

## RESEARCH OUTPUTS / RÉSULTATS DE RECHERCHE

Quand les sciences naturelles se mettent au service de l'histoire de l'écrit

Ruffini-Ronzani, Nicolas

*Published in:*

#révolution de l'écrit. Essor et développement de la culture écrite (XIIe-XVe siècles)

*Publication date:*

2022

*Document Version*

Première version, également connu sous le nom de pré-print

[Link to publication](#)

*Citation for pulished version (HARVARD):*

Ruffini-Ronzani, N 2022, Quand les sciences naturelles se mettent au service de l'histoire de l'écrit. dans #révolution de l'écrit. Essor et développement de la culture écrite (XIIe-XVe siècles). Maison du patrimoine médiéval mosan, Bouvignes-sur-Meuse, pp. 196-205.

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Quand les sciences naturelles se mettent au service de l'histoire de l'écrit

En Belgique comme ailleurs en Europe, les sciences du patrimoine connaissent actuellement un véritable essor. Profondément interdisciplinaire, ce champ de la recherche vise à faire entrer en dialogue les sciences humaines avec celles de la nature en vue d'améliorer notre compréhension des objets patrimoniaux. Partant, il s'agit aussi d'assurer une meilleure gestion à long terme de ces derniers, à travers un perfectionnement des techniques de restauration et de conservation. Si les travaux menés au sein de ce secteur se concentrent encore régulièrement sur des artefacts archéologiques et des productions artistiques remarquables, comme les retables en albâtre de la fin du Moyen Âge, la peinture de chevalet de l'époque moderne ou les premiers essais de photographie couleur du milieu du 19<sup>e</sup> siècle<sup>1</sup>, ils s'ouvrent aussi de plus en plus à de nouveaux objets de recherche. Les matériaux médiévaux de l'écrit sont de ceux-là.

Depuis une dizaine d'années, en effet, les encres employées dans les chartes et les manuscrits, les supports tels que le parchemin ou le papyrus, et les artefacts associés à la production documentaire du Moyen Âge (sceaux et matrices sigillaires, par exemple) se trouvent de plus en plus régulièrement au cœur d'enquêtes qui visent à renouveler en profondeur notre compréhension de l'écrit médiéval. Grâce aux développements technologiques récents, notamment en ce qui concerne l'amélioration du caractère portatif de l'appareillage électronique, il est désormais possible d'entrer « dans » les matériaux de l'écrit, et donc de déterminer la composition et parfois l'origine de la matière qui les compose, sans avoir à détruire tout ou partie du document et sans qu'il soit besoin de déplacer les collections anciennes jusqu'au laboratoire. Ces travaux viennent réaliser de vieux fantasmes scientifiques formulés dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle par certains médiévistes, dont le célèbre diplomate Arthur Giry. En partant de quelques cas emblématiques, on évoquera ici quelques apports de ces collaborations réussies entre historiens de l'écrit et chercheurs en sciences naturelles. Le propos se focalisera délibérément sur l'Occident médiéval, même s'il va de soi que des travaux similaires ont été menés pour d'autres espaces, comme le versant oriental du bassin méditerranéen<sup>2</sup>.

## 1. Des techniques anciennes au service de l'observation du document écrit

La collaboration entre sciences naturelles et sciences humaines autour de l'étude des matériaux de l'écrit ne repose pas nécessairement sur la mise en œuvre d'approches scientifiques novatrices. Dans bien des situations, des techniques anciennes, comme la simple observation au microscope ou au binoculaire, sont mises au service de l'étude de productions

---

<sup>1</sup> Ces projets évoqués à titre d'exemples sont quelques-uns de ceux soutenus, en France, par la Fondation des Sciences du Patrimoine et le Domaine d'Intérêt Majeur « Matériaux anciens et patrimoniaux » de la région Île-de-France.

<sup>2</sup> Voir, par exemple, la thèse récente de Zina COHEN, *Composition Analysis of Writing Materials in Cairo Genizah Documents*, Leyde–Boston, Brill, 2022 (Cambridge Genizah Studies Series, 15).

documentaires ou de certains artefacts liés à l'écrit. Tel est par exemple le cas avec les matrices sigillaires.

