

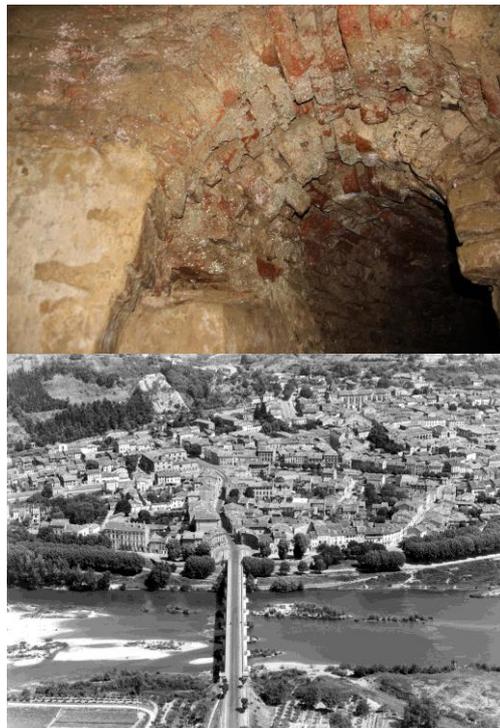
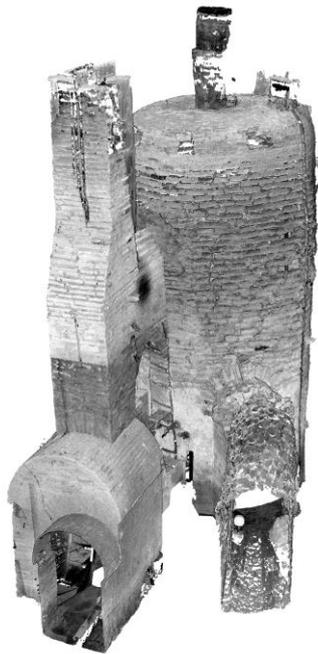
Université Toulouse 2-Jean Jaurès

MASTER 1 ÉTUDES MÉDIÉVALES

Angélique Van de Luitgaarden

**VIVRE AVEC L'EAU À MOISSAC : LES
AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES AU MOYEN ÂGE
ET À L'ÉPOQUE MODERNE**

VOLUME I : TEXTE



Directeur de Recherche

Bastien Lefebvre, enseignant-chercheur (TRACES – UMR 5608)

Juin 2019

Université Toulouse Jean Jaurès

MASTER ÉTUDES MÉDIÉVALES

Discipline

Histoire / Histoire de l'Art / Archéologie

**Vivre avec l'eau à Moissac : les
aménagements hydrauliques au Moyen
Age et à l'époque moderne**

Angélique Van de Luitgaarden

Présentée et soutenue publiquement

Le 4 juillet 2019

Directeur de Recherche

Bastien Lefebvre, maître de conférence (UMR 5608 – TRACES)

JURY

Bastien Lefebvre, maître de conférence en histoire de l'art et archéologie du Moyen Âge
(UMR 5608 – TRACES)

Florent Hautefeuille, maître de conférence en histoire de l'art et archéologie du Moyen Âge
(UMR 5608 – TRACES)

Laetitia Borau, chargée de recherche au CNRS (UMR 5607 – Ausonius)

Crédits couverture (gauche à droite) :

Puits Saint-Michel, relevé 3D, F. Baleux, B. Lefebvre et A. Van de Luitgaarden

Voûte d'un tronçon d'aqueduc, ©Angélique Van de Luitgaarden

Vue aérienne de Moissac, Images du patrimoine, ©Roger Henrard

Remerciements

Ce mémoire, fruit d'une longue année de travail, n'aurait pas été possible sans l'aide précieuse de certaines personnes que je souhaite remercier ici.

Tout d'abord, un grand merci à Bastien Lefebvre, maître de conférence en archéologie et en histoire de l'art à l'Université Toulouse Jean Jaurès, qui, en tant que directeur, m'a guidé pendant cette année. Merci à lui de m'avoir également aidé sur le terrain face aux difficultés que j'ai rencontrées, pour sa disponibilité et ses conseils.

Je remercie également François Baleux, géomaticien ingénieur en traitement, analyse et représentation de l'information spatiale à TRACES (UMR 5608) pour m'avoir accompagnée sur le terrain et avoir traité les données 3D brutes. Merci également à Antoine Laurent, ingénieur d'études contractuel à TRACES (UMR 5608) pour m'avoir initiée à CloudCompare et aux mystères de la 3D en archéologie. Vos conseils à tous les deux m'ont été précieux.

Un grand merci aussi à Laetitia Borau, chargée de recherche au CNRS (Ausonius – UMR 5607) de m'avoir fourni une documentation précieuse et de m'avoir permis de venir à Baelo. Ce séjour m'a beaucoup appris sur l'hydraulique, tes conseils ont été très enrichissant et, malgré tout, encourageants.

Merci également à Emmanuel Chapron, professeur des universités à l'Université Toulouse Jean Jaurès (GEODE – UMR 5602) de m'avoir conseillée sur mes analyses en sédimentologie et géomorphologie fluviale.

Que soient remerciés Estelle Fayolle-Bouillon, Philippe Carriol et Loïc Lepreux, ainsi que l'ensemble de l'équipe du Centre d'Art roman de Moissac, qui m'ont toujours accueilli chaleureusement et m'ont guidé au travers des archives.

Merci aussi à Gilles Barrachin et Chantal Fraïsse de m'avoir souvent orienté dans les sources textuelles foisonnantes, pour leurs travaux antérieurs et leur

gentillesse toujours au rendez-vous. Si je ne me suis pas noyée dans mon sujet, c'est aussi grâce à vous.

Merci encore à Gilles et à l'association des Fontaines et Aqueducs historiques de Moissac, qui m'ont permis l'accès aux structures, m'ont accompagnée dans mes visites et m'ont conseillée. Sans votre investissement enthousiaste, il n'aurait pas été possible de réaliser tout cela.

Que soient remerciés Guy Ena, du service Urbanisme de la mairie de Moissac, pour ses relevés et ses photographies, ainsi que Simon Maurel, que j'ai dérangé à plusieurs reprises. Merci aussi aux topographes de Sogexfo pour m'avoir aidé avec les bornes topographiques.

Gilbert, un grand merci de m'avoir aidé pour les observations et d'avoir supporté deux jours sous terre en ma compagnie. Je n'aurai pas pu mesurer tout cela sans toi.

Merci Éric et Florian de m'avoir accompagnée sur le terrain malgré des journées difficiles et d'avoir essayé de vous dépatouiller avec le tachéomètre. Joris merci à toi aussi de m'avoir rassurée et conseillée, et d'être venu posé pour mes photos dans les puits.

Je remercie aussi Guilhem pour m'avoir conseillé pour que la photogrammétrie fonctionne, en vain. Et merci à tous les collègues qui ont su me faire sortir lorsqu'ils ont senti que j'en avais besoin, Kévin, Caro, Clément, Lison, Dea, Camille, et j'en oublie. Merci à Florian, James, Noé, Alice, Nicolas et Pascal pour cette année, pour l'entraide et pour les encouragements mutuels. Je remercie également toute l'équipe de l'APAREA qui m'a toujours soutenue et encouragée, je n'aurai pas pu y arriver sans votre bonne humeur.

Merci à ma famille qui me soutient quoi qu'il arrive et qui a le don de me faire des surprises quand je travaille. Et un grand merci à mes merveilleux colocataires d'avoir supporté les intenses semaines de la fin.

Sommaire

INTRODUCTION	11
GENÈSE DU SUJET	13
APARTÉ SÉMANTIQUE	15
PROBLÉMATIQUES ET AXES D'ANALYSES	16
1. ÉTUDIER L'EAU DANS LA VILLE	19
1.1. CONTEXTUALISATION ENVIRONNEMENTALE	21
1.1.1. Quelques définitions générales	22
1.1.2. Historique et historiographie.....	24
1.1.3. Principes généraux	29
1.1.4. Évaluation de l'influence anthropique sur les rivières : une nouvelle approche	33
1.2. CONTEXTUALISATION URBAINE	34
1.2.1. Définir la ville et son étude	34
1.2.2. L'hydraulique urbaine.....	38
1.3. L'ÉTUDE DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES	41
1.3.1. Méthodologies et problématiques	43
1.3.2. Principes d'hydraulique	45
1.3.3. Éléments d'historiographie	54
2. MOISSAC ET SON CONTEXTE.....	63
2.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTAL.....	65
2.1.1. La commune de Moissac.....	65
2.1.2. Climat actuel du Tarn-et-Garonne	67
2.1.3. Le bassin versant du Tarn	68
2.1.4. Géologie et géohydrologie de Moissac	75
2.1.5. L'influence anthropique sur le milieu naturel.....	80
2.2. CONTEXTE HISTORIQUE	86
2.3. LE PAYSAGE HYDRAULIQUE MOISSAGAIS.....	92
2.3.1. Les structures de surface	93
2.3.2. Les structures souterraines	97
2.3.3. Synthèse analytique.....	103

3. ÉTUDE DE CAS : LE COMPLEXE SAINT-MICHEL.....	109
3.1. PRÉSENTATION.....	111
3.1.1. Localisation.....	111
3.1.2. Pourquoi le complexe Saint-Michel ?.....	112
3.1.3. Historiographie	113
3.1.4. Les objectifs de l'étude de cas	115
3.2. MÉTHODOLOGIE	115
3.2.1. Planimétrie et géoréférencement	116
3.2.2. Datation.....	118
3.3. RÉSULTATS.....	119
3.3.1. Analyse de la construction	119
3.3.2. Fonctionnement hydraulique	133
3.4. PERSPECTIVES FUTURES D'ANALYSE.....	134
CONCLUSION.....	137
SOURCES ET BIBLIOGRAPHIE	141
SOURCES.....	143
BIBLIOGRAPHIE	145
WEBOGRAPHIE.....	153
LEXIQUE DES TERMES	155

Liste des abréviations

AD : *Anno Domini*

AmM : Archives municipales de Moissac

BC : Before Christ

BnF : Bibliothèque nationale de France

BP : Before Present

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CNFSH : Comité National Français des Sciences Hydrologiques

CNRAS : Centre National de Recherches Archéologiques Subaquatiques

DCE : Directive-Cadre sur l'Eau

DRASM : Direction des Recherches Archéologiques Sous-Marines

DRASSM : Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines

EA : Entité archéologique

EDF : Électricité de France

HDR : Habilitation à Diriger les Recherches

LIDAR : Light Detection and Ranging

MNT : Modèle numérique de Terrain

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

PCR : Programme Commun de Recherche

TCA : Terre Cuite Architecturale

US : Unité Stratigraphique

*les mots suivis d'un astérisque sont développés dans le lexique à la fin de ce volume.

INTRODUCTION

« *L'eau est conçue par les chercheurs comme une composante spatiale au même titre que le relief et se trouve ainsi reléguée dans la présentation du contexte géographique du site et non comme un élément de la fabrique urbaine* » (Rivals, 2015a, p. 6). Les mots de Cécile Rivals ont un écho que toute personne s'intéressant à l'eau au sein de l'agglomération, qu'elle soit médiévale ou non, ressentira comme un lieu commun. L'évidence de la nécessité de l'eau, qui nous paraît si naturelle que l'on tend à l'oublier, s'avère en effet rarement aussi évidente dans la recherche sur la ville.

Il s'agit d'une vaste question, souvent abordée dans de grands ouvrages généraux ou plus ponctuellement dans les monographies, dans un effort de contextualisation environnementale. L'hydraulique reste néanmoins assez peu envisagée comme une composante urbaine, au même titre que la voirie ou le parcellaire, et n'est presque pas étudiée pour elle-même. L'adduction d'une agglomération en eau, pour ne citer que ce type hydraulique, est pourtant une problématique urbaine fondamentale.

Ce travail de master ne prétend pas réviser tout ce qu'il a pu être fait jusqu'à aujourd'hui mais plutôt aborder, au travers de l'exemple de Moissac, une démarche envisageant l'hydraulique comme un élément de la fabrique urbaine. Pour ce faire, seront exploitées une diversité de sources et d'approches, mêlant problématiques environnementales, urbaines et hydrauliques.

GENÈSE DU SUJET

Le choix de Moissac comme laboratoire d'étude des structures hydrauliques n'est pas anodin. Il s'est fondé sur trois éléments principaux : le renouvellement bibliographique dont l'agglomération fait l'objet, la présence d'aménagements en élévation et la participation à l'étude de la gestion d'une zone humide.

Premièrement, il faut savoir que la ville de Moissac est l'une de celle qui ont depuis longtemps intéressé les érudits, puisque déjà en 1870, Adrien de Lagrèze-Fossat fait une vaste étude sur la ville, son organisation, sa topographie, depuis le Moyen Âge jusqu'au XIXe (Lagrèze-Fossat, 1870 ; 1872 ; 1874). L'abbaye Saint-Pierre-de-

Moissac a cependant longtemps polarisé l'intérêt des chercheurs, notamment en histoire et en histoire de l'art. Son cloître roman, plus ancien cloître historié au monde, date du XII^e siècle et a, du fait de son statut d'exception, été au centre de plusieurs analyses. L'abbaye revêt également un rôle important dans la religion chrétienne actuelle puisqu'elle est une étape du chemin de Saint-Jacques-de-Compostelle. Cet intérêt, qui a permis de mettre Moissac en valeur, s'est souvent manifesté au détriment de l'étude de la ville en elle-même.

Depuis la fin du XX^e siècle, de nouvelles études se sont intéressées à la vie de l'agglomération sur le plan des infrastructures (Ricalens, 1995) et à l'analyse des compositions terriennes (Fayolle-Bouillon, 2010). Ces travaux, abordant le parcellaire, le tissu urbain et l'organisation de l'activité et des infrastructures laïques ont ouvert la voie à de nouvelles pistes de réflexion sur le développement et le fonctionnement de la ville au Moyen Âge. La thèse d'HDR* de Nelly Pousthomis, bien que traitant d'un corpus du Midi Toulousain, et pas seulement de Moissac, revient sur la morphogenèse des bourgs monastiques, dont l'agglomération moissagaise fait partie (Pousthomis, 2002). Elle se propose entre autre d'amorcer une analyse de l'organisation abbaye/ville. Le travail de master de Julien Sédilleau a de son côté autorisé l'identification et la compréhension de transformations urbaines (Sédilleau, 2013) et celui, plus récent, de Joris Moron, a entamé l'étude de la construction à pan de bois et son rôle potentiel dans le lotissement (Moron, 2018).

La multiplication des opérations archéologiques, tant programmées que préventives, depuis la fin du XX^e siècle, a ouvert la voie à un renouvellement des analyses et pistes de recherches. À nouveau, l'abbaye Saint-Pierre, ou plutôt son enclos abbatial, a fait l'objet de nombreuses études archéologiques (Ugaglia, 1985 ; Broecker, 1986 ; Cazes, 2010 ; Clamens, 2013 ; Georges, 2015). L'église Saint-Martin, construite sur un ancien balnéaire antique, a également été fouillée à plusieurs reprises, d'abord par Armand Viré et Jules Momméja, puis Patricia Guillet-Beaudrix et enfin, plus récemment par Bastien Lefebvre et Nelly Pousthomis (Lefebvre et al., 2013). Toutefois, la ville de Moissac se trouve, elle aussi, au cœur des nouvelles préoccupations archéologiques. Les fouilles au 18, rue de la République, celles sur le parking de la mairie, rue des Mazels et rue Tourneuve, ainsi que les études

géomorphologiques conduites sur tout le centre historique (Georges, 2012 ; Lefebvre, 2018 ; 2019 ; Leigh et al., 2018) sont les témoins d'un intérêt nouveau. Ces fenêtres archéologiques ont permis une analyse de l'implantation et de la formation de la ville autour de l'abbaye.

C'est dans ce désir d'un renouvellement des études des infrastructures que vient s'inscrire mon travail sur les structures hydrauliques de la ville. Ces aménagements demeurent assez mal connus malgré leur importance manifeste et le présent mémoire se propose de commencer à les renseigner.

Deuxièmement, la conservation d'une partie des vestiges présents à Moissac en permet la visite de manière relativement simple. Au moins trois aqueducs sont encore en élévation, les moulins également, et l'agglomération est assez bien documentée pour autoriser une étude pertinente. Bien que d'évidentes lacunes soient apparues au cours de ce travail, les conditions de départ étaient plutôt propices au déroulé de ces travaux.

Troisièmement, cette analyse des structures hydrauliques s'inscrit aussi dans une volonté d'étudier la gestion d'une zone à la fois urbaine et humide. Étant donné l'installation de Moissac sur un ancien marais distal, il a été établi comme postulat de départ que ces conditions particulièrement humides ont pu influencer certaines modalités d'implantation des structures hydrauliques. Il adviendra de déterminer si cela a en effet eu une incidence ou non. Il serait également intéressant d'observer si des aménagements ont été mis en place dans l'objectif de drainer le surplus d'humidité ou de prévenir les crues.

L'exemple de Moissac offre donc un cadre de travail relativement privilégié, dans lequel ce projet de recherche vient à la fois compléter la compréhension de l'organisation urbaine et poser de nouvelles questions.

APARTÉ SÉMANTIQUE

Avant de poursuivre, il me semble important de préciser ce que j'entends par *aménagements hydrauliques*, car il n'existe pas pour les périodes historiques de

définition réelle. Cette expression désigne une grande partie du temps les réseaux d'adduction et d'évacuation d'eau, une définition qui me paraît, à titre personnel, trop réductrice. Le Larousse définissant l'*hydraulique* comme la branche de la mécanique des fluides qui se rapporte aux liquides ou comme ce qui se rapporte plus généralement à l'eau, il apparaît comme important d'inclure toute structure relative à l'eau et à son approche. Aussi cela comprend-t-il les ponts, moulins, de même que les réseaux d'adduction et d'évacuation, les structures de stockage, ou encore les ouvrages de captages. Ceux que je considère comme aménagements hydrauliques sont donc l'ensemble des constructions attrayant à la gestion des ressources en eau ou de l'environnement aqueux et se distinguant au sein de la fabrique urbaine par des structures adaptées.

PROBLÉMATIQUES ET AXES D'ANALYSES

Le sujet d'origine de ce travail, à savoir *Vivre avec l'eau à Moissac : les aménagements hydrauliques au Moyen Âge et à l'époque moderne* est particulièrement vaste. Ceci vient du fait qu'il était, au début de cette recherche, difficile de restreindre plus le cadre chronologique ou typologique puisque l'on n'évaluait que vaguement ce qu'il était possible d'étudier à Moissac et dans quelle mesure. Une importante partie du travail ici présenté a donc été un tri de la documentation sur les aménagements hydrauliques à Moissac afin de permettre la caractérisation, pour le moment grossière, des structures de l'agglomération. Il est dès lors apparu qu'il était nécessaire de travailler à plusieurs échelles afin d'avoir une compréhension réellement fine des réseaux. Ma problématique a par conséquent évoluée et est devenue plurielle.

La problématique première de ce travail était de chercher à comprendre les réseaux d'aménagements hydrauliques dans la fabrique urbaine moissagaise, leur évolution et leur gestion. Cet objectif, en tant que tel, n'a pas pu être atteint, évidemment trop large pour une première année de master, mais demeure le fil conducteur de mon étude.

Toujours, en effet, dans ce souci de compréhension des réseaux à l'échelle de la ville, ma seconde problématique s'est formée autour du fait d'établir une méthode

d'étude d'un complexe d'adduction d'eau, au vu des difficultés rencontrées, inhérentes à la ville. Le but est de proposer une approche des structures hydrauliques adaptée au cas de Moissac, de systématiser leur traitement, d'approfondir les contextualisations environnementales afin de les intégrer à l'analyse et *in fine*, de revenir sur une étude plus globale des réseaux hydrauliques dans la ville.

Afin d'introduire correctement le cas de Moissac, je me suis d'abord longuement attardée sur la contextualisation, tant environnemental qu'urbaine ou hydraulique, car elle permet, à mon sens, de replacer Moissac dans la recherche et dans sa région. Il me paraît également primordial de comprendre ces notions plus générales avant d'aborder l'agglomération moissagaise. Celle-ci fait donc l'objet d'une importante partie, visant à replacer la ville dans son contexte et à avoir une première vision d'ensemble des structures. Plus précisément, le cas du complexe Saint-Michel permet de poser le cadre d'étude des aménagements hydrauliques et d'explorer les possibilités matérielles en terme d'analyse.

Ce mémoire approche donc les jalons d'un champ beaucoup plus vaste et, j'insisterai dessus, est un travail en cours qui sera approfondi et complété pendant le master 2.

1.ÉTUDIER L'EAU DANS LA VILLE

1.1.CONTEXTUALISATION ENVIRONNEMENTALE

L'étude d'un élément naturel tel qu'ici, l'eau, quand bien même dans le contexte d'une utilisation et d'une pratique humaine, ne peut-être complète sans l'analyse du contexte naturel. Il serait dommage, si ce n'est futile, de prétendre étudier des aménagements hydrauliques sans connaître en parallèle les composantes environnementales qui rentrent nécessairement en compte dans la mise en place de pareilles structures. Si la ville et les constructions hydrauliques n'existent pas en soi¹ et sont tributaires des choix opérés par les acteurs du développement urbain, ce n'est pas le cas de l'eau. L'eau possède une existence structurelle en dehors de son appropriation anthropique et la compréhension de cette organisation ainsi que de ses interactions naturelles permet d'appréhender les choix et les contraintes auxquelles ont dû faire face les populations anciennes. Leur analyse, couplée à celle des constructions hydrauliques, souligne la finesse de la connaissance géologique, hydrogéologique et météorologique que possédaient les populations anciennes. Les inter-influences milieu/Homme sont encore peu prises en considération dans la recherche, qu'elle soit rurale ou urbaine, alors qu'elle impacte fondamentalement les modalités d'implantation des populations. Les problématiques de nécessité et les enjeux économique-sociaux rentrent en compte dans les prises de décision, de même que des considérations spirituelles, à savoir l'implantation monastique dans une zone humide déserte et dévaluée, dans le cas de Moissac.

L'émergence et le développement toujours croissant des disciplines paléoenvironnementales ont permis depuis quelques années un approfondissement des recherches hydrauliques, rurale dans un premier temps – avec le cas des monastères cisterciens (Pressouyre, Benoit, 1996 ; Rivals, 2015b). Si les recherches urbaines restent toujours en retrait en matière d'étude environnementales, les pratiques se généralisent doucement, depuis une trentaine d'années et on peut souhaiter voir à l'avenir se multiplier ces approches pluridisciplinaires. Pour ne citer que celles en

¹ Voir « Définir la ville et son étude », p.34.

rapport avec mon sujet, l'hydrogéologie et la géomorphologie fluviale permettent aujourd'hui d'approcher, par l'environnement, les problématiques d'interactions milieu/Homme et l'impact progressif de l'anthropisation sur les sols, les rivières de même que leurs rapports dans le contexte naturel.

1.1.1. QUELQUES DÉFINITIONS GÉNÉRALES

Les définitions de certains termes fluctuent plus ou moins d'un organisme à un autre et d'une langue à une autre, c'est pourquoi il est important de prendre le temps de démêler ici la terminologie relative à la géomorphologie fluviale, l'hydromorphologie, l'hydrogéomorphologie, la potamologie et l'hydrogéologie. Le sens qu'on leur attache est signifiant à la fois d'une histoire croisée de ces disciplines, d'une complexité de la définition linguistique, qui est caractéristique de la recherche universitaire, et des anglicismes qui occupent une place importante dans le langage scientifique.

Les définitions qui suivent sont tirées de l'ouvrage édité par l'ONEMA en 2010, *Éléments d'hydromorphologie fluviale* (Malavoi, Bravard, 2010) :

L'**hydromorphologie** et la **géomorphologie fluviale** : ces deux termes désignent une même discipline qui se concentre sur l'étude des dynamiques fluviales, c'est-à-dire « *le fonctionnement des cours d'eau* » (Malavoi, Bravard, 2010, p. 8), et de la morphologie fluviale. C'est une dérivation importante de la **géomorphologie**, qui analyse, elle, les changements morphologiques des structures géologiques. La désignation d'hydromorphologie fluviale est très récente, introduite par la DCE, et se distingue légèrement par la prise en compte des aspects écologiques et hydrologiques dans son étude. On lui préfère cependant le terme de géomorphologie fluviale, qui correspond à la définition anglo-saxonne de "fluvial geomorphology", ce qui n'est guère étonnant au vu de la prédominance des anglo-saxons dans la discipline.

À noter que la géomorphologie, en tant que discipline-mère, comprend trois branches distinctes (Masson et al., 1996) :

- La ***géomorphologie structurale*** qui s’intéresse aux structures du relief géologique, à leur formation et à leur caractérisation.
- La ***géomorphologie dynamique*** qui se concentre sur les formations morphogéniques* récentes et propose des focus à beaucoup plus petite échelle chronologique que la géomorphologie structurale – de quelques minutes à quelques années.
- La ***géomorphologie climatique*** qui fait le lien entre l’une et l’autre, analysant les formations disparues et les replaçant dans un processus morphogénique.

Je tiens à souligner que si cette distinction demeure essentielle pour la compréhension des processus de réflexion en géomorphologie, je ne ferai pas moi-même de séparation. Mon intérêt se porte plus naturellement sur les géomorphologies dynamique et climatique puisqu’elles permettent d’aborder les champs chronologiques qui sont concernés par mon sujet. La géomorphologie structurale n’est pas pour autant à laisser entièrement de côté, car elle autorise une contextualisation du bassin versant qui est fondamentale. Je parlerai donc tout simplement de *géomorphologie* et de *géomorphologie fluviale* afin d’éviter toute confusion.

L’***hydrogéomorphologie*** désigne une technique bien spécifique utilisée afin de caractériser les zones inondables en fonction des « *caractéristiques topographiques et géomorphologiques du fond de vallée* » (Malavoi, Bravard, 2010, p. 8). Elle est introduite par un ouvrage de 1996 dans lequel Masson redéfinit l’utilisation du terme (Masson et al., 1996). Il est aujourd’hui utilisé de manière très restrictive en France, le limitant à la terminologie de Masson. Je ne l’aborderai pas ici puisque je ne m’intéresse pas à la discrimination des zones inondables modernes mais à l’évolution morphologique et dynamique des fleuves, sur le temps long, en relation avec les occupations anthropiques. Remarquons que plus est que Moissac se trouve dans une zone inondable large, préalablement caractérisée, rendant d’autant plus superflu le recours à l’hydrogéomorphologie telle que nous l’entendons aujourd’hui en France.

La ***potamologie*** est une des sciences préliminaires de l’hydrologie, fondée par Maurice Pardé au début du XX^e siècle. Elle n’inclut aucune notion approfondie de géomorphologie et se concentre majoritairement sur les aspects d’inondations et de

crues. Le terme est aujourd'hui tombé en désuétude mais a pourtant quelques fois été entendu dans le sens de géomorphologie fluviale. Bien qu'intéressante pour ces implications historiques, je laisserai pour ma part cette dénomination de côté.

Il est nécessaire de détacher l'hydrogéologie des disciplines que nous venons de définir, et nous référer à la description proposée par Gilli dans son manuel d'hydrogéologie (Gilli et al., 2008) :

L'hydrogéologie peut se résumer simplement comme l'étude des eaux souterraines. Plus précisément, sa définition se complexifie car elle se place à la croisée, entre autres, de l'hydrologie dite de surface et de la géologie, et que les limites du champ d'analyse sont difficiles à cerner. Aussi l'hydrogéologie est-elle à considérer comme la discipline étudiant les eaux souterraines, sous différentes formes – solide dans le permafrost ou libre dans les aquifères – et leurs interactions internes, de même qu'avec la surface et les formations géologiques dans lesquelles elles circulent.

La géomorphologie fluviale et l'hydrogéologie sont deux disciplines complémentaires qui me permettent d'aborder largement et précisément le cadre environnemental dans lequel se développent les villes de bord de rivière au Moyen Âge. Ces notions sont malheureusement encore peu abordées dans les études archéologiques des rives ou de sites où l'on voit des remontées fréquentes de la nappe. Elles me semblent pourtant primordiales si l'on veut pouvoir analyser pertinemment la relation et l'utilisation que les populations du Moyen Âge et de l'époque moderne – voire toutes périodes confondues – ont eu avec l'eau, son approvisionnement et son évacuation. Cette dualité eau souterraine/eau vive est courante et se retrouve d'ailleurs de manière très marquée dans l'exemple de Moissac.

1.1.2. HISTORIQUE ET HISTORIOGRAPHIE

Je ne prétends pas ici faire de présentation exhaustive des sciences hydrauliques et paléoenvironnementales qui rentrent en ligne de compte dans l'étude des rivières. Ces sciences ayant leur existence et leur complexité propre, indépendamment de leur application en archéologie, je n'ai guère pu ni m'intéresser,

ni simplement être à même de comprendre la majeure partie de la documentation. Je n’en ferai donc qu’un cours historique, afin de souligner les auteurs et les approches qui m’ont semblé les plus pertinents au travers du spectre de l’archéologie hydraulique urbaine.

1.1.2.1. L’approche paléoenvironnementale en archéologie

Le terme de *science paléoenvironnementale* sous-entend souvent une appropriation des sciences biologiques végétales comme le montre Aline Durand dans le chapitre qu’elle y consacre dans *30 ans d’archéologie médiévale* (Chapelot, 2010). Si l’historique rapide qu’elle propose se concentre sur la branche terrestre des disciplines paléoenvironnementales, il permet un panorama critique et complet quant à l’introduction de celles-ci dans l’archéologie médiévale.

C’est à la fin des années 1970 que l’on voit un intérêt progressif pour l’environnement ancien et l’impact de l’Homme sur celui-ci. La transition néolithique d’un système de subsistance nomade/cueilleur à un modèle sédentaire/éleveur est le biais par lequel les préhistoriens se sont en premier intéressés à ces sciences longtemps considérées par les médiévistes comme « *connexes* » (Durand, 2010, p. 26). Il faut attendre la fin des années 1980 pour voir une admission des problématiques paléoenvironnementales dans les stratégies de fouilles médiévales. Une avancée d’autant plus tardive qu’elle s’est premièrement traduite par une caractérisation de l’influence anthropique sur le paysage en tant que déterminisme destructeur. Pour reprendre les mots d’Aline Durand :

« [...] les premières investigations bioarchéologiques, médiévales, reposent sur une vision naïve de la nature, uniquement conçue comme un milieu naturel. »
(Durand, 2010, p. 28)

Cette vision binaire Homme/nature, considérée comme une opposition fondamentale n’ayant d’autre interaction qu’un assujettissement mutuel, a persisté jusqu’aux années 1990 et au développement d’une réelle bioarchéologie qui se recentre sur une analyse biologique et diachronique. Ces nouveaux travaux ont permis, en archéologie médiévale, de se détacher de la vision standardisée et illusoire des paysages anciens véhiculée par les sources pour tendre vers une complexification de

la caractérisation de ceux-ci. C'est cette appropriation nouvelle et pertinente des outils paléoenvironnementaux qui a, par la suite, légitimé une approche plus élaborée des relations société/environnement. Il est dès lors apparu que l'analyse paléoenvironnementale est « *une condition sine qua non pour comprendre l'étude d'une société historique* » (Durand, 2010, p. 32).

Aline Durand omet de mentionner l'approche environnementale dans le cas des sites urbains, qui est plus récente encore. Elle est complexe, du fait de l'omniprésence humaine sur le long terme, induisant des processus taphonomiques de grande importance. Elle demeure encore marginale, si l'on excepte le recours à la dendrochronologie. Les études palynologiques sont, pour des raisons pratiques, complexes à mener à bien en ville, et les appels à des micromorphologues en archéologie, encore trop peu systématiques. Comme je l'ai souligné, Durand ne fait pas non plus cas des analyses des cours d'eaux anciens, que ce soit pour les zones rurales ou urbaines. Or celles-ci sont non seulement de plus en plus courantes mais bénéficient notamment des apports de la palynologie, de la xylologie et de la géologie.

1.1.2.2. La géomorphologie fluviale

C'est un domaine relativement récent qui s'est affirmé en tant que discipline à part entière dans les années 1950 (Malavoi, Bravard, 2010). Ellen Wohl fait cependant remonter ses premières formes au XIXe siècle avec les constatations de la capacité des fleuves à creuser leur propre lit par James Hutton et John Playfair (Wohl, 2014, p. 264). Le début du XXe siècle voit le développement et l'affinement de ces études avec les travaux et premières expérimentations sur les déplacements sédimentaires de Grove K. Gilbert (Gilbert, Murphy, 1914) et les analyses de William M. Davis sur, entre autres, la morphologie des méandres dans les fonds de vallées (Davis, 1913). Mais c'est réellement dans l'après-guerre que la géomorphologie fluviale voit émerger les personnages qui ont véritablement fondé la discipline telle qu'on la connaît aujourd'hui, à savoir Luna B. Leopold et Maddock, qui sont les premiers à parler de "hydraulic geometry" (Leopold, Maddock Jr., 1953). Cette période florissante des années 1950-1960 voit, aux États-Unis plus particulièrement,

l'émergence et la prolifération de nouvelles théories et études pratiques en géomorphologie (Figure 1).

En France, c'est Jean Tricard qui s'intéresse le premier aux questions de géomorphologie fluviale, notamment à la suite des crues de 1956 et 1957 dans le sud-ouest de la France. C'est lui qui met en place les caractéristiques des cartes géomorphologiques, qui viendront dès 1958 compléter les cartes géologiques (Mainguet, 2003 ; Malavoi, Bravard, 2010).

Depuis les années 1980-1990, on voit apparaître une nouvelle application de la géomorphologie fluviale à l'archéologie et au paléoenvironnement, dans l'objectif d'affiner la connaissance des contextes d'implantation et de développement des sociétés anciennes. Les équipes de recherches se sont particulièrement intéressées à la relation de l'anthropisation et des déplacements anormaux de sédiments sur le lit majeur ainsi qu'à la reconstitution de l'histoire des paléochenaux (Broothaerts et al., 2014 ; Wohl, 2014 ; Verstraeten et al., 2017 ; Notebaert et al., 2018). Plusieurs laboratoires français ont adressé ce dernier point et travaillent à l'étude des composantes géomorphologiques qui rentrent en compte dans leur évolution (Arnaud-Fassetta, 2008 ; Arnaud, 2012 ; Arnaud, Schmitt, 2018). La thèse de Fanny Arnaud, soutenue en 2012, propose de comprendre les dynamiques géomorphologiques du Vieux Rhin depuis le XIX^e siècle jusqu'à nos jours et les facteurs qui ont accéléré son incision naturelle et la modification de sa morphologie, dite en tresse (Arnaud, 2012). Si le cadre chronologique dépasse largement celui qui m'intéresse, il est bon de voir le degré de précision qu'il est possible d'atteindre en termes de restitution et de compréhension du paléoenvironnement. Dans son approche plus archéologique, Gilles Arnaud-Fassetta souligne que le cadre de ce qu'il appelle la *géoarchéologie* – qu'il définit comme à « *l'interface entre les sciences de la Terre (qui incluent la géographie physique) et les sciences s'intéressant aux activités humaines passées* » (Arnaud-Fassetta, 2008, p. 1) – est chronologiquement long mais peut atteindre une précision à la décennie près, selon la période étudiée.

Dans le cadre de l'étude de la compréhension de l'implantation des populations, les apports de la géomorphologie sont de plus en plus souvent pris en compte. Bien que les préhistoriens en aient majoritairement bénéficié du fait des

contraintes imposées par l'absence de sources écrites, les équipes de médiévistes et d'antiquistes font plus régulièrement appel à des géomorphologues (Lambert, 1989 ; Gragson et al., 2016 ; Verstraeten et al., 2017 ; Leigh et al., 2018), laissant entrevoir d'enthousiasmantes perspectives pour la recherche à venir.

1.1.2.3.L'hydrogéologie

La maîtrise des premières notions pratiques relatives à l'eau, à savoir l'évaporation et le cycle de l'eau, remonte à l'Antiquité grecque (Hérodote au Ve siècle av. J.-C., Aristote au IVe av. J.-C., Vitruve au Ier av. J.-C. et Pliny au Ier siècle de notre ère). Ils ont notamment pressenti la propension de certains sols à la conservation et l'infiltration des eaux. Gilli, Mangan et Mudry prennent en exemple dans l'historique qu'ils font de l'hydrogéologie, la corrélation entre « *les dolines, lieux privilégiés d'infiltration des eaux, et les sources* » (Gilli et al., 2008, p. 5) comprise par Hérodote et Pliny l'Ancien. Le Moyen Âge voit un perfectionnement et un approfondissement de ces connaissances des nappes et des réseaux souterrains dans une recherche d'alimentation en eau potable. C'est notamment au XVIe siècle que sont rédigés les premiers ouvrages considérés aujourd'hui comme précurseurs à l'hydrogéologie, dont le plus emblématique est *Des Eaux et des Fontaines* de Bernard Palissy, publié en 1580. Palissy manifeste une connaissance historique et technique de l'hydraulique. Il introduit également des notions d'infiltrations des eaux dans les sols, en fonction de leurs caractéristiques, de perméabilité ou non des roches et de l'importance du couvert forestier dans la préservation des sols de l'érosion par les précipitations (Palissy, 1580, p. 48-63).

