

Dynamique d'abandon de chenaux dans le territoire de la Petite-Seine

Jean-Louis Grimaud^{1*}, Léo Szewczyk¹, Patrick Gouge², Isabelle Cojan¹, Christophe Petit³, Laurence Lestel⁴,
David Eschbach⁴, Pierre Charrondière-Lewis³, Damien Huyghe¹, Arnaud Huguet⁴

¹ PSL Research University/ MINES ParisTech/ Centre de Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau Cedex, France

² Département de Seine-et-Marne / Centre départemental d'archéologie de la Bassée, 11 rue des Roises 77118 Bazoches-lès-Bray

³ Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UMR 7041 ArScAn, 6, rue Michelet, 75006 Paris

⁴ Sorbonne Université, UPMC, CNRS, EPHE, UMR 7619 Metis, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

* jean-louis.grimaud@mines-paristech.fr

Résumé

Les chenaux abandonnés constituent des entités sédimentaires de première importance sur le territoire de la Petite-Seine. Leur présence témoigne de l'évolution morphologique de la plaine alluviale de la Bassée en lien avec les forçages environnementaux et anthropiques. Les hétérogénéités physiques de leur remplissage influencent les écoulements souterrains. Une analyse combinant géomorphologie, sédimentologie et archéologie s'intéresse au contexte d'abandon des chenaux de la plaine alluviale de la Bassée à différentes échelles de temps. Deux exemples sont présentés.

À Vimpelles, une analyse morpho-sédimentaire est menée sur le tracé de la « Vieille Seine » à partir d'une trentaine de sondages carottés. Les hétérogénéités sédimentaires montrent l'existence de dépôts grossiers perméables, associés au dépôt d'un bouchon sableux à l'amont de ce chenal qui devient plus argileux vers l'aval. Les restitutions géomorphologiques et datations suggèrent que ce chenal appartenait à un système anabranché et montrent plusieurs périodes d'activité. L'analyse de documents d'archives témoigne de l'usage de ce chenal comme voie de communication, qui s'arrêta avec le comblement sédimentaire.

À Noyen-sur-Seine, l'évolution d'un méandre de la Seine est documentée par une série de cartes et de documents d'archives, et complétée par l'analyse de la morphologie actuelle. Les résultats montrent que l'accélération de la sédimentation dans la boucle du méandre et sa déconnexion furent une conséquence d'un rescindement artificiel au XIX^e siècle. L'envasement qui s'ensuivit créa une zone d'eaux stagnantes et marécageuses à proximité du village de Noyen-sur-Seine. Ces conséquences non anticipées conduisirent à l'aménagement d'une vanne en amont et d'un canal en aval pour empêcher la déconnexion hydraulique et le manque d'oxygénation dans la boucle.

Points clefs

- ✓ *Les chenaux abandonnés sont des archives géomorphologiques qui permettent de compléter les études historiques afin de mieux comprendre le fonctionnement passé de la Petite-Seine et son devenir.*
- ✓ *Les hétérogénéités sédimentaires de ces chenaux doivent être prises en compte pour améliorer les modèles d'écoulements souterrains.*

Abstract

Abandoned channels represent sedimentary features of importance in the “Petite-Seine” territory. They constitute archives of the geomorphic evolution of the Bassée alluvial plain under human and environmental forcing. Their heterogeneous sedimentary fills influence subsurface flows. Here, channel abandonment dynamics are studied by combining geomorphic, sedimentary and archeological approaches. Two examples are introduced.

In Vimpelles, a morpho-sedimentary analyze is performed through the description and interpretation of about thirty hand auger-dug boreholes. Sedimentary heterogeneities show the presence of coarse-grained, permeable deposits associated with the deposition of a sand plug in the upstream part of a 3 km-long channel, which is clay-dominated in its downstream part. Geomorphic reconstitutions and radiocarbon dating suggest that this channel was part of an anabranching system with several periods of activity. Historical documents testify that this channel was used for navigation purpose, which stopped with channel filling.

In Noyen-sur-Seine, an artificial channel cut-off is documented using historical maps and documents, and complemented by analyzing its modern morphology. The cut-off was artificially accelerated in the 19th century for navigation. In response, the meander bend was rapidly disconnected from the Seine River and a marshy environment was created in the vicinity of the town and castle of Noyen-sur-Seine. Because of these unpredicted consequences, a water gate and a canal were respectively built upstream and downstream of the meander bend to maintain water oxygenation.

Key points

- ✓ Abandoned channels consist of geomorphic archives that complement historic studies in order to better understand the past –and future– dynamics of the “Petite-Seine” area
- ✓ Sedimentary heterogeneities within these channels should be incorporated to improve hydrologic models

Introduction

Les plaines alluviales constituent des entités géologiques dont la morphologie n’est pas figée, mais évolue au gré de l’activité fluviale, depuis leur creusement jusqu’à leur édification par remplissage sédimentaire (Pastre, 1997). Cette activité contrôle l’hétérogénéité sédimentaire dans le fond des vallées. Dans le processus d’édification des dépôts alluvionnaires, on note les apports argilo-limoneux lors des crues de débordement ou les dépôts de particules plus grossières de charge de fond au fur et à mesure de la migration des cours d’eau. L’abandon d’une partie des anciens tracés fluviaux est également un phénomène courant, notamment lors des recoupements de boucles de méandres ou à la suite d’avulsions. Il en résulte des paléo-chenaux qui constituent autant de précieuses archives sédimentaires permettant de reconstruire le fonctionnement passé des plaines alluviales à différentes échelles spatio-temporelles (Arnaud-Fassetta *et al.*, 2010 ; Vayssière *et al.*, 2016 ; van Dinter *et al.*, 2017). De plus, leurs dépôts peuvent affecter les écoulements hydrologiques (Jeannot *et al.*, 2019). Les alluvions de fond de vallée sont majoritairement constitués de graviers et de sables. En revanche, les paléo-chenaux constituent des entités dont le remplissage est plus hétérolithique et qui reste moins bien connu. Ils sont constitués en partie de remplissage argilo-limoneux mais présentent également des parties plus sableuses plus perméables. C’est pourquoi il est nécessaire de caractériser la nature et les modalités de ces comblements pour alimenter les travaux du PIREN Seine relatifs à la détermination des dynamiques de circulation de l’eau dans la Bassée (Phase 7 PIREN ; Flipo *et al.*, 2015).

L’édification des plaines alluviales influence l’évolution des paysages ainsi que les activités humaines aux abords des cours d’eau. Les sociétés anciennes et modernes, quant à elles, transforment les environnements naturels en réaménageant sans cesse les corridors fluviaux pour leurs usages (exploitation pastorale des zones

humides, pêcheries, minoteries, transport fluvial, extraction de granulats alluvionnaires, gestion des crues...). Ainsi depuis des milliers d'années, elles ont modifié le fonctionnement des rivières et des fleuves avec des conséquences directes prévisibles, mais également indirectes ou différées, souvent imprévues.

