

ÉVOLUTION HISTORIQUE DU TRACÉ EN PLAN D'UN COURS D'EAU

L'ÉTUDE DU PHÉNOMÈNE DE DIVAGATION NATURELLE APPLIQUÉE A
L' AISNE ET A L' AIRE

Rapport de Mickaël BATAILLE

Étudiant en M2 Pro GHE parcours Transferts

Sommaire

I.	Acquisition des données.....	5
II.	Exploitation des cartes	7
1.	Préambule.....	7
2.	Introduction à la géodynamique fluviale.....	7
3.	Détermination de paramètres morphologiques	8
4.	Interprétation des cartes	10
III.	Discussion.....	15
1.	Superposition des tracés des différentes époques	15
2.	Détermination de l'espace de mobilité de l'Aisne et de l'Aire.....	16

Résumé

Cette étude porte sur la divagation des cours d'eau – en l'occurrence l'Aisne et l'Aire – et sur les techniques pouvant être employées pour en rendre compte et l'illustrer de la façon la plus intelligible. Ce travail a donc pour base des cartes de différentes époques sur lesquelles vont être relevés les tracés des cours d'eau pour ensuite être regroupés sur un même fond afin de visualiser les évolutions. Les modalités de ces changements seront éclairées par de brèves explications du fonctionnement de la dynamique fluviale et sur les moyens de caractériser la morphologie des cours d'eau.

Mots clefs

Espace de mobilité, divagation, carte, dynamique fluviale, cohésion des berges, érosion, tracé.

Abstract

This study is about stream rambling – in this case the Aisne and the Aire – and the techniques which could be used to illustrate it so that every one can easily understand it. This work is based on card of various age on which will be drawn the laying out of the river. These different tracing will then be superposed on the same foundation to see the changes. Their methods will be enlightened thanks to brief explanations of stream dynamic working and on the ways to characterize river morphology.

Keywords

Mobility space, rambling, card, stream dynamic, bank cohesion, erosion.

Liste des figures

Figure 1 : Carte de Cassini.	6
Figure 2 : Carte d'état major 1828.	6
Figure 3 : Carte d'état major 1930.	6
Figure 4 : Carte IGN.	6
Figure 5 : Carte géologique.	6
Figure 6 : Carte sur fond IGN des tracés superposés des cours d'eau.	6
Figure 7 : Schéma de la contraction d'un cours d'eau.	8
Figure 8 : Schéma décrivant la relation entre puissance de l'écoulement et type d'érosion.	9
Figure 9 : Carte de Cassini.	10
Figure 10 : Carte d'état major de 1828.	11
Figure 11 : Carte géologique.	12
Figure 12 : Carte d'état major de 1930.	13
Figure 13 : Carte IGN.	14
Figure 14 : Carte sur fond IGN des tracés superposés des cours d'eau.	15
Figure 15 : Espace de mobilité maximal.	16
Figure 16 : Espace de mobilité fonctionnel, étape 1.	16
Figure 17 : Espace de mobilité fonctionnel, étape 2.	17
Figure 18 : Exemple d'espace de mobilité sans prise en compte des activités humaines.	18
Figure 19 : Exemple d'espace de mobilité avec prise en compte des activités humaines.	18

Liste des tableaux

Tableau 1 : Paramètres morphologiques de l'Aisne et de l'Aire.	9
--	---

Introduction

Le présent travail a pour but d'étudier l'évolution historique du tracé en plan de deux cours d'eau – l'Aire et l'Aisne – à partir de cartes de l'Institut Géographique National de la région à différentes époques. Le postulat de départ est que ces deux cours d'eau sont très mobiles. Il s'agit donc de vérifier cette hypothèse et de l'illustrer au mieux.

Le secteur d'étude se situe dans l'Est de la France et concerne plus particulièrement les portions des deux cours d'eau localisées dans le département des Ardennes. Une fois les tracés en plan obtenus pour les différentes époques, ils pourront être comparés notamment à la géologie du secteur afin de connaître les facteurs influant sur l'évolution de leur tracé. L'évolutivité des tracés de l'Aire et de l'Aisne sera étayée par l'étude de divers paramètres morphologiques tels la longueur d'onde et l'amplitude des méandres des cours d'eau et leur sinuosité. C'est surtout à l'aide de la carte où seront superposés les tracés des différentes époques que pourront être tirées des conclusions. Les cours d'eau sont en effet contraints à demeurer dans un espace de mobilité réduit et défini par l'Homme, d'où cette volonté de comprendre leur fonctionnement.

Ces recherches ont pour but final d'apporter quelques éclairages sur la gestion de l'espace urbain et sur les possibilités de travaux sur les cours d'eau qui ne peuvent se faire sans conséquence sur les ouvrages d'art notamment. Cette étude pourra enfin apporter de nouvelles informations aux élus des communes concernées qui se sont vus remettre un Atlas des Zones Inondables.

I. Acquisition des données

La première étape du projet se compose de la production de cartes représentant les tracés successifs de l'Aire et de l'Aisne qu'il a ensuite fallu reporter sur un même fond de carte (celui de la carte IGN actuelle) afin de les mettre en parallèle et d'en tirer les premières conclusions quant à la mobilité globale des deux cours d'eau.

Une visite aux bureaux de l'IGN à Paris a permis d'obtenir les cartes nécessaires au déroulement de la première partie du travail pour laquelle un Système d'Information Géographique a été utilisé. Certaines des cartes étant au format papier, il a fallu dans un premier temps les scanner puis les exporter sous MapInfo©.

Le but du travail étant de visualiser l'évolution du tracé des deux cours d'eau dans le temps, des cartes de la région couvrant la période la plus longue possible et offrant une progression temporelle régulière étaient requises. Il a donc été décidé de recourir aux cartes suivantes : cartes de Cassini datées de 1760 au 1 : 86 400^e, les cartes d'état major de 1828 au 1 : 40 000^e, celles de 1930 au 1 : 50 000^e et enfin les cartes IGN actuelles au 1 : 25 000^e. Une partie du projet réclamant de connaître la géologie du secteur, les cartes correspondantes ont été employées (cartes géologiques de Monthois et de Vouziers au 1 : 50 000^e établies par le Bureau des Recherches Géologiques et Minières).

Le SIG a ensuite été utilisé pour tracer les contours des cours d'eau sur le secteur étudié. Cette étape nécessite de prendre en compte la largeur des cours d'eau et non pas juste leur trajectoire car cette information se révèle être essentielle ultérieurement pour décrire leur espace de mobilité le plus précisément et fidèlement possible.

Une première difficulté apparaît lors de cette première étape de travail car aucune carte n'est à la même échelle, ce qui rend la comparaison malaisée et introduit une première incertitude quant au résultat.

Les cartes ainsi obtenues constituent donc la base de travail de ce projet. Des vignettes sont visibles ci-dessous (figures 1 à 6).

