

MORPHOLOGIE DES LITS FLUVIAUX DANS LE BASSIN DE LA SEINE

Stéphan Gaillard

Igarun (Université de Nantes) / Géolittomer (LETG, UMR 6554, CNRS)

1. Introduction	1
2. Cadre conceptuel	1
3. Evolution du tracé en plan de la Seine dans la Bassée	2
3.1. Choix des tracés en plan	2
3.2. Traitements informatiques des axes fluviaux	2
3.3. Principaux résultats	3
4. Caractérisation morphologique des lits fluviaux dans le bassin de la Seine	7
5. Bibliographie	9

1. Introduction

Les annexes hydrauliques localisées dans les lits fluviaux ou sur leurs marges constituent des biotopes de première importance pour les communautés piscicoles (zones de refuge, de nurserie, etc...). Dans ce contexte, une étude géomorphologique a été entreprise afin de comprendre les processus qui président à leur formation et à leur fonctionnement.

Ce rapport est structuré de la façon suivante. Après avoir précisé le cadre conceptuel dans lequel s'inscrit cette étude (§2), l'évolution du tracé en plan du lit de la Seine dans le secteur de la Bassée à des pas de temps séculaires et décennaux est examinée (§3). Dans une dernière partie (§4), une étude visant à caractériser la morphologie des lits fluviaux à l'échelle du bassin de la Seine est proposée. L'objectif est de décrire le chevelu hydrographique, d'identifier les différents types de lits fluviaux et d'examiner leurs potentialités relativement aux communautés piscicoles.

2. Cadre conceptuel

Dans le cas des lits alluviaux dits « à fond mobile », on sait que les différentes variables morphologiques des chenaux (profil en long, tracé en plan et section transversale) s'ajustent à différentes échelles de temps et d'espace (Schumm, 1977 ; Knighton, 1984). Ainsi, le profil en long des rivières connaît des ajustements sur des périodes de temps longues (10^3 à 10^4 ans). Les modifications dans le tracé en plan s'opèrent sur le moyen terme (10 à 100 ans). Quant aux paramètres qui caractérisent la section transversale, ils s'ajustent à des échelles de temps courtes à instantanées (1 an). Naturellement (fig. 1), les échelles spatiales optimales pour étudier les ajustements morphologiques changent en fonction de l'échelle de temps considérée.

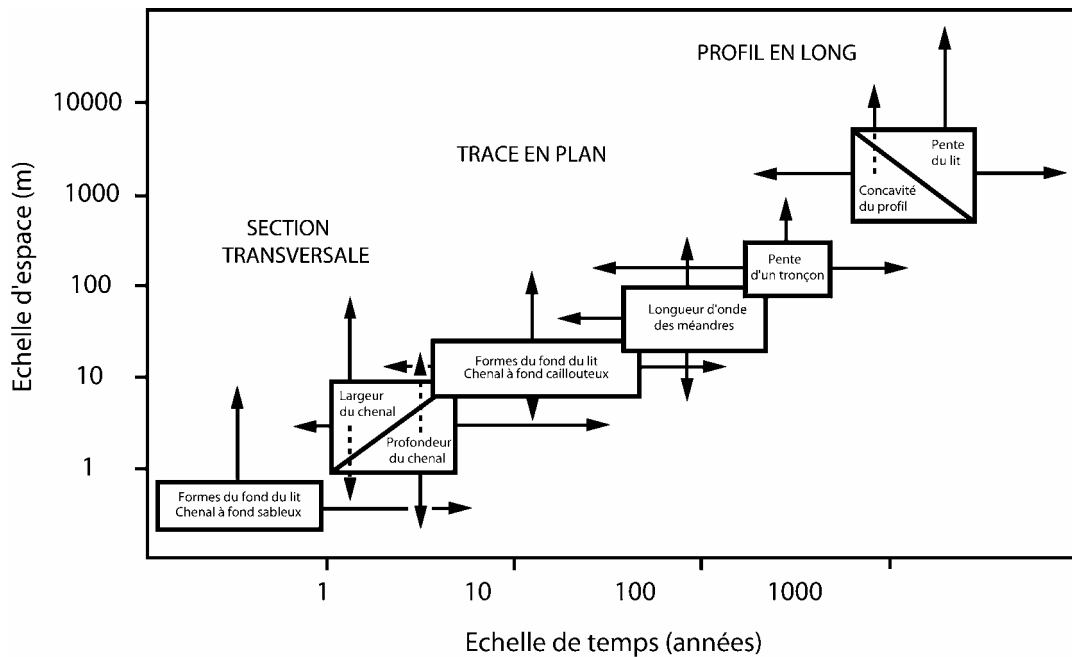


Figure 1 : Echelles spatio – temporelles d’ajustement des lits fluviaux d’après Knighton (1984)