Le territoire de la Petite-Seine qui s'étend entre la confluence Seine-Aube proche de Romilly-sur-Seine et la confluence Seine-Yonne à Montereau, est un exemple de zone très aménagée dès l'Époque Moderne (fin XV^e – fin XVIII^e) où les enjeux corporatistes sont, encore aujourd'hui, très prégnants (mise à grand gabarit de la Seine, zone d'expansion des crues, exploitation de gravières, protection de la dernière grande zone humide du bassin de la Seine...). Les recherches menées avant l'essor de l'exploitation des granulats alluvionnaires ont montré la présence de très nombreux paléo-chenaux (Mégnyen, 1965). Leur étude révèle l'évolution morpho-climatique du paysage (Leroy *et al.*, 2003) à laquelle s'ajoutent une importante documentation archéologique issue des fouilles préventives (Mordant *et al.*, 2006) et de nombreux documents d'archives (Steinmann *et al.*, 2016 ; Eschbach et Lestel, 2018). L'épave ensablée d'une barque monoxyle carolingienne mise au jour fortuitement dans un paléochenal au lieu-dit « Le Pré au Bœuf » à Noyen-sur-Seine (Mordant, 1998), à l'occasion des travaux de rescindement d'une boucle de la Seine mis en œuvre par Voies navigables de France, est l'un des exemples les plus emblématiques de ces témoins du passé.

Par l'analyse croisée du contenu sédimentaire des chenaux abandonnés, de sources documentaire historiques et de données archéologiques, notre étude apporte de nouvelles données et permet de renforcer la compréhension de l'évolution géomorphologique de ces milieux. L'étude de la dynamique des remplissages s'effectue à différentes échelles temporelles, i.e. du très long (10^{3-4} années) jusqu'au plus récent (en lien avec les aménagements). L'objectif est triple :

- ✓ caractériser l'hétérogénéité de l'architecture sédimentaire de plusieurs chenaux abandonnés afin d'améliorer les modèles géologiques utilisés pour simuler les écoulements dans la Bassée (action menée en parallèle de celle-ci) ;
- ✓ préciser les conditions environnementales (climat, végétation) passées de la Seine avant les aménagements ;
- ✓ étudier les relations sociétés-paysages à partir de ces quelques exemples.

1. La Bassée, un territoire construit à différentes échelles de temps

1.1. Creusement de la vallée au Quaternaire

Dans le Bassin parisien, l'enfoncement du réseau de drainage durant le Quaternaire est associé à l'étagement et l'emboîtement de nappes alluviales. Le développement de celles-ci est à mettre en lien avec les alternances entre cycles glaciaires et interglaciaires (Lautridou *et al.*, 1999 ; Antoine *et al.*, 2007). Les phases d'incision et de dépôt de nappes alluviales résultent de l'ajustement des profils en long des rivières corrélé au changement des conditions hydrodynamiques (débit, charge sédimentaire) ainsi qu'aux variations tectoniques et/ou eustatiques (Bridgland and Westaway, 2008). Ces modifications vont favoriser le dépôt d'éléments grossiers (gravier et sables), juste après l'incision majeure qui se produit à la transition entre les périodes interglaciaires et glaciaires (et de façon plus limitée à la transition glaciaire et interglaciaire), engendrant une forte perméabilité de ces nappes, comme c'est le cas en Bassée (Mégnyen *et al.*, 1965 ; Deleplancque, 2016).

Il en résulte, dans ce territoire, une succession de nappes alluviales étagées de 50 m à 10 m au-dessus de la plaine alluviale. Les deux terrasses partiellement emboîtées (T1 et T2) sont respectivement attribuées au Saalien III et Weichsélien (Deleplancque *et al.*, 2018 ; Fig. 1).

Deux terrasses emboîtées plus basses sont également présentes : la terrasse Fz_a (mise en place terminale entre 6000 et 4500 avant notre ère, de la fin du Mésolithique au tout début du Néolithique moyen) et la nappe alluviale de la Seine actuelle Fz_b (Deleplancque *et al.*, 2018 ; Fig. 1).

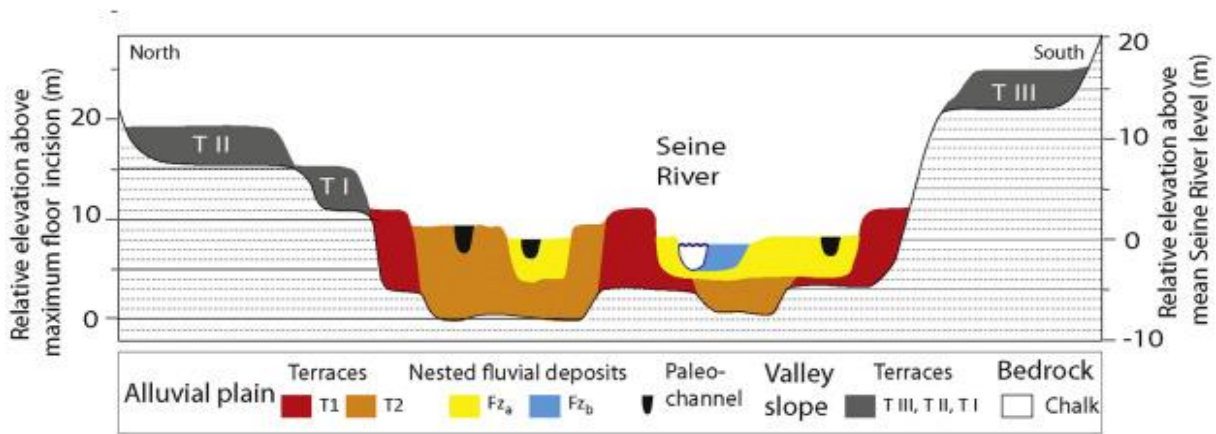


Figure 1. Schéma montrant la géométrie des nappes alluviales dans plaine alluviale de la Bassée (Deleplancque *et al.*, 2018). Les nappes T1 et T2 sont majoritairement constituées de graviers et de sables, actuellement exploitées. En revanche, les paléo-chenaux, constituent des entités dont le remplissage est plus hétérolithique et qui reste moins bien connu.

1.2. Dynamique de fond de vallée et abandon de chenaux

Sur la terrasse Fz_a, on retrouve de nombreux tracés méandriformes (Mégnyen *et al.*, 1965 ; Deleplancque, 2016). Certains tracés constituent des dépressions topographiques formant des zones humides qui sont temporairement ennoyées lors de crues ou de fortes pluies (Boyer, 2000). D'autres sont moins visibles topographiquement mais peuvent être révélés en image infrarouge grâce à leur contenu argileux (Mégnyen *et al.*, 1965).

