



HAL
open science

Les écritures de la chancellerie pontificale dans le paysage européen (XIIe -XVe siècles)

Dominique Stutzmann

► **To cite this version:**

Dominique Stutzmann. Les écritures de la chancellerie pontificale dans le paysage européen (XIIe -XVe siècles). Les actes pontificaux. Un trésor à exploiter, Nov 2019, Paris, France. halshs-03628606

HAL Id: halshs-03628606

<https://shs.hal.science/halshs-03628606>

Submitted on 13 Apr 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Les écritures de la chancellerie pontificale dans le paysage européen (XII^e–XV^e siècles)

Dominique Stutzmann (dominique.stutzmann@irht.cnrs.fr)

Colloque : « Les actes pontificaux. Un trésor à exploiter. Tagung im Rahmen des 100-jährigen Jubiläums der Union Académique Internationale » (27-28 novembre 2019), cf. <https://www.dhi-paris.fr/veranstaltungsdetails/seminare/SeminarTime/detail/les-actes-pontificaux-un-tresor-a-exploiter3271.html>

Texte prononcé le 28 novembre 2019

Avant de commencer mon propos, je désire remercier non seulement les organisateurs de leur invitation, mais aussi plusieurs personnes sans qui elle aurait été impossible : Vincent Christlein et Angelos Nicolaou de l'université d'Erlangen, Christopher Kermorvant et Marie-Laurence Bonhomme de la société Teklia et Patrick Courtois de l'IRHT. Je dirai plus loin en quoi leur aide a été indispensable.

1 Introduction

Qu'est-ce qui fait qu'on reconnaît un acte pontifical et l'écriture émanée de la chancellerie pontificale ? **(vidéo)** Influence et imitation sont des concepts communs en histoire culturelle et, partant, aussi en paléographie. L'étude la plus ambitieuse dans ce domaine est celle d'Istvan Hajnal affirmant la création en France et la diffusion d'un type d'écriture renouvelé dans toute l'Europe grâce à l'enseignement à l'université de Paris et expliquant ce transport d'un modèle graphique par la mobilité des étudiantsⁱ. Sa thèse a été rejetée, notamment car les indices d'un enseignement universitaire d'une technique fondamentale n'est pas démontré pour l'époque considéréeⁱⁱ. Plus récemment, et de façon beaucoup plus fondée en méthode, Marc Smith a étudié l'émergence et la diffusion de l'écriture dite « mixte » de la chancellerie royale françaiseⁱⁱⁱ. Il conteste l'idée d'une influence de la chancellerie pontificale avancée par Emmanuel Poulle en précisant que les écritures de la chancellerie, y compris celles des registres de la chambre présentent qui présentent dès le règne de Martin IV (1281-1285) des formes proches de ce qui sera la mixte, ne sont que « le sommet de la vaste famille des cursives notariales italiennes »^{iv}. Parmi celles-ci se trouvent des réalisations dont la proximité, en morphologie et en technique, peuvent avoir un lien effectif avec les développements à la chancellerie royale française^v. Marc Smith analyse ensuite la diffusion en France et hors de France, dans ses acteurs et ses chronologies. L'installation de la papauté en Avignon provoque « des ressemblances un peu plus proches, et parfois assez franches »^{vi}, puis, avec le Schisme, « le rapprochement est plus marqué que jamais »^{vii}. Ayant, au passage proposé l'hypothèse originale de la spécialisation régionale des *scriptores* pour contredire Giorgio Cencetti qui réfutait l'idée d'une francisation de l'écriture pontificale, il conclut : « En observant la diffusion européenne de la mixte, surtout à la fin du siècle, on pourra donc hésiter parfois sur la part d'influence respective de Paris et d'Avignon »^{viii}.

La bibliographie consacrée aux caractères externes des produits de la chancellerie pontificale est immense. Les signes de validation propres à la chancellerie pontificale, tels que le *Bene valete* monogrammatique et la rota ont fait l'objet d'enquêtes, mettant en lumière leur influence^{ix}, de même que les formats et mise en page des actes pontificaux^x. Si la postérité des signes de validation hors de la chancellerie pontificale n'est pas nulle, le concept d'influence cède là le pas à celui d'imitation, où la répétition ne suppose pas imprégnation, sauf pour les formats où l'imitation répétée peut être un cas d'imprégnation progressive.

