

Restauration de la continuité écologique. Trajectoire hydrosédimentaire d'une rivière aménagée, la Mérantaise.

Marion Jugie*, Frédéric Gob, Charles Le Cœur

Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, Laboratoire de Géographie
Physique UMR 8591 CNRS

* marion.jugie@lgp.cnrs.fr

Résumé

La Directive Cadre européenne sur l'eau (DCE) fixe aux États membres un objectif général de restauration et de préservation des milieux aquatiques suite au constat de la dégradation importante de ces écosystèmes. La restauration de la continuité écologique est l'une des actions préconisées par la DCE pour atteindre le « bon état écologique ». Elle consiste à effacer (partiellement ou totalement) les ouvrages en travers et latéraux constituant des obstacles à la libre circulation des espèces piscicoles et des sédiments.

Cette thématique occupe aujourd'hui une place centrale, aussi bien dans la sphère des gestionnaires de l'environnement que dans la communauté scientifique (Le Floc'h et Aronson, 1995; Morandi et Piégay, 2011; Morandi, 2014). Cependant, le concept de restauration est encore mal défini et fait débat dans son acceptation et les conséquences que les opérations de restauration écologique impliquent sur le fonctionnement hydrosédimentaire des cours d'eau. C'est en particulier autour de l'objectif de « retour à un état originel avant anthropisation » que se cristallisent les questionnements scientifiques. C'est dans ce contexte épistémologique qu'a été développé le concept de trajectoire qui, plutôt que de chercher une référence passée, préfère considérer l'évolution hydrosédimentaire des lits en lien avec la succession de pressions anthropiques et/ou naturelles qui ont affecté les bassins. Selon cette théorie, la restauration de la continuité écologique doit être considérée comme une nouvelle étape de l'aménagement de la rivière répondant « à des objectifs choisis [...] dans des contextes scientifiques et socio-économiques du moment » (Dutoit, 2014 ; Lespez et Germaine, 2016).

La présente étude s'inscrit dans cette réflexion à travers l'exemple de la Mérantaise, une petite rivière francilienne à faible énergie, située en contexte périurbain. Le développement urbain en tête de bassin et l'existence de projets de restauration de la continuité écologique la concernant en font un objet d'étude idéal au regard des enjeux de gestion évoqués supra. Le cas de la Mérantaise permet d'illustrer et de mieux comprendre l'importance de considérer la trajectoire passée des petits hydrosystèmes franciliens pour appréhender de manière la plus efficiente possible les projets de restauration de la continuité écologique sur ces territoires en mutation rapide.

Ainsi, cette étude rétrospective a été menée par la confrontation de différentes données historiques et la comparaison du fonctionnement hydromorphologique passé et actuel à des échelles spatio-temporelles multiples et complémentaires. L'un des objectifs finaux est d'améliorer les connaissances, jusque-là lacunaires, sur les trajectoires hydrosédimentaires des petits cours d'eau d'Île-de-France encore trop négligés par la communauté scientifique.

Introduction

Durablement soumis aux multiples pressions humaines, les espaces naturels – et en particulier les milieux aquatiques – sont aujourd'hui dans un état global dégradé, tant sur le plan écologique, physico-chimique que morphologique. Du point de vue de la dynamique fluviale, ces contraintes s'exercent sur la morphologie et le fonctionnement hydraulique des masses d'eau. Les modifications physiques qui touchent les rivières sont nombreuses et diverses : succession de seuils et de barrages, dérivation des eaux sur les versants, recalibrage et rectification des rivières, protection des berges et extraction de granulats. Les aménagements historiques liés aux activités hydrauliques passées des rivières sont multiples mais les moulins restent le marqueur principal de cette anthropisation ancienne (Lespez et al., 2005; Barraud et al., 2013). Les conséquences de ces aménagements hydrauliques sont elles aussi importantes, comme la fragmentation du linéaire (donc de l'« espace de vie » des espèces aquatiques) et les contraintes exercées sur le transfert hydrosédimentaire. Face à ce constat, des politiques de gestion et de préservation des milieux aquatiques sont mises en place depuis quelques décennies.

Dans ce contexte, la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 (Directive 2000/60/CE) est un exemple emblématique de cette prise en compte des enjeux environnementaux, politiques, économiques et sociaux majeurs que représente la gestion des masses d'eau et des bassins versants. Transposée en 2004 en droit français, ce cadre institutionnel européen est mise en œuvre dans l'hexagone au travers de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) à partir de 2006. D'un point de vue hydromorphologique, l'une des actions préconisées par la D.C.E. pour atteindre le « bon état écologique » est la **restauration de la continuité écologique**. Relevant d'opérations de nature et d'implications diverses pour les hydrosystèmes (Morandi et Piégay, 2011), elle consiste notamment à effacer partiellement ou totalement les ouvrages en travers et à supprimer les ouvrages latéraux afin de rétablir « *la libre circulation des espèces et le bon déroulement du transport des sédiments* » (LEMA, 2006). Alors qu'une partie des opérations de restauration écologique relèvent surtout de la gestion et de l'entretien du lit et des berges, les opérations de rétablissement de la continuité écologique sont bien souvent plus radicales et aboutissent à une reconfiguration en profondeur du chenal ainsi que des dynamiques fluviales jusque-là contraintes par la rivière aménagée (Lespez et Germaine, 2016). Il arrive par ailleurs que la libération des dynamiques naturelles des cours d'eau historiquement anthropisés se fasse au détriment des intérêts patrimoniaux potentiels des ouvrages en travers (Barraud, 2007, 2017 ; Germaine et Barraud, 2013b). Ce type d'interventions s'est multiplié en France et interroge donc la communauté scientifique sur le sens de la restauration de la continuité écologique et sur ses fins. En trente ans, plus de 530 seuils ont ainsi été effacés dans le bassin Seine-Normandie (AESN, 2017), illustrant, à l'échelle du bassin parisien, la place centrale qu'occupe aujourd'hui ce concept, aussi bien dans la sphère des gestionnaires de l'environnement que dans la communauté scientifique (Le Floch et Aronson, 1995; Morandi et Piégay, 2011; Morandi, 2014).

Basées sur l'idée initiale d'un « retour à un état originel avant anthropisation des cours d'eau », les approches conceptuelles de la restauration écologique sont multiples selon les disciplines qui s'y intéressent (hydromorphologie, sociologie, biologie, ...) et variables selon l'interprétation que l'on en fait. C'est une notion en constante évolution épistémologique depuis son apparition dans les années 1970, qui pose la question des objectifs de la restauration et de l'état de référence à considérer (Dufour et Piégay, 2009; Morandi et Piégay, 2011). Les questionnements portent à la fois sur le sens de la *restauration écologique*, ce qu'elle implique, et ses conséquences sur le fonctionnement des hydrosystèmes. Ils sont encore nombreux, faute de recul suffisant. Interrogeant ce principe de retour à un état de référence *ante* aménagements, Dufour et Piégay (2009) proposent d'identifier et caractériser les évolutions hydrosédimentaires d'une rivière en prenant en compte toutes les modifications anthropiques ou naturelles ayant exercées un forçage sur les dynamiques fluviales. Il s'agit alors d'établir la **trajectoire hydrosédimentaire** de la rivière face aux pressions qu'a pu engendrer la succession dans le temps et dans l'espace des aménagements hydrauliques des fonds de vallée.

Ce travail propose de questionner ces concepts à travers l'étude d'un petit cours d'eau périurbain, la Mérintaise, situé au sud de l'agglomération parisienne. La trajectoire hydrosédimentaire de la

rivière est reconstituée au regard des différentes grandes phases d'aménagement qu'a connu son bassin depuis plus de 300 ans, afin *in fine* d'interroger la façon dont les opérations de restauration de la continuité écologique impacteront l'évolution future du cours d'eau.

1. Site d'étude : intérêts et enjeux scientifiques.

La Mérantaise est une petite rivière de faible énergie localisée dans le sud-ouest du bassin parisien (Figure 1). Située à cheval sur les départements des Yvelines et de l'Essonne, elle est le dernier affluent rive gauche de l'Yvette, inscrivant ainsi son cours dans la haute vallée de Chevreuse et dans le territoire du Parc Naturel Régional du même nom¹. Il s'agit d'une rivière au gabarit modeste s'écoulant dans un alignement nord-ouest/sud-est sur près de 13.5 km de long, dans une vallée encaissée (Figure 1.b.). Son bassin versant s'étend sur environ 36 km² et couvre un fond de vallée aujourd'hui essentiellement boisé et humide, des versants dissymétriques également boisés et partiellement urbains, ainsi que des plateaux qui se partagent entre une urbanisation importante et une agriculture intensive (Plateaux de Saclay).

Le régime hydrologique de la Mérantaise est celui d'une petite rivière à faible énergie en contexte périurbain : un débit annuel moyen de 0.05 m³/s² avec une variabilité saisonnière classique, de hautes eaux en hiver ($Q_{\text{moy_hiver}} : 0.07 \text{ m}^3/\text{s}$) et de basses eaux en période estivale ($Q_{\text{moy_été}} : 0.03 \text{ m}^3/\text{s}$) ; des pics de crues de forte intensité proportionnellement à la rivière ($\approx 3 \text{ m}^3/\text{s}$) mais de courte durée (quelques heures à quelques jours), caractéristiques des petits bassins versants (péri)urbains très réactifs aux conditions météorologiques (Bravard et Petit, 2000).

Historiquement aménagée, la Mérantaise est une petite rivière « non-navigable, ni flottable » profondément marquée par la présence des petites usines hydrauliques que sont les moulins. D'autres ouvrages, tels que les lavoirs et les ponts, ont participé, et participent encore pour certains, de la trajectoire passée de la Mérantaise.

¹ Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse, créé en 1995.

² Les débits de la Mérantaise ont été mesurés entre novembre 2011 et décembre 2015, au niveau du moulin d'Ors. Ils ont été estimés à partir des données de hauteurs d'eau mesurées par une sonde mini DIVER DI501 (Schlumberger) et la calibration d'une courbe de tarage établie tout au long du suivi du niveau d'eau.

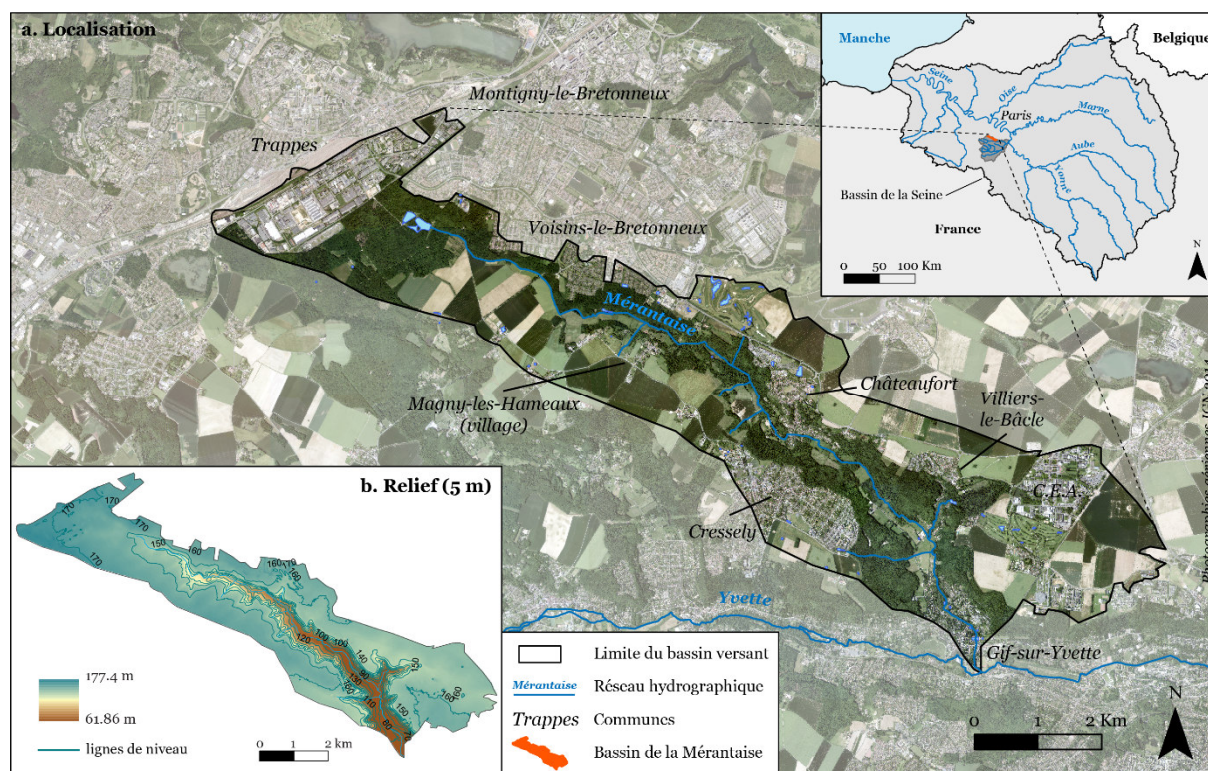


Figure 1 : Carte de localisation du bassin versant de la Mérantaise (a.) et de son relief (b.)