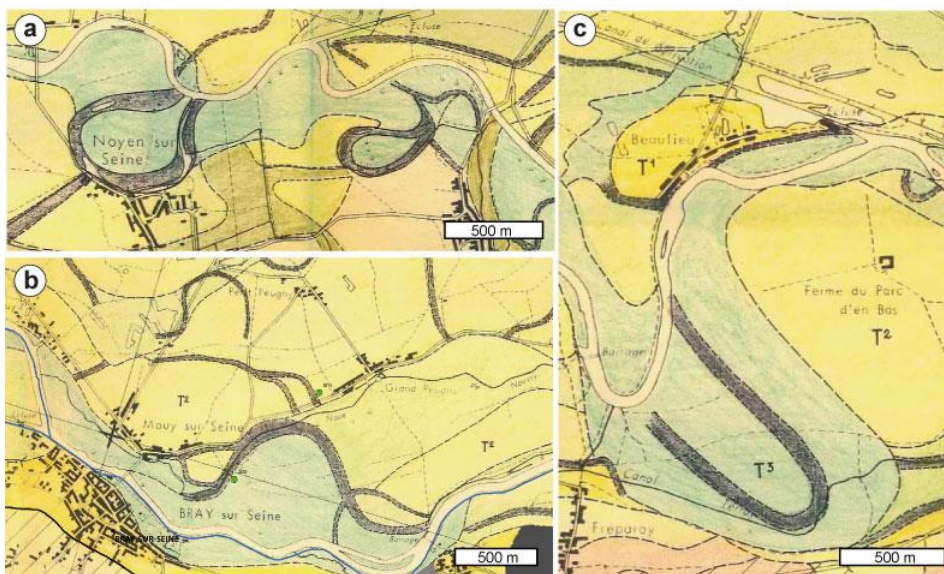


Figure 2. Exemples de chenaux abandonnés (en noir) de taille et géométrie variées présentés dans la carte de Mégnyen *et al.* (1965) dans les secteurs de Noyen-sur-Seine (a), Bray-sur-Seine (b) et La Motte-Tilly (c).

Les différences de taille des chenaux sont à associer à des paléo-débits différents lors de leur formation. Elles peuvent être mises en relation avec des changements de contextes paléoclimatiques ou de fonctionnement de la plaine alluviale (réseau organisé un chenal unique ou en système anabranché) (Deleplancque, 2016). Plusieurs tailles de chenaux sont ainsi observées : l'analyse géométrique de ces chenaux sur la nappe Fz_b indique généralement une cohérence entre leur largeur et leur rayon de courbure lorsque ceux-ci sont préservés et permet de restituer un paléodébit (Weill *et al.*, 2014 ; Fig. 2). Sur la terrasse Fz_a, on retrouve en moyenne une largeur de plein bord de 23-31 m pour une profondeur moyenne de 1,2 à 1,5 m. (Deleplancque, 2016). En utilisant les relations paléohydrologiques classiques (Williams, 1984, 1986 ; Held, 2011), un paléodébit de plein bord de 35 à 67 m³ . s⁻¹ est estimé. Certains tracés présentent une largeur trop étroite par rapport au rayon

de courbure et ne permettent pas de restitution paléohydrologique, ces tracés sont interprétés comme des reliques de tracés ayant appartenus à T2 (Deleplancque, 2016).

Pour permettre de discriminer entre les différents facteurs contrôlant la taille et le mode d'abandon des chenaux, les analyses des remplissages des chenaux seront complétées et mises en perspective grâce aux documents d'archive et aux proxys climatiques.

Deux sites d'étude ont été retenus pour préciser la chronologie d'abandon de tracé de la Seine : Vimpelles et Noyen-sur-Seine. Ces sites ont fait l'objet d'analyses cartographiques fines et de recherches aux Archives Nationales. Ils ont notamment été étudiés dans le cadre de la thèse de Léo Szewczyk à MINES ParisTech (Szewczyk, 2020), du M2 de Pierre Charrondière-Lewis à ArScAn et du postdoctorat de David Eschbach à METIS (Eschbach et Lestel, 2018). Une partie des analyses des données de sondage est en cours et sera présentée en 2021.

2. Étude par site, une approche combinée géomorphologique et archéologique

2.1. Site de Vimpelles

2.1.1. Présentation du site

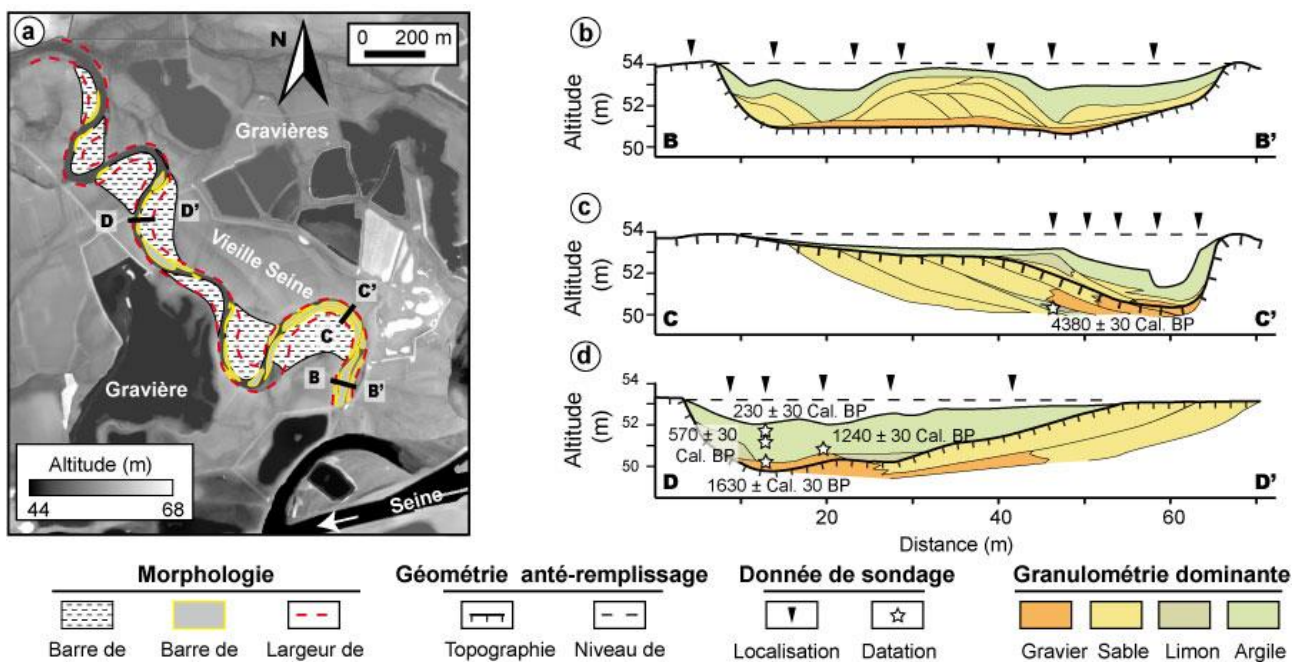


Figure 3. La Vieille Seine à Vimpelles : carte de localisation (a) et coupes interprétées d'après les données de sondage (b-d) (dans Petit et al., sous presse).

