



DEFINITION DES FUSEAUX DE MOBILITE FONCTIONNELS SUR LES COURS D'EAU DU BASSIN RHIN MEUSE

**PHASES 1 à 3 : Elaboration de la méthodologie de définition des fuseaux
de mobilité et détermination des fuseaux.**

R. 14091-1

Mai 1999
(Edition octobre 1999)

HYDRATEC – Tour Gamma D, 58 Quai de la Rapée – 75583 PARIS Cédex 12

avec la collaboration de :

JR MALAVOI, ingénieur-conseil, 9 allée des Massardières – 69970 CHAPONNAY
ECOLOR, 7, place Albert Schweitzer, 57930 FENETRANGE

AVANT-PROPOS

* Le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Rhin-Meuse prévoit la mise en place de contraintes fortes en zone de mobilité résiduelle des cours d'eau (principe général d'interdiction).

Certains cours d'eau présentent une forte dynamique de leur lit qui peut naturellement et rapidement se déplacer au sein d'un fuseau de mobilité.

La possibilité de délimitation de cette zone s'appuie sur des connaissances techniques et scientifiques qui relèvent en partie du domaine expérimental. Il en est de même des outils comme, par exemple, les modèles de dynamique fluviale, de calculs des transports solides et des prévisions d'érosion qui sont aujourd'hui à l'état de prototypes.

La présente étude a été engagée sous la conduite d'un groupe de pilotage composé :

- de la DIREN Lorraine,
- de la DRIRE Lorraine
- du Service de la navigation de NANCY,
- de l'UNICEM,
- de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse.

Cette étude a pris le parti d'appliquer, sur les cours d'eau mobiles de la partie Lorraine du Bassin (portions de la Meurthe, de la Moselle, de la Meuse, de la Vezouze, de la Mortagne et de la Vologne), des méthodes pragmatiques qui permettent d'avancer concrètement, en utilisant la définition d'un fuseau d'équilibre égal au report de cinq fois la largeur du lit du cours d'eau sur chaque rive, à partir de l'axe du cours d'eau (ce coefficient de 10 correspond à une moyenne 9,71 arrondie).

Cependant, cette approche, qui se voulait volontairement simplifiée, ne traduit pas une adhésion unanime de tous les membres du Comité de pilotage.

* La DIREN Lorraine, le Service de la navigation de NANCY et l'Agence de l'eau ont validé l'ensemble des résultats, considérant que cette pratique donnait des résultats acceptables et permettait de considérablement améliorer la gestion des dossiers et la mise en oeuvre du SDAGE sur des bases conformes aux observations historiques et à un principe de précaution.

L'idéal serait de pouvoir définir dans le détail, par tronçon de cours d'eau mobile fonctionnant de manière uniforme, un coefficient parfaitement adapté qui permettrait de statuer de manière indiscutable vis-à-vis de tout projet.

.../

Ce résultat souhaitable semble aujourd'hui difficile à atteindre, compte tenu de la complexité des études à mettre en oeuvre et de l'état et de la fiabilité des techniques actuelles. Il a été proposé de continuer à viser cet objectif au travers de la mise en oeuvre de réflexions adéquates dans le cadre des réunions du Conseil scientifique du Comité de Bassin.

* L'UNICEM et la DRIRE Lorraine n'ont, quant à elles, pas souhaité valider, en l'état, l'ensemble des propositions développées dans ce document.

L'UNICEM considère que ce travail est une bonne base de départ et que les résultats obtenus sont acceptables sur la Moselle et la Meurthe. Toutefois, pour les autres cours d'eau plus faiblement mobiles, et en particulier de la Meuse, elle considère que l'application d'un même coefficient (10) est injustifiée et discrédite les résultats obtenus par ailleurs.

Pour la DRIRE, tout en considérant l'intérêt de la démarche, la nécessité de détailler son application par tronçon de cours d'eau fonctionnant de manière homogène est considérée comme primordiale. La définition de modulations parfaitement adaptée du coefficient, en fonction des caractéristiques intrinsèques de parties de rivières homogènes ou l'utilisation d'une autre méthode permettant d'atteindre un objectif similaire, est jugée comme totalement indispensable par la DRIRE, notamment par rapport à la gestion des dossiers et à l'application des principes du SDAGE.

La DRIRE a par ailleurs rappelé que, compte tenu de la formulation du SDAGE, l'application du principe de mobilité des cours d'eau vis à vis des exploitations de carrières, nécessite d'être traduit dans les schémas départementaux des carrières (SDC) dans les conditions définies dans le cadre de la législation des installations classées.

Pour permettre de continuer à avancer sur ce sujet difficile, mais important, il a cependant paru utile à tous les membres du Comité de pilotage de faire état de ces travaux et des réserves qu'il suscite, en souhaitant que ceci contribue à alimenter les réflexions des experts sur ces questions, en vue de définir rapidement une position partagée.

* * *

DEFINITION DES FUSEAUX DE MOBILITE FONCTIONNELS SUR LES COURS D'EAU DU BASSIN RHIN MEUSE

Phases 1 à 3 : Elaboration de la méthodologie de définition des fuseaux de mobilité
et détermination des fuseaux

RESUME

1 CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude a pour objet de **définir des fuseaux de mobilité** au sens du SDAGE Rhin-Meuse sur 6 cours d'eau du bassin : la Moselle, la Meurthe, la Meuse, la Mortagne, la Vezouze et la Vologne.

Les secteurs d'étude sont les suivants :

- ♦ la Meuse dans sa traversée du département de la Meuse (55),
- ♦ la Moselle de Remiremont (88) à Flavigny (54),
- ♦ la Meurthe d'Anould (88) à Lunéville (54),
- ♦ la Vologne à l'aval de Granges-sur-Vologne (88),
- ♦ la Mortagne à l'aval de Magnières (54),
- ♦ la Vezouze à l'aval de Fréménil (54).

La définition des secteurs d'étude a été faite en s'appuyant sur la typologie des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse (Agence de l'Eau Rhin-Meuse – 1998). Les tronçons retenus sont ceux qui, dans le bassin Rhin-Meuse sont potentiellement mobiles d'après cette typologie, et également d'après les données et connaissances actuellement disponibles.

Ces secteurs représentent environ 490 km de cours d'eau. Ce qui, dans le bassin Rhin-Meuse, représente de l'ordre de 7 % des cours d'eau portés sur les cartes de qualité et 3 % des cours d'eau codifiés.

2 CONCEPT RETENU

Le concept appliqué dans le cadre de la définition des fuseaux de mobilité est celui défini par les SDAGE (dont celui du bassin Rhin-Meuse) :

« espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres. ».

Il s'agit donc d'un concept de gestion, le fuseau de mobilité devant être compris comme un **espace de mobilité fonctionnel** ayant pour finalité de **garantir sur le long terme les capacités d'ajustement morphodynamique du cours d'eau**, elles mêmes garantes de la pérennité de la ressource en eau fournie par la nappe alluviale, de la stabilité des ouvrages d'art, de la qualité écologique et paysagère. La méthode de délimitation de ce fuseau de mobilité doit tenir compte des lois régissant la dynamique et la sédimentologie fluviale et notamment des concepts d'équilibre dynamique.

3 BILAN DES ETUDES ANTERIEURES REALISEES DANS LE BASSIN RHIN-MEUSE

Dans le bassin Rhin-Meuse, trois études antérieures ont défini des espaces se rapprochant des fuseaux de mobilité :

- ♦ Schéma d'Orientation des Carrières de Meurthe-et-Moselle (DDE 54 – 1991)
- ♦ Etude des contraintes hydrauliques à l'extraction de graves dans le lit de la rivière Meuse (Béture – 1994)
- ♦ Schéma d'Orientation des Carrières des Vosges (Hydratec – 1994)

La vocation essentielle de ces études était de définir des zones de contraintes d'implantation et/ou d'exploitation pour des exploitations de granulats.

Bien que réalisées dans le contexte particulier de définition de Schémas d'Orientation des Carrières, qui ont pour vocation de proposer le meilleur compromis entre l'exploitation des ressources alluviales et la préservation de la nature et des paysages, deux de ces études (SOC Vosges et Meuse) se basent essentiellement sur le **concept d'aléa et l'approche qui en découle : aléa d'érosion/changement de tracé/inondation**. Toutefois, le risque de capture du cours d'eau par une gravière est généralement présenté, à juste titre, comme un risque vis-à-vis de la dynamique du cours d'eau.

Le SOC Meurthe-et-Moselle est celui qui se rapproche le plus du concept de fuseau de mobilité dans l'acception que nous avons retenue. Cependant le fuseau de mobilité final (au sens du SDAGE) **ne correspond pas toujours au seul concept de « mobilité fonctionnelle »**.

Dans tous les cas, une analyse complémentaire reste à effectuer : finaliser l'enveloppe de divagation historique par une enveloppe complémentaire de « précaution » sur des critères géomorphologiques adaptés à chaque cours d'eau et à l'intensité de sa dynamique fluviale (et non sur une base systématique de 50 ou 100 m).

4 APPLICABILITE DU CONCEPT AUX COURS D'EAU ETUDIES

L'analyse des fonctionnements morphodynamiques des cours d'eau étudiés à montré :

- une hiérarchisation de l'intensité des processus morphodynamiques actuels et potentiels, avec par ordre décroissant, le classement suivant :
 - 1- Moselle,
 - 2- Meurthe,
 - 3- Mortagne, Vezouze,
 - 4- Meuse, Vologne.
- l'applicabilité du concept de fuseau de mobilité aux 6 cours d'eau étudiés.

5 METHODOLOGIE DE DEFINITION DES FUSEAUX DE MOBILITE

La définition des fuseaux de mobilité fonctionnel est faite en deux temps :

- définition du fuseau de mobilité fonctionnel théorique (qui ne tient pas compte des contraintes humaines existantes dans son emprise),
- définition du fuseau de mobilité fonctionnel prenant en compte les contraintes anthropiques.

La méthode pour la définition du fuseau de mobilité fonctionnel théorique repose sur :

- **la cartographie de l'espace de divagation historique**, d'après les documents cartographiques existants : cette cartographie concerne les évolutions en plan des cours d'eau depuis le milieu du XIXème siècle.
- **la cartographie de l'amplitude d'équilibre** : les recherches effectuées dans les dernières décennies montrent qu'on peut établir une relation entre l'amplitude des sinuosités des cours d'eau à méandres et la largeur de ces cours d'eau ; on peut ainsi définir un fuseau théorique correspondant à la géométrie d'équilibre dynamique probable des cours d'eau concernés.

L'amplitude d'équilibre des méandres est ici prise égale à 10 fois la largeur du lit mineur à pleins bords. Ce coefficient de 10 est adapté aux cours d'eau du secteur d'étude. La cartographie de l'amplitude d'équilibre est faite en délimitant de part et d'autre du lit actif un fuseau d'une largeur totale égale à au moins 10 fois la largeur du lit mineur.

Le fuseau de mobilité fonctionnel théorique est constitué par l'enveloppe externe des 2 enveloppes précédentes.

Il est important de noter ici que la méthode mise en œuvre est adaptée aux cours d'eau étudiés et que toute application à d'autres cours d'eau doit être faite en ajustant, si nécessaire, la méthode au contexte local.

Les contraintes anthropiques considérées comme des points durs sont les suivantes :

- zones bâties : zone urbaines, villages, hameaux, fermes,
- voies de communication et leurs ouvrages (ports, ponts-canaux) : routes nationales, routes départementales, voies communales, voies ferrées, canaux,
- captages (puits et champs captants),
- gravières et plans d'eau (sauf pour les plans d'eau de superficie inférieure à 1 ha),
- pylônes EDF situés à des changements de direction de ligne,
- canalisations (hydrocarbures, gaz, produits chimiques, assainissement).

Les barrages ainsi que les protections de berges, ne sont pas considérés comme des points durs.

Le fuseau de mobilité fonctionnel est :

- le fuseau théorique dans les secteurs où il n'y a pas de contraintes anthropiques,
- le fuseau prenant en compte ces contraintes sur les autres secteurs : le fuseau est alors tracé de telle façon que les contraintes anthropiques considérées soient à l'extérieur.

Les fuseaux de mobilité définis sont cartographiés au 1/25000^{ème} et présentés dans un atlas au format A3 annexé au rapport d'étude.

6 ETUDES COMPLEMENTAIRES

Des études complémentaires pourront être réalisées pour déterminer si au droit de certains des points durs considérés, le fuseau de mobilité fonctionnel pourrait être étendu :

- études techniques : étude des possibilités de déplacement du captage, du pylône, de la canalisation,
- études économiques : évaluation du coût de déplacement du point dur (ou de mise en œuvre d'une autre solution : nouvelle adduction d'eau par exemple) et comparaison avec le coût de l'ouvrage à réaliser pour protéger le point dur contre l'érosion.

De telles études pourraient aussi être faites pour des voies de communication, pour des ponts.

Ces études complémentaires pourront être réalisées dans le cadre d'une concertation ultérieure avec les Maîtres d'ouvrage (Syndicats Intercommunaux d'Adduction d'Eau Potable, EDF, Gaz de France, ...).

SOMMAIRE

	<i>Pages</i>
1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	1
1.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE	1
1.2 CADRE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	1
1.3 DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE	2
2 PRESENTATION DE QUELQUES CONCEPTS CLEF	3
2.1 FUSEAU DE MOBILITÉ : CONCEPT ET HISTORIQUE	3
2.2 LES CONCEPTS PROCHES	5
2.3 CONCEPT RETENU DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE	8
3 BILAN DES ÉTUDES RÉALISÉES DANS LE BASSIN RHIN-MEUSE	9
3.1 CADRE DE CE BILAN	9
3.2 SCHÉMA D'ORIENTATION DES CARRIÈRES DE MEURTHE ET MOSELLE. DDE. 1991	9
3.3 ETUDE DES CONTRAINTES HYDRAULIQUES À L'EXTRACTION DE GRAVES DANS LE LIT DE LA RIVIÈRE MEUSE. BETURE, 1994	13
3.4 SCHÉMA D'ORIENTATION DES CARRIÈRES DES VOSGES. HYDRATEC. 1994	16
3.5 CONCLUSION SUR LES ÉTUDES RÉALISÉES DANS LE BASSIN RHIN-MEUSE	21
4 TYPES ET FONCTIONNEMENTS MORPHODYNAMIQUES DES COURS D'EAU ÉTUDIÉS	22
4.1 POSITION DES COURS D'EAU DANS LA TYPOLOGIE RHIN-MEUSE	22
4.2 INTENSITÉ DES PROCESSUS MORPHODYNAMIQUES	23
4.3 CONCLUSION SUR LES FONCTIONNEMENTS MORPHODYNAMIQUES DES COURS D'EAU ÉTUDIÉS	33
5 METHODE PROPOSEE POUR LA DETERMINATION DU FUSEAU DE MOBILITE FONCTIONNEL THEORIQUE	35
5.1 APPORTS D'UNE ÉTUDE MÉTHODOLOGIQUE RÉCENTE	35
5.2 CHOIX DE L'ÉCHELLE DE TEMPS	36
5.3 AXES DIRECTEURS DE LA MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE	36
5.4 ÉTAPE 1 : DÉTERMINATION DE L'ESPACE MAXIMAL MOBILISABLE	37
5.5 ÉTAPE 2 : DÉTERMINATION DU FUSEAU DE MOBILITÉ FONCTIONNEL	37
5.6 CAS PARTICULIER DE LA MOSELLE : EVALUATION DU TRANSPORT SOLIDE	47

6	PRESENTATION DES FUSEAUX DE MOBILITE FONCTIONNELS THEORIQUES	48
6.1	MISE EN ŒUVRE DE LA CARTOGRAPHIE	48
6.2	COMMENTAIRES SUR LES FUSEAUX OBTENUS	53
6.3	CAS PARTICULIER DE LA MOSELLE : PRISE EN COMPTE DU TRANSPORT SOLIDE	58
7	PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES ANTHROPIQUES	59
7.1	OBJET DE CETTE PHASE D'ÉTUDE	59
7.2	DÉTERMINATION DES CONTRAINTES A EXCLURE DES FUSEAUX DE MOBILITÉ	59
7.3	PRINCIPES DE CARTOGRAPHIE DU FUSEAU DE MOBILITÉ DANS LES SECTEURS DE CONTRAINTES	63
8	PRESENTATION DES FUSEAUX DE MOBILITE FONCTIONNEL	69
8.1	COMMENTAIRES SUR LES FUSEAUX OBTENUS	69
8.2	PROPOSITIONS D'ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES RELATIVES À DES CONTRAINTES	70
8.3	REMARQUE SUR LE SECTEUR DE BAINVILLE-AUX-MIROIRS (VALLÉE DE LA MOSELLE – PLANCHES 6 ET 7)	74
9	CONCLUSION	75

ANNEXES

Annexe 1 : Bibliographie

Annexe 2 : Dossier cartographique (document séparé)

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

Les cours d'eau dont les lits sont mobiles se déplacent dans leurs vallées en modifiant leurs tracés lors des épisodes de crues, laissant des vieux lits, des bras morts, des berges remaniées et de larges bancs de sables et graviers, ...

L'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales permettant la mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et terrestres est appelé espace de liberté (définition retenue dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion - SDAGE - du Bassin Rhin-Meuse - 1996).

Le SDAGE Rhin-Meuse fixe le respect de l'intégrité des fuseaux de mobilité correspondant à ces espaces de liberté des cours d'eau mobiles comme une contrainte forte à respecter.

Les fuseaux de mobilité à préserver dans les vallées des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse n'ont pas été définis dans le SDAGE.

1.2 CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude engagée a pour objet de **définir des fuseaux de mobilité** au sens du SDAGE Rhin-Meuse sur 6 cours d'eau du bassin : la Moselle, la Meurthe, la Meuse, la Mortagne, la Vezouze et la Vologne.

Les secteurs d'étude sont les suivants :

- ♦ la Meuse dans sa traversée du département de la Meuse (55),
- ♦ la Moselle de Remiremont (88) à Flavigny (54),
- ♦ la Meurthe d'Anould (88) à Lunéville (54),
- ♦ la Vologne à l'aval de Granges-sur-Vologne (88),
- ♦ la Mortagne à l'aval de Magnières (54),
- ♦ la Vezouze à l'aval de Fréménil (54).

La définition des secteurs d'étude a été faite en s'appuyant sur la typologie des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse (Agence de l'Eau Rhin-Meuse – 1998). Les tronçons retenus sont ceux qui, dans le bassin Rhin-Meuse sont potentiellement mobiles d'après cette typologie, et également d'après les données et connaissances actuellement disponibles.

Notons que ces secteurs représentent environ 490 km de cours d'eau. Ce qui, dans le bassin Rhin-Meuse, représente de l'ordre de 7 % des cours d'eau portés sur les cartes de qualité et 3 % des cours d'eau codifiés.

Outre les caractéristiques hydrauliques et morphodynamiques des cours d'eau concernés, la définition des fuseaux de mobilité devra prendre en compte des contraintes ne pouvant pas être intégrées dans l'espace de mobilité pour des raisons humaines et économiques : zones urbanisées, voies de communication majeures, ouvrages d'art (ponts), ... (cette liste, non exhaustive, sera précisée ultérieurement dans l'étude).

1.3 DEROULEMENT DE L'ETUDE

L'étude comprend 4 phases :

- Phase 1 : méthodologie de définition des fuseaux de mobilité
- Phase 2 : définition des fuseaux de mobilité fonctionnels théoriques
- Phase 3 : définition de zones fonctionnelles au sein des fuseaux
- Phase 4 : principes de réaménagement

Cette dernière phase sera relative aux carrières autorisées dans les zones de mobilité définies précédemment.

Le présent rapport est relatif aux phases 1 à 3. Il présente successivement :

- quelques concepts-clef (fuseaux de mobilité, concepts proches),
- le bilan des études antérieures analogues réalisées sur le bassin Rhin-Meuse,
- les types et les fonctionnements morphodynamiques des cours d'eau étudiés,
- la méthode proposée pour la détermination des fuseaux de mobilité fonctionnels qui comporte 2 étapes :
 - ♦ détermination des fuseaux de mobilité fonctionnels théoriques,
 - ♦ prise en compte des contraintes anthropiques et détermination des fuseaux de mobilité fonctionnels.
- les fuseaux de mobilité fonctionnels définis (cartographiés dans le dossier de l'annexe 2 - document séparé).

La phase 4 fera l'objet d'un rapport propre, indépendant du présent rapport relatif aux phases 1 à 3.

2 PRESENTATION DE QUELQUES CONCEPTS CLEF

2.1 FUSEAU DE MOBILITE : CONCEPT ET HISTORIQUE

2.1.1 Schéma d'aménagement des eaux de l'Allier (DRE Auvergne, 1984)

Le Schéma d'aménagement des eaux de l'Allier est à notre connaissance l'un des premiers documents mettant en avant le concept d'**érosion des berges d'utilité publique**. Ce concept s'inscrit dans le contexte des années 80 durant lesquelles ont été mis en évidence les impacts morphologiques et écologiques des extractions massives de granulats dans les lits mineurs des cours d'eau (effondrement du pont Wilson à Tours en 1978, suite aux extractions en aval ; enfouissement des nappes phréatiques alluviales).

Les auteurs indiquent que **l'érosion des berges présente un avantage indéniable en contribuant à remettre des alluvions dans le lit et ainsi, à empêcher l'affaissement du profil en long de la rivière**. Ils mentionnent aussi le fait qu'un tel parti de gestion pourra tout de même coûter cher à la collectivité. Ils proposent enfin d'indemniser a posteriori les riverains lésés par l'érosion latérale.

2.1.2 Assises Nationales de l'Eau (1990)

□ Rapport du Groupe de travail « protection des milieux aquatiques »

Ce rapport fait apparaître en plusieurs points, les éléments fondateurs du concept actuel **d'espace de mobilité** :

Sur le long terme, une bonne qualité de vie repose sur le maintien d'un fonctionnement normal de l'écosystème aquatique (§ 2.2.1).

« La gestion des milieux aquatiques doit se faire de façon intégrée, à l'échelle des bassins versants, en respectant l'unité de l'écosystème, d'amont en aval et transversalement, en tenant compte de son évolution passée. Parmi les éléments forts de ce dispositif apparaît le **principe du respect de la dynamique fluviale dans l'espace** » (§2.3.1).

Une adaptation du droit doit permettre « la mise en place de servitudes écologiques pour contrôler le mode d'occupation et d'exploitation du sol dans le lit majeur, moyennant compensation » (§1.1.2.).

« l'ensemble de l'édifice aquatique est sous l'étroite dépendance des caractéristiques morphologiques et dynamiques du milieu constituant « l'habitat » au sens large. ». (§2.0).

La richesse et la diversité des édifices biologiques dont dépendent la qualité des eaux et leur production en poissons sont sous la dépendance de l'hétérogénéité du milieu. Ce **principe d'hétérogénéité correspond notamment au maintien ou à la création de tracés sinueux**, de l'alternance de seuils et profonds... ». « Le principe d'hétérogénéité constitue le guide le plus sûr des aménagements hydrauliques et piscicoles » (§2.2).

La nouvelle démarche de gestion doit admettre « la nécessité d'un espace de liberté pour les cours d'eau, respectant la dynamique fluviale » (§3.1).

« **l'espace de liberté du fleuve, expression de la dynamique fluviale**, sous réserve des implantations déjà existantes, doit être reconnu et identifié comme tel sur le plan juridique ». « Dans certains cas, il peut s'avérer souhaitable et même nécessaire de recréer des zones d'épandage des crues supprimées par des travaux antérieurs. » .

Les prescriptions suivantes doivent être respectées « **inconstructibilité totale des espaces de liberté des fleuves** ».

Suite à la longue période d'extractions de graviers « il est généralement préférable de **tolérer une certaine érosion des berges pour rétablir les conditions antérieures** ». (§4.0).

□ **Rapport du Groupe de travail « protection et gestion des plaines alluviales »**

Ce groupe de travail s'est plus longuement penché sur le problème particulier des **plaines alluviales en tant qu'hydrosystèmes complexes** composés du lit mineur, du lit majeur et de la nappe alluviale.

Parmi les principes fondamentaux de gestion de ces hydrosystèmes, **le respect de la dynamique fluviale en est la clef de voûte**.

« L'espace de liberté de divagation du cours d'eau dans le lit majeur doit être maintenu afin qu'il puisse assurer ses différentes fonctions. Ceci conduit à proscrire définitivement les aménagements visant à maintenir artificiellement le cours dans son lit actuel. Dans cet espace de liberté identifié, les critères de maintien des phénomènes naturels sont prédominants sur les critères micro-économiques. On n'entravera pas la dynamique fluviale pour des raisons d'exploitation et d'occupation. L'inconstructibilité est totale. Les nouvelles infrastructures de transport terrestre sont rejetées hors de la zone. » . « Dans certains cas, une renaturation peut s'avérer nécessaire pouvant aller jusqu'à l'ouverture de digues préexistantes » (§1)

Déoulant presque directement des principes précédents, la gestion de l'espace alluvial doit être subordonnée à la préservation de la ressource en eau des nappes alluviales.

« **L'abaissement de la ligne d'eau doit être évité afin de ne pas entraîner une baisse conjointe de la nappe alluviale, qui affaiblit les ressources en eau** ». (§ 2).

Parmi les propositions techniques de gestion de l'espace de liberté, les points suivants nous semblent fondamentaux :

« **l'érosion des berges peut être jugée utile pour recharger naturellement la rivière en matériaux** ».

« l'acquisition foncière se révèle un investissement compétitif par rapport à l'artificialisation des berges ».

« acquisition par un organisme public, ou dont c'est la mission, des sites érodables, des points de passage potentiels du cours d'eau et des sites d'intérêt biologique majeur ».

2.1.3 SDAGE des bassins Rhone-Méditerranée-Corse et Rhin Meuse

Ces deux SDAGE sont la résultante synthétique des approches présentées supra. Ils définissent l'espace de liberté de la façon suivante :

« **espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres.** ».

Le SDAGE RMC complète cette définition par la préconisation suivante en matière d'études d'impact, de documents d'incidence, d'autorisations relatives aux travaux en rivière : « **l'objectif prioritaire est la préservation, voire la restructuration de l'espace de liberté des rivières et de sa dynamique.** La définition de cet espace de liberté passera le plus souvent par une étude au cas par cas tenant compte des enjeux socio-économiques ». (SDAGE RMC, Volume 1, Mesures opérationnelles générales, § 3.1.3.1., p53).

Il indique enfin que « **la reconnaissance et la cartographie [de l'espace de liberté] doivent devenir un impératif sur toutes les rivières à lit mobile du bassin.** ».