Vue sous cet angle, la morphologie des cours d’eau constitue ainsi l’expression d’un ajustement différencié à une série de variables externes comme le débit liquide et la charge. De telle sorte que, sur le moyen terme et en l’absence de perturbations significatives dans ces deux variables de contrôle, les cours d’eau tendent vers une situation de quasi – équilibre.

3. Evolution du tracé en plan de la Seine dans la Bassée

S’agissant d’examiner le comportement du lit fluvial dans le plan horizontal et de comprendre la formation des annexes hydrauliques, nous nous plaçons ici sur des pas de temps décennaux. Les échelles spatiales considérées sont kilométriques (fig. 1).

L’étude de la mobilité horizontale du lit de la Seine est fondée sur la superposition graphique de tracés en plan représentant le cours d’eau à différentes dates et sur un traitement informatique des axes fluviaux destiné à caractériser les tracés et à quantifier la mobilité (Dzana et al., 1994 ; Dzana, 1997, Gaillard, 1999).

3.1. Choix des tracés en plan

Après avoir travaillé en 2003 sur l’évolution séculaire du lit fluvial de la Seine à partir de cartes et de plans datés de 1828, 1945 et 1990 (Le Pichon et al., 2003), nous avons cherché cette année à mieux cerner la mobilité du lit sur la période récente en nous appuyant sur l’étude des photographies aériennes IGN. Ces documents, relativement aux cartes et plans utilisés précédemment, présentent deux avantages : (1) une excellente résolution planimétrique qui permet une reconstitution fiable des tracés et (2) l’existence de nombreuses éditions qui autorise un suivi fin de l’évolution du lit.

Pour cette étude, il a ainsi été possible de reconstituer 5 à 6 positions successives de l’axe fluvial entre 1945 et 2005. Pour la Bassée amont, les missions retenues sont : 1949, 1955, 1971, 1982, 1990 et 2000. Pour la Bassée aval, il s’agit des missions de 1949, 1955, 1961, 1965, 1976.

3.2. Traitements informatiques des axes fluviaux

Les traitements informatiques utilisés ayant été décrits précédemment (Le Pichon et al., 2003), on ne rappellera ici que les principales étapes de la procédure.

Après avoir corrigé les photos aériennes à l’aide du logiciel de traitement d’images Erdas (fig. 2), les axes fluviaux ont été numérisés (fig. 3a). La représentation des lits fluviaux sous la forme d’une

suite de couples de points de coordonnées géographiques permet de caractériser la forme des lits (fig. 3b) et de quantifier la mobilité latérale (fig. 3c). Pour caractériser la forme des lits, nous avons retenu comme paramètre la sinuosité. Ce paramètre est défini comme le quotient de la longueur développée du lit et de la longueur à vol d'oiseau entre 2 extrémités.



Figure 2 : Mosaïque photographique dans le secteur de la Bassée

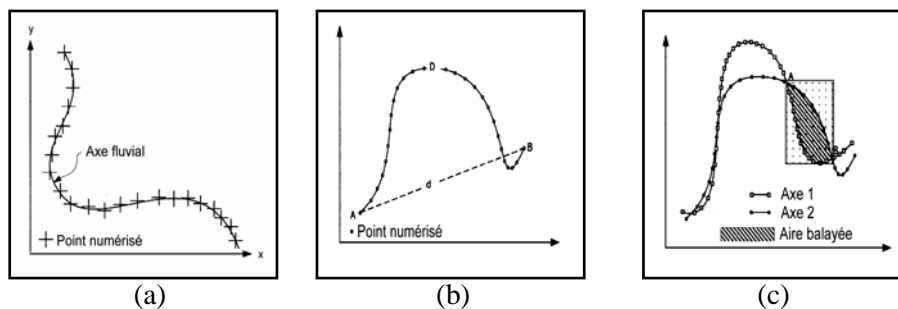


Figure 3 : Les principales étapes du traitement informatique des axes fluviaux avec (a) extraction - numérisation des tracés, (b) caractérisation morphologique des axes et (c) quantification de la mobilité horizontale