Les recherches paléographiques existent, même si elles sont plutôt dictées par un objectif diplomatique. C'était le cas de l'analyse détaillée de Friedrich Kempf en 1945, distinguant les mains qui copient les textes, ajoutent les rubriques, voire munissent d'un trait les bulles à formule longue de datation, vise fondamentalement à comprendre l'organisation de la chancellerie, la répartition du travail et les modes d'enregistrement^{xi}. Dans les actes du colloque de la CID de 1996 publiés sous le titre *Papsturkunde und europäisches Urkundenwesen*^{xii}, l'écriture n'est presque jamais mentionnée sauf pour les *litterae elongatae* comme marque de chancellerie. E. Sayers, par exemple, malgré de nombreuses planches et la mention d'influences évidentes, ne discute guère l'apparence et l'écriture des documents. Quand l'écriture est discutée, la difficulté d'interprétation apparaît, ainsi chez Thérèse De Hemptinne et Walter Prevenier : « La classification qu'il [Innocent III] avait introduite dans les documents pontificaux eut une influence particulière sur l'écriture et l'aspect général des petites bulles et des privilèges solennels. Les imitateurs liégeois empruntèrent des éléments bien précis, telles les formules de datation aux mots espacés qui s'étirent sur toute la longueur de la ligne. Stiennon fait toutefois remarquer que ce sont des évêques liégeois d'origine française (Hugues de Pierrepont, Jean d'Eppes et Robert de Thourotte) qui, à partir de 1200, introduisirent dans leur diocèse un ductus paléographique qui semble emprunté à Rome, mais qui en fait appartient aux traditions françaises des styles d'écriture en vigueur à Laon (diocèse dont étaient originaires Hugues de Pierrepont et Jean d'Eppes), ou à Langres (d'où venait Robert de Thourotte). »^{xiii}. Et ce sont les observations d'Othmar Hageneder qui donnent les plus de place à l'écriture, avec, outre les *litterae elongatae*, la rota, le *Bene Valete*, des observations sur l'*In perpetuum*. Idem pour l'article de Cunha sur le Portugal. Dans son article sur « L'influence pontificale sur les actes épiscopaux français », Olivier Guyotjeannin mettait en évidence une gradation de l'imitation selon la solennité de l'acte, tout en mettant en garde contre l'emploi de catalogues de formules. Il soulignait que, même dans les caractères graphiques, l'influence perçue peut être trompeuse, comme la rota informe sur deux actes faux, l'un de l'archevêque de Bourges, l'autre de Philippe I^{er} (p. 85). Enfin, il « ajout[ait] que diverses voies ont été délibérément écartées et restent à explorer [...] et que d'autres devraient l'être plus globalement (imitation de l'écriture) » (p. 86 note 12).

Plus anciens, peut-être, mais fondamentaux sont les trois articles de Thomas Frenz publiés par *Archiv für Diplomatik* dans les années 1970^{xiv}. Le premier est issu de sa thèse de doctorat, publiée dans les numéros 19 et 20, et trace l'émergence des écritures humanistiques dans les milieux pontificaux, de façon différenciée entre les différents types de registres et les actes, ainsi que scribe par scribe. Il démontre l'influence du Schisme et du séjour de la curie à Florence, ainsi que le rôle de certains papes dans l'ouverture aux nouvelles formes. Il définit également une théorie des écritures gothiques et humanistiques. Un autre article porte sur les propriétés dimensionnelles des actes pontificaux, espacement des lignes, marges et proportion des éléments décoratifs et initiales.

Ainsi donc, entre l'étude de Paulus Rabikauskas sur la curiale romaine et celles de Frenz sur les écritures gothiques, l'insertion de l'humanistique puis sur la *littera sancti Petri*, il ne restait que l'étude paléographique du XII^e siècle avec la formalisation de la minuscule curiale. Or, la bibliographie sur les

écritures de la chancellerie pontificale ont récemment connu un renouvellement important, notamment grâce au projet *Schrift und Zeichen*, portant précisément sur les écritures du XII^e siècle. Les actes des deux colloques d'Erlangen et de Munich en 2013 et 2014, mis en ligne en 2015, comprennent trois articles pour l'étude paléographique aidée par ordinateur – ma propre contribution au premier colloque ayant fait l'objet d'une publication séparée^{xv} - et un volume de plus grande ampleur a été publié en 2018 sous le titre *Papstgeschichte im digitalen Zeitalter. Neue Zugangsweisen zu einer Kulturgeschichte Europas*, comprenant aussi des versions augmentées et mises à jour pour certaines interventions du premier colloque^{xvi}. Au début de l'année 2019 a paru, dans *Reti medievali*, le dossier thématique « *Curial Sources and Digital Humanities. Long term projects in international comparison* », issu du colloque des 12-14 mars 2018 à l'Institut Historique Allemand de Rome et davantage tourné vers les entreprises éditoriales que vers l'étude de l'écriture^{xvii}. Néanmoins, un atelier doctoral a accompagné ce colloque dont les participants ont comparé les actes présents dans les archives virtuelles *Monasterium*, dans les inventaires d'archives de Bavière et dans le *Repertorium Germanicum*, et ont publié en ligne des contributions qui abordent des aspects paléographiques des bulles, actes des légats et actes de concile^{xviii}. Si le projet *Schrift und Zeichen* se consacrait à la période précédant la série des registres, les dernières publications ouvrent davantage vers le Moyen Âge central et tardif.