C'est réellement au XIXe siècle que se développe l'hydrogéologie à proprement parler avec les théories de Darcy. Il définit « *la loi mathématique qui, reliant perméabilité des terrains et gradient hydraulique, régit le parcours des eaux souterraines* » (Gilli et al., 2008, p. 6). Les considérations hydrogéologiques d'alors sont principalement liées aux questions d'exploitation des nappes et aux relations entre géologie et eau. Les aménagements du début du XXe siècle ont un tel impact sur les eaux souterraines que l'on prend rapidement conscience de l'importance des connaissances hydrogéologiques en génie civil. Les problématiques de

l'hydrogéologie, qu'elle soit actuelle ou de la fin du XX^e siècle se concentrent principalement sur l'accès à l'eau pour tous et à la gestion de la pollution. Elles sont donc très éloignées de l'intérêt des archéologues, puisqu'aucun travail de restitution ancienne des nappes ou d'évaluation de l'influence anthropique sur celles-ci n'a été conduit. La connaissance du contexte hydrogéologique permet pourtant de comprendre les obstacles et les enjeux que des populations anciennes ont pu avoir à privilégier un lieu ou un autre. Cela paraît d'autant plus important dans le cas de l'étude d'une zone humide telle que Moissac, où la moindre excursion souterraine est soldée par des remontées d'eau. La perméabilité variée des roches, les interconnexions de la nappe et de la rivière et les mécanismes d'infiltrations sont autant de problèmes potentiels auxquels il faut faire face lors de l'implantation d'une société. Les problématiques d'accessibilité à l'eau sont par ailleurs universelles et appellent une connaissance des sols afin de capter correctement les eaux de la nappe. Pour reprendre les mots de Gilles Arnaud-Fassetta :

« Les plaines alluviales sont donc considérées comme des milieux « attractifs » et ce, malgré le risque hydrologique, qui se décompose en trois sous-catégories : le risque phréatique (nappes hautes/drainage, salinisation des sols), en liaison avec la mise en valeur agricole, le risque d'érosion et le risque d'inondation. En fait, elles correspondent à des milieux faits de contraintes « naturelles » auxquelles l'Homme s'est souvent adapté. » (Arnaud-Fassetta, 2008, p. 2).

Les nouvelles approches hydrogéologiques sont d'autant plus intéressantes une fois corrélées avec le concept d'hydrosystème fluvial², qui propose une vision pluridisciplinaire et interconnectée des ensembles hydrauliques.

1.1.3. PRINCIPES GÉNÉRAUX

Je me permets, en complément du lexique des termes présenté en fin du présent volume de revenir sur des principes et définitions généraux de l'hydrogéologie et de la géomorphologie fluviale. La connaissance de ces notions est indispensable dans la compréhension des comportements de l'eau dans son contexte naturel, toujours dans

² Voir « Les eaux de surface », p.30.

l'objectif d'apporter un regard complémentaire à l'étude de la construction à proprement parler.

1.1.3.1. Les eaux de surface

Pour commencer, il faut caractériser les *lits** successifs qui constituent les cours d'eau (Figure 2), et pour ce faire, je me réfère aux définitions de l'ONEMA, à la page 9 d'*Éléments d'hydromorphologie fluviale* :

- Le *lit mineur* est « la partie du lit en eau pour des débits compris entre le débit d'étiage* et le module* », c'est-à-dire entre le débit le plus bas et le débit moyen.
- Le *lit moyen* est « la partie du lit en eau pour des débits compris entre l'étiage et la crue de pleins bords ». Il est aussi appelé *bande active*.
- Le *lit majeur*, aussi appelé *plaine alluviale* en géologie et géomorphologie, correspond à l'espace de submersion en hydrologie et aux « *corps sédimentaires d'origine alluviale et les formes de surface qui leur sont liées* ».

Le *talweg** est entendu en hydrologie comme la ligne de points les plus bas du lit d'un cours d'eau. Sa topographie est très liée à l'érosion des sols alentours et aux déplacements de sédiments dans le lit. C'est généralement lui qui est pris en compte lors de la mesure du *profil en long** d'un cours d'eau, profil qui permet de restituer la pente globale.

La définition du bassin versant change selon la discipline qui se l'approprie : en hydrologie, il s'agit de la zone qui, partant d'une rivière majeure, comprends toutes les surfaces couvertes par ses affluents et leurs affluents – et ainsi de suite jusqu'au plus petit échelon. Il est composé de *sous-bassins versants* correspondant à ceux de ses affluents et c'est l'accumulation de tous qui forme ce que l'on appelle aussi parfois le *bassin d'alimentation*. Ce terme est autrement plus significatif : le bassin versant se traduit par la surface d'alimentation – versants montagneux, affluents, source – d'une rivière.

La compréhension des relations entre ces espaces, qu’elles passent par l’hydrologie de surface ou l’hydrogéologie, permet l’accès à l’analyse de l’**hydrosystème fluvial** tel qu’il est entendu par Fanny Arnaud et Laurent Schmitt :

« L’hydrosystème fluvial est un concept systémique se rapportant à un tronçon de cours d’eau incluant le lit mineur, le lit majeur, la nappe phréatique et les milieux aquatiques et riverains qu’ils contiennent, au sein du bassin versant. Ce concept interdisciplinaire met l’accent sur les flux d’eau, d’énergie, de sédiments, de nutriments, d’organismes vivants et de matière organique dans quatre dimensions :

- *longitudinale : des montagnes aux embouchures ;*
- *latérale : entre la rivière et la plaine alluviale ou entre le chenal principal et les chenaux latéraux ;*
- *verticale : entre la rivière et la nappe phréatique ;*
- *temporelle : d’un évènement hydrologique (crue) à des évolutions pluri-séculaires à pluri-millénaires incluant les impacts des activités humaines.*

Les flux sont bidirectionnels et peuvent être analysés à des échelles spatiales emboîtées, du bassin versant au microhabitat. » (Arnaud, Schmitt, 2018).

Le schéma inspiré de Paris (Figure 3) met en exergue les relations internes des éléments naturels – topographiques, géologiques et géomorphologiques – et anthropiques dans l’évolution sur le temps long de l’hydrosystème. La notion pluridisciplinaire d’hydrosystème fluvial permet d’introduire les composantes spatio-temporelles et sociétales complexes qui m’intéressent. S’il ne m’est pas possible d’approfondir ces concepts très récents au maximum de leur potentiel dans mon étude de Moissac, je trouve important d’une part de souligner leur existence et d’autre part de les introduire petit à petit dans mon analyse.

1.1.3.2. Les eaux souterraines

Elles sont catégorisées en 4 types (Gilli et al., 2008, p. 18-19) :

- Eau de constitution qui entre dans la formule des minéraux ;
- Eau présente dans les pores fermés (ponces, tourbes...) ;
- Eau adsorbée, fixée électriquement aux surfaces ioniques, et extractible ou non par les racines des plantes ;

- Eau gravitaire qui peut circuler dans les pores et discontinuités ouverts des roches. C'est le domaine de l'hydrogéologie. Elle peut occuper d'importants volumes souterrains et constituer des réserves [...].

Il faut également faire la distinction entre aquifère et nappe, deux termes souvent employés à tort et à travers, et qui distinguent pourtant deux réalités bien différentes. Un **aquifère*** est, selon le CNFSH un ensemble rocheux perméable, au sein duquel l'eau circule, entouré par une structure moins perméable, constituant la zone dite *saturée* mais autorisant la circulation de l'eau « *pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables* » (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 18). La **nappe*** est, elle, l'ensemble aqueux présent dans la zone saturée. Comme le décrivent plus simplement Bardeau et Le Cointe dans leur rapport (p. 18) : « *l'aquifère est le contenant (« le réservoir ») dans lequel s'écoule une nappe (le contenu)* ». La nappe est dite **libre** lorsqu'elle est soumise à la pression atmosphérique du fait de la perméabilité forte de la partie supérieure de l'aquifère. Elle est dite **captive** quand elle se trouve enclavée dans des roches peu perméables et donc, mise sous pression. Figure 4)

La **perméabilité*** plus ou moins variable des roches définit les conditions d'infiltration et de ruissellement des eaux et les **toits** et **murs** des nappes (Gilli et al., 2008 ; Bardeau, Le Cointe, 2016).

Le **niveau piézométrique*** est donné lors d'un forage dans une nappe captive, par une remontée du niveau de l'eau dans le conduit de forage. Il est calculé par rapport au niveau de la mer. Un forage est dit **artésien*** quand l'eau jaillit naturellement : le niveau piézométrique est donc au-dessus de celui du sol (Bardeau, Le Cointe, 2016). Ces données permettent d'établir des profils piézométriques des différentes hauteurs de la nappe et d'évaluer l'amplitude de fluctuation de celle-ci, un élément crucial dans la question de l'alimentation en eau des structures d'adduction.

1.1.4. ÉVALUATION DE L’INFLUENCE ANTHROPIQUE SUR LES RIVIÈRES : UNE NOUVELLE APPROCHE

Cette problématique nouvelle, et souvent corrélée avec les préoccupations du changement climatique que nous expérimentons actuellement, est considérée par Arnaud-Fassetta comme très « *en vogue* » (Arnaud-Fassetta, 2008, p. 2) depuis une quinzaine d’année. Le croisement de la géomorphologie et de la palynologie a permis de caractériser des *tipping points* dans l’anthropisation du paysage et dans la détermination de l’influence humaine sur l’environnement. L’âge du Bronze et le Moyen Âge reviennent souvent comme des périodes de grands bouleversements environnementaux induits, au moins en partie, par les pratiques agricoles (Broothaerts et al., 2014 ; Verstraeten et al., 2017). L’importante déforestation médiévale et l’épisode climatique du Petit Âge Glaciaire sont identifiés parmi les causes premières de cette influence croissante. Au-delà de cela, on parle parfois d’un tournant dans l’histoire environnementale et notamment dans le cas des rivières, qui deviennent des axes commerciaux et de transports de plus en plus importants. Bien que l’impact immédiat des aménagements hydrauliques de rivière sur les mouvements naturels n’ait paradoxalement jamais été étudié, l’équipe flamande de géomorphologie fluviale de Louvain identifie une accumulation de phénomènes anthropiques, au moins partiellement à l’origine de mouvements de sédiment anormaux dans le lit des cours d’eau. Ceux-là semblent être à l’origine d’une accentuation plus ou moins prononcée des incisions dans la plaine alluviale (Arnaud, 2012 ; Verstraeten et al., 2017), de modifications morphologiques variables (Arnaud, 2012) voire parfois de déviations importantes du lit, non liées à un déplacement naturel accéléré.

L’identification et la caractérisation de ces phénomènes permet d’évaluer le rythme d’érosion des sols et l’impact concret d’une population sur son environnement, sur une période donnée, via des aménagements, eux étudiés à des instants T. La prise en compte de ces problématiques de déplacement et de modification – volontaire ou non – des cours d’eaux nous autorise à repenser les questions d’implantation en bord de rivière et de genèse de la fabrique urbaine. Ces questionnements sont encore peu abordés lorsque l’on s’intéresse à la formation des villes, quand bien même sont-elles immédiatement en contact avec l’eau, qu’elle soit souterraine ou de surface. Cécile

Rivals, qui a travaillé sur l'organisation des réseaux hydrographiques de Saint-Antonin-Noble-Val (82), reconnaît que ce n'était pas son objectif premier :

« La thématique de l'eau s'est imposée d'elle-même à Saint-Antonin. Alors qu'elle ne devait faire l'objet que d'une approche globale au même titre que les autres composantes du tissu urbain, les recherches menées sur place ont peu à peu révélé la complexité et la richesse du réseau hydrographique, étroitement lié au développement de l'habitat. Il est apparu alors essentiel de mener une étude complète de cet exemple exceptionnel de gestion de l'eau dans une ville médiévale. » (Rivals, 2015b, p. 24).

La composante de l'eau en tant qu'élément de la fabrique urbaine n'est encore que marginalement pris en compte dans les études archéologiques de la ville et conséquemment, c'est aussi le cas des nouvelles approches géomorphologiques et hydrogéologiques, constat d'autant plus vrai pour la partie méridionale de la France. On peut espérer à l'avenir voir se multiplier ce genre d'initiatives – ce que laisse augurer la tendance générale et le nombre croissant de chercheurs se concentrant autour de ces problématiques.

1.2.CONTEXTUALISATION URBAINE

1.2.1.DÉFINIR LA VILLE ET SON ÉTUDE

1.2.1.1.Définir la ville

La définition de la ville n'est pas ici ce qui m'importe tant que la définition de l'étude de la ville. Pour cela, je m'appuie principalement sur l'ouvrage fondateur d'Henri Galinié, *Villes, espace urbain et archéologie* (2000). La question de la définition de la ville est à la fois trop complexe, controversée et éloignée de mon objet d'étude premier pour que je m'y attarde outre mesure. Elle est par ailleurs souvent corrélée avec la notion de degré d'urbanité qui est en elle-même artificielle : qu'est-ce qui définit une ville ? À partir de quelle quantité d'un élément considéré comme marqueur d'urbanité peut-on parler d'agglomération, de village, de ville, etc. ? Les seuils à partir desquels on peut penser un espace en tant que ville sont nécessairement artificiels puisqu'homogènes quand le développement des agglomérations et des sociétés urbaines est, lui, fortement hétérogène, d'autant plus qu'en partie institué par

des facteurs sociétaux extérieurs les transcendant (Galinié, 2000, p. 85). Dans le cas de Moissac, ces seuils sont plus désuets encore puisque « *la présence d'une abbaye est à elle seule un critère de centralité religieuse, culturelle, politique et économique* » (Rivals, 2015b, p. 17) et que Saint-Pierre-de-Moissac est clairement identifiée comme facteur de la fixation de l'habitat moissagais.

Il devient dès lors complexe de parler d'une définition à proprement parler de la ville et l'on peut tenter de la résumer à « *la matérialisation de l'action des sociétés humaines* » (Lefebvre, 2008, p. 48). La ville est composée, pour résumer les choses à leur essence, de deux aspects fondamentaux : une réalité matérielle et une société qui l'habite et la façonne.

Si l'on prend en compte ces notions, on comprend que l'étude de la ville comme je l'entend ici, c'est-à-dire au travers des aménagements hydrauliques, exige une double approche : celle de la *fabrique* et celle du *fonctionnement*. Ces concepts, introduits par Galinié se fondent sur la différenciation fondamentale qui se fait entre cette réalité matérielle et la société urbaine. Il définit la fabrique comme « *résult[ant] du rapport changeant qui s'institue entre une société urbaine, son espace et la matérialité de la ville* » et le fonctionnement comme « *rapporté à l'activité sociale, résult[ant] de l'état des relations entretenues par les composantes sociales à un moment T en fonction des projets [...] et de la relation entretenue ou inexistante à l'idée de la ville pensée ou impensée* » (Galinié, 2000, p. 83).

1.2.1.2. Le bourg monastique

Tout en prenant en compte la spécificité de cette méthodologie tourangelle, il ne faut pas oublier que Moissac est une ville d'origine monastique et qu'il est entendu de l'appréhender comme telle. Ceci est d'autant plus important que l'hydraulique monastique est une branche indépendante de la gestion de l'eau en ville. Les relations intra-monastiques, parmi lesquelles celle de la morphogenèse spatiale des monastères, font partie des thématiques se développant actuellement. Dans un ouvrage récent, dirigé et édité par Michel Lauwers, il est proposé de revenir sur cette articulation du monastère sur son espace interne et externe, sur un plan topographique, bâti, spirituel

et environnemental. Nicolas Reveyron y développe une analyse du bâti et de la planimétrie qui envisage l'espace et l'évolution de sa construction comme le fait de choix, déterminés ou volontaires, une approche similaire à celle de Galinié dans sa conception de la ville. Les facteurs entrant en compte dans l'implantation d'une communauté à un endroit donné, dans l'organisation des bâtiments monastiques, ou dans les choix liés aux modalités de constructions, induisent des réponses singulières et Reveyron souligne la pluralité des manières d'appréhender un même problème (Reveyron, 2014).

La question de l'implantation des communautés monastiques est une problématique à part entière qu'il est important d'aborder afin de comprendre la formation de ces bourgs. La règle de saint Benoît impose l'isolement des moines du reste de la société laïque et l'investissement de "désert". Cette notion représente un idéal spirituel qui connaît une réalité d'application plus complexe. Pour reprendre les mots de Nicolas Reveyron : « *le retrait du monde peut être envisagé de manière très différentes* » (Reveyron, 2014, p. 558), puisque l'on observe la réappropriation de *villae* antique, de territoires proches d'axes de circulation ou d'agglomérations, etc. L'appropriation de la règle par chaque communauté monastique donne lieu à une souplesse plus ou moins grande en terme de relation avec le reste de la société. Des contraintes plus matérielles rentrent également en compte dans le choix d'un emplacement et Gilles Rollier a identifié que l'accès à l'eau est un facteur prépondérant (Rollier, 2010 ; Reveyron, 2014). Au-delà de cet aspect à priori commun, du moins dans le corpus étudié par Rollier, il apparaît évident que les critères ne sont pas les mêmes selon les communautés :

« [...] *la recherche d'une vie rude, identifiée aux souffrances acceptées et endurées par le Christ, reste une orientation fondamentale du monachisme, comme le prouvent les installations de moines et de moniales (cisterciens, chalaisiens, chartreux...) en moyenne montagne. A l'inverse, d'autres sites sont choisis pour leur commodité, comme le montrent les tribulations des moines d'Andelsbuch (Autriche actuelle) ou pour leurs potentialités économiques, notamment la mise en valeur de terres hostiles comme les marais (abbayes de Montmajour ou de Maillezais, par exemple).* » (Reveyron, 2014, p. 559-560)

C'est quelque chose que Nelly Pousthomis aborde dans sa thèse d'HDR, soutenue en 2002, qui s'intéresse à un corpus plus méridional. Au travers de ce corpus, elle observe le rôle moindre des contraintes topographiques sur la morphologie des

abbatiales lors de leur implantation (Pousthomis, 2002, p. 188). La topographie des sites oppose une influence qui va décroissante : elle importe lors de l’implantation – principalement dans les plaines alluviales pour ce qui est du Midi toulousain –, n’impacte que peu l’organisation spatiale du monastère et moins encore le choix de l’installation du bourg laïc autour de l’abbaye. Nelly Pousthomis propose une typologie des bourgs monastiques et une catégorisation de l’articulation monastère/agglomération (Pousthomis, 2002, p. 130-133, 189), résumée par la figure 5.

Théoriquement, les cas de la *séparation* et de la *juxtaposition* offriraient, par leur topographie, un respect de la règle plus rigoureux. Nelly Pousthomis démontre en suivant que ce n’est pas nécessairement le cas et qu’il peut y avoir une certaine circulation des laïcs à l’intérieur de l’enclos abbatial – cela s’illustre à Moissac par l’autorisation pour les laïcs d’utiliser la fontaine du cloître (Lagrèze-Fossat, 1870 ; Pousthomis, 2002, p. 190). Nicolas Reveyron observe de son côté que certaines configurations ou coutumes entraînent parfois le conditionnement spatial d’un monastère dans l’objectif de permettre l’accueil des pèlerins (Reveyron, 2014, p. 560).

La relation des monastères avec l’eau et leur environnement a largement été étudiée³. Les relations entre hydraulique civile et monastique sont plus complexes à saisir car il faut définir où commence l’une et où termine l’autre, limite parfois intangible. Ces études urbaines sur la formation et l’évolution des bourgs monastiques, de la spatialité des abbayes et de l’articulation entre abbaye et agglomération permettent, si non d’aborder les relations hydrauliques, du moins de commencer à comprendre les mécanismes relationnels et organisationnels au sein des bourgs monastiques.

³ Voir « L’hydraulique monastique », p.56.

1.2.2.L'HYDRAULIQUE URBAINE

1.2.2.1.Historiographie

L'eau, à l'instar de la ville, fait l'objet d'une historiographie prolifique. Les premières études sur l'hydraulique médiévale émergent dès le début du XXe siècle et se cristallisent autour des moulins à eau d'abord (Bloch, 1935 ; Phalip, 1992 ; Rivals, 2000 ; Deligne, 2003 ; Benoît, 2013), puis de l'hydraulique cistercienne (Pressouyre, Benoit, 1996 ; Benoît, Berthier, 1998). C'est premièrement chez les historiens que cet intérêt s'est développé pour s'étendre petit à petit aux archéologues. Cécile Rivals observe un renouvellement de ces études depuis une trentaine d'années, renouvellement qu'elle attribue au développement des sciences paléoenvironnementales (Rivals, 2015b ; 2015a). Celles-ci ont en effet permis de faire entrer en compte des notions environnementales complexes et précises qui étaient inenvisageables sans elles. Ces nouvelles recherches en hydraulique ont toutefois été rurales avant d'être incluses dans les monographies urbaines. C'est seulement depuis la fin des années 1990 que l'on envisage l'eau dans la ville autrement que comme un élément purement topographique.

Certaines monographies urbaines choisissent d'analyser la gestion de l'eau et la présence de structures hydrauliques : c'est bien souvent lié à des programmes de recherche privilégiés géographiquement. C'est par exemple le cas du PCR* *Cartographie patrimoniale et évolution morphologique de Perpignan (IXe-XIXe siècle)* coordonné par Carole Puig depuis 2007 qui, bien que ce ne soit pas son sujet premier, se propose d'analyser le réseau hydrographique potable et les structures hydrauliques dans un désir de cartographier les entités archéologiques (Puig, 2009 ; Puig et al., 2015). Ce genre d'exemples demeure cependant ponctuel et géographiquement restreint.

C'est en 1983 qu'André Guillerme suggère pour la première fois dans son ouvrage *Les temps de l'eau : la cité, l'eau et les techniques* de réellement envisager l'eau en tant qu'élément fondateur dans le développement urbain et la fixation de l'habitat. Il y propose de reconsidérer la place de l'eau dans la planification urbaine et au travers d'exemples monographiques, d'identifier plusieurs processus

d’implantation des réseaux hydrauliques de surface. Cette publication, fortement controversée et critiquée, pour des raisons plus historiques qu’hydraulique, a le mérite de replacer l’eau au centre des prises de décisions en lien avec la formation de la fabrique urbaine. Malgré les erreurs et les biais que Guillaume avance – « *La cité est dominée par son environnement* » (Guillaume, 1983, p. 234), pour le déterminisme environnemental par exemple –, son ouvrage élargit les pistes d’analyse et sert, encore aujourd’hui, de référence en hydraulique urbaine.

André Guillaume met également en avant les limites géographiques de l’étude de l’eau en ville puisqu’il laisse de côté les villes méridionales, chose qu’il explique car, selon lui, celles du nord de la France présentent une relation privilégiée avec leurs eaux. Il considère également que l’établissement de structures d’adduction et d’évacuation – d’hygiénisation – de grande ampleur s’est faite à cause de l’importante densité démographique. Il souligne que l’environnement septentrional est aussi mieux connu et donc, plus pertinent à étudier (Guillaume, 1983, p. 9-10). Cécile Rivals souligne elle aussi que « *les synthèses qui couvrent une plus large aire géographique sont rares* » (Rivals, 2015b, p. 23). Il apparaît de manière très marquée que le sud de la France n’est pas ou très peu concerné par les études en hydraulique urbaine. On voit toutefois que des travaux se mettent doucement en place dans la région du Midi toulousain et, on peut l’espérer, continueront de se développer dans les années à venir.

1.2.2.2. La France méridionale

Les travaux de Cécile Rivals sur la planification urbaine et la construction de la trame d’une ville de confluence à Saint-Antonin-Noble-Val (82) dans sa thèse l’ont amenée à s’intéresser à l’utilisation et l’adaptation d’un contexte hydrologique (Rivals, 2015b ; 2015a). Bien que l’hydrographie s’est imposée à elle au fur et à mesure de ses recherches, elle a permis à ce champ de faire partie intégrante de son sujet et de lui accorder son importance propre. Cécile Rivals a qui plus est fait un travail remarquable de cartographie et d’analyse de la hiérarchie et de l’articulation du réseau hydraulique de surface. Elle est également l’une des premières à proposer une rapide étude du bâti des structures : elle observe que les parois des canaux transversaux sont soit maçonnées, soit la poursuite des murs des bâtiments, impliquant une contemporanéité

de construction (Rivals, 2015b, p. 312). Sa démarche est remarquablement bien conduite, il faut le dire, et engage une méthodologie de travail dans l'appréhension de l'hydraulique urbaine.

Cécile Rivals a depuis coordonné un numéro spécial d'*Archéologie du Midi médiéval* sur l'eau dans la ville qui présente les recherches récentes en hydraulique dans le sud de la France. Ce rassemblement de textes et approches met en valeur cette prise de conscience récente vis-à-vis de l'étude de la gestion de l'eau dans l'étude de la ville. Comme le souligne Ezéchiel Jean-Courret en conclusion de ce numéro, les travaux de l'école de Tours sur la fabrique urbaine permettent de repenser les frontières environnement/société par une approche multi-scalaire (Jean-Courret, 2015). Le renouvellement des protocoles d'étude, et de la ville, et du paléoenvironnement (Carozza et al., 2010 ; Carozza, Puig, 2011 ; Rivals, 2015c), se traduit à travers les travaux présentés par une multiplication des sources et des approches, permettant d'envisager l'étude de la gestion de l'eau à l'échelle d'une ville. L'exemple du PCR coordonné par Carole Puig met en valeur l'utilisation des SIG dans un objectif de compilation des données afin d'en tirer des analyses sur l'évolution de la ville, et ici, de la gestion hydraulique. Odile Maufras le mentionne également dans son article (Maufras, 2015) : les sources renseignant les aménagements hydrauliques sont lacunaires et hétérogènes, les opérations permettant de les étudier peu nombreuses et la compilation des données de fouille à grande échelle nécessaire afin de pouvoir espérer les voir transparaître. Ce numéro d'*Archéologie du Midi médiéval* ne répond naturellement pas à toutes les problématiques de l'hydraulique urbaine méridionale. Il engage des axes de réflexions, souligne le renouveau que les études urbaines sont en train de vivre et met en avant les recherches récentes conduites en France méridionale, et il est encourageant de voir que ces problématiques se diffusent régionalement. Leur appréhension n'est pas forcément évidente et a souvent été mise de côté sur les chantiers de fouille, faute de spécialiste, comme ça a été plusieurs fois le cas à Moissac (Ugaglia, 1985 ; Broecker, 1986 ; Lefebvre, 2016).

1.3.L’ÉTUDE DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

L’eau rentre autant dans le fonctionnement de la ville que dans la fabrique et les enjeux de l’urbanisation : la topographie hydrographique joue un rôle prépondérant dans la fixation et le développement de l’habitat. La gestion des ressources en est conséquemment impactée et appelle la mise en place de structures singulières qui se distinguent dans l’étude de la fabrique urbaine. C’est ceux-là que je considère en tant qu’aménagements hydrauliques. Ils ont eux-mêmes un rôle à part entière, qui se joue à plusieurs niveaux – économique, social, culturel etc.

La présentation de l’analyse des aménagements hydrauliques est autrement plus délicate que celle de la ville ou des sciences paléoenvironnementales. Les structures hydrauliques sont rarement traitées comme un ensemble : leur typologie, leurs usages sont tellement vastes et divers, qu’elles sont appréhendées de manière très disparate et/ou très spécialisée. Selon les affinités des chercheurs ou des aménagements avec une problématique, on privilégiera telle ou telle structure. Pour prendre un exemple, les structures fluviales sont presque exclusivement étudiées par l’archéologie subaquatique, à l’exception des moulins, qui ont une place à part entière dans l’historiographie. Dans un même temps, les systèmes d’adduction et d’évacuation d’eau sont souvent traités de façon similaire. Il apparaît néanmoins que l’hydraulique d’origine monastique, tout aménagement confondu, soit traitée complètement séparément.

L’appréhension de cette large entité que je regroupe sous le terme générique d’*aménagement hydraulique* en ressort compliquée, et l’approche des méthodologies de relevé et d’analyse presque plus encore. C’est pour cette raison que je propose de revenir dans cette partie sur plusieurs points :

- les principales problématiques et problèmes
- quelques notions d’hydraulique
- une historiographie sélective

Pour ce faire, je me permets de classifier les aménagements hydrauliques en catégories, fondées en premier lieu sur la distinction entre les eaux de surface et les

eaux souterraines et en second lieu sur les types de fonction – alimentation, artisanat, transport, etc. L'hydraulique monastique, puisqu'elle connaît des spécificités historiographiques, sera présentée séparément (Figure 6). D'autres proxys pourraient évidemment être pris en compte : la typologie du bâti, les types de gestionnaires des structures, les notions d'ingénierie hydraulique, les spécialités rentrant en jeu dans l'analyse etc. Mon choix de ne conserver que ces deux aspects les plus "basiques", dirai-je, de l'hydraulique vient du fait que l'approche des aménagements a jusqu'ici été trop peu systématique et que nous n'avons pas de connaissances typologiques. Ils ont été étudiés au hasard des découvertes sur les chantiers et du bon vouloir des auteurs de monographies jusqu'à très récemment. Aujourd'hui, seules les structures fluviales font l'objet de recherches méthodologiques concrètes, aussi ce facteur ne peut-il pas être pris en compte. Aucune proposition de classification de ces structures n'est connue en archéologie médiévale, mais il est certain que des travaux ont pu échapper à mon attention. Il est possible qu'il ait été considéré comme trop évident de faire la différence entre ces structures hydrauliques, et à cela j'argumenterai que la démarche de rationalisation systématique permet d'envisager sérieusement les relations, l'évolution et l'articulation qu'il peut y avoir entre les aménagements hydrauliques et les critères prédéfinis. Je ne prétends toutefois pas que le classement, tel que je le présente, soit définitif ou encore, le plus pertinent, puisqu'il s'agit là d'un premier essai.

L'œil avisé remarquera que j'ai choisi d'exclure les structures privées de ma présentation historiographique, une décision qui s'explique par la difficulté qu'il y a à saisir ces structures-là. Elles ont ponctuellement été très bien étudiées, c'est notamment le cas en Italie, où les recherches d'Hélène Dessales ont montré l'importance des puits et fontaines privés (Dessales, 2013), reléguant l'apport des aménagements publics au second plan. Beaucoup de ces puits se trouvent dans les caves des particuliers, parfois bétonnées, et donc difficile d'accès. C'est justement le cas à Moissac où plusieurs riverains ont témoigné de la présence de creusements maçonnés dans leur cave. Malheureusement, au vu de l'évolution de ma problématique actuelle, il ne m'a pas été possible de les envisager cette année, aussi ai-je préféré les écarter complètement, sans pour autant nier la potentielle importance de leur rôle.

1.3.1. MÉTHODOLOGIES ET PROBLÉMATIQUES

L’analyse des aménagements hydrauliques à l’échelle de la ville a trop souvent été généraliste. Les travaux d’André Guillaume dans les années 1980 présentent un état des réseaux hydrographiques urbains, des points de comparaisons et replacent l’eau au centre des considérations urbaines mais demeurent synthétiques et vagues (Guillaume, 1983 ; 1985). Les structures n’y sont pas abordées dans le détail, pour leurs problématiques propres : techniques de construction, provenance des matériaux, adaptation à un territoire, à un besoin, etc. Le contraire est aussi vrai. Les fenêtres d’étude offertes par les opérations archéologiques autorisent de mettre la focale sur un aménagement à un instant T, sans faire en revanche de comparaison plus large sur le territoire. La nécessité d’une approche multi-scalaire, si évidente puisse-t-elle paraître, apparaît comme fondamentale.

Il apparaît également qu’aucune méthodologie d’appréhension des aménagements hydrauliques aient été mise en place, de manière tacite ou théorisée, à l’exception des structures fluviales, via l’archéologie subaquatique. Leur traitement se fait au fur et à mesure des découvertes, en archéologie préventive et programmée (Ugaglia, 1985 ; Georges, 2015 ; Gazagne et al., 2017) ou dans le cadre de projets de recherche urbain (Puig, 2009 ; Rivals, 2015b). L’une des problématiques de l’étude des structures hydrauliques est précisément de rationaliser cette recherche, par l’exploitation des méthodes développées par les antiquistes ou par l’hydraulique monastique, afin d’affiner les connaissances déjà acquises et de développer ce champ scientifique.

Pour terminer, je tiens à revenir sur l’un des épineux problèmes qui se posent dans l’appréhension de l’hydraulique : la question de la datation des structures. Certaines bénéficient de la dendrochronologie ou d’analyse ¹⁴C, permettant des datations plus ou moins fiables, à l’instar le cas d’une grande partie des aménagements fluviaux. Les ouvrages d’adduction d’eau le sont plus rarement et présentent d’importantes difficultés pour avancer des datations. Ils ne font effectivement l’objet d’aucune typochronologie, à quelque échelle que ce soit, et ne présentent guère de charbon ou de bois, susceptibles d’être datés. Le développement de l’analyse des

dépôts carbonatés, pour les aqueducs, et des datations sur les spéléothèmes, jusqu'ici surtout utilisées pour des périodes plus anciennes, semblent être une alternative prometteuse.

Les dépôts calcaires qui s'agrègent au fond et sur les parois des structures hydrauliques peuvent aller jusqu'à former des concrétions, lesquelles peuvent être datées, par plusieurs techniques. Les deux applicables à une période aussi "récente" que le Moyen Âge sont le comptage des lamines et la technique $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$. La première est très similaire à la dendrochronologie : les spéléothèmes se forment par fines couches successives – lamines – de fréquence plus ou moins annuelle, qui peuvent être comptées et comparées à un référentiel. Les spéléothèmes enregistrent également assez précisément les événements liés à sa croissance – changement climatique, changement de débit, etc. Ce sont des archives paléoenvironnementales particulièrement riches. Le comptage des lamines permet donc « *de dater [...] de manière relative sur les spéléothèmes anciens et absolue sur les spéléothèmes actifs* » (Couchoud, 2008, p. 259). La seconde consiste, elle, à observer le rapport isotopique entre la quantité d' ^{234}U qui se désintègre au fur et à mesure et la quantité d' ^{230}Th qui s'accumule. Ce rapport expose donc le temps écoulé entre la formation d'un spéléothème, alors riche en ^{234}U et pauvre en ^{230}Th et sa fin de vie ou son prélèvement par les chercheurs (Quinif et al., 1994 ; Couchoud, 2008), où il aura nécessairement perdu en ^{234}U et gagné en ^{230}Th . Cette méthode fournit des datations absolues précises et fiables, dépendant de la qualité des prélèvements. En revanche, plusieurs problèmes se posent :

Premièrement, l'utilisation de cette méthode sur des spéléothèmes récents ne fonctionne pas toujours et d'après Dominique Genty, peuvent résulter en des marges d'erreurs trop importantes. Isabelle Couchot affirme pourtant qu'elle « *donne des âges calendaires et permet de dater avec une haute précision [...] des échantillons de quelques dizaines d'années jusqu'à environ 500 ka* » (Couchoud, 2008, p. 261). Aussi faut-il peut-être lui préférer le comptage des lamines, bien que moins précis sur les datations.

Deuxièmement, les datations sur les spéléothèmes n'ont été que très peu appliquées aux aménagements hydrauliques. L'étude des dépôts carbonatés s'est

effectivement développée depuis les années 1970 mais elle a principalement permis d’approfondir la connaissance du fonctionnement des aqueducs et de leur mise en œuvre, pour la période antique. L’étude des dépôts de calcite sur l’aqueduc d’Arles montre la portée que l’analyse peut avoir en termes de compréhension des formations et des évolutions de ces dépôts (Guendon, Leveau, 2005). Guendon y mentionne bien une étude antérieure à la sienne où les spéléothèmes auraient fait l’objet de « *deux contributions [...], avec pour thèmes essentiels les paléodébites, leur genèse et leur utilisation pour la datation relative* » (Guendon, Leveau, 2005, p. 87). L’analyse de la constitution de ces concrétions est également abordée de façon de plus en plus fine et permet une approche de la pureté de l’eau, de l’étanchéité de la structure et de la pollution ou non de l’atmosphère interne à la structure (Sellami, Borau, 2018). La datation de ces dépôts demeure néanmoins une approche marginale qui gagnerait à être développée, avec l’aide des géologues spécialistes.