Aux époques médiévale et moderne, ces artefacts généralement fabriqués dans des alliages cuivreux, comme le laiton, permettent à leurs propriétaires d'authentifier des actes juridiques dans lesquels ils sont partie prenante. Ils servent à imprimer une marque sur les galettes de cire qui pendent au bas des chartes, les sceaux. L'avvers des matrices donne à voir une image, dont le caractère semble parfois très générique (une fleur de lys, un rapace pillant une proie, etc.), et une légende, qui sert à identifier le propriétaire et est donc toujours personnalisée. Le revers de la matrice est souvent doté d'un système de préhension, lequel permet au propriétaire d'attacher l'objet à sa ceinture et de le porter en permanence sur lui. La belle matrice en navette du chapitre Notre-Dame de Dinant (13<sup>e</sup> siècle) représente ainsi une Vierge à l'Enfant et porte la légende \* \* \* + SIGILLVM . ECCLESIE DIONENSIS (ill. 1). Le système de préhension est ici matérialisé par un anneau placé sur la partie supérieure de l'objet. Produite à la même époque, la matrice du chapitre Sainte-Begge d'Andenne présente beaucoup de similitudes avec celle de Dinant, puisque les deux artefacts ont en commun le motif iconographique et le système de préhension. Seule la forme et, bien sûr, la légende sont différentes (dans le cas d'Andenne : + S' CAPITVLI ECCLESIE ANDANENSIS – ill. 2). Pour trouver un système de préhension distinct, il faut se tourner, par exemple, vers la matrice pyramidale du sceau aux causes de l'église d'Hastière, qui représente sur son avers la scène de l'Annonciation (ill. 3). Les matrices sigillaires constituent donc des objets très personnalisés, produits « sur mesure » pour leur propriétaire. Leur fabrication réclame un savoir-faire spécifique, puisque la représentation iconographique et la légende doivent être gravés « à l'envers », ou « en miroir », pour apparaître « à l'endroit » sur la galette de cire sur laquelle la matrice est apposée. La production des matrices sigillaires est donc confiée à des artisans-graveurs spécialisés.

L'observation au binoculaire de ces objets permet de mieux comprendre les techniques de gravure mises en œuvre par les artisans médiévaux ainsi que l'évolution de ces dernières au fil des siècles. L'étude en série de plusieurs dizaines d'objets médiévaux et modernes conservés dans les collections des Archives nationales (Paris) a ainsi montré comment se sont transformées les techniques de production des matrices de sceaux, en particulier au niveau du lettrage des légendes. En France comme dans les espaces voisins, la dynamique semble être identique : alors que les légendes sont toujours gravées à l'aide d'échoppes et de burins aux 12<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> siècles – comme dans le cas de la matrice de Notre-Dame de Dinant évoquée ci-dessus –, une nouvelle technique émerge lentement à partir du 14<sup>e</sup> siècle pour s'imposer au 15<sup>e</sup> siècle. Il s'agit d'utiliser une combinaison de poinçons pour modeler les lettres, ce qui permet de gagner en homogénéité et de réduire l'aspect anguleux des caractères. Progressivement, à partir du 16<sup>e</sup> siècle, cette technique s'efface à son tour. Les lettres sont peu à peu dessinées à l'aide de poinçons-lettres. Un ou deux coups de marteaux suffisent alors pour imprimer un caractère. L'apport des outils optiques permet ainsi de jeter un éclairage nouveau sur l'histoire des techniques et de mieux comprendre comment s'est très progressivement transformée une production étroitement associée à l'usage de l'écrit<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Manon CASTELLE, Philippe DILLMAN, Enrique VEGA, Clément BLANC-RIEHL, Ambre VILAIN, Pierre CHASTANG et Étienne ANHEIM, « Seal the Deal. An Extensive Study of European Historical Copper-Based Seal Matrices Using a Multimodal Protocol », dans *Journal of Archaeological Science*, 113 (2020), en ligne. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305440319301487?via%3Dihub>