2.1.4 SDAGE du bassin Loire-Bretagne

Comme les SDAGE précédents, mais sous une forme différente, le SDAGE Loire-Bretagne indique :

*« dans les zones de forte variabilité du lit des cours d'eau, un **fuseau** sera déterminé à l'intérieur duquel la priorité sera laissée au déplacement des bras ou des méandres. Si des champs captants menacés s'y trouvent, leur déplacement devra être envisagé en tout premier lieu, de même que pour toute autre activité qui pourrait requérir une protection ». SDAGE LOIRE-BRETAGNE, art. VII.6.3.3 p 59.*

2.2 LES CONCEPTS PROCHES

2.2.1 Le concept de zone-tampon

Des enveloppes de gestion quelque peu différentes sur le plan conceptuel peuvent être proposées, que ce soit pour des cours d'eau à dynamique active ayant fait l'objet de définition de fuseaux de mobilité ou pour des cours d'eau sans dynamique latérale n'ayant donc pu faire l'objet de délimitation d'espaces de mobilité (nous considérons en effet que si le cours d'eau dont le maître d'ouvrage souhaite déterminer l'espace de mobilité, est en réalité un cours d'eau naturellement stable à notre échelle de temps (la Saône par exemple), il est difficile de justifier techniquement la détermination d'un fuseau de mobilité fonctionnel).

Cela n'exclut pas la possibilité de définir d'autres **enveloppes de préservation**, non ou faiblement mobilisables par le cours d'eau, mais qui peuvent présenter d'autres intérêts et que l'on peut nommer **zones tampon** (au sens du Guide d'application de l'ordonnance sur la protection des zones alluviales d'importance nationale)⁽²⁾. On peut ainsi déterminer des zones tampon hydrologiques (pour garantir l'écrêtement des crues), des zones tampon écologiques (pour conserver des milieux humides annexes), des zones tampon physico-chimiques (ripisylve de 15 à 20 m de large pour permettre le piégeage des nutriments), etc...

Quelques exemples de zones tampon sont présentés ci-après, mais il n'existe pas à notre connaissance en France de méthode normalisée pour leur définition. Le guide suisse cité plus haut fournit cependant des méthodes de délimitation intéressantes.

⁽²⁾ Guide d'application de l'ordonnance sur la protection des zones alluviales d'importance nationale, Suisse, OFEFP, Juin 1995.

2.2.1.1 Zone tampon-hydrologique

Les espaces végétalisés de façon continue (forêts, pâturages) ont un pouvoir de stockage des crues supérieur à des surfaces non végétalisées ou végétalisées seulement de façon périodique (cultures). Ces espaces ont d'autre part une capacité de rétention des sédiments les plus fins (au contraire des espaces de grandes cultures dont les éléments les plus fins des sols sont facilement exportés au passage d'une crue) et contribuent ainsi à réduire ou retarder le colmatage des annexes hydrauliques de la rivière. Les haies bocagères, trop souvent disparues, jouaient aussi ce rôle essentiel. Ce sont aussi des filtres naturels vis-à-vis de la pollution par les nitrates et les phosphates (absorption d'une partie de ces polluants et retardement du transit vers la nappe de la fraction excédentaire). Ils correspondent le plus souvent à des espaces de fort intérêt écologique (sur le plan ornithologique comme sur le plan de la végétation).

Leur conservation ou leur restauration doit passer en outre par une revalorisation de leurs fonctions de protection (la forêt alluviale notamment constitue le mode d'occupation du sol le plus favorable à une épuration efficace de l'eau dans les échanges nappe - rivière) et de production (production de feuillus précieux ou de ressources cynégétiques pour les espaces forestiers, production animale ou fourragère pour les espaces prairiaux).

L'extension des monocultures forestières (Peuplier principalement), de moindre intérêt quant au rôle de rétention des sédiments fins et vis-à-vis de la dénitrification, est à contrôler et leur conversion (par diversification des essences cultivées) serait à encourager. Ces mesures sont à envisager par le biais de politiques agri-environnementales, ou de type sylvo-environnemental (qui sont encore à inventer).

2.2.1.2 Zone tampon écologique

Pour que les multiples fonctions des écosystèmes riverains soient efficaces (dont leur rôle tampon vis-à-vis de la rivière), une continuité physique de ces différents écosystèmes doit être conservée ou restaurée. La dynamique de la rivière détruit en effet certains habitats naturels en causant des extinctions locales d'espèces et en créant des conditions nouvelles pour leur remplacement par des pionnières. Le maintien du stock d'espèces originelles nécessite donc des habitats équivalents de substitution à proche distance. Leur présence conditionne le maintien sur place de populations animales ou végétales viables.

La taille minimum de ces populations, pour les espèces d'intérêt patrimonial comme pour les espèces gibiers, devrait ainsi déterminer la **taille minimum du corridor végétal à conserver** ou restaurer (en favorisant les conditions de son installation), tant sur le plan longitudinal (continuum amont -aval) que sur le plan transversal (connexion avec les habitats naturels à l'extérieur des espaces de mobilité). Là aussi, des mesures de type agri- ou sylvo-environnemental pourraient être préconisées (par le biais notamment de l'encouragement au maintien du pâturage et la mise en jachère de longue durée de secteurs particulièrement sensibles sur le plan de la qualité de l'eau).

De même, les **annexes hydrauliques** de la rivière jouent un rôle primordial vis-à-vis des biocénoses aquatiques, en particulier comme zones de refuge et de reproduction des poissons. Certaines de ces annexes peuvent se trouver en dehors des fuseaux de mobilité délimités. Dans les secteurs les moins mobiles ou dans les secteurs les plus incisés et aménagés où la dynamique fluviale sera manifestement la plus réduite, l'entretien ou le rétablissement de communications par l'aval entre le cours principal et ces annexes est à encourager. Ce type de mesure, localement nécessaire, ne saurait toutefois constituer qu'un pis-aller et ne doit en aucun cas servir d'alibi pour limiter les arguments visant à préserver un espace de liberté à la rivière.

2.2.2 Les concepts d'aléa d'érosion ou de changement de tracé

Ces concepts sont basés sur la notion d'aléa :

- aléa d'érosion latérale
- aléa de changement brutal de tracé à l'occasion de fortes crues

Leur application a pour finalité la définition de zones de contraintes vis à vis de certains types d'occupation du lit majeur, dits « à risque » vis à vis de cet aléa : zones urbanisées, captages, stations d'épuration, gravières.

2.2.2.1 Aléa d'érosion latérale

Il s'agit de délimiter, en fonction du type de cours d'eau et de la vitesse des processus érosifs actuels, des zones d'érosion latérale à court, moyen ou long terme. L'approche est délicate car il n'existe actuellement aucun modèle numérique capable de prédire quantitativement les taux d'érosion de berges et leur direction spatiale (érosion latérale, augmentation du rayon de courbure, translation vers l'aval,...). Le principe consiste donc à travailler empiriquement sur la base des taux d'érosion passés, du degré de maturité des sinuosités, de la cohésion des berges. Cette approche empirique a aussi pour finalité d'évaluer les risques de recoupement de méandres.

On admet que les processus d'érosion latérale sont généralement les plus actifs pour des débits dits de « pleins bords » dont la fréquence est généralement annuelle à biennale.

NB : Les crues plus rares ont souvent plus d'effets érosifs que ces crues moyennes uniquement parce qu'elles durent en général plus longtemps et que le débit de « pleins bords » est donc atteint (et dépassé) plus longtemps. Elles « remplissent » aussi plus durablement la nappe alluviale et le ressuyage à la décrue entraîne des érosions de berges intenses.

Il n'existe actuellement aucune méthode normalisée pour l'évaluation de ces zones d'aléa érosion.

2.2.2.2 Aléa de changement de tracé

Ce second type d'aléa est sans doute encore plus difficile à prévoir.

Le processus de changement brutal de tracé, dit « avulsion » ou « défluviation », est un phénomène relativement rare sur les cours d'eau méandriformes ou sinueux de plaine alluviale (sauf si celles-ci sont en phase d'exhaussement (ex : Mississippi)). Il est par contre plus fréquent sur les cours d'eau en tresses, sur les cônes alluviaux ou sur les cônes de déjection torrentiels, c'est à dire dans les secteurs classiques d'exhaussement du lit mineur, voire de la plaine alluviale dans son ensemble.

Sa rareté n'empêche pas sa probabilité d'occurrence sur des cours d'eau de plaine alluviale stabilisée. Par contre ce type de phénomène ne se produit généralement qu'à l'occasion d'événements hydrologiques rares (crues cinquantennales, centennales ou plus rares encore).

L'évaluation de la probabilité de changement de tracé est quasiment impossible. En effet toutes les crues centennales n'engendrent pas de changement de tracé : il s'agit donc d'une probabilité P de changement de tracé sur une probabilité P d'occurrence de crue...

D'autre part, même en évaluant précisément cette probabilité, il s'agit ensuite d'identifier la position du nouveau tracé. Certains indices peuvent aider à cette approche : topographie du lit majeur, traces d'anciens talwegs,... Il arrive cependant que l'écoulement se concentre non dans un ancien talweg encore marqué dans la topographie mais dans une « zone de faiblesse » du lit majeur : zones de cultures, plus faciles à éroder que des prairies ou des forêts, sédimentologie plus « érodable » (anciens bancs de convexité sableux ou graveleux plus facilement mobilisables que d'anciens chenaux colmatés par des limons).

En résumé, sans une étude extrêmement approfondie de la topographie et de la sédimentologie du lit majeur, l'évaluation précise de la probabilité et de la direction du changement de tracé est extrêmement difficile.

Deux solutions sont donc envisageables :

- une analyse historique démontre que des changements de tracé importants ont eu lieu dans un passé récent (deux derniers siècles), et il peut être judicieux de classer la plus grande partie du lit majeur en « zone d'aléa de changement de tracé ».

Ce type de phénomène semble s'être produit localement sur la Meuse entre 1770 environ (cartes de Cassini) et 1850 (cartes d'état major), peut être à l'occasion de la grande crue de 1784, mais cela reste à vérifier (voir chapitre 4).

- une analyse historique indique que ce type de processus ne se produit jamais et il n'y a donc pas lieu de définir l'aléa.

2.3 CONCEPT RETENU DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE

Le concept qui sera appliqué dans le cadre de la définition des fuseaux de mobilité sera celui défini par les SDAGE et présenté précédemment.

Il s'agit donc d'un concept de gestion, le fuseau de mobilité devant être compris comme un **espace de mobilité fonctionnel** ayant pour finalité de **garantir sur le long terme les capacités d'ajustement morphodynamique du cours d'eau**, elles mêmes garantes de la pérennité de la ressource en eau fournie par la nappe alluviale, de la stabilité des ouvrages d'art, de la qualité écologique et paysagère. La méthode de délimitation de ce fuseau de mobilité devra tenir compte des lois régissant la dynamique et la sédimentologie fluviale et notamment des concepts d'équilibre dynamique.

3 BILAN DES ETUDES REALISEES DANS LE BASSIN RHIN-MEUSE

3.1 CADRE DE CE BILAN

Dans le bassin Rhin-Meuse, trois études antérieures ont défini des espaces se rapprochant des fuseaux de mobilité que nous devons cartographier aujourd'hui :

- Schéma d'Orientation des Carrières de Meurthe-et-Moselle (DDE 54 – 1991)
- Etude des contraintes hydrauliques à l'extraction de graves dans le lit de la rivière Meuse (Béture – 1994)
- Schéma d'Orientation des Carrières des Vosges (Hydratec – 1994)

La vocation essentielle de ces études était de définir des zones de contraintes d'implantation et/ou d'exploitation pour des exploitations de granulats.

Après avoir rappelé le cadre et les objectifs de chacune de ces études, nous allons présenter :

- la méthode employée et les résultats obtenus,
- notre analyse sur les concepts employés, les méthodes mises en œuvre et les cartes réalisées.

3.2 SCHEMA D'ORIENTATION DES CARRIERES DE MEURTHER ET MOSELLE. DDE. 1991

3.2.1 Objectifs de l'étude

Il s'agissait d'organiser la prise en compte de deux ressources naturelles dans les lits majeurs de la Meurthe en amont de Lunéville et de la Moselle en amont de Flavigny : l'eau et les matériaux alluvionnaires.

3.2.2 Méthode employée et résultats

3.2.2.1 Approches morphodynamiques, écologiques, paysagères

Diverses études thématiques ont été entreprises dans le cadre de la préparation du SOC, dont des études morphodynamiques (Etude morphologique et dynamique de la Meurthe et de la Moselle en amont de Lunéville et de Flavigny. Contraintes à l'extraction. Service Navigation de Nancy/CETE de l'Est. 1987), écologiques (étude écologique des vallées de la Meurthe et de la Moselle. Ecolor/Drael, 1987. Cartographie des ZNIEFF, DRAE, 1990) et paysagères (étude paysagère des vallées de la Meurthe et de la Moselle. espace/Drael, 1987).

3.2.2.2 Approche hydrogéologique

Une étude de synthèse sur la nappe alluviale de la Moselle (DDAF 54, 1991) a démontré l'intérêt majeur de cette nappe pour l'alimentation en eau potable de plus de 400 000 habitants. Elle a permis d'identifier le lien entre les phénomènes d'incision du lit observés (liés aux extractions en lit mineur de 1950 à 1980 environ) et la baisse de productivité des captages AEP, baisse qui a conduit à de très lourds et coûteux travaux d'alimentation indirecte des captages.

3.2.2.3 Résultats (voir figures 1 et 2)

Ces différentes approches ont conduit à la mise en œuvre de deux logiques : une logique de protection et une logique d'extraction.

Ces deux logiques sont finalisées par des cartes de synthèse des contraintes à l'extraction couplant les contraintes liées à la préservation de la mobilité des cours d'eau et celles liées à la préservation de zones à haute qualité écologique.

❑ Logique de protection : zones de non exploitation

Cette logique a pour finalité la protection de la ressource en eau potable, des zones d'intérêt écologique ZNIEFF type 1, des zones de mobilité des rivières encore vierges d'extraction. Les périmètres cartographiés dans le cadre de cette logique devront donc être préservés de toute extraction.

❑ Logique d'extraction : zones d'exploitation sous conditions

Cette logique a pour objet de définir des zones potentiellement exploitables sous conditions (déversoirs, respects des caractéristiques paysagères, etc.).

3.2.3 Notre analyse

3.2.3.1 Sur les concepts

Les concepts utilisés recouvrent bien le concept de fuseau de mobilité fonctionnel qui vise à la préservation de la ressource en eau et des milieux naturels par le biais de la préservation de la dynamique fluviale. Il apparaît toutefois qu'ils rejoignent aussi des concepts aboutissant à une plus large extension spatiale des espaces de contraintes que le simple espace de mobilité : les concepts de zones d'intérêt écologique, les concepts de préservation des ressources en eau souterraine.

3.2.3.2 Sur les méthodes

Les analyses morphodynamiques ont permis d'identifier des zones de forte mobilité relictuelle sur la Moselle, et des zones de mobilité moins intense mais potentiellement intéressantes sur la Meurthe.

Ces zones sont délimitées sur les cartes de synthèse sous le terme de **fuseau de mobilité**. Toutefois, **la méthode de délimitation de ce fuseau n'est pas clairement explicitée** : est-ce un aléa d'érosion sur une certaine échelle de temps, est-ce une enveloppe de précaution sans échelle de temps, est-ce que cela englobe des probabilités de changement de tracé (ce qui semble le cas sur la Meurthe en aval de Moncel les Lunéville) ?

Pour ce qui concerne l'amplitude de ce fuseau, elle nous semble un peu large sur la Meurthe compte tenu des taux d'érosion observés, sauf si elle considère une échelle de temps multi-séculaire et intègre des probabilités de recoupement de méandres sur de longues distances, voire de changements de tracés. Cette remarque concerne essentiellement les secteurs Chenevières/St Clément et l'amont d'Azerailles.

Sur la Moselle, l'amplitude du fuseau de mobilité nous semble mieux proportionnée à la dynamique fluviale actuelle et aux processus érosifs observés.

CONTRAINTES DE REFERENCE ET GRANDS OBJECTIFS DU SOC

Figure 1
SOC Meurthe-et-Moselle
légende des cartes

-  Rivière
-  Lit majeur / Gisement
-  Fuseau de mobilité ; Lit instable et protection des ouvrages (actualisation Navigation / mars 1991)
-  Protection des eaux souterraines
-  Zones d'intérêt écologique national ou régional
-  ZNIEFF de type 1 (source DRAEL 1991)
-  Partie du gisement consommée ou autorisée au 31.12.90
-  Projet de contournement

DDE 54 / SEREGEP

Juin 1991

Echelle : 1/30 000^{ème}

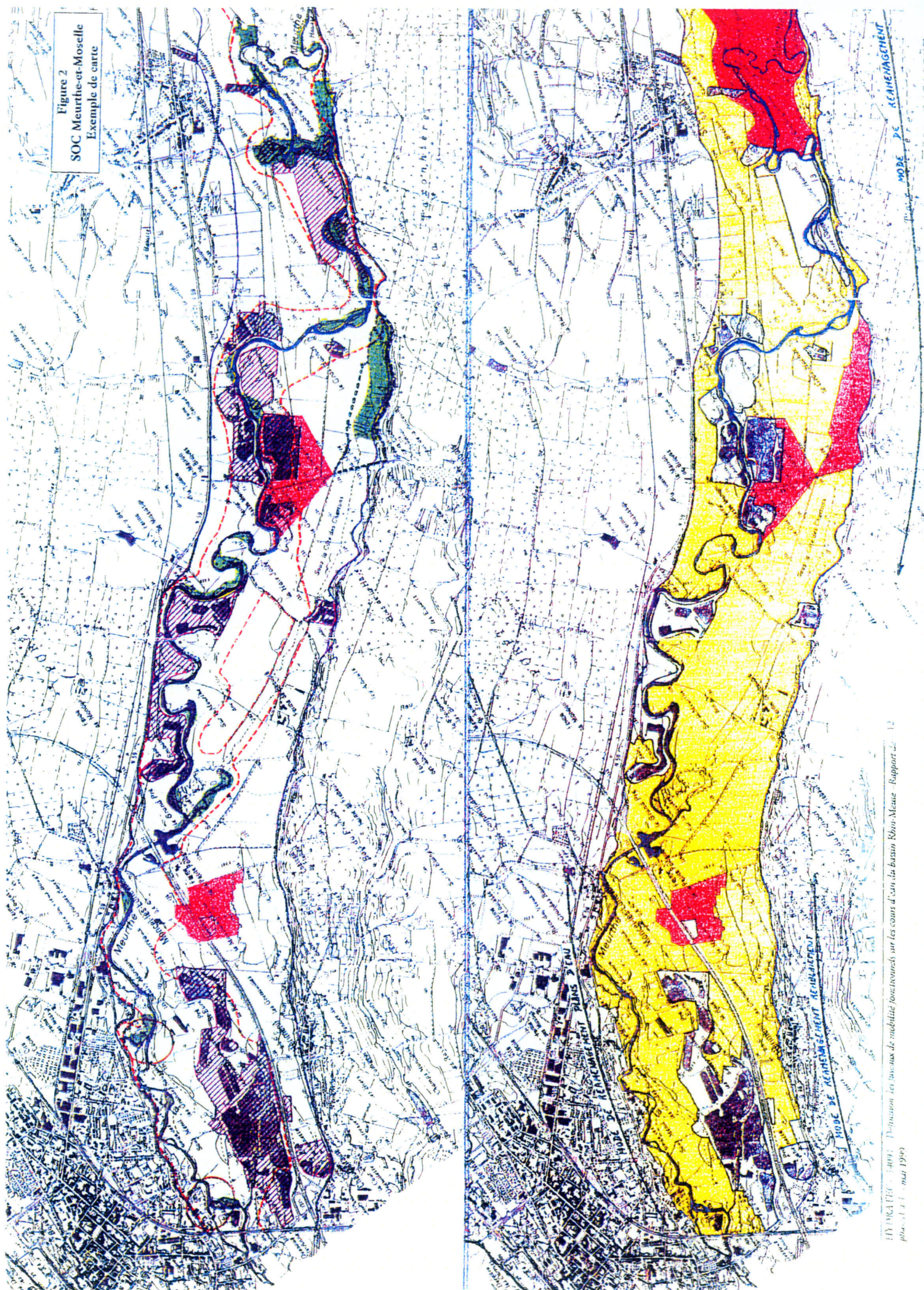
Schéma d'Orientation des Carrières

VALLEE DE LA MEURTHE EN AMONT DE LUNEVILLE
VALLEE DE LA MOSELLE EN AMONT DE FLAVIGNY

SYNTHESE DE LA DEMARCHE SOC

-  Limite du gisement "de fait" (zones à vocation urbaine et servitudes exclues)
-  Logique de non exploitation : Zone non exploitable au SOC
-  Logique d'exploitation : Zone exploitable sous conditions spécifiques liées au SOC

Figure 2
SOC Meurthe-et-Moselle
Exemple de carte



3.2.3.3 Sur la carte finale

Les cartes finales délimitent :

- une enveloppe d'interdiction d'implantation de gravières,
- une enveloppe d'exploitation possible.

L'enveloppe d'interdiction résulte de l'analyse croisée : fuseaux de mobilité, contraintes écologiques et protection des ressources en eau.

Selon les secteurs, cette enveloppe de non exploitation va très largement au delà du simple fuseau de mobilité en intégrant notamment les zones de protection de la nappe alluviale et les Znieff type 1 (par exemple sur la Moselle entre Grippport et Bayon), ou au contraire très en deçà (Meurthe entre St Clément et Lunéville).

3.2.3.4 Conclusion

Les cartes de synthèse peuvent être utilisées en l'état, après quelques modifications locales, pour ce qui concerne le fuseau de mobilité. Le fuseau final de non exploitation relève de concepts autres que la simple notion de préservation de la dynamique fluviale.

3.3 ETUDE DES CONTRAINTES HYDRAULIQUES A L'EXTRACTION DE GRAVES DANS LE LIT DE LA RIVIERE MEUSE. BETURE, 1994

3.3.1 Objectifs de l'étude

Il s'agissait de cartographier des zones de contraintes vis à vis de l'exploitation de gravières dans le lit majeur de la Meuse.

3.3.2 Méthode employée et résultats

3.3.2.1 Approche morphodynamique

Une analyse morphodynamique basée sur des reconnaissances de terrain et une comparaison de tracés anciens indique que les processus d'érosion latérale sont assez peu actifs, malgré des « figures d'érosion » pouvant laisser penser le contraire (berges hautes et sub-verticales, gravelo-sableuses).

3.3.2.2 Approche hydraulique

L'analyse hydraulique réalisée n'avait pas pour objet d'évaluer la probabilité de changement naturel de tracé (avulsion) mais de définir des zones de grand écoulement et des zones de stockage. Dans les zones de grand écoulement, l'implantation de gravières est plus risquée que dans celles de stockage. Cette analyse a été effectuée selon plusieurs approches : observations en période de crue et de décrue, calcul des vitesses au droit de sections représentatives par la formule de Manning-Strickler . Un modèle mathématique a été construit sur la portion St Mihiel-Dompcevrin avec pour objectif l'analyse locale de l'impact sur l'écoulement de l'implantation de gravières.

3.3.2.3 Résultats (voir figure 3)

Ces deux approches sont finalisées par une carte de synthèse de contraintes à l'extraction couplant les contraintes liées à l'aléa érosion et celles liées à l'aléa inondation à fortes vitesses (zones de grand écoulement).

□ Aléa érosion

4 degrés ont été définis pour préconiser une distance minimale d'implantation des gravières par rapport au lit mineur.

- ♦ Premier degré

Il s'agit des zones peu sensibles, souvent sub-rectilignes. La distance minimale d'implantation sera de 50 m.

- ♦ Deuxième degré

Zones assez sensibles. Secteurs présentant des « figures d'érosion » importantes généralement en berges concaves des méandres. La distance minimale d'implantation sera de 100 m.

- ♦ Troisième degré

Zones à forte mobilité avérée d'après analyse des tracés anciens (depuis 1950 environ). La distance minimale d'implantation sera basée sur l'amplitude des méandres actuels à laquelle on ajoutera 100 m.

- ♦ Quatrième degré

Cas particulier des ouvrages de franchissement. La distance minimale d'implantation sera de 200 m.

□ Aléa inondation

Cet aléa n'est finalement pas intégré comme critère d'implantation des gravières. Il permet simplement de définir des dispositions d'aménagement particulières dans les zones de grand écoulement :

- éviter les zones de dépôt de terre de découverte, de granulats, etc...
- prévoir des déversoirs en amont et en aval de la gravière.