3.3. Principaux résultats

Les figures suivantes se rapportent à l'évolution horizontale du lit fluvial de la Seine dans les secteurs de la Bassée amont (fig. 4) et de la Bassée aval (fig. 5). La figure 6 est un zoom destiné à visualiser les mouvements du lit dans le tronçon sub - naturel de la Bassée (secteur amont). Sur la section amont, en intégrant les données acquises précédemment, nous disposons de 10 tracés qui autorisent une reconstitution séquentielle relativement fine de l'évolution du lit fluvial (1828, 1858, 1945, 1949, 1955, 1971, 1982, 1990, 2000 et 2002). 8 tracés sont disponibles sur la section aval : 1828, 1945, 1949, 1955, 1961, 1965, 1976 et 1990.

L'examen des figures montre une mobilité importante du lit fluvial au pas de temps considéré et permet de préciser les modes d'évolution du lit et de formation des annexes hydrauliques. Dans certains cas, on constate dans l'axe des boucles de méandres des glissements dans la plaine fluviale de près de 400 m. Concernant les annexes hydrauliques situées en bordure du lit, les cartes montrent que ces dernières sont dues soit à des processus de migration latérale soit à des processus de recouplement (fig. 6). Sur le secteur aval de la Bassée (fig. 5), la migration est stoppée à partir de 1976 suite à la construction du canal à grand gabarit ; ceci a pour incidence de « fixer » les paysages fluviaux avec comme conséquence une réduction de la diversité des habitats pour les communautés de poissons.

Les tableaux et figures suivants (tab. 1, tab. 2, fig. 7 et fig. 8) permettent de quantifier l'évolution du lit. Les tableaux 1 et 2 se rapportent aux longueurs des axes fluviaux, à leur évolution annuelle ainsi qu'à la sinuosité. Sur la Bassée amont, le lit fluvial est caractérisé par une augmentation des longueurs des axes sur la période considérée. Entre 1828 et 2002, l'élongation de l'axe fluvial est de 25 % soit un taux de + 0.14 %.an. Sur la Bassée aval, l'évolution est plus ténue. On note cependant un abaissement des différents paramètres (longueur des axes, évolution des longueurs d'axes et sinuosité) sur la période récente suite à la construction du canal à grand gabarit.

Les figures 7 et 8 montrent l'évolution dans le gradient amont - aval de l'indice de sinuosité par kilomètre linéaire pour les différents tracés retenus. Si l'évolution de l'indice de sinuosité est marquée dans le secteur amont, ce qui traduit une mobilité importante du lit avec des phénomènes d'expansion et / ou recouplement des boucles de méandres ; on constate, dans le secteur aval, pour la période 1828 – 1976, une relative stabilité des formes du lit.

Un dernier résultat concerne les surfaces alluviales balayées par les processus érosion – dépôt. Dans le secteur amont, les surfaces balayées atteignent 568,28 m².km.an entre 1949 et 2000.