Sur cet arrière-plan d'études nombreuses et spécialisées, que puis-je aujourd'hui apporter, alors que je ne suis pas spécialiste ? Pour la chancellerie pontificale, l'omniprésence supposée de modèles pontificaux dispense généralement de chercher un véhicule et l'autorité reconnue au successeur de Pierre fait considérer comme évident qu'on a voulu l'imiter. Certes, d'innombrables institutions et personnes physiques ont reçu des privilèges pontificaux et l'*auctoritas apostolica* est prééminente, quoique disputée lors de schismes ou de conflits avec des puissances temporelles. Plusieurs façons d'aborder la question sont envisageables. Celle utilisée jusqu'ici en paléographie pour étudier la place de la chancellerie pontificale dans l'espace européen consiste à repérer des particularités pontificales et à en identifier des échos dans d'autres productions : ces particularités portent sur (1) la forme des signes, qu'il s'agisse de morphologies (1a) de lettres ou (1b) de signes abrégatifs, (2) des abréviations spécifiques, (3) la mise en page et la répartition des signes et de leurs formes variées sur la page, comme les *litterae notabiliores*, *litterae elongatae*, et, plus rarement, comme dans l'étude de M. Smith, (4) la technique de l'écriture, largeur, biseautage et souplesse de la plume autant que l'on peut les restituer.

Dans cette contribution, malgré l'exemple malheureux d'Hajnal, je désire rouvrir l'idée d'une comparaison des écritures *prima facie*. Pour ce faire, nous disposons de méthodes et d'outils qui n'existaient pas au XX^e siècle, et je m'inscris dans une démarche avant tout exploratoire. En effet, il est impossible tant de refaire la thèse de Frenz que d'affronter une masse documentaire qu'Heinemeyer décrit ainsi. „Aber nach diesem weithin sichtbaren schriftgeschichtlichen Höhepunkt verliert er [der Weg der Geschäftsschrift] er sich im undurchdringlichen Dickicht der massenhaften archivalischen Überlieferung. In dieses einzudringen, scheint weder reizvoll noch erforderlich zu sein“^{xix}.

Donc, quand Laurent Morelle m'a demandé si je pouvais contribuer au présent colloque et compte-tenu de mes autres travaux, je me suis demandé si les outils actuels d'analyse d'image par ordinateur pourraient nous aider à mieux discerner les évolutions des écritures pontificales et à les comparer aux masses d'écrits produits dans l'Europe médiévale afin de définir le régime d'exceptionnalité des actes pontificaux. J'ai désiré évaluer les proximités entre différents ensembles d'écritures, aussi bien internes à la chancellerie que produits pour l'extérieur. Ainsi : les écritures des bulles pontificales, celles des registres de la chancellerie pontificale, celle des registres de la chancellerie royale française, celles des actes produits en

dehors la chancellerie pontificale. Pour cela, je me fonde sur des travaux antérieurs de mesure par ordinateur de la similarité entre des images d'écriture.

Etant donné que ces thèmes et outils sont assez récents, ma contribution est largement consacrée à la méthodologie, en présentant les outils et le corpus, et se donne ensuite pour objectif, avec des observations sur les registres et les actes, de vous convaincre que les outils d'analyse d'image pourront à l'avenir proposer des observations supplémentaires et stimulantes pour comprendre les évolutions paléographiques européennes et celle des actes pontificaux dans ce paysage.

2 Méthodologie

2.1 La théorie

La méthode que nous allons utiliser est dans la lignée de deux courants d'études. La première a été portée dans le projet *Schrift und Zeichen*, en particulier du côté de l'analyse d'image par ordinateur par Vincent Christlein et Elli Angelopoulou et du côté de l'analyse historique par Benedikt Hotz, Benjamin Schönfeld et Thorsten Schlauwitz. Tandis que Hotz et Schönfeld ont principalement travaillé sur les propriétés dimensionnelles de l'écriture, proportions de hauteur et largeur des signes et lignes, Schlauwitz a mis en œuvre les recherches en identification des scribes par ordinateur, avec un succès du reste assez mitigé pour le XII^e siècle.

Le deuxième courant est celui que j'ai porté sur la classification des écritures à la suite des résultats décevants du projet ANR Graphem^{xx}. Après les travaux préliminaires pour le colloque d'Erlangen ayant abouti à une publication dans *Digital Medievalist*^{xxi}, j'ai coorganisé plusieurs compétitions internationales sur la classification et la datation des écritures médiévales, dont l'interprétation a donné lieu à un article dans *Speculum*^{xxii}. Des collègues et moi, à organiser pour la conférence ICDAR à Sydney en septembre dernier une compétition de reconnaissance de copistes sur une base plus large avec vingt mille images et environ deux mille cinq cents scribes représentés par 5 images chacun^{xxiii}. L'équipe gagnante, avec 92,5 % de précision moyenne, montre que, désormais l'on peut compter avec l'ordinateur pour les travaux d'expertise paléographique.