Troisièmement, la taphonomie, et notamment l’entretien des structures, a pu altérer les dépôts, entravant une bonne lecture, pour les datations comme pour les autres analyses. L’évaluation de ces interventions sur les structures est toutefois difficile à évaluer sans étude fine des concrétions. Celle-ci pourrait aussi renseigner les modalités d’entretien des aménagements. Le développement de protocole de datation des spéléothèmes dans les structures hydrauliques et d’analyse paléoenvironnementales doit donc se faire en conséquence.

Le recours à d’autres méthodes de datation n’est pas à exclure mais reste assez subsidiaire dans le cas des aménagements hydrauliques. Ce problème de la datation est particulièrement handicapant et contraint à se tourner vers les *terminus ante quem* que les sources textuelles peuvent nous fournir, à défaut d’information plus précises.

1.3.2. PRINCIPES D’HYDRAULIQUE

Il est nécessaire d’expliciter certaines notions d’hydraulique afin de préciser l’analyse des aménagements que je présenterai en suivant. A l’instar des principes de géomorphologie et d’hydrogéologie exposés au début de cette première partie, il s’agit bien d’éléments généraux, qu’il faut entendre comme une introduction à l’hydraulique.

Ces notions, complexes, tendent à éclairer précisément le fonctionnement des structures, et à remettre à plat les définitions relatives aux aménagements d'adduction.

1.3.2.1. Principes généraux

La ***pente**** est le pourcentage de la dénivellation entre la hauteur supérieure et la hauteur inférieure sur la distance parcourue par un aqueduc ou une conduite (Figure 7). L'étude de la ***variabilité de la pente*** permet d'identifier des zones de rupture, d'incohérence qui peuvent être liées à des structures ou des anomalies, tant de construction que taphonomiques. Il ne faut pas confondre la variabilité de la pente, qui se figure par la valeur de la pente en ordonnées et la distance totale en abscisses, avec le ***profil de la pente***, qui représente l'évolution des hauteurs sur la distance totale (Figure 8). Celui-ci permet d'évaluer la régularité d'une structure d'adduction. Sa corrélation avec la variabilité de la pente permet de préciser la présence de ruptures ou d'anomalies sur le parcours de la structure. Il est intéressant de mettre ces points en parallèle avec la topographie de l'aménagement afin de voir s'il est possible d'en dégager des relations (Carbon et al., 2005, p. 82). La pente est rarement homogène sur l'ensemble d'un aqueduc ou d'une conduite. Étant donné que « *la circulation de l'eau dans un aqueduc répond aux lois générales de l'écoulement gravitaire à surface libre [...], toujours variable dans l'espace comme dans le temps* » (Fabre et al., 2005, p. 9), il est nécessaire de jouer sur les pentes afin d'assurer un débit suffisamment important, sans qu'il dépasse « *des vitesses de flux voisines de 1,5 m/s, susceptibles d'éroder trop vite le monument* » (Fabre et al., 2005, p. 9). Quand le débit ou la vitesse deviennent trop importants, les ingénieurs ont recours à des ***structures de ralentissement***. Il faut bien distinguer les structures de ralentissement des ***structures de régulation*** : le ralentissement passe par une perte d'énergie ou du volume d'eau tandis que la régulation vise à répartir de manière raisonnée le flux d'eau. Parmi les structures de ralentissement, deux sont les plus courantes (Figure 9) :

- Le ***puits de rupture de pente*** consiste en « *un dispositif comportant un canal d'arrivée (amont) connecté à un puits de profondeur variable et à la base duquel se présente un canal de fuite (aval). Ce dispositif permet de ralentir la vitesse du courant. Après cette brusque chute, l'eau reprend un*

écoulement gravitaire normal. [...] Lorsqu’une pente est trop forte, plusieurs puits sont associés formant alors une cascade de puits de rupture de pente. » (Borau, 2010, p. 178).

- Le **canal de décharge** permet de détourner une partie des eaux et de les rediriger vers un court d’eau, un fossé ou un égout. Ce canal peut être régulé par un système de vanne en amont et en aval (Fabre et al., 2005, p. 9).

Les structures de régulation peuvent permettre à la fois le ralentissement des eaux et la distribution dynamique de celles-ci. Leur action requiert en revanche une action humaine et ne peuvent opérer seul. Les **bassins de régulation** à vannes décrits par Chanson en sont un bon exemple. Ils consistent « *en un bassin [...], un déversoir de trop-plein, équipé d’une vanne, et en une série de vannes contrôlant l’écoulement* » (Chanson, 2002, p. 46). La mise en place d’une régulation dynamique, généralement en fin de parcours, permet un apport raisonné et le stockage des eaux dans le canal en amont. Cela implique une augmentation de la hauteur de la ligne d’eau réelle, qui pourrait expliquer l’utilisation d’enduits au-delà du niveau de la profondeur normale, surtout dans le cas des aqueducs antiques (Figure 10) (Chanson, 2002, p. 46-49).

Le calcul du **débit** est soumis à plusieurs variables, à commencer par la **viscosité dynamique** de l’eau, c’est-à-dire : « *For a laminar flow of a fluid the ratio of the shear stress to the velocity gradient perpendicular to the plane of shear.* »⁴ (Mills, 1993, p. 13) (Figure 11). Elle est tributaire de la température et de la composition du fluide. L’eau pure a une viscosité dynamique de $1,008 \cdot 10^{-2}$ dyne/s.cm² (centipoise : 1 cP = 1 mPa) à 20°C, de 1,793 à 0°C et de 0,549 à 50°C (Figure 12). Autrement dit, l’eau froide s’écoule plus lentement que l’eau tiède ou chaude. De la même manière, plus il y a de particules dissoutes dans l’eau, plus celle-ci voit sa viscosité dynamique augmenter. Une forte viscosité d’un liquide entraîne une dissipation d’énergie sous forme de chaleur et conséquemment, un ralentissement progressif du débit. Le

⁴ Pour un écoulement laminaire d’un fluide, la viscosité dynamique est le rapport de la contrainte de cisaillement au gradient de vitesse perpendiculaire au plan de cisaillement, soit plus simplement, le taux de résistance d’un fluide à l’écoulement pour une vitesse donnée.

frottement des molécules d'eau contre les parois provoque également un certain ralentissement pour ce qui est de l'*écoulement en surface libre**.

Celui-ci se caractérise, comme son nom l'indique, par le contact immédiat de la ligne d'eau avec l'air. Dans le cas des aqueducs maçonnés, bien qu'en *intérieur*, l'eau est considérée comme en surface libre puisqu'elle n'est pas mise sous pression à proprement parler. Il est à opposer à l'*écoulement en charge**, où il n'existe aucune surface libre, c'est-à-dire que le conduit est entièrement rempli de fluide, et donc, mis sous pression. L'utilisation de l'un ou l'autre de ces types d'écoulement est à prendre en compte dans l'analyse du *débit**, c'est-à-dire du volume d'eau se déplaçant sur une surface donnée à une vitesse donnée. Il est cependant important de rappeler que l'estimation des débits pour des périodes anciennes est quelque chose de complexe et souvent trompeur. Il est au mieux possible d'extrapoler les valeurs que l'on obtient sur les écoulements actuels et de proposer des ordres de grandeur. Hubert Chanson souligne également que les sources connaissent souvent d'importantes variations dans leurs débits annuels et qu'il est fort probable qu'elles n'aient pas pu alimenter continuellement les structures pendant les périodes de basses eaux (Chanson, 2002, p. 46).

1.3.2.2. Focus sur les structures souterraines

Bien qu'ayant été confrontée à une documentation relative à l'ensemble, peu ou prou, des structures hydrauliques⁵, il apparaît nécessaire de recentrer la focale sur les structures souterraines d'alimentation et de stockage puisque ce sont celles que j'aborde plus en détail en troisième partie de ce travail. Un soliloque sur les spécificités de l'entièreté des aménagements aurait été superflu, aussi ai-je préféré introduire ponctuellement des éléments de contextualisation lorsque cela me semblait nécessaire et m'attarder plus conséquemment sur les types de structures qui feront l'objet de mon étude de cas.

⁵ Voir « L'étude des aménagements hydrauliques », p.41.

1.3.2.2.1. Les aqueducs

Le terme d'**aqueduc*** a été utilisé pour désigner plusieurs réalités et il s'impose de faire une clarification de ce qui est entendu ici par ce mot. Un aqueduc est, selon le dictionnaire Larousse, un « canal creusé ou construit pour assurer l'adduction de l'eau dans une agglomération ou pour irriguer des cultures »⁶. C'est donc un ouvrage complexe, mis en place dans l'objectif d'amener les eaux de leur source vers un lieu de consommation. Il ne s'agit pas d'une structure visant à capter les eaux, à l'instar des **galeries de captage***. Celles-ci, creusées à même la roche capte l'eau par percolation*, la canalise et parfois, l'amène jusqu'à un réservoir ou un aqueduc. Il est possible que la distinction entre un aqueduc creusé lui-aussi à même la roche et une galerie de captage soit difficile à établir, ce qui explique pourquoi le terme d'aqueduc a été si souvent utilisé à tort. Le cas échéant, je préfèrerai parler d'**aqueduc de captage** afin d'éviter la confusion.

Si aucune typologie des aqueducs n'a été réellement développée, il est possible, au travers des exemples que j'ai pu observer et de ceux présentés dans la bibliographie, de distinguer quelques caractéristiques principales (Figure 13) :

- Les aqueducs maçonnés (A)
 - o Le type de couverture
 - o Le type de sol
 - o La présence ou non d'un canal et son type de cuvelage
- Les aqueducs creusés dans la roche (B)

Ceux-ci n'ont pas été approfondis cette année car trop peu d'informations et d'exemples étaient à disposition pour permettre un classement. D'autres éléments doivent évidemment être pris en compte dans l'analyse typologique, notamment la question de la présence ou non de structure de ralentissement et de régulation, ainsi que leurs techniques de mise en œuvre. Les méthodes de captage, elles aussi assez peu documentées, sont également à considérer comme des choix déterminants et

⁶ « Aqueduc », dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 12 mai 2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/aqueduc/4876>].

potentiellement révélateurs de préférences locales, régionales ou encore, relatives au contexte géologique. Enfin, les matériaux employés et leur origine de production seront à étudier afin de caractériser les choix prédominants dans la construction des aqueducs, qui, je le rappelle, sont des ouvrages de grande importance et coûteux. Ce travail de fond est encore à faire, et ne sont ici proposées que quelques pistes, chacune méritant d'être approfondie en elle-même.

1.3.2.2.2. Les tuyaux

Paul Benoît définit les **tuyaux** comme « *un contenant de section grossièrement circulaire, de forme allongée et ouvert à ses extrémités* » (Benoît, 2007, p. 59). Ceux-ci permettent, entre autres, la circulation de l'eau et notamment sa distribution. Les conduites peuvent être en bois, en terre cuite (TCA) et en métal, préférablement le plomb, bien que les dangers liés à son utilisation soient connus au Moyen Âge.

Les **tuyaux en bois** demeurent assez mal documentés, du fait de leur souvent mauvaise conservation, contrairement à ceux en plomb (Guillerme, 1985 ; Pressouyre, Benoît, 1996 ; Gazagne et al., 2017). Benoît précise que son utilisation, si elle semble largement démocratisée et courante, transparaît peu du fait de la dégradation du matériau. Il nous est tout de même renseigné par la *Grande Encyclopédie, Inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts* du XIXe siècle : « *Le bois [aulne], d'un blanc verdâtre, se pourrit facilement à l'air, mais il est presque incorruptible dans l'eau : aussi l'emploie-t-on beaucoup pour faire des pilotis et surtout pour faire des corps de pompe et des tuyaux de conduite d'eau* » (Benoît, 2007, p. 62). Benoît précise également que d'autres essences sont utilisées.

Le **tuyau en terre cuite** fonctionne sur un système d'assemblage mâle-femelle (Figure 14). Une fois emboîtés, un joint de mortier ou d'argile est posé afin de les consolider. Les pièces sont de taille variable, assez souvent d'une quarantaine de centimètres (Figure 15) et semblent majoritairement tournées. Leur forme irrégulière entraîne cependant une perte de charge (Guillerme, 1985). Il est aussi possible que la canalisation soit, entièrement ou par tronçons, prise dans des gangues de mortier mélangé à du tuileau (Figure 16). Cela a été finement étudié lors de la fouille de l'enclos du Temple de Paris. Il est apparu que cette pratique, mise en œuvre assez

largement entre le XI^e et le XIX^e siècle, permet de consolider l’assemblage des pièces et d’assurer une continuité de la pente (Gazagne et al., 2017). Sébastien Büttner souligne à la fin de son analyse pétrographique des couches successives de mortier que si cette pratique semble principalement utilisée dans le contexte de l’hydraulique monastique, on la retrouve tout de même « *dans nombre de sites à vocation civile ou seigneuriale, surtout aux XIII^e-XIV^e siècles* » (S. Büttner in Gazagne et al., 2017).

La **conduite en plomb** peut avoir été réalisée de deux manières : « *le cintrage d’une feuille de plomb autour d’un mandrin**, caractéristique des tuyaux du XIV^e siècle, [reconnaisables par leur soudure longitudinale] et le moulage » (Gazagne et al., 2017) (Figure 17). L’usage de ce matériau, démocratisée relativement tôt, s’explique par sa malléabilité et sa simplicité d’utilisation, bien qu’il soit peu résistant aux fortes pressions – c’est pourquoi les diamètres sont restreints pour la période médiévale. En effet, « *à la période moderne, l’innovation technique vient de l’installation de tuyaux de plomb moulés à l’intérieur de la tour de pression. Ces tuyaux de petite section sont plus résistants que les tuyaux médiévaux car ils sont dépourvus de soudure "à côte"* » (Gazagne et al., 2017). La majorité des données sur cette pratique sont relatives à une utilisation antique, aussi toutes ne sont pas exploitables pour les tuyaux plus récents, d’où l’intérêt de la fouille de l’enclos du Temple de Paris. L’analyse que Maxime L’Héritier a réalisé sur les pièces mis au jour est très intéressante car elle propose une méthode d’étude métallographique fine. Il renseigne de cette manière les pratiques des plombiers du Moyen Âge, par les alliages utilisés, les modalités de soudure, etc., et plus généralement l’usage du plomb dans l’hydraulique médiévale. Il signale toutefois que « *les tuyaux de plomb [sont] bien plus rares[,] destinés à un usage précis et nécessitent une adaptation à des dimensions spécifiques* » (M. L’Héritier in Gazagne et al., 2017). Aussi leur utilisation pendant le Moyen Âge est-elle moins courante qu’à la période moderne, suite à l’introduction du moulage (Figure 18).

Benoît fait également part, dans son article sur « Le tuyau médiéval » (Benoît, 2007), des composantes économiques, et surtout financières, qui rentre en compte dans le choix des matériaux. Le bois et la céramique étaient effectivement bien moins coûteux que l’usage du plomb mais plus facile à briser. Le plomb supporte qui plus est

mal les fortes pressions, contraignant à l'utilisation de tuyaux à faibles diamètres. Il semblerait donc qu'il ait été mis en œuvre dans des objectifs très précis. Paul Benoît conclut son analyse des matériaux ainsi :

« Le choix de la matière du tuyau dépendait donc de multiples facteurs dont le prix des matériaux, donc des capacités financières du promoteur de l'opération, des nécessités techniques et sans doute de traditions locales qu'il est difficile d'évaluer dans l'état actuel de la recherche » (Benoît, 2007, p. 68)

1.3.2.2.3. Les puits et le captage des eaux

Les puits n'ont été que peu traités dans les recherches hydrauliques sur le Moyen Âge. Les études sur la ville rapportent assez clairement que le puits est plus souvent un ouvrage privé que public (Guillerme, 1983 ; 1985 ; Alexandre-Bidon, 1992 ; Dessales, 2013), et que dans le cas d'une structure publique, il est majoritairement situé extra-muros. À l'instar des aqueducs, aucune typologie n'a pu être observée, si ce n'est via les sources iconographiques (Alexandre-Bidon, 1992). Celle-ci repose essentiellement sur la technique de puisage, à tambour, à balancier, à roue, etc. et ne permet pas de nous renseigner sur la mise en œuvre bâtie ou sur le captage de l'eau.

Celle-ci peut se faire principalement de cinq manières, selon le dossier de l'association OCRA-Lyon⁷ (Figure 19) :

- un ***puits artésien***, où l'eau jaillit naturellement à la surface sans l'intervention anthropique et est ensuite collectée
- des ***galeries de captage***, où l'eau s'infiltré par percolation pour être collectée
- un ***puits simple***, qui descend jusqu'à la nappe pour faire remonter l'eau ou qui la capte par percolation

⁷ Branche lyonnaise indépendante de l'association OCRA (Organisation pour la Connaissance et la Restauration d'Au-dessous-terre), basée à Paris [en ligne : <https://www.ocra-lyon.org/les-dossiers/captages-des-eaux-souterraines/>]. Notons que les sources de ces informations ne sont pas données.

- un *puits à galeries*, où des galeries alimentent le puits, seules ou de surcroît à l’eau collectée par le puits
- un *puits-source*, qui ne remonte pas nécessairement jusqu’à la surface et qui alimente un canal de décharge en cas de trop plein

Le type du puits permet, contrairement aux deux premiers types, de stocker au moins partiellement les eaux collectées. Les consommateurs peuvent directement puiser l’eau depuis la surface, mais le puits peut aussi alimenter un aqueduc ou une conduite qui transporte l’eau à une fontaine.

1.3.2.2.4. Les fontaines

Le terme de *fontaine** s’avère ambiguë puisqu’il désigne à la fois une « *source d'eau vive jaillissant du sol naturellement ou artificiellement, et se déversant généralement dans un bassin* » et « *l'édicule de distribution d'eau, simple ou architecturé, comprenant au moins une bouche d'où l'eau s'écoule dans une vasque ou un bassin* »⁸. Cette utilisation commune peut porter à confusion, c’est pourquoi je préférerai considérer la fontaine comme la structure bâtie permettant de récupérer l’eau. Celle-ci peut être alimentée par un puits artésien tout autant qu’une conduite mais est de facture anthropique.

Comme le fait justement valoir André Guillerme en 1985, les fontaines que l’on rencontre dans les villes médiévales françaises sont « *bien loin ici des belles fontaines aux eaux jaillissantes édifiées aux XII^{ème} et début XIII^{ème} siècle en Italie* » (Guillerme, 1985). On constate en effet que la majeure partie des fontaines décrites par les sources textuelles, ainsi que celles toujours en élévation, consistent surtout en un bassin alimenté par une conduite. Elles sont souvent équipées d’un trop-plein qui évacuent le surplus dans un canal de décharge, assurant une circulation continue des eaux, et donc une certaine propreté de celles-ci (Gouédo-Thomas, 1992, p. 508-509). Dans son *Théâtre d’agriculture*, Olivier de Serres dit précisément : « *La fontaine doit avoir un trou pour que l’eau en surplus s’écoule* » (Serres, 1600). L’analyse

⁸ « Fontaine », dictionnaire Larousse [en ligne : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/fontaine/34519>, consulté le 13 mai 2019].

comparative de l'iconographie et des données archéologiques de Catherine Gouédo-Thomas vient corroborer cette image de la fontaine "basique", en opposition à une fontaine "complexe", plus ornementale (Gouédo-Thomas, 1992, p. 508-509). Si ces dernières ont bien existé, leur nombre est moindre et leur fonction manifestement différente, plus proche, sûrement, de celle des fontaines italiennes.

1.3.3.ÉLÉMENTS D'HISTORIOGRAPHIE

S'il m'est évidemment impossible de dresser une historiographie exhaustive de l'hydraulique médiévale, je tiens à souligner trois points centraux de la recherche en hydraulique, essentiellement relative aux travaux d'adduction des eaux.

1.3.3.1.Apports de l'hydraulique antique en médiéval

Premièrement, il faut reconnaître la prééminence des antiquistes en hydraulique. C'est par les ouvrages monumentaux gallo-romains que la recherche s'est d'abord intéressée aux techniques hydrauliques anciennes. La thèse de Germain de Montauzan, parue en 1908 (Germain de Montauzan, 1908), par son analyse des aqueducs de Lyon, développe un véritable manuel de l'hydraulique gallo-romaine, offrant une réflexion théorique sur la régulation des pentes, l'organisation générale du réseau, du captage et sur la construction à proprement parler des structures. Son travail a posé d'importantes bases pour la compréhension des réseaux hydrauliques antiques et les manières d'aborder les aspects les plus fastidieux de cette discipline, d'ordinaire étudiée par les ingénieurs. Au vu des lacunes en hydraulique médiévale, on peut se permettre d'exploiter cette analyse technique afin de répondre à des interrogations diachroniques. L'approche de Germain de Montauzan permet aussi d'apporter, pour le Moyen Âge, des pistes de réflexion similaires.

Contrairement à ce que l'on observe pour la période médiévale, Laëtitia Borau souligne dans sa thèse « *la lenteur des recherches de la France septentrionale [...qui] fait pâle figure par rapport au dynamisme des études de la France méridionale* » (Borau, 2010, p. 41). Le tome 62 de la revue *Gallia*, paru en 2005, sur les aqueducs de la Narbonnaise, propose de faire un état des lieux de la recherche récente au travers

d'études de cas. Les études du pont du Gard et d'un tronçon souterrain de l'aqueduc de Nîmes, dont il fait partie, permettent d'aborder une pluridisciplinarité qui se développe depuis une quarantaine d'années et de revenir sur certains aspects plus techniques, notamment relatives au chantier de construction du pont du Gard (Paillet, 2005). Ce numéro revient aussi sur l'analyse des concrétions carbonatées, déposées à l'extérieur et à l'intérieur de l'aqueduc d'Arles (Guendon, Leveau, 2005). L'étude des dépôts carbonatés dans les structures hydrauliques se développe depuis les années 1970, avec l'analyse de ceux de l'aqueduc de Nîmes en 1974 par Jean-Claude Gilly. Elles permettent de traiter dans un même temps des questions d'entretien de la structure, du taux calcaire et du débit d'eau par l'extrapolation de la vitesse d'accrétion et de proposer des datations par comptage des lamines ou utilisation de la technique $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$ ⁹. Qui plus est, l'aqueduc de Nîmes et son pont du Gard sont des laboratoires de recherche en hydraulique particulièrement privilégiés. Si leur monumentalité et leur contexte ne peuvent être comparés aux aménagements que l'on rencontre à Moissac, et plus généralement, en ville, il est intéressant d'exploiter l'impressionnante quantité de données qu'ils ont produit, ne serait-ce qu'en terme de méthode. Les recherches en hydraulique antique, abordant des structures similaires mais toutefois différentes de la période médiévale, ont donc permis d'établir une certaine méthodologie d'étude, laquelle peut être exploitée par les médiévistes.

Par ailleurs, la "transition", à défaut d'un terme plus pertinent, entre l'hydraulique antique et médiévale reste à définir. La monumentalité gallo-romaine si éminemment reconnue comme l'apanage de l'hydraulique antique reste, malgré elle, peu représentative de celle-ci. Les structures les plus tardives demeurent assez mal connues et gagneraient à être l'objet d'une collaboration entre médiévistes et antiquistes.

⁹ Voir « Méthodologies et problématiques », p.43.

1.3.3.2.L'hydraulique monastique

Deuxièmement, l'importance de l'hydraulique monastique dans la constitution d'une recherche en hydraulique pour le Moyen Âge n'est pas à négliger. Celle-ci fait l'objet d'une prolifération documentaire permettant une entrée dans l'hydraulique médiévale par les historiens, puis les archéologues. Si la différenciation entre eaux civiles et eaux monastiques est parfois difficile à distinguer, surtout en ville, on sait que le partage des structures de captage était source de conflit entre commune et abbaye¹⁰. Cependant, il apparaît que les premières n'ont guère été traitées, aussi est-il nécessaire d'avoir recours à l'hydraulique monastique de manière à évaluer les techniques.

La richesse documentaire et bibliographique dont bénéficient les monastères en terme de recherche hydraulique n'est pas homogène d'un ordre à l'autre : l'ordre cistercien est largement surreprésenté. Ceci s'explique du fait de l'excellente conservation des vestiges dans les abbayes cisterciennes. Gilles Rollier souligne dans sa thèse que les monastères cisterciens sont d'autant plus privilégiés qu'ils sont ruraux et n'ont pas eu à connaître la perturbation d'une expansion urbaine laïque alentour, *a contrario* des clunisiens, qui ont « *composé leur histoire avec celle des bourgs qui se sont constitués ou réorganisés autour de leurs enceintes* » (Rollier, 2010, p. 9). Une hypothèse que son collègue Paul Benoît corrobore : selon lui, ce choix d'implantation a permis la conservation des réseaux « *même en cas de destruction des bâtiments* » conventuels (Benoît, 1996, p. 480).

S'il faut se montrer prudent dans les comparaisons inter-ordres afin de ne pas perdre la pertinence de leurs différences topographiques, on remarque que l'eau occupe une place centrale dans la vie monastique. La règle de saint Benoît mentionne dans le chapitre 66 qu'afin que les moines n'aient pas à sortir du monastère, il était préférable quand l'endroit le permettait, de s'installer de façon à ce que tout soit

¹⁰ C'est notamment le cas à Moissac, comme le rapportent les travaux d'Andurandy en 1730.

préalablement à l’intérieur de l’enclos monastique¹¹. Elle requiert notamment la présence d’un moulin au sein de l’abbaye, ce qui peut en partie expliquer l’affinité prégnante entre monachisme et meunerie. La singularité de l’hydraulique cistercienne se caractérise selon Paul Benoît par son intérêt pour l’énergie hydraulique (bief, moulins, chaussées, etc.) (Benoît, 1996), ce qui peut expliciter, par de la surreprésentation cistercienne, l’importance des moulins dans les études hydrauliques. Par ailleurs, si les ordres ont tous fait appel à l’hydraulique, leur représentativité, comme je l’ai mentionné, est hétérogène. Pour prendre un exemple, les Bénédictins sont souvent considérés comme n’ayant pas eu recours à une gestion de l’eau complexifié : Klaus Grewe dément cette idée persistante par son analyse du plan hydraulique du monastère de Christchurch, qui présente une utilisation développée des structures d’adduction et d’évacuation (Grewe, 1996).

L’historiographie de l’hydraulique monastique est foisonnante : tantôt traitée pour ses innovations techniques (Pressouyre, 1994), tantôt pour son utilisation liturgique, tantôt pour son intégration architecturale au monastère. Le regard de la société sur sa propre utilisation de l’eau émerge au XVIII^e siècle avec les premières études hydrauliques de Blaise Pascal (Rollier, 2010). L’intérêt des historiens pour certains aspects de l’hydraulique monastique, à savoir notamment la circulation et l’approvisionnement en eau, ainsi que les moulins se manifeste très tôt. L’hydraulique monastique a fait l’objet d’un nombre grandissant d’études archéologiques et historiques à la fin du XX^e siècle. Les actes du colloque de Royaumont (Pressouyre, Benoît, 1996) se présentent comme la synthèse récente la plus complète et la plus aboutie en terme de compilation et d’analyse des données archéologiques sur l’hydraulique monastique européenne, en essayant de traiter autant que possible tous les ordres monastiques. Paul Benoît y propose par ailleurs un essai de chronologie de cette ingénierie hydraulique et pose la question de la spécificité technique inhérente à un ordre (Benoît, 1996). La thèse, plus récente, de Gilles Rollier en 2010, s’intéresse

¹¹ ...pour que les moines ne soient pas forcés de se répandre à l’extérieur, ce qui ne convient nullement à leur âme. « Monasterium autem, si possit fieri, ita debet constitui ut omnia necessaria, id est aqua, molendinum, hortum vel arte diversas intra monasterium exercentur, ut non sit necessitas monachis vangandi foris, quia omnino non expedit animabus eorum » De hostiarii monasterii. (Rollier, 2010, p.11).

au cas particulier de Cluny, dans la poursuite de plusieurs campagnes de fouilles (Rollier, 1998 ; 2010), et a l'intérêt de proposer une synthèse des différentes topographies d'implantations des monastères et de l'histoire de l'hydraulique monastique de l'Antiquité au Moyen Âge.

La fin de l'Antiquité voit un déclin manifeste de l'utilisation des aménagements hydrauliques en place et plus particulièrement les aqueducs monumentaux (Guillaume, 1983 ; Pressouyre, Benoit, 1996 ; Rollier, 2010). Les questions de potentielle continuité ou rupture avec l'Antiquité tardive n'ont pas pour l'instant fait l'objet de recherches approfondies et on ne peut que souhaiter que ce soit le cas à l'avenir. La période du haut Moyen Âge est complexe à aborder du fait des lacunes documentaires et archéologiques. Les sources écrites qui nous sont parvenues sont rares et plus généralement, l'hydraulique et l'intérêt des populations médiévales pour leur gestion de l'eau est difficilement perceptible. Dans sa chronologie, Paul Benoît propose de voir au haut Moyen Âge l'émergence de l'hydraulique monastique à proprement parler. Il souligne par ailleurs la méconnaissance des systèmes clunisiens, tout en précisant d'une part, qu'il est attesté que les moines de Cluny avaient une remarquable connaissance et mise en pratique des structures hydrauliques, et d'autre part, que cette lacune historiographique est à déplorer car le Haut Moyen Âge est ce qu'il appelle la période du « *monachisme triomphant, l'ère de la domination clunisienne* » (Benoît, 1996, p. 478).

L'hydraulique monastique a permis de s'intéresser aux pratiques de gestion de l'eau chez les populations médiévales quand, moulins mis à part, ce n'était guère le cas et de développer une base de connaissance sur les techniques employées. Une question demeure toutefois : dans quelle mesure est-il possible d'exploiter les données relatives aux monastères afin d'analyser les structures civiles, qu'elles soient communales ou privées ? Gilles Rollier compare, à raison, la ville et le monastère, soulignant qu'il est « *difficile d'isoler l'hydraulique du monastère de celui de la ville* » (Rollier, 2010, p. 13). Dans son analyse spatiale des monastères, Nicolas Reveyron énonce les mots suivants :

« *Un monastère est un espace construit cohérent et structuré qui a été souvent comparé à celui de la ville. La comparaison est parfaitement justifiée. La ville et*

le monastère, en effet, constituent un espace social qui abrite une communauté structurée, partie intégrante de la société. » (Reveyron, 2014, p. 555)

S’il rapproche évidemment la ville du monastère sur un plan structurel, il en fait également une distinction très nette, et il est à se demander si cette dichotomie abbaye/agglomération est aussi marquée quand il s’agit de structures hydrauliques, qui peuvent parfois être partagées. L’articulation des relations internes au bourg monastique sur cette gestion de l’eau, pour l’alimentation autant que l’organisation des bords de fleuve, est une question encore en suspens.

1.3.3.3.L’archéologie subaquatique

Troisièmement, les données produites par une archéologie fluviale en plein essor entraînent un renouvellement des connaissances sur les structures en lien avec les rivières. Celle-ci se distingue assez nettement de l’archéologie sous-marine et, au sein de l’archéologie subaquatique, des zones lacustres. Son développement, à l’instar des sciences paléoenvironnementales et de l’archéologie médiévale, est relativement récent, puisqu’il remonte aux années 1960-1970. Les tâtonnements des débuts, et l’introduction progressive de la plongée, permettent une discipline nouvelle de se construire. La fondation en 1966 de la DRASM, puis en 1980, du CRNAS, permettent la consolidation et l’essor de la recherche du patrimoine submergé. Les deux organisations fusionnent en 1996 pour former le DRASSM (Bonnin, 2000, p. 31 ; Horevoets, 2017, p. 22).

Les difficultés présentées par la fouille en rivière – forte turbidité de l’eau, courants dangereux, etc. – ont longtemps maintenu l’idée que les opérations archéologiques y étaient impossibles à mener. Depuis les premières fouilles dans les années 1960 sur la Charente par Jean Chapelot et Éric Rieth (Chapelot, Rieth, 2004 ; 2007), et le suivi de dragage sur la Saône par Louis Bonnamour, l’archéologie subaquatique a été rationalisée par un travail scientifique. La Saône est le premier fleuve à avoir été prospecté et étudié de manière systématique, par Louis Bonnamour (Bonnamour, 2000), établissant ainsi une méthode de travail, qui sera reprise par Annie Dumont lors de son étude du Doubs (Dumont, 2013) ou des sites de la Charente, aux côtés de Jean-François Mariotti (Dumont, 2007 ; Dumont, Mariotti, 2013). Les travaux

qu'ils ont conduits ont réellement mis en lumière tout l'intérêt qu'il y a à aborder la plaine alluviale dans son ensemble et son occupation, ainsi que la richesse des vestiges qu'elle abrite. Les conditions humides autorisent effectivement la conservation des matières organiques et la fouille subaquatique met au jour des types de mobiliers qui n'auraient peut-être pas été retrouvés en fouille terrestre. Elles favorisent donc l'usage des méthodes de datation ^{14}C et dendrochronologique (Bonnin, 2000, p. 32).

L'apport de l'archéologie subaquatique, et des méthodes qu'elle a permis de développer – prospections sonar, exploitation de la bathymétrie à des fins archéologiques, analyse du profil en long d'un fleuve, etc. – dans l'étude des structures hydrauliques a servi à réexaminer les aménagements fluviaux. Elle autorise une approche fine et sérieuse de ces structures, de leurs techniques de constructions et plus généralement, au niveau des relations avec le paléoenvironnement, de l'évolution qu'elles ont pu subir. L'axe des ponts, par exemple, peut être significatif des mouvements de la rivière. Un pont est construit perpendiculairement au fleuve et le désaxement qu'Annie Dumont observe à la Charité-sur-Loire sur le pont en bois est un témoin parlant de ces déplacements géomorphologiques (Dumont et al., 2014, p. 6). L'équipe de Dumont a ainsi pu proposer, à partir des données compilées, une restitution du cours de la Loire au XIII^e siècle (Figure 20). Cette exploitation "géoarchéologique" de la géomorphologie fluviale s'est elle aussi développée en parallèle de l'archéologie subaquatique, à partir des années 1970-1980¹². Le large déploiement de technologies d'acquisition des données – LIDAR, sonar, bathymétrie – et leur précision croissante, ont beaucoup profité à ce développement.

Cette discipline, encore récente, fournit donc de nouvelles pistes d'analyse de la gestion des fleuves par les populations médiévales, et en grandes quantités. Les équipes sont malheureusement trop peu nombreuses, souvent débordées, et sont dans l'incapacité de couvrir l'ensemble du territoire. On observe donc une zone blanche de l'archéologie subaquatique en région Occitanie – front méditerranéen excepté, du fait des estuaires. Quelques prospections sur la Garonne ont bien été conduites par Jean-

¹² Voir « La géomorphologie fluviale », p.26.

Michel Lassure (Lassure, 2009) mais ce sont là les rares exemples d’opérations sur les cours d’eau dans le sud-ouest de la France. La thèse d’Anh-Linh François, en préparation depuis 2016, sur les structures en lien avec le transport fluvial sur la Garonne et sur l’Adour, permettra peut-être de voir émerger des projets d’opérations et, je l’espère, leur multiplication (François, [en préparation] ; François, 2019).

2.MOISSAC ET SON CONTEXTE

Ainsi que je l'ai présenté en introduction, mon objectif premier était d'essayer de comprendre l'articulation de l'ensemble des réseaux hydrauliques et leur intégration dans la ville de Moissac. Aussi, bien qu'il n'ait pas été possible de mener ce projet à bien, j'ai été amenée à traiter les données sur les structures moissagaises afin de faire un tri préliminaire au sein des aménagements hydrauliques. Ceci a donné lieu à une première synthèse analytique. J'ai également travaillé à remettre ces éléments dans un contexte, aussi bien historique, géographique qu'environnemental.

2.1.CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

L'importance d'une contextualisation environnementale solide dans le cadre d'un sujet comme celui-ci apparaît comme évidente. Je me suis donc attardée sur les composantes géographiques, climatique, hydrologique, hydrogéologique et géomorphologique. Les analyses qui ont été conduites à Moissac sont relativement courantes pour une ville moyenne et concernent des périodes très différentes. La majorité des études ont été réalisées dans des problématiques environnementales actuelles, aussi concernent-elles principalement le XX^e et le XXI^e siècle. Si on ne peut envisager les données écologiques actuelles comme un reflet de celles du Moyen Âge, il est possible de s'en inspirer afin d'apporter des éléments de compréhension du milieu.

L'accumulation des informations, actuelles et paléoenvironnementales, permet cependant de dresser un panorama de l'hydrosystème moissagais et de proposer de premières hypothèses sur les relations entre les sociétés urbaines ainsi que leur environnement, et sur les évolutions potentielles de l'anthropisation du bassin versant tarnais. Cela demeure, à l'instar de l'ensemble de cette première année, un travail en cours.