Ainsi, la Mérantaise offre un cas d'étude aux intérêts et enjeux multiples puisqu'elle permet d'interroger la trajectoire d'une petite rivière de faible énergie en contexte périurbain. Or ces objets d'études sont aujourd'hui encore mal connus et négligés par la communauté scientifique. En effet, un rapide état des lieux des études disponibles relatives aux ajustements hydromorphologiques des rivières permet de constater un certain tropisme scientifique (national et international) tourné vers les grands cours d'eau dynamiques au détriment des petits hydrosystèmes de faible énergie (Viel, 2012). En France, l'intérêt scientifique pour les dynamiques fluviales des rivières de rang 1 à 4 a été initié d'une certaine manière par les historiens du PIREN-Seine, notamment Paul Benoît et Karine Berthier, qui se sont intéressés dès les années 1980 aux petites usines hydrauliques médiévales (moulins et hydraulique monastique) présentes sur les cours des petites rivières du bassin de la Seine. Leurs recherches étaient presque exclusivement orientées vers l'histoire des techniques médiévale, s'attardant que très peu sur les aspects de dynamique hydraulique. À la fin des années 1990, ce sont les géographes, en partenariat avec des historiens et des archéologues, qui s'emparent de ces objets d'études en s'inspirant des travaux précédents faits sur les grands cours d'eau très dynamiques à charge grossière. Ils cherchent à comprendre les dynamiques fluviales des hydrosystèmes de petit gabarit en partant du temps long (Holocène) et s'intéressent aux évolutions actuelles par le prisme du bouleversement provoqué par l'aménagement hydraulique des rivières sur les conditions d'écoulement et de fonctionnement hydromorphologique (Le Cœur et Gautier, 2005; Serna et Gallicé, 2005; Lespez et al., 2005, 2015; Lespez, 2012; Viel, 2012; Barraud et al., 2013; Germaine et Barraud, 2013a, 2013b; Beauchamp et al., 2017a, 2017b). Le contexte normand, plus rural, commence à être bien renseigné, mais les petits cours d'eau (péri)urbains franciliens restent à mieux connaître et comprendre.

2. Choix et outils d'analyse

Afin d'établir la trajectoire de la Mérantaise, une étude rétrospective et comparative (Figure 2) a été menée à partir de deux types de sources documentaires : (i) les données historiques, d'une part ; (ii) les données de terrains, renseignant sur les dynamiques actuelles, d'autre part.

L'analyse approfondie des différentes données – unitairement dans un premier temps et par croisement des informations ensuite – a permis de proposer un schéma d'évolution à la fois (i) des aménagements historiques dans le chenal et dans le bassin versant de la Mérantaise ; et (ii) des réponses hydromorphologiques de la rivière à ces différentes pressions. De ce fait, l'étude a été conduite à des échelles spatiales et temporelles variées :

- Échelles spatiales : chenal et bassin versant.

Le chenal et le bassin versant n'ont pas connu les mêmes dynamiques d'évolutions aux mêmes moments : alors que les grandes modifications du lit de la Mérantaise ont eu lieu avant le XX^{ème} siècle, le bassin versant n'a connu d'importants bouleversements qu'à partir de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle avec l'urbanisation du territoire. Jusque-là, les paysages essentiellement agricoles et boisés du bassin versant avaient peu évolué.

Notons cependant que cette évolution dissociée s'explique aisément par les liens qui unissent les usages et pratiques du chenal et du bassin versant (Lespez et al., 2005). En effet, le caractère agricole du bassin versant est directement lié aux activités de meuneries du cours de la Mérantaise. La transition du bassin versant vers des pratiques moins agricoles après la déprise hydraulique du début du XX^{ème} siècle se fait plus progressivement.

- Échelles temporelles : du XVII^{ème} au XXI^{ème} siècle

Les aménagements hydrauliques et les usages identifiés dans le bassin de la Mérantaise sont évidemment antérieurs au XVII^{ème} siècle. Cependant, il est bien souvent difficile de proposer une chronologie clairement établie de ces diverses marques d'anthropisation avant l'Époque Moderne (période industrielle) à cause du manque de données plus anciennes. En effet, aucune archive ou autres éléments historiques consultés n'attestent de la date précise de construction des moulins ou encore de leurs éventuelles transformations pour les besoins de la modernisation des techniques hydrauliques³. Seuls certains documents récents (XIX^{ème} – XX^{ème} siècle) permettent de connaître la fin de l'exploitation des moulins. De la même manière, les cartes anciennes remontant rarement au-delà du XVII^{ème} siècle, il est difficile d'appréhender le paysage du bassin versant avant cette époque.

³ Les moulins avaient une importance et une implication socio-spatiale, politique et économique très forte dès le Moyen-Âge, justifiant la production fournie de documents qui leurs étaient relatifs. Ainsi, les sources notariées telles que les *baux à ferme* offrent des descriptions précieuses de leur fonctionnement et mode d'exploitation (Barraud, 2007). Cependant, ce sont des documents difficiles à identifier, lire et exploiter pour qui n'est pas un historien averti. Nous n'avons donc pu être en mesure d'utiliser ce type de documents pour notre étude bien qu'étant conscients de leur existence (notamment dans les séries O1 des Archives Nationales).

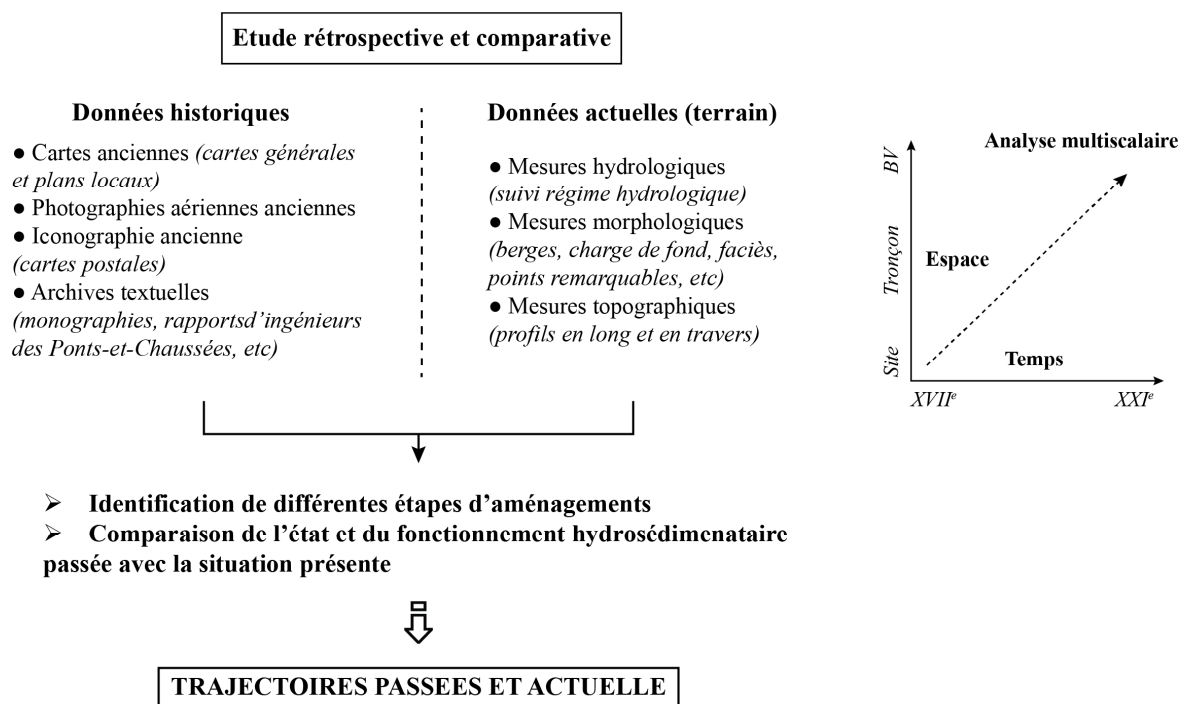


Figure 2 : Démarche méthodologique appliquée

La difficulté de cette approche relève du fait que les connaissances et les données disponibles, aussi bien pour le passé que pour l'actuel, s'avèrent peu nombreuses, lacunaires et pas toujours fiables. Il a donc été nécessaire de systématiquement croiser, comparer et confronter les différents éléments du corpus documentaire afin de s'approcher au plus près de la réalité des évolutions historiques et du comportement actuel de la Mérantaise.

3. Trajectoire historique et actuelle de la Mérantaise

Les paysages et le fonctionnement de la vallée de la Mérantaise sont marqués par une histoire ancienne qui a progressivement, mais profondément, transformée le territoire en fonction des pratiques et usages des sociétés riveraines.

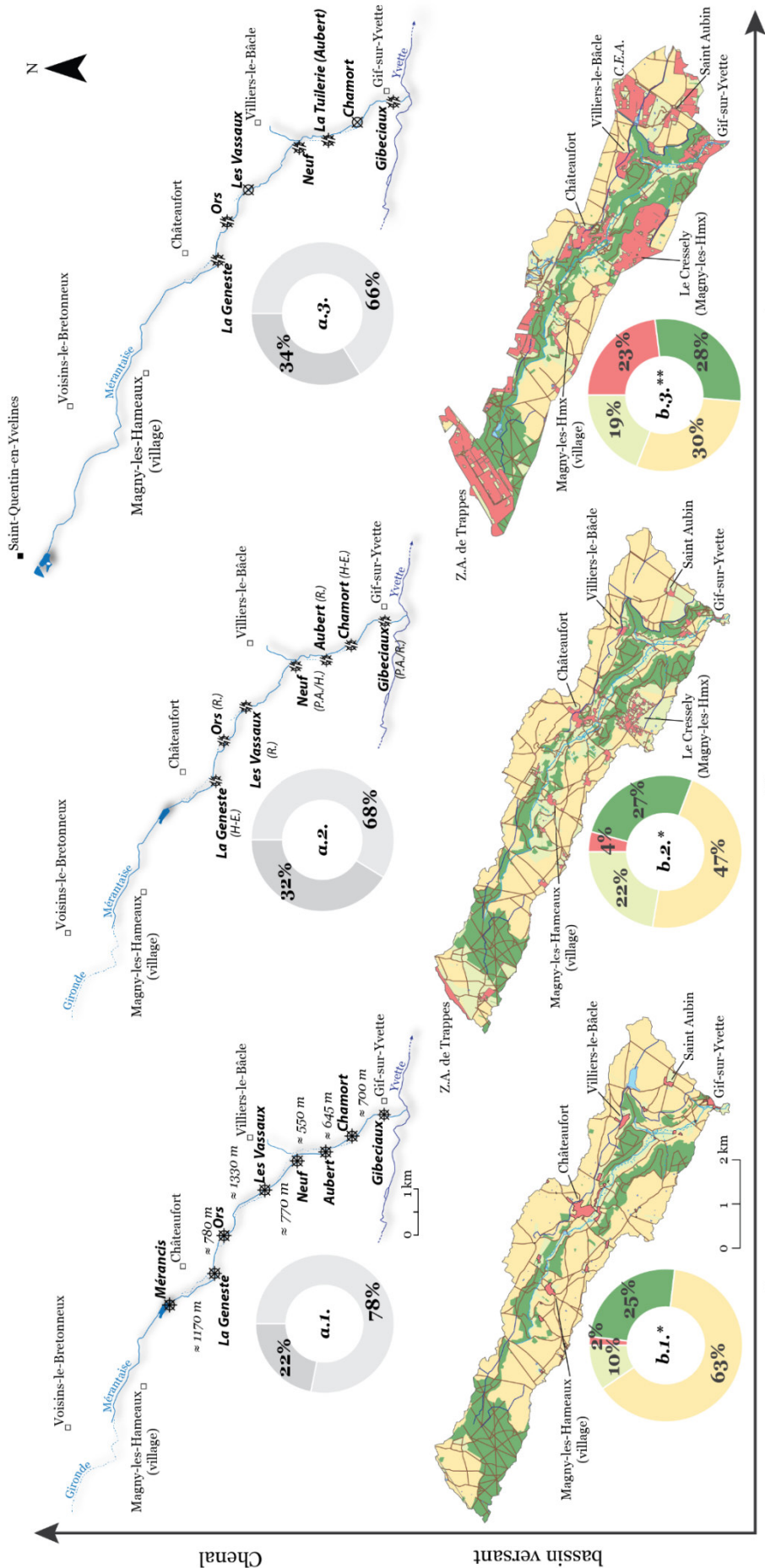
Ainsi, trois grandes phases d'aménagements caractérisant la trajectoire historique récente de la Mérantaise ont été identifiées :

- (1) La première période, courant du XVII^{ème} siècle⁴ à la fin du XIX^{ème} siècle, est marquée par une multiplication des aménagements hydrauliques en tout genre – moulins, lavoirs, ponts, ... – avec une concentration des activités en fond de vallée. Cette première époque est considérée comme le « l'âge d'or » de la meunerie⁵ (Barraud, 2007; Melun, 2012).
- (2) De la fin du XIX^{ème} siècle à la première moitié du XX^{ème} siècle, on assiste à une déprise hydraulique précoce de la Mérantaise qui se caractérise par l'abandon progressif des ouvrages hydrauliques (moulins) du chenal. Le bassin versant commence petit-à-petit à évoluer en réaction à la fin de cette activité meunière, mais sans changements significatifs dans un premier temps.