CONSEIL GENERAL DE LA MEUSE

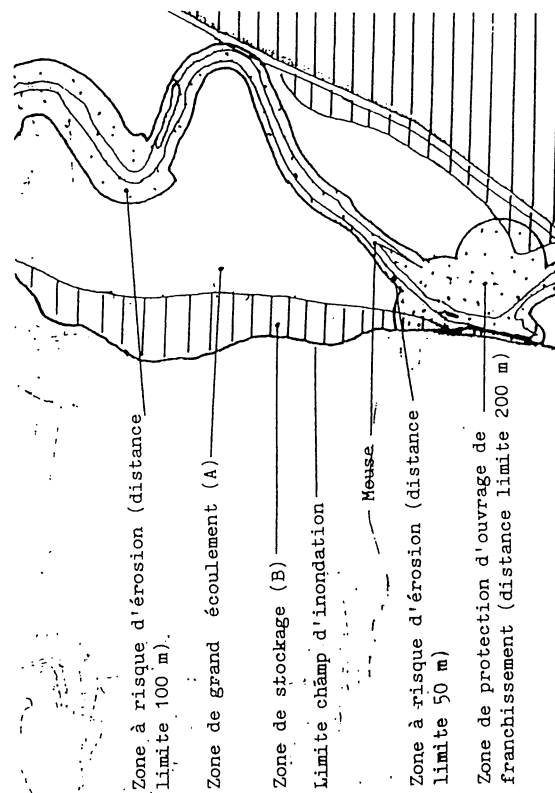
ETUDE DES CONTRAINTES HYDRAULIQUES A L'EXTRACTION DE GRAVES DANS LE LIT DE LA RIVIERE MEUSE

PLAN N°5 - CARTE DES CONTRAINTES HYDRAULIQUES

ECHELLE 1/25 000

5 a : de Domrémy à Ville Issey

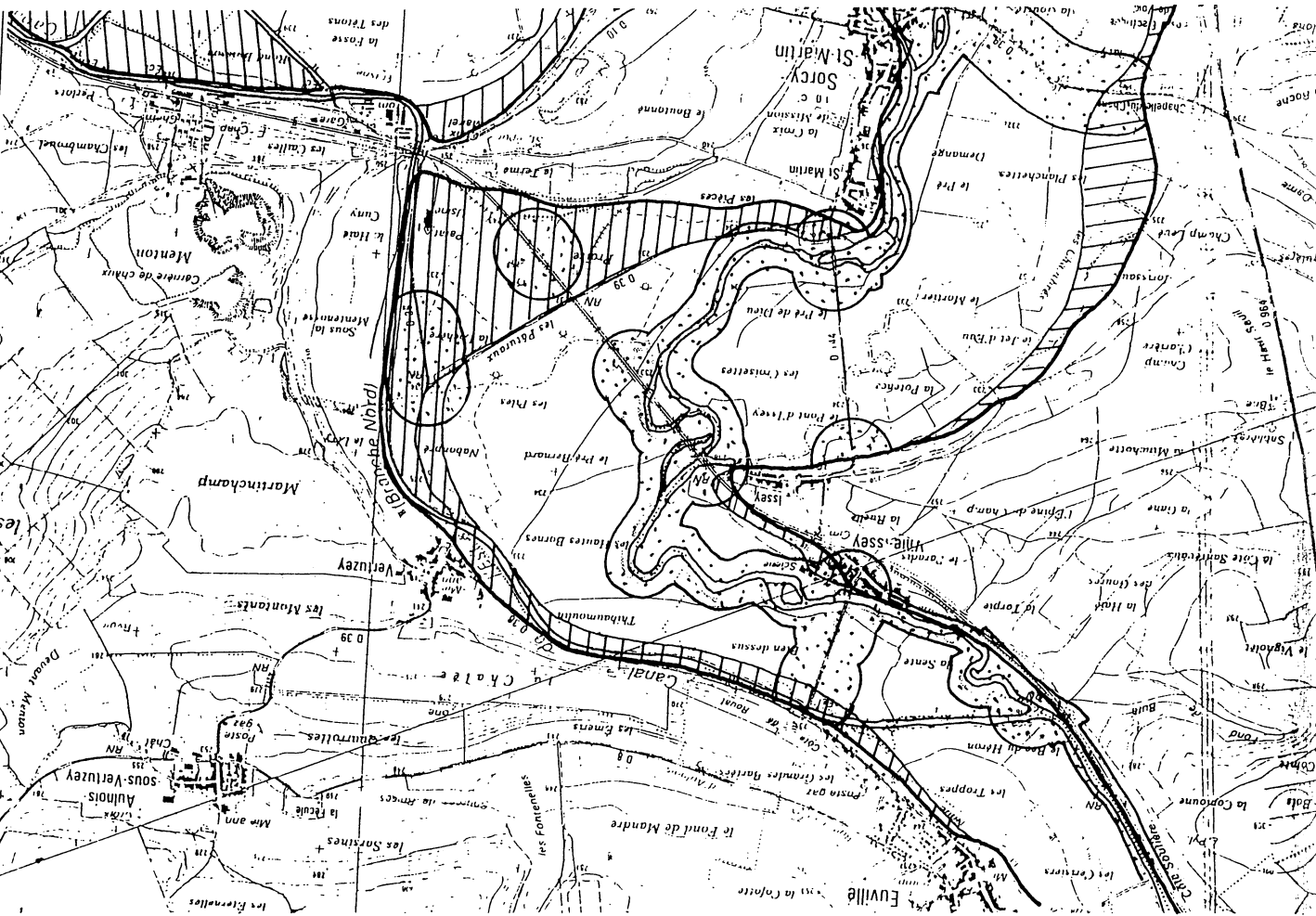
LEGENDE :



BETURE

JUIN 1994

Figure 3
Etude Meuse 1994
Extrait du plan des contraintes



3.3.3 Notre analyse

3.3.3.1 Sur les concepts

Les concepts utilisés, bien que plutôt proches des notions d'aléa érosion/inondation/avulsion, recouvrent en partie le concept de fuseau de mobilité fonctionnel.

3.3.3.2 Sur les méthodes

L'analyse historique des tracés est l'approche minimale pour définir un fuseau de mobilité. Elle a été a priori réalisée correctement. La détermination des zones de grand écoulement est intéressante vis à vis de l'aléa inondation, voire de celui d'avulsion. Elle n'a pas forcément d'intérêt vis à vis de l'espace de mobilité fonctionnel et n'a d'ailleurs pas servi à le délimiter.

3.3.3.3 Sur la carte finale

La carte finale délimite une **enveloppe d'interdiction d'implantation de gravières** à partir des **degrés d'aléas érosion** définis plus haut. La distance minimale d'implantation a été déterminée de manière sans doute un peu arbitraire en section courante : 50 m, 100 m ; amplitude + 100 m. Les 200 m proposés au droit des ponts peuvent se justifier.

3.3.3.4 Conclusion

Les fuseaux qui en découlent nous paraissent relativement bien adaptés au concept d'aléa érosion (bien que des taux d'érosion latérale de 100 m ne nous semblent envisageables sur la Meuse qu'à des échelles de temps séculaires). Ils pourront être localement élargis ou rétrécis dans le cadre d'une application homogène du concept de fuseau de mobilité fonctionnel.

3.4 SCHEMA D'ORIENTATION DES CARRIERES DES VOSGES. HYDRATEC. 1994

3.4.1 Objectifs de l'étude

Les cours d'eau concernés sont : la Meurthe entre Anould et Raon l'Etape et la Moselle entre Remiremont et Socourt.

Les objectifs de cette étude étaient les suivants :

- préciser les caractéristiques hydrauliques et morphologiques principales des deux rivières concernées,
- définir, par secteur et globalement, les contraintes hydrauliques pour l'exploitation et les principes de réaménagement,
- établir un zonage en fonction des différentes contraintes hydrauliques et morphologiques (notamment les fuseaux de divagation).

Elle présente la définition des contraintes d'exploitation et de réaménagement pour les différentes zones définies, ainsi que la définition des principes généraux de réaménagement (des seuls points de vue hydraulique et morphologique). On y trouve aussi une analyse des coûts d'aménagement de protection hydraulique pour les carrières et des coûts d'entretien ultérieurs de ces aménagements ainsi que la définition des composantes hydrauliques de l'étude d'impact à présenter dans les demandes d'autorisation d'ouverture de carrière.

Cette étude concerne les écoulements des eaux de surface. Les aspects "eaux souterraines" et "ressources en eau" ne sont pas pris en compte.

3.4.2 Méthode employée et résultats

3.4.2.1 Approche morphodynamique

Une analyse des caractéristiques morphologiques des deux vallées (pente, géologie, lit majeur) a permis de réaliser une sectorisation à finalité morphodynamique : deux grands secteurs ont été identifiés dans les deux cas. Pour chaque cours d'eau ont ensuite été reportés sur plan une série de tracés anciens, depuis les années 1935 pour la Meurthe et 1949 pour la Moselle.

La comparaison de ces tracés a permis de mettre en évidence des secteurs à forte activité fluviale et les secteurs stables depuis environ 40 à 60 ans. Une remarque d'Hydratec souligne que **les gravières actuelles sont souvent situées dans les secteurs où la dynamique était anciennement très active** du fait même que les alluvions intéressantes pour les carrières sont aussi celles les plus facilement érodables (graviers non cimentés, sables, petits galets).

L'analyse morphodynamique se traduit par la cartographie d'un **fuseau de divagation** correspondant à l'espace balayé par la rivière depuis 40 à 60 ans.

3.4.2.2 Approche hydraulique

Une modélisation mathématique des écoulements de crue avait été réalisée par Hydratec en 1989 sur la Meurthe dans le cadre d'un PERI (Plan d'Exposition aux Risques d'Inondation). Les résultats ont permis d'identifier et de cartographier les secteurs du lit majeur les plus fortement sollicités en crue. Pour ce qui concerne la Moselle, l'évaluation des sollicitations hydrauliques du lit majeur a été réalisée à partir de plusieurs études hydrauliques antérieures.

3.4.2.3 Résultats (voir figures 4 et 5)

Ces deux approches ont permis de définir un zonage du lit majeur sur la base des contraintes morphodynamiques et hydrauliques.

Ces deux types de contraintes sont traduits pour chaque cours d'eau sur des cartes de synthèse sous la forme de 4 zones à contraintes (aléas) décroissantes :

□ Zone I :

C'est la zone des contraintes majeures, c'est-à-dire des plus forts aléas érosion/inondation sous fortes vitesses. Elle est basée sur l'enveloppe du fuseau de divagation précédemment défini (espace balayé par la rivière au cours des 40 à 60 dernières années) auquel on a rajouté 100 m par précaution (méthode proche de celle proposée par Beture, 1994).

L'exploitation de gravières est possible sous réserve de protections de berges et d'ouvrages hydraulique adaptés. Hydratec souligne l'effet néfaste de ces protections sur l'environnement mais indique qu'il n'était pas du domaine de l'étude d'évaluer ces impacts.

□ **Zone 2 :**

Elle inclut les secteurs de ballastières anciennes ou en cours d'exploitation limitrophes de la zone 1.

Toute nouvelle exploitation devra s'assurer de la conformité hydraulique des plans d'eau existants.

□ **Zone 3 :**

Concerne les zones situées en dehors des fuseaux de divagation + 100 m mais pouvant être fortement sollicitées par les écoulements de crue.

Les nouvelles gravières qui seraient ouvertes dans ces zones devront être plutôt de petite taille pour limiter l'ampleur des ouvrages hydrauliques à prévoir (déversoirs et endiguements).

□ **Zone 4 :**

Zone à contraintes morphodynamiques (aléa érosion) ou hydrauliques (fortes vitesses en crue) faibles ou nulles.

L'exploitation de gravières peut y être réalisée sans ouvrage hydraulique lourd.

□ **Cas particulier des ouvrages d'art**

Hors section courante, des zones de sécurité ont été définies aux abords des barrages et ouvrages de franchissement.

3.4.3 Notre analyse

3.4.3.1 Sur les concepts

Les concepts utilisés recouvrent le concept de fuseau de mobilité puisque l'étude cartographie un fuseau de divagation historique auquel est ajouté une enveloppe de précaution de 100 m de part et d'autre des limites externes de ce fuseau historique. Toutefois, ce concept est plutôt utilisé dans une acception de type « aléa d'érosion » et non dans celle d'un fuseau de mobilité fonctionnel à vocation de préservation de la dynamique fluviale.

3.4.3.2 Sur les méthodes

Comme dans l'étude DDE 54, 1991 (SOC Meurthe-et-Moselle), les analyses morphodynamiques ont permis d'identifier des zones de forte mobilité anciennes et actuelles sur la Moselle, et des zones de mobilité moins intense sur la Meurthe.

L'amplitude du **fuseau de divagation final** (enveloppe historique + 100 m) ne nous paraît pas toujours justifiée, notamment sur la Meurthe (taux d'érosion relativement faibles, sauf sur une échelle de temps multi-séculaire).

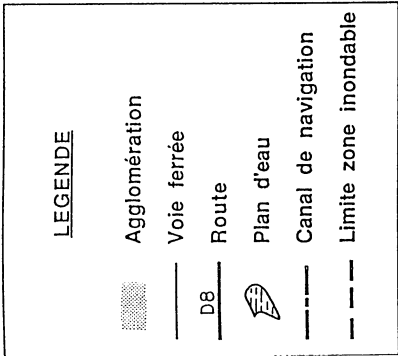
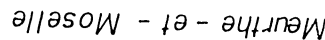
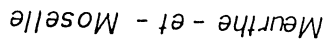


Figure 5



LEGENDE

- ## Agglomération

LEGENDE

- 

3.4.3.3 Sur la carte finale

Les cartes finales délimitent des zones de contraintes morphodynamiques ou hydrauliques, c'est-à-dire des zones d'aléa érosion et inondation à fortes vitesses. Elles ne définissent pas d'enveloppe d'interdiction d'implantation de gravières, même en zones d'aléa fort, mais des prescriptions particulières d'exploitation dans ces zones.

3.4.3.4 Conclusion

Les cartes de synthèse peuvent être utilisées en l'état pour ce qui concerne l'enveloppe de mobilité historique. Quelques modifications locales seront nécessaires pour ajuster l'enveloppe de précaution de 100 m proposée au-delà du fuseau de divagation historique.

Un fuseau final de non exploitation, correspondant au concept de fuseau de mobilité défini par le SDAGE, reste à délimiter.

3.5 CONCLUSION SUR LES ETUDES REALISEES DANS LE BASSIN RHIN-MEUSE

Bien que réalisées dans le contexte particulier de définition de Schémas d'Orientations des Carrières, qui ont pour vocation de proposer le meilleur compromis entre l'exploitation des ressources alluviales et la préservation de la nature et des paysages, deux de ces études (SOC Vosges et Meuse) se basent essentiellement sur le **concept d'aléa et l'approche qui en découle : aléa d'érosion/changement de tracé/inondation**. Toutefois, le risque de capture du cours d'eau par une gravière est généralement présenté, à juste titre, comme un risque vis-à-vis de la dynamique du cours d'eau.

Le SOC Meurthe-et-Moselle est celui qui se rapproche le plus du concept de fuseau de mobilité dans l'acception que nous avons retenue. Cependant le fuseau de mobilité final (au sens du SDAGE) **ne correspond pas toujours au seul concept de « mobilité fonctionnelle »**.

Dans tous les cas, une analyse complémentaire reste à effectuer : finaliser l'enveloppe de divagation historique par une enveloppe complémentaire de « précaution » sur des critères géomorphologiques adaptés à chaque cours d'eau et à l'intensité de sa dynamique fluviale (et non sur une base systématique de 50 ou 100 m)

4 TYPES ET FONCTIONNEMENTS MORPHODYNAMIQUES DES COURS D'EAU ETUDIES

Pour définir la démarche à entreprendre en phase 2 pour la délimitation de fuseaux de mobilité au sens du SDAGE, il est nécessaire de qualifier à la fois le type morphologique des cours d'eau concernés et l'intensité des processus morphodynamiques qui s'y développent.

4.1 POSITION DES COURS D'EAU DANS LA TYPOLOGIE RHIN-MEUSE

4.1.1 *Rappel des concepts et des objectifs de la typologie Rhin-Meuse*

« Tous les cours d'eau ne peuvent pas, ne doivent pas, être traités de la même façon » (Typologie des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse. Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1998).

Ce constat a conduit l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (puis les autres Agences de l'Eau) à réaliser une typologie des cours d'eau, basée sur les caractéristiques géologiques, hydrauliques et géomorphologiques des cours d'eau, se traduisant par des expressions particulières des phénomènes d'érosion et de sédimentation telles que : incision des versants, dépôts et remaniement de cônes alluviaux, formation de glacis, méandrage au sein de vastes plaines d'accumulation, etc.

Les grands types de fonctionnement fluvial ont été regroupés en types de cours d'eau dont chacun est susceptible de se voir attribuer des règles de gestion les plus adaptées.

La typologie actuelle se rapproche de celles basées sur les écorégions mais appliquée à des tronçons de cours d'eau, en tenant compte des influences amont-aval.

En l'espèce, cette typologie nous permet d'avoir une première image du fonctionnement morphodynamique des cours d'eau étudiés.

4.1.2 *Position des cours d'eau étudiés*

Nous avons présenté l'appartenance typologique des 6 cours d'eau étudiés sous la forme d'un tableau calqué sur le tableau de synthèse fourni en fin du rapport « Typologie des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse, 1998 ».

Seuls les types concernés ont été décrits avec les éléments de leur « profil type » directement utilisables dans le cadre de notre démarche.

Tableau I
Position des cours d'eau étudiés
dans la typologie des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse
(sur la base de la carte à 1/1000 000)

	Type 2 Moyennes vallées des Vosges cristallines	Type 3 Cours d'eau de piémont, cônes alluviaux et glaciés	Type 5 Basses vallées de plateaux calcaires et marno-calcaires	Type 6 Cours d'eau de plaine et de collines argilo- limoneuses
cours d'eau concerné	* Moselle entre cfl Vologne et Epinal * Vologne entre Granges et Lavelline * Vologne entre Fiménil et Prey * Vologne en aval de Cheniménil	* Moselle entre Lépange et cfl. Vologne, * Moselle en aval d'Epinal * Meurthe entre Anould et Lunéville (sauf amont immédiat Raon) * Vologne entre Lavelline et Fiménil * Vologne entre Prey et Cheniménil	* Meuse dans tout le secteur d'étude * Mortagne entre Magnière et Gerbéviller	* Vezouze en aval de Fréménil * Mortagne en aval de Gerbéviller
Eléments du profil type				
LIT MAJEUR				
Largeur	modeste	élargissement	étroit à large	très large
annexes hydrauliques	absentes	nombreuses	peu nombreuses	nombreuses
LIT MINEUR				
style fluvial	sinuosité légère	méandres actifs	méandres légèrement confinés	méandres tortueux
Activité morphodynamique	modérée	assez forte	faible	moyenne à faible

De cette typologie, il ressort un premier classement des cours d'eau étudiés sur la base de l'intensité potentielle de leurs processus morphodynamiques :

- la Moselle et la Meurthe sont globalement des cours d'eau à dynamique potentiellement active. C'est le cas aussi de la Vologne dans certains tronçons,
- la Mortagne et la Vezouze sont à dynamique modérée à faible,
- la Meuse est à dynamique faible.

4.2 INTENSITE DES PROCESSUS MORPHODYNAMIQUES

Bien que l'approche typologique réalisée par l'Agence Rhin-Meuse nous fournisse déjà les premiers éléments d'une connaissance de la dynamique fluviale des cours d'eau concernés, il nous a semblé nécessaire d'approfondir cette connaissance pour **valider l'applicabilité à tous ces cours d'eau du concept de fuseau de mobilité**.

Trois sources d'information nous ont permis d'affiner le diagnostic morphodynamique :

- une analyse de la bibliographie scientifique et technique,
- une visite de terrain sur l'ensemble des secteurs à étudier (complétée par un survol à basse altitude avec prises de vues sur la Moselle, la Meurthe, la Mortagne et la Vezouze),
- une cartographie des tracés historiques, réalisée pendant cette première phase de l'étude, sur les cours d'eau pour lesquels nous n'en disposions pas : la Meuse, la Vologne, la Vezouze et la Mortagne.

L'ensemble a été coordonné grâce à la bonne connaissance antérieure des cours d'eau d'Hydratec.

Pour évaluer de manière plus précise l'intensité des processus morphodynamiques actuels ou récents, 3 types d'indicateurs ont été recherchés :

- les taux d'érosion latérale depuis 150 ans, mesurés au droit des concavités les plus actives, perpendiculairement à l'axe du cours d'eau
- l'évaluation de la durée d'un cycle complet de développement d'un méandre (si réalisable),
- le type de développement des sinuosités : érosion uniquement latérale puis recoupement, érosion/translation/recoupement ou non recoupement.

NB : il ne s'agit que d'ordres de grandeurs des phénomènes, les documents disponibles ne permettant pas d'obtenir des valeurs précises des taux d'érosion (précision du recalage des cartes) ou des cycles de développement des méandres.

4.2.1 La Moselle

L'analyse de 3 documents (BCEOM - CETE DE L'EST, 1982 ; G.Maire, S.Lasserre, 1991 ; HYDRATEC, 1994) nous a permis de mieux cerner le fonctionnement morphodynamique de la Moselle.

4.2.1.1 Amont d'Epinal

Le tracé est très fortement stabilisé pour des raisons naturelles (fond de vallée resserré) et anthropiques (canal, voie ferrée, barrages, routes, ponts). Il a du être plus mobile dans un passé lointain notamment en amont immédiat de la confluence avec la Moselotte et entre Remiremont et Eloye.

4.2.1.2 Aval d'Epinal

C'est très clairement le tronçon potentiellement le plus dynamique des 6 cours d'eau étudiés. La pente moyenne de 1.5 ‰, des crues fortes et un fond de vallée large constitué d'alluvions fluviales récentes facilement érodables (galets de 15 à 30 mm de diamètre médian) expliquent cette potentialité dynamique.

De nombreuses interventions humaines ont cependant fortement grevé ces potentialités : ponts, barrages, voies de communication et leurs protections de berges. L'intervention humaine la plus pénalisante a cependant été l'extraction de granulats en lit mineur entre 1950 et 1980 environ, qui a provoqué un enfouissement généralisé du lit et l'abaissement corrélatif de la nappe alluviale.

Le report des extractions en lit majeur à partir des années 80 a permis de réduire cet impact mais n'a en réalité fait que repousser le problème dans le temps. Le lit majeur, espace d'ajustement en plan et en long et de recharge alluviale est aujourd'hui fortement mité par des plans d'eau anciens ou des gravières en cours d'exploitation.

Seuls quelques secteurs restent aujourd'hui potentiellement actifs et susceptibles d'assurer la préservation de processus morphodynamiques « naturels » (ils seront cependant nécessairement influencés par ce qui se passe en amont : piégeage de la charge grossière dans les barrages, dans les anciennes fosses d'extraction, etc...).

- Les taux d'érosion moyens que nous avons pu évaluer à partir des documents existants peuvent atteindre 3 à 5 m/an dans les secteurs actuellement actifs, sauf secteurs particuliers (notamment l'aval immédiat du pont de Bayon où l'on a pu mesurer jusqu'à 20-30 m/an dans les années 79-82 (Maire et Lasserre, 1991)).

Ces taux d'érosions ne peuvent en aucun cas être considérés comme entièrement « naturels » compte tenu du contexte d'extraction intense en lit mineur pendant les mêmes périodes.

RAPPEL : Avant les années 80, la localisation de la plupart des exploitations de granulats en lit mineur ou moyen (c'est-à-dire dans la zone habituelle où se produit le transport solide dans un cours d'eau) mettait en route des processus morphodynamiques qui se développaient de deux manières, **en plus de l'enfoncement direct lié à l'extraction du stock en place :**

- par **érosion régressive**, c'est à dire se propageant depuis le site d'extraction vers l'amont par un phénomène de **grignotage du talus amont de l'exploitation** (souvent une vaste fosse où venaient régulièrement se piéger les matériaux en transit) jusqu'à l'obtention d'une nouvelle pente d'équilibre. Ce type d'érosion peut se propager sur une distance variable vers l'amont en fonction de la pente locale du lit, de la taille de l'extraction, du type d'exploitation (quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres) etc..

- par **érosion progressive**, se propageant depuis le site d'extraction vers l'aval, en raison du **déficit en charge alluviale** provoqué par le brusque piégeage d'une grande part de la charge solide en charriage, saltation et même suspension. A débit égal, la rivière transportant moins de matériaux dissipe son énergie excédentaire en remobilisant une charge de substitution, en aval de l'exploitation, et ce, en théorie, jusqu'à obtenir un débit solide égal à sa capacité de transport ou à aboutir à une nouvelle capacité de transport adaptée à sa charge alluviale (par réduction de sa pente notamment ou de sa profondeur). Cette recharge en sédiments se fait en premier lieu au détriment de la partie du lit la plus "érodable", le fond du lit en général (forces tractrices plus élevées) mais aussi les berges selon les cas (fonction de la granulométrie du fond ou des berges, de la présence de végétation ou de structures empêchant l'érosion latérale etc..).

- ♦ Le type de développement des méandres est la croissance, la translation aval puis le recouplement par déversement⁽³⁾
- ♦ Nous évaluons le cycle complet de développement d'un méandre (de sa naissance à son recouplement) à environ 20-30 ans dans les secteurs les plus actifs au cours des années 50-80.

4.2.1.3 Conclusion sur la Moselle

- ♦ **Le concept de fuseau de mobilité est applicable à tout le tronçon situé en aval d'Epinal.** Les taux d'érosion actuels et du passé récent ainsi que les cycles de développement des méandres sont situés dans une échelle de temps proportionnée aux échelles de temps utilisées pour la gestion.
- ♦ Le tronçon situé entre Epinal et Remiremont peut aussi être concerné par la définition d'un fuseau de mobilité mais avec une moindre pertinence (mobilité naturelle plus faible et applicabilité difficile du concept compte tenu du fort taux d'aménagement).

4.2.2 La Meurthe

Nous avons basé notre analyse sur les documents suivants : DDE de Meurthe-et-Moselle, 1991 ; CNR, 1991 ; HYDRATEC, 1994 ; HYDRATEC, 1996 ; Lacroix C., 1991.

L'ensemble du secteur d'étude appartient au même type selon la typologie Rhin-Meuse (cours d'eau de piémont), sauf l'amont immédiat de Raon l'Etape (moyenne vallée des Vosges cristallines). Il s'agit donc d'un type à dynamique a priori potentiellement active (ancien cône fluvio-glaciaire).

Nous noterons cependant que c'est en aval de Raon l'Etape que débute le tronçon potentiellement le plus actif.

Nous ne disposons malheureusement pas de données concernant la dynamique fluviale du secteur allant de Raon-l'Etape à Saint-Clément. Nous ne pourrions donc porter de diagnostic que sur les portions de la Meurthe étudiées sous cet angle : entre Anould et Raon l'Etape (Hydratec, 1994 ; CNR, 1991) et entre St Clément et Lunéville (HYDRATEC, 1996 ; Lacroix C., 1991).

⁽³⁾ On distingue deux types de recouplement de méandres (in Bravard et Petit, 1997):

- par **tangence** : le recouplement se fait de manière progressive par resserrement du pédoncule, comme dans les cours d'eau caractérisés par des pentes et des vitesses faibles, des crues peu marquées et un recouvrement limoneux. Le chenal recoupé est très incurvé, isolé du chenal principal par des bouchons alluviaux construits aux extrémités et rempli de limons et argiles apportés par débordement sur le lit majeur ;
- par **déversement** : la rupture du pédoncule est produite par des courants de débordement rapides qui incisent la convexité sur le tracé de chenaux internes ou gouttières abandonnées dans la phase de construction de la convexité. Ce type de recouplement se produit préférentiellement dans des rivières caractérisées par des planchers alluviaux à pente forte, par des matériaux grossiers et affouillables, et des régimes hydrologiques contrastés. Les chenaux abandonnés par le recouplement sont moins sinueux que dans le cas précédent, mieux alimentés par apport fluvial direct et sont donc remplis de sédiments plus grossiers (des sables et des limons). Leur durée de vie est également moins longue, de quelques années à quelques dizaines d'années, au lieu de quelques dizaines d'années à quelques siècles. Les déversements peuvent également se produire en travers de surfaces uniformes ou de trains complets de méandres.

4.2.2.1 Tendances morphodynamiques

L'ensemble du secteur d'étude, hors amont immédiat de Raon, est à dynamique potentiellement active.

