
DIREN ILE-DE-FRANCE



Direction Régionale de l'Environnement
ILE-DE-FRANCE
BASSIN SEINE-NORMANDIE



Etude du fuseau de mobilité de la Seine dans la plaine alluviale de la Bassée

RAPPORT FINAL

FEVRIER 2006

N° 2 74 0205



E				
D				
C				
B	Rapport final	02/2006	A.MASSON	
A	Rapport d'avancement	04/2005	A.MASSON	
Indice	Objet de la modification	Date	Auteur	Visa

Nom	Organisme
Etude réalisée par :	
Mme Arielle MASSON	SOGREAH
Mr Hervé PIEGAY	Expert indépendant
Suivi de l'étude assuré par :	
Mme Sarah GIMET	DIREN Ile-de-France – ASPN
Mr Jean-Philippe SIBLET	DIREN Ile-de-France – SBSN
Comité de Pilotage :	
Mr Christian BEAU	DRIRE Ile-de-France
Mr Jacques BENHAROUS	UNICEM Ile-de-France, représentant la profession
Mr Alain DECTOT	DDAF et MISE Seine-et-Marne
Mr Nicolas FOURRIER	DRIRE Champagne-Ardenne
Mme Brigitte LANCELOT	AESN – DEPEE
Mr Bruno LOCQUEVILLE	DDAF et MISE Aube
Mr Patrick ROGET	SNS – subdivision Nogent-sur-Seine
Mme Aurélie TISSERAND	DIREN Ile-de-France – SMA
Mr Laurent VERNAY	DIREN Champagne-Ardenne

SOMMAIRE

Sommaire	b
Listes des tableaux et illustrations.....	d
1. Préambule	1
1.1. Contexte de l'étude	1
1.2. Objet de l'étude	2
2. Méthodologie	3
2.1. Définition de l'espace de mobilité.....	3
2.2. Détermination du fuseau de mobilité.....	3
2.3. Pertinence de la méthodologie.....	4
3. Etape 1 : Description de la situation actuelle	5
3.1. Présentation générale de la zone d'étude.....	5
3.2. Régime hydrologique	5
3.3. Diagnostic des processus hydrosédimentaires.....	5
3.3.1. Rappels / Généralités.....	5
3.3.2. Mise en place de la plaine alluviale à l'échelle géologique	6
3.3.3. Morphologie actuelle de la plaine alluviale	7
3.3.3.1. Morphologie du fond de vallée	7
3.3.3.2. Morphologie du lit mineur	7
3.3.4. Evaluation de la mobilité de la Seine	8
3.3.4.1. Puissance spécifique	8
3.3.4.2. Index d'érosion	8
3.3.4.3. Application des formulations	9
3.3.5. Conclusion sur le style fluvial.....	9
3.4. Analyse de l'état des cours d'eau	10
3.4.1. Historique de l'aménagement et du remodelage de la Seine supérieure.....	10
3.4.1.1. Avant le 19 ^e siècle.....	10
3.4.1.2. Au 19 ^e siècle	10
3.4.1.3. Au 20 ^e siècle	12
3.4.2. Compléments apportés par les reconnaissances de terrain	14
3.5. Recensement des principaux enjeux socio-économiques	15
4. Etape 2 : Détermination des enveloppes de mobilité	16
4.1. Espace de mobilité maximal.....	16
4.2. Espace de mobilité fonctionnel.....	17
4.2.1. Approche par le concept d'amplitude d'équilibre	17
4.2.1.1. Détermination de l'amplitude d'équilibre par la formule $A = 10w$	17
4.2.1.2. Détermination de l'amplitude d'équilibre par les cartes IGN.....	19
4.2.1.3. Conclusion et application	20
4.2.2. Approche géomorphologique historique	20
4.2.2.1. Espace de divagation historique	20
4.2.2.2. Analyse comparative des différents tracés en plan	21

4.2.3. Enveloppe fonctionnelle résultante	24
4.2.4. Délimitation de l'espace de mobilité minimal fonctionnel.....	24
4.2.4.1. Contraintes à prendre en compte	24
4.2.4.2. Espace de mobilité minimal fonctionnel résultant	25
4.3. Espace de mobilité minimal.....	26
4.4. Comparaison avec l'étude HYDRATEC [4].....	26
4.4.1. Démarche méthodologique	26
4.4.2. Principales conclusions de l'étude	26
4.4.3. Remarques et comparaison	27
4.5. Conclusion sur la détermination de l'espace de mobilité minimal fonctionnel	27
5. Etape 3 : Proposition d'aménagement et de gestion.....	28
5.1. Zonage de l'espace de mobilité minimal fonctionnel	28
5.1.1. Secteurs d'intérêt particulier	28
5.1.2. Secteurs de moindre intérêt.....	29
5.2. Stratégie de gestion de l'espace de mobilité.....	30
5.3. Outils de gestion de l'espace de mobilité	30
5.3.1. Servitudes liées à la loi du 30 juillet 2003	30
5.3.2. Autres outils disponibles	31
5.3.2.1. Plan d'occupation des sols (POS)	32
5.3.2.2. Carte communale (MARNU)	32
5.3.2.3. Plan de prévention des risques (PPR).....	32
5.3.2.4. Police de l'eau et des milieux aquatiques	32
5.3.2.5. Projet d'intérêt général (PIG)	32
5.3.2.6. Maîtrise foncière.....	33
5.3.2.7. Convention de gestion des terrains acquis	33
6. Etape 4 : Etablissement de proposition d'opérations	34
6.1. Propositions d'actions	34
6.1.1. Nécessité d'un partenariat concerté	34
6.1.2. Programme d'actions	34
6.1.2.1. Etudes préalables	34
6.1.2.2. Actions opérationnelles	35
6.2. Actions connexes	35
7. Bibliographie.....	36
Annexe 1 – Données hydrologiques de synthèse (1979-2004) à la station de Pont-sur-Seine. 38	
Cartes – Série n°1 – Synthèse des reconnaissances de terrain (protections et érosions de berges, localisation des photographies) – Recensement des enjeux principaux.....	40
Cartes – Série n°2 – Espace de mobilité maximal avec report de la zone inondée historique ...	41
Cartes – Série n°3 – Espaces obtenus par le concept de l'amplitude d'équilibre et par l'approche géomorphologique historique – Espace de mobilité fonctionnel (EFONC sans contraintes anthropiques).....	42
Cartes – Série n°4 – Espace de mobilité minimal fonctionnel (EFONC avec contraintes anthropiques).....	43

LISTES DES TABLEAUX ET ILLUSTRATIONS

Tableaux dans le texte

Tableau 1 : chronologie de l'Holocène et du Tardiglaciaire	6
Tableau 2 : application des formules de la puissance spécifique et de l'index d'érosion en trois points du secteur d'étude	9
Tableau 3 : longueurs des axes et taux d'élongation annuel pour le tronçon mobile de la Seine (extrait de [10])	21
Tableau 4 : aires balayées apparentes et intensité moyenne latérale de balayage pour le tronçon mobile de la Seine (extrait de [10])	22
Tableau 5 : longueur des axes et taux d'élongation annuel pour la Bassée amont (à gauche) et la Bassée aval (à droite) (extrait de [15])	23

Figures dans le texte

Figure 1 : synthèse des aménagements de la Seine au 19 ^e siècle (extrait de [10])	10
Figure 2 : synthèse des aménagements de la Seine au 20 ^e siècle (extrait de [10])	12
Figure 3 : variation de la largeur du lit de la Seine entre Marcilly-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne	18
Figure 4 : variation de l'amplitude des méandres de la Seine entre Marcilly-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne	19
Figure 5 : comparaison graphique des tracés historiques de la Seine entre Pont-sur-Seine et Nogent-sur-Seine (extrait de [10])	22

Nota : Dans le texte, les numéros placés entre crochets renvoient aux références bibliographiques situées au chapitre 7.

1. PREAMBULE

1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE

La reconnaissance juridique de l'eau comme milieu est apparu au cours des années 1980 avec la loi pêche de 1984 qui précisa dans son article 2 :

La préservation des milieux aquatiques et la protection du patrimoine piscicole sont d'intérêt général.

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 a confirmé cette orientation et donne une portée générale à la protection de l'eau et du milieu en affirmant que :

L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable dans le respect des équilibres naturels sont d'intérêt général.

Cette même loi affirme la nécessité d'une gestion équilibrée et institue le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) qui fixe pour chaque grand bassin les orientations fondamentales de cette gestion équilibrée.

Le SDAGE du Bassin Seine-Normandie [1] se veut un outil de l'aménagement du territoire pour obtenir les conditions d'une meilleure économie de la ressource en eau et le respect des milieux aquatiques tout en assurant un développement économique et humain en vue de la recherche d'un développement durable. Notamment, le SDAGE prévoit, par l'orientation B.2 intitulée « restaurer la fonctionnalité de la rivière et de ses annexes », le respect de la dynamique fluviale :

Lorsque la rivière est maintenue fonctionnelle, qu'elle dispose d'un espace de liberté minimal nécessaire à la diversité des biotopes et à la dissipation de son énergie, que les berges sont protégées par une végétation naturelle, elle peut assurer au moindre coût les différents usages.

[...]

Il est rappelé que tout projet d'aménagement du lit mineur d'un cours d'eau doit être accompagné d'un document d'incidence sur la morphologie du cours d'eau tenant compte des équilibres de la dynamique fluviale, le principe général à respecter étant celui de la libre divagation des rivières.

La gestion de l'espace de mobilité vise donc à maintenir ou restaurer la morphodynamique globale de la rivière et à éviter les conséquences néfastes qu'engendre la perturbation de cette dynamique. Les principaux objectifs de cette gestion sont donc de :

- Préserver le fonctionnement nappe-rivière et notamment l'usage de la ressource en eau potable ;
- Contribuer à réalimenter la charge de fond de la rivière lorsque celle-ci est déficitaire, et à stabiliser ou rehausser le profil en long ;
- Préserver les habitats aquatiques, le processus d'érosion des berges favorisant la diversité des habitats et des groupements floristiques ;
- Limiter le risque de déchaussement des ouvrages ;
- Favoriser le ralentissement des écoulements en période de crue.

Par ailleurs, l'arrêté du 24 janvier 2001 [2] modifie l'arrêté du 22 septembre 1994 [3] relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières. En particulier, son article 2 spécifie que :

Les exploitations de carrières en nappe alluviale dans le lit majeur ne doivent pas créer de risque de déplacement du lit mineur, faire obstacle à l'écoulement des eaux superficielles ou aggraver les inondations. Les exploitations de carrières de granulats sont interdites dans l'espace de mobilité du cours d'eau.

Enfin, l'article L211-12 du Code de l'Environnement, établit que :

I. - Des servitudes d'utilité publique peuvent être instituées à la demande de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leur groupements sur des terrains riverains d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne.

II. - Ces servitudes peuvent avoir un ou plusieurs des objets suivants : [...]

2° Créer ou restaurer des zones de mobilité du lit mineur d'un cours d'eau en amont des zones urbanisées dans des zones dites "zones de mobilité d'un cours d'eau", afin de préserver ou de restaurer ses caractères hydrologiques et géomorphologiques essentiels.

1.2. OBJET DE L'ETUDE

Sur le secteur particulier de la Bassée, une étude de définition des espaces de mobilité des cours d'eau entre Méry-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne a été menée en 2001 par HYDRATEC à la demande de l'UNICEM Champagne-Ardenne et l'UNICEM Ile-de-France [4].

La DIREN Ile-de-France souhaite à présent compléter cette étude pour son propre compte. C'est l'objet de la présente étude, confiée à SOGREAH, dont les objectifs principaux sont de :

- Préciser le fuseau de mobilité de la Seine dans la plaine de la Bassée (entre la confluence de la Seine avec l'Aube à l'amont et Montereau-Fault-Yonne à l'aval) ;
- Proposer des mesures conservatrices et de restauration permettant une gestion concertée de la Seine dans ce secteur.

Pour atteindre ces objectifs, l'étude a été divisée en quatre étapes qui sont décrites en détail dans les chapitres suivants :

- Etape 1 : description de la situation actuelle
- Etape 2 : détermination des enveloppes de mobilité
- Etape 3 : proposition d'aménagement et de gestion
- Etape 4 : établissement de propositions d'opérations

Pour la réalisation de cette étude, SOGREAH s'est associé avec l'expert indépendant H. PIEGAY, géographe agrégé et spécialiste de morphologie fluviale.

2. METHODOLOGIE

2.1. DEFINITION DE L'ESPACE DE MOBILITE

Le seul texte juridique définissant l'espace de mobilité est l'arrêté du 24 janvier 2001 relatif à l'exploitation des carrières :

L'espace de mobilité du cours d'eau est défini comme l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le lit mineur peut se déplacer. L'espace de mobilité est évalué par l'étude d'impact en tenant compte de la connaissance de l'évolution historique du cours d'eau et de la présence des ouvrages et aménagements significatifs, à l'exception des ouvrages et aménagements à caractère provisoire, faisant obstacle à la mobilité du lit mineur. Cette évaluation de l'espace de mobilité est conduite sur un secteur représentatif du fonctionnement géomorphologique du cours d'eau en amont et en aval du site de la carrière, sur une longueur minimale totale de 5 kilomètres.

L'arrêté d'autorisation fixe la distance minimale séparant les limites de l'extraction des limites du lit mineur des cours d'eau ou des plans d'eau traversés par un cours d'eau. Cette distance doit garantir la stabilité des berges. Elle ne peut être inférieure à 50 mètres vis-à-vis des cours d'eau ayant un lit mineur d'au moins 7,50 mètres de largeur. Elle ne peut être inférieure à 10 mètres vis-à-vis des autres cours d'eau.

Cette définition n'apporte toutefois qu'une réponse partielle pour la mise en œuvre technique de la détermination du fuseau de mobilité.

2.2. DETERMINATION DU FUSEAU DE MOBILITE

Depuis cette date, une équipe d'experts pilotée par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse a publié un guide technique de détermination de l'espace de liberté des cours d'eau [5] qui présente en détail les méthodes existantes pour délimiter et cartographier ce fuseau de mobilité.

Selon ce guide, la définition de l'espace de mobilité du cours d'eau s'appuie sur la délimitation de trois espaces emboîtés :

- **L'espace de mobilité maximal** est l'enveloppe la plus vaste et la plus externe, correspondant à l'espace balayé par le cours d'eau à l'échelle des derniers milliers d'années. C'est un espace de mobilité dans lequel il conviendrait idéalement de laisser les processus d'érosion latérale se développer sans contrainte.
- **L'espace de mobilité fonctionnel** constitue l'espace de liberté au sens des préconisations du SDAGE. Il est le plus complexe à délimiter. Les différentes approches nécessaires à cet objectif font notamment appel au concept d'amplitude d'équilibre, à l'évolution historique, à l'estimation des zones érodables à 50 ans, ... mais incluent également des considérations écologiques et socio-économiques relatives à l'occupation et l'utilisation des sols.
- **L'espace de mobilité minimal** prend en compte quant à lui l'ensemble des contraintes anthropiques, en fonction des enjeux et des concertations locales.

D'autres articles antérieurs ou postérieurs ont été publiés proposant des méthodologies proches de celles synthétisées dans ce guide (cf. [6], [7], [8] par exemple).

A la demande de la DIREN Ile de France, la méthodologie de la présente étude s'appuie donc essentiellement sur le guide technique AERMC [5].

2.3. PERTINENCE DE LA METHODOLOGIE

Le guide technique AERMC précise qu'il est important de n'appliquer le concept d'espace de mobilité qu'aux **rivières mobiles à notre échelle de temps**, ou aux **rivières potentiellement mobiles si elles sont aménagées**.

De fait, la Seine peut apparaître de prime abord comme un cours d'eau peu actif et très artificialisé.

En effet, la puissance spécifique de quelques tronçons caractéristiques de la Bassée a été estimée à environ 10-20 W/m² (cf. § 3.3.4.1), ce qui confirme que la Seine appartient bien à la famille des rivières à faible taux d'énergie, la valeur seuil étant située entre 25 et 35 W/m².