⁴ Cette délimitation temporelle est, pour rappel, arbitraire et correspond à la période la plus lointaine pour laquelle nous avons pu recueillir des données suffisantes et fiables (cartographie et archives textuelles).

⁵ Il s'agit en réalité du deuxième « âge d'or » de la meunerie puisque la première phase de développement important des aménagements hydrauliques remonte à la période médiévale, entre le XI^{ème} et le XIII^{ème} siècle (Melun, 2012).

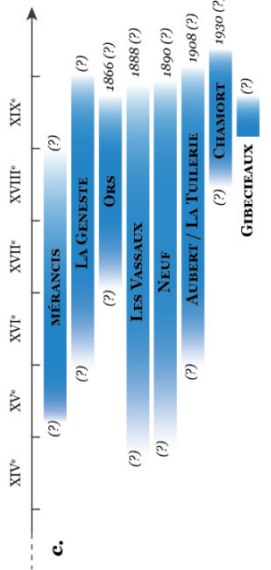
- (3) Enfin, les grands bouleversements de cette troisième phase caractérisant la trajectoire passée de la Mérantaise concernent essentiellement le bassin versant. Ce dernier connaît un développement massif et rapide de l'urbanisation en réponse aux politiques publiques d'aménagement du territoire (Villes-Nouvelles). Ces changements dans le mode d'occupation du sol ont modifié, de manière indirecte et plus ou moins marquée, le fonctionnement hydrosédimentaire de la Mérantaise.



Phase 1:
XVII^e s. - fin XIX^e s.
L'âge d'or des aménagements hydrauliques

Phase 2:
fin XIX^e s. - 1^{ère} moitié du XX^e s.
La déprise hydraulique

Phase 3:
2^{ème} moitié XX^e s. - XXI^e s.
Une urbanisation massive et rapide



Chenal		BV	
	Cours principal / bief principal des moulins		Moulin en activité
	Bras secondaires / canal de décharge des moulins (Gironde: cours d'eau intermittent)		Moulin dont l'activité de meunerie a été abandonnée mais ayant connu une reconversion
	Communes		> H.E. = hydro-électricité (moteur) > P.A. = pièce d'agrement > R. = résidence (bâtiments) > H. = harras
	Ville-Nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines		Moulin (bâti) et activité hydraulique abandonnés sans reconversion
	Routes		Plans d'eau / étang de moulin
	Rigoles (réseau des eaux de Versailles)		
		Surficie BV: *32.88 km ² / **35.94 km ²	

*Figure 3 : Synthèse des évolutions comparées du chenal et du bassin versant de la Mérintaise à travers les trois grandes phases d'aménagements de la vallée. Identification de la trajectoire historique récente de la Mérintaise. CEA = Commissariat à l'Énergie Atomique. Site de Saclay. **a.1.** et **b.1.** : Phase 1 (XVII^{ème} - fin XIX^{ème} siècle), données établies à partir de la carte d'État-Major des environs de Paris (1819-1821) et des archives (Archives Nationales, Archives Départementales des Yvelines et Archives municipales de Gif-sur-Yvette) ; **a.2.** et **b.2.** : Phase 2 (fin XIX^{ème} siècle – première moitié du XX^{ème} siècle), données établies à partir des archives, des cartes IGN de 1906 et 1923 et des photographies aériennes de 1947-1949 pour le mode d'occupation du sol ; **a.3.** et **b.3.** : Phase 3 (seconde moitié du XX^{ème} siècle - début XXI^{ème} siècle), données établies à partir de la carte IGN de 2008, des relevés de terrain et des photographies aériennes de 2014 pour le mode d'occupation du sol ; **c.** frise chronologique de l'exploitation hydraulique des huit moulins implantés sur le cours de la Mérintaise*

3.1. Le temps des aménagements hydrauliques (XVII^{ème}-fin XIX^{ème} siècle)

3.1.1. Des ouvrages hydrauliques toujours plus nombreux et performants

Les petits cours d'eau à faible énergie ont été précocement exploités pour leur énergie hydraulique du fait de leur gabarit modeste qui permet l'implantation sans travaux complexes d'ouvrages en travers barrant complètement le lit mineur (Lespez et al., 2005; Barraud, 2007; Melun, 2012). Ainsi, la Mérantaise n'a-t-elle pas échappé à l'artificialisation de son chenal lors du développement de la meunerie dans la vallée. Bien que l'anthropisation de la rivière se soit accélérée et intensifiée au cours du XIX^{ème} siècle, les périodes précédentes sont tout autant marquées par un aménagement systématique du chenal, quoi que plus modeste. Pendant des siècles, l'essentiel de la vie des habitants des communes traversées par la Mérantaise se concentre dans le fond de la vallée. Les plateaux et les versants étaient, quant à eux, réservés à la culture céréalière ou à l'élevage de chevaux dans le bas des versants (Ligonnière, 1991).

Cette première période identifiée dans la présente étude correspond donc à « l'âge d'or » des aménagements hydrauliques de la Mérantaise. Ces derniers sont de différentes natures. On distingue ainsi :

- (1) Les **usines hydrauliques** que sont les **moulins** à blé. Elles sont, certes, constituées du bâtiment des machines où se trouve notamment la roue. Mais les moulins sont également associés à d'autres infrastructures permettant de gérer les écoulements : **seuils, chaussées, vannes et déversoirs**. Elles sont essentiellement implantées en travers et latéralement, barrant entièrement le lit actif de la rivière. Ce sont sur ces ouvrages associés que se porte l'intérêt des hydromorphologues et gestionnaires de l'environnement, en ce sens qu'ils sont désormais considérés comme des obstacles à la libre circulation des poissons et des sédiments (DCE).
- (2) Les moulins de la Mérantaise étaient tous implantés en dérivation sur des biefs perchés sur le versant, impliquant ainsi des **travaux de chenalisation**. La chenalisation est le terme général pour désigner tout aménagement modifiant le tracé en plan, en travers ou la pente d'une rivière et qui permet une augmentation des vitesses d'écoulements (Wasson et al., 1998 ; Arnaud, 2012). Il peut s'agir de recalibrage, rectification, reprofilage, mais aussi de protection de berges, d'endiguement, ou encore d'entretien de la végétation et de curage (Brookes, 1988). Malgré son petit gabarit, la Mérantaise a fait l'objet de différents travaux de chenalisation dans le but d'améliorer les conditions hydrauliques des usines présentes sur son cours, aussi modestes soient-elles. Dans le même temps, ces travaux ont également eu un rôle dans la maîtrise et la lutte contre les risques liés à l'eau.
- (3) Enfin, outre les moulins, la Mérantaise a été dotée d'ouvrages essentiellement à dimension latérale et souvent d'utilité collective, à savoir les **lavoirs-abreuvoirs** et les **ponts**. Ces ouvrages sont autant de secteurs où les dynamiques fluviales sont contraintes.

Aussi, sans distinction temporelle, pas moins de huit moulins ont été construits sur un linéaire de 8 km de long à l'époque, se concentrant dans la partie médiane et aval (Figure 3-a.1.). Ce sont tous de petits moulins à eau, équipés d'une roue à augets et produisant de la farine. Il s'agit de constructions rurales modestes faites à partir de matériaux locaux (le plus souvent en moellons de meulière), en cohérence avec le bâti alentour⁶. Implantés en moyenne tous les 850 m, cette densité conséquente de moulins illustre la dynamique de gestion intégrée du fond de vallée à l'échelle de tout le linéaire. C'est un schéma que l'on retrouve dans d'autres contextes, comme celui des petits cours d'eau « ordinaires » normands (Lespez et al., 2006). Cependant, tous les moulins n'ont pas été actifs

⁶<https://www.parc-naturel-chevreuse.fr/park-protected-area/un-territoire-preserve-patrimoine-historique/inventaire-des-moulins-du-parc> (consulté le 30/05/2017)

aux mêmes moments et se sont succédés dans l'espace et dans le temps (Figure 3.c.). Au regard des données historiques disponibles, il apparaît que les usines se concentrent dans un premier temps dans la partie médiane du linéaire, entre les moulins de Mérancis et Aubert. 5 à 6 moulins sont recensés entre le XVII^{ème} et le début du XVIII^{ème} siècle. À partir de la deuxième moitié du XVIII^{ème} siècle, les moulins passent au nombre de 7 avec la construction du moulin de Chamort, dans le nord de Gif-sur-Yvette. Enfin, la concentration des moulins, toujours au nombre de 7, se déplace vers l'aval, avec l'abandon et la disparition du moulin de Mérancis dans le courant du XVII^{ème} siècle, au profit de celui de Gibeciaux (

Figure 4.e.), implanté en 1815-1816 à Gif-sur-Yvette, à environ 450m de la confluence de la Mérantaise avec l'Yvette. Le court essor de la meunerie après la Révolution française est étroitement lié au changement de réglementation des rivières non navigables ni flottables qui permet à chacun d'établir un moulin après autorisation préalable auprès des administrations concernées (Rivals, 2000; Lespez et al., 2005; Barraud, 2007). D'autre part, trois lavoirs-abreuvoirs ont été construits sur le cours de la Mérantaise au début du XIX^{ème} siècle, à partir de 1805, en pleine époque hygiéniste (

Figure 4.b.).

Au regard des contraintes hydromorphologiques exercées par les usines hydrauliques, les moulins de la Mérantaise sont tous des complexes hydrauliques construits systématiquement en dérivation et équipés de nombreux ouvrages annexes liés à la meunerie (

Figure 4.f.). Durant cette première phase identifiée d'aménagement de la Mérantaise, environs 25 seuils et vannes associés aux moulins ont été recensés. Il s'agit d'une valeur sans doute *a minima* correspondant aux ouvrages identifiés comme tel sur les cartes anciennes et dans les documents d'archives (rapports et plans locaux d'ingénieurs des Ponts-et-Chaussées). De plus, à ces seuils de moulins s'ajoutent une quinzaine de vannes et seuils liés aux lavoirs ou à des dérivations hors complexes moulins.

De la même manière, la dérivation des écoulements de la Mérantaise dans des biefs perchés représente près de 80% du linéaire actif (Figure 3-a.1.). Le talweg « naturel » est alors utilisé comme bras de décharge en cas de crues pour détourner le trop plein d'eau. Il est désigné par le terme de « morte rivière », illustrant alors le caractère intermittent de ce lit « naturel » abandonné pour les biefs perchés. Ce lit que l'on qualifiera de « préservé » ne représente plus que 22% du linéaire actif. Dans un sens, la rivière « naturelle », *ante* aménagements, n'existe plus durant cette période d'intense développement des ouvrages liés aux activités hydrauliques.

3.1.1. Un bassin versant agricole et boisé

Enfin, durant cette première phase de la trajectoire historique récente de la Mérantaise, les paysages du bassin versant sont étroitement liés aux besoins de la meunerie du fond de vallée. En effet, le moulin est en position d'interface entre, d'une part, les plateaux et les versants producteurs des céréales à moudre et, d'autre part, les centres urbains plus ou moins proches, consommateurs de la farine produite au moulin (Lespez et al., 2005, 2006; Barraud, 2007). De ce fait, la vallée de la Mérantaise est essentiellement agricole. Les espaces agraires représentent 63% de la superficie du

bassin versant, auxquels peuvent être ajoutés les 10% de prairies (parfois zones humides) et de vergers également réservés à l'agriculture et à l'élevage (Figure 3.b.1.). Les surfaces agricoles sont assez classiquement localisées sur les plateaux et les versants. Par ailleurs, un quart du bassin versant est boisé, principalement sur les versants du fond de la vallée et en tête de bassin. En revanche, les zones urbaines sont encore très peu développées et se concentrent sur les hauts de versants et les plateaux: Châteaufort, Villiers-le-Bâcle, Magny-les-Hameaux et Gif-sur-Yvette. Les quelques constructions présentes en fond de vallée sont les complexes hydrauliques des moulins de la Mérantaise (

Figure 4.a. et d.).