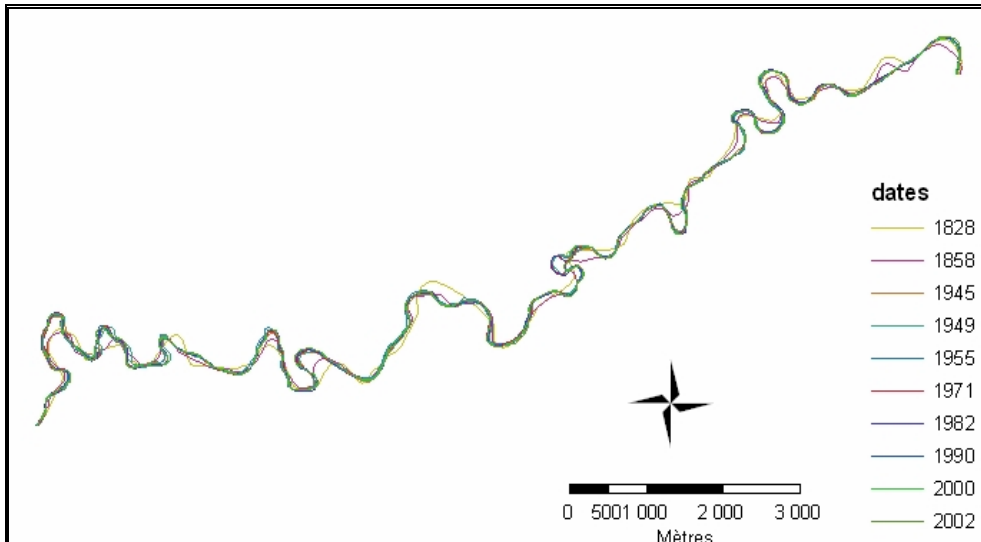


Figure 4 : Evolution du lit de la Seine dans le secteur de la Bassée amont

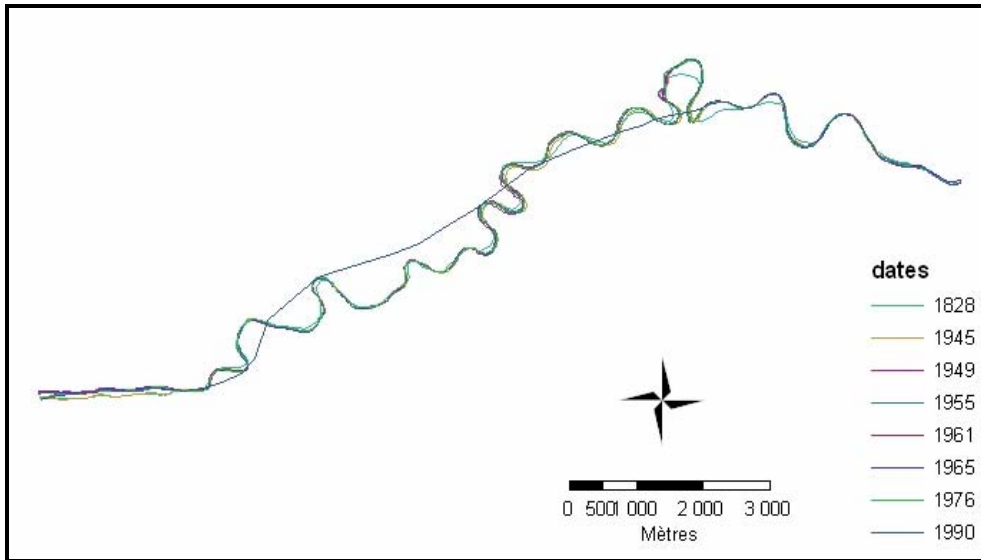


Figure 5 : Evolution du lit de la Seine dans le secteur de la Bassée aval

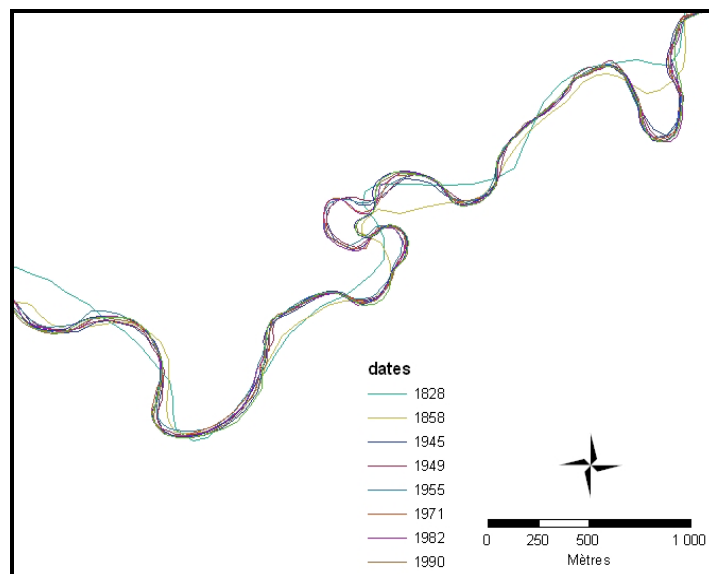


Figure 6 : Zoom sur les mouvements du lit dans la bassée amont

Tableau 1 : Bassée amont, caractérisation des axes fluviaux

Date	Longueurs d'axes (m)	Evolution des longueurs d'axes (%.an)	Indice de sinuosité
1828	19336,97	***	1,41
1858	19686,22	0,06	1,37
1945	23214,36	0,21	1,58
1949	23616,85	0,43	1,76
1955	23633,43	0,01	1,76
1971	24145,69	0,14	1,67
1982	24332,05	0,07	1,69
1990	24006,05	-0,17	1,67
2000	24082,76	0,03	1,69
2002	24195,20	0,23	1,66

Tableau 2 : Bassée aval, caractérisation des axes fluviaux

Date	Longueurs d'axes (m)	Evolution des longueurs d'axes (%.an)	Indice de sinuosité