L'absence d'homogénéité entre les échelles des cartes pose un second problème en sus de celui de la difficulté de comparaison des cartes entre elles ; il est relatif à la précision des tracés obtenus. La carte de Cassini ne rend en effet compte que des principaux tracés fluviaux et est de plus assez imprécise une fois confrontée à la carte IGN actuelle.



Figure 1 : Carte de Cassini.



Figure 2 : Carte d'état major 1828.



Figure 3 : Carte d'état major 1930.



Figure 4 : Carte IGN.



Figure 5 : Carte géologique.

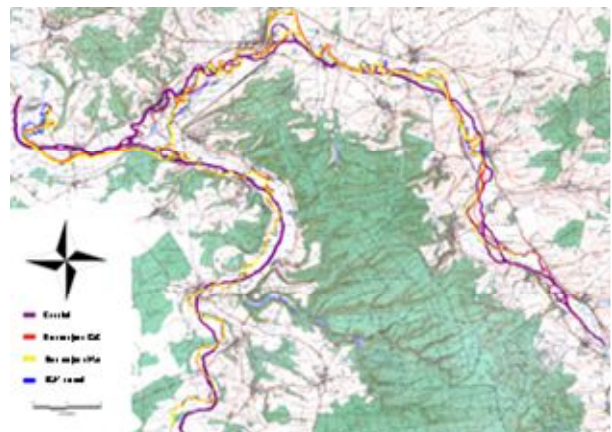


Figure 6 : Carte sur fond IGN des tracés superposés des cours d'eau.

II. Exploitation des cartes

1. *Préambule*

La zone d'étude se situe non loin des Ardennes, en périphérie du bassin parisien. Les altitudes rencontrées sont donc modérées, de même que leur amplitude. Les couches géologiques vont présenter une structure monotone avec un pendage monoclinal vers l'Ouest caractéristique de la morphologie classique du bassin parisien et de son alternance de larges plateaux à pentes douces et de cuesta et vallées marquant l'affleurement des couches géologiques.

L'Aire et l'Aisne sont séparées par le massif de l'Argonne qui leur fournit également nombre de sources et d'affluents. Les deux cours d'eau s'écoulent sur un substratum Mésozoïque, du Kimméridgien calcaire-marneux pour l'Aire et de la gaize d'Argonne pour l'Aisne. La gaize est une roche siliceuse légère, car poreuse, et donc perméable.

Avant d'être un affluent rive droite de l'Aisne, l'Aire se jetait en rive gauche de la Meuse. Cette capture s'est effectuée au Pléistocène moyen soit il y a environ 400 000 ans. L'Aire rejoignait alors la Meuse via la vallée de la Bar qui en a gardé les témoignages notamment morphologiques (méandres surdimensionnés, coude de capture) ; la capture s'est effectuée au niveau de Mouron et à détourner l'Aisne amont de sa direction Nord-Sud vers l'Ouest.

Outre de modifier les apports solides et liquides à la Meuse, la capture a également induit une érosion régressive pour atteindre une pente d'équilibre nouvelle au niveau de Mouron et a donc fortement creusé la vallée.

2. *Introduction à la géodynamique fluviale*

Il s'agit d'une discipline récente s'intéressant à l'évolution du tracé des cours d'eau et aux causes expliquant ces modifications. Elle s'insère dans la logique de l'hydrosystème fluvial qui rassemble et fait interagir le bassin versant, le cours d'eau et le milieu aquatique entre eux.

La dynamique fluviale est contrôlée par deux grandes variables qui sont le débit liquide Q_l et le débit solide Q_s et qui vont expliquer le caractère plutôt érosif ou plutôt sédimentaire d'un cours d'eau. D'autres variables vont cependant aussi entrer en compte ; il s'agit notamment de la pente, de la lithologie du substrat et des berges ... qui vont conditionner la géométrie de la vallée, le profil en long du cours d'eau et son tracé en plan.

En situation normale, le cours d'eau tend à atteindre un équilibre que la main de l'Homme s'est bien souvent empressée de bouleverser (Figure 7). Il existe naturellement un phénomène de contraction du cours d'eau lorsque celui-ci rencontre un obstacle géologique mais le développement de l'urbanisme a amplifié ce phénomène et a donc modifié l'évolution naturelle du tracé des cours d'eau.

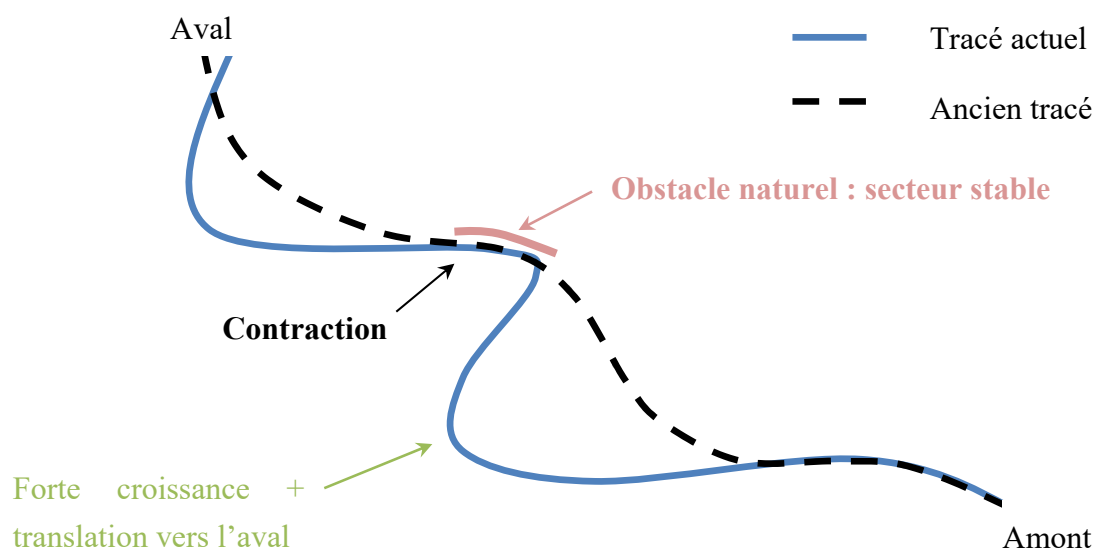


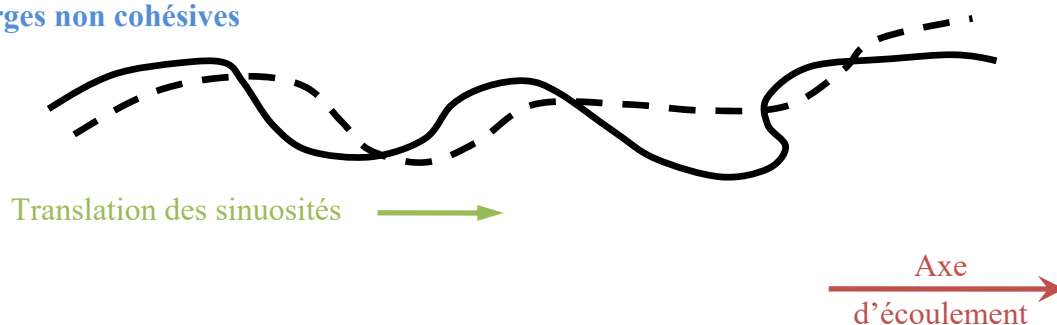
Figure 7 : Schéma de la contraction d'un cours d'eau.

