amplitude est différent de celui des méandres libres. Leur amplitude est supérieure à celle des méandres libres lorsque la longueur d'onde, c'est-à-dire le sens général d'écoulement de la rivière au niveau d'un méandre, est parallèle à la direction de la schistosité. Inversément leur amplitude est inférieure à celle des méandres libres lorsque la longueur d'onde est perpendiculaire à la schistosité. Cette disposition déjà mise en évidence par J. ALEXANDRE (1962) dans des méandres ancrés des rivières du Shaba, traduit donc bien une influence de la schistosité sur le tracé des méandres ancrés.

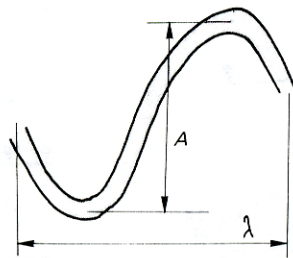
Toutefois, comme nous allons le voir dans l'analyse de détail ci-dessous, d'autres processus interviennent également qui influencent eux-aussi la géométrie des méandres, contrecarrant ou au contraire renforçant l'influence du substratum sur le tracé des méandres. Par ailleurs, le substratum n'affleure que très localement dans les méandres ancrés, de sorte que le schéma mis en évidence dans les méandres encaissés ne peut s'appliquer que dans les parties limitées de méandres.

b) Processus

Dans un méandre où la direction générale de l'écoulement est parallèle à la schistosité, le bedrock affleure ponctuellement au pied d'une partie de rive concave (Fig. 4 a, repère 22). A cet endroit, la rivière attaque les feuilletts perpendiculairement à la schistosité,



A_



B_

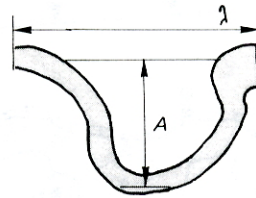


Fig. 3.

Relation entre la longueur d'onde et l'amplitude des méandres libres et des méandres ancrés dans le bedrock.

(1) méandres libres; (2) méandres ancrés dont le sens général d'écoulement est parallèle à la direction de la schistosité; (3) méandres ancrés dont le sens général d'écoulement est perpendiculaire à la direction de la schistosité. Régression calculée uniquement sur les méandres libres ($n=11$, $r=0,962$).

En cartouche, définition des paramètres géométriques des méandres; (A) dans les méandres classiques; (B) adaptation à des méandres en oméga.

λ = la longueur d'onde, A = amplitude.

de sorte que la progression de cette rive vers l'aval est entravée, ce qui, dans la géométrie du méandre, se traduit par une longueur d'onde peu élevée de ce dernier. Mais cette absence de progression vers l'aval résulte également du fait qu'en période de crues supérieu-