- ♦ Les taux d'érosion que nous avons pu évaluer dans les secteurs récemment actifs peuvent atteindre localement de l'ordre de 6-8 m/an entre Saulcy et Ste Marguerite ; 5-6 m/an entre l'aval de St Dié et St Michel, pour la période 1950-1981.
Dans le secteur St Clément/Lunéville, les données géomorphologiques des rapports d'étude cités précédemment permettent d'évaluer des taux d'érosion récents atteignant localement 6-8 m/an.
- ♦ Le type de développement des méandres est la croissance, la translation aval puis le recouplement par déversement ou par tangence selon les secteurs (à vérifier).
- ♦ Le cycle complet de développement d'un méandre est difficile à estimer à partir des seules comparaisons de tracés anciens car nous ne savons pas si les recouplements sont toujours naturels. La figure 14 du rapport HYDRATEC, (1996) (présentée figure 6) permet de proposer une estimation pour le secteur Fraimbois/Lunéville de l'ordre d'au moins 100 ans (méandre de « sur la rivière »). Nous noterons que les méandres de la Meurthe n'évoluent pas de façon continue et homogène mais peuvent présenter des évolutions à plusieurs lobes qui rendent plus difficile encore l'évaluation de la durée d'un cycle complet de développement.

4.2.2.2 Conclusion sur la Meurthe

- ♦ **Le concept de fuseau de mobilité est applicable à tout le secteur d'étude, hors amont immédiat de Raon l'Etape.** Les taux d'érosion actuels et du passé récent sont situés dans une échelle de temps proportionnée aux échelles de temps utilisées pour la gestion. Le cycle de développement complet d'un méandre semble cependant beaucoup plus lent que sur la Moselle.
- ♦ Le tronçon situé en aval de Raon l'Etape est sans doute potentiellement beaucoup plus actif que le tronçon amont.

4.2.3 La Meuse

4.2.3.1 Tendances morphodynamiques

Nous avons pu évaluer l'intensité des processus morphodynamiques à partir de l'étude BETURE, 1994, de la cartographie des tracés anciens et d'une visite de terrain.

D'une manière générale, le type géomorphologique de la Meuse la place dans la catégorie des rivières à **activité morphodynamique faible**.

L'étude BETURE conclut à une dynamique globalement faible, avec quelques évolutions très localisées (« légères accentuations des sinuosités »).

La comparaison des tracés anciens ⁽¹⁾ que nous avons reportés sous SIG ⁽²⁾ dans le cadre de la présente étude, nous amène à la même conclusion.

(1) cartes IGN 1/25000^{ème} récentes, cartes IGN 1/25000^{ème} 1949 à 1955, cartes d'Etat Major 1/80000^{ème} 1835 à 1837

(2) SIG : Système d'Information Géographique

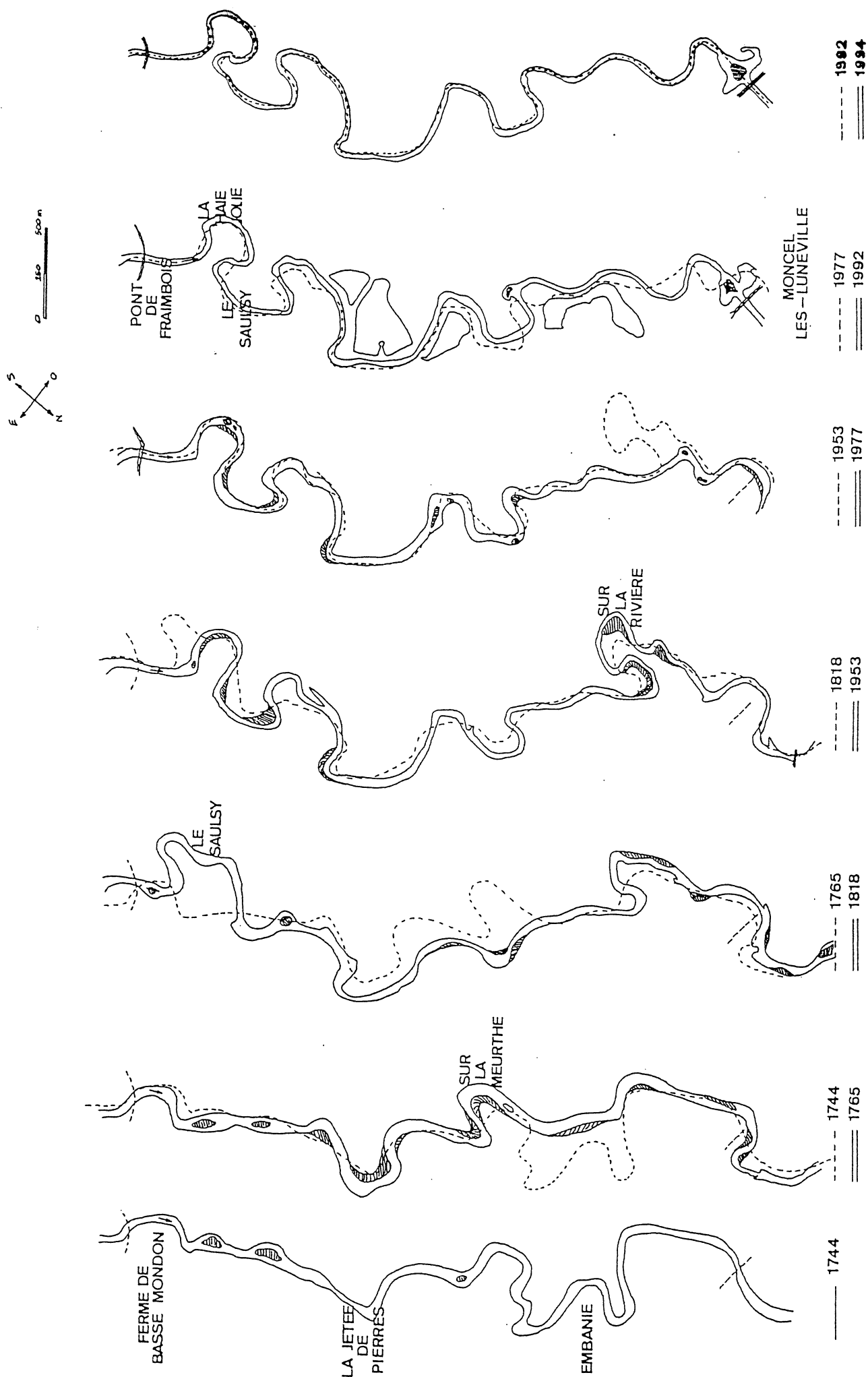


Figure 6
Evolution du secteur entre le pont de Fraimbois
et Moncel-lès-Lunéville

- Dans les **secteurs, très ponctuels, que l'on qualifiera d'actifs**, les taux d'érosion atteignent péniblement des valeurs de l'ordre de **0.6 à 1.25m/an (maximum mesuré)** en moyenne sur la période 1830/1990 (Rigny la Salle, Pagny, aval Pont canal de Troussey, amont Void, quelques autres sites).
- Dans ces quelques secteurs « actifs », les méandres ont tendance à se développer latéralement (croissance). On observe localement de légères translations vers l'aval. Le type de recouplement dominant semble être le recouplement par tangence (Ambly, Brabant)
- Nous n'avons pu observer de cycle complet de développement de méandres sur la période analysée (1830 à 1990). Le seul indice que nous ayons est le méandre aval de Vacherauville qui s'est manifestement développé puis recoupé entre 1830 et 1950, ce qui donnerait une valeur d'1 siècle environ, mais il s'agit du seul exemple sur 200 km de linéaire...
Il existe par contre au sein du lit majeur des reliques d'anciens tracés, parfois à plus de 500 m du lit actif, qui peuvent laisser penser à des phénomènes d'avulsion, ce qui paraît très curieux sur un cours d'eau qui n'est manifestement pas en phase d'exhaussement. La datation de ces tracés serait extrêmement instructive.

4.2.3.2 Conclusion sur la Meuse

Les faibles manifestations d'activité dynamique en plan sont liées à la fois :

- à la **faible puissance spécifique** ⁽¹⁾ du cours d'eau (pente = 0.0004 à 0.0006, débit de plein bords = 40-60 m³/s, largeur = 40-60 m -> **puissance spécifique = 3 à 9 W/m².**),
- à des **berges certes graveleuses mais rendues cohésives** par un ciment calcaire de dissolution.

Cette activité morphodynamique naturelle faible est de plus limitée par de nombreuses interventions humaines telles que ponts, digues, barrages, enrochements.

⁽¹⁾ La puissance est calculée comme suit :

$$\Omega = \gamma QJ \quad \text{en watts/mètres}$$

où γ est le poids volumique de l'eau (N/m³), Q le débit de pleins bords (m³/s), J la pente du lit (m/m).

On utilise parfois aussi la **puissance spécifique** :

$$\omega = \Omega/l \quad \text{en watts/m}^2$$

où l est la largeur du cours d'eau (m) pour un débit de pleins bords.

On admet généralement que les cours d'eau présentant une puissance inférieure à **35 W/m²** sont potentiellement peu actifs, particulièrement s'ils ont des berges cohésives

4.2.4 La Vezouze

La Vezouze appartient au type des rivières de plaine à dynamique moyenne à faible.

L'évaluation plus précise de l'intensité de sa dynamique fluviale a été effectuée à partir de la comparaison de 3 tracés en plan (environ 1835-1953-1990 ⁽¹⁾) reportés sous SIG dans le cadre de cette phase d'étude.

4.2.4.1 Tendances morphodynamiques

- Sur les 25 km du secteur d'étude, seuls 3 sites (amont de Chanteheux et amont de Croismare, amont de Domjevin) semblent avoir présenté une dynamique relativement active dans un passé récent. Les taux d'érosion les plus forts avoisinent 1,2 à 1,4 m/an (Maison Rouge, Beaulieu). Il n'est cependant pas pertinent d'appliquer cette valeur à l'ensemble du linéaire, globalement stable malgré des indices d'une activité dynamique sur le long terme (nombreux bras morts ou traces d'anciens bras morts)
- Le type d'évolution des méandres semble être l'évolution « sur place » sans (ou très faible) translation aval puis le recoupement par tangence .
- Nous n'avons pas d'indices permettant d'évaluer la durée d'un cycle complet de développement d'un méandre. Compte tenu des tracés de méandres les plus anciens dont nous disposons (1835), la plupart non recoupés, il est possible d'estimer qu'un cycle complet de développement d'un méandre est supérieur à 150 ans et peut être 200 ans. Le méandre de Maison Rouge s'est recoupé entre 1835 et 1954 puis s'est développé fortement entre 1954 et nos jours. Il n'est pas encore recoupé mais atteint déjà une certaine maturité.

4.2.4.2 Conclusion sur la Vezouze

La dynamique fluviale peu active est probablement liée à la faible puissance spécifique (non calculée) et à des berges sablo-limoneuses plutôt cohésives. Les diverses interventions humaines réalisées sur son cours (barrages, ponts, protections de berges) accentuent encore ce caractère.

Cette faible activité à notre échelle de temps ne signifie pas pour autant absence de processus d'érosion tant les marques d'anciens méandres sont nombreuses dans le lit majeur. Il est cependant probable que le balayage du lit majeur par le lit mineur ne s'effectue aujourd'hui que sur une échelle de temps de plusieurs siècles.

4.2.5 La Mortagne

La Mortagne dans le secteur d'étude peut être scindée en 2 tronçons : l'amont de Gerbéviller appartient au type des rivières de basses vallées de plateaux calcaires à dynamique faible ; l'aval de Gerbéviller appartient au type cours d'eau de plaine et de collines argilo-limoneuses à dynamique faible à modérée.

⁽¹⁾ Mêmes types de cartes que pour la Meuse (cf (1) page 22)

4.2.5.1 Tendances morphodynamiques

Dans ces deux tronçons, l'intensité de l'activité dynamique en plan reste globalement très faible.

Nous avons précisé l'intensité de la dynamique fluviale de la Mortagne à partir de deux études : CORBONNOIS J., 1991, SINBIO, 1996 et à partir de la comparaison de 3 tracés en plan (environ 1835-1953-1995⁽¹⁾) reportés sous SIG dans le cadre de cette phase d'étude.

Corbonnois (1991) note une reprise récente de l'activité dynamique en amont de Gerbéviller, notamment dans les secteurs aménagés au cours des années 70-80. L'étude SINBIO indique que de nombreux recoupements de méandres ont été réalisés artificiellement depuis le 19^{ème} siècle. Elle note aussi le rôle majeur de la crue de 1983 dans la reprise de processus érosifs importants (non quantifiés). Depuis cet épisode et jusqu'à 1994, certains méandres auraient progressé de 2 à 6 m (soit 0,2 à 0,5m/an, ce qui est faible). SINBIO indique aussi le rôle majeur des embâcles en lit mineur qui peuvent jouer le rôle d'épis et favoriser l'érosion des berges opposées.

La comparaison des tracés anciens nous permet de proposer une estimation globale des processus :

- en amont de Gerbéviller, seul le secteur situé entre Magnières et Valois présente des indices de dynamique latérale récente (« le Grand Taquais »). Les taux d'érosion évalués à partir des tracés de 1825-1953 et 1990 sont au maximum de l'ordre de 0,6 m/an. Entre Gerbéviller et Xermaménil plusieurs segments de quelques centaines de mètres semblent avoir été modérément actifs dans un passé récent (depuis mi-19^{ème}). Les taux d'érosion évalués restent proches de valeurs de l'ordre de 0,6 à 0,8 m/an (« le gué des Bordes »).
- le type d'évolution des méandres est de type « évolution latérale sur place » avec localement quelques indices de translation. Les recoupements semblent se produire essentiellement par tangence.
- Le cycle complet de développement d'un méandre n'a pu être estimé faute de documents plus anciens que les cartes de 1835. Il est donc très probablement supérieur à 150/200 ans.

4.2.5.2 Conclusion sur la Mortagne

La dynamique modérée observée aujourd'hui (hors quelques érosions très localisées, souvent liées à des embâcles), est liée à une faible puissance naturelle aggravée par le même type d'interventions que sur la Vezouze (protections de berges notamment). Cela n'est pas contradictoire avec les indices de mouvements de plus grande ampleur constatés dans le lit majeur (nombreuses traces d'anciens méandres recoupés), mais réalisés sur une durée multi-séculaire.

4.2.6 La Vologne

La Vologne dans le secteur d'étude appartient en alternance à 2 types morphologiques (cf tableau I) : moyennes vallées des Vosges cristallines et cours d'eau de piémont. Le premier type est à dynamique a priori modérée, le second à dynamique assez forte.

⁽¹⁾ Mêmes types de cartes que pour la Meuse (cf (1) page 22)

4.2.6.1 Tendances morphodynamiques

Les seuls documents utilisés pour le diagnostic sont les cartes des tracés en plan (environ 1838-1953-1995 ⁽¹⁾) reportés sous SIG dans le cadre de cette phase d'étude.

- Deux secteurs ont présenté une **légère activité érosive récente** : l'aval immédiat du pont de Laveline et l'aval de Lépages. On y mesure des taux d'érosion avoisinant très localement 0,4 à 0,6 m/an, ce qui est très faible.
- Le type d'évolution des méandres de ces secteurs « mobiles » est la croissance puis la migration aval (Laveline) ou la simple croissance « sur place » (aval Lépages)
- Il a été impossible d'évaluer la durée d'un cycle complet de méandrage à partir des documents disponibles.

4.2.6.2 Conclusion sur la Vologne

Comme la Vezouze et la Mortagne, la Vologne est manifestement un cours d'eau à faible activité dynamique latérale naturelle accentuée par des interventions humaines stabilisatrices.

⁽¹⁾ Mêmes types de cartes que pour la Meuse (cf (1) page 22).

4.3 CONCLUSION SUR LES FONCTIONNEMENTS MORPHODYNAMIQUES DES COURS D'EAU ETUDIÉS

4.3.1 *Typologie morphodynamique des 6 cours d'eau étudiés*

Nous avons effectué un classement des 6 cours d'eau sur le critère de l'intensité des processus morphodynamiques actuels et potentiels.

Par ordre décroissant d'intensité nous avons le résultat suivant :

1. Moselle
2. Meurthe
3. Mortagne, Vezouze,
4. Meuse, Vologne

Pour la Moselle et dans une moindre mesure la Meurthe, le concept de fuseau de mobilité est tout à fait applicable dans son acception d'une **logique de gestion visant à préserver une dynamique fluviale active** pour préserver les autres compartiments de l'hydrosystème et notamment la dynamique écologique.

La dynamique fluviale des autres cours d'eau (Meuse, Vezouze, Mortagne et Vologne) est actuellement faible, l'échelle de temps des processus dynamiques d'érosion latérale et de balayage du lit majeur est longue (multiséculaire). Cependant, chacun de ces cours d'eau présente localement des secteurs actifs et des indices de dynamique latérale récente.

Par ailleurs, sur ces cours d'eau, les processus dynamiques sont également entravés par des aménagements ponctuels (barrages, seuils, ponts, ...) ou linéaires (protections de berge). La ruine de certains de ces ouvrages (c'est le cas de barrages vétustes et en mauvais état) pourrait réactiver des phénomènes de divagation. Ces réactivations se feraient dans des proportions et avec des vitesses qu'il est impossible d'évaluer en l'état actuel des connaissances en matière de dynamique fluviale.

Ainsi, malgré une dynamique fluviale actuellement modeste, le concept de fuseau de mobilité peut aussi être appliqué à ces 4 cours d'eau (Meuse, Vezouze, Mortagne et Vologne).

4.3.2 *Questions en suspens*

Cette première conclusion nous amène aux questions suivantes :

- 1- peut-on appliquer uniformément le concept de fuseau de mobilité, même aux cours d'eau ou portions de cours d'eau à dynamique faible ou modérée (Meuse, Vezouze, Mortagne et Vologne) ?
- 2- si oui, sur quelle **échelle de temps** doit-on se baser pour le justifier ?
- 3- si non, quels autres concepts proposer ?

La réponse à la première question est contenue dans la réponse à la seconde :

- si l'on choisit d'aborder le concept de mobilité fluviale à l'échelle de plusieurs siècles, alors il est pertinent de définir un fuseau de mobilité sur tous les cours d'eau étudiés. En effet, les traces, nombreuses, d'anciens méandres dans la plupart des lit majeurs (sauf la Vologne) sont des indicateurs forts d'activité fluviale à l'échelle historique ; **mais**, si l'on devait dater ces anciens tracés (des méthodes existent) on obtiendrait probablement des valeurs de 200-300 ans, peut-être plus.
- si l'on estime que la dimension temporelle pertinente, en termes de gestion du lit majeur, est le siècle, seules la Moselle et la Meurthe justifieraient la préservation d'un **espace dédié à la dynamique fluviale**.

La réponse à la troisième question, en cas de réponse négative à la première, est la proposition de **délimitation d'espaces tampon**, à vocation écologique, paysagère, ou simplement patrimoniale.

5 METHODE PROPOSEE POUR LA DETERMINATION DU FUSEAU DE MOBILITE FONCTIONNEL THEORIQUE

5.1 APPORTS D'UNE ETUDE METHODOLOGIQUE RECENTE

L'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée - Corse a fait réaliser récemment ⁽¹⁾ une étude intitulée : « Conception de divers documents pour promouvoir et aider à réaliser des études de définition de l'espace de liberté de cours d'eau » ⁽²⁾.

Cette étude fait le point des connaissances sur le sujet traité. Elle comporte :

- une synthèse de la bibliographie existante (internationale et nationale),
- des propositions méthodologiques,
- l'élaboration d'un guide méthodologique.

Cette étude fait ainsi le point sur les méthodes de définition de l'espace de liberté de cours d'eau tant à l'étranger, qu'en France et sur l'état de l'art dans ce domaine.

L'approche bibliographique avait pour objectif initial de faire un bilan de la connaissance sur les aspects conceptuels et techniques de l'espace de liberté.

Les auteurs de l'étude notent que, s'il s'avère que le concept d'espace de liberté est en cours d'élaboration et de prise en compte dans de nombreux pays, **ils n'ont trouvé aucune référence bibliographique sur les méthodes de définition concrète de cet espace** (sauf dans des exemples français). Aussi la synthèse bibliographique a porté essentiellement sur les aspects conceptuels et les exemples d'application (pays concernés : Etats-Unis, Allemagne, Royaume-Uni, Suisse).

L'étude réalisée pour l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée – Corse n'a pas conduit à déterminer de méthode standard.

Elle a défini différents espaces de liberté et préconisé une démarche en deux temps :

- une pré-étude, comportant notamment une approche typologique des cours d'eau concernés, et permettant le choix des méthodes à employer et du niveau de précision,
- la mise en œuvre de la méthode choisie pour le cas concerné.

C'est cette démarche que nous avons adoptée avec :

- l'analyse du type et du fonctionnement morphodynamique des cours d'eau étudiés (cf. chapitre 4),
- la proposition de la méthode, présentée ci-après dans ce chapitre.

⁽¹⁾ Cette étude a été terminée pendant le 4^{ème} trimestre 1998.

⁽²⁾ Cette étude a été réalisée par Epteau-Latitude, avec des experts associés :

- hydrogéomorphologues : JP Bravard (Université Sorbonne), H Piégay (CNRS),
- hydrauliciens : E Herouin et P Ramez (Cemagref).

A Epteau-Latitude, le chargé d'étude était JR Malavoi. Celui-ci est maintenant ingénieur-conseil indépendant et a collaboré avec Hydratec pour la présente étude concernant les cours d'eau du bassin Rhin-Meuse.

5.2 CHOIX DE L'ECHELLE DE TEMPS

L'analyse du fonctionnement morphodynamique des cours d'eau étudiés (analyse présentée dans le chapitre 4), nous a conduit (cf. 4.3.2) à poser des questions relatives :

- à l'échelle de temps à prendre en compte,
- à l'application du concept de mobilité aux cours d'eau ou portions de cours d'eau à dynamique faible ou très modérée.

Lors de sa réunion du 5 octobre 1998, consacrée à l'examen du rapport intermédiaire de phase 1, le Comité Technique chargé du suivi de l'étude a arrêté la position suivante :

- **l'échelle de temps prise en compte est de 1,5 à 2 siècles pour les fuseaux historiques,**
- **avec cette échelle de temps, le fuseau de mobilité fonctionnel théorique peut être défini pour chacun des 6 cours d'eau pris en compte : Meuse, Moselle, Meurthe, Mortagne, Vezouze, Vologne.**

Sur ces bases, la même démarche est mise en œuvre en phase 2, pour les cours d'eau à dynamique active et ceux à dynamique faible ou modérée.

5.3 AXES DIRECTEURS DE LA METHODOLOGIE PROPOSEE

La méthode proposée pour la définition du fuseau de mobilité fonctionnel théorique repose sur :

- **la cartographie de l'espace de divagation historique**, d'après les documents cartographiques existants : cette cartographie concernera les évolutions en plan des cours d'eau depuis le milieu du XIX^{ème} siècle.
- **la cartographie de l'amplitude d'équilibre** : les recherches effectuées dans les dernières décennies montrent qu'on peut établir une relation entre l'amplitude des sinuosités des cours d'eau à méandres et la largeur de ces cours d'eau ; on peut ainsi définir un fuseau théorique correspondant à la géométrie d'équilibre dynamique probable des cours d'eau concernés.

Le fuseau de mobilité fonctionnel théorique est constitué par l'enveloppe externe des deux enveloppes précédentes. Cette enveloppe externe sera dessinée sans tenir compte des contraintes humaines existantes dans son emprise. Ce fuseau de mobilité théorique sera amendé en phase 3 par l'intégration des contraintes humaines et économiques majeures.

Une approche complémentaire (prenant en compte le transport solide) est proposée pour la Moselle qui est le cours d'eau potentiellement le plus actif de la zone d'étude, voire de tout le Nord-Est de la France.

En première étape, nous cartographierons **à titre indicatif**, l'espace maximal mobilisable qui correspond à l'ensemble du fond de vallée. Ce qui permettra de situer le fuseau de mobilité défini dans l'ensemble de la vallée balayée par le cours d'eau à l'échelle des derniers millénaires.

La méthode proposée pour la phase 2 comprend des méthodes présentées par les auteurs de l'étude réalisée pour l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée - Corse, citée précédemment : identification et cartographie de l'espace de divagation historique, utilisation du concept d'amplitude d'équilibre.

Le degré de précision de la méthode proposée est conforme à l'état actuel de l'art dans le domaine de la dynamique fluviale.

5.4 ETAPE 1 : DETERMINATION DE L'ESPACE MAXIMAL MOBILISABLE

5.4.1 Objectifs

Il s'agit de cartographier l'espace du fond de vallée ayant été balayé par le cours d'eau à l'échelle des derniers millénaires. Cette première enveloppe, la plus vaste et la plus externe, doit permettre aux différents partenaires de **relativiser l'intensité des processus actuels d'érosion latérale** par rapport à leur intensité au cours des derniers milliers d'années. Cette enveloppe, le plus souvent non entièrement mobilisable par le cours d'eau à notre échelle de temps, pourrait se rapprocher du concept d'**espace de liberté idéal**, dans la mesure où, si on laisse au cours d'eau l'ensemble de cet espace, il disposera de toute la gamme des paramètres d'ajustement morphodynamique à long terme : amplitude du champ de méandrage pour ajuster sa pente, ensemble du stock alluvial pour ajuster sa charge solide.

5.4.2 Méthode

La méthode la plus simple consiste à se référer aux cartes géologiques à grande échelle (1 :50 000 et 1 :80 000) et à cartographier comme enveloppe de cet espace maximal la limite externe des **alluvions modernes Fz, Fyz, Fy**.

5.5 ETAPE 2 : DETERMINATION DU FUSEAU DE MOBILITE FONCTIONNEL

5.5.1 Cartographie de l'amplitude d'équilibre

5.5.1.1 Concepts

Un certain nombre de chercheurs, tant hydrauliciens que géomorphologues, ont cherché depuis plus de 50 ans, à établir des relations entre divers paramètres géométriques du cours d'eau et d'autres variables, afin d'approcher la **géométrie d'équilibre dynamique des lits fluviaux**. Parmi ces relations, établies à partir de données recueillies sur cours d'eau naturels ou modèles réduits, il en est une fondamentale, qui permet de répondre en partie au problème posé par la définition de fuseaux de mobilité fonctionnels : **l'amplitude des sinuosités en fonction de la largeur du lit mineur**.

La plupart de ces auteurs ont montré qu'il existait une assez grande constance de cette relation à l'échelle planétaire (comme pour la longueur d'onde des sinuosités d'ailleurs), qui pourrait donc être considérée comme un élément d'appréciation de l'état d'équilibre dynamique d'un cours d'eau.