D'autres techniques d'imagerie ont parfois été appliquées à l'étude des productions documentaires médiévales, en complément du recours aux binoculaires et aux microscopes à balayage électronique. Très employée en médecine, la tomographie permet de visualiser en trois dimensions la structure interne d'un artefact. D'aucuns ont adapté son utilisation à l'étude des sceaux, ce qui permet de mieux comprendre comment ces derniers sont fabriqués, de visualiser la manière dont les lanières de cuir ou queues de parchemins sont intégrées à la galette de cire et, surtout, de repérer les zones de fragilité internes en vue d'une restauration de l'objet<sup>4</sup>. Le recours aux techniques optiques issues de la médecine demeure néanmoins une exception dans le champ des études médiévales.

Enfin, dans un genre quelque peu différent, l'essor des nouvelles technologies faisant appel au *deep learning* et à l'intelligence artificielle permet parfois de donner une nouvelle jeunesse à des approches anciennes d'analyse visuelle, comme l'étude des filigranes. Aux périodes médiévale et moderne, où la fabrication du papier demeure encore très artisanale, les filigranes sont des dessins dont l'empreinte est laissée à l'intérieur d'une feuille de papier par un fil métallique placé sur la forme ayant servi à produire le support. Les filigranes constituent en quelque sorte une marque de production laissée par l'artisan responsable de la fabrication du papier (voir, par exemple, l'ill. 4 ci-jointe, où le filigrane de ce papier employé à Chartres durant la seconde moitié des années 1380 représente une arbalète). Les filigranes sont étudiés depuis longtemps par les spécialistes de l'histoire du livre, qui les ont répertoriés dans des catalogues, dont le plus célèbre est sans doute de celui de Charles-Moïse Briquet<sup>5</sup>. Depuis 2017, un projet mené au sein de l'École nationale des chartes (Paris), en partenariat avec des chercheurs dans le domaine de l'informatique, vise développer une application de reconnaissance des formes qui, à l'aide d'une simple photo prise avec un smartphone, identifierait automatiquement le filigrane étudié et renverrait vers le répertoire de référence. Le travail de l'historien du livre en ressortirait facilité et considérablement accéléré<sup>6</sup>.

## 2. La « bio-codicologie » et l'origine animale du parchemin

Toutefois, ce n'est pas avec le papier, mais plutôt avec le parchemin, que l'étude des supports médiévaux de l'écrit a connu ses plus importantes avancées ces dernières années. En raison des difficultés que connaît l'Occident pour s'approvisionner en papyrus à partir de la fin de l'Antiquité, le parchemin s'impose comme le principal support « souple » de l'écrit durant le Moyen Âge. Il le reste jusqu'à ce que la diffusion du papier ne commence à transformer très lentement certains usages à partir des 13<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> siècles. Comme on le sait, le parchemin est fabriqué à partir de peau animale, généralement celle d'animaux d'élevage en bas âge (moutons,

<sup>4</sup> Les travaux de Philippe Jacquet en la matière sont généralement restés inédits. Voir néanmoins l'article suivant : Philippe JACQUET, « Radiographie, scanner et sigillographie », dans *Pourquoi les sceaux ? La sigillographie, nouvel enjeu de l'histoire de l'art*, dir. Jean-Luc CHASSEL et Marc GIL, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion, 2011, p. 93-103 (Publications de l'Institut de recherches historiques du Septentrion, 46).

<sup>5</sup> Charles-Moïse BRIQUET, *Les filigranes. Dictionnaire historique des marques de papier dès leur apparition vers 1282 jusqu'en 1600*, Genève, A. Jullien, 1907.

<sup>6</sup> Voir la présentation du projet sur le carnet « Hypothèses » *Filigranes pour tous*, depuis 2017, en ligne. URL : <https://filigranes.hypotheses.org/>

chèvres, veaux) dont l'abattage sert aussi, et avant tout, à combler d'autres besoins dans la société médiévale (alimentation, artisanat, etc.).