Plus important, pour la contribution d'aujourd'hui, je pense avoir montré que, non seulement d'un point de vue paléographique, mais aussi d'un point de vue technologique, distinguer ou apparenter des familles d'écriture et des scribes sont une même tâche. Avec un logiciel destiné à classer des échantillons d'écriture s'étalant de l'onciale à l'humanistique, en passant notamment par la caroline, la Cursiva, l'Hybrida, la Textualis et la Rotunda, j'ai pu distinguer les différentes mains actives dans un milieu très restreint et homogène, celui du scriptorium de l'abbaye cistercienne de Fontenay^{xxiv}.

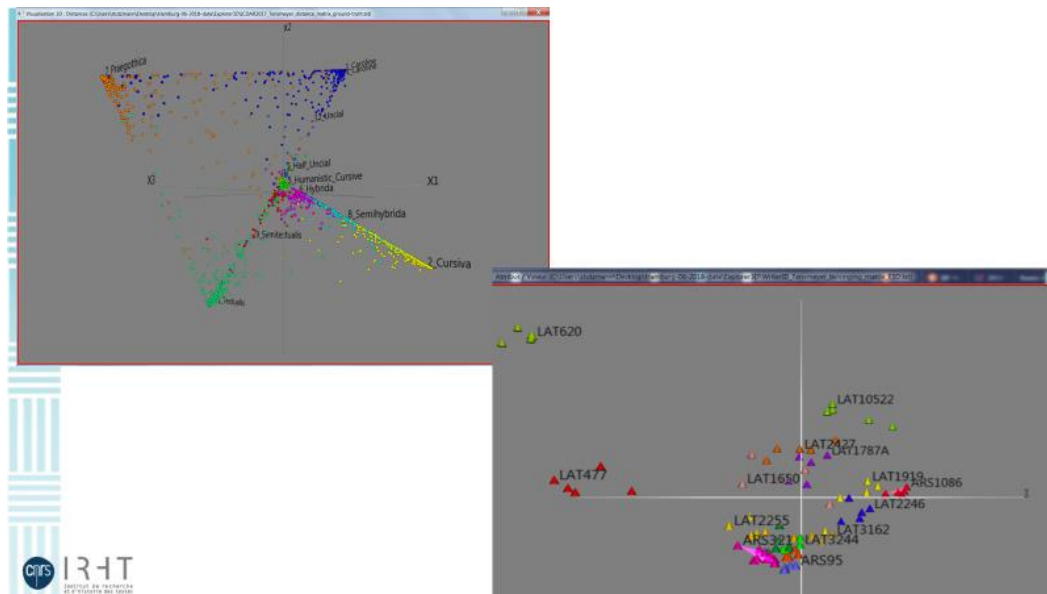


Figure 1: Un même algorithme, deux tâches (classification des écritures, classification des mains)

Aussi ai-je envisagé une étude de nature typologique, qui viserait à observer les évolutions graphiques des chancelleries et des actes, de façon diachronique, avec l'idée que si une tendance se manifestait dans telle chancellerie en premier ou si une pratique externe se rapprochait progressivement de telle chancellerie, alors on pourrait identifier un processus d'influence profonde.

2.2 La pratique

En pratique, j'ai été écrasé par le poids physique et numérique de l'*undurchdringliches Dickicht der massenhaften archivalischen Überlieferung*. Après le succès du projet Himanis et de ses 80 000 pages de texte indexées, j'étais trop optimiste. D'abord, évidemment, la chancellerie pontificale n'a pas conservé deux cents registres antérieurs, comme la chancellerie royale française, mais deux à trois mille, avec les Registra Vaticana, Lateranensia, Avenionensia, et registres de suppliques. Les registres du Vatican sont numérisés, mais sur des milliers de CDs (deux ou trois par registre) et il faudrait trois semaines à plein temps pour rendre chacun de ces CDs accessibles à une machine de traitement automatique ; un échantillonnage s'est imposé. Ensuite, optimiste, j'ignorais aussi que l'IRHT allait oublier les CD-ROMs des *Registra Vaticana* lors de son déménagement à Condorcet et le transport ne fut pas aisé.

Puis, le traitement des images que j'avais prévu pour durer de trois jours à une semaine s'est révélé plus lent que prévu. Un premier algorithme a été utilisé, celui de Vincent Christlein, que nous avons arrêté après trois jours, pour essayer celui d'Angelos Nicolaou^{xxv}. Elle devait se montrer plus performant et tenir le délai sur l'infrastructure de l'IRHT. Hélas, même à 25 secondes par image, il faut compter 86 jours de traitement. Bref, voyant cela et appelé à la rescousse, Christopher Kermorvant a mis 40 ordinateurs à notre disposition pour accélérer le processus d'analyse et ce dont je vais parler, c'est un ensemble de 40 000 images analysées, avec 3072 caractéristiques extraites par image, c'est-à-dire, si on ajoute les dates, cotes, feuillets, typologie diplomatique, un ensemble de 123 millions de données élémentaires à analyser et mettre en relation. Pour donner une idée, mon ordinateur portable, assez puissant, met plus de trois minutes à ouvrir le tableau Excel et le logiciel R a mis une nuit entière à calculer la principale ACP dont je vais parler. J'ai vu pour la première fois Excel signaler qu'il ne pouvait ouvrir un fichier de plus d'un million

de lignes. Et même, un fois cela fait, la difficulté à visualiser un graphique avec des milliers de points représentant des milliers de chartes et de pages analysées n'est pas négligeable.