2.1.1.LA COMMUNE DE MOISSAC

La commune de Moissac se trouve au nord-ouest du département du Tarn-et-Garonne (82) qui appartient à la nouvelle région Occitanie (Figure 21). Elle est

rattachée à l'arrondissement de Castelsarrasin, qui se trouve à quelques 7 km au sud. La commune est traversée d'est en ouest par le Tarn, jusqu'à sa confluence avec la Garonne, orientée du sud vers le nord. Les coteaux présents au nord constituent également une réserve hydrologique d'une certaine importance, par le réseau hydrographique de surface et par la nappe alluviale affleurant à leurs pieds (Astruc et al., 1997 ; Bardeau, Le Cointe, 2016). La commune se caractérise par son relief brutal au niveau du passage de la plaine alluviale aux coteaux qui bordent la ville au nord. L'établissement d'un profil altimétrique pour la ville de Moissac, depuis le Calvaire à l'abbaye Saint-Pierre, puis au canal latéral à la Garonne, pour arriver jusqu'au Tarn (Figure 22), montre la déclivité importante des coteaux. Cela explique que le centre urbain se soit principalement développé au pied de ces formations.

L'agglomération de Moissac, aujourd'hui catégorisée comme ville moyenne, se trouve à environ 5 km de la confluence entre le Tarn et la Garonne, dans la plaine alluviale tarnaise. Elle concentre en grande partie les plus de 12 500 habitants de la commune, laquelle est, en dehors de Moissac, principalement rurale. La ville est relativement bien desservie, par la ligne de chemin de fer notamment, construite entre 1821 et 1856, laquelle a fait l'objet de polémiques puisqu'elle a en partie détruit l'enclos abbatial médiéval. Si Moissac a certes perdu en importance depuis le Moyen Âge, le rayonnement patrimonial et religieux de Saint-Pierre n'a pas été entaché, loin s'en faut. Celle-ci demeure une étape importante du chemin de Saint-Jacques-de-Compostelle et la ville continue chaque année d'accueillir plusieurs milliers de pèlerins. Elle est célèbre pour son cloître roman historié, qui est le plus ancien de France, et les productions lapidaires de son portail. L'un comme l'autre ont fait l'objet de quantités d'analyses en histoire de l'art (Klein, 1990 ; Cazes, Scellès, 2001 ; Fraisse, 2007 ; Cazes, Hansen, 2014)¹³ et demeurent, dans l'imaginaire commun, les emblèmes de Moissac.

¹³ Les ouvrages cités ne représentent qu'une partie de ceux qui ont été rédigés sur ces sujets. Il m'a surtout semblé important de mettre en avant les travaux de Quitterie Cazes et Chantal Fraisse sur le programme iconographique du cloître.

2.1.2. CLIMAT ACTUEL DU TARN-ET-GARONNE

Les rivières comme les nappes sont fortement influencées par les événements météorologiques et une connaissance du climat local s'impose d'elle-même. La position particulière du Tarn-et-Garonne entre le bassin Aquitain et les plateaux karstiques érodés du Bas-Quercy et du Massif Central lui confère à la fois un climat montagnard et un climat doux et tempéré, où se confronte les influences des vents atlantiques et méditerranéens. Plus simplement, c'est ce qui est décrit dans les types climatiques comme le type 7 – quand bien même la ville de Moissac se trouve-t-elle à la frontière avec le type 4 (Joly et al., 2010) (Figure 23). Ils sont présentés comme suit :

- Le **Type 7** se distingue par des disparités pluviométriques entre hiver et été : si le cumul annuel est relativement faible, il est souligné qu'il pleut plus en été qu'en hiver. Cependant, l'intensité des précipitations est plus importante durant la période estivale du fait des perturbations orageuses. Il y fait également relativement chaud et la région ne connaît que rarement de gel.
- Le **Type 4** se caractérise par des étés relativement secs connaissant peu de précipitations et une faible amplitude thermique entre été et hiver.

On remarque sur la figure 24 que Moissac se trouve au cœur de l'aire d'influence double, où s'articulent les climats méditerranéen et atlantique, une influence qui se traduit par des confrontations de masses d'air importantes. Cette dualité constante montagne/plaine, Atlantique/Méditerranée, influe sur le régime fluvial déjà fortement inconstant du Tarn (Ambert et al., 1991 ; Bardeau, Le Cointe, 2016). Le régime fluvial du Tarn et de ses affluents est directement impacté par des facteurs climatiques, tels que les précipitations de type méditerranéen ou l'accumulation, puis la fonte des neiges, lié au climat de montagne (types 1 et 2). S'il est établi que la rivière ne permet pas l'alimentation de la nappe au niveau du Tarn-et-Garonne, la violence ou l'abondance des précipitations qui caractérisent l'ensemble hétérogène de climats par lesquels Moissac est concernée, jouent un rôle dans les fluctuations de la zone saturée. L'amplitude de ces fluctuations n'a pas encore pu être

étudiée mais son analyse nous apporterait beaucoup dans l'étude du débit d'eau circulant dans les aménagements hydrauliques et dans celle de la gestion de la zone humide.

2.1.3.LE BASSIN VERSANT DU TARN

Il m'a semblé important de replacer la portion moissagaise du Tarn dans l'ensemble du bassin versant pour la simple et bonne raison qu'une rivière ne peut être réduite à un tronçon et doit être entendue dans l'ensemble de son complexe influent. C'est-à-dire que les rivières, et d'ailleurs, les nappes, ont un fonctionnement propre, influencé par les facteurs intrinsèques et extrinsèques – climatiques, environnementaux, biologiques, anthropiques, etc. – et qu'un élément en amont, même sur un affluent, peut avoir des conséquences en aval qu'il serait impossible de traiter sans une connaissance globale. Aussi, si j'ai sciemment laissé la Garonne et la confluence en dehors de la contextualisation environnementale pour ce premier travail, il sera intéressant à l'avenir de les inclure dans mon propos. Je tiens tout de même à expliquer mon choix : il aurait été très compliqué d'appréhender correctement la confluence de ces deux cours d'eau particulièrement importants et différents. L'étude du phénomène aurait été trop superficielle pour être pertinente, et il m'a semblé plus judicieux de laisser à un travail futur l'inclusion de la confluence et de la Garonne.

2.1.3.1.Le Tarn

Le bassin versant couvre une surface de près de 15 600 km², pour une longueur de rivière d'environ 375 km (Ambert et al., 1991), à la fois plus long et plus large que la Garonne à l'endroit de leur confluence, 5 km en aval de Moissac. Le Tarn est successivement alimenté par des affluents, dont les deux plus importants sont l'Agoût et l'Aveyron, l'un s'y joignant à Saint-Sulpice-La-Pointe, sur la rive gauche, l'autre après Montauban, sur la rive droite. Cet apport important coïncide avec un élargissement de la plaine alluviale, ainsi que la sortie de l'enclavement des falaises karstiques en amont d'Albi. D'autres affluents secondaires l'alimentent, soit de

manière directe, comme le Dourdou ou le Rancé, soit par l'Agoût et l'Aveyron, le Thoré et le Dadou pour le premier, puis le Viaur et le Cérou pour le second (Figure 25)

Le bassin versant est composé de cinq grands ensembles géologiques, hydrologiques et géomorphologiques, étudiés et cartographiés par Ambert et ses collègues dans les années 1990. Il n'y a guère d'autre synthèse de l'intégralité du bassin versant, bien que certaines parties aient été ponctuellement étudiées plus récemment et de manière plus approfondie. C'est ici l'ouvrage de 1991 qui me sert de référence dans le découpage du bassin versant (Figure 26) (Ambert et al., 1991, p. 50-53) :

Le *haut Tarn*, depuis sa source jusqu'à sa confluence avec le Tarnon a un profil irrégulier, dû à une pente importante, estimée à 10%. Il prend sa source à 1 550 m environ, sur le mont Lozère et connaît dans ses premiers temps un dénivelé important, caractéristique des rivières de montagne. Il est rapidement enclavé dans des massifs granitiques et des plateaux micaschiteux. L'apport d'un affluent de régime également pluvio-nival comme le Tarnon ajoute à son débit torrentiel. (Figure 27)

Le *grand Canyon* voit lui aussi un profil relativement irrégulier se dessiner par un dénivelé toujours important. De sa confluence avec le Tarnon jusqu'à celle avec la Muze, après Millau, le Tarn s'engouffre dans un canyon, « *profond de 400 à 500 mètres entre le causse de Sauveterre et le causse Méjean, de plus de 300 mètres encore au droit de Millau* » (Ambert et al., 1991, p. 51). Il est majoritairement constitué de calcaires karstiques, qui favorisent un écoulement des eaux tel que la rivière connaît de fort débit d'étiage, ce qui est moins le cas en aval. D'un point de vue de la géomorphologie dynamique, l'enclavement du Tarn dans son goulot calcaire, étroit et pentu, lui cause aussi d'avoir un débit important, augmenté par l'apport de ses affluents. Il demeure toujours assez peu sinueux, avec de larges méandres peu réguliers.

La *gorge cristalline* s'étend après Millau jusqu'à Saint-Juéry et se caractérise par une pente toujours importante : 70 m de dénivelé en 20 km au pied du Lévezou. Bien qu'amoindri en comparaison avec les parties plus en amont, le débit tarnais reste important. Son profil se régularise doucement mais son tracé change complètement de

morphologie. Le Tarn devient très sinueux, avec des méandres étroits et relativement réguliers. Il sort également des terrains calcaires karstiques tout en demeurant enclavé dans des plateaux micaschiteux incisés et des terrains cristallins. Du fait de son débit et de sa morphologie, cette portion est également le lieu privilégié pour l'installation des barrages hydroélectriques d'EDF (Figure 28). Cette seule partie en compte au moins trois, la Jourdanié, le Pinet et le Pouget. Remarquons que l'implantation d'aménagements hydroélectriques d'une pareille ampleur a des conséquences pour les dynamiques écologiques et géomorphologiques de l'aval, et cela concerne également la conservation des vestiges immergés. Bien que le Tarn n'ait pas fait l'objet d'une étude sur l'impact de ces implantations, sur un plan taphonomique, c'est un élément à garder à l'esprit.

Le *Tarn albigeois et gaillacois* voit un changement géologique et géomorphologique que l'on peut qualifier de radical avec l'amont. Son profil devient très régulier, la pente stable et faible, et son lit s'élargit considérablement. Aucun affluent ne vient en augmenter le cours, aussi, par l'élargissement du lit, l'influence montagnarde des affluents en amont devient très réduite. Son débit se stabilise, bien qu'il continue de connaître l'impact des précipitations et des étiages assez forts, caractéristiques du bassin Adour-Garonne. Géologiquement, le Tarn sort des plateaux cristallins et s'incise dans une large plaine alluviale créée par la succession des terrasses würmiennes. Celle-ci est balisée par des collines mollassiques, elles aussi de formation relativement récente. Bien que la plaine alluviale soit large et sujette à des crues importantes, le nombre de villes qui viennent s'installer sur ses rives est conséquent. Une partie de ces agglomérations sont de fondation antique ou médiévale – pour n'en citer que quelques-unes : Albi, Gaillac, Rabastens, Lisle-sur-Tarn.

Le *Tarn aval* se poursuit depuis la confluence avec l'Agoût à Saint-Sulpice-la-Pointe jusqu'à la confluence avec la Garonne, après Moissac. Il se caractérise par un profil régulier et une pente très faible – moins de 0,4% après Montauban et la confluence avec l'Aveyron. La plaine inondable s'élargit encore : 3 km à Montauban et près de 4 km à Moissac. Le cours du Tarn change d'orientation suite à la confluence avec l'Agoût, puis de nouveau avec l'Aveyron. Ces deux affluents principaux et leur impact sur le Tarn ne sont pas négligeables. S'ils ne modifient pas son débit puisqu'ils

bénéficient, notamment l'Agoût, de régimes similaires, se pose le problème de la synchronie des crues, qui peut être dévastateur pour le Tarn aval¹⁴. D'un point de vue structurel, on voit que le changement d'orientation de la rivière vient inciser la plaine alluviale dans le flanc des formations mollassiques, sur sa rive droite, qui l'alimentent en colluvions.

2.1.3.2.L'Aveyron

L'Aveyron prend sa source dans la commune de Séverac (12), dans le Causse de Séverac-le-Château, à environ 730 m d'altitude (Gravellier et al., 2016). Il touche en rive gauche les terrains cristallins du Rouergue. Son cours se caractérise par d'importants méandres de faible pente, qui incisent une large plaine alluviale. Plus en aval, notamment au niveau de Saint-Antonin-Noble-Val, l'Aveyron est « *encaissé dans une large et profonde vallée* » (Bureau Prévention des Risques et Environnement, 2006, p. 3). Il se jette dans le Tarn près de Villemade (82), à 65 m d'altitude, après 290 km de parcours (Gravellier et al., 2016). Le bassin versant de l'Aveyron, couvrant une surface de près de 550 km², est influencé par un régime pluvial océanique, caractérisé par d'importants débits hivernaux et printaniers, ainsi que des étiages relativement longs et rudes (Bureau Prévention des Risques et Environnement, 2006 ; Gravellier et al., 2016). On ne retrouve cependant pas dans l'Aveyron l'inconstance cévenole que manifeste le Tarn, car il est moins susceptible à la fonte des neiges et aux épisodes météorologiques méditerranéens, en raison de son orientation vers la façade Atlantique.

2.1.3.3.L'Agoût

L'Agoût prend sa source à 950 m d'altitude sur l'Espinouse, situé dans l'Hérault (34), et qui fait la séparation hydrographique entre le bassin Aquitain et Méditerranéen. C'est la zone la plus méridionale du Massif central, que l'on appelle également la montagne Noire, constituée de roches métamorphiques – gneiss, schistes,

¹⁴ Voir « Le problème des crues », p.72.

granits – formant un socle cristallin très dur. Les versants abrupts desquels découle l'Agoût aux abords de Castres lui confère une pente très forte et, conséquemment, un débit important (Géosphair, 2013). Dès lors, la rivière parcourt des terrains sédimentaires dans une plaine alluviale large, bordée de collines molassiques et de plateaux calcaires (Géosphair, 2001). De la même manière que le Tarn, l'introduction de l'Agoût dans sa plaine alluviale se fait de manière brutale. L'un comme l'autre connaissent un fort encaissement et de fortes pentes en amont de la plaine alluviale, et sont influencés par l'instabilité du climat Méditerranéen. Le bassin versant de l'Agoût s'étend sur une surface d'environ 3 528 km², et parcourt 194 km de sa source à sa confluence avec le Tarn à Saint-Sulpice-la-Pointe (81). L'Agoût est à la fois impacté par l'hydrographie océanique venant de l'Atlantique et en amont par « *les perturbations méditerranéennes extensives, caractères qui vont être évidemment conservés par les crues plus en aval* » (Géosphair, 2013, p. 11). Son régime pluvio-nival similaire au Tarn le rend particulièrement sensible aux incidents météorologiques, ce qui aggrave encore le phénomène de synchronie des crues.

2.1.3.4. Le problème des crues

La morphologie géologique du bassin du Tarn, son régime pluvio-nival, ou encore les influences météorologiques auxquelles il est soumis sont autant de facteurs qui expliquent la violence et l'instabilité des crues que le fleuve connaît. La synchronie des crues du Tarn, de l'Agoût et, dans une moindre mesure, de l'Aveyron est une contrainte très importante pour les populations installées dans la plaine alluviale. Les crues sont d'ailleurs relativement fréquentes dans le bassin versant, concentrées principalement sur les mois de mars-avril. Les plus graves ont défrayés la chronique et ont marqué la mémoire collective au fil des siècles. Ainsi André Calvet et ses collègues ont pu reconstituer une histoire des crues dans leurs repères chronologiques de Moissac (Calvet et al., 2007, p. 21-24) (Figure 29). La comparaison des dates des événements permet de mettre en avant la position secondaire de l'Aveyron comme exhausteur. La corrélation chronologique entre les crues du Tarn et de l'Agoût, et donc ce phénomène de synchronie, semble appuyé par ces tableaux. Je soulignerai toutefois que les sources desquelles émanent ces données sont très différentes et leur fiabilité peut être mise en doute, notamment pour les incidents les plus anciens. Il convient

donc de manier ces informations avec prudence tant qu'une étude plus approfondie n'a pas été menée.

La crue de 1930 constitue un évènement d'une ampleur extrême qui a causé d'énormes dommages, matériels et humains, sur tout le bassin versant du Tarn. C'est la plus grave et la plus dommageable qu'a connue la France au XX^e siècle au moins – rien qu'à Moissac, elle a détruit plus de 600 habitations et fait environ 120 morts. Cette crue est le fruit d'une concordance d'éléments, météorologiques et de structure (Pardé, 1930a ; 1930b ; Ambert et al., 1991) :

- Les nappes étaient déjà préalablement saturées du fait d'un hiver 1929-1930 particulièrement humide. Pardé remarque qu'à Lavaur (81), le taux de précipitations entre octobre et janvier a été 80% supérieur à la normale (Pardé, 1930b, p. 367). Les pluies de la fin février, d'environ 30 à 50 mm ont semble-t-il achevé de porter les nappes à saturation (Ambert et al., 1991, p. 56). Aussi quand sont survenues les averses du 1^{er} au 4 mars 1930, les eaux n'ont pas pu s'infiltrer dans les sols.
- La neige accumulée à partir de 600-800 mètres d'altitude depuis le milieu du mois de février n'a commencé à fondre que tardivement, aux alentours des 26 et 28 février. Si Maurice Pardé considère que son apport dans la crue n'a pas été déterminant, la fonte des neiges a tout de même représenté entre 1/5^e et 1/7^e de la lame d'eau écoulee* (Pardé, 1930b, p. 370).
- La morphologie du bassin, je l'ai mentionné, présente en amont de la plaine alluviale du Tarn et dans tout le bassin de l'Agoût, de fortes pentes et une structure enclavée qui ont accentué le débit déjà rapide des eaux (Figure 30).
- Les averses du 1^{er} au 4 mars 1930 ont couvert l'ensemble du Midi toulousain, et ont été particulièrement intenses dans la partie orientale du bassin versant, sur le Massif central et la montagne Noire. Elles ont été très importantes en amont de la plaine alluviale – entre 135 et 196 mm – et plus faibles vers l'aval – entre 60 et 131 mm – mais toujours en continu – entre 48 et 60h d'affilé (Ambert et al., 1991, p. 56-57). Ces pluies aux mélanges

des influences méditerranéennes et cévenoles ont déversé un total de 2.5 milliards de m³ sur des sols déjà saturés d'eau et de neige, résultant inévitablement en de nombreux départs de crue.

- La synchronie des crues, notamment du Tarn et de l'Agoût, qui ont été très touché par les précipitations, a provoqué une augmentation considérable du débit (Figure 30), et ce malgré l'élargissement progressif de la plaine alluviale. La confluence de leurs eaux à Saint-Sulpice-la-Pointe a marqué un record de hauteur par rapport au lit mineur : plus de 19,59 m.

La figure 30 propose de revenir sur quelques chiffres significatifs de l'ampleur de cette crue de 1930. La lame d'eau précipitée* représente près de 70% des 1,85 milliards de m³ de la lame d'eau écoulée à Moissac entre le 2 et le 6 mars (Ambert et al., 1991, p. 58), un taux énorme. Ceci explique l'envergure des dégâts constatés dans la ville, notamment au niveau du quartier Sainte-Blanche qui fut en grande partie détruit (Figure 31). La hauteur moyenne des crues à Moissac, entre 1766 et 1999, est d'environ 6.90 m. Les figures 32 et 33 proposent deux restitutions de la surface touchée par les crues à Moissac, respectivement à 6.85 m et à 8.77 m¹⁵ – alors que la crue de 1930 a atteint les 9.10 m.

La fréquence des inondations subies par Moissac, ainsi que leur violence, sont des facteurs qui ont nécessairement dû être pris en compte dans l'implantation, d'abord de l'abbaye, puis du bourg monastique. L'évolution de la plaine alluviale moissagaise¹⁶ pendant le Moyen Âge, montre que cela a effectivement été le cas puisque la vieille ville est implantée au pied des coteaux, en léger surplomb (Figure 27) et à bonne distance du Tarn. Il serait aussi très instructif d'étudier avec plus de précisions les relations internes à l'hydrosystème du bassin du Tarn, entre la nappe et la rivière, qui sont intimement liées en cas de crue.

¹⁵ Modèles de crues proposés par le service Urbanisme de la ville de Moissac.

¹⁶ Voir « Évolution de l'anthropisation », p.80.

2.1.3.5. Omniprésence anthropique

Je me permets de faire une courte parenthèse quant à l'anthropisation importante des bords du Tarn, notamment dans la plaine alluviale. La présence humaine et la gestion du territoire ont joué un rôle dans l'évolution progressive de la rivière. Les rives du Tarn ont été très tôt le lieu privilégié d'une implantation humaine qu'il est difficile d'évaluer précisément ici. On sait que les plaines alluviales, comme le dit Gilles Arnaud-Fassetta, sont un lieu privilégié de l'implantation humaine (Arnaud-Fassetta, 2008, p. 2). La figure 34, bien qu'incomplète à bien des égards, met en lumière deux notions importantes :

- Une grande, sinon totale, majorité des villes représentées sur cette carte sont à proximité d'un cours d'eau.
- La plaine alluviale présente clairement une concentration de l'occupation groupée (agglomérations, villes, villages).

Cependant, l'influence qu'ont pu avoir une pareille répartition de l'occupation et les différents types d'installations – urbaines, agricoles et hydrauliques – sur le Tarn, n'a fait l'objet d'aucune analyse à ce jour. Une collaboration entre géomorphologues, ruralistes et urbanistes pourrait nous éclairer sur les mécanismes relationnels entre les populations anciennes et leur environnement fluvial, dans le bassin versant tarnais. Je ne m'attarderai donc pas sur le sujet, puisqu'il n'est pas traité, et soulignerai que les quelques études disparates conduites, entre autres, à Moissac, sont, elles, bien prises en compte dans mon analyse et permettent des amorces de compréhension de ces processus complexes.

2.1.4. GÉOLOGIE ET GÉOHYDROLOGIE DE MOISSAC

2.1.4.1. Contexte géologique

Avec la présence de la confluence avec la Garonne à quelques 5 km, Moissac se trouve aux marges d'un « *ensemble alluvial de grande importance* » (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 29), qui a fortement modelé le paysage tant géologique qu'hydrogéologique. Si la carte géologique harmonisée présentée dans la figure 35

n'est certes pas concentrée uniquement sur la ville de Moissac mais sur la nappe alluviale du bassin Adour-Garonne, elle permet à la fois un focus précis et une contextualisation régionale.

La ville est située sur la basse plaine, composée d'alluvions fines (argiles, limons, sables fins décalcifiés). Son extension correspond à celle des dernières crues, de 1875, 1930 et 1952 (Bardeau, Le Cointe, 2016). Les alluvions les plus récentes ont en revanche une extension plus limitée sur les bords du Tarn du fait de son enclavement important. Sur la rive gauche du Tarn, les formations géologiques des basses terrasses demeurent relativement jeunes puisque leur apparition est estimée pendant la dernière glaciation Würm (100 000 – 10 000 BP). Elles sont composées de « *matériaux assez frais de couleur grise, où les granites, grès et schistes sont également décomposés jusqu'au centre du caillou roulé* » (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 28). Contrairement à la Garonne, cette portion de la rive gauche du Tarn est exclusivement composée des basses terrasses situées entre les deux rivières.

Les importantes formations molassiques contre lesquels s'appuie la ville de Moissac sont, elles, estimées de l'Oligocène (33,9 à 23,03 Ma) et du Miocène (23,03 à 5,333 Ma). Elles sont caractérisées par des faciès dominants calcaires, notamment pour le Stampien – dit aujourd'hui Rupélien – (33,9 à 27,82 Ma). Les alluvions de la basse plaine viennent recouvrir en partie la molasse qui affleure au pied des coteaux, créant des couches successives d'alluvions et de colluvions. Si l'on peut affirmer que les crues du Tarn ont participé à la sédimentation alluvionnaire, on ne peut qu'émettre des hypothèses sur la cause de l'accumulation des colluvions. L'équipe de Gert Verstraeten a montré que l'anthropisation des bords de rivière, mais aussi la déforestation et l'exploitation agricole, plus ou moins intensive, participent à l'accélération de l'érosion des sols et ont des conséquences relativement importantes sur la géomorphologie fluviale (Verstraeten et al., 2017 ; Notebaert et al., 2018). Ils prennent plusieurs études de cas afin de faire une étude comparatiste de l'influence anthropique sur les bassins versants – en Belgique, Turquie et aux États-Unis. Il n'est évidemment pas possible d'appliquer tel quel le modèle proposé pour le bassin versant de Dijle (Belgique) au reste de l'Europe occidentale (Figure 36). Le type de cultures, leur gestion, les épisodes climatiques anciens, l'urbanisation de la plaine alluviale sont

autant de facteurs qui ont pu influencer l'érosion des sols et modifier la morphologie fluviale. Dans le cas de Moissac et du Tarn-et-Garonne, nous n'avons pas assez d'éléments à ce jour pour pouvoir l'affirmer. L'origine des colluvions qui couvrent successivement l'affleurement molassique est sûrement plurielle, et si l'anthropisation a probablement joué un rôle dans l'accélération de ce processus, il n'est pas possible d'évaluer en quelles proportions¹⁷. Une étude géomorphologique plus large que celle déjà conduite à Moissac (Leigh et al., 2018) et une analyse de la gestion du territoire alentours, notamment en amont, au travers des sources textuelles, des prospections archéologiques et des prélèvements polliniques pourraient, à l'échelle du bassin versant, permettre de proposer un modèle d'évolution du Tarn.

2.1.4.2. Contexte hydrogéologique

L'analyse hydrogéologique de Moissac est quelque chose de complexe à présenter. La ville a bien fait l'objet d'une étude hydrogéologique en 2016 afin de prévenir les problèmes de conservations liés à l'infiltration des eaux dans le sous-sol de l'église Saint-Martin (Artelia, 2016). Néanmoins, cette unique étude constitue une fenêtre trop étroite et ponctuelle dans le temps pour permettre une véritable analyse du contexte hydrogéologique de Moissac. Les renseignements sur les "niveaux d'apparition de la nappe"¹⁸ fournis par les opérations archéologiques et l'étude géotechnique de l'abbaye (Ugaglia, 1985 ; Broecker, 1986 ; Cazes, 2010 ; Fondasol Géotechnique, 2010 ; Georges, 2012 ; 2015 ; Lefebvre et al., 2013 ; Lefebvre, 2019) n'autorise pas de lecture cohérente de la nappe et de son fonctionnement. Le rapport de 2016 sur la nappe alluviale du bassin Adour-Garonne offre tout de même un contexte plus large et une tendance qu'il est intéressant d'aborder (Bardeau, Le Cointe, 2016). Il convient toutefois d'émettre deux réserves : premièrement, l'hydrogéologie étant une discipline en soi, cette seule année ne m'a pas été suffisante pour prospecter l'ensemble des données disponibles, ni d'assimiler assez de notions afin de les

¹⁷ Voir « L'influence anthropique sur le milieu naturel », p.80.

¹⁸ Cette terminologie est à prendre avec beaucoup de précautions car les sols moissagais sont gorgés d'eau et les remontées qui peuvent apparaître lors de fouilles archéologiques ne correspondent pas nécessairement avec ce que les hydrogéologues appellent la nappe.

comprendre pleinement. Il adviendra d'approfondir ma lecture du rapport et de m'aventurer au-delà des principaux points énoncés ici. Secondement, Moissac est à cheval, non pas sur un mais deux aquifères (Figure 37) : la nappe captive de l'Agenais-Quercy, qui se situe sous les coteaux molassiques au nord de la ville et la nappe alluviale libre de l'interfluve Aveyron-Tarn. Le rapport de Bardeau et Le Cointe concerne principalement la seconde, aussi ne suis-je à ce jour pas en mesure d'avancer d'information sur la première.

Ceci étant dit, cette publication propose, entres autres contextualisations méthodologiques et régionales, de créer un modèle d'évolution de la nappe alluviale de l'Adour-Garonne. Pour cela, les auteurs se fondent sur la carte piézométrique d'octobre 1996 (Figure 38), qui avait été réalisée « *en période de basses eaux* » (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 46). Son interpolation, couplée aux données acquises en 2013, ont permis de cartographier les *charges hydrauliques** initiales (Figure 39), soit « *les hauteurs piézométriques [...] appliquées dans chaque maille du modèle* » (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 46)¹⁹. La matérialisation de ces données, que ce soit les niveaux piézométriques ou les charges hydrauliques datant de 1996, facilite la lecture des résultats obtenus entre 1995 et 2015. Elles ont permis de produire une courbe de simulation qui sert de point de comparaison et ainsi, à évaluer l'évolution des oscillations piézométriques et des variations de charge. Les analyses conduites par les auteurs sur ces données accumulées entre 1995 et 2015 résultent en une chronique piézométrique. Celle-ci met en lumière les faibles fluctuations saisonnières des basses plaines de l'interfluve, entre 1.5 et 2 m tout au plus (Figure 40), et les différences légères dans les variations du Tarn et de l'Aveyron – variations plus accentuées pour l'Aveyron (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 132). Les bornes chronologiques demeurent évidemment très limitées dans le cadre des études archéologiques et les éléments à disposition ne permettent pas de faire d'extrapolation sur le temps long du modèle. Je tiens néanmoins à souligner l'intérêt qu'il y a, selon moi, à connaître finement le

¹⁹ La charge hydraulique est une mesure surfacique du potentiel de l'eau et lui est proportionnelle, contrairement au niveau piézométrique, qui correspond au niveau supérieur de la nappe, autrement dit, une altitude. L'altitude de la charge hydraulique peut correspondre au niveau piézométrique mais ce n'est pas nécessairement le cas.

fonctionnement hydrogéologique actuel afin d'émettre de premières hypothèses sur les relations des populations médiévales avec la nappe, plus particulièrement lorsque se pose la question du captage.

Le rapport nous apporte également des informations sur les modalités d'alimentation et de drainage de la nappe alluviale (Figure 41 et 42). L'histogramme de Bardeau et Le Cointe présente les proportions des éléments des bilans hydrologiques et doit être mis en perspective avec un second histogramme (Figure 43) qui introduit les volumes d'eau alimentant ou drainant la nappe. Si les proportions semblent relativement stables sur la période donnée, il apparaît que les volumes d'eau, eux, varient. Les années 2001-2002, 2004-2005 et 2011-2012 ressortent par exemple comme des « *années sèches* » (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 156).

La figure 42 met en valeur le rôle prédominant des infiltrations pluviales (48,5%) dans l'alimentation de la nappe et celui des rivières (50,7%) et des débordements (24,1%) dans le drainage. Les prélèvements anthropiques restent relativement importants mais à échelle moindre, avec seulement 11,95%. Les relations nappes/rivières en terme d'alimentation et de drainage peuvent être réciproques, de manière ponctuelle, saisonnière ou continue. Ces relations ne sont naturellement pas homogènes sur l'ensemble du cours d'eau. La position de la nappe, la porosité des sols – porosité efficace*, imperméabilité, etc. –, la hauteur des murs et le niveau de la rivière sont autant de facteurs qui rentrent en compte dans cette structure. Dans le cas de l'interfluve Tarn-Aveyron et de la nappe alluviale, Bardeau et Le Cointe souligne que, comme dans la majeure partie des cas, c'est principalement la nappe qui alimente la rivière, ce qui est corroboré par la carte des relations nappes-rivières (Figure 44). Celle-ci présente en négatif (bleu) le drainage de la nappe par la rivière et en positif (jaune à rouge), l'alimentation de la nappe par la rivière (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 140-141). Or, Moissac se trouve précisément dans une zone bleue foncée – soit 1 000 à 500 m³/h drainé par la rivière en mai 2008 – et ce même lors d'un épisode de crue (Figure 45). La relation de la nappe et de la rivière à Moissac est donc unilatérale, avec un drainage important de la première par la seconde.

En réalisant la somme des éléments qui viennent d'être présentés, les auteurs établissent un histogramme du stockage de l'eau dans la nappe alluviale (Figure 46),

et donc de l'évolution du volume disponible entre 1995 et 2015 (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 155-156). S'il est possible de faire ponctuellement des observations sur une année donnée, ils statuent cependant que « *sur les 20 années de modélisation, il n'existe pas de tendance globale au stockage ou au déstockage des volumes d'eau présents dans l'aquifère alluvial* » (Bardeau, Le Cointe, 2016, p. 155).

2.1.5. L'INFLUENCE ANTHROPIQUE SUR LE MILIEU NATUREL

2.1.5.1. Évolution de l'anthropisation

La proportion de l'influence anthropique sur le milieu naturel est, comme je l'ai déjà mentionné, particulièrement complexe à évaluer. Les études hydrogéologiques, sédimentaires et géomorphologiques conduites à Moissac, conjointement aux informations stratigraphiques obtenues par les multiples opérations archéologiques, permettent de reconstituer, au moins partiellement les étapes de l'anthropisation. Quatre phases géomorphologiques et sédimentologiques principales ont pu être dégagées en se fondant en grande partie sur l'article de Leigh *et al.*, mais en tenant également compte des données fournies par d'autres sources (Fondasol Géotechnique, 2010 ; Artelia, 2016 ; Bardeau, Le Cointe, 2016 ; Lefebvre, 2016 ; 2019 ; Leigh *et al.*, 2018). Ces phases évolutives sont présentées par la figure 47, comme suit :

Phase 1 – 9 269-9 157 cal. BC – 1 000 AD

Le marais distal, tel qu'on le caractérise au travers des analyses micromorphologiques et géomorphologiques, semble remonter qu'à 9 269-9 157 avant notre ère au moins. On se trouve face à un environnement relativement calme, éloigné du Tarn en direction du nord, alimenté par le bassin versant du Brésidou. Durant le haut Moyen Âge, l'abbaye s'installe sur un cône alluvial au pied des coteaux molassiques, créé par les alluvions du Brésidou (Figure 48) et les colluvions des coteaux. La sédimentation est lente et exempte d'alluvions, indiquant qu'on se trouve en dehors de la plaine inondable. De faibles marqueurs indiquent que le marais aurait

toutefois été anthropisé. La caractérisation de l'occupation du marais n'est pas à ce jour possible.

Phase 2 – Évènement de 1 000 AD

On observe un déplacement latéral du Tarn vers le nord, identifié comme un phénomène relativement rapide à l'échelle du Moyen Âge et du déplacement latéral constant des cours d'eau (Leigh et al., 2018, p. 8). Suite à ce mouvement du fleuve, on observe une augmentation de la fréquence des crues et conséquemment, une sédimentation accélérée de la plaine alluviale, recouvrant au moins partiellement le marais distal, entre 1 000 et 1 150 AD.

Phase 3 – 1 000 AD – 1 200 AD

La nouvelle proximité avec le Tarn entraîne une accélération de la sédimentation et en modifie la composition. Les épisodes de crues apportent des dépôts alluvionnaires importants. Durant cette période, la plaine inondable connaît une surélévation d'environ deux à trois mètres. Des mélanges de gravats et de remblais anthropiques sont discernables dans les sédiments. On remarque également une diminution de l'humidité des sols.

Phase 4 – 1 200 AD-

La sédimentation se poursuit pour constituer les niveaux de circulation que nous connaissons aujourd'hui. L'étude géomorphologique de David Leigh ne mentionne pas l'évolution du rythme de sédimentation, ni de nouveau mouvement ponctuel du fleuve après le XIII^e siècle, aussi il est possible de penser que ceux-ci se sont stabilisés. L'anthropisation de la plaine inondable moissagaise se poursuit cependant. Le *Pourtraict de la ville de Moissac*, de François de Belleforest (Figure 49) montre un noyau urbain toujours éloigné de la rivière au XVI^e siècle. Il rapporte aussi dans sa gravure l'exploitation viticole des coteaux molassiques.

La figure 47 illustre schématiquement l'évolution ici décrite. La nappe a volontairement été exclue puisque ne sont connus que les niveaux piézométriques actuels. Il ne s'agit bien évidemment que d'une ébauche de modèle évolutif qu'il

conviendra d'approfondir et de compléter grâce aux recherches prochaines. Certains points se dégagent de ce début de synthèse :

- L'installation de l'abbaye semble rendue possible par le choix d'un marais distal calme et non sujet aux crues violentes du Tarn comme cela a souvent été pensé.
- L'évènement fluvial de 1 000 AD correspond au début d'une période de prospérité de l'abbaye, qui sera rattachée à Cluny en 1047 (Borzeix et al., 1992, p. 36-37). Les marqueurs d'anthropisation se font plus denses mais ne témoignent pas encore d'une occupation agglomérée (Leigh et al., 2018 ; Lefebvre, 2019, p. 411-412).
- La sédimentation alluvionnaire qui a suivi 1 000 AD a enrichi les sols. Leigh souligne que cela correspond à une période de prospérité de l'abbaye, et propose d'y voir une raison de l'expansion urbaine (Leigh et al., 2018).
- La période concentrée entre le XI^e et le XIII^e siècle est un moment déterminant dans l'évolution moissagaise, tant sur le plan urbain que géomorphologique.