De nombreux tracés méandriformes sont présents sur Fz_a, notamment en aval de Nogent-sur-Seine. Le présent travail se focalise sur un tracé appelé « Vieille Seine » situé entre « Le Chapitre » à Vimpelles et « Les Jachères » à Marolles-sur-Seine. Ce paléo-chenal présente un tracé bien préservé – car bordé par des levées – qui permet une analyse fine du point de vue morphologique et sédimentologique. La « Vieille Seine » à Vimpelles est déconnectée de la Seine subactuelle. Son cours en aval est alimenté par une dérivation de l'Auxence (affluent actuel de la Seine, et autrefois un affluent de la Vieille Seine en rive droite) réalisée par les Vimpellois entre la fin du XVI^e et le début du XVIII^e siècle (Delettre, 1849). La section amont de la Vieille Seine est a priori la moins affectée par les modifications humaines. On y observe cinq boucles de méandres bien développés sur une distance de 3 km (Fig. 3). Les mesures de rayons de courbure et de largeurs de plein bord de la Vieille Seine à Vimpelles sont cohérentes avec celles établies à l'échelle de la Bassée (Deleplancque, 2016). Elles permettent d'estimer, avant abandon et lors de la période de migration, un débit moyen de plein bord de 55 m³ s⁻¹, une profondeur moyenne de plein bord d'environ 1,8 m en section droite et de 2,7 m à l'apex des méandres (Fig. 3).

On peut distinguer deux segments le long du cours amont. Le premier, entre « Le Chapitre » et « Les Prés Saint-Père », est asséché. Le second segment à l'aval qui court jusqu'à l'Auxence est en eau une dizaine de mois dans l'année. On distingue dans la topographie du premier segment la morphologie de barres sédimentaires amalgamées. Dans la partie aval, ces barres sont moins nombreuses et on observe une morphologie en seuils et mouilles.

2.1.2. Description des sondages

Une trentaine de sondages a pu être réalisée dans la zone de Vimpelles, permettant de décrire la granulométrie des remplissages sédimentaires et de proposer des coupes transversales d'interprétation de la géométrie des remplissages (thèse Léo Szewczyk 2020). Chaque coupe se base sur au moins 5 sondages (Fig.3). Les descriptions lithologiques viennent compléter la description morphologique du site.

À l'amont, le remplissage est marqué par la présence de barres de comblement grossières. En se déposant, ces barres ont formé un bouchon qui a favorisé la déconnexion hydraulique du chenal de Vimpelles. La localisation précise de l'amont de ce bouchon – l'ancienne bifurcation où la déconnexion hydraulique a été effectuée – ne peut plus être observée en raison de l'érosion liée à la migration de la Seine avant son rescindement. On observe également dans cette zone de bouchon une intercalation de niveau plus fin au sein de la barre de méandre qui peut suggérer la reprise de l'activité du chenal (Fig. 3c).



Figure 4. Emplacement des sondages carottés F1 et F2 au niveau de la coupe DD' et premières descriptions (granulométrie de la fraction fine et susceptibilité magnétique) (M2 Charrondière-Lewis, 2019).

Vers l'aval, on observe localement des barres sableuses alternées et quelques barres de milieu de chenal (Fig. 3), mais le remplissage est principalement argileux. Au niveau du pont permettant d'accéder à la carrière exploitée par Lafarge-Holcim France, un échantillonnage a pu être réalisé au carottier russe dans les dépôts tourbeux (Fig. 4). Ces sondages ont été en partie décrits (M2 Pierre Charrondière-Lewis) et feront l'objet d'analyses géochimiques ($\delta^{18}\text{O}$ et Δ_{47} sur carbonate) et organiques (alkyl tétraéthers de glycérol) et du contenu en pollen. On y observe un remplissage très fin avec des alternances de niveaux plus ou moins riches en matière organique. Les premières analyses de susceptibilité magnétique suggèrent cependant une légère accélération de la sédimentation autour de la période du second Petit Age glaciaire qui sera étudiée de plus près par la suite.

2.1.3.Éléments de datation

Deux datations par le radiocarbone ont été réalisées. Elles concernent un niveau argileux intercalé dans une barre de méandre sur une section amont (Fig. 3c) et la base d'un paléo-chenal au sommet d'un niveau à

gravier (Fig. 3d). Elles suggèrent un chenal actif entre peu après 4380 ± 30 ans BP (Beta-512047), soit entre 3090 et 2913 avant notre ère à 95,4% de probabilité, et jusqu'à 1630 ± 30 ans BP (Beta-512049), soit entre 346 et 536 de notre ère à 95,4% de probabilité. Ces datations renvoient à la fin du Néolithique récent pour la première et à l'Antiquité tardive pour la seconde.

L'âge du niveau argileux en amont suggère que le chenal réoccupe un tracé plus ancien après une phase d'activité moins intense. Ces premières observations mettent en évidence une reprise de l'activité du chenal à la suite d'une première phase de remplissage fin qui correspondrait à l'âge le plus ancien.

La seconde phase de remplissage est datée par quatre datations par le radiocarbone le long de la coupe DD' (Fig. 5). Celles-ci permettent d'estimer un taux de sédimentation des particules fines en apparence relativement constant ($\sim 0,87 \text{ mm.an}^{-1}$) à partir de 1630 ± 30 ans BP (Beta-512049), soit entre 346 et 536 de notre ère à 95,4% de probabilité, correspondant à l'Antiquité tardive.