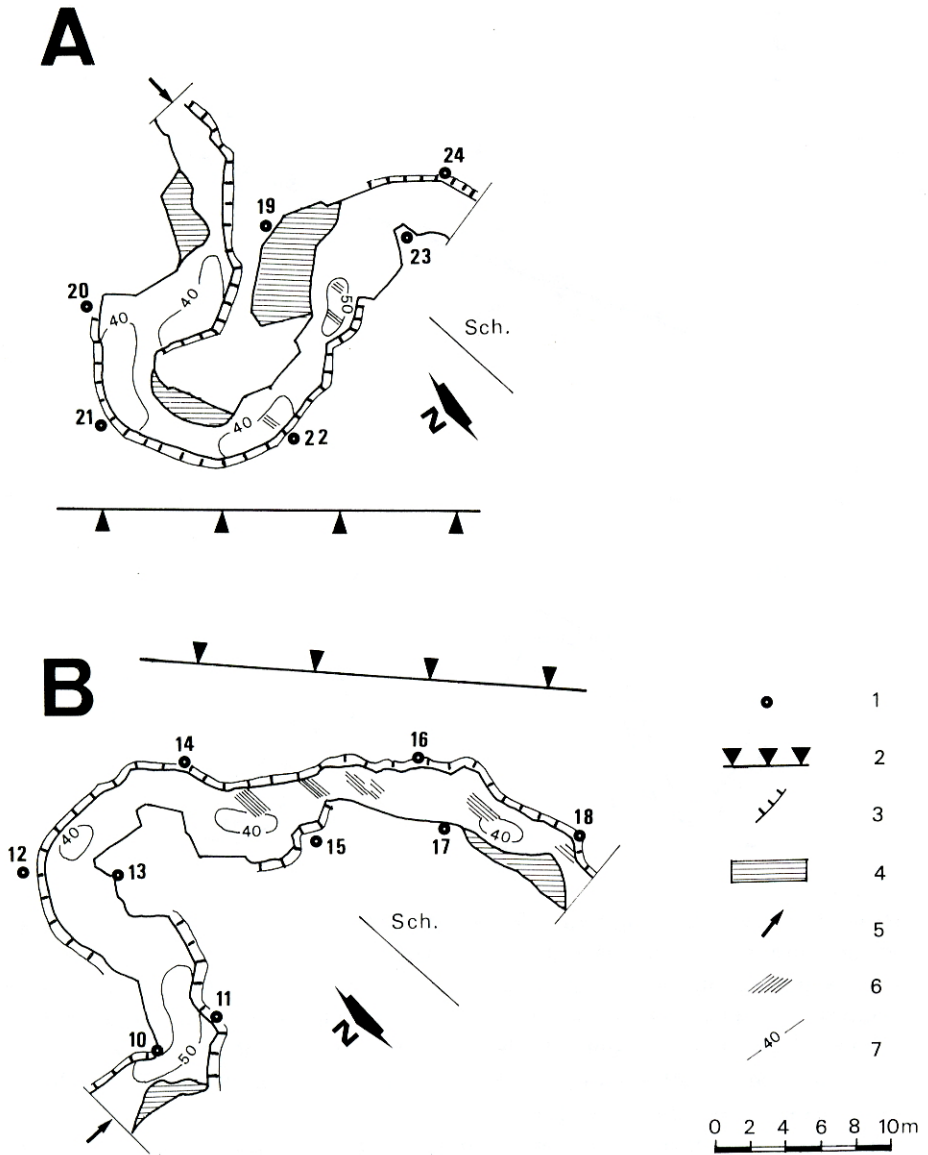


Fig. 4. Méandres ancrés dans le substratum. (1) Repères; (2) bas de versant; (3) berge érodée; (4) zones de dépôts; (5) sens d'écoulement de la rivière; (6) affleurement du substratum; (7) profondeur dans les mouilles en période d'étiage; Sch. direction de la schistosité.

res au débit à pleins bords, une fraction du débit recoupe le pédoncule du méandre (à proximité du repère 19) et se déverse dans la rive concave de la dernière boucle - expliquant la forme surcreusée de cette partie de la rive concave - de sorte que, dans la partie court-circuitée du méandre, l'activité érosive est alors plus limitée. Par contre, dans un méandre où la direction générale de l'écoulement est perpendiculaire à la schistosité (Fig. 4 B), la rivière attaque les plaquettes du substratum selon une disposition relativement parallèle à la schistosité (entre les repères 14 et 18). Il en résulte un glissement sensible de cette partie de la rive, ce qui a bien tendance à accroître la longueur d'onde du méandre. D'autre part, en accord avec le schéma proposé, l'amplitude de ce méandre est faible. Toutefois, dans ce cas, ce n'est pas le substratum qui empêche la progression de la rive concave (entre les repères 12 et 14), mais bien l'affleurement au pied de cette rive, d'une importante lentille caillouteuse qui oppose une très bonne résistance à l'érosion, du fait que les éléments caillouteux sont cimentés entre eux grâce à la précipitation d'oxydes de fer et de manganèse.

Ces observations confirment donc bien que la schistosité influence la géométrie des méandres ancrés, même si les affleurements du substratum sont localisés. Ceci rejoint les observations faites par J.C. TARGE (1970) dans l'Ourthe en Famenne. En effet, au sein même de larges méandres encaissés, cette rivière forme de petits méandres dans sa plaine alluviale, méandres qui sont plus nombreux et mieux développés lorsque la direction générale de la rivière est parallèle à la schistosité. Dans ces méandres, le substratum affleurerait en effet en plusieurs endroits du fond du lit mineur.

Il se pose dès lors la question de savoir si, en accord avec la théorie de STRAHLER, c'est l'érosion latérale qui est responsable de ces déformations ou si, au contraire, suivant les observations de SERET, la gélivation joue un rôle prépondérant. De façon générale, nous avons observé que le substratum affleurerait dans les mouilles qui, en accord avec le schéma classique, sont généralement décentrées vers la rive concave des méandres. C'est donc au pied des berges que l'on retrouve le substratum, mais à un niveau tel qu'il reste immergé même lors des périodes des plus basses eaux (comme lors des étiages de 1976). Il est donc impossible de faire intervenir ici le processus décrit par SERET. Rappelons en outre que ALEXANDRE avait lui aussi observé une influence de la schistosité sur la géométrie des méandres, en zone intertropicale (Shaba), dans des conditions climatiques où la gélivation ne peut intervenir.