1828	20774,24	***	1,32
1945	22808,93	0,08	1,44
1949	22979,07	0,19	1,45
1955	22861,46	-0,09	1,44
1961	22764,24	-0,07	1,44
1965	22793,62	0,03	1,43
1976	22677,51	-0,05	1,43
1990	16442,25	-1,96	1,07

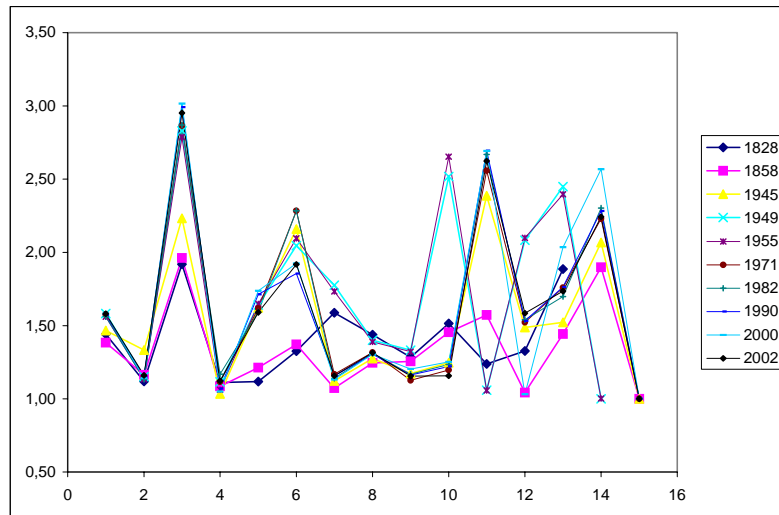


Figure 7 : Bassée amont, distribution de l'indice de sinuosité (1828 – 2002)

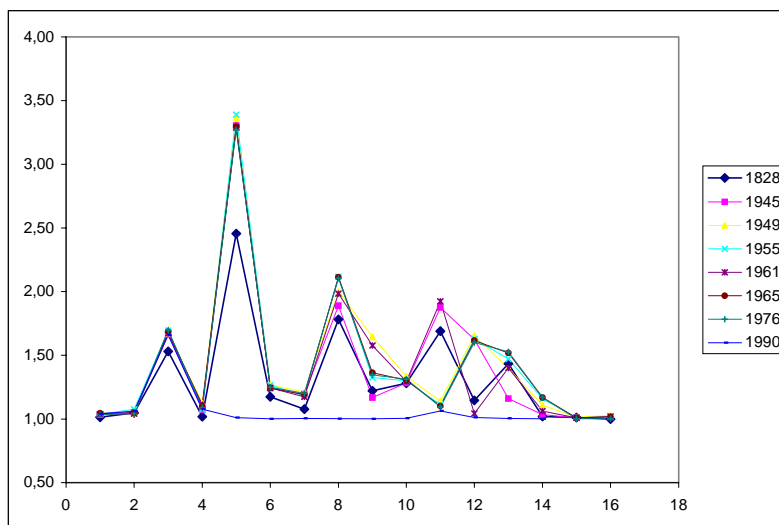


Figure 8 : Bassée aval, distribution de l'indice de sinuosité (1828 – 1990)

4. Caractérisation morphologique des lits fluviaux dans le bassin de la Seine

Parallèlement à l'étude sur la mobilité des lits fluviaux dans le secteur de la Bassée, nous avons cherché à préciser la morphométrie des cours d'eau à l'échelle du bassin de la Seine. L'objectif est ici de caractériser les types de lits et de proposer un outil permettant d'examiner leurs potentialités relativement aux communautés piscicoles.