Figure 2: Message d'erreur du logiciel Microsoft Excel

En conséquence de cet écart entre théorie et pratique, je vais présenter un corpus « théorique », dont des pans ont fait l'objet d'échantillonnages parfois sévères pour les résultats que je présente aujourd'hui.

3 Corpus

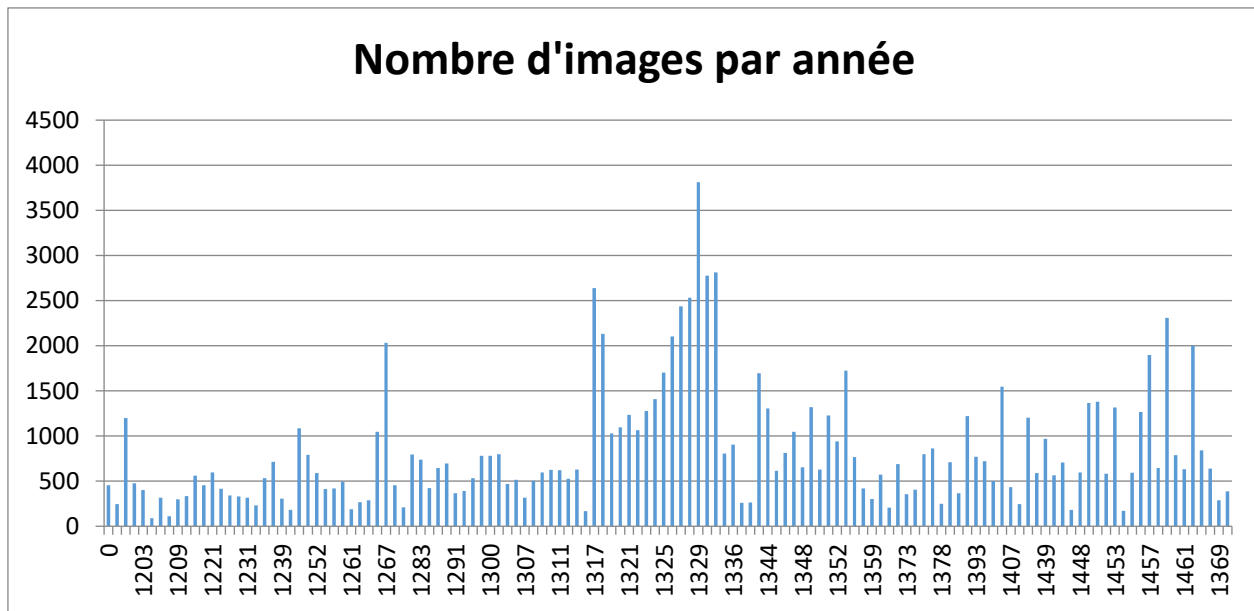
3.1 Registres pontificaux

L'enquête porte sur 195 registres numérisés et 107 399 images¹. Pour le graphique ci-dessous, nous avons exclu les tables initiales² et porté, pour mémoire, le registre Vat. Reg. 1, exceptionnel en tout, à l'année 879. D'autres registres font l'objet d'estimation³.

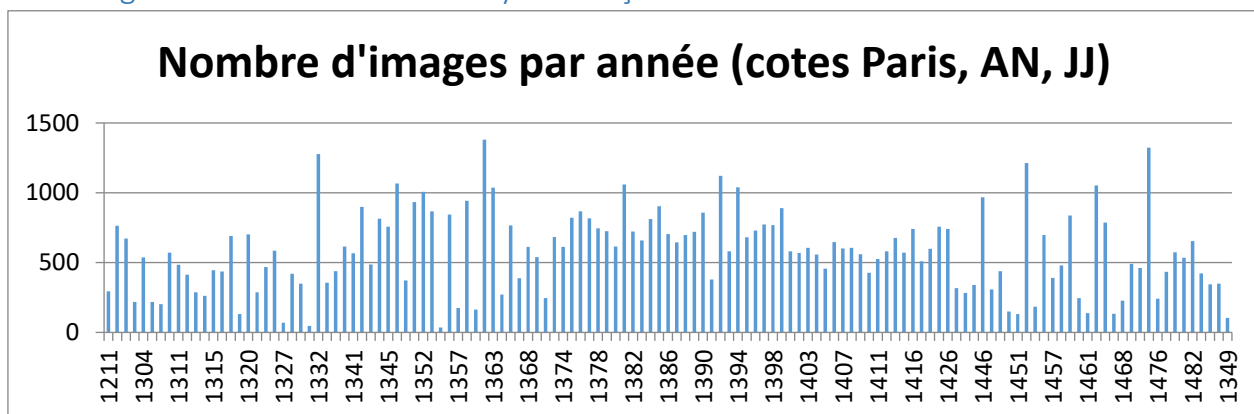
¹ Reg. Vat. 1 à 100, y compris 7A, 8A, 21A, 25A, 29A, 29B, 30A, 46A) puis tous les volumes numérotés en 0 ou 5 jusqu'à Reg. Vat. 520, à l'exception des registres Reg. Vat. 330 et 345, et en ajoutant les registres Reg. Vat. 118 (registre de l'antipape Nicolas V), 244A, 244F, 244L et 331 (au lieu de 330). Le registre Reg. Vat. 88 n'a été utilisé que pour la seconde moitié.