Nous présentons ci-après :

- une analyse bibliographique,
- les résultats de mesures réalisées sur les secteurs d'étude du bassin Rhin-Meuse,
- une autre étude de cas concernant la Loire,
- la méthode proposée pour la cartographie de l'amplitude d'équilibre.

5.5.1.2 Analyse bibliographique

La mesure de l'amplitude de deux sinuosités en alternance de phase est présentée sur la figure 7. Certains auteurs anglosaxons utilisent parfois le terme de *meander belt* pour désigner l'emprise surfacique de plusieurs sinuosités consécutives et limitent la mesure de l'amplitude à la distance entre deux sommets de sinuosités opposées mais en prenant la mesure au milieu du chenal (DIN 4049, figure 8).

NB : La plupart des géomorphologues utilisent des valeurs adimensionnelles de l'amplitude (A) en la divisant par la largeur du lit mineur à pleins bords (W) afin de permettre des comparaisons de cours d'eau de tailles variées.

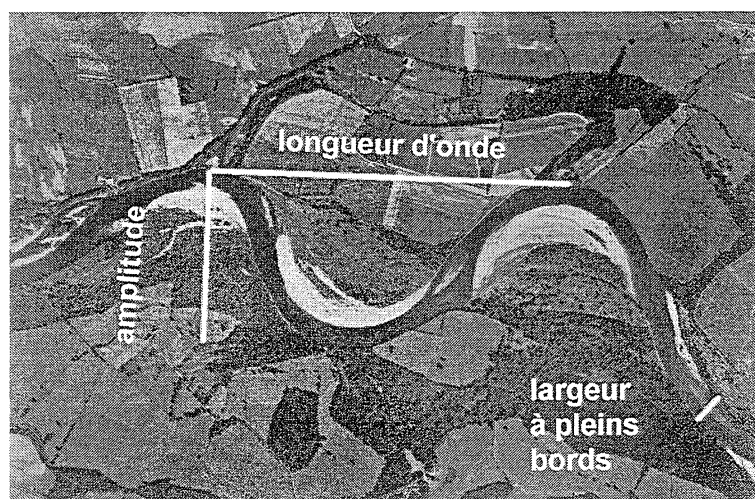
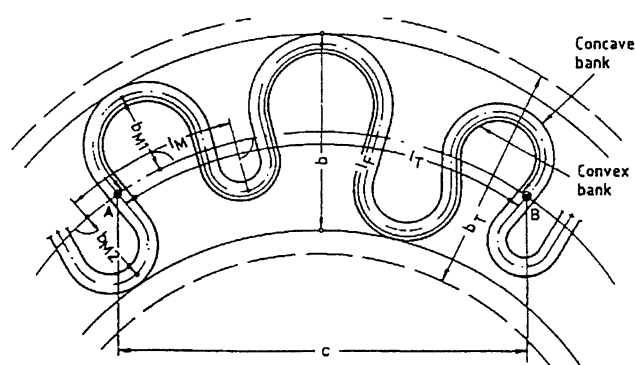


figure 7



- b : Width of meander belt
- $b_M = b_{M1} + b_{M2}$: Meander amplitude
- l_M : Meander wavelength
- b_T : Width of valley floor
- l_F : River length between A and B
- l_T : Valley length between A and B
- c : Distance between A and B (beeline)

Fig. 5.2. Nomenclature of meander parameters according to DIN4049

figure 8 : morphométrie des méandres. Norme DIN

□ Inglis (1949)

Les publications les plus anciennes traitant de ce paramètre sont celles de Inglis (1949), qui s'est intéressé à la dynamique fluviale des cours d'eau indiens afin de créer dans ce pays des chenaux d'irrigation qui soient les plus stables possibles en plan, en travers et en long. Ces observations l'ont conduit à proposer deux relations géométriques :

$$A = 18.6W^{0.99} \quad (1)$$

ce qui donne des valeurs comprises entre 18.2 et 17.5 W pour des largeurs comprises entre 10 et 500 m

et

$$A = 10.9W^{1.04} \quad (2)$$

ce qui donne des valeurs comprises entre 12 et 14 W pour des largeurs comprises entre 10 et 500 m.

□ Leopold et Wolman (1957)

Ils donnent deux relations :

l'une en fonction de la largeur à pleins bords ;

$$A = 2.7W^{1.1} \quad (3)$$

ce qui donne des valeurs comprises entre 3.5 et 5 W pour des largeurs comprises entre 10 et 500 m,

l'autre en fonction de la longueur d'onde (λ) des sinuosités :

$$A = \lambda/2.5 \quad (4)$$

Ils admettent dans le même article que la longueur d'onde des rivières sinueuses naturelles répond généralement à la relation :

$$\lambda = 10.9W^{1.01} \quad (5)$$

soit environ 11.5 W

d'où $A = 4.5 W$, c'est à dire la valeur médiane des valeurs trouvées en (3)

Nous noterons que cette relation conduit à des amplitudes correspondant au tiers de celles fournies par la relation (2) de Inglis.

□ U.S. Army corps of engineers (1994)

Il donne une relation avec la longueur d'onde des méandres :

$$A = 0.5 \text{ à } 1.5 \lambda$$

soit, si l'on prend une valeur moyenne de longueur d'onde de l'ordre de $12 W$ communément admise :

$$A = 6 \text{ à } 18 W$$

□ Conclusion de l'analyse bibliographique

Cette analyse bibliographique montre que peu d'auteurs se sont réellement intéressés à l'amplitude des sinuosités naturelles et que ceux qui s'y sont intéressés trouvent des valeurs assez éloignées les unes des autres.

La dispersion des valeurs fournies par ces auteurs peut être en partie expliquée par plusieurs facteurs :

1. diversité des conditions hydro/sédimentologiques rencontrées (notamment nature sédimentologique du lit majeur). Il semble en effet probable que les rivières coulant sur des alluvions grossières (des sables aux galets) aient des amplitudes plus faibles que celles coulant sur des fond cohésifs, car les recoupements de sinuosités par déversement y sont plus fréquents et se produisent en tout cas avant que la maturité complète du méandre ne soit atteinte. Pour les mêmes raisons, ces rivières très mobiles en plan sur fond peu cohésif ont des sinuosités qui tendent à migrer vers l'aval dès qu'elles atteignent un rayon de courbure de l'ordre de $2 \text{ à } 3 W$, ce qui n'est pas le cas sur les rivières à fond cohésif qui tendent à se développer latéralement, d'où une plus grande amplitude finale avant recoupement. (figure 9).

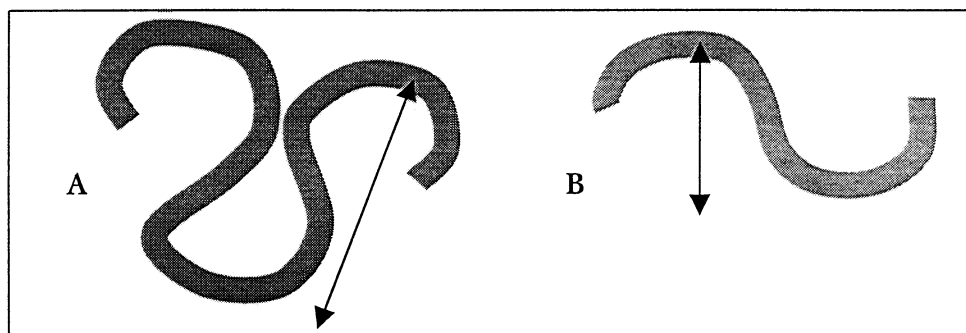


figure 9 : A : rivière à lit majeur cohésif $A=20W$, B : rivière à lit majeur non cohésif, $A=10W$

2. les auteurs n'ont peut être pas systématiquement travaillé sur des sinuosités « matures », c'est à dire ayant atteint leur amplitude maximale avant recoupement ou translation aval.
3. les auteurs n'ont enfin peut être pas toujours fait le tri entre des sinuosités libres et d'autres confinées naturellement (contrôles structuraux tels qu'affleurements rocheux ou alluvions très cohésives) ou artificiellement (protections latérales, ponts, etc.)

Cependant, malgré cette dispersion, les valeurs extrêmes recensées pour l'amplitude A des méandres s'échelonnent entre 3.5 et $18 W$, soit un facteur 5 entre les deux extrêmes et une valeur médiane de l'ordre de 11 .

5.5.1.3 Recherche de l'amplitude des méandres des secteurs d'étude

Sur les secteurs d'étude, nous avons identifié une vingtaine de méandres qu'on peut considérer comme « matures » ou au moins convenablement formés.

Le tableau suivant présente leurs situations ⁽¹⁾ et caractéristiques dimensionnelles.

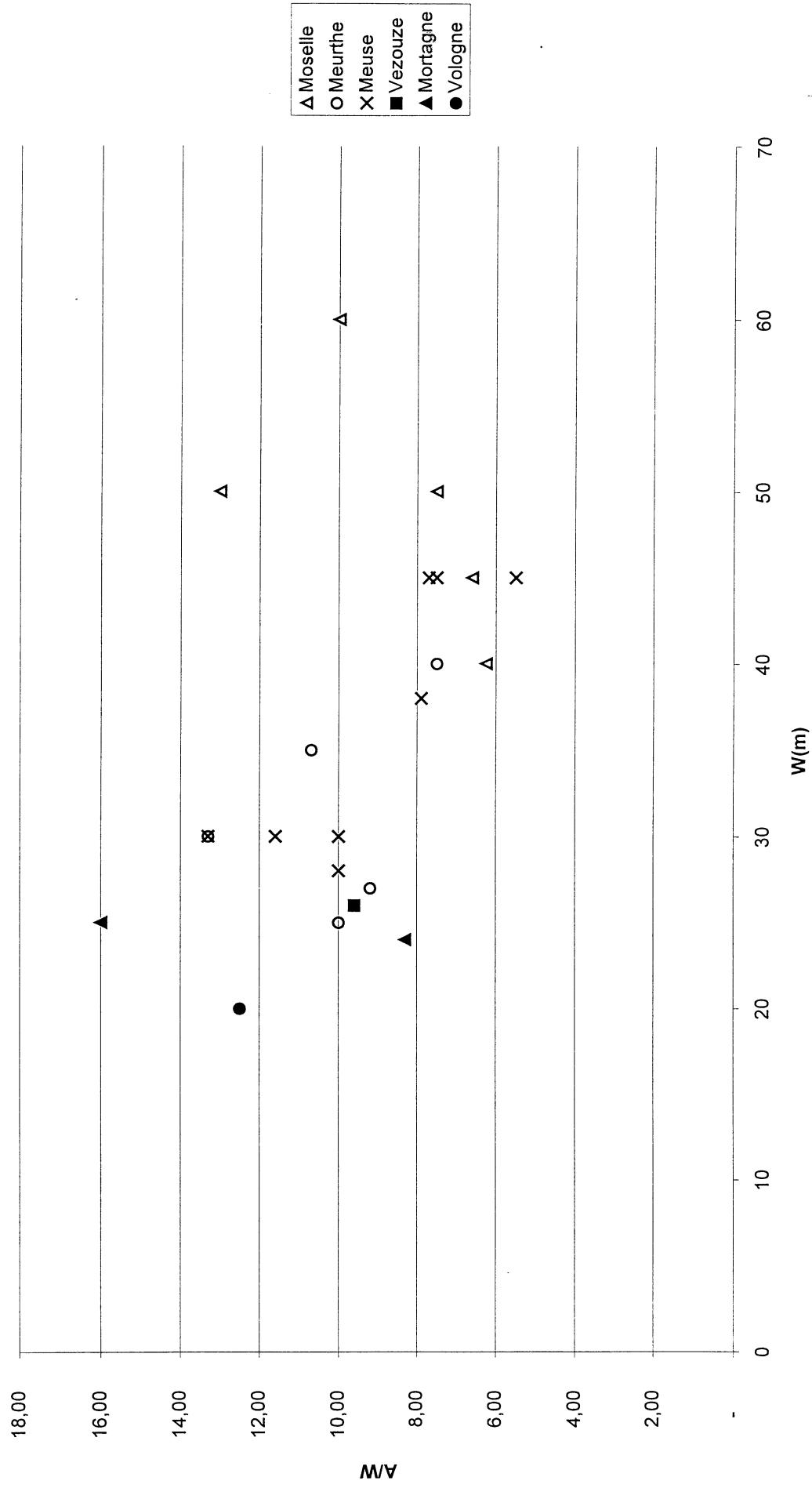
La figure 10 présente ensuite ces résultats. Une partie de la dispersion (dans une proportion qu'on ne peut pas déterminer) provient de la méthode de mesures (réalisées sur les cartes au 1/25000^{ème} ou sur plans plus précis – 1/5000^{ème} ou profils en travers – pour certains méandres). Il faut également noter que la forme de certains méandres n'est pas régulière et que certains sont influencés par des ouvrages. (la mesure de A n'est alors pas aisée).

CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES DE SINUOSITES DES SECTEURS D'ETUDE

Rivières	N° Planche	Lieux	A(m)	W(m)	A/W
Moselle	5	Igney	650	50	13,00
		Aval Chatel/M	250	40	6,25
	6	Aval Gripport	300	45	6,60
	7	Aval Bainville	600	60	10,00
		Neuviller	375	50	7,50
Meurthe	2	Aval St-Michel	250	25	10,00
	4	Amont Baccarat	400	30	13,30
	5	Amont Azerailles	250	27	9,20
	6	Saint-Clément	300	40	7,50
	7	Moncel-les-L.	375	35	10,70
Meuse	4	Amont Void	280	28	10,00
	5	Boncourt/M	350	30	11,60
	7	Maizey	250	45	5,50
	8	Troyan	350	45	7,50
	9	Dugny/M	400	30	13,30
	13	Brieulles/M	300	38	7,90
	15	Villefranche	300	30	10,00
	15	Laneuville	350	45	7,70
Vezouze	2	Aval Croismare	250	26	9,60
Mortagne	2	Aval Gerbeviller	200	24	8,30
	2	Lamath	400	25	16,00
Vologne	2	Lepange/V	250	20	12,50

⁽¹⁾ le n° de planche renvoie à l'atlas présenté en annexe 2.

Figure 10 : Amplitude des sinuosités (A) en fonction de la largeur du lit mineur à pleins bords (W)



On note que le rapport A/W varie de 5,5 à 16, la moyenne est 9,7 et la médiane est proche de cette valeur.

Ces valeurs, propres aux secteurs d'études, ne sont pas éloignées de celles que nous a fournies l'analyse bibliographique.

5.5.1.4 Autre étude de cas : la Loire entre Villerest et le bec d'Allier

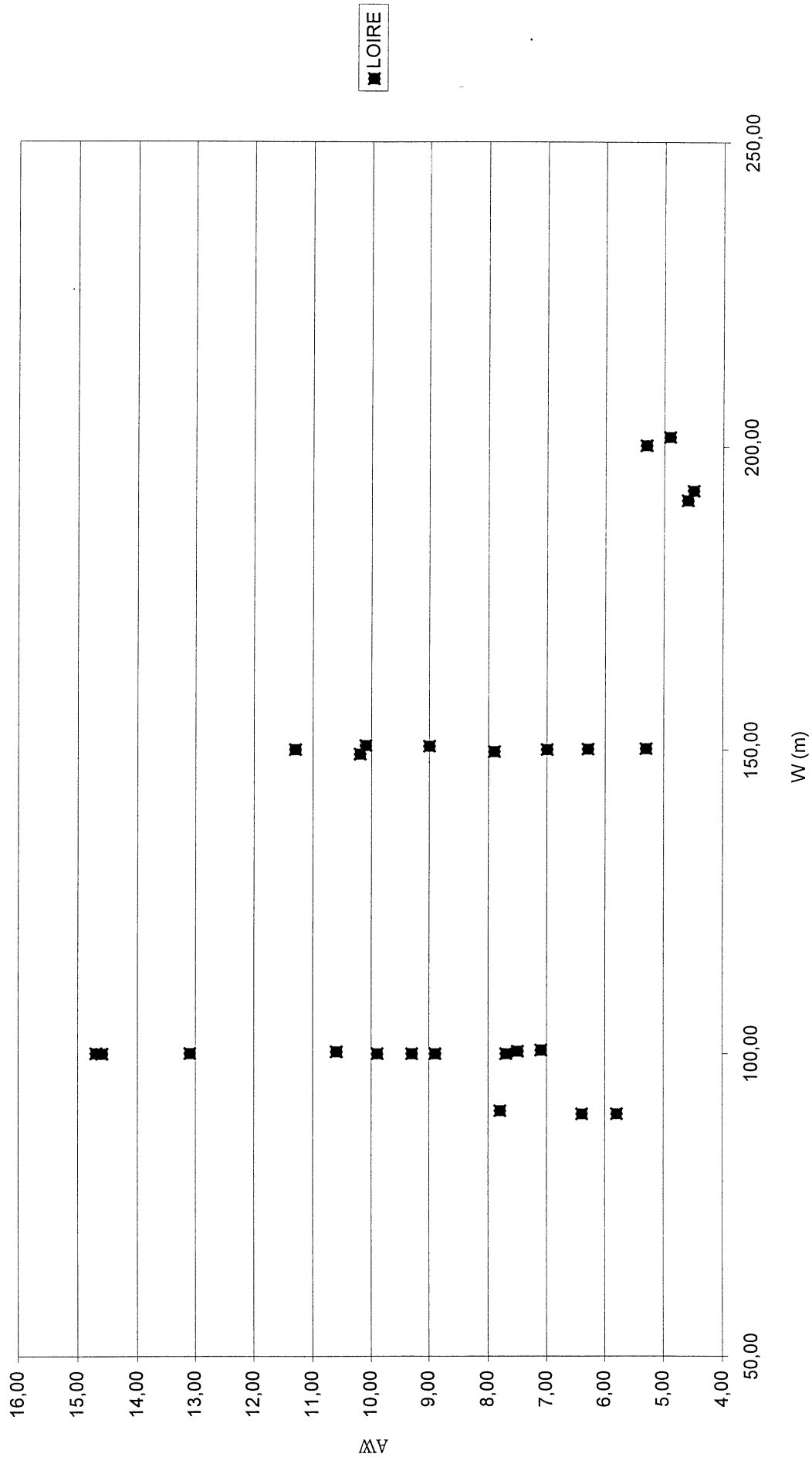
Dans le cadre d'une étude réalisée pour le compte de la Diren de bassin Loire Bretagne en 1997, divers paramètres géomorphologiques sur la Loire entre Villerest et le Bec d'Allier (200 km) ont été mesurés (chargé d'étude : JR Malavoi). Dans ce secteur, le fleuve présente une dynamique fluviale très active en plan, dans un lit majeur peu cohésif (des sables aux petits galets).

L'amplitude de 25 séries de 2 sinuosités opposées a été mesurée. Les résultats sont présentés sur la figure 11 page suivante.

**Caractéristiques dimensionnelles de sinuosités de la Loire
entre Villerest et le Bec d'Allier**

N° sinuosité	largeur pb (m)	Amplitude (m)	Amplitude /largeur pb
14,00	192,70	867,00	4,50
15,00	191,10	879,00	4,60
24,00	201,60	988,00	4,90
25,00	200,20	1061,00	5,30
23,00	150,20	802,00	5,30
13,00	90,00	522,00	5,80
19,00	150,10	938,00	6,30
12,00	90,00	576,00	6,40
18,00	150,00	1050,00	7,00
1,00	100,60	714,00	7,10
5,00	100,40	753,00	7,50
2,00	100,00	765,00	7,70
11,00	90,50	706,00	7,80
22,00	149,70	1183,00	7,90
4,00	100,00	890,00	8,90
17,00	150,60	1355,00	9,00
8,00	100,00	925,00	9,30
3,00	100,00	985	9,90
16,00	150,70	1522,00	10,10
20,00	149,30	1529,00	10,20
7,00	100,30	1063,00	10,60
21,00	150,00	1701,00	11,30
10,00	100,00	1312,00	13,10
6,00	99,90	1458,00	14,60
9,00	100,00	1466,00	14,70

Figure 11 : Amplitude des sinuosités (A) en fonction de la largeur du lit mineur à pleins bords (W)



On y observe une grande dispersion (4.5 à 14.7 W), presque aussi importante que celle observée dans la littérature, et probablement pour au moins 2 des 3 raisons proposées précédemment :

- non maturité complète de toutes les sinuosités observées,
- certaines des sinuosités mesurées sont plus ou moins perturbées par des interventions humaines.

On retiendra cependant pour ce secteur malgré cette dispersion, une valeur moyenne de 8.4 W et une médiane à 7.8 W.

5.5.1.5 Proposition de formule

Ces analyses nous amènent à deux conclusions majeures :

1. les lois régissant la dynamique fluviale sont encore loin d'être fermement établies,
2. le peu que l'on en connaît permet cependant d'affirmer que l'amplitude d'équilibre est une variable qui peut, dans un contexte de gestion globale et équilibrée des cours d'eau, permettre de proposer une valeur moyenne de fuseau minimal de mobilité autour de 8 à 10 fois la largeur du lit à pleins bords.

Nous retiendrons ici comme valeur théorique de l'amplitude d'équilibre $A = 10 W$. Le choix de prendre un coefficient 10 au lieu de 9 ou 9,7 relève d'un principe de précaution.

Cette formule est en cohérence avec la bibliographie et elle est, comme on l'a vu, adaptée aux cours d'eau du secteur d'étude.

Notons pour terminer que si cette formule est ici adaptée, toute application à d'autres cours d'eau doit être faite en ajustant, si nécessaire, la méthode au contexte local.

5.5.1.6 Méthode de cartographie

Il suffit de **délimiter de part et d'autre de l'axe du lit actif un fuseau d'une largeur totale égale à 10 fois la largeur du lit mineur**. Le plus simple consiste à prendre le milieu du lit actif comme axe de symétrie et reporter 5 fois la largeur de part et d'autre de l'axe.

NB : Si des contraintes humaines majeures, dont on sait déjà qu'elles ne seront pas remises en question (cf chapitre 7), limitent la dynamique fluviale sur l'une ou l'autre des berges, la différence d'amplitude est reportée sur l'autre berge.

5.5.2 Cartographie de l'amplitude historique

5.5.2.1 Concepts

Cette première enveloppe « minimale d'équilibre » doit être complétée par une analyse historique de la dynamique fluviale, qui permet de cartographier l'espace du lit majeur balayé par le cours d'eau au cours de la période récente.

5.5.2.2 Méthodes

L'amplitude historique sera déterminée essentiellement par analyse de documents cartographiques ou photographiques anciens.

Dans le cadre de l'élaboration du **Guide méthodologique du SDAGE RMC (Rhône-Méditerranée-Corse)** concernant la définition de l'espace de liberté des cours d'eau ⁽¹⁾, le parti a été pris de ne considérer que **les derniers 150 ans environ**.

Il faut noter ici que les documents cartographiques antérieurs (carte de Cassini de la 2^{ème} moitié du XVIII^{ème} siècle) n'ont pas une précision suffisante en planimétrie pour être utilisées (ceci nous a été confirmé dans cette phase d'étude par le report sur la carte IGN 1/25000^{ème} du tracé de la Meuse correspondant à la carte de Cassini).

Le principe de base consiste à superposer au moyen de calques, de logiciels de dessins, de Systèmes d'Information Géographique, 3 séries de tracés historiques. Ces tracés définissent l'**espace de divagation historique**.

Ces 3 séries de tracés seront superposées sur une carte IGN au 1 : 25 000 :

- la série correspondant sensiblement à la moitié du 19^{ème} siècle (cartes d'état major au 1 : 80 000)
- une série des années 50 au 1 : 25 000
- la série la plus récente

ATTENTION : Valable sur les grands cours d'eau, cette méthode est très imprécise pour les petits (25 m = 1 mm au 1:25 000 et 1/3 de mm au 1:80 000).

5.5.3 Cartographie du fuseau de mobilité fonctionnel théorique

Le fuseau de mobilité fonctionnel théorique est constitué par l'enveloppe externe des deux enveloppes précédentes. Cette enveloppe externe est dessinée, sans tenir compte des contraintes humaines existant dans son emprise. Il s'agira donc d'un fuseau de mobilité qui sera amendé en phase 3 par l'intégration des contraintes humaines et économiques majeures.

Lorsque le fuseau théorique traverse une gravière existante, nous n'avons pas modifié son tracé. Celui-ci sera alors précisé en phase 3 en fonction de la situation de la gravière dans la prise en compte des contraintes.

⁽¹⁾ Etude évoquée précédemment en 5.1.

5.6 CAS PARTICULIER DE LA MOSELLE : EVALUATION DU TRANSPORT SOLIDE

La Moselle est le cours d'eau potentiellement le plus actif de toute la zone d'étude, voire de tout le nord-est de la France. Elle présente à ce titre, outre sa qualité intrinsèque, une valeur patrimoniale importante.

Fortement touchée par les phénomènes d'incision liés aux prélèvements de matériaux en lit mineur entre 1945 et 1980 environ, sa nappe alluviale, d'importance régionale en termes d'alimentation en eau potable, a perdu une grande partie de sa productivité. Il pourrait être intéressant de tenter de remonter le niveau du lit de la Moselle afin de remonter corrélativement celui de la nappe, sans mettre en place de structures transversales dont les impacts morphologiques et écologiques sont très importants.

Cet objectif peut être en partie atteint en préservant la dynamique fluviale qui permet au cours d'eau de se recharger en sédiments par érosion des berges et d'ajuster sa pente par le processus de méandrage.

La délimitation du fuseau de mobilité fonctionnel, dans les secteurs encore actifs, pourrait nécessiter une évaluation des volumes nécessaires à la recharge alluviale du lit mineur. Cette estimation peut être faite par le biais du calcul de la capacité de charriage annuelle ou sur une période de temps plus longue, calcul devant être calé par des mesures ou des enquêtes. Les calculs effectués par le BCEOM, 1982 donnent une valeur comprise entre environ 4000 m³/an à Epinal et 34000 m³/an à Velle.

Il s'agit alors, connaissant la hauteur des berges (et si possible leur pourcentage de matériau susceptible de transiter par charriage), de calculer les **surfaces de lit majeur nécessaires** pour entretenir un transport solide au moins égal et si possible supérieur (si l'on veut engraisser le lit) à la capacité de charriage sur n années (durée choisie par le gestionnaire).

La cartographie du fuseau de mobilité, outre les deux enveloppes précédentes, intégrera les surfaces destinées à l'alimentation du lit en charge de fond.

6 PRESENTATION DES FUSEAUX DE MOBILITE FONCTIONNELS THEORIQUES

La définition des fuseaux de mobilité fonctionnels théoriques est faite selon la méthode présentée dans le chapitre 5. Celle-ci a été validée par la majorité du Comité Technique chargé du suivi de l'étude lors de sa réunion du 5 octobre 1998 (voir avant-propos en tête du rapport).