La figure suivante (fig. 9) se rapporte à la distribution de l'indice de sinuosité (IS) des lits dans le bassin de la Seine. Selon la typologie proposée par Shumm (1977), 3 types de lits ont été identifiés en fonction de leur valeur de sinuosité :

- les lits rectilignes avec $IS < 1.05$;
- les lits sinueux avec $1.05 \leq IS < 1.50$;
- les lits à méandres avec $IS \geq 1.50$.

Sur l'ensemble du bassin, l'indice de sinuosité moyen s'élève à 1.07 avec un écart type de +/- 0.11. L'examen des longueurs d'axes selon les 3 seuils de sinuosité définis plus haut montre que 32 % du linéaire est rectiligne ; 54 % est sinueux ; 13 % est méandrique.

Un résultat important concerne la distribution de l'indice de sinuosité selon le rang de strahler. On note en effet que la sinuosité moyenne augmente en fonction du rang. La figure 10 montre la liaison statistique entre le rang et l'indice de sinuosité moyen. L'équation qui la définit est :

$$y = 0.11x + 0.92 \quad (r^2 = 0.94)$$

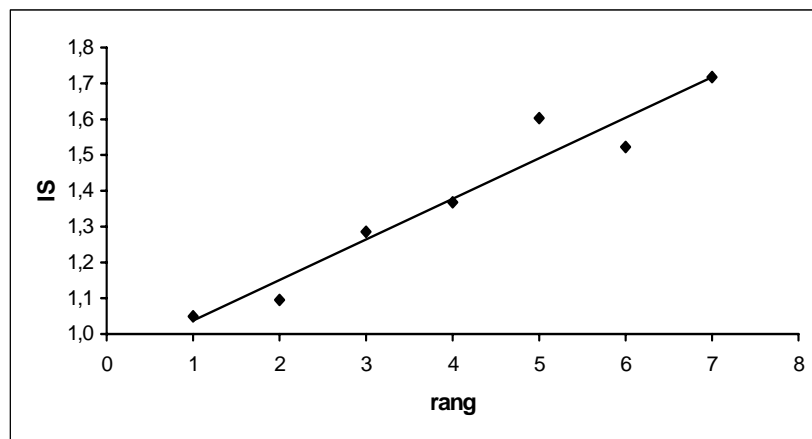


figure 10 : relation entre l'indice de sinuosité et le rang de strahler

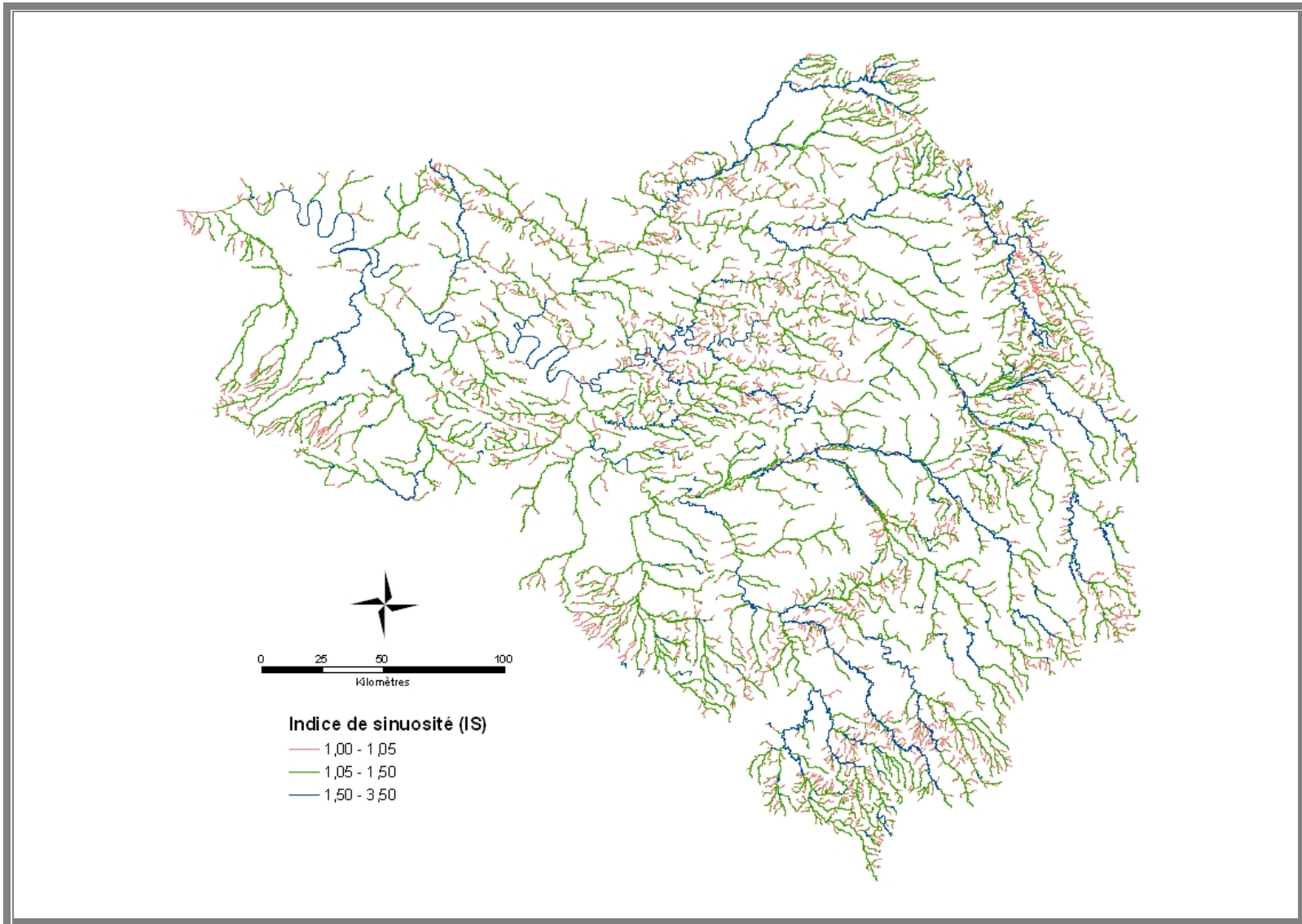