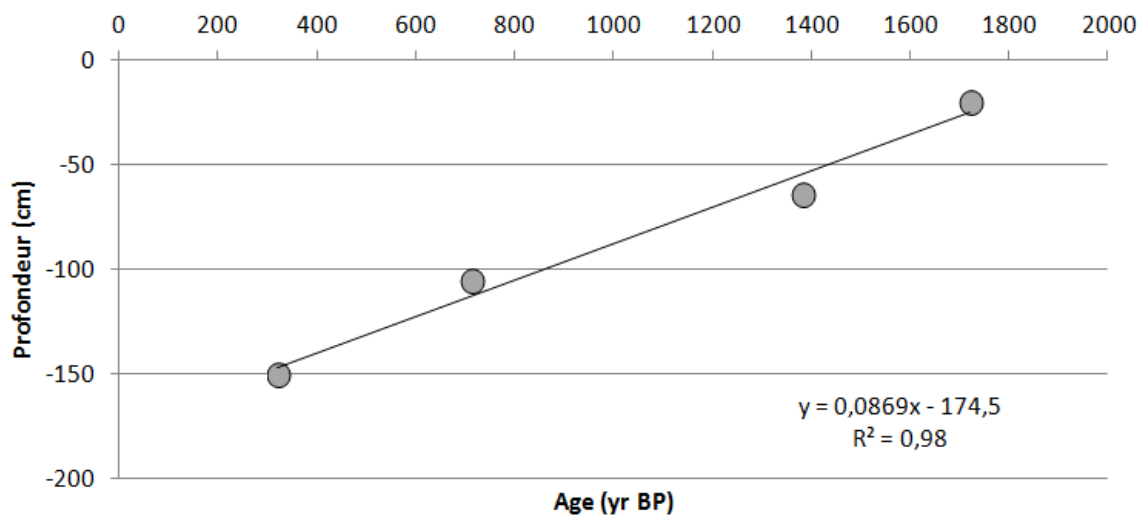


Figure 5. Résultats des datations radiocarbone le long des sondages F1 et F2 en fonction de la profondeur.

Le comblement de la Vieille Seine s'est donc effectué de manière progressive. Dans la monographie communale d'Égligny (commune voisine située en aval de Vimpelles) rédigée en 1888, l'instituteur G. Songeux écrit : « [...] *Le bras nord de la Seine eut jusqu'au XIV^e siècle une certaine importance. Le seigneur de la Motte [Saint-Florentin ou de la Borde Saint-Florentin à Égligny] percevait un péage sur les bateaux qui traversaient son domaine ; les religieux de Preuilly avaient un port (le port aux bœufs) sur sa rive droite, à Égligny. Néanmoins les eaux du fleuve creusèrent peu à peu le lit du bras du midi, et celui du nord n'étant plus guère alimenté que par les eaux de l'Auxence, fut réduit à l'état de ruisseau.* » (Songoeux, 1888). Ainsi, une connexion de moindre importance, qui a peut-être été maintenue artificiellement, a été conservée jusqu'au XIV^e siècle, avant les grands aménagements réalisés dans la seconde moitié du XIX^e siècle. Le niveau du colmatage de la « Vieille Seine » à Vimpelles qui correspondrait à cette période, selon les résultats des datations par le radiocarbone, suggère une tranche d'eau profonde d'environ 1 à 2 m, suffisante pour le passage de bateaux à faible tirant d'eau.

À Châtenay-sur-Seine, au lieu-dit « La Bachère », des observations réalisées lors d'un rabattement de la nappe phréatique durant l'exploitation d'une sablière ont permis de retrouver, le long de l'Auxence en continuité de la « Vieille Seine » de Vimpelles, des éléments comparables à ceux décrits ci-avant (Gouge, 1985). On y a observé en effet des indices de remaniement des sédiments par une reprise ou une accélération de la dynamique alluviale puis un comblement de chenal dont une date radiocarbone (Ly-5559 : 4830 ± 40 BP, soit entre 3688 et 3525 av. notre ère et 3525 à 95,4% de probabilité) a permis de caler une séquence pollinique (Leroy, 2003).

2.2. Site de Noyen-sur-Seine

2.2.1. Morphologie du site

Noyen-sur-Seine est situé entre Bray-sur-Seine et Nogent-sur Seine, en amont de l'écluse de Vezoult. On y observe une ancienne boucle de la Seine, aujourd'hui partiellement déconnectée. L'analyse du modèle numérique de terrain (VNF, 2010) montre effectivement que la Seine s'incise à une gamme d'altitude plus basse (50-55 m) par rapport à celle observée dans la boucle de Noyen (55-57 m NGF ; Fig. 6). On observe en particulier que les parties les plus proches de la Seine ne sont pas en eau. Nos observations de terrain indiquent que ces parties ont été atterries par sédimentation. Sur la partie amont de l'ancien bras, la géométrie observée suggère la construction d'un bouchon grossier – qui reste à confirmer par sondage – de façon similaire à celle observée expérimentalement et dans la nature par Szewczyk *et al.* (2020). Une connexion hydraulique est cependant toujours maintenue grâce à l'installation d'une vanne qui permet de maintenir localement une vitesse d'écoulement suffisante pour empêcher la sédimentation et donc la fermeture du bras (Fig. 7). L'écoulement vers l'aval est entretenu par un déversoir vers un canal se reconnectant à la Seine au niveau du méandre aval du Vezoult.

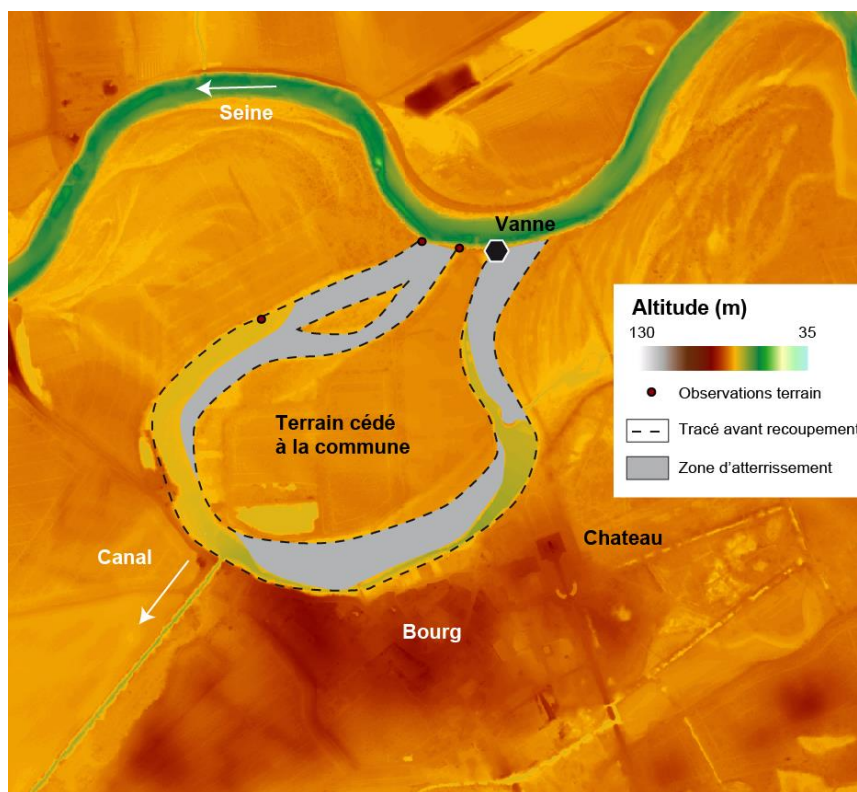


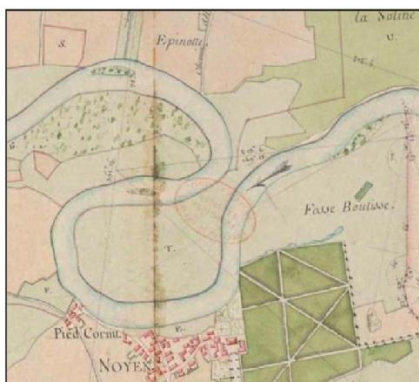
Figure 6. Carte de situation du site de Noyen-sur-Seine.