² Dans le classement et le système de nommage, les tables initiales font soit l'objet d'un dossier séparé, soit de fichiers non séparés. Nous les avons exclues lorsqu'elles faisaient l'objet d'un classement séparé.

³ Le Reg. vat. 29B, reproduction photographique du ms. Bordeaux, Bibl. mun. 761, modèle du Reg. vat. 29A, est non daté, ici placé à « 0 » ; Reg. vat. 62 est placé en 1369 ; les autres simplement placé au terme médian entre les dates ultimes ; cf. Andreas Fischer, « Vom Ordnen, Umgruppieren und Ergänzen: Reg. Vat. 29A und die Genese der Briefsammlung des Berard von Neapel », *Archiv für Diplomatik, Schriftgeschichte, Siegel- und Wappenkunde* 61, n° 1 (2015): 205-36, <https://doi.org/10.7788/afd-2015-0110>; Karl Borchardt, « Reg. Vat. 62: Ein päpstliches Dossier zur Politik gegenüber Ungläubigen und Schismatikern aus dem Jahre 1369 », *QFIAB* 76 (1996), 1996, https://perspectivia.net//receive/ploneimport4_mods_00002516.



3.2 Registres de la chancellerie royale française



Les registres de la chancellerie royale française ici étudiés sont les 177 registres du Trésor des chartes proprement dits couvrant les années 1302 à 1485 et conservés sous les cotes JJ 35-211, numérisés et indexés au cours du projet de recherche européen Himanis^{xxvi}, ainsi que, à titre de comparaison, d'une part, les cartulaires de Philippe Auguste qui les ont précédés⁴, et, d'autre part, un ensemble de vingt formulaires et manuscrits liés à la chancellerie conservés à la Bibliothèque nationale de France, et majoritairement du xv^e siècle⁵. L'ensemble est accessible via la BVMM et Gallica et représente 79710 images numériques (4254 pour la BnF et 75451 pour les Archives nationales).

3.3 Actes pontificaux et actes isolés

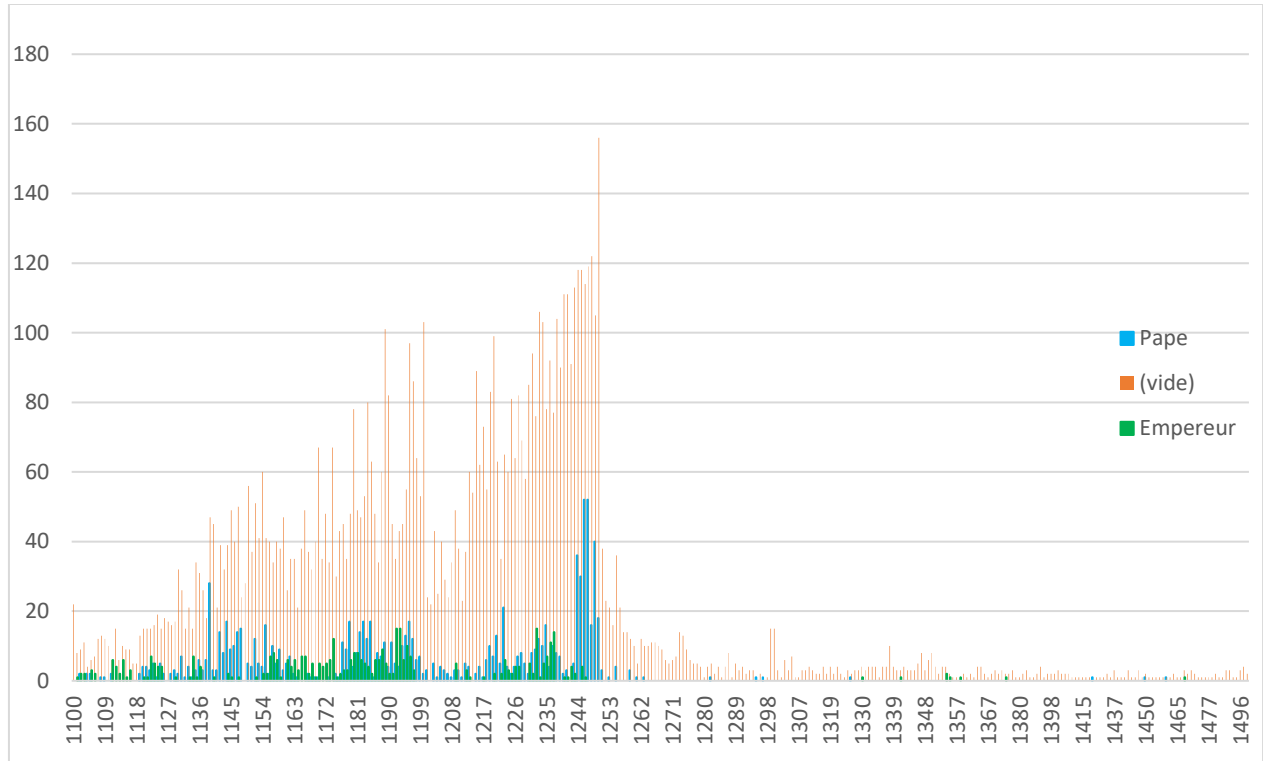
Pour comparer les écritures de registres aux actes pontificaux sortis de la chancellerie et aux actes des autres chancelleries et aux actes privés, deux sources ont été utilisées.