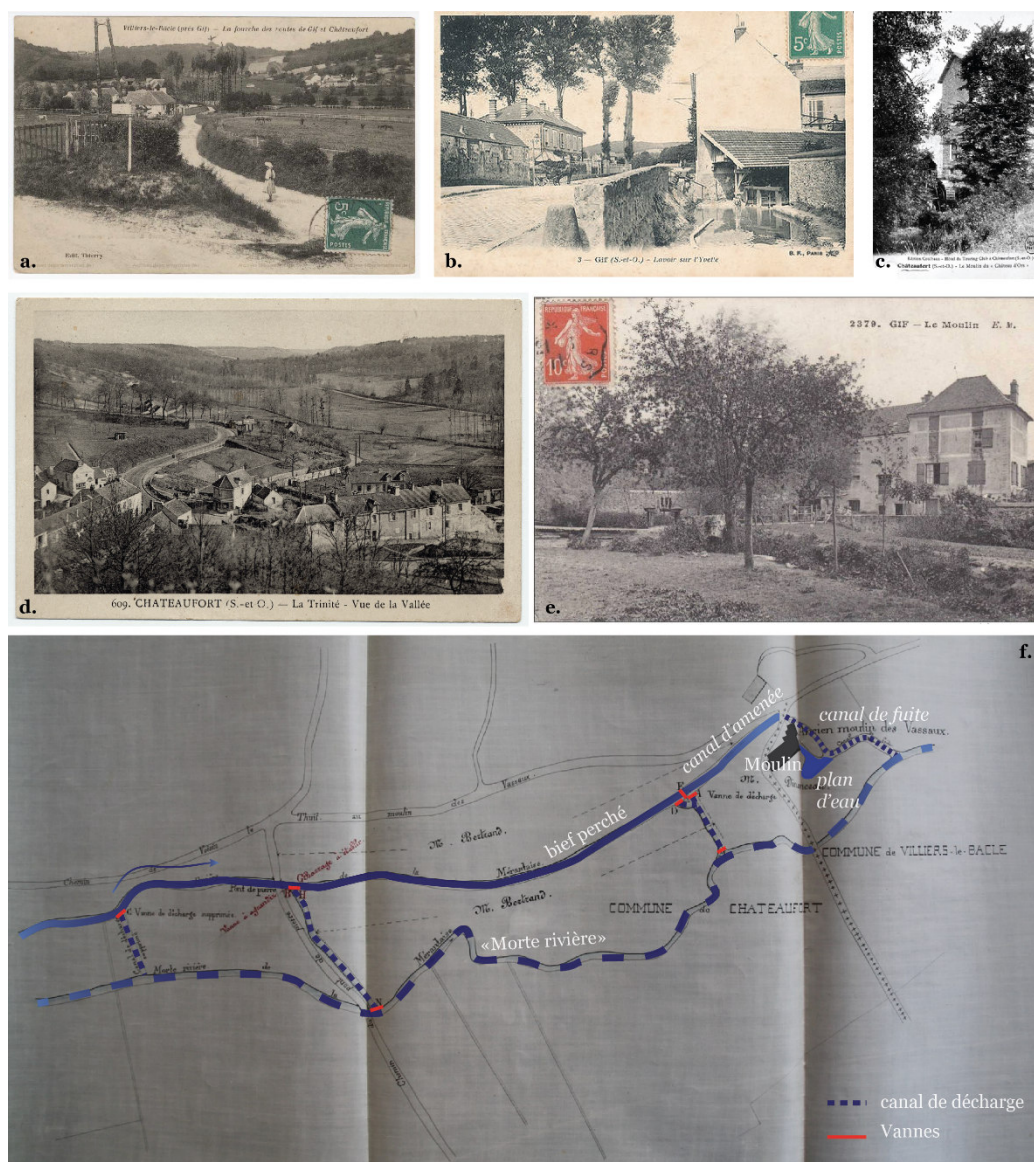


Figure 4 : Quelques exemples d'aménagements hydrauliques anciens (b., c., e. et f.) et illustration du mode d'occupation du sol essentiellement agricole et boisé de la vallée de la Mérantaise (a. et d.). a. Vue du fond de la vallée, en direction de Villiers-le-Bâcle, au droit du moulin Neuf, XIX^e-XX^e. b. Vue

du lavoir de Gibeciaux à Gif-sur-Yvette, XIX^e-XX^e. c. Le moulin d'Ors et sa roue à augets à Châteaufort, vers 1900. d. Vue de la Vallée de la Mérantaise depuis les hauteurs de Châteaufort, XIX^e-XX^e. e. Le moulin de Gibeciaux et ses vannes, fin XIX^e. f. Extrait d'un plan dressé par un ingénieur des Ponts-et-Chaussées à l'occasion d'un projet de construction de barrages sur le bief perché en amont du moulin des Vassaux. Plan annoté illustrant les différents éléments constitutif des complexes hydrauliques des moulins au plus fort de l'aménagement hydraulique de la Mérantaise, 1889. (Sources : Archives Départementales des Yvelines, 3Fi 136, 7S 114 ; Archives Départementales de l'Essonne, 2Fi 081 ; Archives communales de Gif-sur-Yvette)

3.2. La déprise hydraulique (fin XIX^{ème} – première moitié du XX^{ème} siècle)

3.2.1. Le déclin précoce de la petite hydraulique

La Révolution industrielle et économique que connaît la France au XIX^{ème} siècle marque la fin de la petite hydraulique des cours d'eau peu dynamiques, au profit de quelques moulins plus importants implantés sur des rivières plus puissantes (Lespez et al., 2006; Barraud, 2007). De la même manière que les petites rivières à faible énergie ont été précocement maîtrisées et exploitées du fait de leur modeste gabarit, elles ont également été les premières pour lesquelles les activités hydrauliques ont été abandonnées. Incapables de se moderniser (révolution industrielle et technique) et de faire face à la concurrence de l'industrialisation des rivières plus grandes et plus dynamiques, les petites usines hydrauliques qui avaient profondément transformées les milieux des fonds de vallées sont progressivement désaffectées et souvent reconverties en résidence (Barraud, 2007; Barraud et al., 2013). Cette deuxième grande phase correspond à un « désaménagement » du cours des petites rivières (Le Cœur et Gautier, 2005 ; Lespez et Germaine, 2016).

Cette situation a également été étudiée et documentée pour le contexte normand. Lespez et al. (2006) y ont ainsi observé que ce sont prioritairement les moulins situés le long des petits cours d'eau d'ordre 1 à 2, au débit faible et insuffisant pour faire fonctionner de manière productive et compétitive ces moulins, qui ont été abandonnés. Les mêmes dynamiques évolutives apparaissent pour le contexte francilien. En effet, la vallée de la Mérantaise n'a pas été épargnée par les bouleversements impliqués par la Révolution industrielle française. Elle aussi a connu une déprise hydraulique précoce, initiée dès la fin du XIX^{ème} siècle (Figure 3.a.2.). L'inventaire historique des moulins de la Mérantaise a permis d'identifier que la plupart d'entre eux ne pouvaient plus être considérés comme des usines hydrauliques à partir de 1890.

Cependant, dans un premier temps, l'abandon progressif des moulins ne concerne pas tous les éléments du complexe hydraulique qui les constitue. En effet, les usines perdent leur activité de meunerie et sont reconverties (hydro-électricité, pompage) mais le chenal actif conserve encore un temps son parcours. Les biefs perchés sont maintenus en eaux jusqu'au début du XX^{ème} siècle. Ce n'est donc que dans un deuxième temps que les dérivations sont à leur tour abandonnées, déconnectant définitivement certains anciens moulins à la Mérantaise. Ainsi, le moulin des Vassaux a-t-il été l'un des premiers moulins à être déclassés (1888), mais son bief d'amenée d'eau, perché sur le versant nord, n'a été abandonné qu'en 1935, soit près de cinquante ans plus tard.

De la même manière, aucun meunier n'est plus connu au moulin d'Ors après 1866, mais celui-ci n'a été désaffecté qu'en 1921 à la demande de son propriétaire de l'époque, M. Bertrand (fils) (Figure 5). À cette occasion, ce dernier s'engage à rétablir la rivière « *dans son ancien état* » (Figure 5.b.) et à remettre en état la morte rivière, « *au moyen d'un curage à vif fond et vieux bords* » (Figure 5.d.). La remise en eau de la « morte rivière » sera assurée après la suppression de la vanne qui jusque-là permettait de détourner les eaux de la Mérantaise dans le bief perché (Figure 5.c.). La déprise

progressive des aménagements hydrauliques de la Mérantaise conduit à un nouvel équilibre entre la part de linéaire artificialisé et la part de linéaire « préservé ». Effectif à partir de la première moitié du XX^{ème} siècle, lorsque les canaux dérivés sont à leur tour abandonnés, le nouveau rapport établi est désormais estimé à 32% de chenal « préservé » (i.e., empruntant le fond de vallée naturel et n'ayant pas subi de travaux de chenalisation) pour 68% de linéaire chenalisé (Figure 3.a.2.).

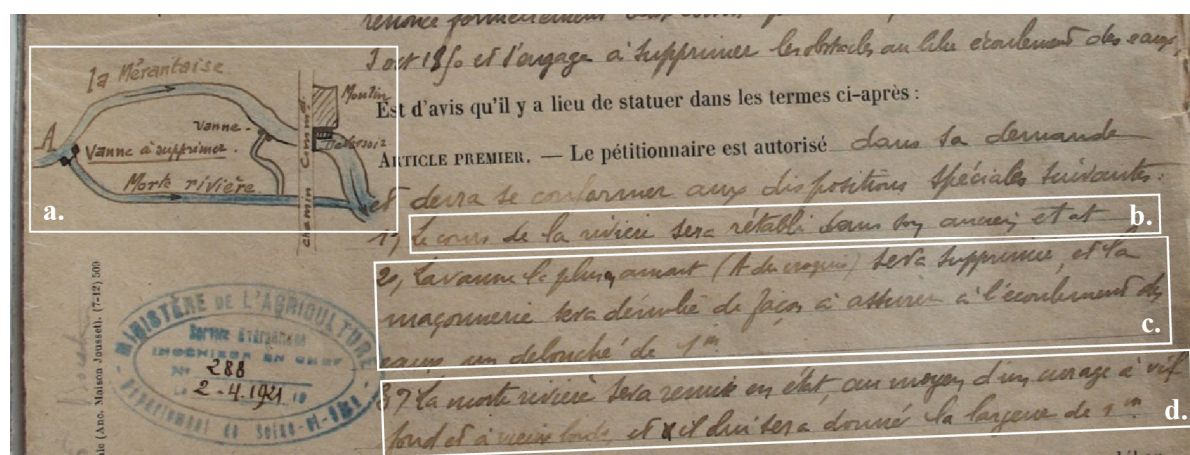


Figure 5 : Extrait du rapport des Ponts-et-Chaussées à l'occasion de la demande de désaffectation du moulin d'Ors par son propriétaire de l'époque, M. Bertrand (fils), en 1921. (Sources : ADY – 7S 114). a. croquis illustrant la disposition du complexe hydraulique du moulin d'Ors en 1921 et les travaux de suppression d'une vanne pour rétablir la « morte rivière » comme bief principal. b. à d. dispositions relatives à la désaffectation du moulin d'Ors.

Ainsi, durant cette deuxième phase de la trajectoire historique de la Mérantaise, tous les moulins (7 au total⁷) ont progressivement mais définitivement perdus leur activité économique initiale, à savoir produire de la farine. L'« état statistique au 31 décembre 1926 des établissements possédant des moteurs hydrauliques » permet d'établir l'inventaire des usines en activité ou au chômage recensées sur la Mérantaise. On y apprend que seuls quatre moulins sont encore considérés comme des « usines hydrauliques » : La Geneste, Moulin Neuf, Chamort et Gibeciaux. Parmi ceux-ci seules les machineries des moulins de La Geneste et de Chamort ont été transformées en petites usines hydro-électriques. Les moulins Neufs et Gibeciaux sont considérés comme « usines au chômage », reconvertis en « pièce d'agrément » et haras pour le moulin Neuf. Les trois autres anciens moulins – Ors, les Vassaux et La Tuilerie⁸ (anciennement Aubert) – ont été réhabilités en résidence dès la première décennie du XX^{ème} siècle, abandonnant ainsi leur situation de moulins alimentés par les biefs dérivés (Figure 3.a.2.).

3.2.2. Une lente réponse du bassin versant

Parallèlement et par effet de conséquence, le déclin puis l'abandon quasi systématique des petites usines hydrauliques ont favorisé le recul des surfaces agricoles. Ce sont tout d'abord les secteurs les plus difficiles à mettre en valeur, à savoir les versants à pente forte (Lespez et al., 2005), qui ont laissé place à des bois, fermant un peu plus le paysage de la vallée de la Mérantaise. Les labours ne représentent plus que 47 % du territoire et se concentrent en haut de versant et sur les plateaux, alors que les surfaces boisées augmentent de 2% (elles passent ainsi à 27%) (Figure 3.b.2.). Les prairies semblent également en augmentation, témoignant peut-être de la réappropriation de terres de culture

⁷ Le moulin de Mérancis a été très tôt abandonné, car peu productif. Dès la fin du XVIII^{ème}, le moulin disparaît. Seul l'étang en amont perdure jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. Ce huitième moulin n'est donc pas comptabilisé pour la deuxième phase d'aménagement de la Mérantaise.

⁸ Le moulin de la Tuilerie est connu pour avoir appartenu au Duc et de la Duchesse de Windsor, de 1952 à 1973.

par des particuliers modestes pour une consommation locale et/ou personnelle, notamment à proximité de nouveaux pôles urbains comme au Cressely (commune de Magny-les-Hameaux) et près de la ligne de chemin de fer Paris-Chartres. Dans le fond de vallée, les prairies étaient exploitées par des haras, comme au moulin Neuf qui servait de maison de repos aux vieux chevaux des omnibus de Paris à partir de 1890. Pourtant, cette deuxième phase n'est pas encore celle des profonds bouleversements qu'a connus le bassin versant. Les zones urbaines connaissent une faible augmentation de 2% à 4% car la société française reste encore essentiellement rurale et agricole à cette époque (Figure 3.b.2.).

3.3. Une urbanisation rapide et importante (seconde moitié du XX^{ème} siècle)

3.3.1. Un bassin versant devenu périurbain

La troisième grande phase participant de la trajectoire passée de la Mérantaise concerne la seconde moitié du XX^{ème} siècle. Une période courte, comme la précédente, témoignant des bouleversements extrêmement rapides qui la constitue. Elle est en effet caractérisée par un changement significatif des paysages du bassin versant, qui perdent leurs dynamiques rurales et agricoles pour des espaces de plus en plus urbanisés (Figure 3.b.3.). Ces grandes évolutions du bassin de la Mérantaise illustrent une tendance à l'échelle nationale. La vallée de Chevreuse se trouvant à proximité de Paris, elle participe du développement massif et rapide de l'urbanisation du territoire francilien, initiée dès les années 1960 par les politiques de planification urbaine menées par les services de l'État. Le mode d'occupation du bassin versant de la Mérantaise se retrouve ainsi significativement modifié par le phénomène de périurbanisation⁹.