3. Détermination de paramètres morphologiques

La compréhension de la dynamique fluviale passe par la connaissance des caractéristiques physiques du cours d'eau considéré et notamment de leur longueur d'onde et de leur amplitude qui permettent de déduire le coefficient de sinuosité. Sachant qu'un cours d'eau n'est jamais rectiligne, sauf contrainte géologique majeure, le coefficient de sinuosité permet de rendre compte de l'environnement du cours d'eau et plus particulièrement de la cohésion des berges.

Des modèles d'évolution du tracé des cours d'eau avancent que plus les berges sont cohésives, plus le cours d'eau aura tendance à éroder les berges perpendiculairement à sa vallée sans effectuer de translation vers l'aval (Figure 8) ; les cours d'eau sont alors caractérisés par un coefficient de sinuosité d'au moins 1,5.

**Rivière à forte puissance et/ou
berges non cohésives**



**Rivière à faible puissance
et/ou berges cohésives**

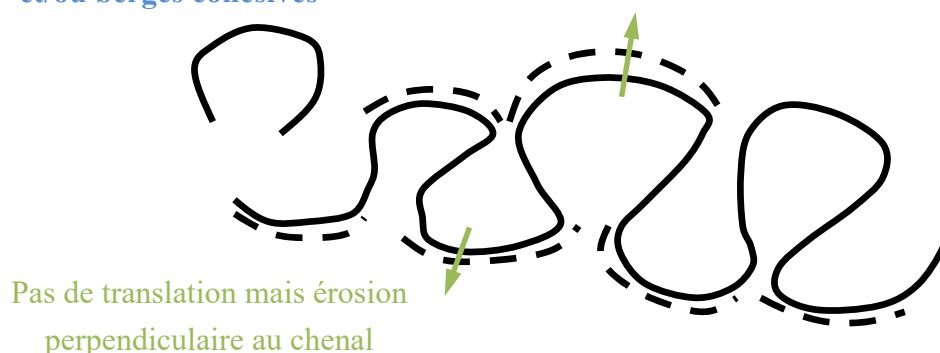


Figure 8 : Schéma décrivant la relation entre puissance de l'écoulement et type d'érosion.

Une première hypothèse peut donc être formulée quant à la cohésion des berges de l'Aire et de l'Aisne qui doit être faible ou moyenne. Il faut cependant nuancer ce propos car la puissance du cours d'eau intervient bien sûr dans l'évolution de son tracé.

Les caractéristiques morphologiques de l'Aire et de l'Aisne ont été déterminées d'après la carte IGN actuelle et regroupées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Paramètres morphologiques de l'Aisne et de l'Aire.

	Longueur d'onde W (en Km)	Longueur développée l (en Km)	Coefficient de sinuosité S_i	
Aire	10	11	1,1	Cours d'eau sinueux.
Aisne	2	2.8	1,4	Cours d'eau méandrique.

4. Interprétation des cartes

Carte de Cassini :

Comme mentionné précédemment, la carte de Cassini (Figure 9) ne représente pas de façon exhaustive le linéaire de la zone. À sa vue, une question se pose aussi quant à la précision du relevé du tracé qui présente très peu de méandres de petite longueur d'onde, excepté ceux visibles entre Mouron et Grandpré.