Jusqu'au milieu des années 2010, nos connaissances sur le parchemin médiéval se réduisaient à peu de choses, puisqu'elles découlaient uniquement d'informations éparses livrées par des documents isolés et de précisions figurant dans des traités techniques de parcheminerie postérieurs au Moyen Âge. Le développement de la « bio-codicologie » à l'initiative de chercheurs en sciences naturelles – et plus particulièrement de ceux de l'Université de York<sup>7</sup> – a profondément bouleversé notre savoir. Les techniques mises au point permettent d'identifier avec un coefficient de certitude relativement élevé l'origine animale des feuilles de parchemin utilisées dans la confection des chartes et des manuscrits. Sans entrer dans des détails techniques, la méthode implique de prélever d'infimes quantités de fibres de parchemin sur le document analysé – soit par gommage, soit à l'aide d'un instrument (voir *ill. 5*) –, puis à analyser par spectrométrie de masse le collagène contenu dans les « pelures » de parchemin. Au terme d'un processus complexe, qui implique notamment de comparer les résultats obtenus avec des données disponibles dans des bases de référence, il est possible d'identifier le type de mammifère qui a été employé dans la confection du parchemin.

Pour les historiens de l'écrit, les retombées scientifiques sont considérables ! La « bio-codicologie » permet de tenir compte d'une donnée nouvelle, et jusqu'alors inaccessible, dans l'étude de la production documentaire médiévale. Des recherches menées sur un corpus 59 chartes originales issues du fonds de l'abbaye cistercienne d'Orval ont ainsi permis de démontrer qu'après le premier tiers du 13<sup>e</sup> siècle, ces actes juridiques ne sont plus jamais écrits sur peau de veau, mais uniquement sur peau de mouton – la peau de chèvre n'étant quasiment jamais utilisée dans nos régions<sup>8</sup>. Ces résultats concordent avec ceux mis en avant dans d'autres études portant sur l'Angleterre ou l'Île-de-France. Les raisons de ce succès du mouton dans la production des chartes restent encore difficiles à cerner. Elles sont probablement multiples. D'une part, on sait que le parchemin de mouton était souvent moins cher à l'achat que celui de veau, car il était généralement d'une qualité inférieure. Or, le 13<sup>e</sup> siècle est un temps de « révolution documentaire », où le recours à l'écrit se fait de plus en plus massif. Dans ces circonstances, on peut imaginer que les responsables des ateliers d'écriture se tournent plus volontiers vers les produits les moins coûteux, surtout lorsqu'il s'agit de produire des documents pour lesquels les qualités esthétiques importent peu. D'autre part, selon un traité technique anglais de la fin du 12<sup>e</sup> siècle connu sous le nom du *Dialogue de l'Échiquier*, les actes écrits sur du parchemin de mouton seraient plus difficile à falsifier que ceux réalisés à partir d'un autre parchemin. La peau de mouton aurait en effet tendance à laisser apparaître

<sup>7</sup> Sarah FIDDYMENT, Bruce HOLSINGER, Matthew J. COLLINS *et al.*, « Animal Origin of 13th-Century Uterine Vellum Revealed Using Noninvasive Peptide Fingerprinting », dans *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112 (2015), en ligne. URL : <https://doi.org/10.1073/pnas.1512264112> ; Sarah FIDDYMENT, Matthew D. TEASDALE, Jiří VNOUČEK, Élodie LÉVÊQUE, Annelise BINOIS et Matthew J. COLLINS, « So You Want to Do Biocodicology? A Field Guide to the Biological Analysis of Parchment », dans *Heritage Science*, 7 (2019), en ligne. URL : <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-019-0278-6>

<sup>8</sup> Nicolas RUFFINI-RONZANI, Jean-François NIEUS, Silvia SONCIN, Simon HICKINBOTHAM, Marc DIEU, Julie BOUHY, Catherine CHARLES, Chiara RUZZIER, Thomas FALMAGNE, Xavier HERMAND, Matthew J. COLLINS et Olivier DEPARIS, « A Biocodicological Analysis of the Medieval Library and Archive from Orval Abbey, Belgium », dans *Royal Society Open Sciences*, 8 (2021), en ligne. URL : <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.210210>

beaucoup plus visiblement les marques de grattage que celle de veau ou de chèvre. Le succès du parchemin de mouton pour la rédaction des actes juridiques pourrait donc aussi s'expliquer par une volonté de lutter contre les pratiques de falsification.