La cartographie est faite au 1/25000^{ème} sur des planches A3.

Le dossier cartographique est présenté en annexe 2 (document séparé).

Sur cet atlas, la fuseau de mobilité fonctionnel théorique est représenté par 2 graphismes différents :

- trait continu jaune et orange : fuseau de mobilité fonctionnel théorique, sur un tronçon où le fuseau n'est pas soumis à des contraintes anthropiques,
- trait continu jaune bordé d'un trait pointillé orange : fuseau de mobilité fonctionnel théorique, sur un tronçon où le fuseau est soumis à des contraintes anthropiques.

Rappelons que la prise en compte des contraintes anthropiques sera justifiée et faite en phase 3 (cf. chapitre 7).

Dans ce chapitre, nous présentons successivement :

- la mise en œuvre de la cartographie des fuseaux,
- des commentaires sur les fuseaux obtenus,
- l'analyse du cas de la Moselle avec la prise en compte du transport solide (cf. 5.6).

Rappelons que dans ce chapitre 6, nous nous intéressons aux fuseaux de mobilité fonctionnels théoriques. La prise en compte des points durs (ponts, voies de communication, ...) et autres contraintes socio-économiques sera faite en phase 3 (cf. chapitre 7). Ainsi, par endroits, l'analyse historique peut montrer des évolutions en plan alors que les tronçons concernés sont maintenant stabilisés. Les amendements correspondants des fuseaux seront faits en phase 3.

6.1 MISE EN ŒUVRE DE LA CARTOGRAPHIE

6.1.1 Cartographie de l'amplitude historique

La cartographie des évolutions historiques des cours d'eau est un travail délicat car les cartes sont sur supports papier donc sujet à des déformations, c'est notamment le cas pour la carte d'état-major qui date de 1835 et qui de plus est au 1/80 000^{ème} (alors que les cartes des 2 autres époques 1950 et actuelle sont au 1/25000^{ème}).

De plus le système de coordonnées Lambert n'existait pas à l'époque de l'établissement de la carte d'état-major.

Les décalages dus à la déformation (éventuelle) des supports papier, aux systèmes différents de repérage et à l'agrandissement de la carte d'état-major ont été limités en travaillant par tronçons courts et en choisissant des repères proches, mais il peut en subsister localement.

Des extraits des cartes utilisées sont présentées à titre d'exemple sur les figures 12, 13 et 14. On notera sur les cartes d'état-major (1835), l'hétérogénéité de la représentation des cours d'eau, parfois symbolisés, même pour des cours d'eau importants par un trait. Parfois (voir exemple de la Meurthe à l'aval de St Dié figure 13), le lit principal et des bras secondaires (peut être s'agit-il de fossés pour certains) sont représentés par des traits semblables, on n'est alors pas en mesure de situer le lit mineur de la rivière à l'époque.

La cartographie des évolutions historiques est le premier travail qui a été réalisé. Il a comporté les 3 étapes suivantes :

1^{ère} étape : découpage des cartes au 1/25000^{ème} des années 1990. Dans le but de réaliser un « atlas » de cartes au format A3, un découpage a été réalisé sur chaque cours d'eau étudié :

- la Meurthe comporte 7 planches A3,
- la Moselle comporte 9 planches A3,
- la Meuse comporte 16 planches A3,
- la Vologne comporte 3 planches A3,
- la Vezouze comporte 2 planches A3,
- la Mortagne comporte 2 planches A3.

Chaque série de planches est numérotée de l'amont vers l'aval. Ces planches ont ensuite été scannées et repérées à partir des coordonnées Lambert zone III. Le cours d'eau a été digitalisé sur écran à partir de la scannérisation (tracé en bleu sur les cartes). Ce tracé est donc précis.

Soulignons que l'élaboration de certains A3 a nécessité l'assemblage de plusieurs cartes au 1/25000^{ème}, par conséquent des décalages ont pu se produire (mais s'ils existent, ils sont très faibles).

2^{ème} étape : Superposition du tracé des années 1950.

Les cartes au 1/25000^{ème} des années nous ont été fournies par l'IGN sous forme de photocopies en noir et blanc.

Le tracé des cours d'eau a été digitalisé directement sur ces photocopies (rive droite et rive gauche). Il a ensuite été repéré en coordonnées Lambert à partir de croix figurant sur les photocopies puis superposé avec le tracé bleu sur le fond de plan actuel scanné (il s'agit du tracé orange). Il faut également préciser que le découpage des cartes au 1/25000^{ème} des années 1950 et celui des cartes récentes sont différents.

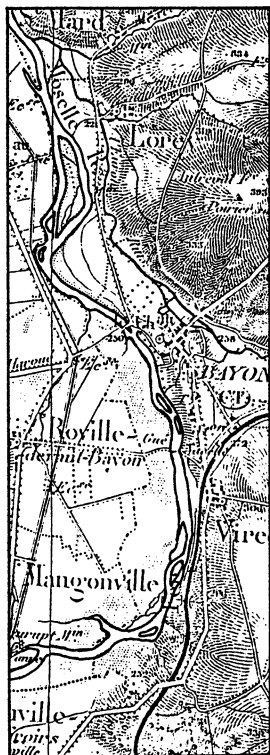
3^{ème} étape : Superposition du tracé des cartes d'état-major

Les cartes d'état-major nous ont été fournies par l'IGN sous forme de photocopies en noir et blanc, elles sont à l'échelle 1/80 000^{ème}. Le tracé des cours d'eau a été digitalisé directement sur ces photocopies par un seul trait. Le tracé est moins précis que les précédents puisqu'il a dû être ensuite agrandi au 1/25000^{ème}. Il s'agit du tracé rose sur les planches. Il est donc à considérer en se souvenant qu'il est moins précis que les 2 autres.

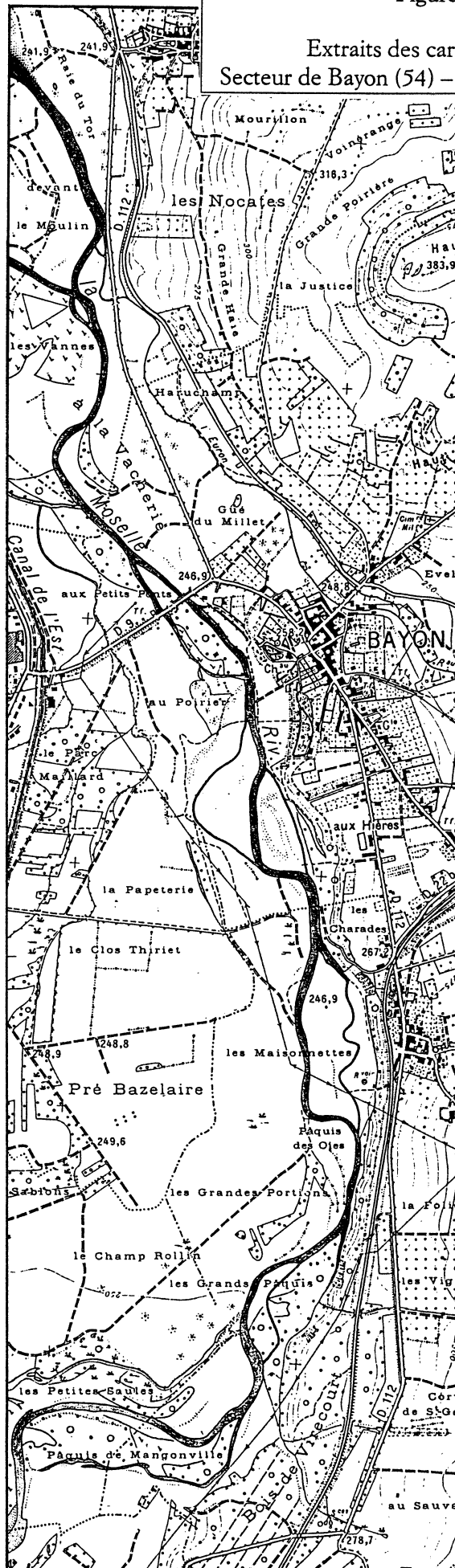
Il y a parfois plusieurs tracés roses sans qu'on sache quel est celui qui représente le lit mineur (voir figure 13 et remarque ci-dessus).

Figure 12

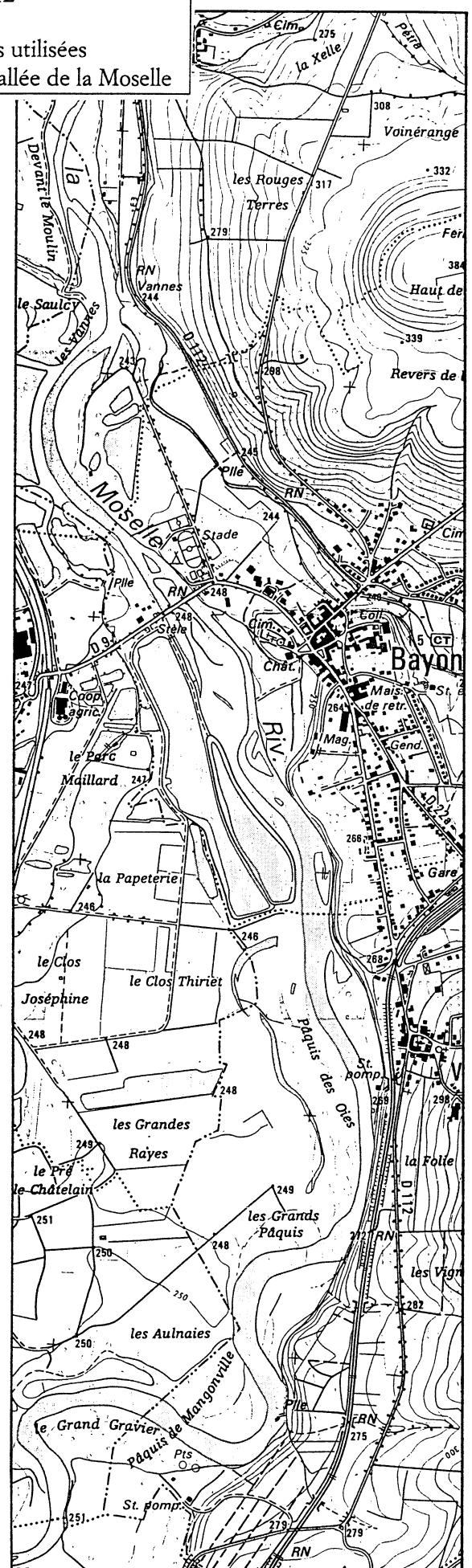
Extraits des cartes utilisées
Secteur de Bayon (54) – Vallée de la Moselle



Carte d'Etat-Major
au 1/80000^e
datant de 1835



Carte IGN au 1/25000^e
datant de 1950



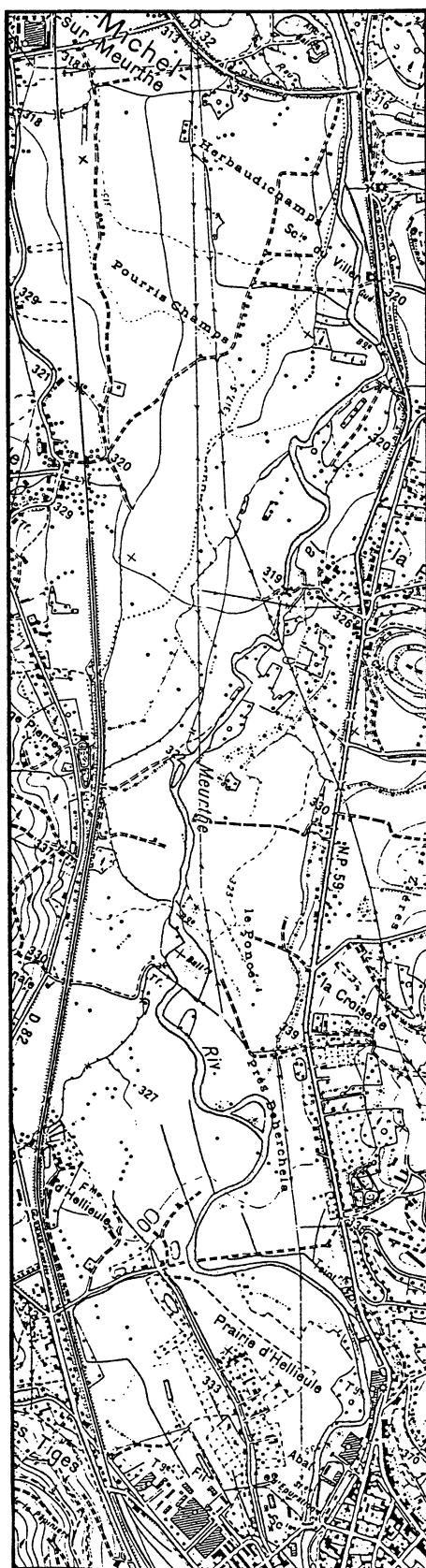
Carte IGN au 1/25000^e
datant de 1994

Figure 13

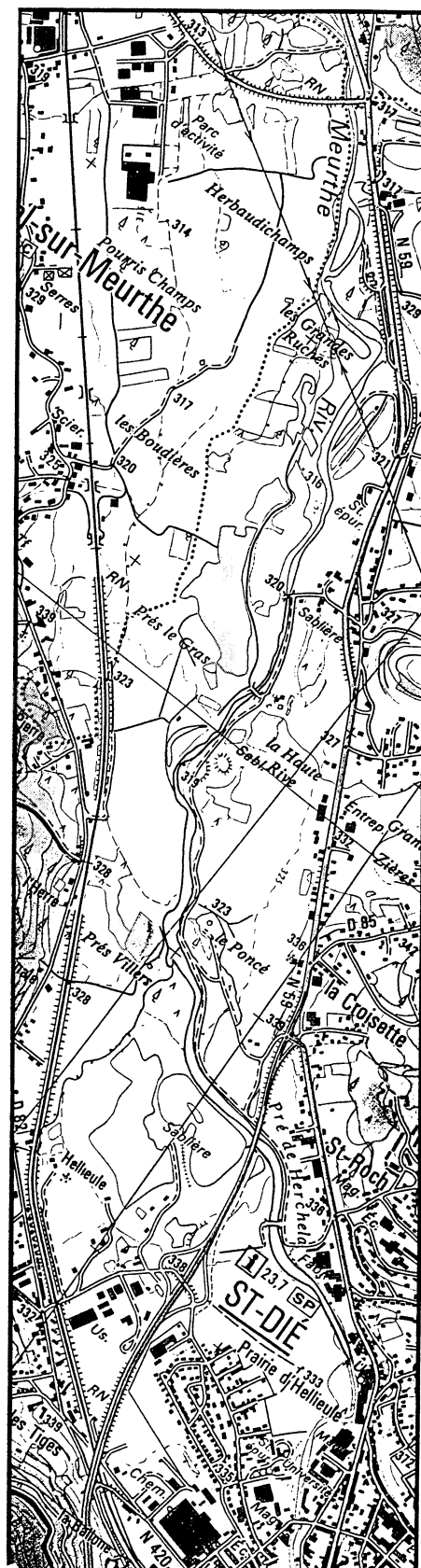
Extraits des cartes utilisées
Secteur de St Dié (88) – Vallée de la Meurthe



Carte d'Etat-Major
au 1/80000^e
datant de 1838



Carte IGN au 1/25000^e
datant de 1957



Carte IGN au 1/25000^e
datant de 1994

6.1.2 Cartographie de l'espace maximal mobilisable

Cet espace correspond au fuseau figuré par une surface verte. Il correspond aux alluvions modernes, d'après les cartes géologiques au 1/50 000^{ème}. Lorsque des alluvions anciennes sont situées sur des basses terrasses et qu'elles sont susceptibles d'être érodées par la rivière, elles ont été incluses dans le fuseau vert.

Rappelons que cette enveloppe n'intervient pas dans la définition du fuseau de mobilité fonctionnel théorique sauf pour fournir, quand il y a lieu, la limite du fuseau d'amplitude théorique car celle-ci ne doit logiquement pas s'étendre vers des zones non érodables (roche-mère). Elle est principalement présentée à titre indicatif pour permettre aux différents partenaires de relativiser l'extension des fuseaux de mobilité définis.

6.1.3 Cartographie de l'amplitude d'équilibre

La méthode pour définir l'amplitude d'équilibre consiste à délimiter de part et d'autre du lit actif un fuseau d'une largeur totale égale à au moins 10 fois la largeur du lit mineur.

La largeur du lit mineur a donc été déterminée à partir des cartes au 1/25000^{ème} les plus récentes par tronçon homogène. En effet le lit n'étant pas toujours régulier, c'est une largeur moyenne qui a permis de déterminer le fuseau (égal à 10 fois la largeur moyenne du lit mineur) pour chaque tronçon.

Ce fuseau a été tracé en prenant le milieu du lit actif comme axe de symétrie lorsque la rivière n'a pas de contrainte de mobilité.

Si des contraintes humaines ou naturelles limitent la dynamique fluviale sur l'une ou l'autre des berges (route, voie SNCF, coteau, ...) la différence d'amplitude est reportée sur l'autre berge. Ponctuellement, lorsque la rivière passe dans un passage étroit (entre une voie ferrée d'un côté et un coteau de l'autre, par exemple), l'amplitude d'équilibre pourra être inférieure à 10 fois la largeur du lit mineur. Ce fuseau n'est pas tracé dans certaines traversées urbaines (ce qui anticipe sur la phase 3).

6.2 COMMENTAIRES SUR LES FUSEAUX OBTENUS

6.2.1 Moselle (9 planches)

Entre Eloyes (bas de la planche 2) et Epinal (planche 3), le tracé de la Moselle est stabilisé pour des raisons naturelles (fond de vallée resserré) et anthropiques (voie ferrée, barrages, routes, ponts). En amont, entre Remiremont et St Nabord (planche 1), l'évolution observée est en partie naturelle (en rive droite) et en partie anthropique (coupure du méandre pour l'aménagement de la route nationale en rive gauche).

Si le lit de la Moselle est ainsi peu évolutif en amont d'Epinal, il est par contre dans l'ensemble dynamique à l'aval d'Epinal (planches 4 à 9).

Sur la période prise en compte pour les évolutions historiques, on peut particulièrement noter ce dynamisme sur les secteurs suivants :

- Dogneville – Chavelot (planche 4),
- Girmont (haut planche 4) - Portieux (haut planche 5),
- Charmes (planche 6) - aval Tonnoy (planche 8).

Le fuseau d'amplitude historique reste généralement contenu dans le fuseau d'amplitude d'équilibre. Les exceptions sont les suivantes :

- entre Remiremont et St Nabord (planche 1) mais c'est pour une raison anthropique (route nationale),
- entre Bayon et Neuwiller-sur-Moselle (planche 7).

Sur une longueur de vallée importante, on note une bonne adéquation entre amplitude d'équilibre et amplitude historique ; c'est le cas sur les tronçons suivants :

- Dogneville-Chavelot (planche 4),
- Girmont (haut planche 4) - Portieux (haut planche 5),
- Charmes (planche 6) - aval Tonnoy (planche 8).

Cette remarque montre que pour le cours d'eau à dynamique active qu'est la Moselle entre Epinal et Flavigny-sur-Moselle, **l'amplitude théorique d'équilibre définie avec $A = 10 \text{ W}$ (cf 5.5.1 page 36) est en cohérence avec les évolutions historiques.** Il ne s'agit donc pas que d'un schéma théorique.

Rappelons que selon les auteurs A varie entre 4W et 18 W et que **nous avons retenu $A = 10 \text{ W}$. Ce choix et la méthode de tracé s'avèrent ici corrects et satisfaisants.**

6.2.2 Meurthe (7 planches)

De St Léonard (planche 1) à l'aval de St Michel-sur-Meurthe (haut planche 2), le tracé de 1835 est mal défini : il y a plusieurs bras et on ne sait pas lequel représente le lit mineur de l'époque (cf. figure 13 et remarque correspondante en 6.1.1).

En amont de St Dié, on note des évolutions historiques marquées entre Saulcy-sur-Meurthe et Ste Marguerite (planche 1).

Sur ce secteur actif, comme pour la Moselle en aval d'Epinal, il y a une bonne adéquation entre le fuseau d'amplitude historique et le fuseau d'amplitude d'équilibre.

Entre St Dié (planche 2) et la Voivre (haut planche 3), et entre Etival-Clairefontaine et l'entrée de la gorge en amont de Raon l'Etape (planche 3), on note également qu'il y a eu des évolutions historiques et qu'il y a généralement concordance entre le fuseau d'amplitude historique et le fuseau d'amplitude d'équilibre.

A l'amont immédiat de Raon-l'Etape (planche 3), la Meurthe passe dans une gorge au fond de laquelle son lit est fixé.

La quasi totalité du tronçon en aval de Raon l'Etape (planches 4 à 7) montre des évolutions historiques notables. C'est notamment le cas :

- à Bertrichamps (planche 4),
- dans le secteur d'Azerailles (planche 5),
- entre Chennevières (planche 6) et Moncel-les-Lunéville (planche 7),
- et également à la hauteur de Lunéville (haut de la planche 7).

Le fuseau d'amplitude historique déborde du fuseau d'amplitude d'équilibre en quelques endroits :

- à la hauteur de Bertrichamps (planche 4), mais à cet endroit le lit est maintenant fixé par la déviation de la RN59 (ce qui, rappelons le, sera pris en compte en phase 3 : cf chapitre 7),
- en amont d'Azerailles (planche 5),
- sur Moncel-les-Lunéville (planche 7) entre la ferme de Beaupré et la route nationale,
- sur Lunéville (planche 7) à la hauteur du stade.

Sur ce tronçon Raon l'Etape – Lunéville, on note également une bonne adéquation entre le fuseau d'amplitude historique et le fuseau d'amplitude d'équilibre. Le choix de prendre $A = 10 W$ (cf 5.5.1 et 6.2.1) et la méthode de tracé s'avèrent donc ici également satisfaisants.

6.2.3 Meuse (16 planches)

Comme nous l'avons déjà noté précédemment (cf 4.2.3), la Meuse a une activité morphodynamique faible. La cartographie de l'amplitude historique réalisée le confirme.

Les secteurs sur lesquels on constate une activité sont les suivants :

- amont de Sepvigny (planche 2),
- en amont de Void (planche 4),
- à Boncourt-sur-Marne (planche 5),
- entre Maizy et Dompcevrin (planche 7),
- en amont de Bannancourt (planche 7),
- à Bourquemont et Ambly-sur-Meuse (planche 8),
- en amont de Charny-sur-Meuse (planche 11),
- en amont de Villefranche (planche 15) et en aval de Villefranche (planche 16).

Les évolutions constatées sont généralement modestes et souvent ponctuelles, même sur les secteurs où l'érosion constatée sur le terrain paraît actuellement active (cas de Boncourt-sur-Meuse – planche 5 – par exemple).

Le fuseau d'amplitude d'équilibre (défini avec $A = 10W$ – cf 5.5.1) apparaît large pour les secteurs où la Meuse présente un cours plutôt rectiligne et stable. C'est le cas par exemple :

- en amont de Pagny-sur-Meuse (planche 3),
- de Euville (planche 4) à Commercy (planche 5) : cours canalisé,
- de Mécrin à Brasseitte (planche 6),
- en aval de Bislée (planche 6) : cours canalisé,
- au droit des Monthairons et en amont (planche 9),

- à la hauteur de Consenvoye (planche 12) : cours canalisé,
- à la hauteur de Dun-sur-Meuse (planche 14) : cours canalisé.

Pour les secteurs mobiles (ceux cités ci-dessus, au début du 6.2.3), la correspondance entre fuseau d'amplitude d'équilibre et fuseau d'amplitude historique est variable :

- plutôt bonne dans les secteurs méandreaux :
 - Sepvigny (planche 2),
 - amont de Void (planche 4),
 - Boncourt-sur-Meuse (planche 5),
 - entre Maizey et Dompcevrin (planche 7),
 - à Ambly-sur-Meuse (planche 8),
 - en aval de Villefranche (planche 15).
- un peu moins bonne dans les secteurs moins méandreaux : amont de Bannancourt (planche 7).

On note que sur d'autres secteurs, la mobilité de la rivière est actuellement réduite par la présence d'ouvrages (barrages, seuils) en mauvais état et risquant d'être ruinés. Leur effacement, inéluctable pour certains, serait susceptible de réactiver localement une dynamique de la rivière.

6.2.4 Vezouze (2 planches)

A l'échelle historique considérée (1,5 siècle), la Vezouze présente un lit stable.

Les seules évolutions qui peuvent être notées sont situées :

- à la hauteur de Fréménil (planche 1),
- à la hauteur de Mannoviller (planche 1),
- à la Maison Rouge (entre Croismare et Chanteheux) (planche 2).

Notons que le tracé de 1835 (carte d'état major) est moins précis que les 2 autres, à cause de l'échelle (1/80 000ème agrandi au 1/25000ème) et de la forme très resserrée des méandres (certains petits décalages sont très probablement plus dus à la carte d'origine qu'à la dynamique de la rivière).

Sur l'essentiel de son cours, la Vezouze présente un cours fortement méandreaux. On constate que le fuseau d'amplitude théorique dessiné correspond à un fuseau enveloppe des méandres. Et les marques d'anciens méandres (antérieurs à la carte d'état-major), nombreuses dans le lit majeur, sont généralement incluses dans ce fuseau (c'est nettement visible sur la planche 2).

Et puis notons qu'une forte crue récente (crue $\approx$ centennale lors de l'automne 1998) a entraîné des érosions et des évolutions locales.

6.2.5 Mortagne (2 planches)

Pour le tracé du lit de 1835 (carte d'état major), la même remarque que précédemment (cf. 6.2.4 Vezouze) doit être faite.

A l'échelle historique considérée (1,5 siècle), la Mortagne présente aussi un lit stable. Les seules évolutions pouvant être relevées sont situées ⁽¹⁾ :

- au droit de Magnières et en amont (planche 1),
- en aval d'Haudouville (planche 2), mais sur ce tronçon le lit est stable depuis les années 50,
- au droit de Lamath-Xermanénil.

Sur les tronçons méandreux (amont de Vallois – planche 1 et entre Gerbéviller et Xermaménil – planche 2), on constate (comme pour la Vezouze) que le fuseau d'amplitude théorique dessiné correspond à un fuseau enveloppe des méandres.

6.2.6 Vologne (3 planches)

Comme pour la Vezouze et la Mortagne, il faut noter en préambule que la précision du tracé est moins bonne pour la période de 1830 que pour les 2 périodes récentes.