⁴ Paris, Archives nationales, JJ 7, JJ 8, JJ 23 et JJ 26.

⁵ Paris, Bibl. nat. de France, mss. fr. 5024, 5030, 5271, 5291, 5318, 5727, 5909, 6022, 6142, 10187, 14371, 18437, 18674 et mss. lat. 4763, 9778, 9784, 9996, 9988, 10919, 10932.

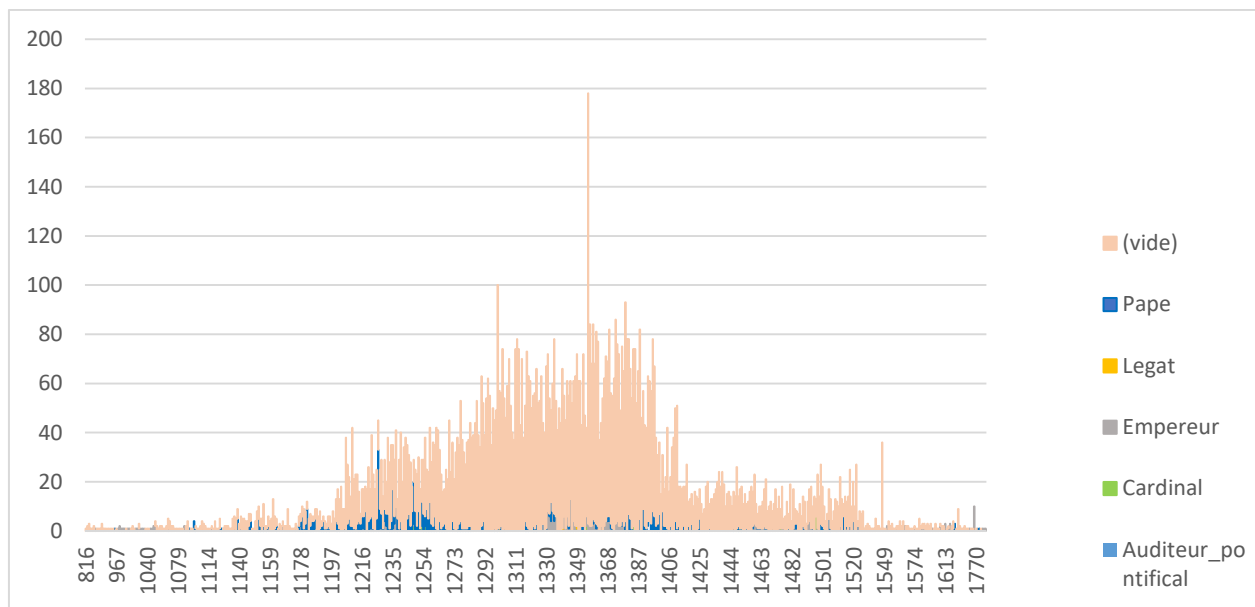
3.3.1 Lichtbildarchiv älterer Originalurkunden

La première offre, directement accessible en ligne et bénéficiant d'une description globalement bien structurée, un ensemble de 9540 actes originaux datés entre 1100 et 1500 et faisant l'objet de reproduction dans le *Lichtbildarchiv älterer Originalurkunden* de Marburg. Ces actes sont principalement des années 1140-1250, avec certaines années une très forte proportion d'actes pontificaux.



3.3.2 Monasterium.net

Pour compléter la couverture chronologique, j'ai également utilisé les archives virtuelles Monasterium, dont les images sont disponibles selon les commandes du protocole IIIF. En lien avec un autre projet de recherche, HOME History of Medieval Europe, j'ai utilisé les actes originaux disposant d'une transcription. Au nombre de 12 415, ils sont majoritairement des années 1250-1425, mais assurent une représentation acceptable jusqu'à la fin du xv^e siècle.