L'utilisation du parchemin semble obéir à d'autres logiques pour la production des manuscrits. Aucun type de peau n'éclipse totalement les autres au niveau de la fabrication des livres. Des spécificités régionales pourraient par contre exister, au minimum dans la conception des manuscrits de luxe, comme les bibles « de poche » qui se multiplient à partir du 13<sup>e</sup> siècle. L'équipe scientifique britannique susmentionnée a bien montré que ces ouvrages luxueux et de petit format étaient plutôt écrits sur peau de veau au Nord-Ouest du continent, tandis qu'ils l'étaient sur du parchemin de chèvre en Italie. Il semblerait toutefois que les productions plus communes soient assez régulièrement réalisées en peau de mouton, sans doute pour des questions de coût de la matière première. Ainsi, à l'abbaye d'Orval, une majorité des manuscrits conservés ont été copiés sur de la peau de mouton, le reste étant écrit sur du parchemin de veau – la chèvre est quasiment absente. De manière quelque peu schématique, dans la production manuscrite du Nord-Ouest de l'Europe, on se doit sans doute de distinguer des ouvrages de qualité supérieure généralement réalisés en parchemin de veau – réputé plus blanc, plus lisse et plus souple – de livres plus « communs » écrits sur peau de mouton (même si l'on sait qu'il existait aussi du parchemin de mouton de très bonne qualité, la froncine). Ces tendances transparaissent particulièrement bien du corpus d'Orval, où les manuscrits enluminés et écrits avec un soin tout particulier sont généralement en peau de veau, tandis que les instruments de travail du quotidien, les « usuels » de la bibliothèque comme les traités de grammaire, sont plutôt copiés sur du parchemin de mouton. Des études de cas supplémentaires seraient néanmoins nécessaires pour confirmer ces impressions qui ne reposent, pour l'instant, que sur l'exploitation d'un nombre limité de dossiers.

À l'avenir, il sera d'ailleurs peut-être possible de doubler les analyses du collagène d'études génétiques plus poussées reposant sur l'exploitation de l'ADN. Si cette technique bien connue pour son exploitation judiciaire s'avère pour l'instant trop gourmande en matière première et en moyens financiers pour être employée dans l'analyse des matériaux anciens, gageons qu'il n'en sera plus de même demain. L'utilisation de l'ADN pourrait nous permettre d'identifier avec précision les animaux utilisés dans la fabrication du parchemin et l'éventuelle existence de liens de parenté entre eux. Il serait alors possible de déterminer si, dans la confection de ses manuscrits, une institution se repose plutôt sur l'exploitation de ses propres troupeaux – dont les animaux sont souvent apparentés les uns aux autres – ou si, au contraire, elle se tourne vers le marché pour acquérir la matière première.

### **3. L'analyse élémentaire des encres**

Il est un dernier aspect de l'écrit médiéval que les récents développements des sciences de la nature permettent de mieux comprendre : les encres, noires ou colorées, utilisées pour écrire sur des supports souples tels que le papyrus, le cuir, le parchemin et le papier. Pour étudier la fabrication de ces encres, les historiens ont longtemps dû se contenter de décrypter des recettes transmises dans des livres appelés « réceptaires » ou dans des œuvres techniques à caractère

plus généraliste, comme le célèbre *Traité des divers arts* du moine Théophile (12<sup>e</sup> siècle). Désormais, grâce à certaines techniques d'analyse mises au point par des physico-chimistes, il est possible de dépasser cette approche théorique et de déterminer avec précision la composition élémentaire des encres médiévales. On peut ainsi vérifier si les recettes présentées dans les manuscrits médiévaux traduisent fidèlement les pratiques<sup>9</sup>.