En amont de Lépanges-sur-Vologne, le lit est stable à l'échelle de temps historique considérée. De petites évolutions peuvent juste être notées localement à Laveline-devant-Bruyères (aval du pont) et en aval de Laval-sur-Vologne. De même, entre Docelles et la Moselle (planche 3), tronçon où la vallée est étroite, le lit est stable (le tracé de 1830 paraît ici peu précis).

Le seul tronçon un peu actif est celui compris entre Lépanges-sur-Vologne (planche 2) et Docelles (planche 3), tronçon où la vallée est plus large qu'en amont et en aval. Il y a par endroits plusieurs bras sur ce tronçon. Et dans la typologie des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse, ce tronçon correspond au type 3 : cours d'eau de piémont, cônes alluviaux et glacis, type à dynamique assez forte.

6.2.7 Conclusion

Sur la base de ces résultats et commentaires, la majorité du Comité Technique chargé du suivi de l'étude (voir avant-propos), a confirmé, lors de sa réunion du 15 décembre 1998, l'application de la méthode proposée et mise en œuvre par les chargés d'étude sur les 6 cours d'eau et sur l'ensemble des tronçons pris en compte dans l'étude.

(1) le déplacement du lit au droit du stade de Moyen (planche 1) est manifestement dû à l'aménagement de la voie ferrée.

6.3 CAS PARTICULIER DE LA MOSELLE : PRISE EN COMPTE DU TRANSPORT SOLIDE

Cette approche optionnelle a été proposée pour la Moselle, cours d'eau le plus actif de la zone d'étude : voir 5.3.

S'agissant de transport solide, on ne manipulera que des ordres de grandeur.

On peut considérer ici (en anticipant sur la phase 3) que le tronçon actif est celui compris entre Chamagne (planche 6) et Velle-sur-Moselle (planche 8), ce qui correspond à une longueur de 16 km (comptée suivant l'axe du fuseau de mobilité fonctionnel théorique).

Pour l'estimation du transport solide, seuls des résultats de calcul sont disponibles (cf. 5.3) ⁽¹⁾ : on retiendra la valeur de 34 000 m³/an à Velle-sur-Moselle.

En considérant une hauteur moyenne de berge de 4 m, et un pourcentage de matériau susceptible de transiter par charriage de 50 % (hypothèse pessimiste donnant un majorant des surfaces), ce transport de 34 000 m³/an correspond à l'érosion de :

$$\frac{34\,000\text{ m}^3}{4\text{ m} \times 0,5} = 17\,000\text{ m}^2 = 1,7\text{ ha/an}$$

On retiendra 2 ha/an.

Sur 200 ans (durée correspondante en gros à la période historique prise en compte dans l'analyse), cela correspond à une surface de lit majeur érodée de 400 ha.

Répartis uniformément sur les 16 km actifs, ces 400 ha correspondent à un fuseau de 250 m de largeur moyenne (soit 1 cm au 1/25 000ème).

Sur les planches 6 et 7, on constate que :

- sur les zones mobiles entre 1830 et maintenant, le fuseau balayé a une largeur égale ou supérieure à 250 m : en l'absence de prélèvements dans le lit mineur, on peut donc penser qu'il y aurait eu un équilibre sédimentaire sur cette période,
- le fuseau de mobilité fonctionnel théorique défini présente une largeur moyenne supérieure à 250 m, la mobilité future du lit pourrait donc assurer les apports nécessaires (sous réserve qu'elle soit analogue à celle des 2 derniers siècles).

Sur ces bases, on ne peut donc pas considérer que, pour assurer l'alimentation du lit de la Moselle en charge de fond, il faille élargir le fuseau défini et présenté en annexe 2.

Ce raisonnement est simplificateur, mais les données disponibles et les hypothèses qu'elles nécessitent ne permettent pas une analyse plus fine.

(1) les piégeages dans les retenues sont partielles et aucune campagne de mesure n'a été réalisée.

7 PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES ANTHROPIQUES

7.1 OBJET DE CETTE PHASE D'ETUDE

Les fuseaux de mobilité définis en phase 2 (cf. chapitres 5 et 6) sont théoriques.

En effet, leur positionnement ne prend pas en compte les ouvrages et aménagements des lits mineurs et majeurs qui tendent à fixer le lit mineur et qui ne peuvent être supprimés (traversées de zones urbaines, ponts, voies de communication : routes, voies ferrées, canaux, ...) et les rabattements des fuseaux correspondants.

L'objet de la phase 3 est de prendre en compte les contraintes anthropiques qui existent dans le fuseau de mobilité théorique et d'amender ce fuseau théorique. On aboutira ainsi à la définition des zones constituant les fuseaux de mobilité fonctionnels, dont la détermination est l'objectif de l'étude.

Dans ce chapitre, nous allons analyser la situation des différents ouvrages et aménagements rencontrés dans les lits mineurs et les lits majeurs et déterminer les contraintes à exclure du fuseau de mobilité.

7.2 DETERMINATION DES CONTRAINTES A EXCLURE DES FUSEAUX DE MOBILITE

7.2.1 *Classification des contraintes*

Les contraintes à exclure des fuseaux de mobilité peuvent être ici classées en deux catégories :

- **celles qui ont incontestablement leur place dans la liste :**
 - ♦ zones bâties : zones urbaines, villages, hameaux, fermes,
 - ♦ voies de communication majeures : routes nationales, routes départementales, voies ferrées, canaux. Ceci concerne les voies de communication elles-mêmes et leurs ouvrages (ponts).
- **celles dont la situation doit être examinée pour déterminer si on les prend en compte et dans l'affirmative quelles sont les modalités de prise en compte :**
 - ♦ voies de communication communales,
 - ♦ barrages,
 - ♦ captages (puits, champs captants),
 - ♦ gravières et plans d'eau,
 - ♦ pylônes EDF,
 - ♦ canalisations (hydrocarbures, gaz, produits chimiques, ...).

Nous allons examiner successivement ces dernières contraintes, puis nous terminerons par le cas des tronçons de rivière canalisés (rencontrés sur la Meuse).

7.2.2 Analyse des ouvrages et aménagements dont la situation est à examiner

7.2.2.1 Voies communales et chemins ruraux

Ces voies de communication secondaires jouent parfois un rôle de desserte locale important. C'est le cas par exemple de la voie qui relie Tilly-sur-Meuse à Ambly-sur-Meuse (planche Meuse n°8). Dans ce cas, cette voie est traitée comme une route départementale (contrainte forte exclue du fuseau de mobilité).

Le rôle de desserte de ces voies secondaires peut être moins fort et le déplacement de ces voies est envisageable : c'est le cas des chemins ruraux. Ils ne sont alors pas considérés comme une contrainte.

Les cas rencontrés sont donc examinés au cas par cas, en fonction de la nature de la voie de communication concernée, de son rôle de desserte, de sa situation par rapport à la rivière. Les tracés adoptés pour le fuseau de mobilité traduisent les choix qui ont été faits.

On notera que lorsqu'une de ces voies donne accès à un pont, le fuseau dans l'entonnement qui va au pont, s'appuie parfois sur un chemin rural ou une route communale.

7.2.2.2 Barrages

Ces ouvrages sont des points durs, mais ils peuvent être ruinés (cas du barrage des Trois Communes en aval de Golbey détruit vers 1972 – Moselle planche 4) ou contournés (cas du barrage d'Igney⁽¹⁾ sur la Moselle – bas de la planche 5 – contourné par la rivière en 1982 ; signalons également les risques de contournement du barrage de Bainville-aux-Miroirs – Moselle – bas de la planche 7).

Par ailleurs, de nombreux ouvrages (déversoirs, vannages) sont en mauvais état et pourraient également être ruinés ou contournés à l'avenir.

Aussi, les barrages ne peuvent pas être considérés comme des points fixes du tracé des cours d'eau comme le pont d'une route nationale ou un pont-canal.

Par conséquent, les barrages ne sont pas pris en compte comme une contrainte pour le fuseau de mobilité. Les seules exceptions concernent les barrages en zones urbaines ou périurbaines où ils contribuent à la fixation en plan et en profil du cours d'eau.

7.2.2.3 Captages d'eau potable

Pour les captages d'eau potable, il y aurait lieu de distinguer :

- les captages situés dans le fuseau fonctionnel théorique qui pourraient être déplacés hors du fuseau,
- les captages non déplaçables pour des raisons techniques (hydrogéologiques : pas de ressources équivalentes en dehors du fuseau) ou financières (coût de déplacement largement supérieur aux coûts de protection à long terme).

(1) Ouvrage qui servait de prise d'eau au canal de navigation.

Les études techniques (dont une étude hydrogéologique) et économiques à réaliser pour statuer pour chaque captage sortent du cadre de la présente étude. Les décisions quant aux déplacements de captages devraient par ailleurs être prises par les Maîtres d'Ouvrage des captages.

Nous considérons ici que les captages existants sont des points durs et les fuseaux de mobilité sont tracés en laissant les captages existants en dehors du fuseau.

Une étude complémentaire (avec les volets hydrogéologiques et économiques notés ci-dessus) pourra être faite ultérieurement pour certains captages (cf. 8.3.1).

Sur les planches de l'atlas, les captages d'eau potable sont généralement désignées par St pomp. (station de pompage).

7.2.2.4 Gravières et plans d'eau

La capture d'une rivière mobile par une gravière proche entraîne un piégeage (partiel ou total) de la charge alluviale en charriage, ce qui peut générer une érosion progressive (vers l'aval), la rivière se rechargeant en aval et aussi un abaissement de la ligne d'eau en amont.

Les gravières de volume suffisamment important pour bloquer la charge alluviale en charriage doivent donc être exclues du fuseau de mobilité fonctionnel surtout si elles sont situées à proximité amont ou aval d'ouvrages de franchissement. Ces gravières doivent être protégées contre l'érosion latérale.

Certaines gravières de grand volume mais situées en dehors des segments « à risques » (pas d'ouvrage d'art à proximité) et bloquant l'accès à des stocks alluviaux importants, peuvent être en théorie intégrées à l'espace fonctionnel. En effet, le piégeage de charge en transit dans la gravière peut parfois être largement compensé par un gain sur le long terme de sédiments stockés en lit majeur au delà de la gravière. Il peut donc être intéressant de laisser l'érosion se propager dans la gravière puis au delà. Ces gravières peuvent ne pas être systématiquement protégées contre l'érosion latérale.

La difficulté réside ici dans l'évaluation du volume critique de la gravière considérée, les transports solides étant très mal connus. Prenons l'exemple de la Moselle. L'ordre de grandeur du transport solide moyen annuel a été évalué à 30 000 m³ pour l'aval. Si on prend l'hypothèse d'un stockage de cette charge dans une gravière sur 3 m d'épaisseur, la surface du stock est de l'ordre d'un ha seulement. Donc une gravière de 1 à 2 ha est, pour la vallée de la Moselle, une gravière de volume important vis-à-vis de son effet potentiel sur le transport solide.

Ce qui veut dire que la plupart des gravières existantes doivent être exclues du fuseau de mobilité :

- dans les secteurs à risques (proximité d'ouvrages de franchissement), à cause des risques pour les ouvrages proches,
- loin des ouvrages car alors l'impact de la capture sur le transport solide et le lit mineur serait trop fort pour qu'on puisse considérer que l'érosion ultérieure du stock alluvial situé derrière la gravière constitue un enjeu justifiant les risques pris.

Les gravières sont donc ici considérées comme des points durs et les fuseaux de mobilité sont tracés en laissant les gravières existantes à l'extérieur.

Les seules exceptions sont de petits plans d'eau isolés rencontrés parfois dans le fuseau de mobilité théorique. Ce sont des plans d'eau de surface inférieure à 1 ha, conformément à ce qui a été écrit ci-dessus. C'est le cas par exemple d'un petit plan d'eau situé en rive droite de la Moselle en aval de Chatel-sur-Moselle (planche Moselle n°5).

7.2.2.5 Pylônes EDF

Des pylônes EDF (supportant des lignes Haute-Tension ou Moyenne-Tension) sont parfois situés dans le fuseau de mobilité théorique. Dans plusieurs cas, ces pylônes sont situés à un changement de direction de la ligne.

On se retrouve alors dans le même cas que pour les captages d'eau potable : il faudrait réaliser une étude technique et économique pour déterminer si le déplacement des pylônes est envisageable et statuer avec EDF.

Nous considérons ici que les pylônes situés à des changements de direction de ligne sont des points durs et les fuseaux sont tracés en laissant ces pylônes existants en dehors des fuseaux. Les autres pylônes ne sont pas pris en compte.

Une étude complémentaire (avec les volets techniques et économiques notés ci-dessus) pourra être faite ultérieurement pour certains pylônes (cf. 8.3.2).

7.2.2.6 Canalisations

Des canalisations de natures diverses (transport d'hydrocarbures, de gaz, de produits chimiques, conduites d'assainissement, ...) traversent les vallées et leurs cours d'eau. Le déplacement en plan de la rivière peut mettre en danger une canalisation. **Pour cette raison, celles-ci sont considérées comme des points durs au droit desquels la mobilité de la rivière n'est pas admissible.**

Comme pour les captages d'eau potable, les pylônes EDF (et voire d'autres contraintes – cf 7.3), des études techniques et économiques pourraient être réalisées pour déterminer si le déplacement d'une canalisation ou un abaissement de son profil en long dans la vallée serait possible pour permettre une extension du fuseau de mobilité fonctionnel.

7.2.2.7 Tronçons de rivière canalisés

Dans la vallée de la Meuse, le canal de l'Est « emprunte » par endroit le lit de la rivière. Ces tronçons de rivière canalisés sont stables ou stabilisés. Il n'y a pas lieu de leur appliquer le concept de fuseau de mobilité (au même titre que les traversées de zones urbaines).

Sur ces tronçons, le fuseau vient se fermer sur la rivière en longeant les berges.

7.2.3 Bilan des contraintes anthropiques prises en compte

Les contraintes anthropiques considérées comme des points durs sont donc les suivantes :

- zones bâties : zones urbaines, villages, hameaux, fermes,
- voies de communication et leurs ouvrages (ponts, ponts-canaux) : routes nationales, routes départementales, voies communales, voies ferrées, canaux,
- captages (puits et champs captants),
- gravières et plans d'eau (sauf pour les plans d'eau de superficie inférieure à 1 ha),
- pylônes EDF situés à des changements de direction de ligne,
- canalisations (hydrocarbures, gaz, produits chimiques, assainissement).

Les barrages, ainsi d'ailleurs que les protections de berges, ne sont pas considérés comme des points durs.

Comme nous l'avons noté pour les captages AEP, pour les pylônes EDF, pour les canalisations, des études complémentaires pourraient être réalisées pour déterminer si au droit de certains de ces points durs, le fuseau de mobilité fonctionnel pourrait être étendu :

- études techniques : étude des possibilités de déplacement du captage, du pylône, de la canalisation,
- études économiques : évaluation du coût de déplacement du point dur (ou de mise en œuvre d'une autre solution : nouvelle adduction d'eau par exemple) et comparaison avec le coût de l'ouvrage à réaliser pour protéger le point dur contre l'érosion (avec calcul éventuel des coûts indirects liés au blocage de la dynamique fluviale : incision localisée, pas de recharge alluviale, risque d'accentuation de l'incision globale, ...).

De telles études pourraient aussi être faites pour des voies de communication, pour des ponts.

Ces études complémentaires pourront être réalisées dans le cadre d'une concertation ultérieure avec les Maîtres d'ouvrages (Syndicats Intercommunaux d'Adduction d'Eau Potable, EDF, Gaz de France, ...).

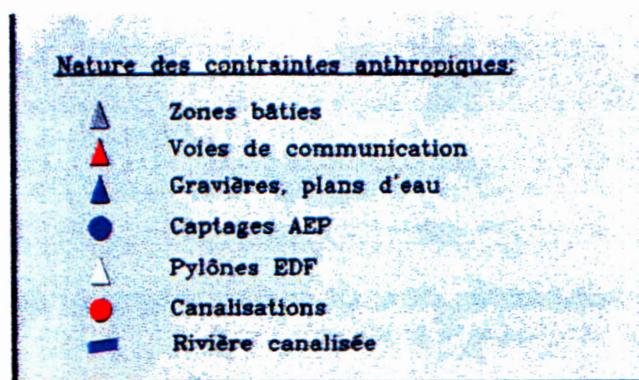
Dans le cadre de la présente étude, nous considérons que tous les ouvrages listés ci-dessus au début du 7.2.3 et rencontrés dans le fuseau de mobilité théorique sont des points durs.

7.3 PRINCIPES DE CARTOGRAPHIE DU FUSEAU DE MOBILITE DANS LES SECTEURS DE CONTRAINTES

Les fuseaux de mobilité fonctionnels sont représentés par deux graphismes :

- trait continu jaune et orange dans les secteurs où il n'y a pas de contraintes anthropiques (ce fuseau correspond alors au fuseau théorique défini en phase 2),
- trait continu jaune bordé d'un trait pointillé noir : fuseau de mobilité fonctionnel soumis à contraintes anthropiques.

Sur les plans de l'atlas, les contraintes anthropiques prises en compte dans la définition des fuseaux sont repérées par les symboles suivants :



Les règles adoptées pour les tracés sont précisées ci-après pour chacun des types de contraintes.

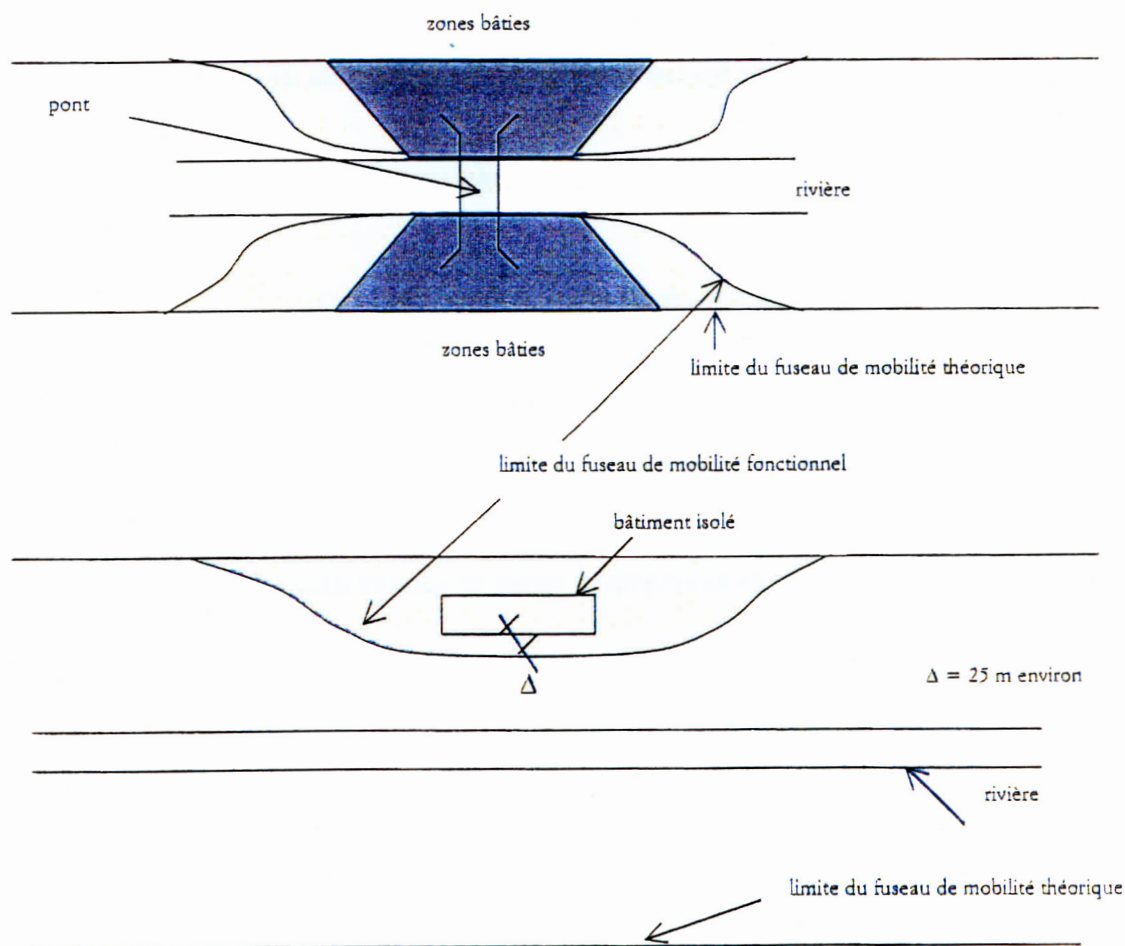
□ Zones bâties

Les fuseaux de mobilité théoriques n'ont pas toujours été tracés dans les zones urbaines denses, sachant que nous n'aurions là, pas à définir de fuseau de mobilité fonctionnel. C'est le cas par exemple pour :

- Epinal sur la Moselle (planche Moselle n°3),
- St Dié (planche Meurthe n°2) et Raon l'Etape (planche Meurthe n°3) sur la Meurthe,
- Verdun sur la Meuse (planche Meuse n°10).

Dans les autres zones bâties, la limite du fuseau de mobilité fonctionnel est tracé en longeant les zones bâties qui dans la plupart des cas, sont proches de la rivière.

Figure 15 : principe de tracé du fuseau au droit de zones bâties

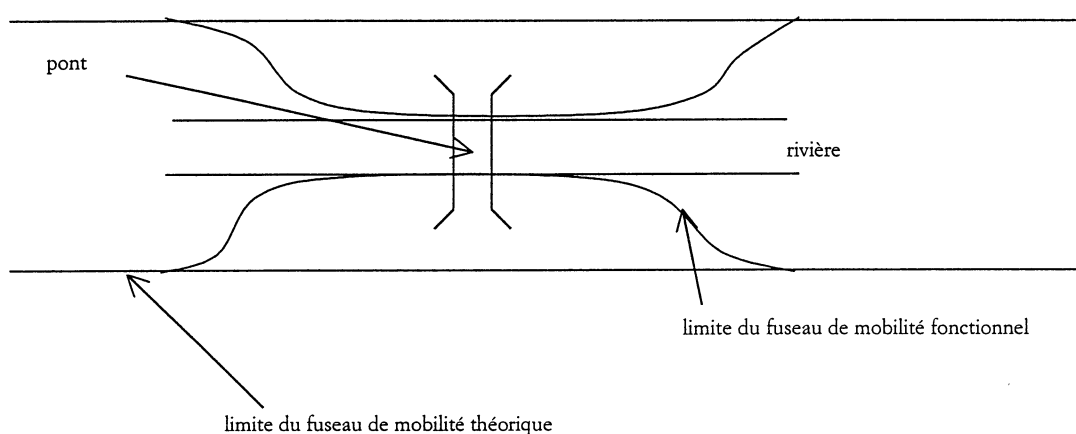


Une distance de sécurité de l'ordre de 25 m est prise en compte au droit des bâtiments (généralement isolés) qui sont éloignés de la rivière.

□ Voies de communication

Quand la voie de communication est transversale (traversée de la rivière), le fuseau de mobilité fonctionnel vient s'entourner sur le pont ou le pont-canal et s'élargit ensuite pour rejoindre le fuseau théorique en aval.

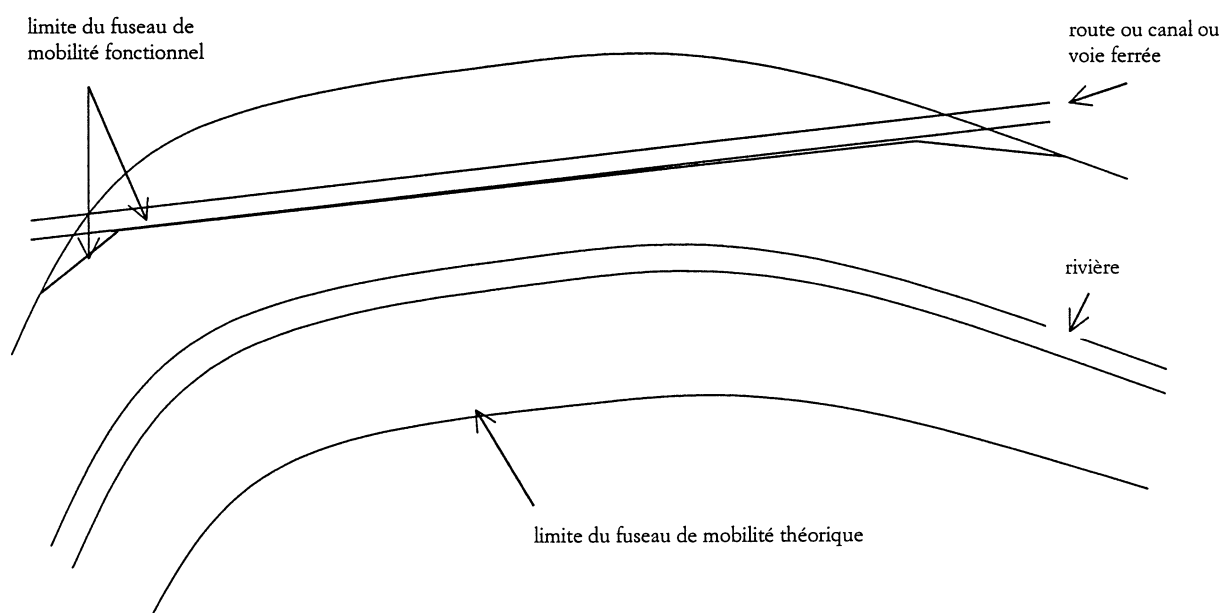
Figure 16 : principe de tracé du fuseau au droit des voies de communication transversales



Il y a une seule exception, elle concerne le pont de Bainville-aux-Miroirs sur la Moselle (planches Moselle n°6 et 7) : voir 8.3.

Quand la voie de communication est longitudinale, le fuseau de mobilité fonctionnel vient s'appuyer sur elle.