Les raisons de cette période charnière dans l'évolution conjointe de la ville et de son environnement demeurent complexes à expliciter. Les écrits à partir desquels j'ai pu restituer cette synthèse avancent de premières idées visant à déterminer les éléments causals :

- La sédimentation accrue de 1 000 AD – 1 200 AD peut être liée à la gestion des sols et notamment à l'agriculture, qui s'intensifie au Moyen Âge. Celle-ci causerait une érosion plus importante des sols qui entraînerait une augmentation du taux de sédiments charriés par le fleuve (Leigh et al., 2018, p. 8).
- La dégradation climatique qui débute aux XI^e-XII^e siècles peut également être mise en cause dans le mouvement brutal du Tarn vers le nord et la surélévation de la plaine inondable (Leigh et al., 2018, p. 8 ; Lefebvre, 2019, p. 408).

- Il est possible que l'expansion urbaine qui s'intensifie à Moissac à partir de l'an Mil ait, elle aussi, joué un rôle dans ces perturbations concentrées entre le XI^e et le XIII^e siècle.

Si ces idées sont séduisantes, on peut toutefois émettre des réserves vis-à-vis d'une hypothèse unilatérale car il s'agit là de l'unique étude géomorphologique récente conduite sur le Tarn, ce qui constitue une fenêtre trop étroite et sûrement trompeuse. L'acquisition de données sur la gestion du territoire alentour, sur le fonctionnement et sur l'évolution du bassin versant tarnais permettrait peut-être de confirmer ou d'infirmer une ou plusieurs de ces hypothèses.

Les résultats des prélèvements tubés réalisés en 2016 sur la fouille du parking des Mazels pourraient également apporter des éclaircissements supplémentaires à ceux des prélèvements non tubés. Cette technique différente devrait permettre, selon Jean-Michel Carozza de « *préciser cette évolution [chronologie de la séquence], notamment par : des mesures de susceptibilité magnétique et de spectrocolorimétrie, la mesure de la LOI (C et Ca) et la granulométrie laser.* » (Carozza in Lefebvre, 2016, p. 205). Les mesures de susceptibilité magnétique notamment pourraient permettre d'identifier des variations climatiques, lesquelles sont susceptibles d'apporter des éléments de compréhension sur l'évolution sédimentologique du site moissagais.

2.1.5.2. Changements morphologiques du Tarn

En dehors de l'épisode géomorphologique de 1 000 AD, le Tarn a connu au niveau de Moissac des changements morphologiques qui nous sont renseignés par les cartes anciennes, le *Pourtraict de Moissac*, dont j'ai déjà parlé précédemment, et les photographies anciennes. La fonctionnalité « Remonter le temps » de Géoportail IGN en ligne permet de faire la comparaison entre des vues aériennes actuelles (2016) et anciennes (1950-1055). Son utilisation pour Moissac montre l'ampleur des changements qu'a subi le Tarn entre le milieu du XX^e siècle et aujourd'hui (Figures 50, 51 et 52). De part et d'autre du pont Napoléon, on distingue une bande presque continue que l'on aperçoit également sur la vue aérienne de Roger Henrard

pour la revue *Images du patrimoine* (Figure 53). Celle-ci semble correspondre à la « digue » que mentionne Lagrèze-Fossat dans sa description de Moissac en 1868 (Lagrèze-Fossat, 1870). Si la fiabilité des dires de cet auteur peut être questionnée pour les périodes les plus anciennes, il décrit là des éléments qui lui sont contemporains, d'autant plus que celle-ci apparaît sur des photographies de riverains et d'anciennes cartes postales (Figures 54 et 55). Il parle aussi d'un « *chenal destiné à la navigation* » (Lagrèze-Fossat, 1870), ce qui expliquerait l'inégale profondeur des eaux entre les rives gauches et droites. Il semblerait qu'il y ait également plusieurs bancs de sable qui affleurent au milieu du lit, dont un particulièrement important en aval du pont. Ces affleurements ont été renseignés par les photographies personnelles prises par des riverains qui témoignaient de s'être baignés dans le Tarn depuis ces bandes sableuses (Figures 56, 57, 58 et 59). Trois hypothèses peuvent être avancées quant à l'origine de ces affleurements, aujourd'hui disparus en totalité :

- Leur origine est purement géomorphologique : le sédiment charrié par le Tarn a pu s'accumuler ou refluer depuis la confluence pour s'agréger en formations.
- Ils sont d'origine anthropique puis modifiés géomorphologiquement : on a accumulé le sédiment sur les bords ainsi que contre la digue et les mouvements de sédiments du Tarn ont consolidé et/ou modifié leur morphologie.
- Ils sont d'origine géomorphologique puis modifiés par l'Homme : face à une accumulation de sédiment préalable, on décide d'aménager ou de modifier des structures de retenue d'eau, comme la chaussée du moulin et la digue.

Ces hypothèses, si ce n'est la deuxième, n'explique toutefois pas totalement l'ampleur du banc de sable en aval du pont Napoléon. Pour ce qui est de me prononcer sur leurs origines, je pense que l'on peut pour le moment exclure la première. La présence d'une digue et de la chaussée du moulin ont nécessairement modifié les composantes géomorphologiques du Tarn, si ce n'est sa tendance générale. Quant à évaluer qui de l'Homme ou du fleuve a accumulé les premiers grains de sable, je pense que trop d'éléments nous font encore défaut pour prendre position. L'installation du

barrage de Malause en 1973, situé en aval de la confluence avec la Garonne, a vu l'élévation du niveau du Tarn, créant un bassin de 15 millions de m³²⁰. Cette élévation du niveau d'eau explique que ces formations ne soient plus visibles aujourd'hui.

Si l'on s'éloigne de ces bornes chronologiques contemporaines et que l'on essaie de restituer les formes anciennes du Tarn, il apparaît tout de suite que les sources disponibles ne sont pas suffisantes. Envisager une reconstitution des états anciens à l'échelle du travail de Fanny Arnaud dans sa thèse (Arnaud, 2012) n'est pas réaliste pour le Moyen Âge. Cela ne veut en revanche pas dire que les sources de la fin de la période médiévale et moderne n'ont rien à nous apprendre. L'étude du *Pourtraict de la ville de Moissac* de Belleforest rapporte en effet une configuration du Tarn qui n'est pas sans rappeler les bancs de sables dont je viens de parler. On remarque notamment deux îles en face de l'église Saint-Martin (Figure 60) qui ont aujourd'hui disparues et qui n'apparaissent pas non plus sur les photographies du XX^e siècle. Il est possible qu'il s'agisse là des îles que Lagrèze-Fossat décrit comme ayant été emportées lors d'une crue (Lagrèze-Fossat, 1872). Belleforest fait également apparaître une division du Tarn en deux chenaux en amont du moulin Ricard, qui ressemble à une digue, différente de celle que l'on observe en 1950-1955 (Figure 61), possiblement afin d'organiser la navigation. Il n'est cependant pas inenvisageable que cette formation soit naturelle. Le chroniqueur situe le moulin du Bidounet mais ne représente pas le canal de dérivation : on peut donc avancer l'hypothèse de l'aménagement postérieure d'un canal artificiel. Il nous informe aussi sur le retrait de la tour du pont médiévale sur la rive gauche du Tarn (Figure 62). Les photographies aériennes du XX^e siècle montrent cependant que les piles sont orientées vers l'actuelle île Beaucaire, qui semble pourtant figurer sur la gravure de Belleforest, en amont du pont. Face à cette incohérence, deux hypothèses s'imposent selon moi :

- Il s'agit bien de l'île Beaucaire sur la gravure du XVI^e siècle et le pont terminait originellement sur la rive gauche. C'est suite à des changements

²⁰ Comité Français des Barrages et des Réservoirs, Barrage de Malause, Occitanie [en ligne, consulté le 16.06.2019] : <http://www.barrages-cfbr.eu/Malause.html>.

géomorphologiques que l'île Beaucaire s'est déplacée vers le pont médiéval.

- Belleforest n'a pas représenté l'île Beaucaire mais une formation sédimentaire autre. L'île Beaucaire serait donc une construction anthropique, par l'aménagement d'un canal artificiel, ou géomorphologique postérieure à la construction du pont.

En l'absence de plus d'éléments, il apparaît complexe d'affirmer l'une ou l'autre de ces hypothèses. Qui plus est, la fiabilité du réalisme historique dans les représentations graphiques ne peut être assurée et le *Pourtraict* reste à manier avec prudence, bien qu'il offre quantités de pistes d'analyses.

2.2.CONTEXTE HISTORIQUE

La compréhension de l'évolution urbaine, et donc des structures hydrauliques, passe par celle de l'histoire de la ville dans sa région. Bien que succinct car ceci a déjà été traité, et mieux, par les historiens, un point historique s'impose afin de recontextualiser complètement Moissac et ses aménagements.

La ville de Moissac et son histoire ont fait l'objet d'un certain nombre de publications, au sujet de l'abbaye Saint-Pierre-de-Moissac et de l'agglomération elle-même. Ces synthèses reprennent en grande partie les travaux de Lagrèze-Fossat produits à la fin du XIXe siècle. Il n'est pas exagéré d'affirmer que ses *Études historiques sur Moissac* constituent la base inchangée de la majeure partie des publications postérieures, et qu'elles n'ont subi que très peu de modifications. Il faudra attendre la fin du XXe siècle, entre autres au travers des premières recherches archéologiques, après celle d'Armand Viré, pour voir émerger des éléments novateurs. La question des premières implantations de l'abbaye et de l'agglomération est au centre des opérations les plus récentes (Georges, 2011 ; 2012 ; Lefebvre, 2018 ; 2019 ; Leigh et al., 2018), mais l'évolution du bourg monastique a également fait l'objet d'analyses (Ricalens, 1995 ; Pousthomis, 2002 ; Fayolle-Bouillon, 2010), que ce soit au travers d'une étude morphologique ou des fonds d'archives. Dans le cadre de son master, Julien Sédilleau a également fait une synthèse analytique des opérations

archéologiques conduites dans la ville de Moissac et des données qu'elles ont produites (Sédilleau, 2013).

L'abbaye Saint-Pierre-de-Moissac a incontestablement polarisé la majeure partie des écrits historiques et scientifiques²¹ sur Moissac, causant un profond déséquilibre documentaire avec le traitement de la ville. Cette courte présentation historique ne reviendra pas en détail sur les composantes les plus particulières de l'abbaye, elles ont déjà été traitées par des spécialistes. Même si elle est intrinsèquement liée à la formation et l'évolution de l'agglomération, il ne semble pas nécessaire revenir dessus. Elle sera donc abordée au même titre que les autres éléments urbains de Moissac, sans négliger, ni son importance motrice dans la fondation de la ville, ni son influence organisationnelle et foncière.

Les premières études consacrées à l'histoire de la ville sont la *Chronique des abbés de Moissac*, d'Aymery de Peirac, qui fut abbé de Moissac entre 1377 et 1406 et celle, plus tardive et moins fiable, qui figure dans la *Cosmographie universelle* de François de Belleforest, publiée en 1575 (Belleforest, Münster, 1575). Celles-ci ont beaucoup servi à Adrien Lagrèze-Fossat, qui cite les deux auteurs à plusieurs reprises. Il convient toutefois d'exprimer quelques réserves sur ces trois sources principales : la véracité historique a plusieurs fois été contestée chez Belleforest, de son vivant, allant jusqu'à lui coûter son titre d'« historiographe » (Hofer, 1852) et Lagrèze-Fossat est également connu pour une tendance à l'extrapolation. Ceci étant dit et compte-tenu des circonstances historiographiques, son ouvrage reste la référence principale sur laquelle je fonde cette contextualisation.

Le rattachement de Saint-Pierre à Cluny au XI^e siècle, entre 1047 et 1053 (Borzeix et al., 1992, p. 36-37 ; Calvet et al., 2007) semble entraîner une augmentation marquée de la production ou au moins, de la conservation, des sources textuelles. Aussi l'image de l'histoire moissagaise antérieure à cette date est-elle beaucoup plus lacunaire que celle qui suit l'affiliation clunisienne.

²¹ J'ai déjà cité les travaux de Quitterie Cazes, Maurice Scellès et Chantal Fraïsse sur les ensembles lapidaires du tympan du portail sud et du cloître roman. Voir « La commune de Moissac », p.65.

La question de la fondation de l'abbaye Saint-Pierre-de-Moissac nourrit encore aujourd'hui certains fantasmes. Premièrement, il apparaît un désir manifeste de faire remonter les premières concentrations urbaines moissagaises à la période antique (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 2-3, 13 ; Calvet et al., 2007, p. 21). Lagrèze-Fossat dit notamment que selon Aymery de Peirac « *l'étendue de cette ville [Moissac] était beaucoup plus considérable autrefois, surtout pendant la période gallo-romaine* » (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 13). Il est vrai que le site de Moissac s'est implanté à la croisée de deux routes antiques connues : « *la voie tolzane, de Toulouse à Agen, ancienne « route royale », et le cami romio de Moissac à Cahors* » (Lefebvre et al., 2013, p. 25). La présence de l'église Saint-Martin, dont l'élévation médiévale repose sur les vestiges d'un balnéaire antique, qui a fait l'objet de plusieurs campagnes de fouilles durant le XXe et le XXIe siècle, a été tout d'abord interprétée comme élément de validation de cette occupation antique. Or, les fouilles de 2012 et le travail de master de Julien Sédilleau propose d'envisager autrement ces marqueurs antiques sporadiques, en cinq pôles. Parmi eux, il en interprète trois comme des *villae*, dont l'église Saint-Martin (Sédilleau, 2012).

Secondement, une légende populaire émergeant au XIe siècle propose d'attribuer la fondation de Moissac à Clovis, suite à une victoire sur les Wisigoths (Fraisie, 2005 ; Haye, 2009). Il aurait supposément décidé du lieu sur lequel bâtir l'abbaye d'un jet de lance, qui se serait enfoncée dans un marais ou sur une île au milieu d'un lac. La légende voudrait qu'aujourd'hui encore le lac repose sous l'abbaye Saint-Pierre. Cette fondation mérovingienne, datant de 506 d'après Aymery de Peirac, n'est cependant pas mentionné par les sources de l'époque et a été définitivement écartée par Chantal Fraisie dans sa participation au congrès *Hommes et pays de moyenne Garonne* en 2004 (Fraisie, 2005). La « Charte de Nizezius », soi-disant datée de mai 608, et attestant de l'existence de l'abbaye Saint-Pierre au VIIe siècle, a été identifiée comme un faux (Boudartchouk, 2007). Aussi la fondation du monastère n'est-elle aujourd'hui par connue de manière précise.

Les sources renseignant la fondation de l'abbaye sont donc limitées et l'hypothèse aujourd'hui la plus vraisemblable et admise par les chercheurs est celle d'une implantation durant le haut Moyen Âge, sûrement autour du VIIe siècle (Fraisie,

2005 ; Pousthomis, 2005). L'agglomération à proprement parler n'apparaît que tardivement : les recherches archéologiques conduites dans la vieille ville ont montré que le marais distal sur lequel s'est implanté l'abbaye avait été, au moins ponctuellement, « *une zone humide non seulement fréquentée [...] mais aussi aménagée* » (Lefebvre, 2019, p. 406). Bastien Lefebvre parle également de la présence « *manifeste[...] de l'habitat, mais manifestement une occupation peu intense* » (Lefebvre, 2019, p. 406). Les témoins d'une première occupation que l'on peut caractériser comme groupée mais pas agglomérée, font remonter les premières installations au XI^e siècle. Entre le XI^e et le XIII^e siècle, cette communauté n'est pas considérée comme société en lien avec l'abbaye, jusqu'à la charte de Gausbert de Fumel (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 67-96), donc postérieurement à l'affiliation de l'abbaye à l'ordre clunisien. C'est après ces dates que l'on évalue les marqueurs d'une réelle urbanisation aux abords immédiats de Saint-Pierre, où « *le parcellaire actuel est manifestement déjà en place* » (Lefebvre, 2019, p. 412) pour le site des Mazels.

Le courant du XIII^e siècle est marqué par un climat d'instabilité politique. Le début du siècle observe en effet la Croisade des Albigeois, débutée en 1206 après que le pape Innocent III ait demandé aux autorités locales d'évangéliser les hérétiques cathares. Raymond VI, après avoir failli à sa parole, se croise et les villes de Béziers et de Carcassonne tombent en 1208-1209, suite à quoi le vicomte de Trencavel est emprisonné. Simon de Montfort, désigné vicomte, entreprend de reconquérir les terres insurgées. Dans la confusion, la ville de Moissac se trouve au centre de conflits entre l'abbaye et le comte de Toulouse, Raymond VI (Borzeix et al., 1992, p. 45). Moissac tombe aux mains de Simon de Montfort en 1212 (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 18 ; Borzeix et al., 1992, p. 49). L'agglomération est libérée par Raymond VII, fils de Raymond VI et nouveau comte de Toulouse en 1221, après la mort de Simon de Montfort en 1218. Le traité de Meaux, signé en 1229, met fin à la Croisade, par le mariage de Jeanne de Toulouse et d'Alphonse de Poitiers, fils de Louis VIII et de Blanche de Castille (Borzeix et al., 1992, p. 51). Le traité stipule également la destruction des fortifications de la ville de Moissac. A la mort du comte de Poitiers en 1271, le comté de Toulouse ainsi que Moissac passent sous l'autorité du royaume de France et la ville est autorisée à reconstruire son rempart (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 45).

En 1340, la guerre de Cent Ans éclate dans le Bas Quercy, au sein duquel Moissac joue un rôle stratégique. Afin de se protéger des envahisseurs anglais, les habitants participent aux frais de la reconstruction du mur de la Redouve. Borzeix et ses collègues décrivent d'ailleurs que « *jusqu'au XVe siècle, le Tarn coulait au pied de la muraille. À cette époque, le Grand Moulin [Moulin de Ricard] n'était relié à la muraille que par une petite chaussée servant de déversoir.* » (Borzeix et al., 1992, p. 65). La nécessité de la remise en état de l'enceinte et du pont se fait pressante. En 1359, Jean le Bon est fait prisonnier et le comte de Poitiers devient alors gouverneur du Languedoc, autorisant la population moissagaise à se servir en bois dans la forêt royale de Gandalou afin de reconstruire le pont (Borzeix et al., 1992, p. 66). Le traité de Brétigny en 1360 entre les royaumes de France et d'Angleterre voit la cession du Quercy à l'Angleterre. La ville est libérée en 1360 par le duc d'Anjou, mais il semblerait que les anglais aient en grande partie déserté Moissac dès 1369. Lagrèze-Fossat rapporte, en se basant sur l'étude de Belleforest, que leur départ est soldé par un incendie massif qui aurait détruit une importante partie de la ville (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 18). En l'absence de témoins archéologiques permettant de corroborer cette hypothèse, il est permis de douter qu'un incendie d'une telle ampleur ait réellement eu lieu.

Au XVe siècle, l'abbaye Saint-Pierre-de-Moissac est sécularisée, en 1518, car les moines ne suivaient plus la règle bénédictine. Celle-ci était, selon eux, devenue impossible à suivre, notamment à cause de l'introduction des femmes au sein du monastère afin d'aller puiser l'eau de la fontaine du cloître. Les moines, devenus chanoines, se sont donc déplacés en ville, ne pouvant plus vivre à l'intérieur de l'abbaye (Borzeix et al., 1992, p. 72 ; Fraisse, 1999, p. 94-95). Ce siècle voit aussi l'éclatement des guerres de religion mais celles-ci n'ont que peu affecté Moissac. La progression des troupes protestantes est coupée par la destruction volontaire du pont par les moissagais en 1560 (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 24). Extramuros, on constate quelques destructions, notamment celle de l'église Saint-Jacques (Belleforest, Münster, 1575 ; Borzeix et al., 1992), mais la ville intramuros est épargnée.

Moissac a donc joué un rôle important dans l'histoire régionale à la période médiévale. Sa position stratégique sur le Tarn, en amont de la confluence avec la

Garonne, un axe de navigation clé de l’Ancien Régime lui permet de collecter une taxe de péage et de faire circuler sur un vaste territoire ses marchandises. L’essor de la minoterie au XVIII^e siècle renforce la position économique et politique de Moissac, encourageant le développement urbain (Borzeix et al., 1992, p. 88 ; Onezime, 1996). C’est à partir du XIX^e siècle que la ville voit son importance régionale péricliter.

Je ne m’aventurerai pas au-delà de la date clé de 1789 car cela s’écarte des bornes chronologiques de mon sujet, exception faite de la construction du pont Napoléon, du canal latéral à la Garonne et de la voie de chemin de fer. Ces projets d’aménagement du XIX^e siècle vont en effet modifier en profondeur la ville et avoir une incidence non négligeable en termes de contexte hydraulique. Le pont Napoléon, commencé en 1812 et inauguré en 1826, va permettre la revalorisation de la ville vis-à-vis de la rivière. La construction d’un pont est structurellement fondamentale dans la conception d’une ville, et il est significatif que même en période de prospérité, il n’ait pas été proposé de le réhabiliter antérieurement. Le canal latéral à la Garonne, bien que longeant à Moissac le Tarn, opère une scission entre la vieille ville et le faubourg sud. Construit entre 1832 et 1856, il permet de relier l’Atlantique à la Méditerranée par son rattachement au canal du Midi à Toulouse. Enfin, la construction de la voie de chemin de fer Bordeaux-Sète à Moissac, entre 1821, date du plan d’alignement, et 1856, date de l’ouverture du tronçon moissagais, vient partiellement détruire le groupe abbatial. Or, si le cloître a pu être épargné, ce n’est pas le cas de l’aqueduc Saint-Michel²², qui bifurque précisément vers la vieille ville au niveau du chemin de fer. On peut encore aujourd’hui apercevoir l’arasement de la voûte dans le mur du passage qui se trouve au-dessus de la place Durand Bredon, depuis les jardins du Séminaire (Figure 63).

²² Voir « Étude de cas : le complexe Saint-Michel », p.109.

2.3. LE PAYSAGE HYDRAULIQUE MOISSAGAIS

Moissac bénéficie d'un nouvel intérêt pour la formation et l'évolution de la ville depuis la fin du XXe siècle ²³ cherchant à caractériser les conditions de l'implantation de la ville dans une zone humide. En revanche, l'intérêt porté aux aménagements urbains liés à l'eau reste minime, alors même que l'on parle de Moissac comme une ville d'eau. Si une grande partie de ceux-ci sont partiellement connus par les textes ou ponctuellement étudiés, ils n'ont pas été analysés à l'échelle de la ville. Certains ont tout de même été en partie renseignés par des interventions anciennes, comme celle d'Armand Viré sur le complexe Saint-Michel dans les années 1930, intervention que je présenterai plus en détail en troisième partie. La création, dans les années 1990 de l'association des Fontaines et Aqueducs historiques de Moissac par Gilles Barrachin et Chantal Fraïsse a permis de rassembler une grande partie de la documentation disponible sur les fontaines et aqueducs moissagais et de nettoyer certaines des structures.

Bien que le présent travail ait été recentré sur les structures d'alimentation en eau, ce sujet a également pour objectif de proposer une analyse plus générale de la gestion des ressources en eau et de l'eau naturelle de surface au niveau de la ville. Aussi vais-je présenter l'intégralité des structures publiques connues à ce jour pour Moissac, ainsi qu'un état de la documentation disponible. Pour ce faire, je me suis appuyée sur les sources planimétriques, les sources textuelles et les interprétations qui en ont été faites par les travaux universitaires et les photographies anciennes. Les données utilisées afin de compiler autant d'informations que possible sont en revanche très hétérogènes dans leur fiabilité. Le *Pourtraict de la ville de Moissac* de Belleforest a notamment servi de base pour la reconnaissance de l'importance des structures hydrauliques à Moissac, malgré les incohérences du texte de l'auteur. De la même manière, Lagrèze-Fossat et sa synthèse ont constitué une des sources principales, bien que contestables. La prudence est donc de mise dans la présentation des aménagements

²³ Voir « Genèse du sujet », p.13.

qui suit, et plus encore dans le premier essai de compilation analytique proposé en fin de partie.

2.3.1. LES STRUCTURES DE SURFACE

2.3.1.1. Le pont médiéval

La date de la construction initiale du pont n'est pas connue. Lagrèze-Fossat fait remonter ses premières informations relatives au pont médiéval à 1337, date à laquelle il connut une importante restauration du fait de son mauvais état (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 23). Les actes mis en ordre par Andurandy mentionnent, eux, le pont dès l'année 1298, dans une lettre du roi Philippe IV (Andurandy, 1730). Lagrèze-Fossat revient ensuite sur les principaux évènements ayant touché le pont, principalement les destructions et reconstructions successives (Figure 64) (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 23-26). Il semblerait que la structure ait été particulièrement malmenée par les crues, au point parfois de ne pouvoir être reconstruite immédiatement. Le XIV^e siècle voit également une mise à disposition de ressources afin de permettre ces réfections coûteuses (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 23). La date de la destruction "définitive" du pont n'est pas arrêtée mais semble correspondre à 1560 (Lagrèze-Fossat, 1870, p. 25 ; Calvet et al., 2007, p. 22 ; Sédilleau, 2013), pour couper la route à la progression des troupes protestantes.

Suite à l'abandon d'un projet de reconstruction et la mise en place d'un bac* permettant la traversée du Tarn au XVI^e siècle, puis au XVII^e, la municipalité engage des campagnes afin détruire les piles qui entravent la navigation. Cette opération apparaît plus complexe qu'il n'y paraît et ni lors de ces premières invectives consulaires, ni au XIX^e siècle lorsque l'on projette à nouveau de les supprimer, les piles sont-elles totalement détruites. Elles ont en revanche été considérablement arasées. Elles apparaissent aujourd'hui encore sur les photos aériennes (Figure 53) et tout au long du XX^e siècle, elles ont été vues lors des étiages les plus bas (Figure 65, 66, 67 et 68). Les tours, qui flanquent de part et d'autre le pont, ont continué à servir de bâtiment pendant un temps. Elles figurent toujours sur le *Pourtraict de Moissac* en

1575 et auraient servi, pour l'une du moins²⁴, de pigeonnier (Barrachin, 2013). Il n'est en revanche pas spécifié l'année de destruction de l'édifice.

Le bac a, selon Lagrèze-Fossat, fonctionné entre le XVI^e siècle et 1825, chose que les délibérations consulaires confirment, puisque dès 1585, le grand bac doit subir des réparations (Barrachin, 2013). Le dépouillement de ces délibérations souligne la fragilité de ce bac qu'il est nécessaire de réparer ou de reconstruction presque tous les ans (Figure 69). Plusieurs naufrages sont également mentionnés, en 1717, liés aux difficultés de navigation sur le Tarn, et en 1747, suite à un orage (Barrachin, 2013). Les délibérations nous apprennent également que les fermiers du bac étaient contraints de mettre à disposition, en plus du bac fourni par la municipalité, entre deux et quatre barques et plusieurs matelots. Quant aux modalités de gestion du bac face aux caprices du Tarn et aux hauts fonds, elles demeurent mal connues.

Outre les sources textuelles, si l'on s'appuie sur les photographies, il apparaît que des parties maçonnées sont conservées dans le Tarn, en sus des piles arasées (Figure 70 et 71). Il semblerait que conformément à ce qui est mentionné dans les sources textuelles, des morceaux entiers, possiblement voûtés, se soient effondrés dans le fleuve. Les figures 72 et 73 montrent en effet un morceau de maçonnerie légèrement arqué qui pourrait être un élément de voûte. Sans prospection subaquatique et relevé bathymétrique, il n'est en revanche pas permis de l'affirmer. Il est également envisageable qu'il s'agisse de la chaussée mentionnée par Lagrèze-Fossat et que l'on distingue sur les photographies anciennes²⁵.

2.3.1.2. Les moulins

Les deux moulins de Moissac, dont les bâtiments sont toujours en élévation aujourd'hui, sont étonnamment mal documentés pour des structures aussi massives. Celles-ci sont principalement renseignées par Lagrèze-Fossat au XIX^e siècle, mais ces

²⁴ Il n'est pas mentionné laquelle des deux tours a servi de pigeonnier. Les délibérations ne parlent d'ailleurs que de « la tour du pont », aussi est-il possible que la seconde ait déjà été détruite.

²⁵ Voir « Changements morphologiques du Tarn », p.83.

informations restent à manier avec précautions. L'essor de la farine minot produite à Moissac au XVIII^e siècle a été étudiée par Estelle Onezime en 1996, ne renouvelant malheureusement que peu les connaissances sur les moulins moissagais et leur fonctionnement.

2.3.1.2.1. *Le Moulin de Ricard*

Aussi appelé le Grand Moulin de Moissac (Figure 74), l'édifice est achevé en 1476 (Lagrèze-Fossat, 1874 ; Onezime, 1996). Il possédait alors quatre meules, puis sept meules et un foulon en 1610, et enfin une vingtaine de meules et un foulon au XVIII^e siècle (Onezime, 1996, p. 30). C'est un des moulins des plus importants du Tarn aval, avec celui de Montauban. Des photographies anciennes et des témoignages oraux nous rapportent qu'il est victime d'un incendie en 1916²⁶ (Figure 75, 76, 77, 78 et 79) et qu'il est par la suite reconstruit. Le moulin a été transformé en hôtel de luxe dans la première moitié du XX^e siècle, puis successivement abandonné et rénové, jusqu'en 2013, quand il est acheté par les actuels propriétaires²⁷.

Les arrivées et sorties d'eau ont été remblayées mais on peut apercevoir l'eau omniprésente sous le bâtiment (Figure 80 et 81). Les cuves ne sont plus accessibles du fait de l'installation du spa. Il n'a pas été possible de visiter le site cette année, ni de contacter l'ancien propriétaire afin d'obtenir des plans anciens, susceptibles de documenter des états antérieurs.

Il est constamment alimenté en eau par une chaussée qui permet un apport suffisant. Celle-ci est encore visible aujourd'hui cependant il n'est pas à exclure qu'il ne s'agisse pas de la chaussée d'origine. Sur une carte postale ancienne, on peut en effet apercevoir une importance rangée de pieux de bois en-dessous de la chaussée de béton (Figure 82), une structure qui a potentiellement disparu depuis la date de la photographie et qu'il n'est pas possible de caractériser précisément.

²⁶ Histoire du Moulin de Moissac [en ligne, consulté le 21.05.19 : <https://www.lemoulindemoissac.com/accueil/un-peu-dhistoire/>]

²⁷ Histoire du Moulin de Moissac [en ligne, consulté le 21.05.19 : <https://www.lemoulindemoissac.com/accueil/un-peu-dhistoire/>]

2.3.1.2.2. *Le Moulin du Bidounet*

Sa date de fondation n'est pas connue mais il est mentionné selon Lagrèze-Fossat dès 1342, lorsque l'abbaye achète les droits sur le moulin (Lagrèze-Fossat, 1874) (Figure 83). D'abord appelé moulin des Paoux, il devient tantôt Saint-Benoît ou Bidounet. En 1480, il possède seulement deux meules, puis huit meules et un foulon au XVIIe siècle et enfin, au moment de la Révolution, une dizaine de meules (Onezime, 1996, p. 31). Il devient la possession d'EDF au XXe siècle afin d'être transformé en moulin hydroélectrique, avant d'être racheté par la municipalité à la fin du siècle pour devenir un camping.

Le moulin est figuré sur le *Pourtraict* en 1575, sans canal d'alimentation toutefois. Il est possible que celui-ci ait été construit postérieurement au bâtiment actuel, bien que cela pose la question du fonctionnement du moulin sans une alimentation suffisante.

Les cuves, à l'instar de celles du moulin de Ricard, sont aujourd'hui inaccessibles. Guy Ena m'a néanmoins fait parvenir des photographies de celles-ci, à présent noyées (Figure 84 et 85).

Ces deux moulins utilisent la roue horizontale, tout comme une énorme majorité des moulins hydrauliques recensés en 1809 dans le Tarn-et-Garonne, la Haute-Garonne et le Tarn. Celle-ci est fixée sur un axe vertical dans une cuve, laquelle est alimentée par une arrivée d'eau. L'eau qui arrive sous pression actionne la roue, qui actionne elle-même la meule, et est ensuite évacuée par une conduite ou un canal de fuite (Figure 86). La connaissance que nous avons des techniques d'aménagements, de fonctionnement des moulins de Moissac se limite au fait que ce soit des moulins à roue horizontale alimentés par une chaussée ou un canal artificiel. Ils n'ont pas fait l'objet d'une étude plus approfondie. Guy Ena a bénéficié d'une visite du moulin du Bidounet avant que les cuves ne soient complètement noyées et a pu renseigner son état d'alors par des photographies, peu parlantes hors contexte (Figure 87, 88 et 89). Aucun relevé n'a cependant été réalisé, et la chaussée du moulin de Ricard n'a pas non plus été étudiée. Il est donc difficile de proposer une analyse réelle de la construction de ces moulins

2.3.1.3. Marqueurs d'autres structures

Le *Pourtraict de Moissac* semble mettre en évidence, non pas des structures, mais des zones d'activité liées au Tarn. Parmi celles-là, on compte notamment le port de la ville, qui est figuré en aval de l'ancien pont, à peu près au niveau de l'actuel pont Napoléon (Figure 90). Il est mentionné en 1582 que le port est une zone de concentration artisanale importante, au point qu'il soit souhaité d'en transférer une partie dans les faubourgs afin d'en augmenter la fréquentation (Barrachin, 2013, p. 25). Il semblerait aussi, d'après le *Pourtraict* et l'installation de la digue décrite par Lagrèze-Fossat, que la navigation soit assez réglementée à Moissac, via la création de chenaux. On aperçoit en effet sur la gravure du XVI^e qu'en amont du pont, la voie d'eau est divisée en deux, et qu'en aval, elle semble longer le port sur la rive droite (Figure 91).

On remarque également sur la rive gauche une concentration de pêcheurs (Figure 92) : il s'agit peut-être d'une zone réservée à la pêche dite « *du pont* » (Barrachin, 2013). Il ne semble pas y avoir de structure de pêcherie dans le Tarn, du moins pas tardivement puisqu'aucune n'est mentionnée dans les délibérations, ni figuré sur les sources planimétriques et iconographiques entre le XVI^e et le XIX^e siècle.

Ces "zones d'activités" restent encore aujourd'hui complexes à étudier du fait de leur emplacement supposé. La construction du pont Napoléon au XIX^e siècle a dû entraîner la destruction de leurs vestiges, si tant est qu'il y ait eu des vestiges. Je n'ai également pas eu le loisir de m'attarder outre mesure sur le sujet, qui mériterait une analyse planimétrique et photographique autrement plus poussée. Soulignons aussi l'intérêt qu'une campagne de prospection sur le Tarn et les pistes qu'elle pourrait offrir dans la compréhension de l'organisation fluviale de Moissac.

2.3.2. LES STRUCTURES SOUTERRAINES

Je ne présenterai pas ici le complexe Saint-Michel ou la fontaine du Griffoul, puisque ceux-ci font l'objet d'une étude de cas à la fin du présent volume, et préférerai

me concentrer sur les autres structures présente dans la ville de Moissac. Les fontaines de Moissac n'étant pas toute assurément connues, ni forcément en élévation (Figure 93), leur étude documentaire a été scindée en deux avec d'un côté, les structures en élévation et de l'autre, celle qui ne le sont plus.