Cependant, la prise en compte de la nature des matériaux composant le lit du cours d'eau par la formulation de l' « index d'érosion » (cf. § 3.3.4.2) conduit à conclure que la Seine dans la plaine de la Bassée est mobile du fait de la composition granulométrique des berges et du fond de son lit mineur.

Par ailleurs, l'analyse de l'état du cours d'eau (cf. § 3.4) montre que la Seine sur ce secteur d'étude a fait l'objet de nombreux aménagements depuis plusieurs décennies, voire plusieurs siècles.

Enfin, quelques investigations récentes ont été entreprises, dont certaines sur le territoire de la Bassée, afin d'appréhender les modalités de l'évolution des lits fluviaux dans le bassin de la Seine (cf. § 4.2.2 et travaux du PIREN-Seine par exemple).

Les travaux menés dans le cadre de ces recherches attestent que **la Seine a connu des modifications morphologiques importantes dans le passé et qu'elle demeure très active dans les secteurs où un espace de liberté lui est concédé**.

3. ETAPE 1 : DESCRIPTION DE LA SITUATION ACTUELLE

Cette première étape a pour objectif d'établir un diagnostic de la situation actuelle du secteur d'étude, sous différents angles.

3.1. PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

« La Bassée » désigne la vaste plaine alluviale de la Seine supérieure, depuis Marcilly-sur-Seine et la confluence de la Seine et l'Aube en amont, jusqu'à Montereau-Fault-Yonne et la confluence de la Seine et de l'Yonne en aval.

Cette plaine alluviale s'étend sur près de 60 km avec une largeur moyenne de 4 km. En dehors de l'Aube et de l'Yonne, les principaux affluents de la Seine dans ce secteur sont :

- La Noxe, la Voulzie et l'Auxence en rive droite ;
- L'Ardusson et l'Orvin en rive gauche.

Les ressources et les usages actuels de la Bassée sont multiples, et de fait, parfois conflictuels : extraction de granulats, production d'eau potable, agriculture intensive, écosystèmes faunistiques et floristiques d'intérêt écologique majeur, etc.

Cette plaine est également une vaste zone d'expansion naturelle des crues, où les inondations sont fréquentes et prolongées, ce qui assure un écrêtement significatif des crues dans l'agglomération parisienne située plus en aval.

3.2. REGIME HYDROLOGIQUE

Bien que ses écoulements liquides soient largement influencés par des ouvrages régulateurs (barrages-réservoirs Seine et Aube) ainsi que par divers prélèvements, la Seine supérieure conserve tous les traits caractéristiques du régime pluvial tempéré océanique.

Son régime, de type monomodal, affiche des tendances pluvio-évaporales très affirmées. La manifestation majeure de ces tendances est l'alternance quasi régulière de hautes eaux hivernales (5 à 6 mois, maximum en février) et de basses eaux estivales (6 à 7 mois, minimum en août).

Pour exemple, les débits caractéristiques de la station hydrométrique de Pont-sur-Seine sont donnés en annexe 1. Ces données ont été extraites de la Banque HYDRO.

3.3. DIAGNOSTIC DES PROCESSUS HYDROSEDIMENTAIRES

Note : ce chapitre reprend largement les analyses et conclusions d'études et de publications antérieures concernant le site de la Bassée (cf. § 7).

3.3.1. RAPPELS / GENERALITES

Par référence aux phénomènes observés en physique, les chenaux alluviaux sont habituellement assimilés à des *systèmes ouverts en équilibre dynamique*. Comme tels, ils sont capables d'ajuster leurs *variables de réponse* constituées par leur géométrie tridimensionnelle (en plan, en travers et en long) en réponse aux fluctuations des deux principales *variables de contrôle* que sont les flux liquides et les flux solides. Dans des conditions naturelles, le cours d'eau tend donc à établir en tout point un équilibre entre la charge sédimentaire imposée et le débit liquide, énergie capable de l'évacuer.

Le système réagit suivant le principe d’*action / réaction* : la réaction du chenal par suite d’une modification notable des flux liquides et solides ou d’une des composantes de sa géométrie interne peut être immédiate ou différée dans le temps, ponctuelle ou généralisée dans l’espace. Les changements ainsi induits vont se poursuivre jusqu’à ce qu’un nouvel état d’équilibre soit atteint.

La réponse du cours d’eau peut-être liée à des perturbations d’origines naturelles (changement climatique majeur) ou artificielles (action anthropique).

3.3.2. MISE EN PLACE DE LA PLAINE ALLUVIALE A L’ECHELLE GEOLOGIQUE

Inscrite dans les assises de craie du Crétacé supérieur, la plaine fluviale de la Seine entre Marcilly-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne est caractérisée par une succession de faciès hydro-géomorphologiques dans les différentes dimensions de l’hydrosystème.

L’analyse de coupes stratigraphiques de référence a permis de reconstituer les différentes étapes de mise en place des fonds de vallées à l’Holocène en Champagne crayeuse et de rendre compte de la structuration hydrogéomorphologique actuelle de ces systèmes.

Trois cycles d’érosion / sédimentation, consécutifs à des oscillations bioclimatiques, se sont ainsi succédées au Tardiglaciaire et à l’Holocène :

Périodes climatiques		années BP (avant 1950)
Holocène	Subatlantique	Actuel – 2700
	Subboréal	2700 – 4700
	Atlantique	4700 – 8000
	Boréal	8000 – 9000
	Préboréal	9000 – 10000
Tardiglaciaire	Dryas récent	10000 – 11000
	Alleröd	11000 – 12000
	Bölling	12000 – 12700
	Dryas ancien	12700 – 15000
Pléniglaciaire supérieur		15000 – 18000

Tableau 1 : chronologie de l’Holocène et du Tardiglaciaire

- Après la mise en place d’une nappe de graviers attribuable à la dernière période froide (Pléniglaciaire supérieur), un premier cycle d’érosion / sédimentation est à l’origine du dégagement de la très basse terrasse ainsi que des « montilles ». Ce cycle est intervenu au Tardiglaciaire lorsque s’amorçait un glissement vers un climat plus chaud et humide. Caractérisée par une incision de la nappe de graviers, opérée par un chenal en tresse, suivie d’une sédimentation de matériaux sablo-limoneux au Dryas récent, cette phase marque une rétraction des systèmes fluviaux qui a conduit à la formation des lits majeurs actuels.
- Un second cycle d’érosion / sédimentation couvre la première moitié de l’Holocène. Il est caractérisé par un surcreusement des dépôts sablo-limoneux mis en place antérieurement. Dans le contexte d’un net adoucissement du climat, l’énergie de la rivière décroît de même que les débits solides, d’où la mise en place de dépôts fins fossilisant la tourbe. Ce cycle est à l’origine d’un changement de style fluvial. En effet, on assiste alors à une concentration des écoulements dans un chenal unique, qui constitue le lit mineur actuel, ainsi qu’à la formation de chenaux secondaires de type anastomosé en position latérale, ces chenaux représentant un héritage du système en tresse développé au Pléniglaciaire et au Tardiglaciaire.
- Durant la seconde moitié de l’Holocène (Subboréal / Subatlantique), le fonctionnement du système est caractérisé par une réactivation de la dynamique fluviale. Ce troisième cycle d’érosion / sédimentation est imputable, d’une part, à une augmentation de la pluviosité, de l’intensité et de la fréquence des crues et, d’autre part, aux premiers défrichements et à la mise en culture des versants dès le Néolithique qui ont entraîné une intensification de l’érosion. Ce cycle est marqué par une reprise des écoulements dans les chenaux secondaires suivi d’une accumulation généralisée et accélérée provoquée par l’érosion agricole.

La métamorphose fluviale enregistrée durant la première moitié de l'Holocène est à l'origine de la mise en place du lit à méandres mobiles sous adaptés que l'on observe actuellement dans les secteurs non chenalisés de la Bassée, par exemple sur le secteur compris entre Conflans-sur-Seine et l'amont de Nogent-sur-Seine.

3.3.3. MORPHOLOGIE ACTUELLE DE LA PLAINE ALLUVIALE

3.3.3.1. MORPHOLOGIE DU FOND DE VALLEE

En aval de la confluence avec l'Aube, les dimensions de la vallée de la Seine sont très importantes : la plaine alluviale est occupée par un vaste lit majeur dont la largeur moyenne est de l'ordre de 4000 m.

On retrouve dans cette vallée les mêmes caractéristiques qu'en amont : vallée surcalibrée au tracé rectiligne, lit mineur à méandres mobiles sous adaptés et versants dissymétriques. La pente longitudinale du plancher alluvial est de l'ordre de 0,3 ‰.

A l'aval de Marolles-sur-Seine, la taille du lit majeur se réduit très nettement, devenant inférieure à 1700 m. Ce gabarit plus réduit s'explique principalement par le rétrécissement général de la vallée par des formations crayeuses plus anciennes.

A l'exception de la zone comprise entre Marcilly-sur-Seine et La Villeneuve où il n'existe aucune irrégularité topographique majeure, l'ensemble du lit majeur est dominé par une série de montilles émergeant de 1 m à 2 m au dessus du plancher alluvial moderne.

Par ailleurs, l'espace alluvial est drainé par des chenaux secondaires plus ou moins fonctionnels :

- Des chenaux naturels : chenaux actifs, noues colmatées ou chenaux de crue ;
- Des chenaux artificiels : bras de dérivation, canaux de navigation ou fossés de drainage.

Enfin, l'espace alluvial peut être localement perturbé par l'exploitation des matériaux alluvionnaires, par l'ouverture de nombreux plans d'eau, ainsi que par les voies ferrées et routières qui traversent le lit majeur.

3.3.3.2. MORPHOLOGIE DU LIT MINEUR

Situé légèrement en contrebas du niveau général de la plaine, le lit mineur de la Seine possède, dans le secteur d'étude, une section mouillée comprise entre 90 et 120 m². Les sinuosités du chenal sont amples, bien prononcées et composites (boucles de méandres multilobées).

Entre Port-Montain et Montereau-Fault-Yonne, de nombreuses boucles ont été éliminées à la suite de la chenalisation de la Seine. En modifiant de manière significative la géométrie tridimensionnelle des méandres, les travaux associés à cette correction ont fait perdre au cours d'eau son caractère naturel.

Toutefois, il faut noter l'existence de deux facteurs importants pour la dynamique des méandres :

- D'une part, la présence d'un fond mobile que le cours d'eau est capable de transporter et de redistribuer aussi bien latéralement que longitudinalement ;
- D'autre part, l'absence de constriction latérales susceptibles d'inhiber la divagation des méandres.

De plus, de nombreux indices témoignent du caractère mobile de ces méandres, et notamment :

- La présence conjointe de mouilles localisées en rive concave et de bancs arqués en rive convexe ;
- La présence de bras morts issus de la migration des boucles de méandre (migration latérale et/ou d'amont en aval) ou de coupures de boucle (par déversement ou par tangence).

3.3.4. EVALUATION DE LA MOBILITE DE LA SEINE

3.3.4.1. PUISSANCE SPECIFIQUE

Pour évaluer la mobilité d'un cours d'eau, la formulation de la puissance spécifique a été proposée par A. BROOKES dans l'article [9], à partir d'observations des ajustements des cours d'eau canalisés en aval de travaux de chenalisation en Angleterre et au Pays de Galles.

La puissance spécifique ω d'un cours d'eau est donnée par :
$$\omega = \frac{\Omega}{L} = \frac{\rho g Q_{pb} I}{L}$$

Avec :

- Ω : la puissance du cours d'eau (W/m)
- L : la largeur moyenne du cours d'eau à pleins bords (m)
- Q_{pb} : le débit de plein bord ou le débit de crue journalière de fréquence 2 ans (m^3/s)
- I : la pente moyenne du cours d'eau (m/m)
- ρ : la masse volumique de l'eau (= 1000 kg/m^3)
- g : l'accélération de la pesanteur (= 9,81 m/s^2)

Cependant, il convient de noter que la formulation proposée par A. BROOKES ne tient aucun compte de la nature des matériaux composant le lit du cours d'eau, et en particulier de leur résistance à l'érosion, ce qui en fait une formulation régionale.

3.3.4.2. INDEX D'EROSION

En complément à la formulation de la puissance spécifique, nous proposons d'utiliser le modèle logistique de régression proposé par H. PIEGAY dans l'article [7]. Ce modèle traduit la probabilité de mobilité du cours d'eau, variant dans la gamme des valeurs de 0 (non mobile) à 1 (entièrement mobile).

Ce modèle est basé sur un « index d'érosion » reprenant les principaux paramètres de la formulation de la puissance spécifique, mais tenant également compte de la nature des matériaux composant le lit du cours d'eau. **Ce modèle a été calibré et validé sur plus de 35 observations de rivières présentant des caractéristiques très variées.**

La probabilité de mobilité du cours d'eau est donnée par :

$$P_{mobilité} = \frac{\exp(332 \cdot Index - 32,87)}{1 + \exp(332 \cdot Index - 32,87)} \quad \text{avec : } Index = \frac{1}{\log\left(\frac{D_{50} Q_{2spec}}{I}\right) + 10}$$

Et :

- $Q_{2spec} = \frac{Q_2}{A}$: le débit spécifique de crue journalière de fréquence 2 ans ($m^3/s/km^2$)
- Q_2 : le débit de crue journalière de fréquence 2 ans (m^3/s)
- A : la surface du bassin versant au point considéré (km^2)
- D_{50} : diamètre médian des grains du cours d'eau (m)
- I : la pente moyenne du cours d'eau (m/m)

3.3.4.3. APPLICATION DES FORMULATIONS

Les deux formulations précédentes ont été appliquées en un point du tronçon amont du secteur d'étude où le cours d'eau semble assez naturel, et également en deux points du tronçon aval, plus aménagé.

Variables	Pont/Seine	Bray/Seine	La Grande Bosse (Bazoche-lès-Bray)
$Q_{pb} \sim Q_2$	220 m ³ /s	350 m ³ /s	400 m ³ /s
A	8760 km ²	9602 km ²	10100 km ²
D_{50}	3 mm	3 mm	3 mm
I	0,31 ‰	0,30 ‰	0,35 ‰
L	50 m	60 m	80 m
ω	13,4 W/m ²	17,2 W/m ²	17,2 W/m ²
$Index$	0,1065	0,1046	0,1049
$P_{mobilité}$	0,9243	0,8643	0,8770

Tableau 2 : application des formules de la puissance spécifique et de l'index d'érosion en trois points du secteur d'étude

Des calculs similaires menés sur d'autres tronçons caractéristiques du secteur d'étude donnent des puissances spécifiques ω de l'ordre de 10 W/m² (J.G. DZANA dans sa thèse [10]) et de l'ordre de 15 à 18 W/m² (HYDRATEC dans son étude de 2001 [4]).

On peut donc estimer que la puissance spécifique de la Seine dans le secteur de la Bassée est de l'ordre de 10-20 W/m², ce qui confirme que la Seine amont appartient bien à la famille des rivières à faible taux d'énergie *selon* A. BROOKES, la valeur seuil étant située entre 25 et 35 W/m².

En revanche, l'application de la formulation de l'index d'érosion montre qu'avec des probabilités supérieures à 85 % ces trois secteurs de la Seine sont mobiles.

Le modèle logistique de régression confirme bien que, malgré une faible puissance spécifique, la Seine dans la plaine de la Bassée est mobile du fait en grande partie de la composition granulométrique des berges et du fond de son lit mineur.

3.3.5. CONCLUSION SUR LE STYLE FLUVIAL

Malgré une faible puissance spécifique, l'instabilité du lit mineur de la Seine dans le secteur de la Bassée dans le plan horizontal est cependant avérée. Celle-ci est essentiellement due aux caractéristiques granulométriques du matériel composant le fond du lit et les berges. Le lit, emboîté dans la nappe de graviers, présente en effet des berges composites avec à la base des sables et des graviers peu cohésifs et au sommet des argiles et des limons, ce qui constitue un facteur favorable au développement des lits à méandres et à l'érosion latérale.