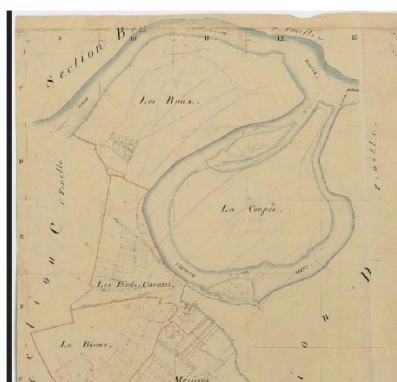
Figure 7. Vue depuis la vanne permettant la connexion entre le chenal et la Seine. On note la turbulence limitant localement la sédimentation.

2.2.2. Documents d'archive

L'étude des documents d'archives permet de resituer la dynamique d'abandon de la boucle de Noyen-sur-Seine dans son histoire plus récente. Ainsi, l'évolution morphologique du site est mise en parallèle à la dynamique des sociétés. Le cadastre de Berthier (comme la carte de Cassini) montre la boucle de Noyen en 1786, avant la déconnexion. En 1828, date de levée du cadastre napoléonien, on observe un recouplement au niveau de la partie la plus étroite de la boucle. Ce rescindement a été effectué en 1809 pour faciliter la navigation d'après le rapport de 1829 de l'inspecteur des Ponts & Chaussées Dajot, qui analyse les conséquences de cet aménagement (Archives Nationales, F14/6751, dossier 52). Dès la première crue qui suivit le creusement du chenal étroit de 1809, celui-ci « s'ouvrit totalement » et devint le nouveau lit de la Seine. La comparaison entre le cadastre napoléonien et la carte levée par les Ponts et Chaussées montre la rapidité avec laquelle s'effectue l'atterrissement qui isole la boucle de Noyen de la Seine.



Cadastre Berthier, 1786



Cadastre Napoléonien, 1828



Carte Ponts et Chaussée, 1839

Figure 8. Cartes anciennes montrant l'évolution du comblement du chenal après son rescindement. Cadastre Berthier et cadastre napoléonien (Archives départementales de Seine-et-Marne), Carte des Ponts et chaussées (Bibliothèque nationale de France) d'après Deleplancque, 2016.

En 10 ans, ce bouchon sédimentaire est formé et colonisée par la végétation rivulaire. Mais la déconnection de cette boucle de la Seine provoque un envasement formant un espace d'eaux stagnantes et marécageuses au pied du village de Noyen-sur-Seine, ce qui n'est pas du goût des riverains, et plus particulièrement du propriétaire du château situé à l'est de ce méandre. Pour pallier ces conséquences, une vanne fut aménagée pour alimenter en eau ce méandre déconnecté du lit mineur et un canal d'évacuation fut

creusé à la sortie du village afin de permettre la circulation et l'oxygénation des eaux. La modification du tracé de la Seine aboutit à la cession par l'État de terrains en faveur de la commune de Noyen-sur-Seine.

3. Éléments de synthèse

3.1. Architecture des remplissages sédimentaires

Les premières observations de faciès sédimentaires présentées dans ce rapport montrent que le remplissage des chenaux n'est pas homogène. Il est en partie grossier, constitué de sable et surtout de graviers à la base, et de sédiments fins (argiles et limons) vers le sommet. À Vimpelles, cette évolution est similaire à celle observée dans d'autres contextes comme par exemple dans le Rhin (Toonen *et al.*, 2012), dans la Loire (Miéjac, 2007) et dans l'Ain (Szewczyk *et al.*, en préparation). Partant de l'amont vers l'aval, on observe une décroissance constante de la fraction du remplissage sableux avec quelques variabilités liées localement à la présence de barres sableuses isolées (Fig. 9). Il convient de compléter ces descriptions par une nouvelle campagne de sondages sédimentaires, en particulier sur les zones atterries à Noyen-sur-Seine (Fig. 6). Ces données seront comparées avec celles d'autres chenaux de dimensions différentes par la suite, afin de couvrir plus largement la gamme de tailles de paléo-chenaux observée en Bassée (Fig. 2).

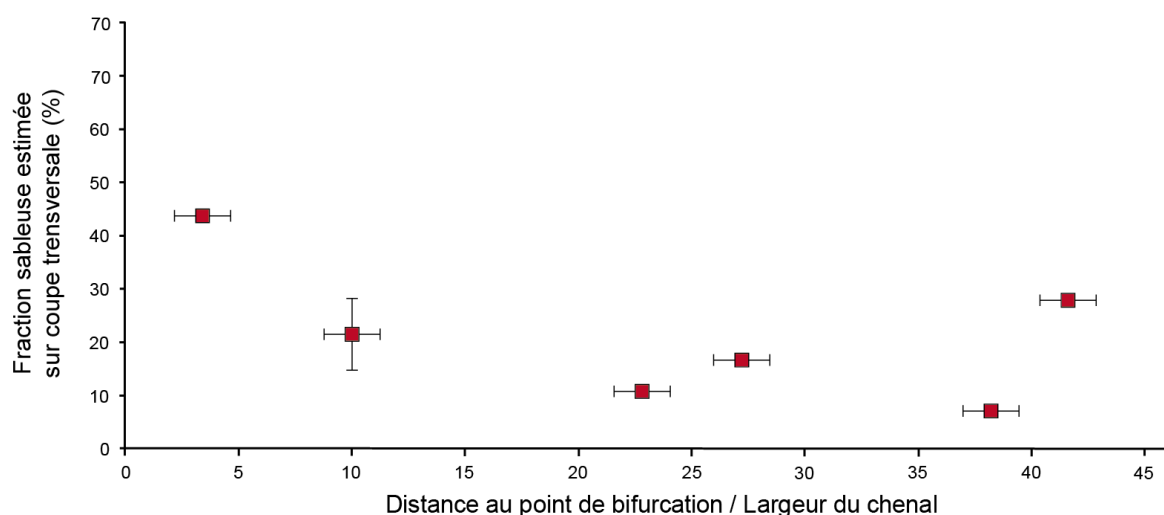


Figure 9. Évolution du remplissage sableux en s'éloignant de la bifurcation, Vieille Seine à Vimpelles.