En effet, pour faire face à un accroissement démographique important, d'une part, et à l'arrivée massive de population abandonnant les campagnes au profit des centres urbains comme Paris¹⁰, d'autre part, les politiques décident de la mise en place des Villes-Nouvelles. Neufs sites ont été choisis en France, dont cinq en Île-de-France. En région parisienne, Paul Delouvrier, l'un des artisans du remodelage du territoire français pendant les « Trente Glorieuses » et délégué général au District de la Région de Paris de 1961 à 1969, reçu directement du Président de Gaulle l'autorité de « mettre de l'ordre dans ce désordre » (la formule employée par de Gaulle à l'époque n'était semble-t-il pas aussi neutre). Cette politique des Villes-Nouvelles a contribué à la sortie de terre, pratiquement ex-nihilo, de centres urbains très importants s'étendant sur plusieurs centaines de km².

Décidée dès 1965, la Ville Nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines (78) voit le jour au début des années 1970, mais connaît un pic de construction à partir des années 1980-1990. Trois communes de Saint-Quentin-en-Yvelines se trouvent sur le territoire du bassin versant de la Mérantaise : Trappes (sa zone d'activité), Voisins-le-Bretonneux et Magny-les-Hameaux, toutes situées en tête de bassin et sur les plateaux (Figure 6). C'est à partir du développement de la Ville Nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines que ce territoire a gagné son caractère périurbain. Cependant, les autres communes du bassin versant (Châteaufort, Villiers-le-Bâcle, Saint-Aubin et Gif-sur-Yvette) ont également bénéficié de cette dynamique. C'est ainsi près d'un quart du territoire qui est devenu urbain (Figure 3.b.3.).

⁹ La **périurbanisation** est définie comme « le mode de développement périphérique des agglomérations, [qui] grignote peu à peu l'espace rural (mitage) en s'appuyant sur les noyaux habités préexistants (villages, bourgs) et sur les grands axes de communication qui la relie aux espaces urbains initiaux » (sources : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/periurbanisation>, consulté le 20/10/2017)

¹⁰ L'après-guerre et les Trente Glorieuses transforment profondément la société française. C'est la « *fin des paysans* » (Mendras, 1967) face à une société de plus en plus technique, qui se modernise et va désormais chercher du travail en ville.

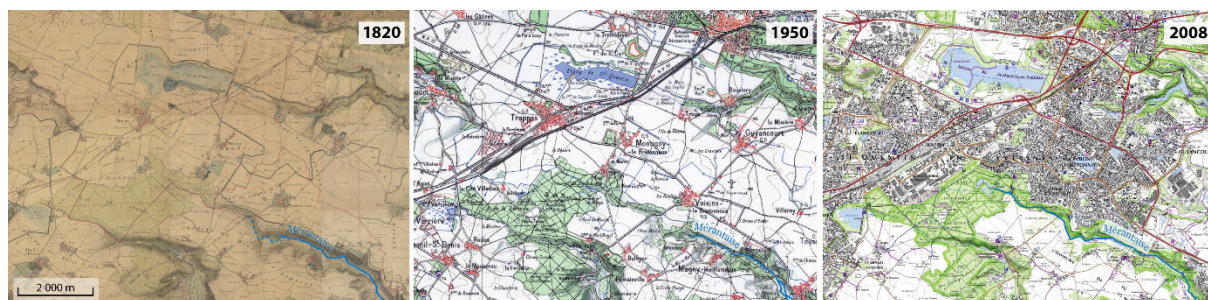


Figure 6 : Illustration par une comparaison diachronique de cartes anciennes du développement massif et rapide de l'urbanisation en tête de bassin de la Mérantaise. Construction de la Ville-Nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines à partir des années 1980.

Parallèlement à ces évolutions significatives, la surface agricole ne représente plus que 30% du bassin (Figure 3.b.3.). Elle se concentre désormais sur les plateaux et est devenue intensive, à l'image des plateaux de Saclay (Meybeck et al. (Eds), 1998). Dans le même temps, les surfaces boisées continuent d'augmenter (28%), profitant certainement de la gestion environnementale du Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse créé en 1995 et de la Réserve Naturelle Régionale qui couvrent une partie de la vallée. La part des prairies se maintient à 19% mais ne couvrent plus systématiquement les mêmes surfaces du bassin : les espaces anciennement enherbés en tête de bassin et au niveau de Cressely ont été absorbés par l'urbanisation de la zone d'activité de Trappes et des communes de Magny-les-Hameaux.

3.3.2. Un linéaire conditionné par les aménagements dans le bassin versant

Lors de cette troisième phase, le chenal de la Mérantaise a fini de se stabiliser dans le tracé qu'on lui connaît aujourd'hui. Tous les moulins ont été abandonnés en tant qu'usines hydrauliques et seuls les moulins de la Geneste et de Gibecieux sont encore actuellement alimentés par leur bief perché sans véritables enjeux hydrauliques (Figure 3.a.3.). Aucun des moulins ne présentent de systèmes moteurs fonctionnels. Les dérivations au droit des moulins ont pratiquement toutes été délaissées pour remettre en eau le fond du lit naturel, quand cela était possible. Pour autant, le rapport entre chenal « préservé » et chenal artificialisé reste respectivement de 34 et 66%, illustrant la très forte empreinte de l'anthropisation des rivières. Ce fort taux d'artificialisation du linéaire de la Mérantaise s'explique par la part encore importante des tronçons historiquement chenalés (rectifiés et recalibrés). En effet, comme l'a illustré précédemment le cas du complexe hydraulique d'Ors (Figure 5), les eaux de la Mérantaise ont été à nouveau redirigées vers le fond de vallée pour emprunter la « morte rivière », mais celle-ci a bien souvent fait l'objet d'un recalibrage au moment de la remise en eau (Figure 5.d.). De la même manière, une part importante du chenal emprunte un cours historiquement rectifié (tronçon en ligne droite, parfois maintenu par des protections de berges) et recalibré (dimensions prédéfinies du chenal).

D'autre part, l'abandon des ouvrages de la Mérantaise a conduit à la multiplication des friches hydrauliques (Le Cœur et Gautier, 2005; Lespez, 2012; Lespez et al., 2005, 2015; Lespez et Germaine, 2016). En effet, malgré la restauration de la plupart des bâtiments des moulins en résidence, les biefs et vannes associées sont aujourd'hui dans un état de délabrement plus ou moins avancé car ils ne sont plus entretenus. Ainsi, sur les huit moulins historiquement implantés sur le cours de la Mérantaise, cinq ont connu une seconde vie en tant qu'habitation et 3 sont désormais abandonnés et en ruine (Mérancis, les Vassaux et Chamort) (Figure 7.a.). En revanche, les $\frac{3}{4}$ des biefs et ouvrages associés sont aujourd'hui totalement délaissés. Les vannes sont pour la plupart relevées, et les biefs déconnectés des écoulements actuels de la rivière. Les vannes tombent en ruine pendant que les biefs s'encombrent, s'ensavent et se bouchent (Figure 7.b. à d.). La nature y a repris ses droits. Seul les tronçons des moulins de la Geneste et de Gibecieux ont été partiellement maintenus et restent entretenus. Pourtant, malgré leur abandon, leurs traces sont encore visibles, de manière plus ou moins

discrète, dans le paysage du fond de vallée, témoignant de cet héritage pas si lointain. Les roues qui se délitent rappellent, en effet, le passé de moulin des bâtiments (Figure 7.c.).



Figure 7 : Exemples de friches hydrauliques sur la Mérantaise. **a.** moulin des Vassaux abandonné ; on y aperçoit l'ancienne salle des machines et un ancien bief perché. **b.** ancienne vanne levée en amont du moulin de la Tuilerie (Aubert). **c.** ancienne roue du moulin d'Ors. **d.** ancien bief comblé entre le moulin d'Ors et le moulin des Vassaux, laissant une trace presque imperceptible de sa présence. (crédit photo : M. Jugie)

Les grandes modifications qui concernent le lit de la Mérantaise sont, en réalité, imputables au développement urbain important de la tête de bassin (Z.A. de Trappes et Voisins-le-Bretonneux). En effet, la multiplication des surfaces imperméabilisées et ruisselantes a nécessité la mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pluviales. Sept bassins d'orages ont donc été créés à partir de la fin des années 1970. Deux d'entre eux sont directement implantés sur le cours de la Mérantaise : le bassin de la Mérantaise en amont de Gif-sur-Yvette et les étangs du Manet, en tête de bassin. Ce n'est donc plus seulement le tracé de la rivière qui est grandement artificialisé, mais aussi sa source. Les étangs du Manet constituent désormais la source de la rivière, court-circuitant ainsi la source naturelle plus en aval de la Mérantaise.

Son tracé s'en trouve alors également modifié et augmenté de près de 5 km car la partie amont du cours de la Mérantaise, désigné sous le nom de « Ru de la Gironde », avait jusque-là un fonctionnement intermittent. La création des étangs du Manet comme source artificielle de la Mérantaise a été l'occasion d'assurer un écoulement permanent au niveau du secteur de la Gironde (soutien du niveau d'étiage par le bassin d'orage) (Figure 3.a.3.). De la même manière, la gestion des eaux pluviales du bassin versant a également conduit les services qui en ont la charge à repenser le réseau de distribution des eaux de pluies sans nécessairement respecter les contraintes topographiques du bassin. Ainsi, les limites du bassin versant s'avèrent également artificielles, en particulier au niveau de la tête de bassin (Z.A. de Trappes et Voisins-le-Bretonneux) et des nouveaux quartiers du Cressely

(Figure 3.b.3.). Le bassin versant actuel, dans son état artificiel, fait 36 km² alors que le bassin topographique « naturel » en faisait 32.9 km². Cela correspond à une augmentation de 8.6% de la surface du bassin.

4. La restauration de la continuité écologique, nouveau paradigme de la trajectoire hydrosédimentaire

4.1. Des phases d'aménagement et leur conséquence sur le fonctionnement hydromorphologique de la rivière

Ainsi, l'étude de la trajectoire passée de la Mérantaise a permis de d'établir qu'à chaque phase historique identifiée correspond des pratiques et usages des hydrosystèmes par les sociétés riveraines, répondant à des besoins spécifiques vis-à-vis de la rivière. Ces besoins ont engendré à chaque phase une gestion particulière du chenal et de son bassin versant, associés à différentes générations d'aménagements. Par ailleurs, qu'ils soient implantés directement dans le lit de la rivière ou qu'ils participent du mode d'occupation de son bassin versant – les deux entités étant liées, comme vu *supra* – ces aménagements sont responsables des modifications hydromorphologiques du chenal. Les aménagements hydrauliques sont autant de pressions anthropiques sur les écosystèmes des milieux aquatiques (Adam, 2007; Melun, 2012; Malavoi et Adam, 2015). Dans la présente étude, nous avons tenté de déterminer qu'elles pouvaient être les conditions hydromorphologiques imputables à chaque génération d'aménagements de la vallée. La Figure 8 en est la synthèse. Les données d'archives nous ont permis de restituer, sous forme d'hypothèses, certains aspects généraux du fonctionnement hydrosédimentaire passé de la Mérantaise (Phase 1 et 2). Le fonctionnement actuel (Phase 3) est mieux connu grâce à des mesures de terrain actualisées.