3.4. ANALYSE DE L'ETAT DES COURS D'EAU

Note : le paragraphe 3.4.1 reprend largement des analyses et conclusions d'études et de publications antérieures concernant le site de la Bassée (cf. § 7).

3.4.1. HISTORIQUE DE L'AMENAGEMENT ET DU REMODELAGE DE LA SEINE SUPERIEURE

Considérée comme un cours d'eau peu énergique et à faible taux d'activité, la Seine supérieure n'a pourtant pas été épargnée par les opérations d'aménagement. Le principal objectif visé, depuis le 17^e siècle environ, est l'amélioration des conditions de navigation. Bien plus tard, vont s'ajouter des préoccupations comme la protection des terres agricoles et des agglomérations (notamment parisienne) contre les inondations.

3.4.1.1. AVANT LE 19^E SIECLE

Dès l'époque de Philippe le Bel (1285-1314), l'amélioration des conditions de navigation mais aussi du flottage de la Seine est une préoccupation importante, dans l'optique d'assurer par un mode de transport peu coûteux l'approvisionnement de Paris et de sa région en produits divers.

Toutefois, aucun ouvrage d'envergure ne semble avoir été réalisé avant le 17^e siècle.

En novembre 1676, le projet d'Hector Bouthou, seigneur de Bourgneuf, prévoyait la construction de 11 dérivation entre Troyes et Nogent. Les travaux furent entièrement terminés vers la fin du 17^e siècle. Une écluse à sas fut construite dans la dérivation de Nogent-sur-Seine et 21 pertuis furent répartis dans les 10 autres. Il ne reste aujourd'hui que peu de chose de ces travaux. On peut citer notamment le canal des moulins de Sauvages, en amont de la confluence Seine / Aube.

3.4.1.2. AU 19^E SIECLE

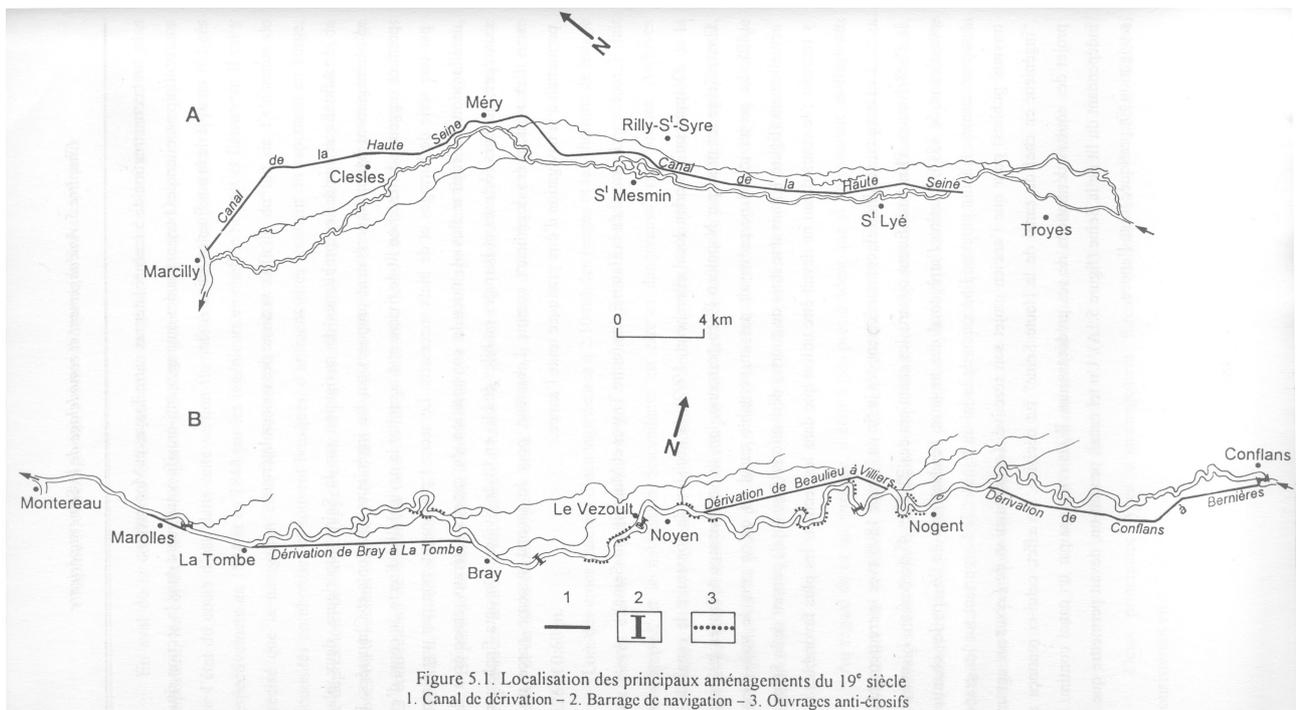


Figure 1 : synthèse des aménagements de la Seine au 19^e siècle (extrait de [10])

Au début du 19^e siècle, la question de la navigabilité de la Seine supérieure semble à nouveau préoccuper les autorités politiques. Trois principaux types d'aménagement furent réalisés.

a. La construction de canaux latéraux entre Troyes et Montereau

La section comprise entre Marcilly-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne fut canalisée entre 1848 et 1899, et comprend trois longues dérivations :

- La dérivation de Conflans-sur-Seine à Bernières (achevée en 1858) a été placée en rive gauche de la Seine. Longue de 13 km, elle est aujourd'hui déclassée.
- La dérivation de Beaulieu à Villiers-sur-Seine (achevée en 1885) est toujours en service. Sa longueur est de 8,75 km, sur la rive droite de la Seine.
- La dérivation de Bray-sur-Seine à La Tombe (achevée en 1899) est longue de 9,75 km. Elle est également déclassée à l'heure actuelle.

Il s'agit de dérivations de type Freycinet, reliées en amont et en aval au cours d'eau principal. Chacune d'elle comporte trois écluses à sas. Des barrages mobiles (à aiguilles ou à hausses Chanoine) furent également établis en aval immédiat de l'embouquement des canaux.

b. Le rescindement de méandres

A ces trois importants ouvrages, s'ajoutaient de courtes dérivations, réalisées au niveau du pédoncule de boucles de méandres au tracé très compliqué. Il s'agit :

- Du méandre de Noyen-sur-Seine : ce méandre encore actif fait l'objet d'un rescindement en 1809.
- Des deux méandres du Vezoult : le rescindement du méandre amont se place vers 1860, en association avec le premier barrage à aiguilles du Vezoult et la petite dérivation à écluse qui court-circuite le méandre aval.
- Du méandre de La Grande Bosse : le rescindement du méandre et la construction d'une écluse semblent avoir eu lieu entre 1840 et 1857.
- Du méandre de Marolles-sur-Seine : ce méandre peu accentué a été recoupé avant 1888, en liaison probable avec la construction du barrage à aiguilles de Marolles, réalisée après 1883.

c. La protection des berges par des ouvrages anti-érosifs, principalement entre Nogent-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne

Ces travaux furent réalisés de 1848 à 1849. Les zones concernées correspondent pour l'essentiel aux concavités des boucles de méandres. Le système de défense retenu consistait en des rampes d'enrochements disposés à la base du talus et surmontés par des perrés inclinés à 45°. Le haut du talus devait être réglé suivant une inclinaison de 1.5 de base à 1 de hauteur et, selon les cas, engazonné ou planté d'osiers.

Ces défenses en berge ont localement fait l'objet de consolidation chaque fois que des phénomènes de tassement ou de démantèlement des enrochements et des perrés étaient constatés par les services d'entretien. C'est ce qui explique sans doute la plus grande stabilisation des boucles de méandres de ce secteur.

3.4.1.3. AU 20^E SIECLE

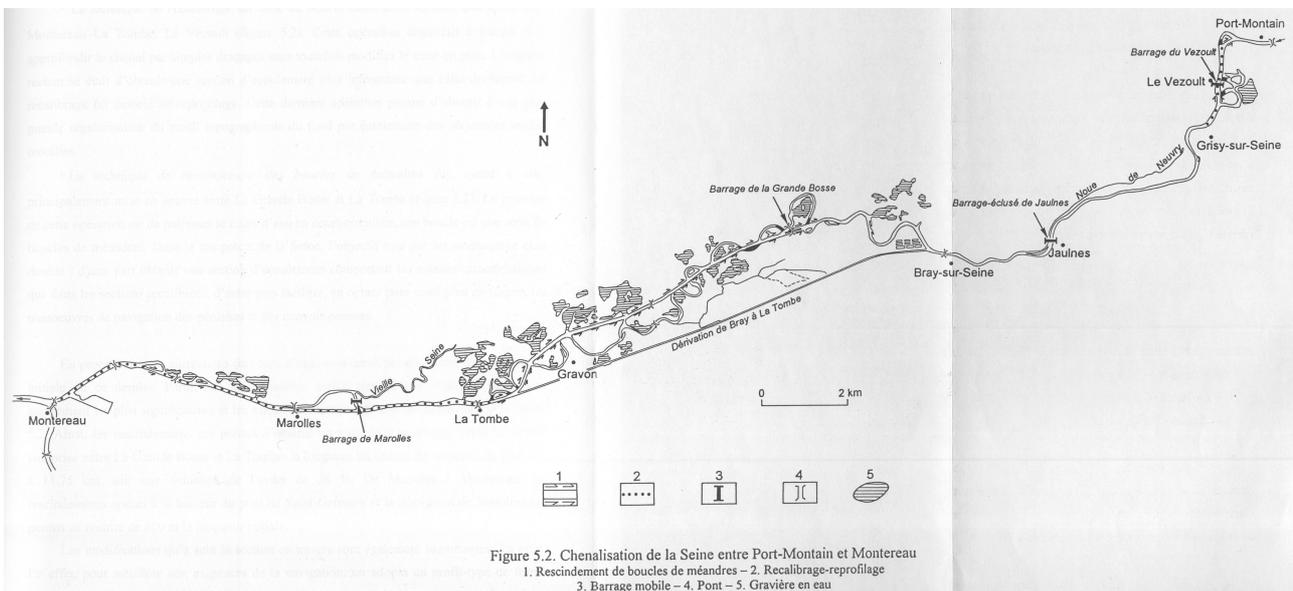


Figure 2 : synthèse des aménagements de la Seine au 20^e siècle (extrait de [10])

Dans les années 70, de grands travaux de génie civil furent réalisés sur le lit mineur lui-même, aboutissant, à maints endroits, à un remodelage important de sa géométrie tridimensionnelle.

Dans le secteur de la Bassée, ces travaux ont concerné la section fluviale comprise entre La Grande Bosse et Montereau-Fault-Yonne, dans l'objectif d'une mise à grand gabarit (3000 tonnes) de la Seine. Ces travaux se sont déroulés en deux tranches principales : Montereau-Fault-Yonne/ La Tombe et La Tombe / La Grande Bosse. Ces travaux se sont échelonnés entre décembre 1971 et octobre 1979.

a. Recalibrage et reprofilage de la section comprise entre La Tombe et Montereau-Fault-Yonne

Le recalibrage consiste à élargir et à approfondir le chenal par de simples dragages, sans toutefois modifier le tracé en plan. L'objectif recherché était d'obtenir une section d'écoulement plus importante que celle de départ. Le reprofilage permet d'aboutir à une plus grande régularisation du profil topographique du fond par écrêtement des séquences seuils / mouilles.

b. Rescindement des boucles de méandres entre La Grande Bosse et La Tombe

Le principe de cette opération est de redresser le cours d'eau en court-circuitant une boucle ou une série de boucles de méandres. L'objectif recherché était d'une part d'obtenir une section d'écoulement comportant les mêmes caractéristiques que dans les sections recalibrées, et d'autre part, de faciliter les manœuvres de navigation des péniches et des convois poussés en optant pour des tracés plus rectilignes.

Dans cette section, la longueur du chenal a ainsi été ramenée de 16,5 km à 11,75 km. Entre Marolles-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne, la dérivation de Marolles-sur-Seine a également permis de réduire de 800 m la longueur initiale.

c. Construction des barrages mobiles de La Grande Bosse et Marolles

Ces ouvrages complètent le dispositif destiné à améliorer la navigation dans le canal à grand gabarit. Ces ouvrages sont composés de trois passes de 18 m, obturées par des vannes-segments de 16.85 m de longueur et de 3 m de hauteur, manœuvrées par des vérins hydrauliques. Ces vannes sont conçues de sorte à rendre à la rivière aménagée son « état naturel » lors de leur abattage en période de crue.

d. Protection systématique des nouvelles berges par des ouvrages anti-érosifs

- o Les palplanches métalliques

Les palplanches furent retenues pour la défense des berges situées à proximité des ouvrages hydrauliques (barrages et écluses). On les retrouve également le long des berges de la dérivation de Marolles, sur environ 1040 m.

- o Les pavés alvéolés

Les pavés alvéolés furent placés le long des berges retalutées et reprofilées. Ceux-ci reposent sur une toile plastique perméable inerte aux UV et à l'eau. Des rivets plastiques, fixés dans la berge, assurent le maintien des pavés sur la toile. L'ensemble du dispositif, ainsi que le haut du talus de la berge sont recouverts de terre engazonnée. Ce système de protection, supposé efficace, est en réalité inadapté à la géométrie des berges retalutées et contribue même, en maints endroits, à leur démolition.

e. Autres aménagements

Sur les mêmes principes, la mise au gabarit de 1000 tonnes de la Seine entre Bray-sur-Seine et Nogent-sur-Seine, conçue comme la première étape d'une mise au grand gabarit de 3000 tonnes, est engagée à partir de 1990.

Ces travaux ont concerné :

- o La reconstruction du barrage mobile et de l'écluse du Vezoult au gabarit 3000 T, associée au recalibrage et au reprofilage du chenal (1992) ;
- o Le rescindement du méandre à l'aval de Port-Montain (1992) ;
- o La reconstruction du barrage mobile et de l'écluse de Jaulnes au gabarit 3000 T (2002-2003) ;
- o Le recalibrage et le reprofilage du chenal navigable entre Beaulieu et Nogent-sur-Seine, associés au rescindement du méandre de la Seine de Nogent-sur-Seine et le relèvement du pont de Beaulieu (2001-2003) ;
- o L'approfondissement du canal latéral à la Seine reliant Villers à Beaulieu, achevé en 2003.

A ce jour, il reste à réaliser dans ce programme de travaux :

- o La reconstruction du barrage de Beaulieu ;
- o Les travaux de dragage et de rescindement du chenal entre Bray-sur-Seine et Villiers.

3.4.2. COMPLEMENTS APPORTES PAR LES RECONNAISSANCES DE TERRAIN

La chronologie et la teneur des travaux d'aménagement et de remodelage de la Seine listés au paragraphe précédent ont pu être reconstitués grâce à de nombreux documents d'archives (Archives Nationales, Bibliothèque de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Service de Navigation de la Seine, Direction Départementale de l'Equipement, Bibliothèque Nationale, etc.).

Ces travaux sont pour la plupart des « grands travaux » d'aménagement, pour lesquels il paraît logique de trouver encore aujourd'hui des traces de documents.

Sur le secteur amont (de Conflans-sur-Seine à l'amont de Nogent) qui nous semblait a priori peu aménagé, nous avons noté l'existence de protections des berges au cours de nos reconnaissances de terrain, sur des linéaires hors de la présence d'ouvrages (ponts, barrages) ou d'enjeux humains significatifs. Ces protections semblent pour la plupart relativement récentes et sont en général assez peu étendues.

Nous avons noté en particulier, d'amont en aval :

- Blocs en rive droite à la jonction avec l'ancien méandre recoupé entre Marcilly-sur-Seine et Conflans-sur-Seine ;
- Blocs en rive droite du méandre situé entre le barrage et la ville de Conflans-sur-Seine ;
- Palplanche en rive droite du méandre situé en aval de la Maison des Eaux (Esclavolles) ;
- Blocs en rive droite plus en aval dans le même méandre ;
- Blocs prêts à être posés (le 19/11/2004) dans le même méandre en aval immédiat des protections précédentes (plateforme pour bâtiment, en cours de construction ?) ;
- Mur (de propriété ?) en rive gauche dans le méandre de Tournecul ;
- Traces d'un géotextile et de blocs en rive droite dans le méandre à l'aval du Tournecul ;
- Blocs en rive gauche du méandre de Mousot (amont de Pont-sur-Seine) ;
- Traces d'un géotextile en rive droite dans le méandre à l'amont de Pont-sur-Seine ;
- Blocs en rive droite dans le méandre de l'Île Ménard entre Pont-sur-Seine et Marnay.