Figure 17 : principe de tracé du fuseau au droit des voies de communication longitudinale



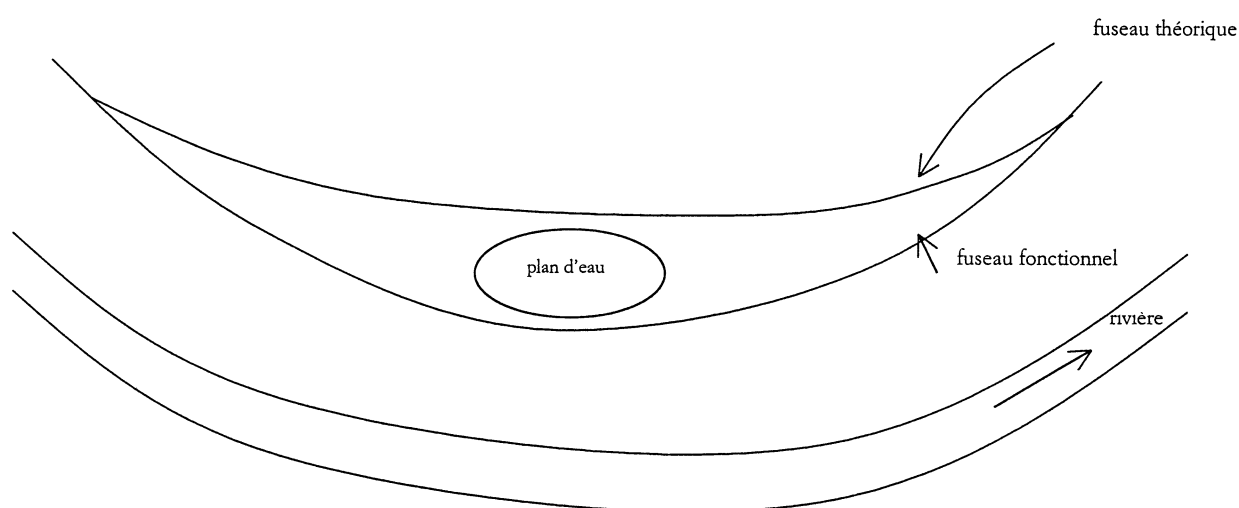
□ Gravières et plans d'eau

Les fonds de plan IGN utilisés dans l'atlas ne présentent pas les gravières et plans d'eau récents. Pour compléter l'information cartographique disponible, nous avons utilisé les fichiers des emprises des carrières que nous a fournis le BRGM.

Les plans d'eau sont dans la plupart des cas proches de la rivière (la largeur du cordon de séparation variant de 10 m à 30 m ou plus).

Le tracé du fuseau de mobilité fonctionnel vient longer le plan d'eau ou laisse une distance de sécurité de 25 m.

Figure 18 : principe de tracé du fuseau au droit des gravières et plans d'eau



□ Captages AEP, pylônes EDF

Pour ces contraintes ponctuelles, les principes de tracé du fuseau sont les mêmes que ceux retenus pour les bâtiments isolés : voir figure 15.

□ Canalisations

Le tracé du fuseau de mobilité fonctionnel est fait comme pour un pont (voir figure 16), en prenant en compte une distance de sécurité signalée par l'exploitant : voir exemple figure 19.



ODC 3

PLAN DE ZONAGE**DES OUVRAGES****PIPELINES À HYDROCARBURES LIQUIDES**

En application du Décret n° 91 1147 du 14 Octobre 1991, il est fait obligation d'adresser à l'exploitant de l'ouvrage une demande de renseignements pour tous travaux effectués à moins de 100 m du pipeline.

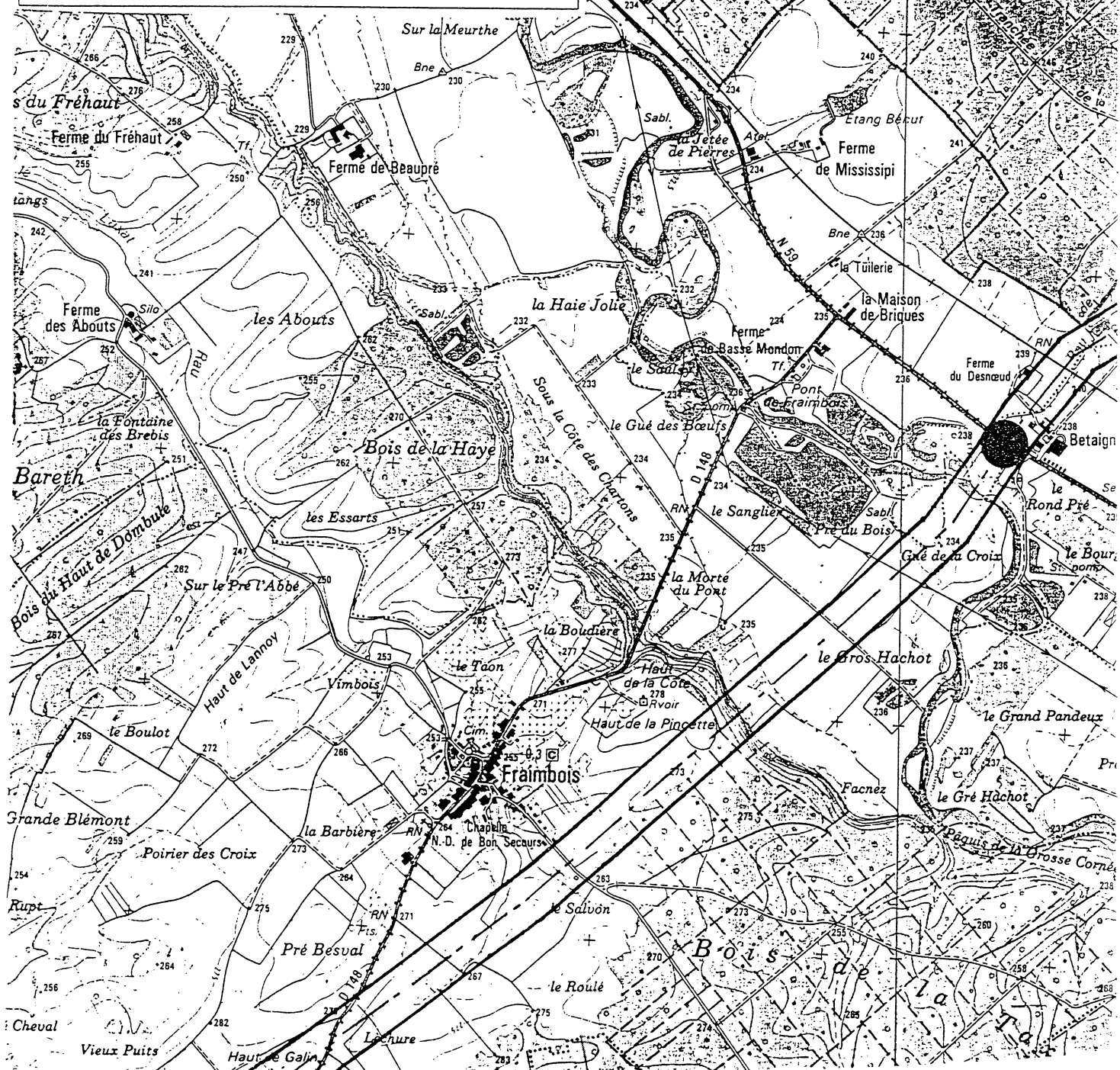
TRAPIL ODC 3
8 et 10 Rue de Maréville
54524 LAXOU Cédex

N° Tél : 83.91.60.61
Fax : 83.91.60.22

Date d'édition : Juillet 1995

7

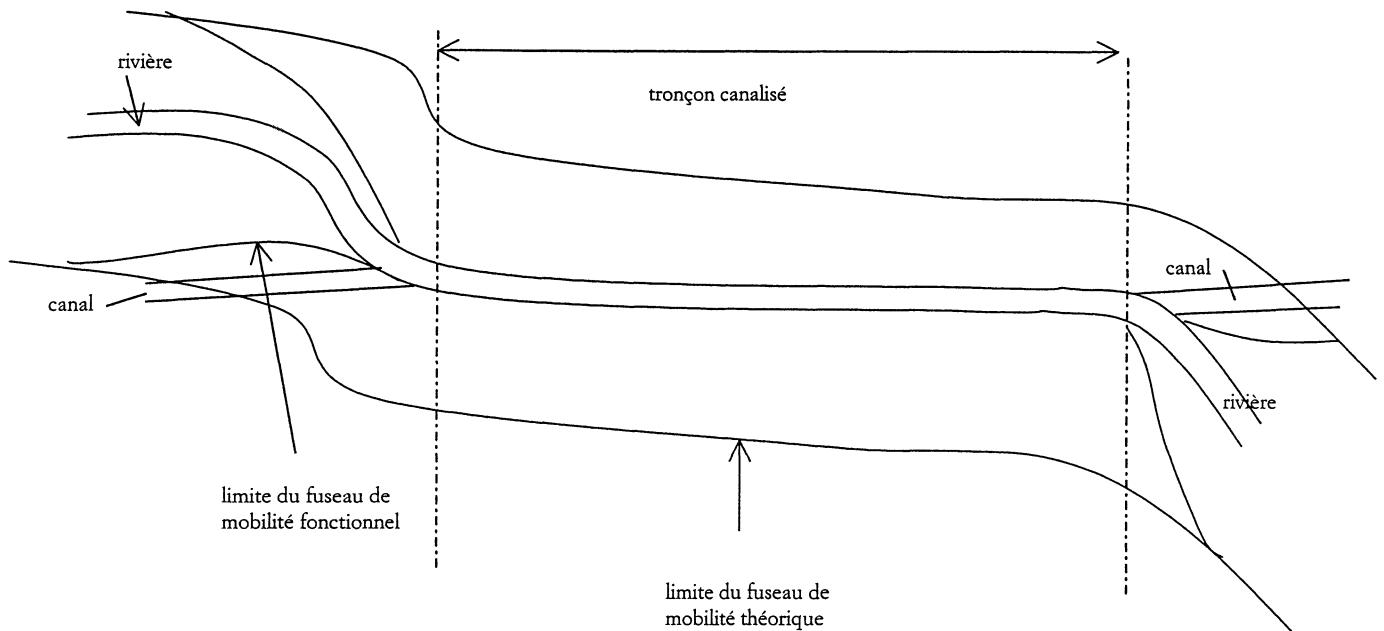
Extrait de carte IGN au 1/25000ème
IGN Paris 1995
Autorisations n° 70 5002/60 5015



□ Rivière canalisée

Le fuseau de mobilité fonctionnel vient rejoindre le tronçon canalisé par un entonnement et longe le tronçon canalisé : voir figure 20.

Figure 20 : principe de tracé du fuseau au droit de tronçon de rivière canalisée



□ Remarque complémentaire

La réduction du fuseau de mobilité prévue en amont des contraintes vient resserrer le fuseau par un entonnement sur une distance variable. Celle-ci est appréciée en fonction de la position de l'ouvrage (qui est la contrainte), de la sinuosité locale du lit, des taux d'érosion observés, ...

8 PRESENTATION DES FUSEAUX DE MOBILITE FONCTIONNEL

8.1 COMMENTAIRES SUR LES FUSEAUX OBTENUS

Notons tout d'abord que les fuseaux obtenus après prise en compte des contraintes anthropiques sont présentés sur les fonds de plans établis en phase 2. Le lecteur a ainsi sous les yeux l'extension des alluvions, les tracés historiques, les fuseaux de mobilité théoriques définis en phase 2.

Les plans sont parfois chargés, mais cette présentation permet au lecteur de disposer de l'ensemble des éléments résultant de la démarche employée.

8.1.1 *Meuse*

Pour la **Meuse**, en amont de St Mihiel, les restrictions apportées au fuseau théorique sont essentiellement locales (elles concernent des linéaires courts), elles sont dues à des ponts et des captages d'eau potable. En aval, en plus de ces restrictions locales, il y a des restrictions pour des tronçons plus longs : traversées de ville (St Mihiel, Verdun), tronçons de rivière canalisés. On note que les captages d'eau potable sont essentiellement situés au droit de tronçons où la rivière est potentiellement peu mobile. Il ne paraît ainsi pas utile d'envisager de déplacer des captages d'eau potable.

8.1.2 *Vezouze, Mortagne et Vologne*

Sur la **Vezouze, la Mortagne et la Vologne**, les restrictions sont essentiellement locales et dues pour l'essentiel à des voies de communication. Il y a aussi quelques traversées d'agglomérations qui réduisent les fuseaux : Lunéville sur la Vezouze, Docelles sur la Vologne.

8.1.3 *Moselle*

Sur la **Moselle**, les contraintes anthropiques sont plus variées (zones urbaines, voies de communication, captages d'eau potable, gravières et plans d'eau, pylônes EDF) et leur emprise globale est géographiquement plus étendue.

De St Nabord à Epinal, le fuseau est étroit car la vallée est étroite et assez fortement occupée. Et en aval d'Epinal, ce sont les traversées de zones urbaines et les gravières existantes qui contribuent à réduire fortement le fuseau théorique.

Le fuseau théorique est peu ou pas restreint par des contraintes anthropiques sur les tronçons suivants :

- Remiremont-St Nabord (planche 1),
- Girmont – carrière d'Igney (planches 4 et 5),
- secteur de Vaxoncourt (planche 5),
- Grippont – Virecourt (planches 6 et 7).

Ce dernier tronçon est le plus vaste. On notera qu'au droit de Bainville-aux-Miroirs (bas de la planche 7), en rive droite du pont, le fuseau englobe un chenal secondaire que la Moselle emprunterait si elle contournait le barrage de Bainville situé en amont de la route (cf. planche 6). Ce point particulier est évoqué en 8.3.

8.1.4 Meurthe

Sur la **Meurthe**, la situation est analogue à celle rencontrée sur la Moselle : on rencontre à peu près tous les types de contraintes anthropiques et leur emprise globale est géographiquement étendue (avec notamment les traversées de villes et les gravières existantes).

Le fuseau théorique est peu ou pas restreint par des contraintes anthropiques sur les tronçons suivants :

- St Michel-sur-Meurthe – Etival – Clairefontaine (planches 2 et 3),
- Baccarat – St Clément (planches 4, 5 et 6),
- Lunéville (entre le pont de la RN333 et la voie ferrée – planche 7).

Ce dernier tronçon présente une situation particulière : la rivière n'est pas au fond de la vallée, celui-ci est situé au droit des plans d'eau qui sont entre la limite Sud du fuseau de mobilité et la route nationale ; ainsi la Meurthe pourrait à l'avenir sortir du fuseau de mobilité défini. Si des érosions locales comme celles qu'on observe actuellement sur le terrain sont acceptables, un déplacement aussi radical du cours de la Meurthe doit être évité car il aurait des conséquences très fortes et fortement dommageables pour les ouvrages d'art situés en amont et en aval.

8.2 PROPOSITIONS D'ETUDES COMPLEMENTAIRES RELATIVES A DES CONTRAINTES

Comme nous l'avons explicité en 7.2.3, des études techniques et économiques pourraient être réalisées pour déterminer si au droit de certains des points durs, le fuseau de mobilité fonctionnel pourrait être étendu.

Nous présentons ici quelques sites qui pourraient faire l'objet de telles études. Cette liste d'études n'est pas exhaustive. C'est la concertation avec les Maîtres d'Ouvrage qui pourra permettre de compléter ces propositions d'études.

8.2.1 Captages d'eau potable

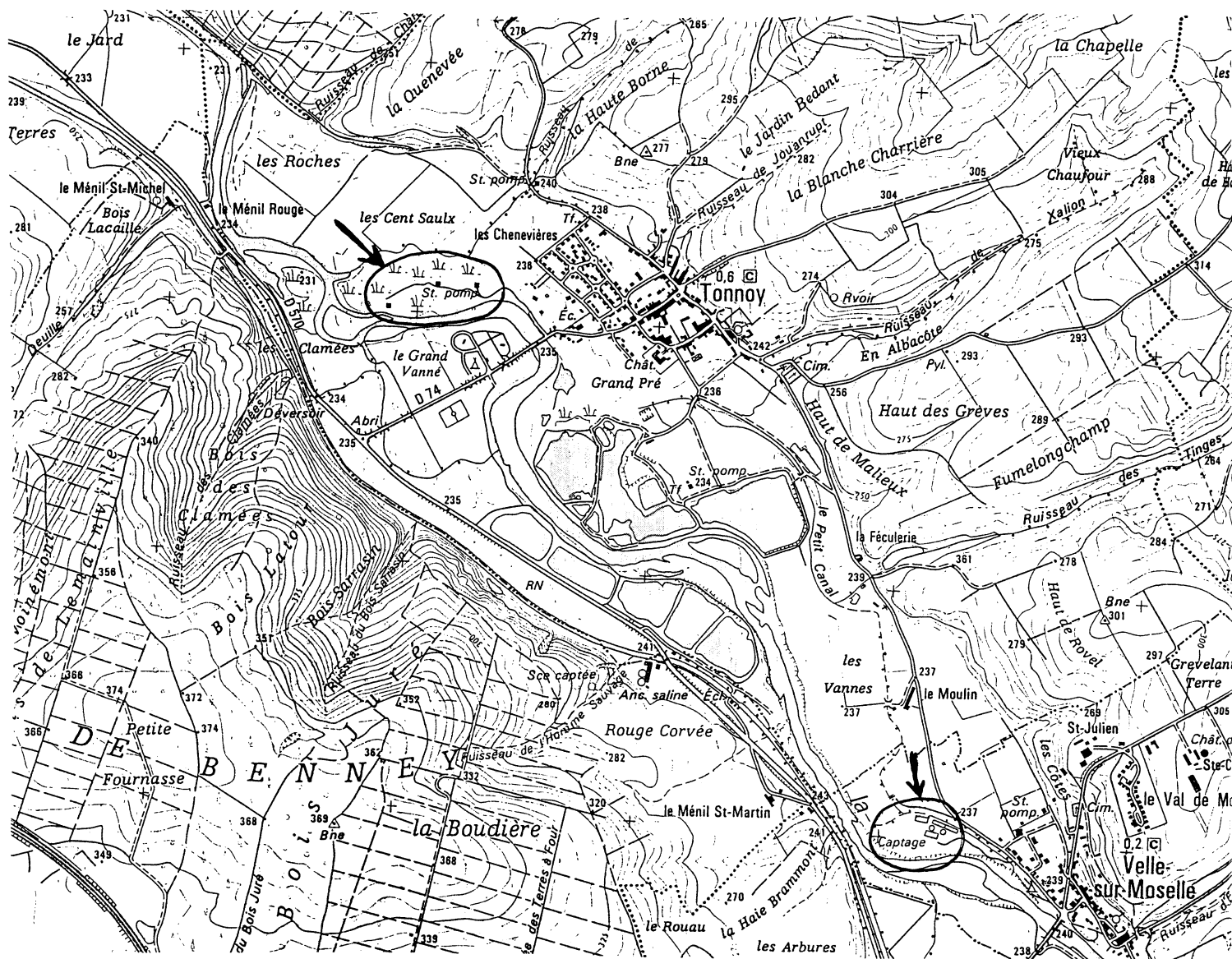
Plusieurs captages d'eau potable entraînent une restriction du fuseau de mobilité.

Une étude de faisabilité technique (recherche d'une autre source d'approvisionnement) et économique du déplacement du captage pourrait permettre de préciser si le fuseau de mobilité fonctionnel pourrait être localement étendu.

Les captages concernés sont les suivants :

- Vallée de la Moselle :
 - ♦ planche 8 : captage en rive droite en aval de Tonnoy et captage en rive droite en aval de Velle-sur-Moselle (voir figure 21),

Figure 21



8.2.2 Pylônes EDF

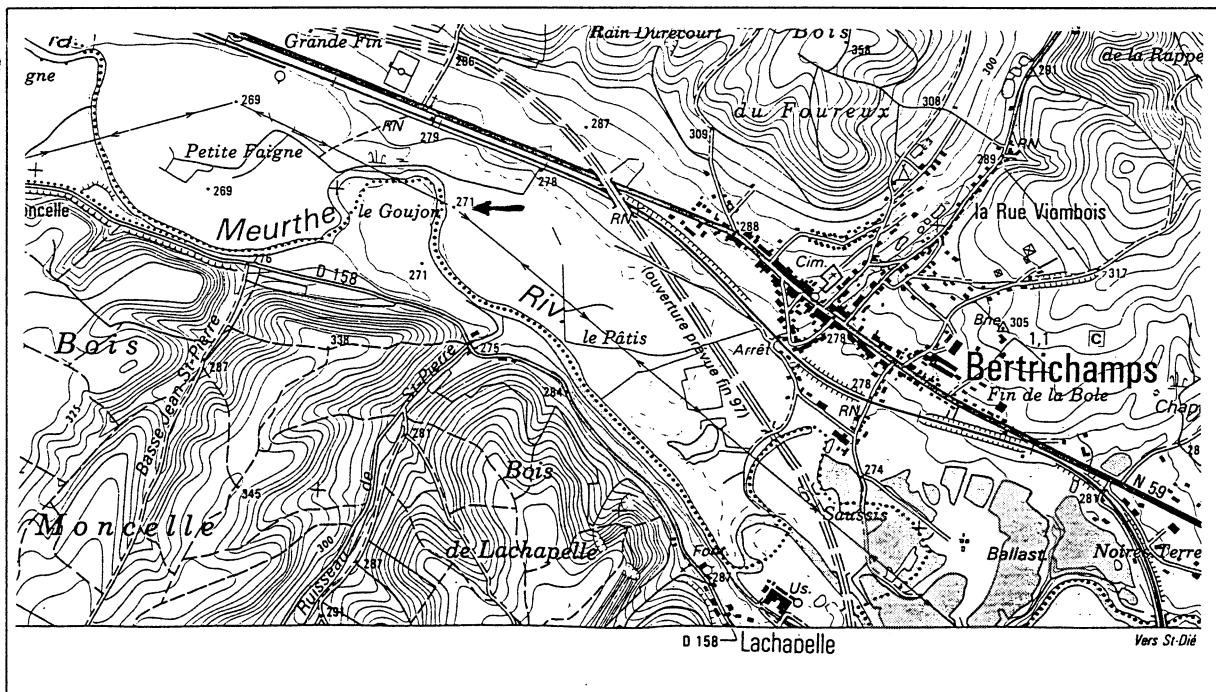
Dans la vallée de la Meurthe, en aval de Bertrichamps (planche 5), des appuis EDF, situés à un changement de direction de la ligne (voir figure 23), entraînent une restriction du fuseau de mobilité fonctionnel.

Cette restriction est au droit d'un méandre et côté rive externe.

Une étude de faisabilité technique et économique du déplacement de ces appuis permettrait de préciser si le fuseau de mobilité pourrait être localement étendu.

Figure 23

Meurthe – planche 5 – appuis EDF restreignant le fuseau de mobilité



Par ailleurs, lorsqu'une ligne EDF Haute Tension ou Moyenne Tension traverse le fuseau de mobilité, les appuis situés dans les tronçons droits de la ligne n'ont pas été considérés comme des contraintes.

Il est souhaitable qu'un point soit fait, en liaison avec EDF sur ces tronçons de ligne :

- positionnement de toutes les lignes EDF traversant les fuseaux de mobilité et de tous leurs appuis,
- expertise sur le cours d'eau visant à apprécier les aléas d'érosion à moyen terme (30 – 50 ans), dans les secteurs comportant des appuis EDF,
- étude de faisabilité technique et économique du déplacement des appuis se trouvant en situation critique à moyen terme.

Notons que cette étude complémentaire pourrait conduire à des restrictions supplémentaires des fuseaux de mobilité fonctionnels définis dans la présente étude.

8.3 REMARQUE SUR LE SECTEUR DE BAINVILLE-AUX-MIROIRS (VALLEE DE LA MOSELLE – PLANCHES 6 ET 7)

Tous les ponts sont considérés comme des points durs et les fuseaux de mobilité fonctionnels viennent « s'entonner » sur les ponts (convergent en amont jusqu'aux culées et divergent en aval).

Il y a une exception (déjà notée précédemment (cf. 8.1), pour le pont de Bainville-aux-Miroirs. A cet endroit, le fuseau englobe un chenal secondaire situé en rive droite. Ce chenal est activé en crue et participe au fonctionnement dynamique de la rivière. Et par ailleurs, en cas de court-circuit du barrage de Bainville, ce chenal serait encore plus activé.

A ce titre, il est inclus dans le fuseau de mobilité, sans qu'un concept propre à ce cas particulier soit défini. Notons que ce secteur et ses évolutions potentielles ont déjà fait l'objet d'études ⁽¹⁾.

(1) Agence de l'Eau Rhin-Meuse – Définition et impact d'un avant-projet sommaire d'aménagement de la Moselle entre Bayon et Grippont – HYDRATEC – ICE – 1993

9 CONCLUSION

Les fuseaux de mobilité fonctionnels définis dans la présente étude pourront être affinés localement dans le cadre d'une concertation avec les Maîtres d'Ouvrage concernés par les ouvrages situés en zone de mobilité et considérés ici comme des points durs, la position de certains d'entre eux pouvant éventuellement être modifiée.

Cette étude fournit aux différents organismes et partenaires concernés par la mobilité des cours d'eau étudiés, les éléments techniques permettant d'engager cette concertation.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1998: Typologie des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse. Compléments et consolidation.

BCEOM - CETE DE L'EST, 1982 : Départements de Meurthe-et-Moselle et des Vosges - Étude de la stabilisation du lit de la Moselle entre Messein et Épinal.

BETURE, 1994 : Etude des contraintes hydrauliques à l'extraction de graves dans le lit de la rivière Meuse. Conseil Général de la Meuse.

CNR, 1991: Etude pour la restauration de la Meurthe entre St Dié et Raon l'étape. Syndicat Intercommunal pour l'étude de la Meurthe

CORBONNOIS J., 1991 : Dynamique fluviale de la Mortagne, exemple de quelques secteurs actifs. MOSELLA. Revue du Centre d'Etudes Géographiques de l'Université de Metz

DDE de Meurthe-et-Moselle, 1991: Schéma d'Orientation des Carrières. Vallée de la Meurthe en amont de Lunéville. Vallée de la Moselle en amont de Flavigny.

HYDRATEC, 1994: Schéma d'Orientation des Carrières. Vallée de la Meurthe en aval d'Anould. Vallée de la Moselle en aval de Remiremont.

HYDRATEC, 1996 : Etude diagnostique de la Meurthe entre Saint Clément et la confluence avec la Vezouze. Service Navigation du Nord-Est.

Lacroix C., 1991: Géohistoire du méandrage de la Meurthe à Moncel-les-Luneville depuis 250 ans. Mémoire de maîtrise. Université de Nancy II. UFR de Géographie.

Maire G., Lasserre S., 1991: Structure et fonctionnement d'un système fluvial déséquilibré par l'intervention anthropique : la Moselle non canalisée à la sortie du massif vosgien. MOSELLA. Revue du Centre d'Etudes Géographiques de l'Université de Metz.

Service de la Navigation de Nancy, 1990 : Rapport sur le contrôle des gravières le long de la Moselle à la suite de la crue de 1990.

SINBIO, 1996 : Etude diagnostique préalable à la restauration de la Mortagne en Meurthe et Moselle. SIAAPEMMM.

ANNEXE 2 : Dossier cartographique
(document séparé)