Au Moyen Âge, les encres noires – qui, avec le temps, ont parfois pris une teinte brunâtre – sont de loin les plus utilisées. Ce sont celles employées pour l'écriture de l'immense majorité des chartes et des manuscrits. Ces encres peuvent, en théorie, relever de quatre grandes catégories : carboniques, végétales, métallo-galliques ou mixtes. En Occident, elles semblent le plus souvent de type métallo-gallique ; il en va différemment dans d'autres zones géographiques, comme l'Égypte, où cohabitent les quatre types d'encres noires. La fabrication des encres métallo-galliques repose essentiellement sur trois ingrédients. D'abord, des extraits végétaux appelés tanins. Ceux-ci sont généralement obtenus à partir de la décoction ou de la macération de noix de galle, une excroissance que la présence de certains parasites fait apparaître sur certains végétaux. Ensuite, des sulfates métalliques, que les sources médiévales appellent *atramentum* ou « vitriol ». Il s'agit souvent de sulfates de fer collectés à proximité de sites miniers, mais d'autres métaux, comme le cuivre ou le zinc peuvent également être présents dans ces sels, parfois même en plus grande proportion que le fer. Le mélange de ces composés entraîne une réaction chimique, qui produit un précipité de couleur noirâtre. Pour maintenir celui-ci en suspension dans le liquide et rendre le tout plus visqueux, on ajoute un troisième ingrédient, un liant qui est généralement de la gomme arabique.

Une technique d'analyse, la spectrométrie de fluorescence X, permet de déterminer avec précision et de manière non-invasive quels sulfates métalliques ont été utilisés pour fabriquer l'encre employée dans une charte ou dans un manuscrit (voir [ill. 6 et 7](#) représentant le dispositif mis en place pour de telles analyses). Elle ne livre pas d'indications, par contre, sur la nature des liants ou sur celle des tannins, et encore moins sur la recette suivie par le fabricant d'encre. En d'autres termes, la spectrométrie de fluorescence X n'indique pas si deux encres sont identiques, mais seulement si l'un des ingrédients de la recette suivie est le même. La nuance est importante. En effet, deux encres fabriquées selon une même recette, mais avec des « vitriols » différents, n'auront pas la même signature chimique ; à l'inverse, deux encres produites en suivant des recettes différentes, mais reposant sur l'exploitation d'un même « vitriol », auront exactement la même signature.

Néanmoins, en dépit de cette limite critique qu'il importe d'avoir à l'esprit à l'heure d'interpréter les résultats, l'analyse de fluorescence X offre des éclairages neufs et très importants sur la circulation et l'utilisation des encres noires à l'époque médiévale. À l'échelle du document, l'approche a notamment permis démontrer que des changements dans la teinte des encres ne signifient pas nécessairement qu'il s'agit d'encres fabriquées avec des matières premières différentes, contrairement à ce que l'on pourrait croire de manière intuitive. Les

---

<sup>9</sup> Sur l'étude des encres noires médiévales, on se reportera à Zina COHEN, *Composition Analysis...* ; Oliver HAHN, Grzegorz NEHRING, Rudolf FREISITZER et Ira RABIN, « A Study on Early European Inks from St Paul in Lavanttal », dans *Gazette du livre médiéval*, 65 (2019), p. 58-81 ; Nicolas RUFFINI-RONZANI, François BOUGARD, Pierre CHASTANG, Oulfa BELHADJ, Gaëlle DENION, Sylvie HEU THAO, Laurianne ROBINET et Véronique ROUCHON, « Encre, parchemin et papier à Chartres au XIV<sup>e</sup> siècle. Les matériaux de l'écrit au prisme des sciences expérimentales », dans *Bibliothèque de l'École des chartes*, 175 (2020), p. 183-214.

variations dans les teintes peuvent, en fait, découler de très nombreux facteurs : quantité d'encre appliquée sur le support, pénétration de l'encre au sein de celui-ci, impact de l'encollage du papier, outil d'écriture utilisé par le scribe, aléas de la vie du manuscrit, « vieillissement » du produit dans l'encrier, etc.