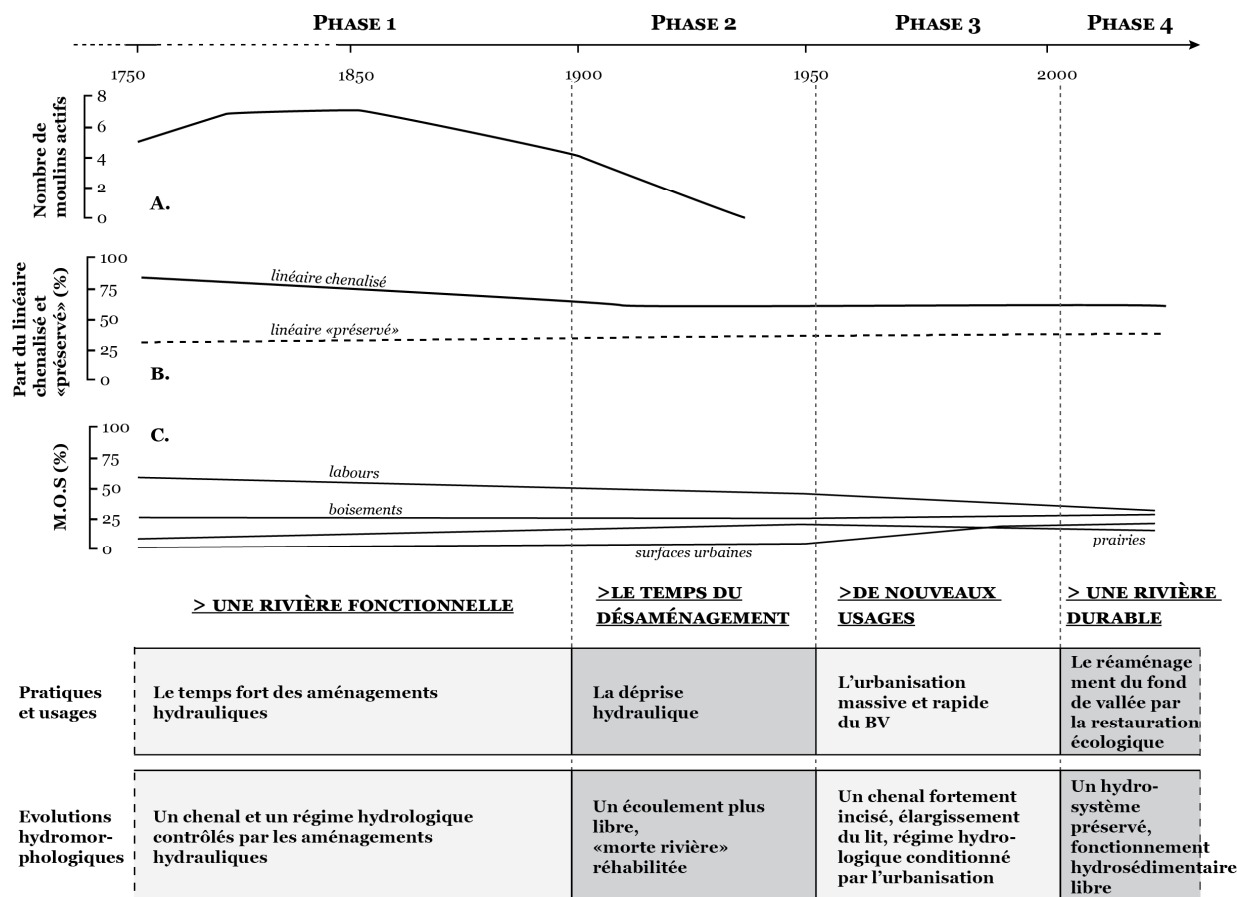


Figure 8 : Trajectoire de la Mérantaise au regard de l'aménagement historique du chenal (A. et B.) et du bassin versant de la Mérantaise (C.). Les pratiques et usages de la rivière et de son bassin versant ont des conséquences directes et/ou indirectes sur le fonctionnement hydrosédimentaire du cours d'eau.

4.1.1. Phase 1 : une rivière contrainte par les équipements hydrauliques

Aussi, d'un point de vue des pratiques et des usages dans la vallée, la première phase historique de la trajectoire passée de la Mérantaise est essentiellement caractérisée par un chenal fortement équipé en ouvrages hydrauliques (moulins : seuils, vannes, déversoirs, biefs perchés ; lavoirs et ponts) et entretenu pour un fonctionnement maximal de ces ouvrages. Les écoulements et les conditions morphologiques sont directement contraints par ces aménagements hydrauliques. Parallèlement, le bassin versant est presque exclusivement réservé aux activités agricoles alimentant les moulins en matière première, avec une part non négligeable de surfaces boisées. Durant cette phase (XVII^{ème} – fin XIX^{ème} siècle), la rivière était un cours d'eau fonctionnel, exploitée pour son énergie hydraulique et largement contraint (faible liberté spatiale) (Figure 8). Guillaume (1983) définit justement cette période comme celle de la « fonctionnalisation » des cours d'eau, illustrant assez clairement le réaménagement profond des cours d'eau, qui s'est accentué au XIX^{ème} siècle.

La reconstitution des conditions hydromorphologiques de la Mérantaise durant cette phase 1 apporte une vision globale de ce à quoi devait ressembler la rivière à l'époque. Elle se base sur des données concernant majoritairement le XIX^{ème} siècle (issus des rapports des services de l'État préposés à la gestion des cours d'eau non navigables ni flottables), soit à l'échelle de tout le linéaire, soit à celle de tronçons localisés. Ainsi, l'artificialisation marquant près de 80% du linéaire actif, le chenal était dérivé sur $\approx 50\%$ de son cours, rectifié sur 30% du lit en fond de vallée et calibré dans ses dimensions et son régime hydrologique. Plusieurs documents historiques (rapports, profils en travers, enquêtes de 1885) précisent que la rivière faisait en moyenne 2.50 m de large (certains secteurs au niveau de pont mesuraient 1.50 m de large), pour des profondeurs de chenal variant de moins d'1 m à plus d'1.50 m selon les tronçons. Il est difficile de reconstituer le régime hydrologique de la rivière

(Jacob-Rousseau et al., 2016) mais les quelques témoignages qui subsistent soulignent le débit relativement faible et constant (avec une variation saisonnière évidente) de la Mérantaise. Le débit était presque exclusivement capté par les biefs pour alimenter les usines hydrauliques (Lespez et al., 2006). La rivière débordait peu, généralement à l'occasion de fortes pluies (orages). L'entretien du lit permettait d'assurer le maintien de ces conditions d'écoulement, mais n'était pas toujours bien réalisé. Plusieurs plaintes à ce propos ont été retrouvées.

4.1.2. Phase 2 : Un « désaménagement » progressif de la rivière sans réponses significatives des conditions hydromorphologiques

La deuxième phase est caractérisée, d'un point de vue des aménagements, par l'abandon des activités hydrauliques et la remise en eau progressive du fond de vallée « naturel », au détriment des biefs perchés qui, à la fin de cette période (1930-1950), ne sont plus systématiquement alimentés ni entretenus. Cette phase qui pourrait être considérée comme une phase de « désaménagement » brutal du lit de la Mérantaise illustre en réalité une évolution des pratiques faites de la rivière. Celle-ci perd son caractère fonctionnel pour devenir une rivière d'agrément (Barraud, 2007). Les bords de la Mérantaise sont appréciés par les promeneurs, on s'y repose, les chevaux du haras du moulin d'Ors en apprécie la fraîcheur. Cette période coïncide avec « l'avènement des loisirs » décrit par Corbin (1995) et illustré par Auguste Renoir (*Le déjeuner des canotiers*, 1881) ou Édouard Manet (*Le déjeuner sur l'herbe*, 1863). Il s'agit d'une phase de transition très courte entre la phase 1 et la phase 3 (≈50 ans) durant laquelle les évolutions dans le chenal et dans le bassin versant sont encore limitées. La majorité des biefs perchés ne sont définitivement abandonnés qu'à partir des années 1920-1930. Parallèlement, le bassin versant reste encore grandement agricole, à l'image du reste de la France qui ne connaît pas encore la révolution industrielle et technologique dans le domaine agricole. Ainsi, cette phase 2 ne semble pas marquée par de grandes évolutions hydromorphologiques car malgré l'abandon d'une partie des ouvrages hydrauliques, le régime hydrologique devait être maintenu. Il n'y a pas de grands bouleversements pouvant radicalement faire évoluer les conditions hydromorphologiques de la Mérantaise.

4.1.3. Phase 3 : les grands changements d'occupation du sol (urbanisation) responsables de l'incision et de l'élargissement du lit

La phase 3 de la trajectoire historique de la Mérantaise marque, en revanche, un tournant important qui concerne aussi bien les pratiques et usages de l'hydrosystème que les conditions hydromorphologiques récentes. Comme nous l'avons déjà annoncé (*in* 3.3), les grands bouleversements que connaît la vallée de la Mérantaise ont cette fois lieu à l'échelle du bassin versant, alors que le mode d'occupation du sol avait jusque-là peu évolué, restant essentiellement agricole. Mais la seconde moitié du XX^{ème} siècle s'illustre par l'essor significatif de l'urbanisation. Cette nouvelle réalité n'est pas sans impacts sur le lit de la Mérantaise.

En effet, les différentes observations et mesures de terrain ont permis de mettre en évidence, d'une part, une incision forte et généralisée du chenal, aujourd'hui stabilisée. La comparaison de relevés topographiques de la fin du siècle dernier (profils en long de 1980) et actuels (2015) tend à prouver que le lit de la Mérantaise s'est incisé en moyenne d'un mètre durant les trois dernières décennies. L'incision du lit de la Mérantaise est donc récente ; en témoigne les berges hautes d'en moyenne 2 m et les nombreux ouvrages latéraux (buses, murs de berge, culées de ponts) implantés plus ou moins à hauteur du fond du lit dans les années 1980 et désormais affouillés et suspendus dans la berge (Figure 9).

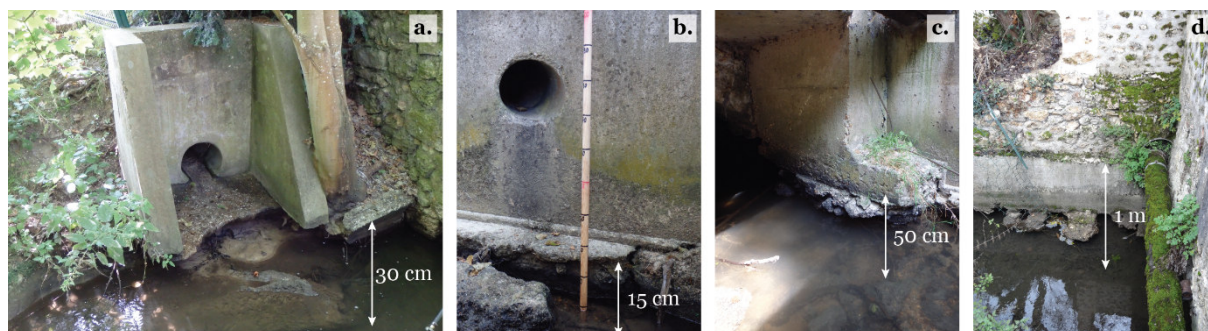


Figure 9 : Ouvrages latéraux implantés dans les années 1980 et présentant des traces d'affouillement et d'incision récentes. **a.** et **b.** buses ; **b.** et **c.** culées de ponts ; **d.** mur de berge. (crédit photo : M. Jugie)

L'analyse du profil en long actuel (Figure 10) montre que la rivière s'est incisée en aval des seuils par érosion régressive. Les ouvrages sont à la fois responsables de cette incision et maintiennent dans le même temps le lit (effet point dur ; Malavoi, 2003). Ils privent les tronçons aval d'une fourniture sédimentaire qui se retrouve piégée en amont des seuils tandis que la rivière dépense son énergie en érodant le fond du lit à l'aval (Malavoi, 2003 ; Melun, 2012). Une couche d'argile très compacte ayant été atteinte, les dynamiques d'incision ne sont plus actives (Assani et Petit, 2004). Les évolutions hydromorphologiques actuelles sont à l'élargissement progressif du lit. Ce constat est le résultat d'observations et de mesures de terrain (photogrammétrie des berges) ainsi que d'analyses historiques. La comparaison de profils en travers datés de 1849¹¹, 2004 et 2015, entre Châteaufort et l'ancien moulin d'Ors a, par exemple, permis de mettre en évidence un élargissement conséquent du lit dans certains secteurs (Figure 11). Alors que les archives historiques décrivent un chenal actif calibré d'en moyenne 2.50 m de large du XVII^{ème} au début du XX^{ème} siècle, les relevés actuels de la morphologie de la rivière font état d'un lit d'environ 4 à 5 m de largeur en moyenne.

Ainsi, l'état altéré de la morphologie actuelle de la Mérantaise n'est pas tant le résultat de plusieurs siècles d'aménagements du lit, mais plutôt celui des pratiques récentes relevées dans le bassin versant et en particuliers l'urbanisation. Celle-ci a modifié le régime hydrologique en augmentant le ruissellement (Leopold, 1968 ; Hollis, 1975 ; Graf, 1977 ; Neller, 1988 ; Whitlow et Gregory, 1989 ; Booth et Jackson, 1997 ; Schick et al., 1999), en accélérant la réponse hydrologique du bassin versant (Leopold, 1968 ; Arnold et al., 1982, Wong et Li, 1998 ; Campana et Tucci 2001 ; Gregory et Chin 2002), et en augmentant la fréquence des débits de pointes et des crues morphogènes (Leopold, 1968 ; Hollis, 1975 ; Petit et Daxhelet, 1989 ; Bravard et Petit, 2000 ; Campana et Tucci, 2001).

¹¹ La géométrie du lit en 1849 correspond à la période où le lit était calibré et les dimensions ainsi que le régime hydrologique contrôlés.