La localisation approchée des protections observées pendant nos reconnaissances de terrain est reportée sur les **cartes série n°1**. Nous y avons également reporté la localisation des photographies prises à ces occasions.

Concernant les érosions de berges observées et reportée sur ces mêmes cartes, il apparaît toutefois que les causes de leur formation sont variables suivant les secteurs :

- Sur les secteurs chenalisés de la Seine à l'aval de Nogent-sur-Seine, où la navigation fluviale est importante, la déstabilisation des ouvrages de protection des berges, voire même l'érosion des berges, semble essentiellement due au batillage ;
- Sur les autres secteurs, et en particulier à l'amont de Nogent-sur-Seine, encore relativement naturel et sauvage, l'érosion des berges ne semble être liée qu'à l'évolution morphodynamique naturelle du cours d'eau (par la mobilité du train de méandres).

Notre reconnaissance de terrain n'a cependant pas pu être exhaustive, et il conviendrait de faire un recensement systématique des protections de berges en place sur le secteur d'étude.

3.5. RECENSEMENT DES PRINCIPAUX ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES

De nombreux enjeux humains, sociaux et économiques sont présents dans le secteur d'étude.

Le recensement des enjeux principaux dans la zone proche de la Seine a principalement été réalisé à partir des cartes topographiques IGN au 1/25000^e. Nous avons également utilisé, dans une moindre mesure :

- Les photographies aériennes récentes disponibles ;
- Nos observations complémentaires de terrain ;
- Les fiches communales du mode d'occupation du sol en Ile de France de l'IAURIF [20].

Nous avons cartographié ces enjeux en distinguant :

- Les zones d'habitat : habitat rural / urbain – représentation surfacique sans distinction ;
- Les zones d'activités : activités agricoles, industrielles et commerciales, zones récréatives, services publics (écoles, hôpitaux, etc.) – représentation surfacique sans distinction ;
- Les réseaux : routiers principaux (autoroutes, nationales et départementales), ferroviaires, d'énergie (câbles haute tension), canaux et chenaux de navigation – représentation linéaire ;
- Les ouvrages franchissant la Seine (ponts et barrages principalement) – représentation ponctuelle ;
- Les « points d'eau » : stations de captage, réservoirs, citernes, châteaux d'eau et stations d'épuration – représentation ponctuelle sans distinction.

Les zones patrimoniales et naturelles protégées n'ont pas été spécifiquement cartographiées dans le cadre de l'étude. Des études antérieures montrent que ces zones de fort intérêt (ZNIEFF, ZICO, Natura 2000, parcs naturels régionaux, etc.) couvrent pratiquement toute la plaine de la Bassée.

Les enjeux principaux sont localisés sur les **cartes série n°1**.

4. ETAPE 2 : DETERMINATION DES ENVELOPPES DE MOBILITE

4.1. ESPACE DE MOBILITE MAXIMAL

L'espace de mobilité maximal (EMAX), qui constitue l'enveloppe externe la plus vaste, n'est pas entièrement mobilisable par le cours d'eau à notre échelle de temps, mais pourrait se rapprocher du concept de l'espace de mobilité théorique à l'échelle géologique (15 000 ans).

Cet espace correspond sensiblement à la basse terrasse à matériel grossier d'origine périglaciaire, matérialisé sur les cartes géologiques par les limites des alluvions modernes.

Pour cartographier l'espace EMAX, nous avons travaillé à partir des cartes géologiques anciennes au 1/80000^e. Sur ces cartes, les zones d'alluvions modernes sont figurées par le symbole « a² » (équivalent des couches Fz et Fy des cartes géologiques plus récentes), et sont accompagnées d'une description sommaire :

- o Feuille n°81 Sens (3^e édition de 1941) sur fond de carte d'Etat Major levée en 1841 et révisée en 1912 :

Les alluvions modernes sont composées d'argile sableuse, de sable, de graviers et de cailloux roulés auxquels se mêlent parfois des lits de grève crayeuse, notamment à Bercenay, Bray-sur-Seine, etc.

- o Feuille n°65 Melun (2^e édition de 1894) sur fond de carte d'Etat Major levée en 1832 et révisée en 1888 :

Les dépôts fluviatiles modernes occupent une surface très médiocre ; ils se réduisent à quelques sables déposés le long du cours même de la Seine et à quelques limons littoraux dans ses affluents.

- o Feuille n°66 Provins (3^e édition de 1936) sur fond de carte d'Etat-Major levée en 1833 et révisée en 1912 :

Ces alluvions sont très développées dans la vallée de la Seine qui peut atteindre une largeur de 8 km. Elles sont surtout composées de graviers fins, avec éléments plus gros à la base, et de brèche crayeuse. Elles sont exploitées pour ballast à Courtavant, aux Ormes-sur-Voulzie, et autour de Nogent-sur-Seine et de Bray-sur-Seine.

- o Feuille n°67 Arcis (1^e édition de 1880) sur fond de carte d'Etat-Major levée en 1835 :

Les alluvions modernes se trouvent dans le fond de toutes les vallées occupées par des cours d'eau. Elles sont particulièrement importantes au confluent de l'Aube et de la Seine, où leur nature caillouteuse a permis de les utiliser pour ballast et pour l'empierrement.

Pour la zone de la confluence de la Seine et l'Yonne, plus précisément entre Gravon et Montereau-Fault-Yonne, nous avons également intégré la zone d'alluvions anciennes de basse terrasse « a^{1c} » à l'espace de mobilité maximal, parce que la zone d'alluvions modernes est très peu large dans ce secteur.

Nous avons reporté cette enveloppe sur le fond IGN récent (cf. **cartes série n°2**). Nous y avons également superposé l'enveloppe de la zone inondable historique, issue des atlas historiques des plus hautes eaux connues de la DIREN Ile de France et de la DIREN Champagne-Ardenne. Il apparaît que l'enveloppe EMAX ainsi définie contient l'enveloppe des zones inondables pour la crue historique.

4.2. ESPACE DE MOBILITE FONCTIONNEL

L'espace de mobilité fonctionnel (EFONC), inclus dans l'espace de mobilité maximal EMAX, correspond au corridor à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales. Cette enveloppe est la plus complexe à délimiter, et plusieurs étapes méthodologiques intermédiaires, décrites dans le guide technique AERMC [1], permettent d'affiner pas à pas les limites de cet espace.

Nous développons ci-après les différentes étapes qu'il nous a été possible de suivre, en fonction des données que nous avons pu recueillir.

4.2.1. APPROCHE PAR LE CONCEPT D'AMPLITUDE D'EQUILIBRE

Cette approche, qui constitue la première étape de la méthodologie décrite dans le guide technique AERMC, est basée sur des considérations essentiellement géomorphologiques, abstraction faite de l'anthropisation du milieu.

4.2.1.1. DETERMINATION DE L'AMPLITUDE D'EQUILIBRE PAR LA FORMULE $A = 10w$

Plusieurs études sur des rivières à méandres ont cherché à établir des relations entre les paramètres géométriques du cours d'eau et d'autres variables, afin d'approcher la géométrie d'équilibre dynamique du cours d'eau. En particulier, le guide technique sur lequel s'appuie la présente étude retient que l'amplitude théorique d'équilibre du cours d'eau (A) est définie comme étant 10 fois la largeur naturelle du lit à pleins bords (w).

a. Détermination de la largeur naturelle à pleins bords par la relation de Hey

La largeur « naturelle » à pleins bords de la Seine a tout d'abord été estimée par la relation de Hey : $w = CQ_{pb}^{0,5}$

Avec :

- C , un coefficient dépendant du pourcentage de végétation sur les berges.

Nous avons considéré ici un pourcentage de végétation compris entre 1 % et 5 % d'après notre reconnaissance des berges, et avons donc adopté une valeur de 3,33 pour C .

Note : C peut varier entre les valeurs de 4,33 (0%) et 2,34 (50%).

- Q_{pb} , le débit de plein bord.

Ce débit peut être assimilé au débit de crue journalier de fréquence biennale. Les analyses statistiques réalisées à partir des enregistrements de débit à la station de Pont-sur-Seine donnent une valeur journalière de $220 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le débit de fréquence biennale.

Avec cette formulation, la largeur « naturelle » de pleins bords est ainsi estimée à 49,4 m.

Un rapide calcul de sensibilité au coefficient C donne respectivement les valeurs extrêmes suivantes pour la largeur w : 64,2 m et 34,7 m.

b. Détermination de la largeur naturelle sur les cartes IGN

Nous avons ensuite complété cette approche simpliste par un relevé de la largeur de pleins bords du chenal de la Seine à partir des cartes IGN au $1/25000^e$. Les mesures sont effectuées tous les 500 m entre la confluence Seine / Aube et la confluence Seine / Yonne.

Pour l'analyse, nous avons distingué trois tronçons, différenciés par leur caractère plus ou moins naturel :

- PK 0 à 28 : Entre l'aval de la confluence Seine / Aube et l'amont de Nogent-sur-Seine, ce tronçon amont est encore relativement naturel.
- PK 28 à 50 : Entre l'amont de Nogent-sur-Seine et l'amont de Port-Montain, ce tronçon intermédiaire a subi des aménagements modérés, en particulier pour la mise au gabarit de 1000 tonnes.
- PK 50 à 85 : Entre l'amont de Port-Montain et l'amont de la confluence Seine / Yonne, ce tronçon aval a subi d'importantes modifications, notamment pour la mise au gabarit de 3000 tonnes.

Pour le secteur compris entre La Grande Bosse et La Tombe, nous avons également mesuré la largeur de pleins bords de l'ancien chenal de la Seine, encore bien visible sur les cartes IGN. Pour permettre une superposition sur le graphique, la longueur totale de l'ancien chenal a été rapportée de manière homothétique à la longueur actuelle du chenal.

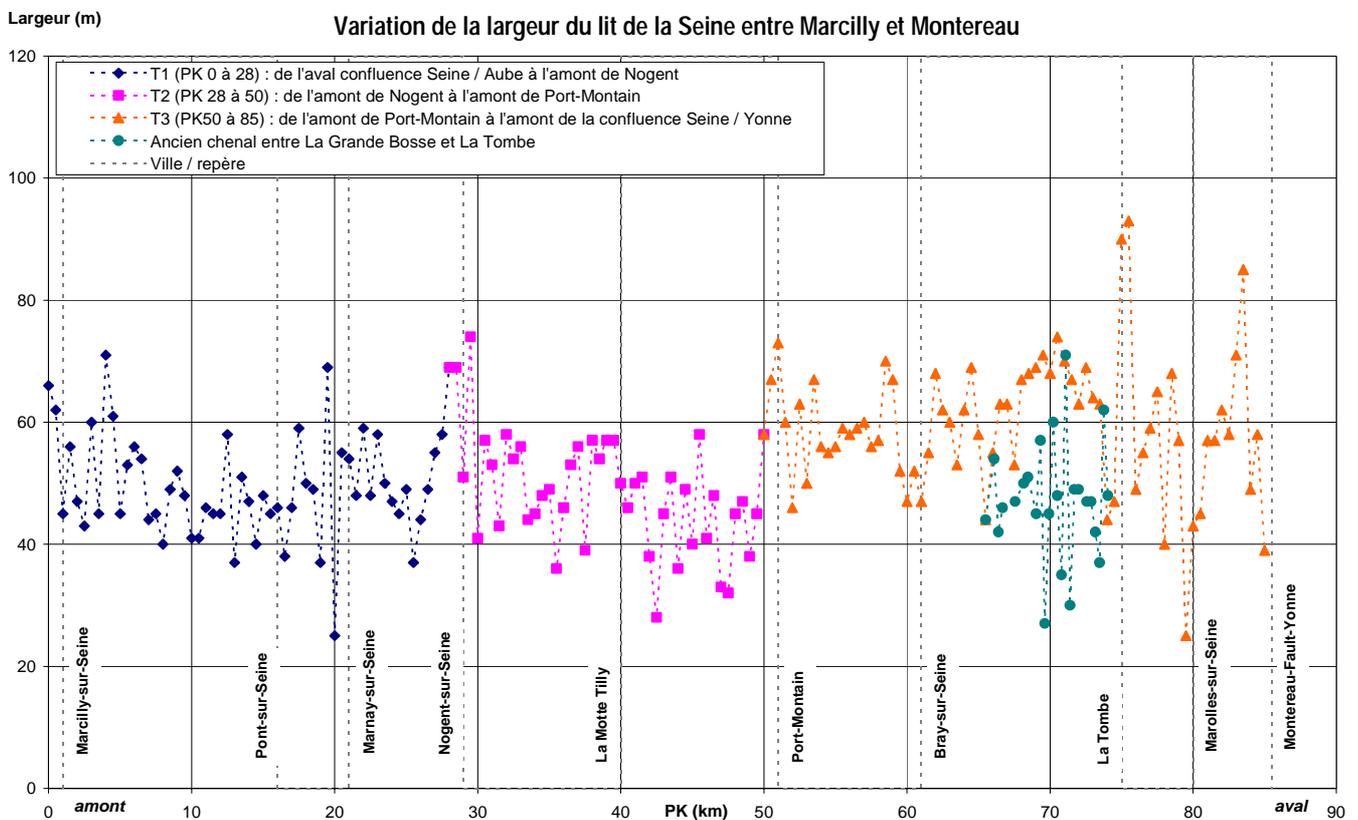


Figure 3 : variation de la largeur du lit de la Seine entre Marcilly-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne

Sur ce graphique, il apparaît clairement que :

- Sur les deux tronçons amont, la largeur à pleins bords est assez régulière, de l'ordre de 50 m en moyenne, avec 90 % des valeurs comprises entre 40 m et 60 m.
- Sur le tronçon aval, la largeur à pleins bords est plus importante, de l'ordre de 60 m en moyenne, avec 90 % des valeurs comprises entre 45 m et 70 m. Ce résultat était attendu, étant donné les nombreux aménagements qui ont été effectués sur cette portion de la Seine.
- Sur l'ancien chenal de la Seine entre La Grande Bosse et La Tombe, nous avons pu reconstituer que la largeur à pleins bords était de l'ordre de 47 m en moyenne, avec 90 %

des valeurs comprises entre 35 m et 60 m. Cette valeur est cohérente avec les valeurs des deux tronçons amont.

Sans prendre en compte la valeur obtenue sur le tronçon aval, peu représentative de la largeur « naturelle » de la Seine puisqu'elle est chenalisée à grand gabarit dans ce secteur, nous pouvons donc conclure que **la largeur « naturelle » de pleins bords est de l'ordre de 50 m.**

Si l'on considère que l'amplitude théorique d'équilibre du cours d'eau est définie comme étant 10 fois la largeur naturelle du lit à pleins bords, **l'amplitude d'équilibre de la Seine sur le secteur de la Bassée est donc de 500 m environ.**

4.2.1.2. DETERMINATION DE L'AMPLITUDE D'EQUILIBRE PAR LES CARTES IGN

Pour compléter cette analyse, nous avons procédé à la mesure de l'amplitude réelle de plusieurs séries de méandres bien dessinés sur le secteur de la Bassée, à partir des cartes IGN au 1/25000^e.

Pour cette analyse, nous avons conservé la distinction du secteur en trois tronçons, définis comme précédemment. Nous avons également tenu compte de l'amplitude d'anciens méandres rescindés artificiellement. En particulier, nous avons pris en compte :

- Les deux méandres à l'aval de Nogent-sur-Seine ;
- Les deux méandres au droit du barrage du Vezoult ;
- Tous les méandres de l'ancien chenal de la Seine entre La Grande Bosse et La Tombe.