Figure 9 : Distribution de la sinuosité dans le bassin de la Seine

5. Bibliographie

- DZANA J. G., 1997. Le lit de la Seine de Bar à Montereau: Etude morphodynamique, rôle des aménagements, thèse de Géographie: Université de Paris I, 411 p..
- J. – G. DZANA, S. GAILLARD, A. LEVASSOR, 1994. « Sur l'évolution historique de la Seine et de l'Aube », Rapport d'activité 1994 / II (PIREN – Seine), Thème : Corridor fluvial, analyse et modélisation des systèmes fluviaux anthropisés, CNRS, Université Paris 6 ed., 66 p..
- S. GAILLARD, 1999. L'Aube : dynamique morphosédimentaire holocène et fonctionnement actuel d'un hydrosystème à faible énergie, Thèse de Géographie : Université Paris IV, 238 p..
- C. LE PICHON, G. GORGES, E. TALES, T. FAURE, F. GOREAUDT, S. GAILLARD, P. BONTE, 2003. « Relation entre la structure spatiale du paysage aquatique et le peuplement piscicole », Rapport d'activité 2003 (PIREN – Seine), Thème : « Ecologie du continuum fluvial et du paysage aquatique », CNRS, Université Paris 6 ed., 43 p..
- KNIGHTON A. D., 1984. *Fluvial forms and processes*, London: Arnold, 218 p..
- SCHUMM S. A., 1977. *The fluvial system*, New York: Wiley, 338 p..