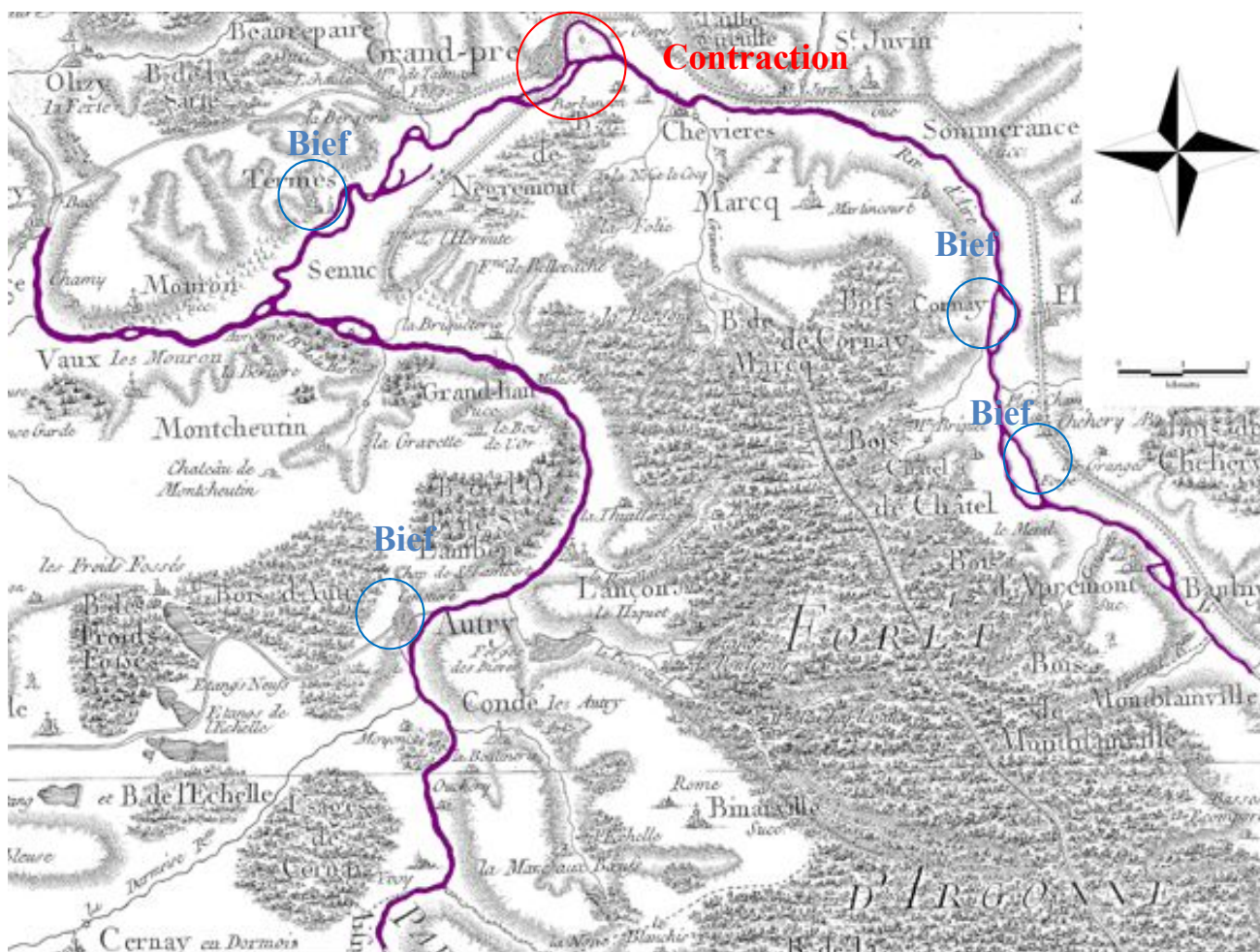


Figure 9 : Carte de Cassini.

Une deuxième remarque tient en la présence systématique de biefs au droit de chaque grand méandre et visant à alimenter des moulins. Ceci tend à montrer l'emprise ancienne de l'Homme sur ces deux cours d'eau. Son implantation a aussi eu des impacts indirects telle la contraction de l'Aire contre la ville de Grandpré.

Carte d'état major de 1828 :

Cette carte (Figure 10) confirme l'hypothèse formulée sur la carte de Cassini quant à son manque de précision ; de nombreux méandres de second ordre sont effectifs visibles cette fois et ne peuvent résulter d'un développement naturel des deux cours d'eau.

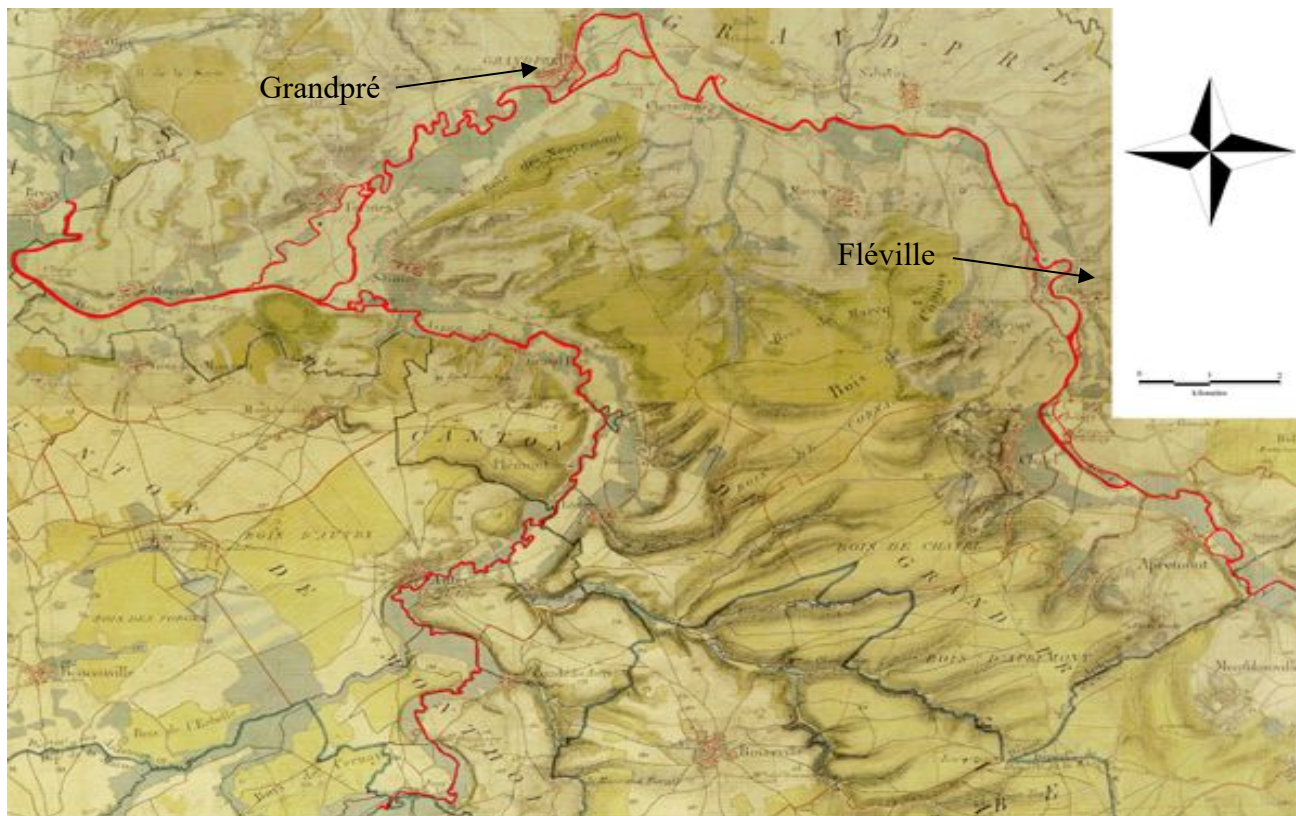


Figure 10 : Carte d'état major de 1828.

Il apparaît toutefois que seules l'Aisne amont et l'Aire juste avant sa confluence soient affectées de nombreux petits méandres. Cette distinction est peut être due à l'incision par l'Aire d'alluvions anciennes entre Fléville et Grandpré (Figure 11). Celles-ci sont en effet constituées de galets calcaires grossiers ayant subi un lavage des éléments argileux et sont connues sous le nom de « grève ». La grande proportion d'éléments grossiers tend à rendre cette formation peu cohérente, sensible à l'érosion et va donc favoriser la translation de son lit vers l'aval sans s'étendre sur la largeur.