Les apports les plus considérables de cette approche se situent néanmoins au niveau de la compréhension du fonctionnement des ateliers d'écriture. En menant des études qui ne reposent pas sur l'analyse d'un seul document, mais sur celle d'une série de pièces, il devient possible de repérer des « familles » d'encres, c'est-à-dire des encres fabriquées à partir de sulfates métalliques distincts, et de déterminer quels types d'encres sont utilisés par quelles institutions et à quelle époque. Une étude menée sur les productions documentaires de plusieurs établissements ecclésiastiques de la cité de Chartres de la seconde moitié du 14<sup>e</sup> siècle a ainsi permis d'établir de manière formelle qu'au cours des années 1390 des encres riches en zinc laissent progressivement la place à des encres produites à partir de sulfates de cuivre. Les circuits d'approvisionnement semblent alors se transformer, soit parce que les communautés font appel à des fournisseurs différents, soit parce que les producteurs d'encre font le choix d'utiliser une autre matière première. Les travaux menés sur le cas de Chartres attestent en outre qu'à la fin du Moyen Âge les scribes d'une même institution ne fabriquent plus leur propre encre, mais que les achats se font de manière « groupée » à l'échelle de l'établissement auquel ils appartiennent. Mieux, on remarque également que, d'une institution à l'autre, les « signatures » des encres utilisées au cours d'un même laps de temps sont régulièrement identiques. Cela signifie sans doute que, à l'échelle d'une même (petite) ville, tous les établissements se tournent vers un même fournisseur, qui leur livre un produit fabriqué à partir du même « vitriol ». Le fonctionnement global de ce marché de l'encre nous échappe cependant encore en grande partie pour l'instant. Pour mieux l'appréhender, il serait indispensable de multiplier les analyses sur des corpus différents et de croiser les données livrées par la spectrométrie de fluorescence X avec le témoignage des sources comptables médiévales. Une collaboration entre histoire et sciences de la nature permettrait ainsi d'apporter un éclairage très original sur l'histoire de l'écrit et de ses matériaux.

## **Conclusion**

Depuis une dizaine d'années, le dialogue entre sciences humaines et sciences naturelles s'avère aussi fructueux que prometteur dans l'étude des pratiques médiévales de l'écrit. La mise en place d'une « vraie » approche interdisciplinaire, dans laquelle chacun des partenaires se nourrit des apports scientifiques de l'autre, permet à la fois de jeter des éclairages originaux sur la production manuscrite du Moyen Âge et de poser de nouvelles questions à la documentation – sans même parler des apports en matière de restauration et de conservation du patrimoine, qui ont été à peine esquissés ici. Si elles sont appelées à se poursuivre, les coopérations de ce type posent de réels défis à l'historien de demain, que ce soit en termes d'ouverture aux approches statistiques ou de conservation des données « brutes » issues des analyses. Dans quelques années, il importera en effet de dépasser les études de cas pour faire la synthèse de ces travaux. Il sera alors indispensable de confronter les uns aux autres les résultats

des projets menés jusqu'à présent. Cela ne pourra se faire que si les données collectées sont rendues accessibles à tout un chacun dans des répertoires en accès ouvert. Pour que la recherche puisse se continuer demain, l'un des enjeux d'aujourd'hui est de s'assurer de la mise en place de tels répertoires.