Les résultats des études sédimentaires viendront compléter les données compilées sur des systèmes actifs ou fossiles (Szewczyk, 2020) qui permettront d'ajuster les modèles de faciès des remplissages de chenaux de la Bassée. Il a en effet été montré que ces faciès – notamment la fraction argileuse des chenaux – ont un impact fort sur les écoulements de sub-surface (M2 Maillot, 2015 ; Rivière *et al.*, 2015). L'intégration de ces données permettra d'effectuer des simulations plus réalistes.

3.2. Relations sociétés-paysage

Les études réalisées sur les chenaux de la Bassée permettent d'aborder les relations que les sociétés ont pu entretenir avec leur environnement fluvial et plus largement les zones humides avoisinantes, au gré de l'évolution de ce dernier. L'approche combinant géomorphologie et archéologie permet de lier dynamique physique (du milieu) et dynamique sociale (adaptation des populations locales) qui sont intimement liées et se superposent à la fois dans le temps et l'espace.

Dans l'exemple de la « Vieille Seine » à Vimpelles, les résultats renseignent principalement sur la paléohydrologie et paléohydrographie de la zone. En effet, on note d'une part un faible débit estimé du chenal (55 contre 80 m³.s⁻¹ actuellement pour la Seine) et d'autre part des réactivations de bras dans une zone où les tracés anciens sont multiples (Mégny *et al.*, 1965). On distingue deux périodes de sédimentation, l'une datant du Néolithique moyen et récent et l'autre du Haut Moyen Âge. Entre ces deux événements, on observe

une période de quiescence. Ces observations suggèrent que le style fluvial d'alors était anabranché – en cohérence avec la cartographie des lambeaux de la terrasse Fz_a (Deleplancque, 2016) – et non pas constitué d'un chenal unique méandrique comme actuellement. La « Vieille Seine » aurait donc constitué un des bras de la Seine au Néolithique moyen et récent puis durant le Haut Moyen Âge. Ce système s'est probablement mis en place il y a 6 000 ans, soit au début du Néolithique moyen I ou à la fin de la chronozone Atlantique. Les premiers résultats obtenus sur la « Vieille Seine » mettent en évidence d'une part l'importance des changements hydro-morphologiques Holocène, et d'autre part les mutations fonctionnelles ayant contribué à modifier la plaine alluviale de la Bassée. C'est notamment le cas de la Seine dont le rôle dans l'économie locale est mis en avant à Égligny et en aval de Vimpelles (port de l'Abbaye cistercienne de Preuilly, péage seigneurial au passage des bateaux). Les contextes climatique et socio-économique de l'abandon du chenal de la Vieille Seine à Vimpelles interpellent ; ils seront étudiés par l'analyse géochimique du remplissage sédimentaire.

Dans l'exemple du rescindement de méandre de la Seine longeant le village de Noyen-sur-Seine, une série de documents d'archives du XIX^e siècle complète l'analyse de sa morphologie actuelle et de son évolution à partir de cartes et de plans établis à différentes périodes. Suite au recoupement, comme il est montré en Fig. 8, une sédimentation rapide et un envasement ont eu lieu dans le méandre déconnecté, formant ainsi un espace d'eaux stagnantes et marécageuses au pied du village de Noyen-sur-Seine, provoquant une nouvelle intervention des Ponts & Chaussées pour réduire la nuisance engendrée. Dans ce cas précis, la solution retenue a été de remettre en eau cette boucle par des aménagements hydrauliques, décision probablement prise suite aux protestations d'un châtelain riverain, alors que cette période du XIX^e siècle est plutôt marquée par l'assèchement des zones humides, des marais et zones atterries, favorisé par la loi de 1807 sur l'assèchement des marais. Une autre conséquence est la réflexion menée sur l'appropriation des terres atterries, ici par la commune, après une longue controverse entre l'Etat et la commune, le nouveau lit de la Seine occupant moins de surface que l'ancien méandre. Enfin, on peut constater que l'indemnisation de l'Etat suite au dommage causé par un aménagement public n'est qu'un élément de la négociation concernant l'appropriation des terres par la commune. Cette question de la responsabilité de l'Etat pour les conséquences de travaux publics mériterait d'être approfondie.

Conclusion et perspectives

L'analyse combinant géomorphologie, sédimentologie et archéologie a permis de préciser le contexte d'abandon des chenaux sur le territoire de la Petite Seine à différentes échelles de temps. Ces résultats nous renseignent sur (i) les hétérogénéités sédimentaires dont la caractérisation permettra d'améliorer les modèles d'écoulements, (ii) le fonctionnement passé de la Seine dans le territoire de la Bassée, et (iii) l'évolution des interactions Hommes-Milieu.

Les reconstitutions des paléotempératures lors du remplissage des chenaux à partir de la géochimie isotopique ($\delta^{18}\text{O}$ et Δ_{47}) appliquée à des coquilles de mollusques et organique (alkyl tétraéthers de glycérol) et des environnements végétaux à partir du contenu en pollen et ainsi que la composition globale (C, N, $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) et spécifique (composés comme les *n*-alcanes) de la matière organique des séquences alluviales permettront de préciser le contexte environnemental de ces abandons, en particulier le paléo-climat et les usages des paysages par l'Homme.

Les caractérisations des faciès sédimentaires de remplissage des chenaux seront poursuivies sur de nouveaux sites afin de construire une modélisation probabiliste des hétérogénéités (logiciel Flumy) de différents sous-ensembles du système intégrant les paléo-chenaux qui pourront être utilisées dans des modélisations à plus grande échelle.