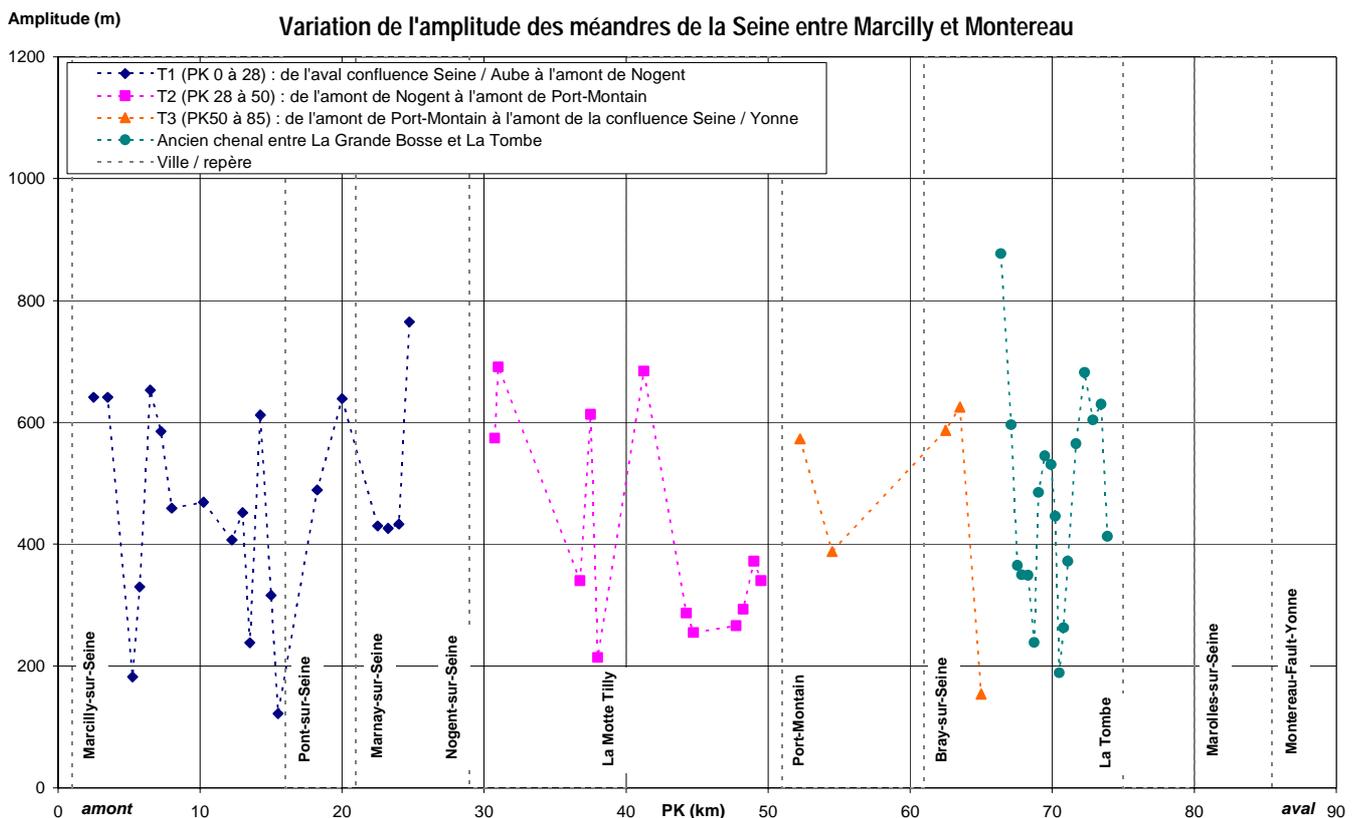


Figure 4 : variation de l'amplitude des méandres de la Seine entre Marcilly-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne

Même si ce graphique est plus délicat à analyser étant donné la disparité et le faible nombre des valeurs, on peut toutefois faire ressortir les éléments suivants :

- L'amplitude moyenne des méandres (en considérant l'intégralité de l'échantillon) est de l'ordre de 450 m, avec 90 % des valeurs comprises entre 230 m et 645 m.
- Dans les secteurs peu modifiés par les aménagements (tronçon amont et ancien chenal de la Seine entre La Grande Bosse et La Tombe), l'amplitude moyenne des méandres est même supérieure, de l'ordre de 470 m environ.

Ces valeurs confirment les résultats précédemment obtenus.

4.2.1.3. CONCLUSION ET APPLICATION

Les calculs exposés dans les paragraphes précédents nous conduisent à retenir que **l'amplitude d'équilibre de la Seine sur le secteur de la Bassée est de 500 m environ.**

Il faut toutefois garder à l'esprit que cette valeur est une valeur moyenne, et qu'il est possible d'observer des méandres d'amplitude largement supérieure sur le site (ancien méandre de la Grande Bosse par exemple).

De façon pratique, l'amplitude d'équilibre est répartie de manière égale de part et d'autre de l'axe du lit mineur actif. Cet espace est reporté sur les **cartes série n°3.**

Sur le secteur aval, nous avons pris le parti de cartographier l'enveloppe résultant du concept d'amplitude d'équilibre **uniquement sur le lit mineur actif** conformément aux directives du guide technique. L'ancien tracé de la Seine entre le barrage de la Grande Bosse et La Tombe et les différents méandres rescindés (Le Vezoult, Port-Montain, etc.) ne sont pas considérés comme actifs puisqu'ils ne permettent plus d'écouler une partie du débit en régime d'écoulement normal.

4.2.2. APPROCHE GEOMORPHOLOGIQUE HISTORIQUE

Cette approche est également basée sur des considérations géomorphologiques, mais tient compte implicitement de l'anthropisation du milieu. En effet, cette analyse porte sur la dynamique fluviale récente et notamment sur l'emprise spatiale historique des déplacements du lit mineur.

4.2.2.1. ESPACE DE DIVAGATION HISTORIQUE

Contrairement à l'espace de mobilité maximal qui traduit l'enveloppe théorique mobilisable par le cours d'eau à l'échelle géologique (15 000 ans), l'espace de divagation historique représente le domaine qui a été mobilisé à une échelle récente (150 dernières années).

Pour délimiter cet espace, nous nous sommes appuyés sur l'analyse des documents suivants :

- Cartes d'Etat-Major au 1/80000^e, datant de 1832 à 1841 sur le secteur ;
- Cartes IGN anciennes au 1/25000^e, datant des années 1955 / 1970 ;
- Cartes IGN récentes au 1/25000^e, datant des années 1990 / 2000.

Nous avons également tenu compte dans notre analyse des travaux de thèse de J.G. DZANA sur le secteur [10].

Sur le secteur le plus mobile de la Seine (entre Marcilly-sur-Seine et Nogent), nous avons complété ces données par des photographies aériennes zénithales de l'IGN :

- Mission FD 10 de 2000 ;
- Mission IFN 10 P de 1990 ;
- Mission IFN 10 de 1980 ;
- Mission F 2416-2616 de 1949 ;
- Mission F 2716 de 1948.

Les différents tracés empruntés par la Seine (représentée soit par son axe médian, soit par ses berges) ont été numérisés et superposés sur une même carte.

Comme préconisé par le guide technique, nous avons tenu également compte des anciens chenaux de la Seine recoupés artificiellement ou naturellement pendant la période considérée. En revanche, nous n'avons pas inclus les bras morts ou les dépressions arquées observables sur les cartes IGN qui témoignent de formes fluviales relictuelles paraissant beaucoup plus anciennes.

L'enveloppe externe de ces différents tracés superposés nous a permis de définir l'espace de divagation historique. Cet espace est reporté sur les **cartes série n°3**.

4.2.2.2. ANALYSE COMPARATIVE DES DIFFERENTS TRACES EN PLAN

Pour compléter l'étape de détermination de l'espace de divagation historique, nous reprenons ci-dessous l'analyse comparative sur les différents tracés en plan du tronçon de la Seine encore considéré comme mobile (entre Marcilly-sur-Seine et Nogent) réalisée par J.G. DZANA [10].

Ces analyses ont été menées à partir de documents (cartes, plans et photographies aériennes) datant de 1828 à 1990, pour certains identiques à ceux que nous avons nous-mêmes utilisés.

a. Evolution de la longueur des axes médians – Seine mobile

Les longueurs des axes médians du tronçon mobile de la Seine (entre Marcilly-sur-Seine et l'amont de Nogent) ont été mesurées à différentes dates, entre deux extrémités fixes.

Dates	Longueur	Taux d'élongation
1828	21 628 m	-
1858	22 247 m	+ 20 m/an
1949	25 179 m	+ 32 m/an
1971	25 287 m	+ 5 m/an
1990	25 617 m	+ 16 m/an

Tableau 3 : longueurs des axes et taux d'élongation annuel pour le tronçon mobile de la Seine (extrait de [10])

Les valeurs obtenues montrent un accroissement très sensible de la longueur de la Seine sur ce tronçon, et particulièrement sur la période avant 1950.

b. Mobilité horizontale apparente des méandres – Seine mobile

La mobilité horizontale de la Seine peut être évaluée en estimant l'aire balayée entre deux axes médians correspondant à deux dates. Ces mesures doivent toutefois être utilisées avec prudence, car elles ont tendance à minorer la mobilité réelle, du fait que pendant un intervalle de temps donné, la même surface peut être balayée plusieurs fois par l'axe fluvial. A partir de ces valeurs, il est aussi possible de calculer une intensité moyenne de balayage latéral.

Période	Aire	Aire cumulée	Intensité moyenne de balayage latéral
1828-1858	593 599 m ²	593 599 m ²	873 m ² /km /an
1858-1949	653 956 m ²	1 247 555 m ²	300 m ² /km /an
1949-1971	159 446 m ²	1 407 001 m ²	275 m ² /km /an
1971-1990	123 041 m ²	1 530 042 m ²	242 m ² /km /an

Tableau 4 : aires balayées apparentes et intensité moyenne latérale de balayage pour le tronçon mobile de la Seine (extrait de [10])

Comme précédemment, ces valeurs indiquent une très forte mobilité de ce tronçon de la Seine jusque vers la fin du 19^e siècle, puis une évolution plus lente depuis le début du 20^e siècle.

c. Formes des méandres – Seine mobile

A partir des différents tracés de la Seine (cf. figure page suivante), on observe que le tracé des méandres en 1828 est beaucoup plus régulier que les tracés plus récents. Ceux-ci montrent en effet une déformation des méandres par rotation et extension latérale des boucles sans translation marquée vers l'aval de l'ensemble du méandre. Il n'est pas non plus observé beaucoup de recoupement naturel de méandres sur ce secteur (un seul observé à l'amont de Pont-sur-Seine). Les boucles de méandres deviennent nettement plus irrégulières et asymétriques.

Ce phénomène est également observé, mais de manière moins prononcée, sur quelques méandres entre Esclavolles-Lurey et Pont-sur-Seine.

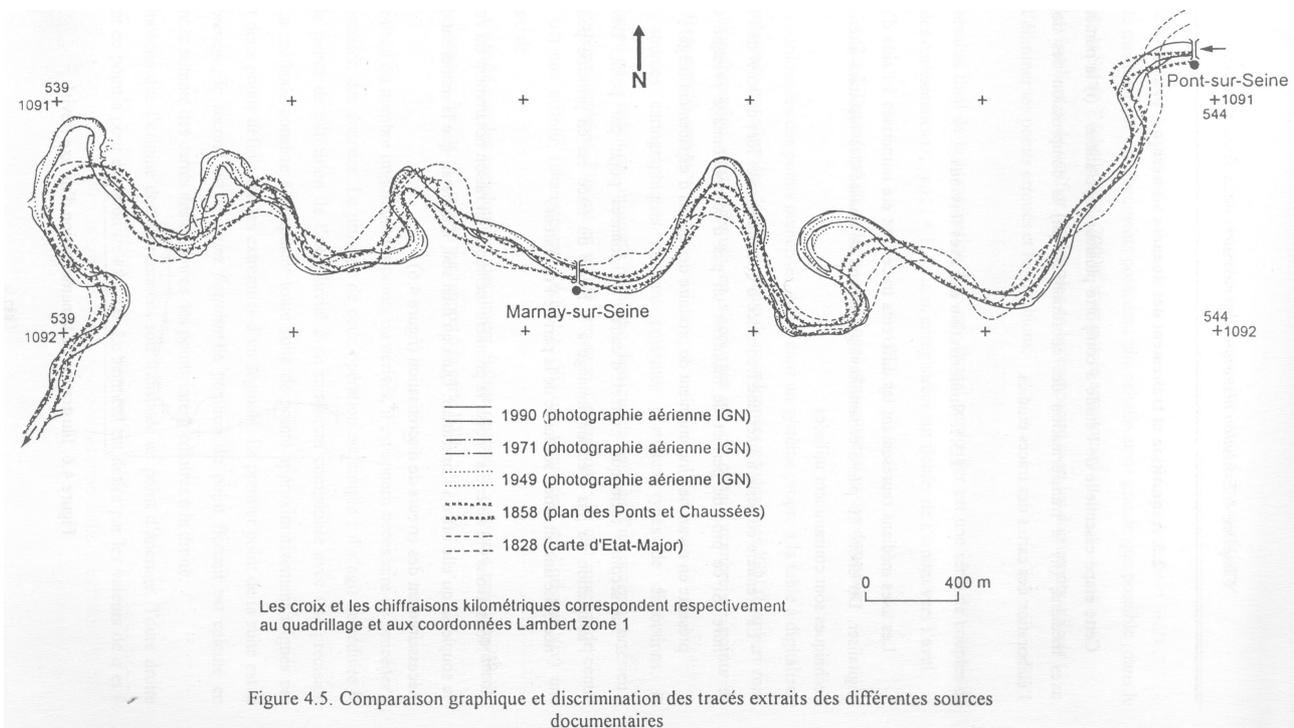


Figure 5 : comparaison graphique des tracés historiques de la Seine entre Pont-sur-Seine et Nogent-sur-Seine (extrait de [10])

d. Evolution de la longueur des axes médians – Bassée amont et aval

Une étude similaire, plus récente, a été menée par S. GAILLARD [15] sur la Seine entre Conflans-sur-Seine et Nogent-sur-Seine (« Bassée amont ») d'une part et entre Bray-sur-Seine et Marolles-sur-Seine (« Bassée aval ») d'autre part, avec des pas de temps de l'ordre de 10 ans sur la période comprise entre 1945 et 2000.

Dates	Longueur	Taux d'élongation	Dates	Longueur	Taux d'élongation
1828	19 337 m	-	1828	20 774 m	-
1858	19 686 m	+ 11 m/an	1945	22 809 m	+ 17 m/an
1945	23 214 m	+ 40 m/an	1949	22 979 m	+ 34 m/an
1949	23 617 m	+ 80 m/an	1955	22 861 m	- 17 m/an
1955	24 146 m	+ 2 m/an	1961	22 764 m	- 14 m/an
1971	24 146 m	+ 30 m/an	1965	22 794 m	+ 6 m/an
1982	24 332 m	+ 15.5 m/an	1976	22 678 m	- 10 m/an
1990	24 006 m	- 36 m/an	1990	16 442 m (*)	- 415 m/an (*)
2000	24 083 m	+ 7 m/an			
2002	24 195 m	+ 37 m/an			

(*) Valeurs obtenues en suivant l'axe du canal à grand gabarit.

Tableau 5 : longueur des axes et taux d'élongation annuel pour la Bassée amont (à gauche) et la Bassée aval (à droite) (extrait de [15])

Cette analyse montre une mobilité importante du lit fluvial au pas de temps considéré (de l'ordre de 10 ans), conduisant localement à des glissements de près de 400 m dans l'axe des boucles de méandres. Les principales évolutions observées sont dues soit à des processus de migration latérale (allongement), soit à des processus de recouplement (raccourcissement).

e. Conclusion

On observe que le tracé de l'axe de la Seine dans la plaine de la Bassée a connu une élongation régulière, plus importante sur le tronçon amont que sur le tronçon aval (mais qui est cependant significative), jusque dans les années 1950. A partir de cette date, l'élongation est nettement ralentie sur tout le linéaire de la Seine considéré.