2.3.2.1. Les structures en élévation

2.3.2.1.1. La fontaine et l'aqueduc Guileran

Mentionnée dès 1506 selon Lagrèze-Fossat (Lagrèze-Fossat, 1872, p. 474), la fontaine Guileran est située extramuros, près de la Porte Guileran (Figure 94). Elle figure à partir de 1687 dans les délibérations consulaires, lesquelles rapportent non seulement les multiples réparations et travaux que la fontaine a subis, mais aussi les projets d'aménagements qui ont mûri durant le XVIII^e siècle (Figure 95). Le projet d'établir un lavoir alimenté par les eaux de Guileran apparaît dès les années 1750 mais voit des difficultés pour aboutir, principalement financières. Il est modifié et différé à plusieurs reprises, laissé de côté en 1769, puis repris en 1770. Les délibérations consulaires ne précisent pas si le projet a finalement abouti ou non, mais plusieurs autres folios mentionnent des projets de lavoir pour la vieille ville, notamment en 1784 (BB17, fol.501) :

« Nomination de commissaires pour rechercher les sources les plus propres à alimenter un lavoir public, tant au point de vue de l'abondance et de la pureté des eaux que de leur emplacement. Les consuls exposent qu'à défaut de lavoir, les habitants sont forcés à des dépenses journalières considérables » (Barrachin, 2013, p. 1149)

Aussi semblerait-il qu'il n'y ait pas eu de suite au projet de Guileran. Celle-ci est par ailleurs déplacée en 1772 suite à l'élargissement de la route Toulouse-Bordeaux. Ce nouvel édicule sera détruit en 1856 lors de la construction de la voie ferrée et reconstruit à son emplacement actuel (Figure 96).

Lagrèze-Fossat fait une description des galeries de captage qui alimente la fontaine (Lagrèze-Fossat, 1872, p. 472-473), une description qui m'a permis de proposer une restitution approximative du complexe Guileran (Figure 97). Il n'a en revanche, à l'instar de nombre d'aménagements hydrauliques, jamais fait l'objet de relevés planimétriques et n'est pas géoréférencé. Je n'ai pas non plus eu le loisir de

visiter ce complexe cette année car il est nécessaire d'évacuer l'eau qui arrive en continu des coteaux, près de 24h avant de pouvoir entrer dans la fontaine.

L'articulation de cet aqueduc avec le reste des structures d'adduction et des aires d'alimentation, par quartier par exemple, de la ville, sont encore des questions en suspens. Une étude des complexes d'adduction à l'échelle de la ville n'est pas à exclure dans des travaux futurs.

2.3.2.1.2. La fontaine Landerose et les 24 Echelons

Cette "fontaine" a la particularité d'être décrite comme double : un premier réservoir est alimenté par quatre galeries de captage creusées à même la molasse des coteaux, et alimente par un aqueduc maçonné en briques un second bassin en aval. On accède au réservoir par une volée de 24 marches, donnant à celui-ci son nom de "fontaine des 24 Échelons". Je préférerai le terme de "réservoir" à celui de "fontaine" car les 24 Échelons n'ont *a priori* pas de bassin ou de structure permettant le déversement des eaux, ni son puisage. La "fontaine Landerose", en aval, fut détruite par un particulier en 1848 afin de permettre l'alimentation un lavoir (Lagrèze-Fossat, 1872, p. 478). Il semblerait que nous soyons face à un système d'alimentation d'une fontaine en aval par un réservoir en amont, connectés par un aqueduc maçonné, bien que rien en dehors de l'agencement des structures ne puissent confirmer cette hypothèse.

Peu de temps après la redécouverte de la fontaine Landerose en 1785, Cathala Coture en fait une description dans son *Histoire du Quercy* (Coture, 1785, p. 298-300), estimant sa fondation à l'occupation anglaise de Moissac, soit 1361-1369 (Figure 98). C'est pourtant seulement en 1700 qu'elle est mentionnée dans les délibérations consulaires, lorsqu'il est décidé d'en faire un état des lieux. Une fondation anglaise semble peu probable et Coture n'explique pas son affirmation, aussi est-il permis d'en douter. En 1785, la fontaine est à nouveau découverte, dans un vignoble sur les coteaux, sur ce qu'on appelle aujourd'hui la côte Landerose.

Le réservoir des 24 Échelons est un cylindre relativement large – approximativement au moins 2 m de diamètre – construit en briques et voûté. On y accède par un escalier, couvert par un édicule. Sous l'escalier se trouve l'entrée de

l'aqueduc qui descend en direction de Moissac. Celui-ci est à l'amont très étroit – environ 50 cm de largeur et 80-90 cm de hauteur –, permettant difficilement le passage d'un adulte, et s'élargit vers l'aval (Figures 99, 100 et 101). Les galeries de captages sont de longueur et de largeur différentes, mais sont toutes creusées dans la molasse des coteaux. Elles débouchent dans le réservoir via des ouvertures voûtées, aujourd'hui couverte de concrétions calcaires.

Ce complexe a fait été partiellement relevé par Guy Ena, du service Urbanisme de la mairie de Moissac (Figure 102). En raison de l'impraticabilité de l'aqueduc, il estime que ces plans ont une marge d'erreur de 24-26 cm, ce qui est très élevé. Un relevé plus précis du complexe Landerosé poserait toutefois d'importantes questions techniques.

Ces structures soulèvent une autre interrogation, celle du lien avec le système d'adduction de la ville médiévale. Étant donné leur position en retrait sur les coteaux, il est difficile d'estimer qu'elles aient pu avoir un impact immédiat sur l'alimentation en eau potable de Moissac, posant la question de l'utilité de la construction d'un complexe d'adduction à cet emplacement. Si l'on considère d'une part la représentation qu'il en est faite sur le *Pourtraict* (Figure 103) et d'autre part la description de Lagrèze-Fossat (Lagrèze-Fossat, 1872, p. 478-479), il apparaît que les eaux de Landerosé formaient un ruisseau qui descendaient les coteaux jusqu'au faubourg Sainte-Blanche. En effet, les plans de fiefs réalisés entre 1770 et le XIXe siècle, et plus particulièrement la feuille 2 du plan 17 (CC 57), montrent un ruisseau qui découle de la fontaine Landerosé (Figure 104). On peut donc admettre que la représentation de Belleforest est vraisemblable et supposer qu'il existait bien à un moment au moins, un pont de bois qui permettait la traversée du ruisseau. Cela n'explique cependant pas totalement le lien du complexe Landerosé avec Moissac, et il sera intéressant de se pencher plus en profondeur sur la question.

2.3.2.2. Les structures disparues ou mal documentées

2.3.2.2.1. La Fontaine Sainte-Catherine

La fontaine Sainte-Catherine n'existe plus aujourd'hui. Sa date de fondation n'est pas connue mais les délibérations consulaires rapportent qu'en 1670, il est question de construire un bassin (BB6, fol.14) :

« Les consuls se transporteront sur les lieux pour juger de l'utilité de construire dans le jardin de M. de Larrouquette un réservoir pour la conservation des eaux. » (Barrachin, 2013, p. 290)

Ces mêmes délibérations font acte des réparations et des travaux d'entretiens dont elle fait l'objet (Figure 105). Lagrèze-Fossat rapporte qu'en 1870, la fontaine est toujours en fonction mais qu'elle a été déplacée en 1828 (Lagrèze-Fossat, 1872, p. 468). Sa description de l'emplacement primaire situe Sainte-Catherine à l'intersection entre l'avenue de la gare et la route départementale 7, au niveau de l'ancienne Porte Sainte-Catherine (Figure 106). Elle ne figure cependant pas sur les sources planimétriques anciennes.

2.3.2.2.2. La fontaine Marcassus

La fontaine Marcassus est encore plus mal pourvue d'un point de vue documentaire. Si Lagrèze-Fossat fait remonter sa première mention au XV^e siècle (Lagrèze-Fossat, 1872, p. 469), elle n'apparaît dans les sources anciennes qu'en 1778, lors d'importantes réfections afin de la remettre en état de fonctionnement (Figure 107). Il souligne également l'utilisation de l'ancien nom du "Griffoulet", ce qui placerait la fontaine, si l'on en croit les travaux d'Estelle Fayolle-Bouillon au niveau de la Porte Saint-Michel (Figures 108 et 109).

2.3.2.2.3. Les structures trouvées en fouilles

Les opérations archéologiques se sont multipliées à Moissac depuis la fin du XX^e siècle et certaines ont ponctuellement permis de documenter une partie des structures du centre historique de la ville. N'étant pas au centre des problématiques, elles ont cependant été renseignées de manière très marginale et donc, hétérogène, parfois difficilement intelligible. Les alentours de l'abbaye ayant concentrés une

grande partie des fouilles, c'est là qu'un certain nombre de structures ont été mises au jour.

La place Roger Delthil

Régine Broecker mentionne, dans son rapport de fouille de 1986 (Broecker, 1986), une citerne, au centre de la place, mais ne présente aucun plan, aucune photographie permettant de documenter l'état de cette citerne dans les années 1980. Son emplacement est relativement vague et ni son alimentation, ni sa relation aux autres structures présentes sur la place, ni sa fonction n'ont été étudiés. Elle parle également d'un caniveau sous le porche qui aurait été connecté à un aqueduc plus à l'ouest, pourtant aucun aqueduc n'est mentionné dans les sources, pas même par Lagrèze-Fossat (Figure 110).

L'aqueduc Durand-Bredon

L'opération dirigé par Evelyne Ugaglia en 1985 a découvert la voûte de l'aqueduc qui vient du puits Saint-Michel en direction de la ville (Ugaglia, 1985). Bien qu'étant difficilement en mesure d'analyser à proprement parler cette structure massive, l'équipe a tout de même pris quelques clichés et est entrée à l'intérieur afin de la renseigner en partie (Figures 111, 112, 113 et 114). Cela permet, malgré la mauvaise qualité des photos, de situer la poursuite de l'aqueduc dans la ville.

Le Patus

Fouillé en 2015 sous la direction de Patrice Georges (Inrap), dans le cadre d'un programme d'urbanisme, l'opération archéologique du Patus a mis au jour une structure interprétée comme un aqueduc (Georges, 2015). Des tuyaux en céramique ont été découverts mais n'ont malheureusement pas été prélevés, ce qui aurait permis à d'autres personnes d'analyser ces éléments (Figure 115). Un puits a également été trouvé, dégagé, du moins en partie, et photographié (Figure 116). Il ne figure cependant pas sur les plans de l'opération et a été bétonné puis enterré lorsque l'emprise a été rebouchée. Il n'est par conséquent plus possible de documenter plus précisément ces structures avant que l'aménagement construit à la suite de la fouille ne soit détruit ou subisse une modification substantielle.

Ces aménagements, qui apparaissent ponctuellement dans les opérations archéologiques, sont révélateurs de l'importance que toute population accorde à la gestion de l'eau dans ses murs. Ils sont en revanche, et c'est vrai pour Moissac comme pour une majorité des découvertes hydrauliques, très mal traités par les archéologues, si ce n'est, pas traités du tout. Il est compliqué d'exploiter autrement que comme un inventaire les données fournies par les fouilles des années 1980 et celle du Patus.

2.3.3.SYNTHESE ANALYTIQUE

Il s'agit là d'une première synthèse analytique, qui devra être complétée. Les aménagements sont très inégalement renseignés par les sources, qu'elles soient textuelles, planimétriques, iconographiques ou archéologiques. L'état des connaissances de l'hydraulique à Moissac ne me permet donc pas de m'aventurer au-delà de cet essai de synthèse.

Qui plus est, comme je l'ai mentionné, la fiabilité de ces sources et leur pertinence en matière d'hydraulique sont très hétérogènes. Si cela ne m'a pas empêché de les exploiter pour autant, cela ne me permet pas d'affirmer ou d'infirmer un modèle de gestion de l'eau sans une évaluation minutieuse. Chose qu'il n'a pas été possible de faire cette année car cela aurait été bien trop chronophage. J'espère néanmoins avoir l'occasion de classifier ces sources de façon plus rigoureuse afin de pouvoir les exploiter pleinement dans des travaux futurs.

Je ne ferai pas non plus ici de distinction entre hydraulique monastique et civile, comme c'est souvent le cas²⁸. Cette décision découle du fait qu'il est souvent difficile à Moissac de déterminer l'appartenance des structures, si ce n'est pour le Griffoul. Le cas du puits Saint-Michel, revendiqué par le chapitre alors qu'il se trouve en dehors des murs et qu'il est exploité par les laïcs en est un exemple²⁹. L'état actuel des connaissances est trop lacunaire pour pouvoir opérer une distinction nette.

²⁸ Voir « L'étude des aménagements hydrauliques », p.41.

²⁹ Voir « Étude de cas : le complexe Saint-Michel », p.109.

Les tableaux de chronologie d'utilisation des aménagements présentés de manière individuelles dans cette partie m'ont permis de faire une compilation chronologique à l'échelle de la ville (Figure 117). Ceux-ci, ainsi que les modèles évolutifs des réseaux hydrauliques, ont été basés sur les sources suivantes, que j'ai choisies car elles offrent un bornage documentaire relativement clair et qu'il est parfois possible d'établir des corrélations :

- *Pourtraict de la ville de Moissac*, François de Belleforest (1575)
- *Histoire du Quercy*, Cathala Coture, (1785)
- *Inventaire ou répertoire général des Actes, Titres, Documents, etc. des Archives du Venerable Chapitre de Saint Pierre de la ville de Moissac Diocese de Caors mis en ordre par Maitre Evariste Andurandy Bachelier en Theologie, Prêtre de La Paroisse de S. Jâques de Moissac, et Vicaire de celle de S. Michel de ladite Ville* (1730), transcrit et corrigé par Chantal Fraïsse
- *Études historiques sur Moissac*, d'Adrien Lagrèze-Fossat (1870-1874)
- *La Ville de Moissac à la fin du Moyen Âge d'après le livre d'estime de 1480*, Estelle Fayolle-Bouillon (2010)
- *Inventaire critique des délibérations (série BB)*, Gilles Barachin (2013)

De nombreuses structures ne peuvent cependant être réellement datées par aucun de ces auteurs, ce qui pose un problème. Aussi le "phasage" des aménagements est-il principalement fondé sur des *terminus ante quem* et *post quem* et doit être envisagé avec prudence.

2.3.3.1. Quelques pistes de réflexion

Seuls les éléments les plus significatifs ont été retenus dans la figure 117, de manière à considérer les structures de manière homogène. On observe donc un réel développement des aménagements hydrauliques à partir du XIV^e siècle, avec au moins une fontaine, un pont et un moulin. Ces marqueurs *a priori* tardifs, puisqu'aucune date n'est confirmée par des datations absolues, semblent cohérents avec l'expansion

urbaine de la ville autour de l'abbaye et vers le Tarn. La fondation de cette installation laïque n'est pas connue, et bien qu'elle soit mentionnée dans les textes à partir du XI^e siècle, la *ville* à proprement parler semble tardive (Lefebvre, 2019, p. 448). Les modalités de ce processus de développement urbain ne sont pas encore bien caractérisées et les opérations archéologiques n'offrent que d'étroites fenêtres d'analyse, ne permettant pas une vision globale. S'il ne paraît pas étonnant que la multiplication des structures hydrauliques soit tardive dans la mesure où l'expansion urbaine l'est également, il faut se garder de tirer des conclusions hâtives sans que tous les éléments n'aient été précisément compris. Cette impression peut aussi venir des lacunes et des inexactitudes des sources, ou encore de leur intéressement moindre à la question hydraulique.

Cela nous permet également de voir que la fontaine du cloître, comme on peut s'y attendre, est relativement bien connue, en comparaison avec le reste des fontaines de la ville. On remarque toutefois dans ce tableau qu'un certain nombre de données ou de structures sont manquantes, chose que les figures 118 et 119 mettent distinctement en valeur. Ces figures offrent une comparaison entre ce que l'on connaît actuellement des réseaux hydrauliques et ce que l'on peut raisonnablement extrapoler à partir des données connues. L'extrapolation des réseaux hydrauliques urbains a été réalisée sur une logique de cause à effet sur le principe suivant :

FONTAINE MENTIONNÉE → TRANSPORT DE L'EAU = AQUEDUC OU CONDUITE →
CAPTAGE DE L'EAU = SOURCE

J'ai aussi fait figurer des structures qui sont mentionnées sans date ou position précise afin de faire apparaître autant que possible une idée des réseaux urbains, notamment le port et la digue. Il faut néanmoins garder en tête qu'il s'agit d'un modèle évolutif, qui est, par essence, faux.

On remarque effectivement qu'une grande partie des données essentielles à la compréhension de l'organisation de l'hydraulique urbaine n'apparaît pas ou très peu dans les sources. C'est en particulier le cas des égouts, qui sont bien mentionnés dans les délibérations consulaires, sans jamais être situés précisément. Estelle Fayolle-Bouillon propose dans son travail sur les estimations de 1480 de voir dans un détail du

Pourtraict (Figure 120) l'une des sorties des égouts de la ville à travers le rempart, au niveau de l'église Saint-Jacques. Le plan de 1780 (Figure 121) fait figurer en-dessous de l'église un fin trait d'eau, non caractérisé, qui pourrait faire penser à une évacuation d'eau, sans que l'on puisse le confirmer. Les délibérations consulaires semblent montrer que la gestion des eaux usées à Moissac est collective et il est difficile d'imaginer l'agglomération sans réseaux organisés.

Au niveau du Tarn, les différentes digues et chaussées connues et/ou restituées tendent à montrer que la navigation sur la rivière fait l'objet d'une certaine coordination, en fonction des chenaux et des canaux d'amenée aménagés. La digue décrite par Lagrèze-Fossat n'apparaissant pas sur le *Pourtraict de la ville de Moissac*, elle ne figure qu'à partir du XVIIIe siècle. Le port, qui est décrit comme étant en aval du pont médiéval, a été estimé au niveau de l'actuel pont Napoléon. Il n'est cependant pas envisageable de s'avancer guère plus en termes d'extrapolation, au vu des éléments disponibles, sans risquer de faire des raccourcis.

2.3.3.2. Conclusion préliminaire

Il n'est en définitive guère possible d'apporter des réponses sur la gestion des structures hydrauliques ou sur leur organisation à l'échelle de la ville en l'état actuel des choses. Des hypothèses et des questions ont toutefois été soulevées et mûries à force d'observations ainsi que de comparaisons, et permettent d'orienter les pistes de recherche à venir :

- Est-ce que l'adduction d'eau était une problématique municipale et comment était-elle gérée à l'échelle de la ville ? Est-il possible que cela s'organise par quartiers ?
- Le développement des réseaux d'adduction d'eau est-il en effet synchrone avec celui du bourg monastique ? Distingue-t-on les marqueurs d'une planification urbaine et hydraulique, à l'instar de Saint-Antonin-Noble-Val ?
- Quelle part jouent les aménagements privés dans l'alimentation en eau de la ville ?

- Y a-t-il une distinction entre structures monastiques et structures laïques ? Est-ce que certaines structures ont pu desservir à la fois les aménagements de l'abbaye et ceux de la ville ? Comment s'articulent l'hydraulique monastique et civile au sein de l'agglomération ?
- Comment s'organise le réseau d'évacuation des eaux usées, si tant est que l'on puisse en trouver des traces ? Si ce n'est pas possible, est-ce que cette absence est le témoin d'une gestion particulière des déchets, peut-être liée à l'humidité de la ville ?
- L'organisation et les techniques de construction des réseaux hydrauliques sont-elles liées au fait que l'agglomération s'est développée sur un ancien marais ? Ou encore à la saisonnalité de la nappe ?
- Comment s'articulent le noyau urbain et le noyau fluvial au niveau de l'organisation spatiale et de la gestion des structures ?
- De quelle manière s'organise le *noyau fluvial* ? S'agit-il d'une sorte de *suburbium* centré autour de l'artisanat de la rivière ?
- Des structures ont-elles été mises en place afin de prévenir les dégâts causés par les crues ?

Les pistes d'étude sont donc nombreuses et relativement vastes, d'où la nécessité de travailler à plusieurs échelles. Les éléments de comparaison étant rares et les données lacunaires et/ou imprécises, il n'est pas pour l'instant possible ou pertinent de se lancer dans des analyses, qui seraient superficielles. Il convient de recentrer la troisième partie de mon mémoire sur l'acquisition de données sur une structure en particulier, le complexe Saint-Michel, afin d'amorcer de premières pistes de réflexion.

3.ÉTUDE DE CAS : LE COMPLEXE SAINT- MICHEL

3.1. PRÉSENTATION

3.1.1. LOCALISATION

Le complexe Saint-Michel est situé au nord-ouest de la ville et s'étend sous la jonction entre le boulevard de Brienne et le boulevard Léon Cladel (Annexe 1). Il est composé de deux ensembles principaux, l'aqueduc de Saint-Michel (AQU01), de l'aqueduc du Séminaire (AQU02), tous deux maçonnés, et des structures attenantes à chacun.

Le premier prend sa source dans le puits Saint-Michel, qui se trouve au niveau du 2-4, rue du Brésidou, et se poursuit vers le jardin du Séminaire, puis en direction de la ville. Il passe sous la voie ferrée vers la place Durand-Bredon où il paraît s'arrêter, d'après les relevés de la mairie (Figure 122). La construction de la voie ferrée dans les années 1850 a arasé la voûte (Figure 63) et pourrait également avoir grandement modifié la constitution même de la structure. Cette partie aval n'a pas pu être étudiée en détail car elle est plus difficile d'accès et souvent en eau. L'AQU01 est accessible par une ouverture dans le mur qui soutient le remblai au-dessus de la voie ferrée, dans le jardin du Séminaire, aujourd'hui l'actuelle bibliothèque municipale (Figures 123 et 124).

Le second est muré vers amont et il n'est donc pas possible de caractériser sa méthode de captage, ni son tracé. Cet obstacle se situe dans une dénivellation par rapport au niveau de l'aqueduc à proprement parler. De part et d'autre de cette élargissement affaissé, des conduits grossiers et étroits sont observés, sans être cependant praticables. L'AQU02 se poursuit en direction du Séminaire et débouche dans une salle large d'environ 2 m. Celle-ci est séparée en deux espaces par un mur bahut. Dans l'angle nord-ouest, aqueduc voûté s'arrête complètement et semble déverser ses eaux dans un canal de briques et/ou une conduite en plomb. La transition de l'AQU02 aux canalisations n'a pas été déterminée. Celles-ci portent l'eau en direction de l'abbaye et de la ville jusqu'à l'angle sud, où le canal s'interrompt brusquement sans que l'on puisse savoir s'il a été détruit ou s'il s'arrête

volontairement. Le tuyau en plomb se poursuit dans la cavité qui fait angle mais a partiellement été prélevé par Armand Viré, lorsqu'il a fouillé cette pièce au début du XXe siècle.

L'AQU01 comme l'AQU02 sont accessibles par des ouvertures pratiquées dans le mur soutenant le remblai sous lequel passe la voie de chemin de fer. Le premier a fait l'objet d'une recherche plus approfondie contrairement au second, pour des raisons de mise en place des méthodes de relevés, bien que les deux paraissent liés. Il conviendra dans une étude future de revenir sur les caractéristiques de l'AQU02.

3.1.2. POURQUOI LE COMPLEXE SAINT-MICHEL ?

Le choix du complexe que j'appelle Saint-Michel s'est, à dire vrai, imposé de lui-même. Le site est tout simplement le plus complet en terme de documentation et de connaissance sur le temps long. Il est en grande partie conservé en élévation bien que plusieurs réfections, de plus ou moins grande importance, aient été mentionnées ou sont visibles dans les aqueducs. Le complexe Saint-Michel est également largement renseigné par les sources écrites, que ce soit conjointement ou non à la documentation sur la fontaine du cloître. Il a été exploré à plusieurs reprises par les autorités municipales et fouillé au début du XXe siècle par Armand Viré, qui nous rapporte son tracé d'alors.

Au vu des difficultés rencontrées dans la caractérisation des intérêts multiples de ce sujet vaste et dans la mise en œuvre des relevés, le complexe Saint-Michel permet une garantie documentaire et matérielle, ce qui n'est pas nécessairement le cas des autres structures moissagaises. Qui plus est, comme je l'ai montré, les aménagements hydrauliques étant traités de manière sporadique et hétérogène, l'étude des structures moissagaises demandaient de reprendre clairement les méthodologies. Le cadre déjà fixé du complexe Saint-Michel autorise le développement de ces questions de méthode dans de relativement bonnes conditions.

Je répèterai, à défaut d'être redondante, que le travail suivant est cependant une première approche en terme d'appréhension des aménagements hydrauliques, ici

souterrains. De nombreux points nécessitent un perfectionnement et un approfondissement méthodologique et analytique.

3.1.3. HISTORIOGRAPHIE

Le complexe Saint-Michel a précédemment fait l'objet d'une étude et, pour l'AQU02, d'une fouille, conduite par Armand Viré au début du XX^e siècle. Plus tard, dans les années 1990, l'association des Fontaines et Aqueducs historiques de Moissac, s'est elle-aussi intéressée au complexe. À l'occasion, Chantal Fraïsse a réalisé une étude documentaire exhaustive, laquelle, non publiée, comprend des agrandissements des notes de Viré. (Fraïsse, non publié). Ces documents m'ont beaucoup aidé dans la constitution d'une historiographie précise.

Armand Viré a non seulement fait des descriptions précises des structures, ce qui avait été fait de manière moins intelligible dans les délibérations de 1842 (AmM, 1 D15, Annexe 1), mais surtout a produit des cartes des aménagements et de leur organisation pour la première fois (Figure 125). Bien qu'il y extrapole le trajet de la conduite en plomb trouvée dans la salle du Séminaire, salle qu'il interprète d'ailleurs comme un château d'eau, et que ces conclusions en matière de datation soient souvent hâtives et infondées, les informations apportées par Armand Viré permettent de renseigner un état du complexe.

Les fouilles qu'il a conduites dans la salle du Séminaire ont permis un déblaiement important – de près de 2 m 30 (Fraïsse, non publié) – et la mise au jour d'un canal et d'une conduite en plomb (Figures 126, 127 et 128). Viré identifie le tuyau de plomb comme étant celui conduisant les eaux qui alimentent la fontaine du Griffoul. Ni sa fouille, ni ses écrits ne renseignent toutefois la transition de l'aqueduc maçonné dans lequel un adulte peut circuler aux canalisations. Aujourd'hui, cette jonction est en mauvais état de conservation et il est difficile de dire si elle peut être analysée de manière pertinente. Ces fouilles n'ont pas non plus fait l'objet d'un rapport et ne sont donc renseignée que partiellement, par les notes manuscrites, confiées par sa fille dans les années 1990 aux archives municipales de Moissac (Fraïsse, non publié). Il a toutefois réalisé un plan et une coupe du "château d'eau", lesquels permettent de voir

que le niveau de sol du début du XXe siècle est en effet largement supérieur à celui où se trouvent les conduites. Les annotations qu'il ajoute sur le plan montre qu'il émet l'hypothèse que l'AQU02 se poursuit vers le nord-ouest en direction du second départ d'aqueduc depuis le puits Saint-Michel (TR101) et que la canalisation en plomb continue en direction de l'abbaye, contrairement au canal en briques (Figure 129). Celui-ci se poursuivrait vraisemblablement vers le TR106 de l'aqueduc Saint-Michel (Figure 130). Sur son plan général cependant, il ne fait pas figurer le canal, ce qui permet de douter qu'il ait directement observé une connexion entre le canal de l'AQU02 et le TR106.

Viré identifie aussi ce qui est aujourd'hui une importante niche comme « *un aqueduc ou un égout que devaient suivre les diverses canalisations qui desservaient l'abbaye* » (Viré, 1930). Comme le canal de briques, il ne le fait pas figurer sur son plan général et il paraît peu probable qu'il ait remarqué des témoins plus parlants, lui permettant d'affirmer s'il s'agit bien d'un aqueduc ou d'un égout.

Ses notes manuscrites nous renseignent également sur une structure aujourd'hui disparue, la fontaine du Griffoul. En effet, en 2010, une opération archéologique, sous la direction de Quitterie Cazes, a révélé que la fontaine du cloître aurait été entièrement détruite. Supposément située dans l'angle nord-ouest du cloître la fontaine semble avoir été constituée d'un ou plusieurs bassins, renseignés par les dessins de Beaumesnil (Figure 131). L'un, triangulaire, aurait fait angle avec la maçonnerie du cloître et aurait été alimenté par une ou plusieurs conduites en plomb, tandis que le second, circulaire et à l'ouvrage plus soigné, se serait trouvé à côté. Il demeure difficile d'affirmer si les deux bassins ont existé et le cas échéant, s'ils ont été construits et/ou utilisés de manière simultanée (Fraisie, non publié ; Cazes, 2010). De la même manière, il est compliqué d'identifier avec certitude lequel de l'aqueduc Saint-Michel ou de l'aqueduc du Séminaire alimente cette fontaine.

Armand Viré décrit cependant qu'il existe encore en 1930 un « *puits* » dans le cloître de l'abbaye Saint-Pierre, d'un mètre de côté environ et de forme quadrangulaire. Il ferait près de 7 m de profondeur et serait construit en « *moellons calcaires réguliers, de petit appareil, soigneusement ajustés* » (Viré, 1930). L'auteur n'est malheureusement pas précis dans sa localisation de la structure et il est possible

que la fenêtre du sondage de 2010 est été trop restreinte pour situer ce puits. Il est également envisageable que celui-ci ait été détruit au cours du XXe siècle et qu'il n'en reste aujourd'hui plus de traces.

L'association des Fontaines de Moissac, fondée dans les années 1990 dans le but d'entretenir, de protéger et d'étudier les fontaines et aqueducs moissagais a repris les travaux et la documentation sur la fontaine du cloître et le complexe Saint-Michel. Ils ont dans un premier temps, en 1991, nettoyé entièrement la salle "du Séminaire" afin de retrouver les niveaux fouillés par l'érudit en 1931. Dans un second temps, en 1993, ils ont nettoyé les 100 m de long de l'aqueduc Saint-Michel afin de détourner l'usage qu'il en était fait par les égouts et d'évacuer l'eau du puits (Fraisie, non publié). C'est leur travail qui a permis la praticabilité des aqueducs et rendu possible leur étude, je les en remercie encore.

3.1.4. LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE DE CAS

Cette étude de cas a vu se développer deux types d'objectifs visant à déterminer ce qu'il était possible ou non de renseigner dans les structures hydrauliques, au vu du cas particulier des aménagements souterrains. Ces objectifs ont pour la plupart été au moins partiellement remplis.

Premièrement, sur un plan méthodologique, l'objectif était de permettre le géoréférencement du complexe Saint-Michel et de dater au moins en partie les structures. Secondement, sur un plan plus restreint, l'ambition était de renseigner la construction, ses techniques, d'essayer d'éclaircir la chronologie, de caractériser le fonctionnement hydraulique du complexe Saint-Michel et enfin, de comprendre comment celui-ci s'inscrit dans la ville.

3.2. MÉTHODOLOGIE

Le renouvellement des méthodologies appliquées, intimement lié à l'émergence et l'accessibilité grandissante dans les laboratoires de nouvelles technologies toujours plus performantes et précises, a permis la multiplication des

approches dans les travaux sur la ville, comme dans le reste des domaines de l'archéologie. Si elles imposent une prudence quant à une utilisation souvent trop artificielle de ces logiciels et outils technologiques, elles permettent une certaine systématisation de l'enregistrement des données et de leur traitement. Le travail ici réalisé ne m'a pas permis de mettre en œuvre l'entièreté du potentiel des logiciels et des approches à ma disposition pour des raisons de temps et de formation. Cela pourra en revanche faire partie des objectifs de mon mémoire de deuxième année dans une perspective de compréhension des processus d'installation et d'articulation des aménagements hydrauliques à une échelle moins restreinte.

Il est rapidement apparu que le complexe Saint-Michel oppose des contraintes particulières du fait qu'il est souterrain. Le relevé des structures et leur géoréférencement est l'un des problèmes majeurs qu'il a fallu adresser, de même que la datation. De surcroît à une étude documentaire préalable, laquelle a permis de fixer un cadre premier, il a donc fallu réfléchir à la manière d'appréhender les structures et mettre en place une méthode d'analyse.

3.2.1. PLANIMÉTRIE ET GÉORÉFÉRENCEMENT

En 1930 déjà, Armand Viré avait proposé un premier plan, repris dans les années 1990 par l'association des Fontaines et Aqueducs historiques de Moissac et les relevés de Guy Ena (Figure 132). Bien qu'approximatifs, ils ont permis de replacer généralement les AQU01 et AQU02, leur orientation, et l'emplacement du PUI03. Aucun cependant ne propose de géoréférencement permettant l'exploitation dans les logiciels de SIG, or il est primordial de pouvoir traiter correctement les données bâties dans leur contexte géographique. Celui-ci permet par exemple l'appréhension de l'enfouissement des aménagements, du tracé, de la pente et donc, l'estimation du débit, etc.

Je n'ai pas, lors de mes recherches bibliographiques, trouvé de cas de figure similaire à celui auquel j'ai été confronté à Moissac, à savoir le géoréférencement et l'analyse d'un aménagement hydraulique entièrement enfoui à l'intérieur duquel on peut circuler. Pour la période antique, si la majeure partie du tracé est enfoui, on

observe des émergences à la surface permettant un pointage GPS systématique (Borau, 2009, p. 463), ce qui est impossible à réaliser à Moissac.

De premières observations ont été réalisées les 6 et 7 mars 2019. Elles ont conduit à la réalisation du catalogue des EA présenté en annexe 2 qui fait état des dimensions et des éléments remarquables du bâti de l'AQU01. De nombreuses photographies viennent renseigner ces éléments. Pour des raisons de topographie du terrain – étroitesse des tronçons, manque de recul, problèmes de sécurité, etc. –, de limites des logiciels et de temps, il n'a pas été possible de réaliser de photogrammétrie. Des essais ont été réalisés mais n'ont pas été concluants, limitant la possibilité d'étudier précisément la construction et d'éclaircir la chronologie relative.

Il a donc été décidé de conduire un relevé intégral de l'aménagement de l'AQU01 au scanner 3D, ensuite géoréférencé. L'opération a eu lieu le mardi 2 avril 2019, avec l'aide de Bastien Lefebvre et François Baleux³⁰. Nous avons utilisé un appareil Faro[®] Laser Scanner Focus^{3D} S120, ainsi que des balises sphériques blanches servant de repères afin d'assembler les nuages de points. Une vingtaine de scans ont été réalisés sur une journée. Ces données ont ensuite été assemblées en un seul et même nuage de points dans le logiciel SCENE (©FARO) puis transférées dans le logiciel opensource CloudCompare pour être nettoyées par François Baleux³¹.

Ces données 3D ont ensuite été exploitées afin de fournir une documentation graphique précise – sections, coupes, plans, MNT, etc. – permettant de générer des données analysables. Toutes les fonctionnalités de CloudCompare n'ont évidemment pas été utilisées.

Si un cheminement au tachéomètre a bien été réalisé le 10 mai 2019, la mise en station compliquée a échoué et ne permet pas de recalculer correctement les points ayant été pris. Ils ont été utilisés dans CloudCompare afin de donner une échelle plus fine au relevé et d'autoriser le calcul des pentes. Le plan du scanner a toutefois pu être

³⁰ Géomaticien, Ingénieur en traitement, analyse et représentation de l'information spatiale au CNRS (UMR 5608 – TRACES).

³¹ François, que je remercie à nouveau d'avoir trouvé le temps de réaliser toutes ces manipulations.

géoréférencé en utilisant la fonctionnalité "Géoréférencement raster" du logiciel SIG mais de nouveaux points devront être pris afin d'offrir une plus grande précision. Il n'a pas été décidé d'organiser une nouvelle opération sur le terrain cette année au vu des délais.

Ces données 3D permettent de pallier aux limites de la photogrammétrie dans ces conditions compliquées – absence de lumière homogène, manque de recul pour la prise photographique, etc. – et de proposer un début d'analyse du bâti renseignant tant la chronologie relative que les techniques de constructions des aqueducs médiévaux.

Afin d'observer plus finement le PUI03 et d'essayer de comprendre le système de captage, le puits Saint-Michel a été vidé, grâce à l'aide des bénévoles de l'association des Fontaines de Moissac, ainsi que d'Éric Chabanne, en décembre 2018. La hauteur totale du puits a pu être prise à l'aide d'un décamètre et d'un fil à plomb, de même que plusieurs diamètres (Figure 133). Les arrivées d'eau ont été observées et reportées sur la section 4 mais aucune photographie n'a pu être prise du fait des conditions – eau qui monte rapidement, manque de bras, etc. Un nouveau pompage du puits afin de renseigner les arrivées d'eau et le débit est envisageable pour l'année prochaine.

3.2.2.DATATION

Comme je l'ai expliqué, proposer une datation absolue pour ces aménagements demeure une opération très complexe³². Bien que nous ayons pu prélever des charbons pour les TR101 et TR102, nous n'avons pour l'instant pas pu obtenir de datation absolue de ces tronçons. Notons qu'il a été choisi de prélever des éléments datables uniquement sur les tronçons, qui sont considérés comme des ensembles chronologiquement homogènes, contrairement aux jonctions, qui sont fortement perturbées. Le prélèvement réalisé dans le TR101 pose également des problèmes taphonomiques car le tronçon a été entièrement comblé et remis au jour seulement lors

³² Voir « Méthodologies et problématiques », p.43.

du curage des années 1990. Il est donc possible que les charbons proviennent de traces de comblement et non du tronçon, et ils doivent être considérés avec précaution. Qui plus est, les datations ^{14}C étant coûteuses, il est nécessaire de conduire préalablement une étude approfondie et solide du complexe afin d'en connaître au mieux le contexte de prélèvement.