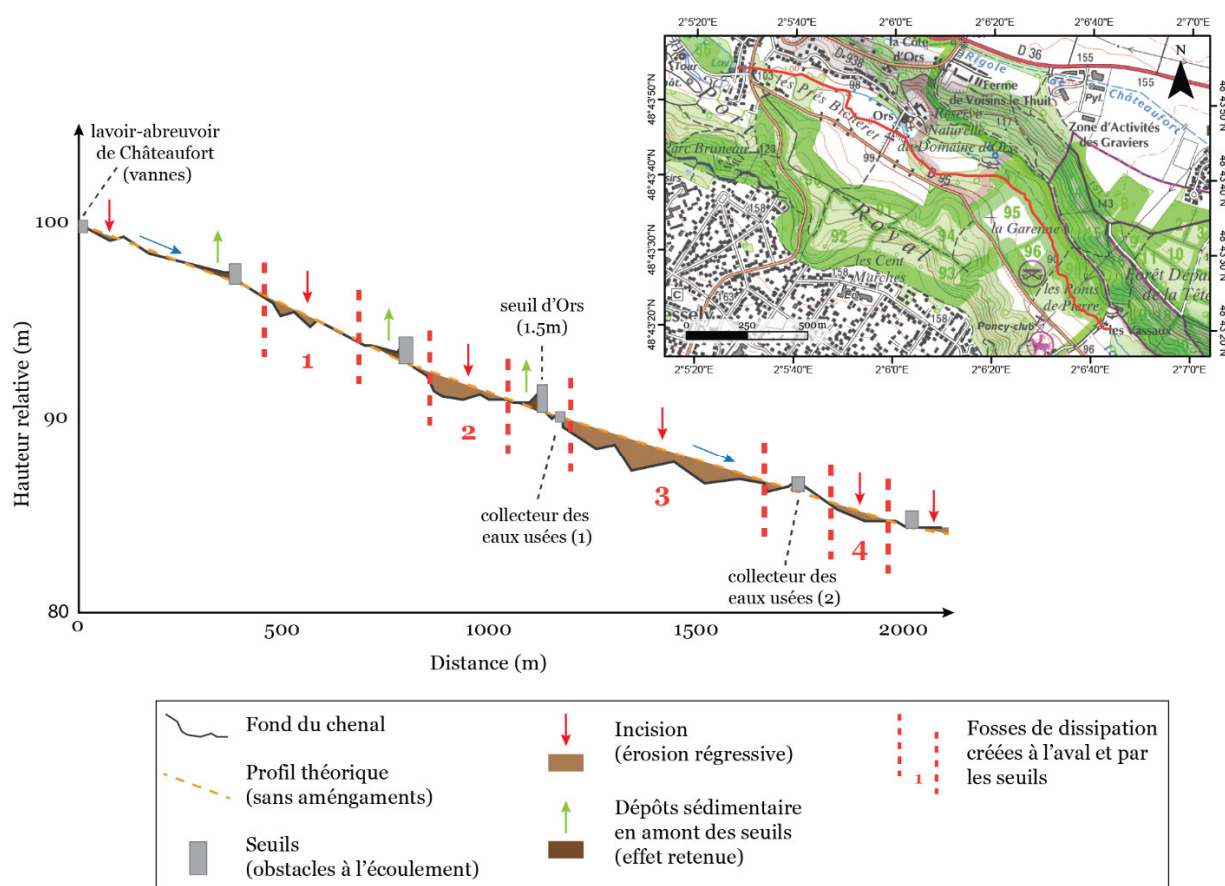


Figure 10 : Profil en long établi entre Châteaufort et Les Vaux. Mise en évidence de l'incision de la Mérantaise en aval des seuils

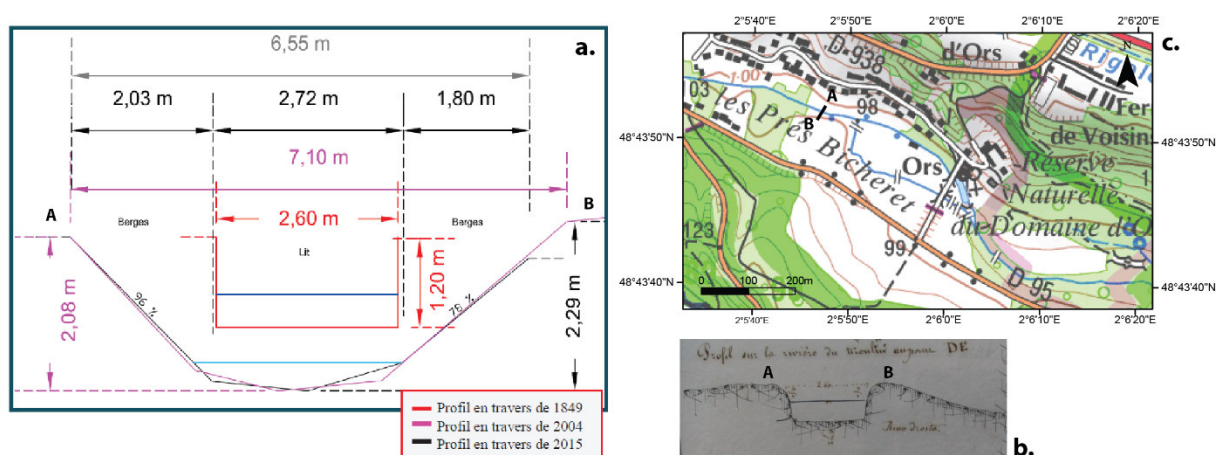


Figure 11 : Comparaison de la géométrie passée et actuelle d'un profil en travers du lit de la Mérantaise (a.), situé entre Châteaufort et Ors (c.). b. : profil en travers levé sur la Mérantaise en 1849 (ADY – 7S 114).

Les dynamiques fluviales constatées sur le cours de la Mérantaise sont donc récentes et coïncident avec la mise en place de la Ville-Nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines. Les processus hydromorphologiques actuels sont directement imputables au mode d'occupation du sol du bassin versant, et en particuliers au contexte (péri)urbain. La rivière est l'exutoire d'un ruissellement urbain désormais très conséquent et concentré.

4.2. Phase 4 : les opérations de restauration de la continuité écologique, une nouvelle phase d'aménagement

À l'aube du XXI^{ème} siècle, une quatrième phase se dessine, celle du réaménagement du lit de la Mérantaise par la restauration de la continuité écologique. Elle illustre le glissement de la conception sociétale de la rivière comme objet nécessaire à la mise en œuvre des activités hydrauliques vers celle de milieux aquatiques à restaurer et protéger. Face au constat d'un état partiellement dégradé de son lit et en application des actions préconisées par la DCE, la Mérantaise fait actuellement l'objet de projets de restauration de la continuité écologique. Deux opérations ont été prévues pour restaurer un bon état écologique de la rivière. (i) Un premier chantier a été mené à Gif-sur-Yvette, dans la partie aval de la Mérantaise. Des ouvrages en travers (vannes, seuils et déversoirs) ont été supprimés et une partie du cours de la Mérantaise a été reméandré dans un espace de liberté retrouvé. (ii) La deuxième opération de restauration de la continuité écologique prévue sur la Mérantaise se situe au niveau du moulin d'Ors, dans la partie médiane du linéaire. Il s'agit de la suppression d'un seuil implanté sur le chenal principal (anciennement la « morte rivière ») qui n'a pour le moment pas encore eu lieu.

Ces opérations de restauration écologique posent aujourd'hui question au regard de la définition et des acceptations de ce type d'actions par la DCE. En effet, comme nous l'avons déjà abordé dans l'introduction, l'objectif initial de la restauration écologique souhaité par les instances européennes est celui d'un « retour à un état naturel », soit « avant la mise en place des aménagements hydrauliques ». Or cette vision de l'état de référence est désormais largement remise en cause, en particulier par la communauté scientifique (Dufour et Piégay, 2009; Lespez et Germaine, 2016).

En effet, il a été prouvé et acquis que la rivière est devenu un milieu durablement artificialisé et exploité dans sa quasi-totalité. De ce constat, Cador et Lespez (2012) ont d'ailleurs proposé le néologisme d'« hydrau-systèmes » pour désigner les cours d'eau artificialisés, faisant ainsi référence à la « combinaison complexe d'usages hydrauliques et de logiques hydrologiques » qui les définissent. De la même manière, les siècles, voire les millénaires, d'exploitation des milieux aquatiques ont eu raison du caractère naturel des systèmes fluviaux (Fryirs et Brierley, 2001; Walter et Merritts, 2008, Lespez, 2013). Le caractère artificiel du lit des rivières de la vallée de l'Orge était déjà relevé par les ingénieurs chargés de l'enquête de 1885 (ADY-7S 15): *« leur lit, en général, n'est plus à l'état naturel. Il est formé par une série continue de biefs de 1500m de longueur moyennement chacun (bien qu'il y en ait de plus longs). La pente générale entre chaque usine se trouve ainsi complètement transformée, car, quel que soit le débit, l'eau est généralement tenue au niveau du déversoir de chaque usine »*. Or, les travaux de restauration de la continuité écologique (DCE) apparaissent comme une nouvelle génération d'aménagements hydrauliques. Leur réalisation modifie une nouvelle fois le paysage du fond de vallée et participent ainsi de la trajectoire évolutive de la rivière par les ajustements hydromorphologiques qu'ils induiront.

Aussi, l'atteinte potentielle de l'état de référence *ante* aménagements pose donc problème pour trois raisons principales :

- (i) La rivière a été modifiée dans son tracé et ses processus morphologiques depuis trop longtemps, ne permettant souvent pas aux gestionnaires en charge des opérations de restauration de réellement considérer l'état primaire de la rivière. La rivière « naturelle » n'existe plus depuis la mise en place des aménagements hydrauliques. De la même manière, comment retrouver un état *ante* aménagements lorsque ceux-ci ont modifié en profondeur les hydrosystèmes, aussi bien dans leur lit mineur (chenal contraint) que dans leur lit majeur. L'urbanisation en fond de vallée, dans la plaine d'inondation, empêche bien souvent de redonner aux écoulements leur espace de liberté. Ceux-ci restent alors contraints.
- (ii) D'autre part, le fonctionnement hydrosédimentaire actuel est en grande partie contrôlé par les conditions impliquées par le mode d'occupation du sol dans le bassin versant, en particulier

l'urbanisation récente. Il est dorénavant acquis que la compréhension du fonctionnement d'une rivière nécessite de connaître les pratiques et usages à l'échelle du bassin versant. Or, ces changements significatifs sont irréversibles. Il paraît donc illusoire de chercher à retrouver un état « naturel » originel car, outre les conditions morphologiques du chenal de la rivière à restaurer, le régime hydrologique actuel, et donc le débit, ne sont plus les mêmes. Il est certes possible d'intervenir sur la géométrie et le tracé de la rivière, mais il est *a priori* impossible de retrouver des conditions d'écoulement affranchis des contraintes exercées par les activités anthropiques présentes dans le bassin versant.

- (iii) Enfin, la restauration de la continuité écologique consiste en des travaux intervenant directement sur le lit et/ou la plaine alluviale des cours d'eau. Ainsi, de la même façon que la mise en place des aménagements hydrauliques a été l'occasion de modifications physiques du chenal, les opérations de restauration de la continuité écologique impliquent une nouvelle intervention sur la morphologie du chenal. Les engins de chantier (plus modernes, certes) sont à nouveau mobilisés pour redessiner un lit.

De la même manière que les termes de « renaturation » ou « écoulements naturels », utilisés dans les textes institutionnels (*Plan de restauration de la continuité écologique*, circulaire 2010) doivent être abandonnés, le « rêve » (Montgomery, 2008) ou le « mythe » (Dufour et Piégay, 2009) de « rivière naturelle » n'a pas tellement de sens au regard de la réalité des opérations de restauration écologique. Aussi, la prise en considération de la notion de **trajectoire** permet alors de proposer une autre approche des enjeux des opérations de restauration de la continuité écologique. Elle permet en effet de les envisager comme une nouvelle phase d'aménagement constitutive de la trajectoire évolutive de la rivière, répondant à un nouveau besoin sociétale vis-à-vis des milieux aquatiques ; celle d'une rivière durable, assurant une bonne qualité écologique.

5. Conclusion

Ainsi, nous avons identifié que la trajectoire de la Mérantaise était en réalité constituée de plusieurs passés, liés les uns aux autres. À ce titre, la **trajectoire** d'une rivière apparaît, en réalité, comme une entité complexe et propre à chaque hydrosystème, loin d'être linéaire ou cyclique. Le rôle des usages et des pratiques locales, passées et actuelles, est donc important. Il doit être pris en compte lors des projets de restauration écologique. Cette vision de la rivière rejoint celle de Dufour et Piégay (2009) développée dans leur article « *From the myth of a lost paradise to targeted river restoration : forget natural references and focus on human benefits* ». Dans ce contexte, les opérations de restauration de la continuité écologique font nécessairement référence au passé multiple de la rivière et s'inscrivent, en définitive, comme une nouvelle couche de ce palimpseste qu'est un hydrosystème fluvial. Plus qu'un retour à un état préservé antérieur aux grandes modifications de l'hydrosystème par l'Homme, la restauration de la continuité écologique est à considérer comme **une nouvelle étape de l'aménagement des rivières** répondant à des enjeux politiques et environnementaux actuels et dont les objectifs pourront évoluer par la suite avec les besoins et usages de l'eau par les sociétés. Cette réflexion s'inscrit dans la continuité de celle de T. Dutoit qui définit la restauration écologique comme « [une action qui consiste] à piloter un écosystème dégradé selon une des trajectoires dites de référence par rapport à des objectifs choisis en amont du projet dans des contextes scientifiques et socio-économiques du moment » (Dutoit, 2014 ; Lespez et Germaine, 2016). Précédemment, l'étude de Trimble (2009) à propos de la Coon Creek (Wisconsin, USA) est à l'origine du questionnement de L. Lespez et M.A. Germaine valorisé dans leur article *La rivière désaménagée ?*¹² (2016). Alors que ce dernier constatait que les différentes opérations conduites depuis quatre décennies sur son terrain d'étude n'étaient pas seulement un exemple de désaménagement de la rivière mais aussi un « nouveau projet de rivière aménagée pour d'autres raisons », Lespez et Germaine propose, entre autre, de

¹² Le titre complet de l'article est « *La rivière désaménagée ? Les paysages fluviaux et l'effacement des seuils et des barrages en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord* ».