D'après J.G. DZANA [10], la rupture dans l'évolution de la mobilité, observée dans la seconde moitié du 19^e siècle, semble être liée :

- o Soit aux travaux d'aménagements hydrauliques réalisés sur cette période (cf. § 3.4.1) qui ont « fixé » le tracé en plan du lit ;
- o Soit à une tendance séculaire vers une diminution de la mobilité.

A notre sens, la première explication semble la plus plausible. En effet, la mise en place de protections de berges depuis de nombreuses décennies, en particulier au droit des zones habitées, a conduit à fixer en partie le tracé en plan de la Seine, par la formation de points durs qui peuvent gêner la progression régulière des trains de méandres, par un pincement du tracé lié au blocage du méandre aval.

Toutefois, il convient de noter que la diminution nettement marquée dans la mobilité apparente de la Seine ne s'est pas accompagnée d'un ralentissement dans l'évolution des méandres du secteur mobile, puisque ceux-ci ont continué à se déformer.

4.2.3. ENVELOPPE FONCTIONNELLE RESULTANTE

Cette sous-étape de synthèse permet de délimiter l'enveloppe externe de l'espace de mobilité fonctionnel, avant la prise en compte des contraintes anthropiques majeures.

Cette enveloppe fonctionnelle résulte de la simple sommation des espaces précédemment définis dans les approches par l'amplitude d'équilibre et par la géomorphologie historique.

Cette enveloppe est reportée directement sur les **cartes série n°3**.

4.2.4. DELIMITATION DE L'ESPACE DE MOBILITE MINIMAL FONCTIONNEL

Rappelons que l'arrêté du 24 janvier 2001 relatif à l'exploitation des carrières précise que :

L'espace de mobilité est évalué [...] en tenant compte [...] de la présence des ouvrages et aménagements significatifs, à l'exception des ouvrages et aménagements à caractère provisoire, faisant obstacle à la mobilité du lit mineur.

Le guide AERMC [5] préconise également de soustraire de l'espace de mobilité les zones sur lesquelles existent des contraintes anthropiques majeures.

4.2.4.1. CONTRAINTES A PRENDRE EN COMPTE

a. *Ouvrages et aménagements significatifs*

En comité de pilotage, la position de compromis suivante a été adoptée concernant la définition des ouvrages et aménagements significatifs et pérennes : il s'agit de tous les aménagements faisant obstacle à la mobilité du fleuve, à l'exception des dispositifs installés par les riverains ou les collectivités n'ayant pas bénéficié des autorisations légales.

Ainsi, une protection de berge « sauvage », réalisée par un exploitant pour protéger ses terres agricoles, doit être considérée comme un aménagement à caractère provisoire / non significatif.

Il a par ailleurs été admis qu'en certaines circonstances, un chemin de halage ou un chemin rural pouvaient être contraints de se déplacer pour laisser l'érosion jouer son œuvre.

Rappelons ici que, lors de notre reconnaissance de terrain, un recensement exhaustif des protections de berges en place sur le linéaire d'étude n'a pas pu être réalisé (cf. § 3.4.2).

De plus, la distinction entre les protections de berges « sauvage » et celles « ayant bénéficié des autorisations légales » n'a pas pu être faite de manière systématique, à l'exception des protections liées à des enjeux clairement identifiés (maintien du chenal de navigation, ouvrages de franchissement, barrages, etc.).

Dans la cartographie, nous avons donc pris le parti de ne tenir compte que des protections pour lesquelles l'enjeu protégé relève des contraintes anthropiques majeures identifiées ci-après.

b. *Enjeux et contraintes anthropiques majeurs*

Nous rappelons que les enjeux principaux pris en compte pour la délimitation de l'enveloppe fonctionnelle minimale sont les suivants (cf. § 3.5) :

- o Les zones d'activités et les zones d'habitat, à l'exclusion des petits habitats isolés qui ne constituent pas une contrainte anthropique majeure.
- o Les grandes infrastructures routières, ferroviaires et de navigation ;
- o Les ouvrages sur la Seine (ponts, écluses, barrages) et les « points d'eau ».

Il convient de noter que les réseaux d'énergie n'ont finalement pas été pris en compte, puisque nous ne connaissons pas l'implantation précise des pylônes THT dans la plaine, qui constituent en fait les véritables enjeux à protéger. Nous avons toutefois conservé sur les cartes la représentation des lignes aériennes.

c. Cas particulier des gravières

Les gravières en lit majeur posent des problèmes hydrogéologiques, sédimentologiques et écologiques, qu'elles soient en eau ou pas. En particulier, elles peuvent avoir une incidence morphologique si elles capturent le cours d'eau. Cela se produit lorsque la berge, qui sépare le lit du plan d'eau, est attaquée :

- o Soit directement par l'érosion latérale,
- o Soit à l'occasion d'une crue débordante, parce que la dénivelée entre le plan d'eau qui reste horizontal et le lit mineur peut provoquer une érosion régressive de la berge du plan d'eau vers le lit.

Si les gravières sont nombreuses entre deux méandres successifs, une « réaction en chaîne » peut même conduire à un détournement du lit et à l'abandon de la boucle.

En comité de pilotage, il a été convenu que les gravières en cours d'exploitation, les projets de gravières (autorisation ou extension) connus des services de l'état et les plans d'eau des gravières dont l'exploitation est achevée sont pris en compte comme des contraintes anthropiques majeures, et donc exclus de l'espace de mobilité.

Pour le département Ile de France, les données concernant les gravières nous ont été fournies par la DRIRE IDF, et sont valables à fin 2004. Pour le département Champagne-Ardenne, des données équivalentes nous ont été fournies par la DRIRE CA, et sont valables à fin 2005.

4.2.4.2. ESPACE DE MOBILITE MINIMAL FONCTIONNEL RESULTANT

L'espace de mobilité minimal fonctionnel résultant de la prise en compte des contraintes anthropiques majeures listées ci-dessus est reporté sur les **cartes série n°4**.

Sur le secteur aval, compris entre la jonction du canal de dérivation de Villiers-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne, le lit de la Seine est navigué, et cet enjeu fort nous a conduit à réduire l'espace de mobilité à la valeur minimale réglementaire (recul de 50 m par rapport aux berges) définie dans l'arrêté du 24 janvier 2001. Cette valeur a également été retenue localement dans la traversée de Nogent/Seine.

La prise en compte de ce seul enjeu de navigation conduit à réduire l'espace de mobilité à une bande de 50 m de part et d'autre des berges du fleuve sur environ la moitié du linéaire d'étude (41 km).

Les deux linéaires où l'espace de mobilité n'est pas restreint par l'enjeu de navigation sont donc :

- o 29 km entre la confluence Aube / Seine à Marcilly-sur-Seine et l'amont de Nogent-sur-Seine ;
- o 16 km entre l'aval de Nogent-sur-Seine et la jonction du canal de navigation à Villiers.

Sur les mêmes cartes, nous avons reporté en surimpression les zones a priori non mobilisables par la Seine du fait de l'existence de protections de berges ne relevant pas des ouvrages et aménagements significatifs au sens du § 4.2.4.1.a ci-dessus. Rappelons que nos reconnaissances de terrain ne nous permettent pas d'avoir une vue exhaustive de ces protections de berges.

4.3. ESPACE DE MOBILITE MINIMAL

Cet espace est constitué par l'espace de mobilité minimal fonctionnel, retouché au cas par cas en fonction des concertations locales pour prendre en compte des contraintes anthropiques secondaires (axes de communication communaux, habitations isolées, etc.).

Cet espace n'est pas cartographié dans le cadre de la présente étude. En effet, une concertation locale avec les communes riveraines est nécessaire.

4.4. COMPARAISON AVEC L'ETUDE HYDRATEC [4]

4.4.1. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

La démarche mise en œuvre dans l'étude HYDRATEC repose sur les étapes suivantes :

- Une caractérisation des cours d'eau et un diagnostic morphodynamique, fondés sur :
 - Une reconnaissance de terrain,
 - Une analyse bibliographique,
 - Une analyse des évolutions historiques,
 - Une exploitation des informations issues de fouilles archéologiques,
 - Une analyse du degré d'artificialisation des cours d'eau,
 - Le recensement des ouvrages et aménagements significatifs (contraintes anthropiques),
 - Une synthèse débouchant sur un diagnostic morphodynamique.
- Une analyse de l'applicabilité du concept d'espace de mobilité ;
- La détermination de l'espace de mobilité à prendre en compte.

4.4.2. PRINCIPALES CONCLUSIONS DE L'ETUDE

Sur le secteur d'étude compris entre Méry-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne, les conclusions de l'étude HYDRATEC sont les suivantes :

- En amont de Nogent-sur-Seine, l'analyse historique montre des évolutions antérieures et une puissance spécifique un peu plus importante qu'en aval, ce qui conduit à appliquer ici le concept d'espace de mobilité :
 - Entre la confluence Seine / Aube (Marcilly-sur-Seine) et Nogent-sur-Seine : l'espace de mobilité fonctionnel (i.e. sans prise en compte des contraintes anthropiques) est défini en prenant, de part et d'autre du tracé des berges actuelles, un recul de 100 m, soit 2 fois la largeur moyenne du lit mineur du cours d'eau (estimée à 50 m).
 - Entre Méry-sur-Seine et la confluence Seine / Aube : l'espace de mobilité fonctionnel est défini en prenant un recul de 75 m par rapport aux berges actuelles, soit 3 fois la largeur moyenne du lit mineur du cours d'eau (estimée à 25 m), la rivière étant un peu plus puissante ici qu'en aval de la confluence.
- Entre Nogent-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne, la Seine n'est pas mobile à notre échelle de temps, le concept d'espace de mobilité ne s'applique donc pas :
 - Cependant, les cartes publiées dans la brochure « grand public » laissent apparaître un espace de mobilité sur le linéaire de Seine (non naviguée) parallèle au canal de dérivation de Beaulieu à Villiers-sur-Seine. Comme en amont de Nogent-sur-Seine, un recul de 100 m est pris en compte par rapport aux berges actuelles.
 - Sur les autres tronçons, où un espace de mobilité n'est pas cartographié, la distance minimale réglementaire, définie dans le cas présent par un recul de 50 m par rapport aux berges, est considérée comme une distance de sécurité suffisante.

4.4.3. REMARQUES ET COMPARAISON

La méthodologie utilisée par HYDRATEC pour la phase de diagnostic préliminaire est assez similaire à celle que nous avons nous-mêmes employée, mais ne conduit toutefois pas aux mêmes conclusions. Sur le linéaire à l'aval de Nogent-sur-Seine, HYDRATEC conclut que la Seine est non mobile à notre échelle de temps, sans rechercher la causalité de cette stabilité en plan du cours d'eau. Nous montrons au contraire que, malgré une faible puissance spécifique, la Seine dans la plaine de la Bassée est potentiellement mobile du fait (en grande partie) de la composition granulométrique des berges et du fond de son lit mineur, et que les nombreux aménagements depuis le début du 19e siècle ont progressivement fixé le tracé en plan du lit.

Par ailleurs, l'argument sur la vitesse de déplacement des méandres depuis le Néolithique, apporté par les résultats de fouilles archéologiques, ne nous semble pas être pertinent : ces fouilles concernent une zone géographique trop restreinte pour pouvoir généraliser les observations faites localement. Combien existe-t-il de sites qui ont disparu du fait de l'érosion ?

Concernant la détermination de l'espace de mobilité fonctionnel, HYDRATEC préconise un recul égal à 2 ou 3 fois la largeur moyenne du lit mineur par rapport aux berges actuelles dans les secteurs considérés comme mobiles situés à l'amont de Nogent-sur-Seine, et égal à la distance minimale réglementaire dans les secteurs considérés comme non mobiles à notre échelle de temps. Ce choix nous semble assez arbitraire et non fondé sur des critères objectifs. L'espace de mobilité que nous préconisons est au contraire défini à partir de données géométriques observées (l'amplitude moyenne des méandres existants) et de données historiques (anciens tracés du lit).

Sur les linéaires considérés comme mobiles, cette approche conduit HYDRATEC à définir un fuseau de mobilité fonctionnel d'une largeur moyenne de 250 m à 300 m (hors zones de divagation historique notable ou avec traces d'anciens bras où la largeur du fuseau peut être supérieure), alors que la méthodologie du guide AERMC nous conduit à un fuseau de 500 m de large.

Pour l'espace de mobilité minimal fonctionnel (i.e. avec prise en compte des ouvrages et aménagements significatifs), les contraintes anthropiques considérées par HYDRATEC sont similaires à celles de notre étude : zones bâties, voies de communication majeures, tronçons de rivière navigables, barrages de navigation, plans d'eau des gravières.

A l'issue de la démarche, il apparaît finalement que les écarts résiduels pour la détermination de l'espace de mobilité minimal fonctionnel entre la méthodologie employée par HYDRATEC et celle du guide technique AERMC utilisée ici sont relativement faibles, du fait de la prise en compte des ouvrages et aménagements significatifs comme contraintes anthropiques majeures.

4.5. CONCLUSION SUR LA DETERMINATION DE L'ESPACE DE MOBILITE MINIMAL FONCTIONNEL

L'espace de mobilité minimal fonctionnel a été défini en suivant de manière rigoureuse la méthodologie du guide technique AERMC [5]. Certaines sous-étapes n'ont cependant pas pu être mises en œuvre, par manque de données fiables (en particulier pour ce qui concerne l'approche par la capacité de transport).

D'autre part, cette méthodologie a été appliquée sur tout le linéaire de la Seine compris entre Marcilly-sur-Seine et Montereau-Fault-Yonne, étant entendu qu'il a été préalablement montré que la Seine est mobile sur ce linéaire, ou potentiellement mobile dans les secteurs aménagés.

Malgré une méthodologie et des conclusions sensiblement différentes, l'étude HYDRATEC [4] aboutit à un espace de mobilité minimal fonctionnel relativement proche de celui obtenu ici.

Rappelons enfin qu'il n'est pas spécifié, dans la législation, de méthodologie unique pour la mise en œuvre technique de la détermination de l'espace de mobilité d'une rivière. Seule une définition de l'espace de mobilité est fournie par l'arrêté du 24 janvier 2001 relatif à l'exploitation des carrières.

5. ETAPE 3 : PROPOSITION D'AMENAGEMENT ET DE GESTION

5.1. ZONAGE DE L'ESPACE DE MOBILITE MINIMAL FONCTIONNEL

A partir de la cartographie de l'espace de mobilité minimal fonctionnel (cf. **cartes série n°4**), nous avons divisé le secteur d'étude en plusieurs linéaires de plus ou moins grand intérêt, en fonction d'une part de la « pression anthropique » exercée par les enjeux majeurs recensés et d'autre part de l'état écologique et morphodynamique actuel constaté.

Note : Les linéaires sont calculés en suivant l'axe du chenal actif du cours d'eau et les surfaces exprimées incluent la surface en eau du lit mineur.

5.1.1. SECTEURS D'INTERET PARTICULIER

Par ordre d'intérêt décroissant, nous avons retenu les linéaires suivants :

- **Le linéaire compris entre l'aval de Conflans-sur-Seine et l'amont de Pont-sur-Seine (11.8 km de long – 460 ha)**

Ce linéaire, relativement long, apparaît comme un des secteurs les plus naturels sur la zone d'étude, et possède une dynamique de méandres encore très active.

Il ne présente également que peu d'enjeux anthropiques majeurs. On note en effet la présence de quelques zones bâties (habitat ou activités) en bordure des communes de Conflans-sur-Seine, Esclavolles-Lurey et Pont-sur-Seine. Toutefois, l'implantation récente de gravières à proximité du lit mineur, notamment sur le lit majeur de rive droite, est en train de réduire progressivement l'emprise résiduelle disponible pour l'espace de mobilité.