3.3.RÉSULTATS

3.3.1.ANALYSE DE LA CONSTRUCTION

L'AQU01, en plus d'avoir été relevé au scanner 3D ce printemps, a également été cartographié par l'agence Sogexfo pour la mairie de Moissac (Figure 122). Si seule la partie prise au scanner 3D est analysée cette année, il est intéressant de voir que l'AQU01 tel qu'on le connaît aujourd'hui se poursuit en direction de la place Durand-Bredon. L'aqueduc Saint-Michel est construit de façon relativement hétérogène, avec des largeurs variables d'une partie à une autre. Afin de démêler les structures principales, et ainsi, essayer d'éclaircir la chronologie, il a été décidé de le diviser en EA (Annexe 2), selon qu'il s'agisse d'un tronçon ou d'une jonction, ou encore d'un élément autre. Quatre catégories principales ont été dégagées :

- Les tronçons (TR)
- Les jonctions (JC)
- Les indéterminés (IND)
- Les réservoirs (RES)

Le puits Saint-Michel, noté PUI03, est, lui, considéré comme une structure à part entière, au même titre que l'AQU01. Les EA du puits se recoupent en partie avec celles de l'aqueduc – JC108 et JC109 – mais les autres n'ont pas été traitées en détail cette année.

L'observation des sections des différents tronçons met elle aussi en exergue les irrégularités de la construction (Annexe 3). Les tronçons 102 et 105 sont très réguliers,

marqués par un ressaut et une voûte en plein cintre assez nette, ainsi que de taille équivalente. Ils sont cependant très différents des TR103 et 104, lesquels sont plus petits et, au moins partiellement, pourvus d'un canal. Ils sont également plus irréguliers et hétérogènes dans leur construction, malgré des dimensions semblables. Le TR101, avec sa voûte légèrement écrasés et sa taille importante, sort du lot, de même que le tronçon 106, à la morphologie qui diffère radicalement. Le TR106, à l'instar du reste de l'AQU01, relevé par la mairie, n'est pas inclus dans l'étude présentée cette année.

L'analyse de ces EA, d'abord individuellement au travers du catalogue, puis conjointement, s'est faite grâce aux données acquises sur le terrain, aux sources textuelles et aux manipulations du relevé 3D dans CloudCompare. Les résultats présentés ici regroupent certaines entités selon leur localisation et leur lien avec une autre entité.

3.3.1.1. Le puits Saint-Michel (PUI03)

Le PUI03 est une structure massive de 8,62 m de hauteur, regard compris, et d'un diamètre variable, entre 2,38 m et 2,72 m (Figure 133 et Annexe 4). Si l'ensemble est bien conservé, compte tenu des conditions constamment humides, des marques d'affaissement et d'usure sont visibles. Il est entièrement construit en briques de petit appareil, bien que la densité de cette construction varie (Annexe 5). Un enduit ou un mortier fin recouvre la partie inférieure. Le déroulé montre que deux enduits peuvent être distingués ou, du moins, deux états différents du même enduit, puisqu'il y a une différence nette de couleur. Il est également possible que cette différence de teinte soit causée par des dépôts calcifiés, oxydés, ou encore par un niveau d'eau ancien. Les ouvertures permettant l'accès aux JC108 et 109 sont, elles aussi, clairement délimitées. Les piédroits soutenant la voûte de la jonction 109 diffèrent particulièrement bien du bâti plus hétérogène du puits. Ceux de la JC108 se distinguent moins facilement, car ils ont été en partie enduits ou repris au ciment, mais la voûte est très visible. Elle ne semble pas appartenir au parement du puits. La voûte (VOU301) présente également un appareil régulier et homogène, contrairement au parement du PUI03.

Le modèle numérique de terrain réalisé sur le déroulé du puits met en avant des irrégularités qu'un simple relevé ne mettrait pas nécessairement en avant. La variation du diamètre, que l'on sait hétérogène, ainsi que les sections réalisées afin de permettre le déroulé jouent toutefois sur cette représentation, qui doit être analysée en conséquence. Le puits étant cylindrique, les sections sont elles-mêmes courbes et faussent légèrement le signal en bordure de celles-ci.

Il reste cependant possible d'observer des zones en retrait, parfois liées avec des ouvertures dans le bâti. Ces ouvertures s'expliquent par la technique de réalisation d'un déroulé : celle-ci consiste, dans CloudCompare, à dessiner une polyligne sur le plan z, à partir de laquelle, tous les points se trouvant dans un intervalle donné seront reproduits en déroulé. Ici l'intervalle ne permettant pas d'inclure tous les points, ceux qui se trouvaient à plus de 1.25 m n'ont pas été pris en compte, laissant des ouvertures.

Les zones de retraits observées, lorsqu'elles sont en lien avec des ouvertures, peuvent faire penser à un chemisage du puits. Certaines ouvertures laissent apparaître des briques en retrait, dont le signal est faible, et la vue de dessus du déroulé les placent sur une ligne éloignée de celle du reste du parement (Annexe 5). Ces irrégularités concernent cependant seulement la partie supérieure du PUI03 et pas la partie inférieure. Si chemisage il y a effectivement eu, il est donc possible de se demander si celui-ci a été total ou partiel.

Les diamètres présentés dans la figure 133 ont été réalisés de manière arbitraire à partir du modèle 3D, à l'exception de la section 4, qui est constamment en eau. Ce diamètre, représenté de manière théorique puisqu'il n'a pas pu être relevé³³, comparé aux trois autres, permet d'obtenir une idée assez précise des dimensions changeantes de la structure. Les diamètres obtenus par la section 4 ont une amplitude plus variable (± 30 cm) que ceux des autres sections ($\pm 10-20$ cm). Il n'est pas impossible que cela soit dû à la technique de relevé, néanmoins il est également envisageable que cela soit

³³ Le laser du scanner 3D ne prend pas en compte les données en-dessous de la ligne d'eau, l'eau étant une surface réfléchissante. C'est la raison pour laquelle une partie du sol de l'AQU01 n'a pas pu être relevée. La ligne d'eau fournit cependant toujours la pente et les dimensions globales de la structure, puisqu'un simple filet d'eau coule encore. La ligne d'eau du puits se trouvant à plus d'un mètre du fond, la section 4 a été réalisée grâce au pompage.

lié à l'érosion des parois par l'eau. Qui plus est, les arrivées d'eau principales qui ont été remarquées se trouvent au même niveau, ayant potentiellement une incidence. Les sections supérieures n'étant pas immergées, il est possible qu'elles aient été préservées.

Ces irrégularités dans le bâti et dans les diamètres sont révélateurs d'une structure souterraine à vocation pratique qui, bien que massive, ne requiert pas une attention esthétique particulière. Le PUI03 a aussi subi d'importants travaux de réfections, renseignés par les textes (Annexe 6). Andurandy rapporte qu'en 1539, le puits est élevé de 20 pans – soit environ 4,40 m – et couvert d'une voûte (Andurandy, 1730, n°412, f°80). Ces dimensions correspondent à la hauteur comprise entre le ressaut du regard et l'enduit le plus clair (Annexe 5). Le puits Saint-Michel était donc originellement à l'air libre et permettait le puisage direct de ses eaux, en plus d'alimenter des conduites, si l'on en croit Andurandy. Il semblerait toutefois que le PUI03 n'ait pas toujours été connecté au TR101, d'après les irrégularités relevées sur le déroulé. Aussi peut-on penser que le puits a d'abord été creusé pour le puisage, qu'il a par la suite été raccordé à un premier aqueduc (TR101) puis à un second (TR102). La jonction avec ce second aqueduc est, elle, renseignée par les délibérations de 1842. Suite à une fouille engagée par la mairie pour caractériser l'état de l'aqueduc du Séminaire, un deuxième aqueduc a été découvert, prenant sa source dans les coteaux sous le Calvaire et un troisième, partant du puits Saint-Michel et s'arrêtant brusquement. Le deuxième aqueduc est dit « éloigné que de 54 mètres » (AmM, 1 D15, f°11v) du PUI03 et il est proposé de construire un tronçon supplémentaire qui permettrait la connexion. Ce dernier semble correspondre au TR102, aujourd'hui toujours en élévation. Ceci expliquerait la configuration et la facture de la jonction 109, régulière et soignée, qui détonne par rapport au reste du PUI03. On peut donc restituer quatre états principaux du PUI03 :

- Puits à vocation de puisage
- Puits à vocation de puisage et d'alimentation d'un aqueduc
- Puits couvert, alimentant un aqueduc
- Puits couvert, alimentant deux aqueducs

Il ne s'agit toutefois pas d'une analyse terminée. Comme le déroulé du puits le met clairement en lumière, la chronologie est complexe et mérite une étude du bâti qui va au-delà des aspects les plus grossiers et évidents. Je me suis arrêtée ici à un dégrossissement de la chronologie dans le but de comprendre l'évolution globale du complexe.

3.3.1.2. TR101 et JC107

Le tronçon 101 est long d'environ 9 m et est, lui aussi, entièrement construit en briques de petit appareil. Il est voûté en plein cintre, bien que la voûte soit légèrement écrasée, comme le montre sa section. Le tronçon est relativement homogène dans sa construction, bien que les piédroits soient bombés et qu'il soit endommagé par un tunnel ovoïde des égouts de la ville, construit au début du XX^e siècle (Annexe 2, TR101). Un dallage est observable au niveau de la JC108 mais une couche d'argile le recouvre presque entièrement (Figure 134 et Annexe 7). Celle-ci est un vestige du comblement qui a été déblayé par l'association des Fontaines et Aqueducs historiques de Moissac dans les années 1990. Lors de cette opération, qui visait à dégager l'intégralité de cet aqueduc, l'équipe a été contrainte de s'arrêter à 9,13 m car il semblait que la voûte s'était effondrée et que les conditions devenaient trop dangereuses. Ce comblement argilo-marneux est visible au niveau de la JC107 (Figure 135).

La jonction 107 est assez curieuse puisqu'elle voit l'apparition d'une plateforme basse, voûtée en plein cintre, d'une facture très différente du TR101. Cette plateforme est très étroite et il est impossible de déterminer si elle est conservée dans son entièreté ou non sans son dégagement. Elle est construite en briques fines et longues, contrairement au TR101 qui est constitué de briques épaisses, relativement courtes et avec un joint large. Au sol se trouve un bloc monolithique semi-circulaire, percé de deux ouvertures circulaires, encore à moitié enfoui dans l'argile (Annexe 2, JC107, et 8). Elle est large d'au moins une trentaine de centimètres. Les deux ouvertures ont un diamètre de 15 cm et sont séparées l'une de l'autre par 28 cm. La courbure et les dimensions du bloc, ainsi que son emplacement au pied de la plateforme tendent à faire penser que celui-ci bouchait la voûte inférieure, ne laissant

pour ouverture que les deux trous percés. Sans un dégagement complet du bloc et de la voûte, il est cependant impossible de l'affirmer.

Si toutefois c'était bien le cas, se pose la question de la fonction d'une pareille séparation, que l'on ne retrouve pas ailleurs dans le complexe. Les deux ouvertures circulaires percées dans le bloc font penser aux dimensions de tuyaux et il est possible d'imaginer des conduites en TCA prises dans un bloc afin de les solidifier, comme cela a été trouvé dans la fouille de l'enclos du Temple (Gazagne et al., 2017)³⁴. Qui plus est, lors des conflits relatifs à la fontaine du Griffoul et au puits Saint-Michel (Annexe 6), il est mentionné à plusieurs reprises que le curage des fossés de la ville est néfaste aux « *tuyaux* » qui conduisent des eaux jusqu'à l'abbaye. Ceux-ci sont même rompus entre 1457 et 1458, entraînant l'assèchement de la fontaine du cloître (Andurandy, 1730, n°404, f°78, n°427, f°81). Bien qu'il soit impossible d'assurer que ces tuyaux mentionnés dans les sources correspondent à la poursuite du TR101 au travers de conduite, la position de celui-ci encourage cette hypothèse. Dans son mémoire de master 2, Estelle Fayolle-Bouillon s'est appliquée à restituer les fossés de la ville de Moissac à la fin du Moyen Âge (Figure 136) et l'on s'aperçoit qu'en effet, le TR101 est situé à proximité immédiate du fossé reliant la porte Saint-Michel et la porte Guileran. Ce système de passage d'un aqueduc maçonné à une ou plusieurs conduites, scellées par un bloc, pouvait-il peut-être permettre le transport des eaux au travers des fossés ? Il reste difficile de le dire.

La différence de construction entre la plateforme et le TR101 pose également la question de la chronologie. L'état de conservation de la JC107, du fait du comblement, n'autorise pas de lecture nette des éléments bâtis. Les délibérations de 1842 proposent, en même temps que la jonction entre le puits Saint-Michel et l'aqueduc dit "de Brienne", de joindre la « *tête d'aqueduc* » trouvée dans le jardin du Séminaire – AQU02 – avec l'aqueduc partant du puits Saint-Michel (1 D15, f°19-f°21). Il est donc envisageable que la plateforme date de cette période-là, de même que

³⁴ Voir « Les tuyaux », p.50.

le bloc monolithique mais en l'absence de datation absolue, il demeure impossible de l'affirmer.

Ce tronçon, comblé puis remis au jour, pose beaucoup de questions auxquelles il est compliqué de répondre sans intervention supplémentaire. L'idéal sera de dégager entièrement la JC107 afin de faire des relevés du bloc dans sa position actuelle, de la voûte, pour ensuite pouvoir prélever le bloc. L'étudier permettrait de caractériser sa fonction et à déterminer si des traces de mortier sont présentes à l'intérieur des percements circulaires, pouvant éventuellement corroborer l'hypothèse de tuyaux pris dans la pierre.

3.3.1.3. Tronçons de l'AQU01

L'aqueduc Saint-Michel est constitué, pour la partie étudiée cette année, de quatre tronçons principaux : 102, 103, 104 et 105. Ils vont du puits Saint-Michel jusqu'à l'entrée se trouvant dans le jardin du Séminaire.

3.3.1.3.1. Le tronçon 102

Ce tronçon, situé entre la JC109 en partie proximale et la JC110 en partie distale est long de près de 30 m. Bien que sa largeur et sa hauteur varient, elles sont respectivement comprises entre 92 et 99 cm et entre 1,53 et 1,62 m, ce qui en fait un ensemble relativement régulier et homogène. Un ressaut d'une dizaine de centimètre s'observe tout le long des piédroits, à environ 1 m du sol. À 4,24 m de la JC109, se trouve une ouverture dans le piédroit gauche d'1,18 m, menant à l'égout contemporain et passe au-dessus du TR101.

Au sol, on remarque des "bornes" de 40 cm de long, 28 cm de large et 8 cm de hauteur conservée, pour celles les mieux préservées. Celles-ci sont relativement régulières et ponctuent le tronçon tous les 2,30 m pour le plus petit intervalle et tous les 3,60 m pour le plus grand (Annexe 2, TR102). Elles sont aujourd'hui en deux parties, de part et d'autre de la conduite contemporaine. Bien qu'il ne soit pas possible d'affirmer que leur forme d'origine est un seul ensemble, la nette séparation entre les deux morceaux varie en largeur et semble correspondre au passage de la conduite

métallique. La fonction de ces bornes n'est pas connue mais si elles formaient en effet des lignes sur toute la largeur du TR102, agencée de manière successive, on peut imaginer qu'elles permettraient de réguler la vitesse du volume d'eau. La JC110 présentant un angle de 147° pour accéder au TR103, l'utilisation de structures de ralentissement n'est pas incohérente. Cependant, compte tenu de leur faible hauteur conservée, de l'importante érosion qu'elles subissent puisqu'elles sont constamment dans un milieu humide voire aqueux et des calcifications qui les recouvrent parfois intégralement, il paraît complexe de parvenir à caractériser à ce jour l'état d'origine et la fonction de ces "bornes".

Le TR102 est de section très régulière (Annexe 3). Au vu de sa longueur, qui est la plus importante de l'AQU01, deux sections ont été réalisées à partir du relevé 3D. Elles sont presque parfaitement identiques et témoignent de la technique de construction avec cintre en bois par la présence des ressauts très marqués. Ce tronçon est construit en briques relativement longues et fines, avec un joint plutôt fin. Son rendu est homogène et soigné.

Comme je l'ai mentionné à plusieurs reprises, l'étude des délibérations de 1842 présentent ce tronçon comme un projet afin de lier le puits Saint-Michel à l'aqueduc de Brienne (AmM, 1 D15, f°10v-14, f°19-21). Si la date de construction n'est pas elle-même connue, on peut se servir de 1842 comme *terminus post quem*. Cet ouvrage, tardif, expliquerait aussi la facture soignée et régulière du tronçon, en comparaison avec les piédroits et la voûte hétérogène des TR103 et 104. L'analyse des sections est très révélatrice des différences de construction entre les tronçons 102 et 103, notamment par leurs dimensions. Le TR102 est effectivement à la fois plus large et plus haut que le TR103. Il peut toutefois être rapproché du TR105, qui présente une section similaire.

3.3.1.3.2. Les tronçons 103 et 104

Le tronçon 103 est, lui, long d'environ 18 m, entre la JC110 et l'IND113. Il est large de 64-75 cm et haut d'1,20-1,40 m. Un léger ressaut apparaît en partie distale, à environ 10,06 m, à une hauteur de près de 1 m et d'une largeur de 10 cm. À 3,97 m, on observe un abaissement de la voûte, chemisée par une seconde voûte, réduisant la

hauteur totale à 1,07 m. Cette irrégularité d'1,09 m de long est nommée IND112 et sa fonction n'a pas été identifiée (Annexe 3, IND112). Des coups de sabres sont visibles de part et d'autre de la voûte (Figures 137 et 138), aussi est-il permis de penser qu'une tierce structure traversait le TR103, chose que seule une étude fine du bâti permettrait d'affirmer.

À 12,21 m, un canal étroit apparaît contre le piédroit gauche, comme on peut également le voir sur la section TR103b (Annexe 3, Figures 139 et 140). Il est large de près de 30 m et profondeur d'une vingtaine. Bien qu'irrégulier au départ, ce canal semble relativement bien construit, en briques, correspondant au type A1a2 (Figure 14). Le scanner 3D n'étant pas en capacité de prendre en compte les parties en eau, on peut voir sur la figure 141 qu'il a été relevé seulement partiellement. La raison pour laquelle ce canal ne couvre pas l'entièreté du TR103 est inconnue et pourra être explorée postérieurement.

Le TR103 par sa technique de construction, sa section et son canal, semble correspondre au TR104. L'IND113 est un perturbateur manifeste de l'AQU01 : il s'agit un radier de galets de rivière grossier, sans forme particulière, qui fait penser à une fondation (Annexe 2, IND113). Il est possible, si ce n'est probable à mon sens, qu'il soit venu couper le TR103 en deux parties. Si l'on admet que les tronçons 103 et 104 sont un seul et même ensemble, qui ne suit pas le tracé du TR105, il faut donc réévaluer le tracé de l'aqueduc à partir de l'orientation du TR104. Or, celui-ci est orienté en direction de la salle du Séminaire, fouillée par Armand Viré, dans laquelle se trouvent l'AQU02, ainsi que le canal de briques et le tuyau en plomb. Il est parfaitement envisageable que le TR104 se dirige premièrement vers cette salle avant de bifurquer en direction de l'abbaye et/ou de la ville.

3.3.1.3.3. Le tronçon 105

Ce dernier tronçon n'a pas été au centre de mes préoccupations lors de cette première année. Sa section régulière, ses angles forts et l'homogénéité soignée de sa construction sont autant d'indices qui font penser à un ouvrage du XIX^e siècle. S'il n'est pas mentionné dans les délibérations que j'ai pu étudier, sa ressemblance avec le

TR102 tend à soutenir cette hypothèse. Une lecture plus large des archives du XIXe siècle permettra peut-être de retrouver la trace de ce tronçon.

3.3.1.4. Le réservoir de Brienne et la jonction 110

La jonction 110, qui fait le lien entre le TR102, le RES111 et le TR103, est un des points centraux dans la compréhension de l'évolution de l'AQU01 (Annexe 2, JC110). Elle a subi d'importantes perturbations, lesquelles sont visibles dans l'organisation de la voûte (Annexes 9, 10 et 11). Si l'étude du relevé seul n'est pas nécessairement parlant, le modèle numérique de terrain met en valeur les différents niveaux de l'appareil et les irrégularités du bâti.

La voûte du TR102, qui est la plus élevée, vient s'insérer dans la voûte du TR103, entraînant des comblements et des perturbations puisqu'elle est plus haute que celle du tronçon 103 (Figure 142). Étant également plus large, on distingue sur le piédroit droit un bourrelet au niveau de la jonction avec celui du TR103.

La voûte du RES111 est elle-même relativement irrégulière. Le fond du réservoir semble assez bien conservé, mais à partir du centre de la structure, des perturbations apparaissent. Une brique, de biais (Figure 143) est visible au niveau de la jonction, contre la voûte 102. L'annexe 11 met en valeur ces zones perturbées. Les ensembles au sein desquels on observe un large spectre coloré peuvent être identifiés comme des zones de comblement, de rajout, permettant le scellement total de la voûte de la JC110. Qui plus est, le profil du RES111 montre nettement la différence dans le bâti du réservoir et celui du TR102, lesquels se distinguent par un coup de sabre (Annexe 12). En revanche, bien qu'ayant subi des modifications, il semblerait que le RES111 s'inscrive dans la continuation du TR103. Le piédroit gauche engage une courbe de 129° qui n'est pas brisée ou interrompue par la jonction au réservoir, ce qui laisse penser que les structures font partie d'un ensemble unique.

La construction du TR102, datée du XIXe siècle, vient perturber une structure afin de se rattacher à ce réseau, que les textes du XIXe siècle identifie comme l'aqueduc de Brienne. Le RES111 semble donc être la suite d'un second aqueduc, muré. En effet, l'observation du mur du fond, bien qu'inaccessible du fait de l'eau

toujours présente dans le réservoir, montre que la partie supérieure de ce mur est effondrée et laisse voir le comblement (Figure 144). Les délibérations parlent d'un « *aqueduc qui conduit les eaux de la source de Brienne* » (AmM, 1 D15, f°11) : cette seconde structure ne paraît pas murée en 1842. Il est peut-être possible d'identifier la fin de l'utilisation de cet aqueduc, sa potentielle destruction et la date de construction du mur à travers les sources textuelles.

Le RES111 est long d'1,10 m environ, large de 56-58 cm et d'une hauteur totale, partie en eau comprise, de près d'1,80 m. Il est séparé des TR102 et 103 par un mur bahut haut de 47 cm, long entre 56 et 73 cm et large de 36 cm (Figure 145). À l'aide d'un mètre, nous avons pu estimer la profondeur de la partie en eau à 1,30 m. Cette importante dénivellation par rapport au niveau du sol des TR102 et 103 et la présence constante d'eau ont permis de l'identifier, pour l'instant, comme un réservoir. La présence d'un réservoir dans la prolongation d'un aqueduc pose toutefois un nouveau problème : quelle est la raison d'une telle installation et de quand date le RES111 ? Est-il contemporain de l'aqueduc de Brienne ou construit postérieurement à son abandon ?

Si l'on admet, au vu des données connues, que l'aqueduc de Brienne a été abandonné et/ou détruit et qu'il a été muré afin d'en barrer l'accès, il paraît curieux qu'il ne l'ait pas été au niveau de la jonction entre les TR102 et 103. Quel est l'intérêt d'installer un réservoir à cet emplacement ? La logique voudrait qu'au contraire, les eaux qu'il collecte aujourd'hui soient évacuées plutôt que stockées. Ainsi stockées, elles croupissent et sont impropres à la consommation, aussi cette hypothèse me paraît-elle peu vraisemblable. Une autre explication, à laquelle je n'ai pas pensé, est bien sûre envisageable.

Si l'on imagine au contraire que le RES111 date de la période d'utilisation de l'aqueduc de Brienne, se pose à nouveau la question de son utilité. Une possibilité serait de voir en ce "réservoir" une structure de ralentissement ou d'assainissement, c'est-à-dire un bassin de décantation. L'aqueduc de Brienne prend selon les textes sa source dans les coteaux, que l'on peut identifier comme la colline du Calvaire. Or, la pente est plus importante au niveau des coteaux que sur tout le reste du tracé de l'AQU01 (Annexe 13). Qui plus est, s'il on élimine le TR102 de notre projection et

que l'on admet que le RES111 se poursuit via le TR103, l'aqueduc de Brienne prend alors un angle de 129°. Les coudes, surtout tournant de manière brusque, ne sont pas favorables à un débit régulé et peuvent entraîner une augmentation rapide de la vitesse des eaux, causant une érosion accélérée des piédroits. La présence d'un bassin de décantation en amont du coude permettrait une perte de charge de même que l'assainissement de l'eau par le dépôt des particules charriées (Figure 146).

L'hypothèse du puits de rupture de pente n'est pas, sur le principe, à rejeter entièrement. Il est possible que le RES111 tel qu'on peut l'observer aujourd'hui ne soit pas l'intégralité de la structure. L'appareil de briques du mur du fond est irrégulier, et la partie supérieure, très hétérogène et abîmée, se distingue de la partie inférieure. On peut tout à fait penser que cette ligne de séparation donne le niveau de sol de l'aqueduc de Brienne (Figure 147). Seule une analyse complète du bâti et l'évacuation du RES111 pour une étude approfondie permettra d'affirmer ou d'infirmar l'une ou l'autre de ces hypothèses.

L'utilisation de ce genre de structure de ralentissement au niveau des coudes afin de permettre la réorientation de l'aqueduc ainsi qu'un débit fluide et régulé n'a pas été étudiée. Seuls quelques exemples gallo-romains montrent une utilisation plus ou moins systématique de ce type d'aménagements au niveau des coudes. Au vu des lacunes dans les connaissances en hydraulique ancienne et du manque de points de comparaison, cette hypothèse ne peut encore être démontrée et demeure au stade d'hypothèse.

3.3.1.5.Éléments d'analyse globale

L'AQU01 tel qu'on le connaît aujourd'hui n'est que très récent. S'il est difficile de restituer précisément l'évolution du complexe aux époques médiévale et moderne, il apparaît clairement qu'il s'agit d'un réseau de structures interconnectées, longuement utilisées, reprises et transformées. Les textes du XIXe siècle, malgré leur imprécision quant à caractériser les aménagements, leurs dénominations et leur localisation, permettent d'apporter des informations supplémentaires, éclairant une

chronologie manifestement complexe. Quatre aqueducs historiques ont pu être identifiés³⁵ :

- Aqueduc du Séminaire (aqueduc A)
- Aqueduc de Brienne (aqueduc B)
- Aqueduc des Récollets (aqueduc C)
- Aqueduc Saint-Michel (aqueduc D = AQU01)

Un tableau de correspondance entre les structures actuelles et les aménagements anciens a été réalisé, de manière à bien distinguer les EA entre elles (Figure 148). Cette clarification est primordiale dans la compréhension de l'articulation des réseaux et de la chronologie. Si un premier phasage des EA peut être proposé (Figure 149), celui-ci demeure un simple dégrossissement d'une chronologie complexe. Des nombreux points devront être étudiés avant de pouvoir prétendre comprendre l'évolution du complexe et de pouvoir restituer des tracés fiables.

Les données acquises, par l'analyse des EA, les relevés sur le terrain, l'étude des sources écrites ont permis d'étudier l'évolution globale des structures. Si l'on ne connaît aujourd'hui que l'aqueduc Saint-Michel (AQU01) ainsi qu'une partie de l'aqueduc du Séminaire (AQU02), au moins deux autres structures peuvent être caractérisées. L'aqueduc des Récollets, bien que mentionné à plusieurs reprises, n'est pas encore identifié, que ce soit son tracé ou sa période d'utilisation. L'aqueduc de Brienne est, lui, décrit plus en détail et identifié, au moins partiellement, dans l'AQU01, mais reste mal caractérisé. Son tracé, notamment vers l'aval, après le TR104, devient complexe à extrapoler.

Un modèle d'évolution, basé sur les différents états qui ont été identifiés, a toutefois pu être réalisé (Annexe 14) :

1.1. Construction du puits Saint-Michel

³⁵ Les dénominations ont été choisies afin de clarifier la distinction d'un aqueduc à un autre. Ce ne sont pas là les dénominations historiques, car celles-ci portent souvent à confusion.

- 1.2. Couvrement du puits Saint-Michel
2. Construction de l'aqueduc A
 - 3a. Construction de l'aqueduc B (en direction de la salle du Séminaire)
 - 3b. Construction de l'aqueduc B (en direction de la ville)
4. Destruction d'une partie de l'aqueduc A
5. Construction de l'aqueduc C vers la place des Récollets
 - 6.1. Jonction du puits Saint-Michel et de l'aqueduc B = aqueduc C = AQU01
 - 6.2. Jonction du TR101 et de l'AQU02 = aqueduc A
- 7.1. Abandon et/ou destruction de l'aqueduc B
- 7.2. Abandon et/ou destruction de l'aqueduc A
8. État actuel

Cette évolution théorique permet de visualiser assez nettement la complexité des réseaux, de leurs interactions. La chronologie complexe à démêler de Saint-Michel et la pluralité des aménagements construits démontre, à défaut de l'expliquer, qu'il y a un besoin particulier lié à ces structures. Ce ne sont pas des constructions esthétiques, d'agrément, au contraire. Leur mise en place est pragmatique. On peut donc raisonnablement estimer que la multiplication des aménagements répond à un besoin, lequel ne peut pas être identifié à partir des seuls éléments disponibles. Ce modèle ne permet pas non plus d'aborder les questions de construction d'une structure souterraine. Il n'est pas possible d'affirmer si celle-ci s'est faite par tranchée ou par regard. Il faut donc continuer d'étudier les structures afin de démêler plus finement la chronologie, de comprendre leur articulation et ainsi de caractériser les besoins et leurs réponses.

3.3.2.FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

3.3.2.1.Captage des eaux

Au moins deux types de captages sont employés dans le complexe Saint-Michel, si l'on inclut l'ensemble des aqueducs A, B, C et D.

Le premier est le captage par puits-source³⁶, via le puits Saint-Michel. Celui capte l'eau par percolation et au moins deux points d'entrée principaux ont été remarqué lors du vidage du puits (Figure 133). Le PUI03 alimente l'aqueduc A, par le TR101 et les aqueducs C et D. Son volume moyen aujourd'hui en eau s'élève à 9.83m³, calculé d'après le rayon moyen de la section 4 et la hauteur totale de la partie immergée³⁷. Son débit de remplissage n'a pas été calculé précisément. Cependant, les observations faites lors du vidage du PUI03 en décembre 2018 ont permis de faire de premiers calculs, qui devront être vérifiés. Le débit moyen de remplissage du puits, une fois à sec, est estimé à 0.05m³/s.

Le second type de captage est inconnu, puisqu'il s'agit de celui de la « *source de Brienne* » (AmM, 1 D15). Au vu des descriptions qui sont faites, on peut émettre deux hypothèses :

- Les délibérations parlent d'une "source", ce qui fait penser à un puits artésien. Cependant, aucune trace de puits artésien n'est connue sur les coteaux du Calvaire.
- Sa description la plaçant au niveau des coteaux, on peut envisager une morphologie similaire à celle de Landerose, avec une ou plusieurs galeries de captage.

³⁶ Voir « Les puits et le captage des eaux », p.52.

³⁷ Le puits Saint-Michel n'étant pas régulier, seul un volume moyen a pu être calculé.

3.3.2.2. Pentes

La pente moyenne de l'AQU01 est de 0.03%³⁸ pour une dénivellation de 2.75 m sur 82.52 m de long. À partir d'une dizaine de points pris dans l'aqueduc, un profil en long a été réalisé (Figure 150). Celui-ci est assez régulier, quoique marqué par des irrégularités, notamment aux points 3 et 7. La première, bien que légère, marque le début d'une dénivellation plus accentuée depuis la JC110. La seconde est plus nette et montre une scission dans la pente à partir du TR105. Ces différences sont appuyées par la variabilité de la pente qui montre deux tendances, d'abord faible et relativement régulière, puis plus forte et hétérogène (Figure 151). Ces observations viennent conforter l'idée qu'il y a plusieurs constructions jointes les unes aux autres et donc, d'importants contrastes dans le bâti.

Si l'on estime le débit de l'AQU01 similaire à celui du puits Saint-Michel, c'est-à-dire 0.05m³/s, ce serait un apport de 72 000L/jour. La consommation en eau actuelle par jour par habitant, en France, est d'environ 148L³⁹. L'apport en eau de l'AQU01 ne serait donc pas suffisant pour alimenter une communauté de plus de 500 habitants, et cela sans prendre en compte les fluctuations saisonnières. Celles-ci comprennent un intervalle entre 1.5 et 2 m maximum⁴⁰. Aussi peut-on mettre en cause l'utilité d'un seul aqueduc et comprendre la nécessité de faire appel à une multiplicité de structures.

3.4. PERSPECTIVES FUTURES D'ANALYSE

Cette première année, dédiée à la mise en place de méthodologie permettant d'appréhender les structures moissagaises et d'identifier les principales problématiques, pose donc plus de questions qu'elle n'y répond. Elle aura servi à

³⁸ Le TR101 n'est pas concerné. Ses niveaux de sols étant enfouis sous l'argile, les calculs de pente n'ont pas été réalisés pour celui-ci.

³⁹ Centre d'Information sur l'eau, consommation en eau potable : <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/quels-sont-les-usages-domestiques-de-leau/> [en ligne, consulté le : 15.06.2019]

⁴⁰ Voir « Contexte hydrogéologique », p.77.

l'acquisition de connaissances, fondamentales dans les capacités d'analyse, et l'essai de différentes méthodes de relevés. Des pistes de réflexions liminaires ont pu être développées, mais relèvent majoritairement de l'hypothèse. L'exemple du complexe Saint-Michel montre réellement toute la complexité qu'il y a à approcher ces aménagements et a mis en valeur les points sur lesquels il sera nécessaire de revenir.

D'abord, l'étude et le relevé de la salle du Séminaire, ainsi que le géoréférencement à l'aide de points pris au tachéomètre. L'analyse des relations entre l'AQU01 et l'AQU02, accompagnée d'une révision des sources écrites, devrait permettre un éclaircissement de l'organisation du complexe. Idéalement, une intervention de nettoyage dans la salle fouillée par Armand Viré autoriserait une vision plus nette de cette structure un peu complexe. De la même manière, l'identification du tracé du TR101 et de l'AQU02 est une problématique importante pour la compréhension de l'articulation du complexe Saint-Michel qu'il faudra adresser.

Ensuite, l'analyse précise du bâti pour les parties les plus complexes à comprendre – JC107, PUI03, JC110, RES111, IND112 – pourrait mettre en lumière des éléments de chronologie relative et ainsi éclaircir les étapes de la construction de l'AQU01 tel qu'on le connaît aujourd'hui. Cette étude devra s'accompagner de la poursuite du relevé vers l'aval et la ville. Qui plus est, lors de la construction de la voie de chemin de fer en 1856, une partie des vestiges ont été détruits. Une consultation des archives de la Compagnie des chemins de fers du Midi, afin d'identifier les structures rencontrées dans la 1^e moitié du XIX^e siècle pourrait faire émerger de nouveaux éléments.

Enfin, la mise en place d'une réelle analyse de l'organisation hydraulique, par l'approfondissement des connaissances sur le fonctionnement de la nappe, devra être une des problématiques principales. Ceci dans l'objectif d'élargir l'étude aux autres structures d'adduction et d'évacuation d'eau de Moissac pour comprendre l'organisation de ces réseaux dans la fabrique urbaine.

CONCLUSION

Ce premier travail d'étude des aménagements hydrauliques à Moissac est aussi prometteur qu'il est frustrant. Il a permis de fixer des points essentiels à la compréhension de ces structures et de développer des pistes de réflexions, en terme de méthodologie et d'analyse. Néanmoins, devant l'ampleur du sujet d'origine et les limites imposées par un mémoire de recherche, seule une infime partie des réseaux d'eau urbain a pu être traitée.

Comme annoncé en introduction, la problématique première de ce travail n'a pu être résolue. L'analyse des réseaux de structures au sein de la fabrique urbaine a cependant été le fil conducteur de mon mémoire, me permettant de développer des échelles plus abordables et plus pertinentes. La seconde problématique, centrée autour de l'idée de développer une méthode d'étude des structures d'adduction d'eau, a pu être, au moins partiellement, résolue à travers l'analyse du complexe Saint-Michel. L'une comme l'autre, ont amené de nouvelles pistes de réflexion sur les aménagements hydrauliques, leur intégration dans l'espace urbain et sur le rôle des paramètres environnementaux. L'aspect profondément empirique qui s'est développé au travers de la seconde problématique a mis en valeur l'intérêt de l'adaptation de méthodes d'étude à des cas spécifiques. Il a également permis de caractériser les enjeux et les faiblesses de la recherche sur les structures à Moissac ainsi que les possibilités matérielles en terme d'analyse.