« questionner les modèles de référence dans la création des nouvelles formes fluviales [conditionnées par des opérations de restauration] et de discuter du rôle des facteurs géographiques, scientifiques et socio-culturels qui président à leur élaboration ».

Enfin, l'objet d'étude choisi pour ce travail de recherche, la Mérantaise, a certes des caractéristiques qui lui sont propres, des spécificités territoriales particulières (notamment une urbanisation massive et rapide à partir des années 1970 : la Ville Nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines). Mais il illustre également de manière plus globale le contexte des petites rivières de tête de bassin à faible dynamique morphologique (ordre 1 à 4 ; puissance spécifique $<15\text{W/m}^2$) qui restent encore trop peu considérés par la communauté scientifique alors qu'ils sont pourtant essentiels dans le fonctionnement du cycle de l'eau et représentent près de 80% de la longueur totale du réseau hydrographique (Schumm, 1956 ; Meyer et Wallace, 2001 ; Benda et al, 2005 ; Le Bihan, 2009 ; Mathieu A., 2010 ; Lefebvre, 2015).

Références bibliographiques

ADAM P, DEBIAIS N, MALAVOI, J-R. 2007. Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, Agence de l'Eau Seine-Normandie, 61p.

ARNAUD F. 2012. Approches géomorphologiques historique et expérimentale pour la restauration de la dynamique sédimentaire d'un tronçon fluvial aménagé : le cas du Vieux Rhin entre Kembs et Breisach (France, Allemagne), Thèse de Doctorat, Université Lumière Lyon 2, 280 p.

ARNOLD C, BOISON P, PATTON P. 1982. Sawmill Brook: an example of rapid geomorphic change related to urbanization. *Journal of Geology*, 90, pp. 155-166.

ASSANI A, PETIT F. 2004. Impact of hydroelectric power releases on the morphology and sedimentology of the bed of the Warche River (Belgium). *Earth Surface Processes and Landforms* 29, pp. 133-143. DOI: 10.1002/esp.1004

BARRAUD R. 2007. Vers un « tiers-paysage »? Géographie paysagère des fonds de vallées sud-armoricaines. Héritage, évolution, adaptation, Thèse de Doctorat, Université de Nantes, 410 p.

BARRAUD R. 2017. Démanteler les seuils des moulins à eau en France : Géohistoire d'une controverse environnementale. Communication orale au Colloque *Life « Continuité écologique »*, du 31 mai au 2 juin 2017, Beaune

BARRAUD R, LESPEZ L, GERMAINE M-A, CADOR J-M. 2013. Moulins à eau et ouvrages hydrauliques, outils de reconstitution et d'interprétation des trajectoires paysagères des fonds de vallées. BALLUT C et FOURNIER P, *Au fil de l'eau. Ressources, risques et gestion du Néolithique à nos jours*. pp. 71-88.

BEAUCHAMP A, LESPEZ L, DELAHAYE D. 2017a. Impacts des aménagements hydrauliques sur les systèmes fluviaux bas-normands depuis 2000 ans, premiers résultats d'une approche géomorphologique et géoarchéologique dans la moyenne vallée de la Seulles. *Quaternaire* 28/2, pp. 253-258. DOI: 10.4000/quaternaire.8153

BEAUCHAMP A, LESPEZ L, ROLLET A-J, GERMAIN-VALLEE C, DELAHAYE D. 2017b. Les transformations anthropiques d'un cours d'eau de faible énergie et leurs conséquences, approche géomorphologique et géoarchéologique dans la moyenne vallée de la Seulles, Normandie. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 23/2, pp. 121-138. DOI: 10.4000/geomorphologie.11702

BENDA L, HASSAN MA, CHURCH M, MAY CL. 2005: Geomorphology of steepland headwaters: the transition from hillslopes to channels. *Journal of the American Water Resources Association*, 41; pp. 835-851

BOOTH DB, JACKSON CR. 1997. Urbanization of aquatic systems: degradation thresholds, stormwater detection and limits of mitigation. *Journal of the American Water Resources Association* 33, pp. 1077-1090. DOI: 10.1111/j.1752-1688.1997.tb04126.x

BRAVARD J.P., PETIT F. 2000. Les cours d'eau, dynamique du système fluvial, Armand Colin, Collection U, Paris, 222 p.

BROOKES A. 1988. Channelized rivers: perspectives for environmental management. John Wiley & Sons, Chichester, 326 p.

CADOR J-M, LESPEZ L. 2012. Les cours d'eau bas-normands aujourd'hui : Entre hydrosystèmes et systèmes hydrauliques. In LESPEZ L. (Dir), *Paysages et gestion de l'eau: sept millénaires d'histoire des vallées en Normandie*, pp. 235-272.

CAMPANA NA, TUCCI CEM. 2001. Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Diluvio basin, Porto Alegre, Brazil. *Urban Water* 3, pp. 113-124.

CORBIN A (dir.). 1995. L'avènement des loisirs 1850-1960, Paris, Aubier, 322 p.

DUFOUR S, PIÉGAY H. 2009. From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: Forget natural references and focus on human benefits. *River Research and Applications* 25, pp. 568-581. DOI: 10.1002/rra.1239

DUTOIT, T. 2014. Restauration écologique : quelles recherches mener pour agir non seulement pour, mais aussi par le vivant ? In Rey F, Gosselin F et Doré A. (Ed.), *Ingénierie écologique. Action par et/ou pour le vivant ?* Paris, Quae, pp. 83-98.

FRYIRS K, BRIERLEY GJ. 2001. Variability in sediment delivery and storage along river courses in Bega catchment, NSW, Australia: implications for geomorphic river recovery. *Geomorphology* 38, pp. 237-265. DOI: 10.1016/S0169-555X(00)00093-3

GERMAINE M-A, BARRAUD R. 2013a. Les rivières de l'ouest de la France sont-elles seulement des infrastructures naturelles ? Les modèles de gestion à l'épreuve de la directive-cadre sur l'eau. *Natures Sciences Sociétés* 21: 373-384. DOI: 10.1051/nss/2014003

GERMAINE M-A, BARRAUD R. 2013b. Restauration écologique et processus de patrimonialisation des rivières dans l'Ouest de la France. *Vertigo* 16, pp. 1-16. DOI: 10.4000/vertigo.13583

GRAF WL. 1977. Network characteristics in suburbanizing streams. *Water Resources Research*, 13, pp. 459-463.

GREGORY KJ, CHIN A. 2002. Urban stream channel hazards. *Area*, 34/3, pp. 312-321.

GUILLERME A, 1983, Les temps de l'eau : la cité, l'eau et les techniques, Seyssel, Champ Vallon, collection Milieux, 263 p.

HOLLIS GE. 1975. The effects of urbanization on floods of different recurrence intervals. *Water Resources Research*, 11/3, pp. 431-435.

JACOB-ROUSSEAU N, MÉTÉRY F, TSCHEILLER C, NAVRATIL O. 2016. La petite hydraulique agricole et industrielle, de l'histoire économique à l'évaluation quantitative des pressions sur les écoulements, XIXe-début XXe siècle. Bassins de l'Arroux, de la Grosne et de la Petite Grosne (Bourgogne, France). *BSGLg* 67, pp. 143-160.

LE CŒUR C, GAUTIER E. 2005. Les enjeux des friches hydrauliques : entretien, ré-affectation, dés-aménagements. Présentation d'un programme de recherche, In SERNA V et GALLICE A (coord.), *La rivière aménagée : entre héritages et modernité. Formes, techniques et mise en œuvre*, *Aestuarina* 7, pp. 495-508.

LE BIHAN M. 2009 : L'enterrement des cours d'eau en tête de bassin en Moselle (57), Rapport de stage, ONEMA/Université Paul Verlaine Metz, 49 p.

LEFEBVRE K. 2015. Diagnostic et quantification des flux nappe-rivière: modélisation hydrodynamique et géochimique du bassin versant de l'Yvette amont (France), Thèse de Doctorat, Université Paris-Saclay

LE FLOC'H, É., ARONSON, J. 1995. Écologie de la restauration : définition de quelques concepts de base, *Natures Sciences Sociétés*, hors-série «Recréer la nature », pp. 29-35.

LEOPOLD LB. 1968. Hydrology for urban land planning - a guidebook on the hydrologic effects of urban land use. U.S. *Geological Survey Circular* 554, 18 p.

LESPEZ L. 2012. Paysages et gestion de l'eau: sept millénaires d'histoire des vallées et des plaines littorales en Basse-Normandie. Presses universitaires de Caen, 335 p.

LESPEZ L. 2013. Les dynamiques environnementales des petits cours d'eau bas-normands depuis le Néolithique: Quelles leçons pour aujourd'hui dans le cadre de la DCE? Communication orale. SAGE VIRE

LESPEZ L, GARNIER E, CADOR J-M, ROCARD D. 2005. Les aménagements hydrauliques et la dynamique des paysages des petits cours d'eau depuis le XVIIIe siècle dans le nord-ouest de la France, l'exemple du bassin versant de la Seulles (Calvados). *Aestuarina* 7, pp. 89-109.

LESPEZ L, CADOR J-M, GERMAINE M-A. 2006. Gestion de l'eau et trajectoires des paysages des petites vallées, exemples normands. *Interactions Nature-Société*, analyses et modèles, pp. 1-6.

LESPEZ L, VIEL V, ROLLET AJ, DELAHAYE D. 2015. The anthropogenic nature of present-day low energy rivers in western France and implications for current restoration projects. *Geomorphology* 251, pp. 64-76. DOI: 10.1016/j.geomorph.2015.05.015

LESPEZ L, GERMAINE M. 2016. La rivière désaménagée ? Les paysages fluviaux et l'effacement des seuils et des barrages de l'Europe de l'ouest et de l'Amérique. *BCGLg* 67, pp. 223-254.

LIGONNIERE R. 1991. Autour des sources de l'Yvette, Société des Amis de Gif et d'Alentour (SAGA)

MALAVOI J-R. 2003. Stratégie d'intervention de l'Agence de l'Eau sur les seuils en rivières. Agence

de l'Eau Loire – Bretagne / AREA Eau – Environnement, 134 p.

MALAVOI J-R, ADAM P. 2015. La restauration hydromorphologique des cours d'eau : concepts et principes de mise en œuvre. *Ingénieries* 50, pp. 49-61.

MATHIEU A. 2010. Quels pré-requis pour la restauration des cours d'eau enterrés en tête de bassin? Mémoire de stage M2, Gestion des Habitats et des Bassins Versants, Université de Rennes

MELUN G. 2012. Évaluation des impacts hydromorphologiques du rétablissement de la continuité hydro-sédimentaire et écologique sur l'Yerres aval, Thèse de Doctorat, Université Paris 7 Diderot, 335 p.

MEYER JL, WALLACE JB. 2001. Lost Linkages and Lotic Ecology : Rediscovering Small Streams. *Ecology: Achievement and Challenge* , pp. 295-317

MORANDI B. 2014. La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action. Eléments de recherche applicables. Thèse de Doctorat en Géographie. Ecole Normale supérieure de Lyon - ENS LYON, 429 p.

MORANDI B, PIEGAY H. 2011. Les restaurations de rivières sur Internet : premier bilan. *Natures Sciences Sociétés* 19, pp. 224-235. DOI: 10.1051/nss/2011145

NELLER RJ. 1988. A comparison of channel erosion in small urban and rural catchments, Armidale, New South Wales. *Earth Surface Processes and Landforms*, 13, pp. 1-7.

PETIT F, DAXHELET C. 1989. Détermination du débit à pleins bords et de sa récurrence dans différentes rivières de moyenne et haute Belgique. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 25, pp. 69-84.

RIVALS C. 2000. Le Moulin et le meunier. Mille ans de meunerie en France et en Europe, Portet-sur-Garonne, Empreintes Editions, 2 tomes, 239 et 233 p.

SCHICK AP, GRODEK T, WOLMAN MG. 1999. Hydrological processes and geomorphic constraints on urbanization of alluvial fan slopes. *Geomorphology*, 31, pp. 325-335.

SCHUMM S.A. 1956. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Bulletin of the Geological Society of America*, 67, pp. 597-646

VIEL V. 2012. Analyse spatiale et temporelle des transferts sédimentaires dans les hydrosystèmes normands, Thèse de Doctorat, Université de Caen Basse-Normandie, 367 p.

WALTER RC, MERRITTS DJ. 2008. Natural Streams and the Legacy of Water-Powered Mills. *Science* 319, pp. 299-304. DOI: 10.1126/science.1151716

WASSON J-G, MALAVOI J-R, MARIDET L, SOUCHON Y, PAULIN L. 1998. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Cemagref eds, Coll. « Etudes », Gestion des milieux aquatiques, 14, 158 p.

WHITLOW JR, GREGORY KJ. 1989. Changes in urban stream channels in Zimbabwe. *Regulated Rivers: Research and Management*, 4, pp. 27-42.

WONG TSW, LI Y. 1998. Assessment of changes in overland time of concentration for two opposing urbanization sequences. *Hydrological Sciences Journal*, 43/1, pp. 115-130.