Dans la rivière étudiée ici, il faut cependant noter que le substratum offre une bonne résistance à l'érosion, même lorsque les feuilletts se présentent avec une orientation parallèle à celle de l'écoulement, et il arrive fréquemment qu'il forme une microtopographie sur le fond.

Il semble en tout cas opposer une meilleure résistance à l'érosion que le limon alluvial dans lequel sont façonnés les méandres libres. Et pourtant, comme il ressort de la figure 3, il y a bien une déformation des méandres ancrés. Ceci laisse supposer que le substratum qui affleure n'est que la partie la plus résistante de certains bancs, le reste ayant été déblayé et ayant ainsi pu influencer le tracé. L'alignement des affleurements du substratum a d'ailleurs tendance à confirmer cette disposition en bancs plus résistants.

Dans un contexte géomorphologique plus large, la présence de méandres ancrés montre que la rivière ne présente pas une tendance à l'accumulation car le substratum serait alors enfoui sous les alluvions. Les affleurements du substratum semblent indiquer au contraire une tendance à l'incision, mais peu marquée, car les affleurements sont peu fréquents et, de plus, ils sont généralement localisés en bordure de la plaine alluviale, à proximité du bas des versants. Ainsi les méandres ancrés pourraient être révélateurs d'un type de rivière où il y a une faible érosion verticale avec une plaine alluviale concomitante, l'action principale de la rivière consistant en un remaniement et un renouvellement de cette dernière. La lenteur du phénomène d'incision a été mise en évidence par ailleurs, grâce à l'analyse des sédiments de la plaine alluviale et grâce à la présence au sein même de la plaine alluviale de nombreux troncs d'arbres anciens, dont l'un d'eux a pu être daté : 750 ± 55 BP (Lv-1326) (F. PETIT, 1983, 1988).

4. CONCLUSIONS

Ces résultats démontrent qu'il y a bien une influence de la schistosité sur le façonnement des méandres ancrés dans le substratum. Toutefois, un élargissement de l'échantillonnage s'impose, ce à quoi nous nous employons sur base de levés complémentaires. Dans les cas étudiés, le processus de gélivation décrit par G. SERET (1979) semble devoir être écarté, du fait que le substratum est recouvert de limon alluvial et qu'il n'affleure qu'au pied des berges et dans le fond des mouilles, à un niveau où il ne peut être immergé lors des basses eaux. L'érosion latérale - et probablement oblique - de la rivière semble donc être le processus moteur.

D'autre part, la présence des méandres ancrés semble indiquer que la rivière tend à s'inciser mais très lentement, son action principale consistant en un renouvellement de sa plaine alluviale, ce qui a été démontré par une autre approche.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements au Professeur J. ALEXANDRE et au Professeur A. PISSART qui ont bien voulu relire cet article et nous faire part de leurs remarques.