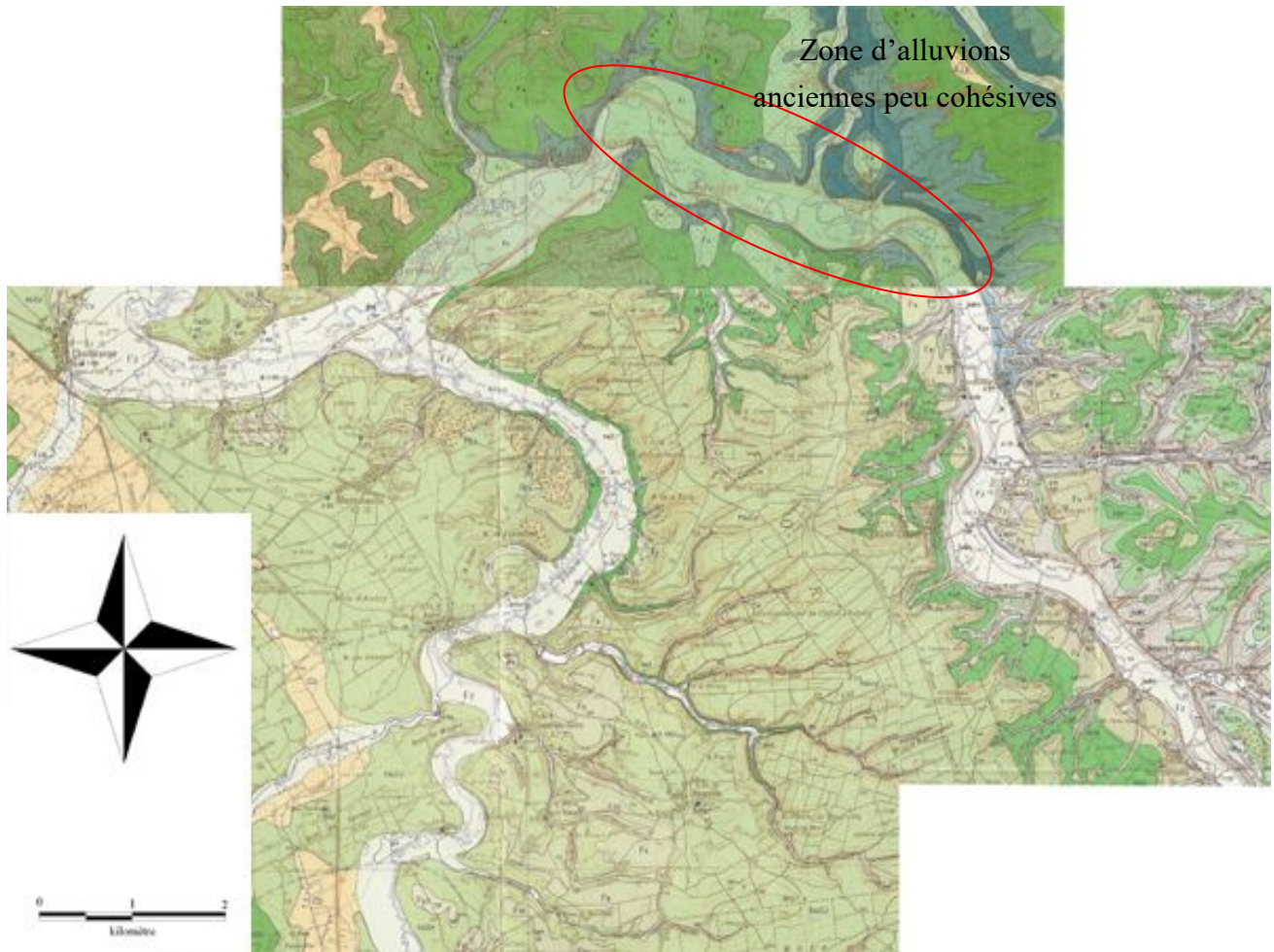


Figure 11 : Carte géologique.

L'Aisne amont et l'Aire entre Grandpré et la confluence reposent quant à elles sur des alluvions récentes limoneuses procurant aux berges une plus grande cohésion.

Carte d'état major de 1930 :

Très peu de changement semble en fait affecter cette carte (Figure 12) par rapport à la précédente si ce n'est que le tracé est localement plus accusé mais rien ne laisse présager de l'origine de ces menus changements (carte elle-même ou évolution réelle du tracé ?).

Les évolutions plus significatives ressortiront sans aucun doute bien mieux sur la carte avec les différents tracés superposés (Figure 13).



Figure 12 : Carte d'état major de 1930.

Carte IGN :

Peu de renseignement ressort à première vue de cette carte (Figure 13). Le recours à la figure 12 semble une fois de plus nécessaire pour tirer un maximum d'information du tracé actuel de l'Aisne et de l'Aire.

Il est cependant possible d'utiliser cette carte pour visualiser clairement l'exemple d'une contraction naturelle d'un cours d'eau face à une contrainte naturelle.

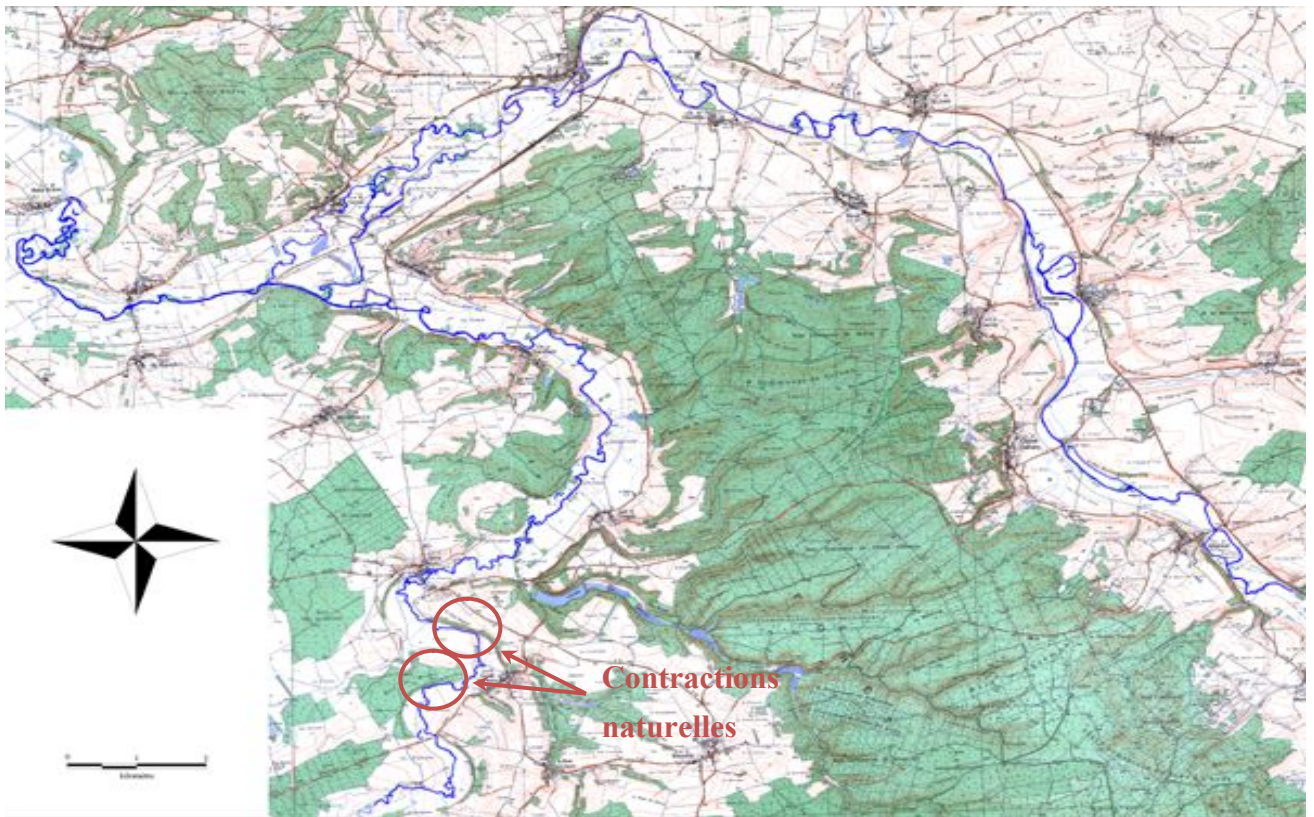


Figure 13 : Carte IGN.