L'approche de la gestion de la zone humide et de potentielles structures mises en place afin d'en permettre l'appropriation urbaine ainsi que l'exploitation a difficilement pu être mise en place durant cette année. Le tri des données a été relativement chronophage, de même que le début de l'étude du complexe Saint-Michel et trop peu d'éléments sont à ce jour disponibles pour autoriser à statuer sur l'existence ou non de telles structures. Il n'a pas non plus été possible d'aborder les questions relatives aux modalités de construction que j'ai laissé de côté dans l'attente de données supplémentaires.

Il est tout de même apparu que Moissac est effectivement une ville d'eau, constamment en lien avec sa rivière et au sein de laquelle l'adduction est une question essentielle. Les sources textuelles mettent en avant le souci des populations de puiser une eau pure, venant des coteaux, et non boueuse comme celle de la plaine alluviale.

Ce souci de l'eau, souterraine et de surface, est omniprésent toutes périodes confondues. À Moissac, un certain nombre de structures sont mises en place afin d'exploiter cette ressource, et le travail entamé sur le complexe Saint-Michel est un exemple de l'organisation des réseaux.

Aussi, bien que pas tout à fait satisfaisant, car on aimerait toujours aller plus loin, ce travail fait une synthèse historiographique, environnementale, urbaine et méthodologique des aménagements hydrauliques à Moissac. Les limites y sont nombreuses et prégnantes, comme je l'ai montré tout au long de ce mémoire, mais principalement historiographiques. L'absence de point de comparaison, régional, typologique ou chronologique, entrave la portée des données qui sont analysées. L'appui sur des exemples antiques ou en hydraulique monastique permet d'essayer de remettre en perspective les hypothèses et interprétations qui sont proposées, mais présente des biais.

Beaucoup de questions restent par conséquent en suspens et appellent à la poursuite d'une étude à petite échelle ainsi qu'à l'élargissement de ce champ d'analyse. En parallèle d'une recherche restreinte à l'adduction d'eau, il est nécessaire de continuer à accumuler et trier les données relatives aux autres types de structures, de même que réfléchir aux manières d'aborder ces aménagements. Si ce mémoire a permis de faire un premier tri dans les informations sur le paysage hydraulique moissagais, ce travail est loin d'être terminé. J'ai eu la chance de bénéficier de l'aide de spécialistes dans mes relevés et dans mes analyses, chose de plus en plus indispensable en archéologie, et d'autant plus en hydraulique où les disciplines se croisent. Il ne fait aucun doute que j'aurais à nouveau besoin de faire appel à eux si je souhaite élargir mon champ d'analyse.

SOURCES ET BIBLIOGRAPHIE

SOURCES

SOURCES PLANIMÉTRIQUES

AmM, CC56 : série de plan de fiefs de l'abbaye de Moissac centrés autour de la ville. Elle compte 27 plans. Chaque parcelle devait renvoyer à une matrice, perdue. Non daté, mais Florent Hautefeuille et l'équipe de Modelespace x Architerre estime qu'ils ont été produit sûrement peut avant la Révolution, vers 1780.

AmM, CC57 : ensemble de plans hétérogènes reliés *a posteriori*. Les 55 plans comportent des plans de fiefs plus ou moins achevés mais également des plans d'architectes ou des plans d'urbanisme du XIXe siècle. Le lot de plans de fiefs est complémentaire du lot de CC56. Les plans s'échelonnent des années 1770 au milieu du XIXe siècle.

AmM, Cadastre dit "napoléonien" de 1833.

AmM, Pourtraict de la ville de Moissac, extrait de BELLEFOREST F. de et MÜNSTER S., 1575, *La Cosmographie universelle*.

SOURCES MODERNES

AmM, 1 D15 : Délibérations municipales du XIXe siècle, datant de 1842-1843. À ce jour, seules deux délibérations ont été étudiées dans l'objectif d'éclairer la compréhension du complexe Saint-Michel.

AmM, Série BB dans : BARRACHIN G., 2013, *Inventaire analytique des délibérations consulaires (série BB)*, Archives municipales de Moissac.

AmM, carnets de notes d'Armand Viré (

BIBLIOGRAPHIE MODERNE

ANDURANDY E., 1730, *Inventaire ou répertoire général des Actes, Titres, Documents, etc. des Archives du Venerable Chapitre de Saint Pierre de la ville de Moissac Dioceze de Caors mis en ordre par Maitre Evariste Andurandy Bachelier en Theologie, Prêtre*

de La Paroisse de S. Jâques de Moissac, et Vicaire de celle de S. Michel de ladite Ville, Moissac.

BELLEFOREST F. de et MÜNSTER S., 1575, *La Cosmographie universelle*.

COTURE C., 1785, *Histoire du Quercy*.

HOEFER, 1852, *Nouvelle bibliographie universelle depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, avec les renseignements bibliographiques et l'indication des sources à consulter*, Paris5).

PALISSY B., 1580, *Discours admirables: de la nature des eaux & fontaines tant naturelles qu'artificielles, des métaux, des sels & salines, le tout dressé par dialogues lesquels sont introduits la théorie & la pratique*, Fac-Similé de l'édition de 1580 [2000]., Clermont-Ferrand, Paleo, coll. « Classiques de l'histoire des sciences 6 », 319 p.

SERRES O. de, 1600, *Le théâtre d'agriculture et ménage des champs*, Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ALEXANDRE-BIDON D., 1992, « Archéo-iconographie du puits au Moyen Âge (XIIe-XVIe siècle) », *Mélanges de l'école française de Rome*, 104, 2, p. 519-543.

AMBERT P. *et al.*, 1991, *Le Tarn : mémoire de l'eau, mémoires des hommes*, Toulouse, Belle Page, 131 p.

ANDURANDY E., 1730, *Inventaire ou répertoire général des Actes, Titres, Documents, etc. des Archives du Venerable Chapitre de Saint Pierre de la ville de Moissac Diocèse de Caors mis en ordre par Maître Evariste Andurandy Bachelier en Theologie, Prêtre de La Paroisse de S. Jâques de Moissac, et Vicair de celle de S. Michel de ladite Ville*, Moissac.

ARNAUD F., 2012, *Approches géomorphologiques historiques et expérimentales 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, Lyon.

ARNAUD F. et SCHMITT L., 2018, *Carte à la une : reconstituer le Rhin disparu*, document en ligne, consulté le 28 février 2019 : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/carte-a-la-une/reconstituer-rhin-disparu>.

ARNAUD-FASSETTA G., 2008, « La géoarchéologie fluviale. Concepts, attendus et méthodes d'étude rétrospectives appliqués à la caractérisation du risque hydrologique en domaine méditerranéen », *EchoGéo*, 4, p. 1-29.

ARTELIA (dir.), 2016, *Etude hydrogéologique du site de l'église Saint-Martin. Protection des structures archéologiques souterraines et aériennes.*, Ville de Moissac.

ASTRUC J.-G. *et al.*, 1997, *Cartographie des risques du département Tarn-et-Garonne. Phénomènes et principaux enjeux*, BRGM, 55 p.

BARDEAU M. et LE COINTE P., 2016, *Gestion des systèmes aquifères alluviaux dans le bassin Adour-Garonne : Résultats de la modélisation et outil de gestion des prélèvements dans le Tarn-et-Garonne*, Rapport final, BRGM.

BARRACHIN G., 2013, *Inventaire analytique des délibérations consulaires (série BB)*, Archives municipales de Moissac.

BELLEFOREST F. de et MÜNSTER S., 1575, *La Cosmographie universelle*.

BENOÎT P., 1996, « Vers une chronologie de l'hydraulique monastique », dans PRESSOUYRE L., BENOÎT P., *L'hydraulique monastique: milieux, réseaux, usages*, Paris, Créaphis, coll. « Rencontres à Royaumont (Paris) ».

BENOÎT P., 2007, « Le tuyau médiéval », dans *De l'écrin au cercueil. Essai sur les contenants au Moyen Âge*, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, coll. « Culture et civilisations médiévales », p. 59-75.

BENOÎT P., 2013, « Remarques sur les fouilles de moulins à eau médiévaux en Europe ».

BENOÎT P. et BERTHIER K., 1998, « L'innovation dans l'exploitation de l'énergie hydraulique d'après le cas des monastères cisterciens de Bourgogne, Champagne et Franche-Comté », *Actes des congrès de la Société d'Archéologie Médiévale*, 6, 1, p. 58-66.

BLOCH M., 1935, « Avènement et conquêtes du moulin à Eau », *Annales d'histoire économique et sociale*, 7, 36, p. 538-563.

BONNAMOUR L., 2000, *Archéologie des fleuves et des rivières*, Paris, Errance, 220 p.

BONNIN P., 2000, « Les méthodes de l'archéologie subaquatique en milieu fluvial : prospection et fouille », dans *Archéologie des fleuves et des rivières*, Paris, Errance, p. 31-39.

BORAU L., 2009, « Nouvelle étude de l'aqueduc gallo-romain de Montjeu à Augustodunum (Autun, Saône-et-Loire) », *Revue archéologique de l'Est*, 58, p. 461-476.

BORAU L., 2010, *Les structures hydrauliques chez les Eduens à l'époque antique. Les sites de Bibracte et d'Augustodunum-Autun. Analyse complémentaire des sites éduens de Bourgogne.*, Thèse de doctorat, Paris 4.

BORZEIX D. *et al.*, 1992, *Histoire de Moissac*, Les Monédières., Treignac.

BOUDARTCHOUK J.-L., 2007, « La « charte de Nizezius » : encore un faux de l'abbaye clunisienne de Moissac ? », *Annales du Midi*, 119, 259, p. 269-308.

BROECKER R., 1986, *Fouilles à Moissac Place Roger Delthil*, Rapport d'opération archéologique, Moissac.

BROOHAERTS N. *et al.*, 2014, « From natural to human-dominated floodplain geocology – A Holocene perspective for the Dijle catchment, Belgium », *Anthropocene*, 8, p. 46-58.

BUREAU PRÉVENTION DES RISQUES ET ENVIRONNEMENT (dir.), 2006, *Note de présentation du Plan de Prévention du Risque d'Inondation. Bassin Aveyron amont - Auterne*, PPRI, Direction Départementale des Territoires de l'Aveyron.

CALVET A. *et al.*, 2007, *De la pierre aux rues. Dictionnaire des noms de rues de Moissac*, Ostal Redond., 179 p.

CARBON D. *et al.*, 2005, « L'aqueduc de Nîmes dans la haute Vistrenque : Analyse interdisciplinaire d'un tronçon souterrain », *Gallia*, 62, 1, p. 69-86.

CAROZZA J.-M. *et al.*, 2010, « La plaine du Roussillon au cours de l'Holocène : apport d'une démarche géoarchéologique et géomorphologique à la connaissance des interactions homme-milieu », p. 37-46.

CAROZZA J.-M. et PUIG C., 2011, « Changements environnementaux, vulnérabilité et adaptation des sociétés du passé : exemple du Petit Age Glaciaire en Roussillon (XIII^e-XVI^e s.) », *Sud-Ouest Européen*, 32, p. 67-79.

CASTANY G.A., 1977, *Dictionnaire français d'hydrogéologie*, Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Orléans.

CAZES Q., 2010, *Cloître de l'ancienne abbaye Saint-Pierre*, Rapport de sondages, Toulouse.

CAZES Q. et HANSEN H., 2014, « Moissac, abbaye Saint-Pierre. Cloître », *Congres Archéologique de France*, 170^e session 2012, p. 305-317.

CAZES Q. et SCHELLÈS M., 2001, *Le cloître de Moissac*, Bordeaux, Editions Sud-Ouest, 239 p.

CHANSON H., 2002, « Certains aspects de la conception hydraulique des aqueducs romains », *La Houille Blanche*, 6-7, p. 43-58.

CHAPELOT J. (dir.), 2010, *30 ans d'archéologie médiévale en France*, Publications du CRAHM, 450 p.

CHAPELOT J. et RIETH É., 2004, « Navigation et ports fluviaux dans la moyenne Charente, de l'Antiquité tardive au XI^e siècle d'après l'archéologie et les textes », *Actes des congrès de la Société des historiens médiévistes de l'enseignement supérieur public*, 35, 1, p. 195-215.

CHAPELOT J. et RIETH É., 2007, « L'archéologie des fleuves et des rivières, une thématique de recherche originale : l'exemple du fleuve Charente », dans, Paris.

CLAMENS G., 2013, *Moissac, rue Guileran AP047*, Rapport d'opération archéologique, Cellule archéologique du Lot, Cahors.

COTURE C., 1785, *Histoire du Quercy*.

COUCHOUD I., 2008, « Les spéléothèmes, archives des variations paléoenvironnementales », *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, vol. 19/4, p. 255-274.

DAVIS W.M., 1913, « Meandering Valleys and Underfit Rivers », *Annals of the Association of American Geographers*, 3, 1, p. 3-28.

DELIGNE C., 2003, *Bruxelles et sa rivière : genèse d'un territoire urbain (12^e-18^e siècle)*, Turnhout, Brepols, coll. « Studies in European urban history (1100-1800) », 272 p.

DESSALES H., 2013, *Le partage de l'eau : fontaines et distribution hydraulique dans l'habitat urbain de l'Italie romaine*, Ecole française de Rome, Rome.

DUMONT A., « Méthodes d'étude d'un site fluvial du haut Moyen Age : Taillebourg - Prt d'Envaux (Charente-Maritime) ».

DUMONT A., 2013, « La prospection systématique d'un fond de rivière : l'exemple du Doubs », dans *L'Homme et son environnement : des lacs, des montagnes et des rivières. Bulles d'archéologie offertes à André Marguet*, Dijon, Société archéologique de l'Est.

DUMONT A. *et al.*, 2014, « Evolution des ponts et du lit mineur de la Loire entre La Charité-sur-Loire et La Chapelle-Montlinard », *Développement durable et territoires*, 5, 3, .

DUMONT A. et MARIOTTI J.-F., 2013, *Archéologie et histoire du fleuve Charente : Taillebourg-Port d'Envaux une zone portuaire du haut Moyen Age sur le fleuve Charente*, Dijon, Éditions universitaires de Dijon, coll. « Art, archéologie & patrimoine », 316 p.

DURAND A., 2010, « L'émergence d'outils empruntés aux sciences biologiques végétales en archéologie médiévale en France », dans CHAPELOT J. (dir.), *30 ans d'archéologie médiévale en France*, Publications du CRAHM.

FABRE G. *et al.*, 2005, « Recherches récentes sur les aqueducs romains de Gaule méditerranéenne », *Gallia*, 62, 1, p. 5-12.

FAYOLLE-BOUILLON E., 2010, *La ville de Moissac à la fin du Moyen Age d'après le livre d'estimes de 1480*, mémoire de Master 2 - Etudes Médiévales, Toulouse 2 - le Mirail.

FONDASOL GÉOTECHNIQUE (dir.), 2010, *Moissac (82) Aménagements de l'abbaye*, Géotechnique (G5/G12), Ville de Moissac, 56 p.

FRAISSE C., non publié, « Compilation des données sur la fontaine du cloître, le puits Saint-Michel et les aqueducs du petit Séminaire », Moissac.

FRAISSE C., 1999, « Les bâtiments conventuels de l'ancienne abbaye Saint-Pierre de Moissac », *Mémoires de la Société Archéologique du Midi de la France*, 59, p. 93-122.

FRAISSE C., 2005, « Moissac et Clovis : la reconstruction des origines », dans *Hommes et pays de moyenne Garonne. Congrès tenu à Agen et Moissac les 23 et 24 mai 2004*, Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Agen, p. 67-74.

FRAISSE C., 2007, « Le cloître de Moissac a-t-il un programme ? », *Cahiers de Civilisation Médiévale*, 50, 199, p. 245-270.

FRANCOIS A.L., [en préparation], *Le transport fluvial et ses aménagements sur le cours supérieur de la Garonne et sur l'Adour depuis l'Antiquité jusqu'au XIXe siècle*, Thèse de doctorat, Paris 1.

FRANÇOIS A.L., 2019, « Le flottage du bois sur la Garonne : archéologie d'un espace économique et d'un savoir-faire (xvii^e-xix^e siècle) », dans LEMAITRE N. (éd.), *Des*

routes et des hommes : la construction des échanges par les itinéraires et les transports, Paris, Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, coll. « Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques ».

GALINIÉ H., 2000, *Ville, espace urbain et archéologie*, Maison des Sciences de la Ville, de L'Urbanisme et des Paysages., Tours, coll.« Sciences de la Ville », n° 16.

GAZAGNE D. *et al.*, 2017, « Adduction, évacuation et gestion de l'eau dans l'enclos du Temple de Paris : approches archéologiques et techniques », *Archéologie médiévale*, 47, p. 9-32.

GEORGES P., 2011, *Abbaye Saint-Pierre, Aile Saint-Julien*, Rapport de diagnostic archéologique, INRAP Grand Sud-Ouest, Toulouse.

GEORGES P., 2012, *18 rue de la République, Moissac*, Rapport de diagnostic archéologique, INRAP Grand Sud-Ouest.

GEORGES P., 2015, « *Le Patus* », *Moissac, Tarn-et-Garonne*, Rapport d'opération archéologique, INRAP Grand Sud-Ouest, Toulouse.

GÉOSPHAIR, 2001, *Note de présentation du Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles. Risque inondation de la rivière Agoût en aval de Castres*, PPRI, Direction Départementale des Territoires du Tarn, 43 p.

GÉOSPHAIR (dir.), 2013, *Note de présentation du Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles. Risque inondation du bassin de l'Agoût amont*, PPRI, Direction Départementale des Territoires du Tarn, 31 p.

GERMAIN DE MONTAUZAN C., 1908, *Essai sur la science et l'art de l'ingénieur aux premiers siècles de l'Empire romain*, Paris.

GILBERT G.K. et MURPHY E.C., 1914, *The Transportation of Debris by Running Water*, U.S. Geological Survey, coll.« USGS Numbered Series », n° 86.

GILLI E. *et al.*, 2008, *Hydrogéologie. Objets, méthodes, applications*, 2e édition., Dunod, coll. « Licence 3/Master, CAPES, Agrégation ».

GOUÉDO-THOMAS C., 1992, « Les fontaines médiévales. Images et réalité », *Mélanges de l'école française de Rome*, 104, 2, p. 507-517.

GRAGSON T.L. *et al.*, 2016, « Discovery and appraisal of the early Christian church of Notre Dame de Baudes near Labastide-du-Temple, France », *Journal of Archaeological Science: Reports*, 6, p. 584-593.

GRAVELLIÉ J.-L. *et al.*, 2016, *Rapport de présentation du Plan de Prévention du Risque d'Inondation. Bassin de l'Aveyron amont*, PPRI, Direction Départementale des Territoires de l'Aveyron, Rodez, 47 p.

GREWE K., 1996, « Le monastère de Christchurch à Cantorbéry (Kent, Grande-Bretagne). Interprétation et signification du plan du réseau hydraulique (XIIe siècle) »,

dans PRESSOUYRE L., BENOÎT P., *L'hydraulique monastique: milieux, réseaux, usages*, Paris, Créaphis, coll. « Rencontres à Royaumont (Paris) ».

GUENDON J.-L. et LEVEAU P., 2005, « Dépôts carbonatés et fonctionnement des aqueducs romains : Le bassin amont du vallon des Arcs sur l'aqueduc d'Arles (Bouches-du-Rhône) », *Gallia*, 62, 1, p. 87-96.

GUILLERME A., 1983, *Les temps de l'eau : la cité, l'eau et les techniques Nord de la France, fin IIIe-début XIXe siècle*, Seyssel, Champ Wallon, coll. « Milieux », 263 p.

GUILLERME A., 1985, « Puits, aqueducs et fontaines : l'alimentation en eau dans les villes du nord de la France xe-xiiiie siècles », dans *L'eau au Moyen Âge*, Aix-en-Provence, Presses universitaires de Provence, coll. « Senefiance », p. 185-200.

HAYE R. de la, 2009, « Moissac, abbaye carolingienne », *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Tarn-et-Garonne*, 134, p. 155-162.

HOEFER, 1852, *Nouvelle bibliographie universelle depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, avec les renseignements bibliographiques et l'indication des sources à consulter*, Paris5).

HOREVOETS M., 2017, *Archéologie des lacs et des rivières. Histoire, techniques et apport en Belgique, France et Suisse*, Musée du Malgré-Tout, coll. « catalogue d'exposition ».

JEAN-COURRET E., 2015, « Ce que nous apprennent les histoires d'eaux. Eléments de conclusion. », *Archéologie du Midi Médiéval*, 33, .

JOLY D. *et al.*, 2010, « Les types de climats en France, une construction spatiale », *Cybergeo : European Journal of Geography*.

KLEIN P., 1990, « Programmes eschatologiques, fonction et réception historique des portails du XIIe s. : Moissac - Beaulieu - Saint-Denis », *Cahiers de Civilisation Médiévale*, 33, 132, p. 317-349.

LAGRÈZE-FOSSAT A., 1870, *Etudes historiques sur Moissac*, Paris (3 1).

LAGRÈZE-FOSSAT A., 1872, *Etudes historiques sur Moissac*, Paris (3 2).

LAGRÈZE-FOSSAT A., 1874, *Etudes historiques sur Moissac*, Paris (3 3).

LAMBERT R., 1989, « La moyenne Garonne aval : géomorphologie et dynamique des crues », *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Sud-Ouest Européen*, 60, 4, p. 555-567.

LASSURE J.-M., 2009, « Recherches sur les aménagements de la Garonne », *Mémoires de la Société Archéologique du Midi de la France*, 79, p. 207-231.

LEFEBVRE B., 2008, *La formation d'un tissu urbain dans la Cité de Tours : du site de l'amphithéâtre antique au quartier canonial (5e-18e s.)*, thesis, Tours.

- LEFEBVRE B. *et al.*, 2013, *Etude archéologique de l'ancienne église Saint-Martin (vol. 1)*, Rapport d'opération archéologique, Université Toulouse 2 - le Mirail.
- LEFEBVRE B., 2016, *Moissac - Fouille archéologique dans le parking rue des Mazels. Une zone humide fréquentée, puis une occupation médiévale et moderne*, Rapport d'opération archéologique, Université Toulouse II Jean Jaurès.
- LEFEBVRE B., 2018, *Sondage archéologique et étude dendrochronologique au 21 rue Tourneuve. Le rempart de la ville et une maison en pan de bois de la fin du 15e siècle et ses occupations modernes*, Rapport de sondages, Université Toulouse II Jean Jaurès.
- LEFEBVRE B., 2019, *Fouille archéologique dans le parking rue des Mazels. Une zone humide aménagée et des occupations domestiques et artisanales médiévales et modernes*, Rapport final d'opération, Université Toulouse II Jean Jaurès, 527 p.
- LEIGH D.S. *et al.*, 2018, « Rapid alluvial sedimentation aided expansion of Moissac during the High Middle Ages along the Tarn River in southern France », *Geomorphology*.
- LEOPOLD L.B. et MADDOCK JR. T., 1953, *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications*, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, coll. « USGS Numbered Series », n° 252, 64 p.
- MAINGUET M., 2003, « Hommage à Jean Tricart (1920 - 2003) », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 9, 3, p. 191-195.
- MALAVOI J.-R. et BRAVARD J.-P., 2010, *Éléments d'hydromorphologie fluviale*, ONEMA, coll. « Comprendre pour agir ».
- MASSON M. *et al.*, 1996, *Cartographie des zones inondables. Approche hydrogéomorphologique*, Les Editions Villes et Territoires, 100 pages p.
- MAUFRAS O., 2015, « Gestion des eaux de pluie et des eaux usées à Nîmes (Gard) entre Xe et XVe siècles », *Archéologie du Midi Médiéval*, 33, .
- MILLS I., 1993, *Quantities, units, and symbols in physical chemistry*, Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- MORON J., 2018, *L'architecture en pan de bois à Moissac, Tarn-et-Garonne*, mémoire de Master 1 - Mondes Médiévaux, Toulouse Jean Jaurès.
- NOTEBAERT B. *et al.*, 2018, « Evidence of anthropogenic tipping points in fluvial dynamics in Europe », *Global and Planetary Change*, 164, p. 27-38.
- ONEZIME E., 1996, *Production et commerce des farines de minots de la Moyenne Garonne au XVIIIe siècle : l'exemple de Moissac*, Travail d'Etude et de Recherche en Histoire Moderne, Bordeaux III Mouton-Rabauty, Bordeaux.
- PAILLET J.-L., 2005, « Réflexions sur la construction du Pont du Gard », *Gallia*, 62, 1, p. 49-68.

PALISSY B., 1580, *Discours admirables: de la nature des eaux & fontaines tant naturelles qu'artificielles, des métaux, des sels & salines, le tout dressé par dialogues lesquels sont introduits la théorie & la pratique*, Fac-Similé de l'édition de 1580 [2000]., Clermont-Ferrand, Paleo, coll. « Classiques de l'histoire des sciences 6 », 319 p.

PARDÉ M., 1930a, « Les inondations désastreuses de mars 1930 », *Annales de géographie*, 39, 219, p. 244-248.

PARDÉ M., 1930b, « La Crue de mars 1930 dans le Sud-Ouest de la France. Genèse de la catastrophe », *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Sud-Ouest Européen*, 1, 4, p. 363-459.

PHALIP B., 1992, « Le moulin à eau médiéval. Problème et apport de la documentation languedocienne (Bassins de l'Hérault, Orb et Vidourle) », *Archéologie du Midi Médiéval*, 10, 1, p. 63-96.

POUSTHOMIS N., 2002, *A l'ombre du moustier. Morphogenèse des bourgs monastiques en Midi toulousain*, Thèse d'HDR, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.

POUSTHOMIS N., 2005, « Un groupe monastique à Moissac au Xe siècle », dans *Hommes et pays de moyenne Garonne. Congrès tenu à Agen et Moissac, les 23 et 24 mai 2004*, Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Agen, p. 75-83.

PRESSOUYRE L., 1994, *L'espace cistercien. Actes du colloque de Fontfroide, 24-27 mars 1993*, Paris, CTHS, coll. « Mémoires de la Section d'archéologie et d'histoire de l'art 5 », 591 p.

PRESSOUYRE L. et BENOIT P., 1996, *L'hydraulique monastique : milieux, réseaux, usages*, Paris, Créaphis, coll. « Rencontres à Royaumont », 516 p.

PUIG C., 2009, « Perpignan (Pyrénées-Orientales). PCR : Cartographie patrimoniale et évolution morphologique de Perpignan (IXe-XIXe s.) », *Archéologie médiévale*, 39, p. 344.

PUIG C. *et al.*, 2015, « L'approvisionnement en eau de la ville de Perpignan (Pyrénées-Orientales) au Moyen-Age et à l'Époque moderne : premiers éléments d'enquête. », *Archéologie du Midi Médiéval*, 33, .

QUINIF Y. *et al.*, 1994, « Les spéléothèmes : un outil performant pour les études paléoclimatiques », *Bulletin de la Société géologique de France*, 165, 6, p. 603-612.

REVEYRON N., 2014, « Morphogenèse de l'espace monastique au Moyen Âge : le rôle des héritages et des contraintes », dans LAUWERS M., *Monastères et espace social*, Brepols Publishers, coll. « Collection d'études médiévales de Nice », n° 15, p. 555-584.

RICALENS H., 1995, *Moissac sous l'Ancien Régime : la cité et les hommes. L'éclairage d'un fonds familial et des documents publics*, Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.

RIVALS C., 2000, *Le moulin et le meunier*, Portet-sur-Garonne, Empreinte, 239 p.

RIVALS C., 2015a, « Une gestion raisonnée du réseau hydrographique à Saint-Antonin-Noble-Val (Tarn-et-Garonne) aux périodes médiévale et moderne. », *Archéologie du Midi Médiéval*, 33, .

RIVALS C., 2015b, *La construction d'une ville de confluence : les dynamiques spatiales de Saint-Antonin-Noble-Val (82) du Moyen âge à la période pré-industrielle*, Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.

RIVALS C., 2015c, « Introduction », *Archéologie du Midi Médiéval*, 33, .

ROLLIER G., 1998, « Aménagements hydrauliques : le cas de Cluny », *Actes des congrès de la Société d'Archéologie Médiévale*, 6, 1, p. 67-70.

ROLLIER G., 2010, *Implantation et hydraulique monastiques : le cas de Cluny*, Thèse de doctorat, Lyon 2.

SÉDILLEAU J., 2012, *Les fouilles anciennes de Saint-Martin de Moissac 1919-1997 : essai de synthèse archéologique*, mémoire de Master 1 - Mondes Médiévaux, Toulouse 2 - le Mirail.

SÉDILLEAU J., 2013, *Les transformations de Moissac d'après les données archéologiques de l'Antiquité à la Révolution*, mémoire de Master 2 - Etudes Médiévales, Toulouse 2 - le Mirail.

SELLAMI F. et BORAU L., 2018, « Nature des matériaux et évolution de l'aqueduc de Grand-Font à Vesunna (Périgueux). Analyse micromorphologique du mortier et des dépôts carbonatés », *Aquitania*, 34, p. 365-375.

SERRES O. de, 1600, *Le théâtre d'agriculture et ménage des champs*, Paris.

UGAGLIA E., 1985, *Rapport de fouilles de sauvetage urgent à Moissac*, Rapport d'opération archéologique, SRA Midi-Pyrénées, Moissac.

VERSTRAETEN G. *et al.*, 2017, « Variability in fluvial geomorphic response to anthropogenic disturbance », *Geomorphology*, 294, p. 20-39.

WOHL E., 2014, « Time and the rivers flowing: Fluvial geomorphology since 1960 », *Geomorphology*, 216, p. 263-282.

WEBOGRAPHIE

Dictionnaire Larousse, en ligne : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/>

Glossaire Hydro.eaufrance, en ligne : <http://hydro.eaufrance.fr/glossaire.php>

OCRA-Lyon, en ligne : <https://www.ocra-lyon.org/>

Géoconfluence, ENS-Lyon, Glossaire, en ligne : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire>

Comité Français des Barrages et Réservoirs, en ligne : <http://www.barrages-cfbr.eu/>

Le Moulin de Moissac, en ligne : <https://www.lemoulindemoissac.com/>

Centre d'Information sur l'eau, en ligne : <https://www.cieau.com/>

LEXIQUE DES TERMES

Aqueduc : « Canal creusé ou construit pour assurer l'adduction de l'eau dans une agglomération ou pour irriguer des cultures. »⁴¹

Aquifère : « Corps (couche, massif) de roches perméables comportant une zone saturée – ensemble du milieu solide et de l'eau contenue –, suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables. Un aquifère peut comporter une zone non saturée. » (Castany, 1977).

Artésiannisme : « Aptitude d'un aquifère captif à permettre le jaillissement spontané des puits qui l'atteignent, ou l'existence de sources artésiennes, créée par la conjonction de conditions hydrodynamiques et topographiques favorables : niveaux piézométriques initiaux situés au-dessus du sol. » (Castany, 1977).

Bac : « Bâtiment large et plat qui permet le passage, d'une rive à l'autre d'un cours d'eau, de voyageurs, de véhicules, etc. »⁴²

Charge hydraulique : « Altitude d'un niveau piézométrique par rapport à un plan de référence : somme de la charge hydrostatique et de la charge hydrodynamique. Elle est une mesure du potentiel de l'eau, auquel elle est proportionnelle. » (Castany, 1977).

Débit : « Volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau par unité de temps. Les débits des cours d'eau sont exprimés en m³/s avec au minimum trois chiffres significatifs (ex:1,92 m³/s, 19,2 m³/s, 192 m³/s) ou, pour les petits cours d'eau, en l/s. La précision d'un résultat de débit dépend de nombreux facteurs : type de

⁴¹ « Aqueduc », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/aqueduc/4876?q=aqueduc#4849>]

⁴² « Bac », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/bac/7325?q=bac#7288>].

méthode employée, soin apporté aux mesures, rigueur dans le dépouillement, influence du terrain, etc. »⁴³

Écoulement : « On distingue deux types d'écoulements :

- les écoulements *en charge*, dans lesquels l'eau remplit complètement la canalisation, c'est le cas notamment des réseaux d'eau potable.
- les écoulements à *surface libre* (interface entre l'eau et l'air), c'est le cas des rivières et des réseaux d'assainissement. »⁴⁴

Étiage : « Niveau moyen le plus bas d'un cours d'eau, parfois marqué par un zéro pour mesurer la hauteur des eaux au-dessus de ce point au moyen de chiffres inscrits sur une échelle. »⁴⁵

Galerie de captage : « Galerie de captage ou de drainage, généralement à plan d'eau libre, disposée souvent dans un aquifère riverain d'un cours d'eau. » (Castany, 1977).

Lame d'eau : « Valeur d'un débit exprimée en mm.

La lame d'eau est obtenue en divisant un volume écoulé en une station de mesure par la surface du bassin versant à cette station ; elle est très couramment exprimée en mm, ce qui permet de la comparer aux pluies qui en sont à l'origine. »⁴⁶

Elle est dite *précipitée* lorsqu'il s'agit d'eau de précipitations.

Lit : « Partie du fond de vallée où s'écoulent les eaux d'un cours d'eau. »⁴⁷

⁴³ « Débit », Glossaire Hydro.eaufrance [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <http://hydro.eaufrance.fr/glossaire.php>].

⁴⁴ Cours d'hydraulique générale, ENGEES, José Vasquez [téléchargeable en ligne, consulté le 06.06.2019 : engees.unistra.fr/fileadmin/user_upload/.../COURS_hydraulique_generale_MEPA.pdf].

⁴⁵ « Étiage », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%c3%a9tiage/31455?q=etiage#31386>].

⁴⁶ « Lame d'eau », Glossaire Hydro.eaufrance [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <http://hydro.eaufrance.fr/glossaire.php>].

⁴⁷ « Lit », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/lit/47427?q=lit#47357>].

Mandrin : « Cylindre de bois servant à dresser la surface intérieure d'un tuyau de plomb ou à façonner le zinc pour couverture. »⁴⁸

Module : « Débit moyen annuel d'un cours d'eau. (Le chiffre correspond au *module absolu* ; le *module relatif* ou *spécifique* fournit le débit par km² de bassin.) »⁴⁹

Morphogenèse ou géomorphogenèse : « Élaboration des formes de relief de la surface terrestre, résultant de l'action des pluies et eaux courantes, du gel, des vents, etc., sur le bâti structural, et traduite par des phénomènes d'ablation ou, au contraire, d'accumulation, reliés par divers processus de transport de matière. »⁵⁰

Nappe : « Ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique. » (Castany, 1977).

Niveau piézométrique : « Niveau supérieur de la colonne liquide statique qui équilibre la pression hydrostatique au point auquel elle se rapporte. Il est matérialisé par le niveau libre de l'eau dans un tube vertical ouvert au point considéré (piézomètre). » (Castany, 1977).

Pente : « Inclinaison, déclivité d'un terrain, d'une surface par rapport à l'horizon. »⁵¹

Percolation (infiltration) : « Passage de l'eau à travers la surface du sol et mouvement descendant de l'eau dans la zone non saturée jusqu'à la zone saturée ou non. » (Castany, 1977).

⁴⁸ « Mandrin », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/mandrin/49086?q=mandrin#48994>].

⁴⁹ « Module », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/module/51978?q=module#51854>].

⁵⁰ « Géomorphogenèse », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/g%C3%A9omorphogen%C3%A8se/36697>].

⁵¹ « Pente », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 17.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pente/59310?q=pente#58949>].

Perméabilité : « Aptitude d'un milieu à se laisser traverser par un fluide sous l'effet d'un gradient de potentiel. » (Castany, 1977).

Porosité efficace : « Rapport du volume d'eau gravitaire qu'un milieu poreux peut contenir en état de saturation puis libérer sous l'effet d'un drainage complet, à son volume total. » (Castany, 1977).

Profil en long : « Mesure de la pente d'un versant régulier, suivie de l'interpolation des altitudes, le long de la ligne définissant la direction de visée. »⁵²

Talweg : « Ligne joignant les points les plus bas d'une vallée. »⁵³

⁵² « Profil », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 06.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/profil/64166/locution?q=profil+en+long#158631>].

⁵³ « Talweg », Dictionnaire Larousse [en ligne, consulté le 17.06.2019 : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/talweg/76514?q=talweg#75621>].