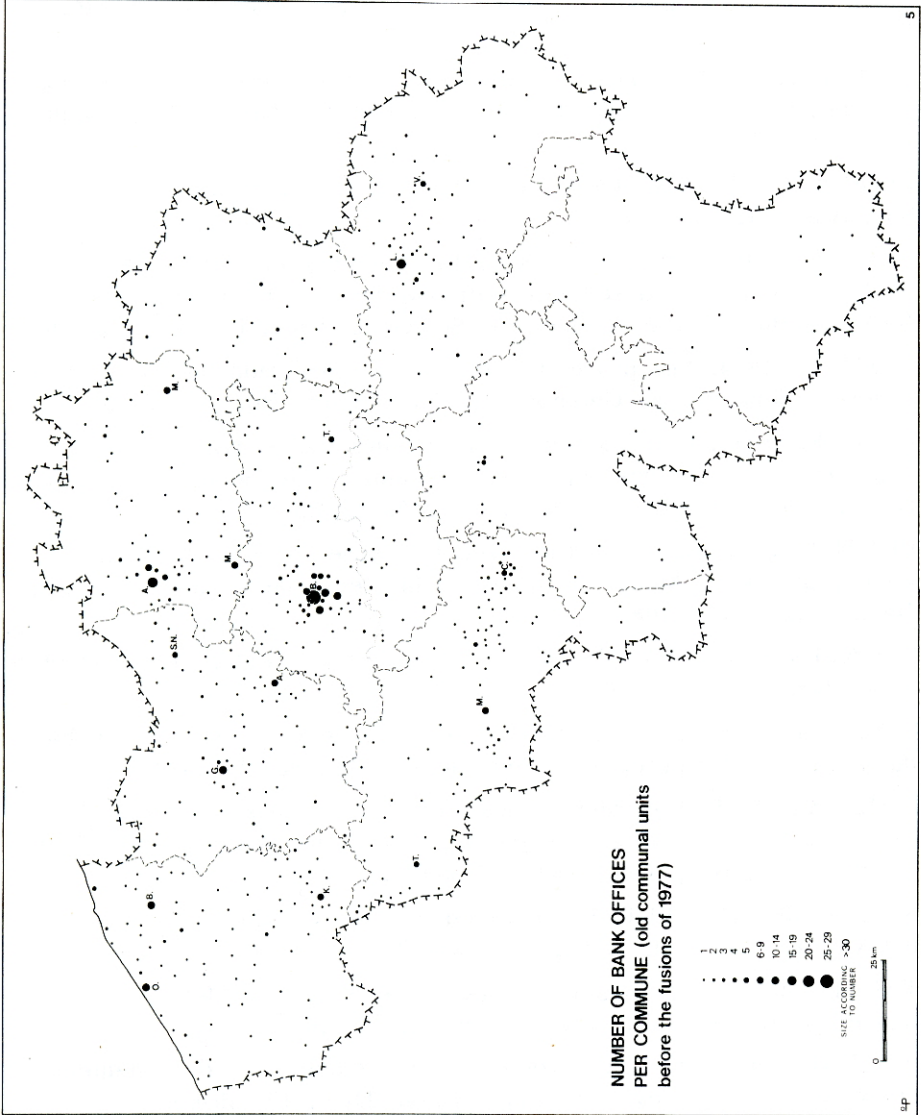
BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE J., 1956. Les méandres de l'Ourthe supérieure. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 80, 75-90.
- ALEXANDRE J., 1962. Les facteurs de développement des méandres à la lumière des observations faites le long des rivières intertropicales. *A.I.H.S.*, 59, 244-252.
- ALEXANDRE S. et KUPPER M.; 1976. L'évolution des rivières. in Géomorphologie de la Belgique. Hommage au Professeur MACAR, Laboratoire de Géologie et de Géographie physique, Univ. Liège, 51-74.
- ASSELBERGHS E., 1946. L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain*, 14, 598 p.
- LEOPOLD L.B. et WOLMAN G., 1960. River meanders, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 71, 769-794.
- PETIT F., 1983. Les processus de façonnement en milieu naturel du lit d'une rivière à sédiments limono-caillouteux. La Rulles en forêt d'Anlier. Thèse de doctorat Sc. Géog. Univ. Liège, inédit, 648 p.
- PETIT F., 1984. Les processus contrôlant l'évolution du tracé d'une rivière ardennaise, *Z. Geomorphol. N.F. Suppl. Bd. 49*, 95-109.
- PETIT F., 1988. Bilan de l'activité récente d'une rivière ardennaise à partir de l'étude des dépôts de sa plaine alluviale et de la datation de troncs d'arbres anciens. (en préparation).
- 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. Belg.*, 84, 1-108.
- SCHATTNER I., 1962. The lower Jordan Valley, *Publ. of the Hebrew Univ. Jérusalem*, XI, 123 p.
- SERET G., 1956. Les terrasses et les formes associées dans le bassin de la Lesse inférieure. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 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.
- STRAHLER A.N., 1946. Elongate entrenched meanders of Conodoguinnet Creek. *P.a., Am. J. Sc.*, 244, 31-40.
- TARGE J.C., 1970. La plaine alluviale de l'Ourthe, *Mémoire de licence en Sc. Géog. Univ. Liège*, inédit, 147 p.
- VOGT H., 1965. Quelques problèmes de méandres de débordement en roche meuble, *Revue de Géomorphol. Dyn.*, 15, 49-60.

BELGIUM IN MAPS XXXI.

Locational pattern of the bank offices of Bank Brussel Lambert/Banque Bruxelles Lambert (31.12.1985; Belg. Ver. Banken).

W. Vlassenbroeck, Sem. Mens. en Ekon. Geografie, R.U. Gent.



**NUMBER OF BANK OFFICES
PER COMMUNE (old communal units
before the fusions of 1977)**

- 1-2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6-9
 - 10-14
 - 15-19
 - 20-24
 - 25-29
 - 30
- SIZE ACCORDING
TO NUMBER

0 25 km