III. Discussion

1. *Superposition des tracés des différentes époques*

Cette étape a pour but d'identifier les grands mouvements en plan opérés par l'Aisne et l'Aire sur la période d'observation s'étalant de 1760 à aujourd'hui. Les tracés des différentes époques ont été rassemblés sur le même fond, celui de l'IGN actuel (Figure 14), dans le but de mettre en exergue les grands changements.

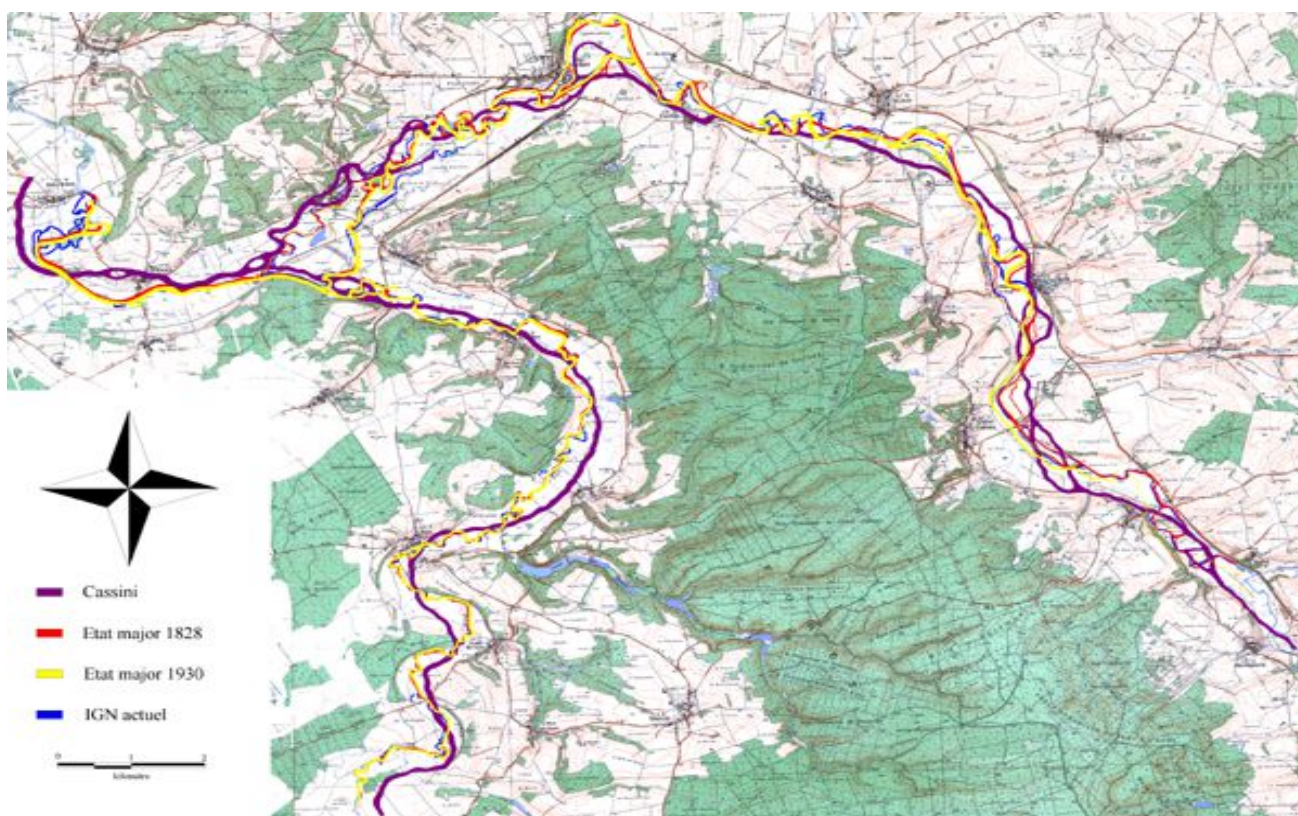


Figure 14 : Carte sur fond IGN des tracés superposés des cours d'eau.

La première observation pouvant être faite est la relative déviance du tracé obtenu à partir de la carte de Cassini ; les soupçons quant au manque de précision de cette carte semblent se confirmer.

Un certain décalage entre le tracé de 1930 et les deux restants est également observable. Cette anomalie est très sûrement due à un problème de calage des cartes entre elles plus qu'à un éventuel défaut sur la carte elle-même.

Il est cependant clair qu'il y a peu de différences significatives tendant à démontrer que l'Aisne et l'Aire ne sont pas des cours d'eau très divagant, tout du moins sur ce secteur en ce qui concerne l'Aisne. Pour obtenir des résultats plus significatifs et plus parlants, il

faudrait travailler à une plus petite échelle ce qui augmenterait le biais possible du à l'acquisition des données et au calage des cartes mais pourrait néanmoins autoriser un travail plus approfondi et plus pointu.

2. Détermination de l'espace de mobilité de l'Aisne et de l'Aire

Cette démarche est importante car elle peut être un outil d'aide à la décision pour des représentants de collectivités locales, notamment lors de l'établissement de Plan Local d'Urbanisme ou pour les Plans de Prévention des Risques. La production de carte qui peut en découler ne peut cependant avoir qu'un rôle illustratif visant à porter à connaissances des responsables locaux de ce phénomène naturel.

Il faut prendre garde ensuite à ne pas confondre « espace de liberté » et « espace de mobilité ». La première notion fait référence à une aire sur laquelle un cours d'eau peut divaguer naturellement et sans contraintes ; la surface a considéré dans ce cas est alors le lit majeur. La seconde notion introduit quant à elle le facteur humain et fait donc référence à l'aire dans laquelle peut circuler le cours d'eau sans perturber l'Homme et ses activités.

Plusieurs étapes sont nécessaires dans la détermination de cet espace de mobilité.

La première consiste à identifier l'espace de mobilité maximal (Figure 15) qui englobe en fait la surface recouverte par les alluvions du cours d'eau considéré.