Bibliographie

- Antoine, P., Lozouet, N. L., Chaussé, C., Lautridou, J. P., Pastre, J. F., Auguste, P., Bahain, J.J, Falguères, C. & Galehb, B. (2007). Pleistocene fluvial terraces from northern France (Seine, Yonne, Somme): synthesis, and new results from interglacial deposits. *Quaternary Science Reviews*, 26(22-24), 2701-2723.
- Boyer, F., (2000). Impacts anthropiques, Chapitre 4.1. Evolution historique. PNRZH, projet 07, rapport final.
- Bridgland, D., & Westaway, R. (2008). Climatically controlled river terrace staircases: a worldwide Quaternary phenomenon. *Geomorphology*, 98(3-4), 285-315.
- Arnaud-Fassetta, G., Carcaud, N., Castanet, C., & Salvador, P. G. (2010). Fluvatile palaeoenvironments in archaeological context: Geographical position, methodological approach and global change–Hydrological risk issues. *Quaternary International*, 216(1-2), 93-117.
- Delettre, F.-A. (1849), Histoire de la province du Montois comprise dans les cantons de Bray, Donnemarie, Provins et Nangis, arrondissement de Provins, Nogent-sur-Seine, impr. de Garreau et Raveau, 1849, t. 1, p. 403.
- Deleplanque, B. (2016). *Caractérisation des hétérogénéités sédimentaires d'une plaine alluviale: Exemple de l'évolution de la Seine supérieure depuis le dernier maximum glaciaire* (Doctoral dissertation, Paris Sciences et Lettres).
- Deleplanque, B., Cojan, I., Beucher, H., Mehl, C., & Stab, O. (2018). Spatial and temporal patterns of the upper Pleistocene alluvial fill deposits of the upstream Seine River alluvial plain, la Bassée, France. *Geomorphology*.
- Eschbach, D., & Lestel, L. (2018). Dynamique hydro-morphologique historique de la Seine dans le secteur de la Bassée aval. *Rapport PIREN-Seine*
- Flipo, N., Mouhri, A., Labarthe, B., Biancamaria, S., Rivière, A., & Weill, P. (2014). Continental hydrosystem modelling: the concept of nested stream–aquifer interfaces. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 3121-3149.
- Gouge, P., (1985) *Châtenay-sur-Seine « Les Sécherons » 1985 et campagne de sauvetage programmé pour 1986 : estimation du potentiel archéologique*, [Rapport au Directeur de la Circonscription des antiquités préhistoriques d'Île-de-France].
- Held, A. E. (2011). Apport de la paléohydrologie dans la quantification des rôles respectifs du climat et de la tectonique des systèmes fluviaux méandriformes fossiles: application à des systèmes oligo-miocènes d'Europe occidentale (PhD, ENSM, Paris).
- Jeannot, B., Weill, S., Eschbach, D., Schmitt, L., Delay, F., 2019. *Assessing the effect of flood restoration on surface-subsurface interactions in Rohrschollen Island (Upper Rhine River - France) using integrated hydrological modeling and thermal infrared imaging*. *Hydrology and earth system sciences*. **23** pp. 239–254.
- Lautridou, J. P., Auffret, J. P., Baltzer, A., Clet, M., Lecolle, F., Lefebvre, D., Lericolais, D., Roblin-Jouve, A., Balescu, S., Carpentier, G., Descombes, J.-C., & Occhietti, S.. (1999). Le fleuve Seine, le fleuve Manche. *Bulletin de la Société géologique de France*, 170 (4), 545-558.
- Leroyer, C. (2003). Environnement végétal des structures funéraires et anthropisation du milieu durant le Néolithique récent/final dans le Bassin parisien. *Revue archéologique de Picardie*, 21 (1), 83-92.
- Miéjac, E. (2007) La Boire Torse - section amont. *Rapport Diagnostic INRAP*, 171 pp.

- Mégnyen, C., Berton, Y., Dassibat, C., Diffre, P., Duermael, G., Jonquet, P., ... & Berger, G. (1965). *Possibilité aquifère des alluvions du val de seine entre Nogent-sur-Seine et Montereau*. Technical report, Bureau de Recherche Géologique et Minière.
- Mordant, D. (1998). La barque monoxyle carolingienne de Noyen-sur-Seine (Seine-et-Marne). *Archaeonautica*, 14 (1), 23-27.
- Mordant, D. (2006). PCR "Dynamique d'occupation humaine de la Bassée et du confluent Seine/Yonne dans le contexte local et régional, à partir de 7000 avant notre ère".
- Pastre, J. F., Fontugne, M., Kuzucuoglu, C., Leroyer, C., Limondin-Lozouet, N., Talon, M., & Tisnérat-Laborde, N. (1997). L'évolution tardi- et postglaciaire des lits fluviaux au nord-est de Paris (France). Relations avec les données paléoenvironnementales et l'impact anthropique sur les versants / The evolution of river beds in the North-East region of Paris (France) during the Lateglacial and the Holocene. Relation to the palaeoenvironments and to the human impact on the slopes. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3 (4), 291-312.
- Petit C. , Charrondière-Lewis P. , Cojan I., Cruz F. , Deborde G. , Deleplancque B., Durost R., Fechner K. , Fontana L., Frouin M., Gouge P., Granai S., Grimaud J.-L., Peltier V. , Riquier V. , Szewczyk, L., Tegel W. , Vanmorkerke J. (sous presse). Relations sociétés - milieux en Petite-Seine du Mésolithique à la fin du Moyen Âge : nouvelles problématiques et résultats récents d'archéologie environnementale. In V. Riquier (ed.) : *L'Aube, un espace clé sur le cours de la Seine*.
- Rivière, A., Maillot, M., Weill, P., Goblet, P., & Ors, F. (2015). Impact of sedimentary heterogenities and sinuosity on river-aquifer exchanges in a meandering alluvial plain. *AGUFM*, 2015, H12A-06.
- Songeux, G. (1888). Monographie communale d'Egigny. Archives départementales de Seine-et-Marne [en ligne]. <https://archives.seine-et-marne.fr/fr/monographies-communales>, Document 30Z155
- Steinmann, R., Lestel, L., & Dumont, A. (2016). Approche géohistorique de la Seine dans la Bassée durant les deux derniers siècles. *Rapport PIREN-Seine*.
- Szewczyk, L., Grimaud, J. L., & Cojan, I. (2020). Experimental evidence for bifurcation angles control on abandoned channel fill geometry. *Earth Surface Dynamics*, 8(2), 275-288.
- Szewczyk, L. (2020). Bedload fill of abandoned channels. (Doctoral dissertation, Paris Sciences et Lettres).
- Szewczyk, L., Grimaud, J. L., Cojan & Piégay, H., *in prep*. Gravel fill dynamics and depositional patterns in chute cutoffs channels of a bedload dominated river: the Ain River, France.
- Toonen, W. H., Kleinhans, M. G., & Cohen, K. M. (2012). Sedimentary architecture of abandoned channel fills. *Earth surface processes and landforms*, 37(4), 459-472.
- Van Dinter, M., Cohen, K. M., Hoek, W. Z., Stouthamer, E., Jansma, E., & Middelkoop, H. (2017). Late Holocene lowland fluvial archives and geoarchaeology: Utrecht's case study of Rhine river abandonment under Roman and Medieval settlement. *Quaternary Science Reviews*, 166, 227-265.
- Vayssière, A., Depret, T., Castanet, C., Gautier, E., Vermoux, C., Carcaud, N., Garnier, A., Brunstein, D., Pinheiro, D. (2016). *Étude des paléoméandres holocènes de la plaine alluviale du Cher (site de Bigny, moyenne vallée du Cher)*. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*. 22 (2), pp. 163–176.
- Williams, G. P. (1984). Paleohydrologic equations for rivers. In *Developments and Applications of Geomorphology* (pp. 343-367). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Williams, G. P. (1986). River meanders and channel size. *Journal of hydrology*, 88(1-2), 147-164.