La présence de protections de berges (considérées comme a priori « sauvages ») est également un frein à l'espace de mobilité. Parmi les protections recensées lors de nos reconnaissances de terrain, on citera en particulier les protections de berges dans les extradors des trois méandres en aval d'Esclavolles-Lurey (secteur Le Tournecul) et du méandre en amont de Pont-sur-Seine (secteur Gravion).

- **Le linéaire compris entre l'aval de Marnay-sur-Seine et l'amont du CNPE de Nogent-sur-Seine (5.2 km de long – 190 ha).**

Ce linéaire, beaucoup plus court que le précédent, constitue également un milieu naturel écologiquement intéressant, et possède une dynamique des méandres encore active.

Cependant, le CNPE de Nogent-sur-Seine constitue une contrainte anthropique forte. On peut également noter la présence de quelques zones habitées en aval de Marnay-sur-Seine. Sur ce linéaire, nous n'avons pas recensé de protections de berges « sauvages », mais il en existe peut-être.

- **Le linéaire compris entre l'aval de Pont-sur-Seine et l'amont de Marnay-sur-Seine (5.0 km de long – 185 ha).**

Ce court linéaire présente un intérêt un peu moindre, malgré une dynamique des méandres encore active.

Il se trouve en effet limité latéralement (côté rive gauche) par la présence du canal de dérivation de Bernières à Conflans-sur-Seine et la voie ferrée. D'autres enjeux anthropiques majeurs doivent aussi être signalés : les zones habitées de Pont-sur-Seine en amont et de Marnay-sur-Seine en aval, ainsi que la station d'épuration en bordure de rive gauche à l'aval de Pont-sur-Seine.

La présence de protections de berges « sauvages » est également un frein à l'espace de mobilité, et notamment les protections de berges recensées dans l'extrados du méandre de l'île Ménéard.

- **Le linéaire compris entre Beaulieu et Villiers-sur-Seine (16.4 km de long – 520 ha).**

Seul linéaire de la Seine demeurant non navigué à l'aval de Nogent-sur-Seine, cette zone présente cependant un certain intérêt pour l'espace de mobilité, et notamment la partie de 10 km de long environ située en amont de Courceroy.

Des enjeux anthropiques majeurs bordent l'espace de mobilité : les zones bâties des communes de Le Mériot (Beaulieu), La Motte Tilly (dont la Ferme d'Isle), Courceroy, Villiers-sur-Seine (Athis, Les Thunes), les voies de communication (RD 168, RD 120, RD 49a, RD 951 / RD 411), le barrage de Beaulieu, les embouquements amont et aval du canal de Beaulieu à Villiers-sur-Seine.

De plus, l'implantation récente de plusieurs gravières à proximité du lit mineur, notamment sur le lit majeur de rive droite entre Courceroy et Villiers-sur-Seine, est en train de réduire progressivement l'emprise résiduelle disponible pour l'espace de mobilité.

Enfin, nous n'avons pas noté la présence de protections de berges « sauvages », sauf localement dans l'extrados du méandre des Nozelles entre La Motte Tilly et Courceroy, à l'aval de la zone sensible de la RD 120.

5.1.2. SECTEURS DE MOINDRE INTERET

Les autres linéaires, présentant un intérêt jugé moindre, sont décrits ci-après :

- **De la confluence Seine / Aube à l'amont de Conflans-sur-Seine (4 km de long – 120 ha)**

Ce linéaire assez court, même s'il appartient au secteur encore relativement naturel étudié, présente un intérêt faible étant donné les nombreux enjeux anthropiques qui s'y exercent.

On notera en effet la présence de zones bâties nombreuses et proches du lit (Marcilly-sur-Seine et Conflans-sur-Seine), les voies de communication (RD 48, RD 50 et RD 51), l'embouquement du canal et le barrage de Conflans-sur-Seine, ainsi que la présence d'anciennes gravières sur la rive gauche à l'amont du pont de Conflans-sur-Seine.

Nous avons également recensés de nombreuses protections de berges, toutes liées à la présence d'enjeux anthropiques à proximité, à l'exception des protections localisées sur l'ancien méandre recoupé de l'île et des protections sur l'extrados du méandre à l'amont de Conflans-sur-Seine qui semblent se prolonger très en amont des zones bâties de la commune.

D'un point de vue écologique, il faut aussi noter que les anciens méandres de Voyons et de l'île constituent certainement des zones humides d'intérêt.

- **De l'aval du CNPE de Nogent-sur-Seine à l'embouquement du canal de Beaulieu (5.6 km de long – 150 ha)**

Ce linéaire, assez court également, traverse la zone urbanisée de Nogent-sur-Seine, et présente de point de vue peu d'intérêt pour l'espace de mobilité.

La seule partie encore relativement intéressante sur ce secteur est constituée par un tronçon de 1.6 km entre le franchissement de la voie ferrée en amont de Nogent-sur-Seine et les premières zones bâties de la commune (Villiers-aux-Choux).

- **De l'embouquement du canal de Villiers-sur-Seine jusqu'à Montereau-Fault-Yonne (37.4 km de long – 640 ha)**

Ce linéaire, qui représente plus de 43 % du linéaire total étudié, présente également assez peu d'intérêt pour l'espace de mobilité, étant donné les fortes contraintes anthropiques qui s'y exercent.

Ces contraintes sont constituées essentiellement par l'enjeu de navigation, et dans une moindre mesure (mais cependant notable) par les gravières en cours d'exploitation ou des plans d'eau de

gravières dont l'exploitation est achevée. Sur les linéaires non soumis à cette dernière contrainte, plusieurs autres enjeux anthropiques (zones bâties, voies de communication) achèvent de réduire l'espace de mobilité potentiel.

Du fait du seul enjeu de navigation, l'espace de mobilité a été réduit à sa « portion congrue », i.e. la distance minimale réglementaire définie dans l'arrêté du 24 janvier 2001 (recul de 50 m par rapport aux berges actuelles du cours d'eau).

5.2. STRATEGIE DE GESTION DE L'ESPACE DE MOBILITE

Du point de vue de la gestion de l'espace de mobilité, deux types d'actions peuvent être envisagées, et il est fort probable que sur les différents tronçons définis pour cet espace, les deux types d'actions devront être mis en œuvre :

- **La préservation de l'espace de mobilité** revient à laisser divaguer la rivière dans les frontières de cet espace, en acceptant notamment la dynamique de méandrage (processus d'érosion / dépôt, de recouplement de méandres, etc.). Cela implique donc :
 - Une gestion des berges du cours d'eau exempte de toute nouvelle protection artificielle, et par là, la recherche d'une occupation ou d'une exploitation des terres riveraines qui ne conduise pas à devoir défendre ces berges ultérieurement.
 - La non implantation de gravières ; ce point est normalement réglé juridiquement par le biais de l'arrêté du 24 janvier 2001.
- **La restauration de l'espace de mobilité** doit permettre à la rivière de divaguer à nouveau, notamment en faisant « disparaître » les obstacles existants, en particulier ceux qui sont considérés comme illégaux (cf. § 4.2.4.1.a). Trois possibilités sont envisageables : détruire les protections existantes, ne plus les entretenir ou encore ne pas les restaurer si elles sont dégradées. Dans ce cas, l'acquisition foncière est souvent la seule action possible pour restaurer l'espace de mobilité.

5.3. OUTILS DE GESTION DE L'ESPACE DE MOBILITE

Une fois que l'espace de mobilité fonctionnel a été délimité et cartographié, se pose la question de la gestion de cet espace. Plusieurs outils sont à la disposition des gestionnaires, selon que les actions envisagées relèvent plutôt de la préservation ou de la restauration.

5.3.1. SERVITUDES LIEES A LA LOI DU 30 JUILLET 2003

Récemment, la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels a créé l'article L. 211-12 du Code de l'Environnement, qui établit que :

I. - Des servitudes d'utilité publique peuvent être instituées à la demande de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leur groupements sur des terrains riverains d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne.

II. - Ces servitudes peuvent avoir un ou plusieurs des objets suivants : [...]

2° Créer ou restaurer des zones de mobilité du lit mineur d'un cours d'eau en amont des zones urbanisées dans des zones dites "zones de mobilité d'un cours d'eau", afin de préserver ou de restaurer ses caractères hydrologiques et géomorphologiques essentiels. [...]

III. - Les zones soumises aux servitudes visées aux 1° et 2° du II sont délimitées par arrêté préfectoral. Celui-ci est pris après enquête publique menée conformément au code de l'expropriation pour cause d'utilité publique. [...]

V. - Dans les zones de mobilité d'un cours d'eau mentionnées au 2° du II, ne peuvent être réalisés [...] les travaux ou ouvrages susceptibles de faire obstacle au déplacement naturel du cours d'eau. [...] Le préfet peut, par décision motivée, dans un délai de deux mois à compter de

la réception de la déclaration, s'opposer à la réalisation de ces ouvrages ou prescrire les travaux nécessaires. [...]

VI. - L'arrêté préfectoral peut identifier, le cas échéant, les éléments existants ou manquants faisant obstacle à l'objet de la servitude, dont la suppression, la modification ou l'instauration est rendue obligatoire. La charge financière des travaux et l'indemnisation du préjudice pouvant résulter de ces derniers incombent à la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude. Toutefois, si lesdits éléments appartiennent à l'Etat ou à ses établissements publics, la charge des travaux incombe à celui-ci.

VII. - Lorsque l'un des objets en vue duquel la servitude a été instituée implique la réalisation par la collectivité publique d'installations, travaux ou activités, les propriétaires et exploitants sont tenus de permettre en tout temps aux agents chargés de leur aménagement, entretien ou exploitation, d'accéder aux terrains inclus dans le périmètre des zones soumises à servitude.

VIII. - L'instauration des servitudes mentionnées au I ouvre droit à indemnités pour les propriétaires de terrains des zones grevées lorsqu'elles créent un préjudice matériel, direct et certain. Ces indemnités sont à la charge de la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude. Elles sont fixées, à défaut d'accord amiable, par le juge de l'expropriation compétent dans le département. [...]

X. - Pour une période de dix ans à compter de la date de publication de l'arrêté préfectoral [...], le propriétaire d'une parcelle de terrain grevée par une de ces servitudes peut en requérir l'acquisition partielle ou totale par la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude. [...] Le propriétaire peut, dans le même temps, requérir l'acquisition partielle ou totale d'autres parcelles de terrain si l'existence de la servitude compromet leur exploitation ou leur usage dans des conditions similaires à celles existant avant l'institution de la servitude.

XI. - Dans les zones mentionnées au II, les communes ou les établissements publics de coopération intercommunale compétents peuvent instaurer le droit de préemption urbain dans les conditions définies à l'article L. 211-1 du code de l'urbanisme. Ils peuvent déléguer ce droit à la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude. [...]

Cette loi a également modifié l'article L. 211-13 du Code de l'Environnement :

I. - Nonobstant toutes dispositions contraires, l'Etat, les collectivités territoriales ou leurs groupements, ayant acquis des terrains situés dans les zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement ou les zones de mobilité d'un cours d'eau visées à l'article L. 211-12 du présent code peuvent, lors de l'établissement ou du renouvellement des baux ruraux visés au titre Ier du livre IV du code rural portant sur ces terrains, prescrire au preneur des modes d'utilisation du sol afin de prévenir les inondations ou ne pas aggraver les dégâts potentiels. [...]

Les servitudes instituées par la loi du 30 juillet 2003 dans le Code de l'Environnement constituent, à notre sens, le moyen le plus complet pour la préservation et la restauration de l'espace de mobilité d'un cours d'eau.

5.3.2. AUTRES OUTILS DISPONIBLES

Les autres outils réglementaires, présentés ci-après, n'ont pas pour objectif direct la préservation ou la restauration de l'espace de mobilité d'un cours d'eau, mais peuvent cependant être utilisés dans cet objectif.

Note : ce paragraphe reprend largement les éléments du chapitre concernant l'espace de mobilité des cours d'eau du guide pour une gestion équilibrée de l'eau et de l'espace de la DIREN LR (cf. [21] – juin 2001).

5.3.2.1. PLAN D'OCCUPATION DES SOLS (POS)

L'utilisation du POS n'offre qu'une réponse partielle pour la préservation de l'espace de mobilité, en particulier parce qu'il peut-être révisé à tout moment, et notamment au détriment de cet espace. Cependant, le POS propose quelques outils intéressants, qui doivent permettre d'éviter l'implantation de nouvelles constructions :

- o Classement des terrains en zone NC (vocation de zone agricole) ou en zone ND (vocation de zone naturelle) ;
- o Classement en espaces boisés, au titre de l'article L. 130-1 du code de l'urbanisme ;
- o Utilisation de l'article R123-18 II du code de l'urbanisme, au titre de la nécessité de préservation des ressources naturelles ou de l'existence de risques majeurs.

Cette dernière disposition présente un intérêt non négligeable, dans la mesure où il semble ainsi envisageable de prévoir dans le règlement du POS d'interdire les enrochements ou des digues, notamment lorsque ces ouvrages échappent au régime de l'article 10 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 (cf. § 5.3.2.4).

5.3.2.2. CARTE COMMUNALE (MARNU)

En l'absence de POS, et dans les petites communes rurales, la carte communale (aussi appelée MARNU) permet de délimiter les secteurs où les constructions sont autorisées ou pas. Cette carte doit notamment respecter dans ses dispositions la loi SRU (article L.121-1 – loi du 13 décembre 2000).

La loi SRU permet donc de réserver, de manière similaire au POS, des espaces à protéger de toute construction, en raison de l'existence de risques naturels ou de tout autre type de nuisances.

5.3.2.3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES (PPR)

Un des objectifs du PPR, dont l'élaboration et l'application relèvent de la responsabilité de l'Etat, est de ne pas aggraver les risques ni d'en provoquer de nouveaux, notamment par la préservation des champs naturels d'inondation et des capacités d'écoulement des vallées.

A ce titre, si l'espace de mobilité correspond à des zones fréquemment inondables, le zonage du PPR dans cet espace peut correspondre aux interdictions les plus strictes, permettant non seulement d'interdire toute nouvelle construction, mais aussi de réglementer des aménagements divers tels que les modalités d'occupation et d'utilisation des sols, voire d'interdire l'implantation d'enrochements dès lors que cette réalisation est de nature à aggraver les risques ou à en provoquer de nouveaux.

Le PPR, approuvé par arrêté préfectoral après enquête publique, constitue une servitude d'utilité publique obligatoirement annexée au PLU.

5.3.2.4. POLICE DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES

L'article 10 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 a instauré un régime général de police de l'eau et des milieux aquatiques : toutes installations, ouvrages, travaux et activités, mis en place dans le lit mineur, menés à des fins non domestiques et produisant des effets quelconques sur le milieu aquatique superficiel ou souterrain sont soumis à autorisation ou déclaration préalable.

L'application de ce dispositif peut être envisagée pour la préservation de l'espace de mobilité, notamment pour ce qui concerne la limitation des travaux d'enrochements des berges.

5.3.2.5. PROJET D'INTERÊT GÉNÉRAL (PIG)

Cette procédure permet de conférer à un projet la qualification de projet d'intérêt général, ce qui a pour effet d'imposer sa prise en compte à tout document d'urbanisme (schéma directeur / de cohérence territoriale ou un POS / PLU).

Peut constituer un PIG, tout projet d'aménagement (ouvrages ou travaux) ou de mesure de protection, présentant un caractère d'utilité publique, destiné notamment à la protection du patrimoine naturel ou culturel, à la prévention des risques, à la mise en valeur des ressources naturelles ou de l'aménagement agricole et rural.

Le recours au PIG semble donc envisageable aux fins de préserver ou de restaurer l'espace de mobilité d'un cours d'eau, dans la mesure où une telle opération entre dans le cadre défini ci avant.