Dans un second temps est délimité l'espace de mobilité fonctionnel qui nécessite d'établir une amplitude d'équilibre équivalente à dix fois la largeur à pleins bords (Figure 16) puis de prendre en considération la divagation historique du cours d'eau (Figure 17) et enfin d'y soustraire les zones occupées par les activités humaines. Ceci permet finalement d'obtenir l'espace de mobilité minimal du cours d'eau.



Figure 15 : Espace de mobilité maximal.



Figure 16 : Espace de mobilité fonctionnel, étape 1.

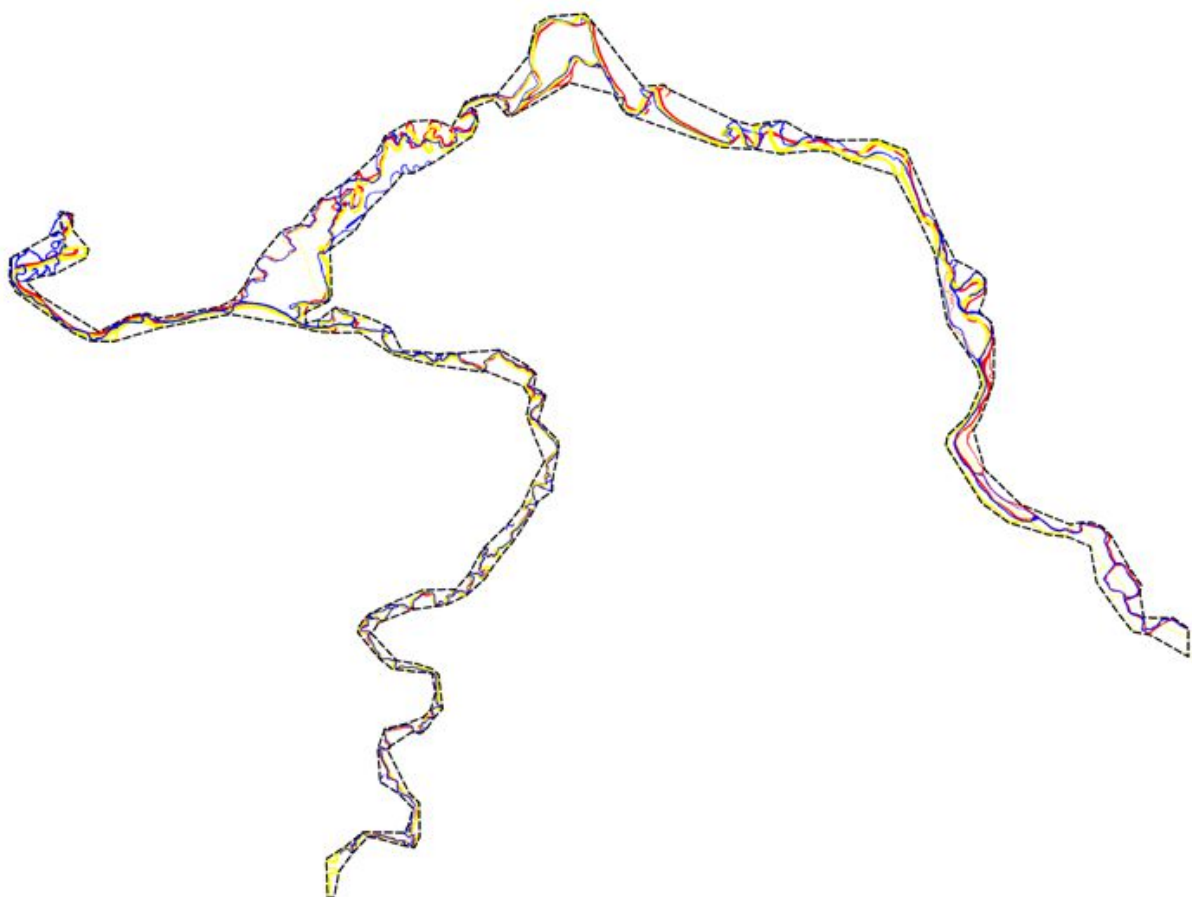


Figure 17 : Espace de mobilité fonctionnel, étape 2.

Les corrections survenant lors de la seconde étape sont illustrées par l'exemple des figures 18 et 19 qui s'attachent à exposer la différence entre l'espace de mobilité fonctionnel avec et sans prise en compte de l'activité humaines.

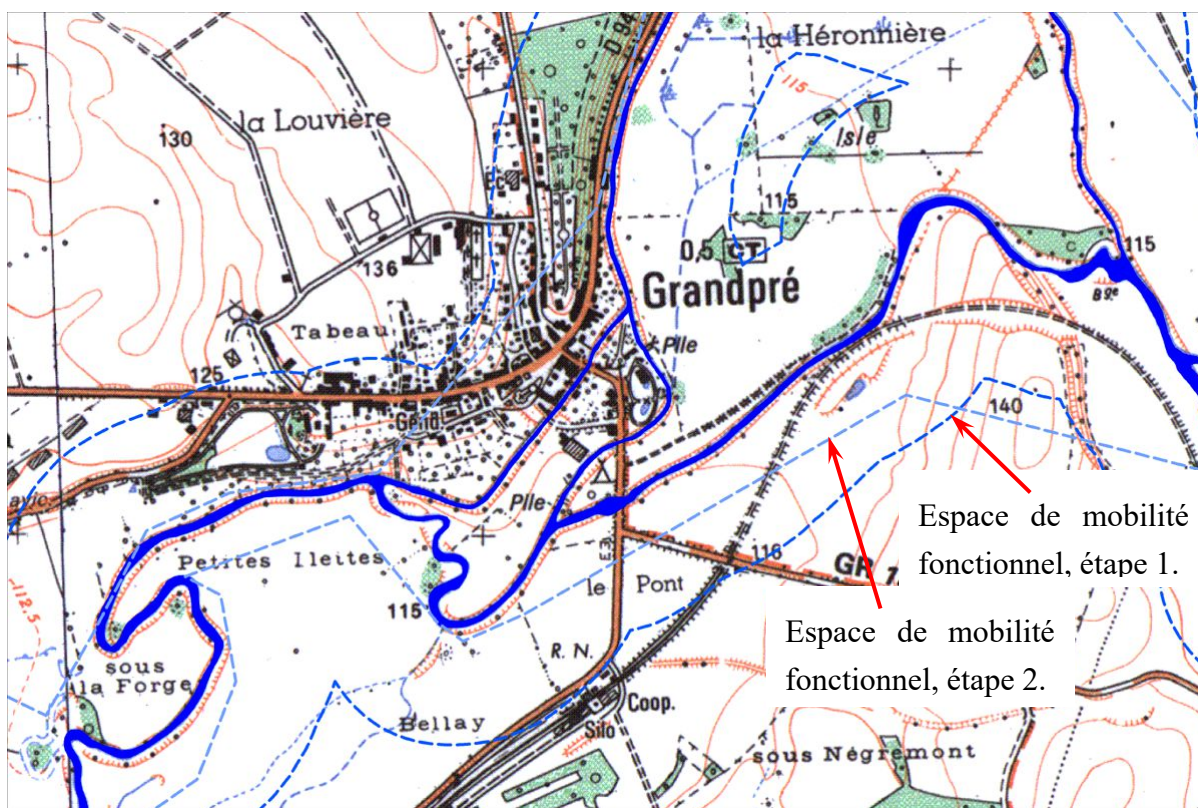


Figure 18 : Exemple d'espace de mobilité sans prise en compte des activités humaines.