### **Bibliographie indicative :**

- BRIQUET Charles-Moïse, *Les filigranes. Dictionnaire historique des marques de papier dès leur apparition vers 1282 jusqu'en 1600*, Genève, A. Jullien, 1907.
- CASTELLE Manon, DILLMAN Philippe, VEGA Enrique, BLANC-RIEHL Clément, VILAIN Ambre, CHASTANG Pierre et ANHEIM Étienne, « Seal the Deal. An Extensive Study of European Historical Copper-Based Seal Matrices Using a Multimodal Protocol », dans *Journal of Archaeological Science*, 113 (2020), en ligne. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305440319301487?via%3Dihub>
- COHEN Zina, *Composition Analysis of Writing Materials in Cairo Genizah Documents*, Leyde–Boston, Brill, 2022 (Cambridge Genizah Studies Series, 15).
- FIDDYMENT Sarah, HOLSINGER Bruce, COLLINS Matthew J. *et al.*, « Animal Origin of 13th-Century Uterine Vellum Revealed Using Noninvasive Peptide Fingerprinting », dans *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112 (2015), en ligne. URL : <https://doi.org/10.1073/pnas.1512264112>
- EAD., TEASDALE Matthew D., VNOUČEK Jiří, LÉVÊQUE Élodie, BINOIS Annelise et COLLINS Matthew J., « So You Want to Do Biocodicology? A Field Guide to the Biological Analysis of Parchment », dans *Heritage Science*, 7 (2019), en ligne. URL: <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-019-0278-6>
- Filigranes pour tous*, depuis 2017, en ligne. URL : <https://filigranes.hypotheses.org/>
- HAHN Oliver, NEHRING Grzegorz, FREISITZER Rudolf et RABIN Ira, « A Study on Early European Inks from St Paul in Lavanttal », dans *Gazette du livre médiéval*, 65 (2019), p. 58-81.
- JACQUET Philippe, « Radiographie, scanner et sigillographie », dans *Pourquoi les sceaux ? La sigillographie, nouvel enjeu de l'histoire de l'art*, dir. CHASSEL Jean-Luc et GIL Marc, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion, 2011, p. 93-103 (Publications de l'Institut de recherches historiques du Septentrion, 46).
- RUFFINI-RONZANI Nicolas, NIEUS Jean-François, SONCIN Silvia, HICKINBOTHAM Simon, DIEU Marc, BOUHY Julie, CHARLES Catherine, RUZZIER Chiara, FALMAGNE Thomas, HERMAND Xavier, COLLINS Matthew J. et DEPARIS Olivier, « A Biocodicological Analysis of the Medieval Library and Archive from Orval Abbey, Belgium », dans *Royal Society Open Sciences*, 8 (2021), en ligne. URL : <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.210210>

ID., BOUGARD François, CHASTANG Pierre, BELHADJ Oulfa, DENION Gaëlle, HEU THAO Sylvie, ROBINET Laurianne et ROUCHON Véronique, « Encre, parchemin et papier à Chartres au XIV<sup>e</sup> siècle. Les matériaux de l'écrit au prisme des sciences expérimentales », dans *Bibliothèque de l'École des chartes*, 175 (2020), p. 183-214.

### **Légendes des illustrations :**

- III. 1. – Matrice sigillaire de Notre-Dame de Dinant (13<sup>e</sup> siècle). Namur, Société archéologique, Collection des matrices de sceaux, n<sup>o</sup> 38.
- III. 2 – Trois matrices de sceaux. De gauche à droite : matrice sigillaire de Sainte-Begge d'Andenne (13<sup>e</sup> siècle) ; matrice du sceau aux causes de l'église d'Hastière (13<sup>e</sup> siècle) ; matrice sigillaire de Notre-Dame de Dinant (13<sup>e</sup> siècle). Namur, Société archéologique, Collection des matrices de sceaux, n<sup>os</sup> 31, 41 et 38.
- III. 3 – Dos de la matrice du sceau aux causes de l'église d'Hastière, avec prise pyramidale (13<sup>e</sup> siècle).
- III. 4 – Filigrane présent dans un registre en papier du chapitre cathédral Notre-Dame de Chartres (1386-1388). Chartres, Archives départementales de l'Eure-et-Loir, G 156.
- III. 5 – Collecte de « pelures » de parchemin par gommage sur une charte de l'abbaye d'Orval conservée aux Archives de l'État à Arlon (photo : Catherine Charles, Bibliothèque universitaire Moretus Plantin, Namur).
- III. 6 – Spectromètre de fluorescence-X lors de l'analyse de documents d'archives issus de la cité de Chartres (photo prise au Muséum national d'Histoire naturelle, Paris).
- III. 7 – Spectre en énergie généré au moment de l'analyse des encres. Chaque élément chimique est associé à des pics d'émission. Ici, le fer (Fe), le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) sont présents dans l'encre.