5.3.2.6. MAITRISE FONCIERE

La maîtrise foncière apparaît comme la solution la plus opportune, même si elle n'est pas la plus facile à mettre en œuvre, pour mener à bien l'objectif de préservation, et surtout de restauration, de l'espace de mobilité d'un cours d'eau. La maîtrise foncière peut être abordée soit par le biais de l'acquisition, soit par celui de la redistribution foncière.

a. L'acquisition foncière

Trois procédures sont possibles :

- L'acquisition amiable, si les propriétaires actuels des parcelles concernées ont l'intention de vendre et qu'ils acceptent de vendre au maître d'ouvrage public.
- L'acquisition au titre du droit de préemption des espaces naturels sensibles. Le principal titulaire de ce droit est le département, ou bien la commune ou l'établissement public de coopération intercommunale si le département renonce à ce droit. Les SAFER peuvent également être titulaires d'un droit de préemption, sous conditions.
- L'acquisition par voie de l'expropriation, justifiée par l'utilité publique d'intérêt général. Cette disposition rejoint celle instituée par la notion de servitude (cf. § 5.3.1).

b. La redistribution foncière

Sept outils d'aménagement foncier existent : la réorganisation foncière, le remembrement, le remembrement aménagement, l'échange d'immeuble rural, la mise en valeur des terres incultes, l'aménagement foncier forestier et l'aménagement foncier agricole.

Ces outils permettent, en théorie et en fonction des situations, d'apporter des réponses à la constitution d'un patrimoine foncier communal en bordure de cours d'eau.

5.3.2.7. CONVENTION DE GESTION DES TERRAINS ACQUIS

En cas d'acquisition en pleine propriété par la collectivité locale, les terrains nécessiteront d'être « entretenus ».

- Si le choix est de conserver ou de restaurer la vocation naturelle des terrains acquis, leur gestion peut consister en une « non-intervention » contrôlée, prise en charge par la collectivité elle-même ou confiée à un conservatoire régional des espaces naturels.
- Si le choix est de conserver la vocation agricole des terrains acquis, jugée compatible avec les objectifs poursuivis, la gestion sera confiée aux agriculteurs, par le biais d'une convention. Deux cas sont à distinguer :
 - Si les terrains font partie du domaine public des maîtres d'ouvrage, il peut être fait recours au contrat d'occupation du domaine public ou bien au bail emphytéotique administratif.
 - Si les terrains font partie du domaine privé des maîtres d'ouvrage, il peut être fait recours au contrat à titre gratuit.

6. ETAPE 4 : ETABLISSEMENT DE PROPOSITION D'OPERATIONS

6.1. PROPOSITIONS D' ACTIONS

6.1.1. NECESSITE D'UN PARTENARIAT CONCERTE

Tout d'abord, il faut souligner que la démarche de préservation ou de restauration de l'espace de mobilité nécessite d'élaborer une stratégie puis de la mettre en œuvre au sein d'un partenariat élargi, solide et qui s'inscrit dans la durée.

L'ensemble des partenaires doit donc partager les objectifs poursuivis et étroitement articuler leur démarche entre eux. Enfin, cette politique innovante sera d'autant plus légitime et se mettra d'autant plus aisément en œuvre qu'elle sera inscrite dans un cadre formel et concerté.

6.1.2. PROGRAMME D' ACTIONS

Au chapitre précédent (cf. § 5.1), les différents tronçons de la zone d'étude ont été classés en fonction du plus ou moins grand intérêt qu'ils présentent vis-à-vis de l'espace de mobilité. Cet ordre peut constituer un axe de hiérarchisation des différentes actions à mener sur l'ensemble du fuseau de mobilité.

Plusieurs étapes successives sont nécessaires pour aboutir à une préservation et une restauration complètes de l'espace de mobilité.

6.1.2.1. ETUDES PREALABLES

Il nous semble nécessaire, dans un premier temps, de réaliser les études préalables suivantes :

- Affiner localement le recensement des enjeux, et en particulier mener une concertation avec les collectivités locales riveraines pour la prise en compte d'enjeux anthropiques secondaires dans l'espace de mobilité minimal (cf. § 4.3). Il conviendra notamment d'appréhender le devenir des zones réservées à l'urbanisation future prévues dans les POS / PLU éventuellement incluses dans l'espace de mobilité.
- Réaliser un recensement parcellaire dans l'objectif de connaître précisément à qui appartient l'espace de mobilité défini (propriétaires), et l'utilisation qui en est faite actuellement (usages). Le résultat de ce recensement pourra éventuellement orienter la stratégie de préservation ou de restauration.
- Effectuer un recensement exhaustif des protections de berges existantes, dans le but de :
 - Connaître précisément leur statut (légal / illégal),
 - Savoir quel type d'enjeu elles protègent,

A noter en effet que, même si elles sont légales, des protections de berges qui défendent des enjeux jugés non prioritaires pourront éventuellement faire l'objet d'un enlèvement dans le cadre de l'instauration d'une servitude d'utilité publique pour la restauration de l'espace de mobilité.

- Affiner les connaissances techniques concernant ces protections : localisation précise, caractéristiques techniques et géométriques, etc.

6.1.2.2. ACTIONS OPERATIONNELLES

Dans un second temps, des actions concrètes pourront être menées, qui dépendront en partie des résultats des études préalables. A priori, et d'une manière générale, nos préconisations d'actions sont les suivantes :

- Tout d'abord, il convient de préserver les limites de l'espace de mobilité minimal par le choix d'une stratégie de gestion concertée avec tous les acteurs concernés. Cette stratégie devra notamment déterminer la nécessité d'une acquisition foncière. En cas de gestion sans acquisition, il s'agira de mettre en œuvre puis de faire appliquer les dispositions retenues aux propriétaires des terrains concernés.
- Si l'espace de mobilité minimal est potentiellement mobile, mais que des ouvrages de protection viennent en limiter la mobilité, il convient de le restaurer par :
 - L'enlèvement des ouvrages considérés comme illégaux, et notamment les protections de berges « sauvages ».
 - L'enlèvement des ouvrages de protection légaux ne défendant pas d'enjeux anthropiques majeurs, après concertation et éventuellement avec l'accord des propriétaires des enjeux concernés (à déterminer suivant le type de gestion retenu).

Dans les deux cas, trois types d'actions sont possibles, en fonction de la « rapidité » de restauration souhaitée : détruire les protections existantes, ne plus les entretenir ou encore ne pas les réparer si elles sont dégradées.

Ces actions seront menées en commençant par les linéaires d'intérêt particulier.

6.2. ACTIONS CONNEXES

Des actions connexes, mais non directement liées à l'espace de mobilité (du fait notamment de leur emprise), peuvent être menées en parallèle des actions précédentes. Citons en particulier :

- Les préconisations relatives à la remise en état, le réaménagement ou la réhabilitation des gravières situées en bordure de l'espace de mobilité. Des exemples de telles préconisations sont disponibles dans la note technique AERMC [18] concernant l'extraction de matériaux et la protection des milieux aquatiques.
- Le bannissement de certaines pratiques, et notamment :
 - Les recalibrages et les curages qui ne respectent pas la morphologie du cours d'eau et son mode de fonctionnement,
 - L'uniformisation du milieu aquatique,
 - L'artificialisation du fond et des berges.
- La promotion d'actions favorisant la diversité du milieu aquatique, par exemple :
 - La renaturation des cours d'eau : reconnexion de bras morts, reméandrage des cours d'eau rectifiés,
 - Le recours aux techniques végétales « douces » pour l'entretien des berges,
 - Les actions s'inscrivant dans le respect des liaisons fonctionnelles transversales avec les zones humides et les annexes hydrauliques et de l'espace de liberté des cours d'eau,
 - Les actions visant à l'amélioration de la faune piscicole (frayères, migration...).

7. BIBLIOGRAPHIE

- [1] « Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Bassin Seine-Normandie »
Préfecture de la Région d'Ile de France – Direction Régionale de l'Environnement d'Ile de France –
Agence de l'Eau Seine-Normandie – 20 septembre 1996.
- [2] « Arrêté du 24 janvier 2001 modifiant l'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de
carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières et l'arrêté du 23
janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations
classées pour la protection de l'environnement »
Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement – NOR : ATEP0100044A – J.O. n°
38 du 14 février 2001.
- [3] « Arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier
traitement des matériaux de carrières »
Ministère de l'Environnement – NOR : ENVP9430348A – J.O. n° 246 du 22 octobre 1994.
- [4] « Définition des espaces de mobilité des cours d'eau dans le secteur de la Bassée »
HYDRATEC pour le compte de l'UNICEM – rapport d'étude n° R. 17371-1 et brochure « grand
public » – juillet 2001.
- [5] « Bassin Rhône Méditerranée Corse – Guide technique n°2 – Détermination de l'espace de liberté
des cours d'eau »
SDAGE RMC, Agence de l'Eau RMC, DIREN Rhône-Alpes – novembre 1998.
- [6] « Comment délimiter l'espace de liberté des rivières ? »
PIEGAY H. et al – Congrès S.H.F. « L'eau, l'homme et la nature » – septembre 1996.
- [7] « The erodible corridor concept : an alternative approach for managing river bank erosion »
PIEGAY H. et al – River Research and Applications – sous presse mars 2005.
- [8] « Bank erosion management based on geomorphological, ecological and economic criteria on the
Galaure river, France »
PIEGAY H. et al – Regulated Rivers: Research & Management, Vol.13 – 1997.
- [9] « River channel adjustments downstream from channelization works in England and Wales »
BROOKES A. – Earth surface processes and Landforms, Vol.12 – 1987.
- [10] « Le lit de la Seine de Bar à Montereau-Fault-Yonne– Etude morphodynamique, rôle des
aménagement »
DZANA J.G. – Thèse de géomorphologie – Université Paris I – mai 1997.
- [11] « La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé »
MEYBECK M., DE MARSILY G., FUSTEC E. – Editions ELSEVIER – décembre 1998.
- [12] « Fonctionnement du Territoire 'Bassée' »
FUSTEC E. et al – UMR Sisyphe, UMPC – date inconnue.
- [13] « Relation entre la structure du paysage et le peuplement piscicole »
- [14] « L'Aube : dynamique morphosédimentaire holocène et fonctionnement actuel d'un hydrosystème
à faible énergie »
GAILLARD S. – Thèse de Géographie – Université Paris IV – 1999.
- [15] « Morphologie des lits fluviaux dans le bassin de la Seine »

GAILLARD S. – Institut de Géographie et d'Aménagement Régional de l'Université de Nantes / GEOLITTOMER (LETG, UMR 6554, CNRS) – 2004.

- [16] « Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau à méandres mobiles – un exemple dans le bassin Seine-Normandie »
PRIOU I. – Mémoire de maîtrise de géographie – Institut de Géographie et d'Aménagement Régional de l'Université de Nantes – 2004.
- [17] « Effets de l'extraction des granulats alluvionnaires sur les milieux aquatiques – Bilan et alternatives »
Etude des Agences de l'Eau n° 71 – octobre 2000.
- [18] « Note technique SDAGE n°1 – Extraction de matériaux et protection des milieux aquatiques »
SDAGE RMC, Agence de l'Eau RMC, DIREN Rhône-Alpes – décembre 1996.
- [19] « La gestion des rivières – Transport solide et atterrissements – Guide méthodologique »
Etude des Agences de l'Eau n° 65 – septembre 1999.
- [20] « Fiches communales du mode d'occupation du sol en 1999 – région Ile de France »
Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France – 1999.
- [21] « Gestion équilibrée de l'eau et gestion de l'espace – Guide juridique et pratique pour les interventions publiques sur terrains privés (cours d'eau non domaniaux et eaux souterraines) »
Bruno LEDOUX Consultants pour la DIREN Languedoc-Roussillon – juin 2001.

ANNEXE 1

–

**DONNEES HYDROLOGIQUES
DE SYNTHESE (1979-2004)
A LA STATION DE PONT-SUR-SEINE**



LA SEINE A PONT-SUR-SEINE

Zone hydrographique : H1700010 Bassin versant : 8760 km²

Producteur : DIREN Champagne-Ardenne E-mail : diren@champagne-ardenne.environnement.gouv.fr

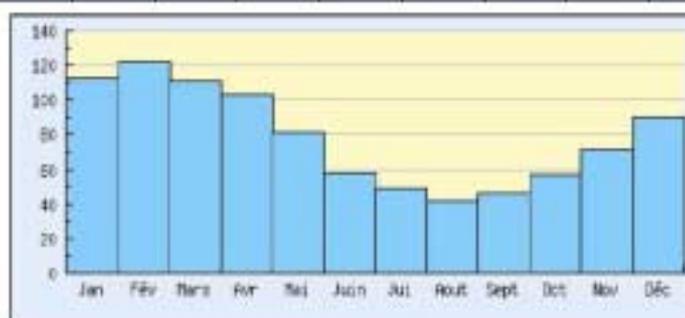
SYNTHESE

donnees hydrologiques de synthese (1979 - 2005)
 Calculees le 20/01/2006; Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels)

donnees calculees sur 27 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m ³ /s)	113.0 #	122.0 #	111.0 #	103.0 #	80.90 #	67.40 #	49.10 #	41.90 #	45.90	56.60	71.20 #	89.90 #	76.20
Csp (l/s/km ²)	12.9 #	13.9 #	12.7 #	11.7 #	9.2 #	6.5 #	5.6 #	4.8 #	5.2	6.5	8.1 #	10.3 #	8.9
Lame d'eau (mm)	34 #	34 #	33 #	30 #	24 #	16 #	15 #	12 #	13	17	21 #	27 #	282



modules interannuels (loi de Gauss - septembre a aout)

donnees calculees sur 27 ans

module (moyenne)	fréquence	quinquennale sèche	médiane	quinquennale humide
76.20 [68.50;87.90]	debits (m ³ /s)	67.00 [44.00;67.00]	78.00 [65.00;96.00]	99.00 [89.00;110.0]

basses eaux (loi de Galton - janvier a decembre)

donnees calculees sur 27 ans

fréquence	VCN3 (m ³ /s)	VCN10 (m ³ /s)	QMNA (m ³ /s)
biennale	25.00 [23.00;28.00]	26.00 [24.00;30.00]	32.00 [28.00;37.00]
quinquennale sèche	20.00 [17.00;22.00]	20.00 [18.00;23.00]	24.00 [20.00;28.00]

crues (loi de Gumbel - septembre a aout)

donnees calculees sur 21 ans

fréquence	Q2 (m ³ /s)	QIX (m ³ /s)
biennale	220.0 [200.0;240.0]	220.0 [200.0;250.0]
quinquennale	290.0 [260.0;340.0]	290.0 [280.0;340.0]
décennale	330.0 [300.0;400.0]	330.0 [300.0;400.0]
vicennale	370.0 [330.0;460.0]	380.0 [330.0;470.0]
cinquantennale	430.0 [380.0;550.0]	430.0 [380.0;550.0]
centennale	non calculé	non calculé

maximums connus (par la banque HYDRO)

hauteur maximale instantanee (cm)	628	15 avril 1983 06:59
debit instantane maximal (m ³ /s)	298.0	22 avril 2001 12:35
debit journalier maximal (m ³ /s)	297.0	22 avril 2001

débits classés

donnees calculees sur 9495 jours

fréquence	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
debit (m ³ /s)	255.0	237.0	207.0	164.0	119.0	87.60	70.10	55.90	46.10	38.90	32.90	27.90	25.00	22.00	20.60

CARTES – SERIE N°1

–

**SYNTHESE DES RECONNAISSANCES DE TERRAIN
(PROTECTIONS ET EROSIONS DE BERGES,
LOCALISATION DES PHOTOGRAPHIES)**

–

RECENSEMENT DES ENJEUX PRINCIPAUX

CARTES – SERIE N°2

–

ESPACE DE MOBILITE MAXIMAL AVEC REPORT DE LA ZONE INONDEE HISTORIQUE

CARTES – SERIE N°3

–

**ESPACES OBTENUS PAR LE CONCEPT DE L'AMPLITUDE D'EQUILIBRE
ET PAR L'APPROCHE GEOMORPHOLOGIQUE HISTORIQUE**

–

**ESPACE DE MOBILITE FONCTIONNEL
(EFONC SANS CONTRAINTES ANTHROPIQUES)**

CARTES – SERIE N°4

–

**ESPACE DE MOBILITE MINIMAL FONCTIONNEL
(EFONC AVEC CONTRAINTES ANTHROPIQUES)**