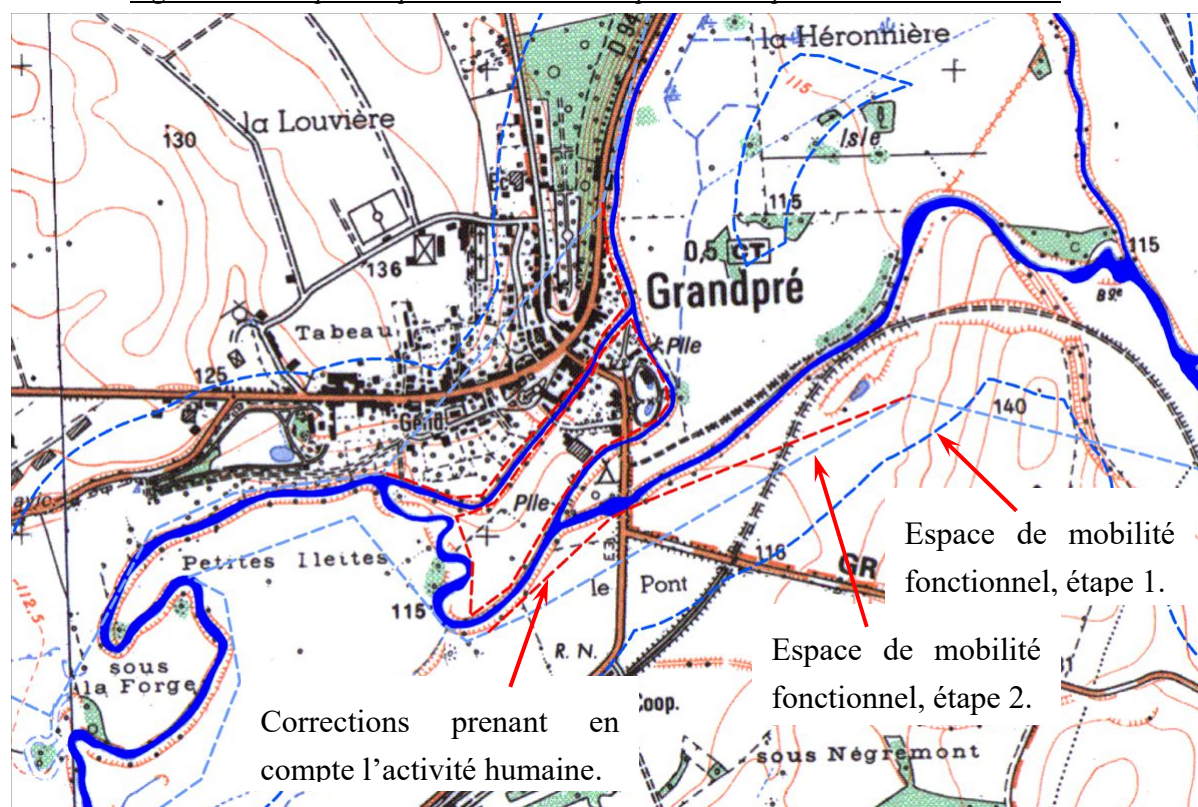


Figure 19 : Exemple d'espace de mobilité avec prise en compte des activités humaines.

Il est aisé de voir grâce à cet exemple que les notions d'espace de liberté et de mobilité n'ont plus rien à voir. L'espace de mobilité final recouvre une surface très limitée, ne laissant aucune marge au cours d'eau.

C'est à cette échelle qu'il faudrait travailler pour observer les effets que pourraient avoir la divagation de l'Aisne et de l'Aire sur les ouvrages d'art. Il faut cependant rappeler que les problèmes d'érosion régressive souvent source de problèmes pour les ouvrages d'art sont essentiellement les conséquences de travaux humains tels la suppression d'un méandre.

À noter également que la définition de ces espaces se font toujours au dépend du cours d'eau et ne prend nullement en compte ses besoins d'espace.

Conclusion

L'hypothèse de base de ce travail avançait que l'Aisne et l'Aire étaient des cours d'eau actifs montrant une divagation certaine. Elle n'a donc pas pu être clairement confirmée même si le caractère érosif de ces deux cours d'eau n'est pas mis en doute.

Il a ainsi été démontré que leur mode érosif allait conduire ces deux cours d'eau à éroder et à se translater vers l'aval plus qu'à gagner de l'espace en largeur. Ce type d'érosion peut poser de nombreux problèmes notamment vis-à-vis des ouvrages d'art qui, bien que non exposés à ce type de risques suite à leur construction, peuvent devenir les cibles d'une déstabilisation du lit mineur des cours d'eau provoquée par le déplacement vers l'aval de leurs méandres. La probabilité d'occurrence de ces risques ne sont toutefois pas les mêmes pour tous les secteurs notamment du fait de la disparité de la nature des alluvions sur lesquelles l'Aisne et l'Aire s'écoulent.

L'Aisne et l'Aire nécessitent donc une surveillance continue similaire à celle de tout cours d'eau mais qui pourrait nécessiter d'être plus soutenue localement du fait d'une tendance naturelle à la divagation plus importante que pour d'autres cours d'eau. Il est cependant clair qu'un tel travail est une base très utile dans le cadre d'un projet d'urbanisme d'une agglomération puisqu'il apporte des éclairages sur les tracés anciens d'un cours d'eau et permet donc de définir des zones à risques pour le futur.

Bibliographie :

De LAPPARENT A. F., TRICART J., COIN L., RENAULT Ph. (1958) – Carte géol. France (1/50 000), feuille de Vouziers (302). Orléans : BRGM.

LAURAIN M. (1998) – Carte géol. France (1/50 000), feuille Monthois (134). Orléans : BRGM. Notice explicative par M. Laurain, F. Ménillet, E. Pluchery et coll. (1998), 56 p.

LAURAIN M., MÉNILLET F., PLUCHERY E., avec la collaboration de DUERMAEL G., FAUVEL P. J., THÉVENIN S. (1998) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Monthois (134). Orléans : BRGM, 56 p. Carte géologique par M. Laurain (1998).