3.4 Corpus d'images non traités

Pour des raisons de disponibilité des images, différents ensembles d'images n'ont pas été traités qui auraient été pertinents pour la présente étude : les registres d'Avignon (*registra Avenionensia*), les registres sur papier, registres transitoires dont les textes étaient ou devaient être recopiés dans un registre sur parchemin ; registres de suppliques à partir de Benoît XII ; les registres de la chambre ; les registres de brefs. J'ai également renoncé au reste de la base *Monasterium* et aux images de la base Archim, généralement de faible qualité (cela n'empêche théoriquement pas une comparaison, mais ç'aurait ajouté une incertitude supplémentaire).

4 Questions et cas d'étude

Pour s'assurer que l'outil que nous mettons en œuvre est pertinent, la méthodologie générale de l'apprentissage machine consiste à vérifier dans un premier temps que les continuités et les ruptures déjà connues sont bien repérées par l'analyse automatisée, avant d'observer les résultats sur les parties du corpus pour lesquelles nous ne disposons pas des réponses. Ici, les traitements appliqués ont déjà été validés et mesurés dans des publications précédentes et lors de compétitions internationales, mais il importe de vérifier la cohérence du comportement sur le corpus considéré.

Dans les prochaines diapositives, les graphiques présentent les résultats de l'analyse en composante principale projetée en trois dimensions. Cette analyse a porté sur l'échantillon de quarante mille images et chaque graphique montre une partie des résultats, mais à chaque fois dans le même espace unique. Cela est nécessaire pour une première comparaison.

4.1 Cohérence générale

4.1.1 Registres vaticans *hors-série*

Les premières vérifications sont satisfaisantes. Sur une projection en trois dimensions des résultats de l'analyse en composante principale des 3072 dimensions analysées par l'ordinateur, l'on voit que

1. les images des différents volumes sont correctement groupées les unes avec les autres et séparées de celles des autres volumes ;
2. et une vérification permet de s'assurer que les « pages », ici des points, qui s'échappent du groupe sont des pages aberrantes, en général des pages blanches, reliures ou pages entièrement tachées. Pour des raisons juridiques, je ne vous montre pas la preuve par les images et vous demande de me croire.

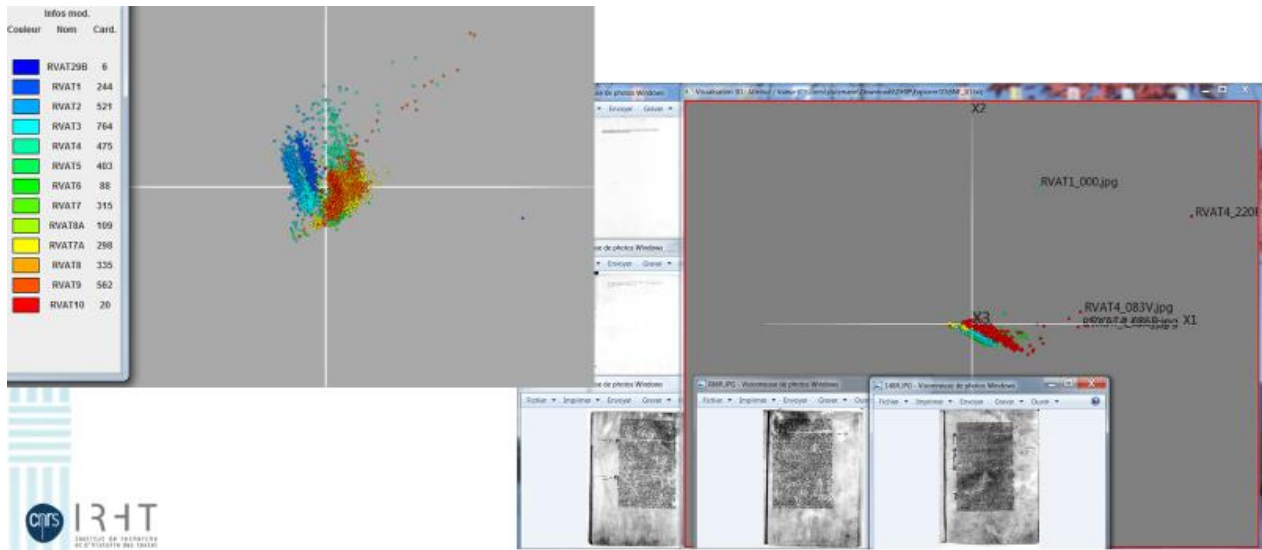


Figure 3: Premiers résultats d'analyse en composante principale (couleur = volume, chaque point représente une image, mise en évidence de trois images "aberrantes")

Ces vérifications nous autorisent pour les prochaines diapositives à réduire chaque volume à un point moyen de ses composantes.

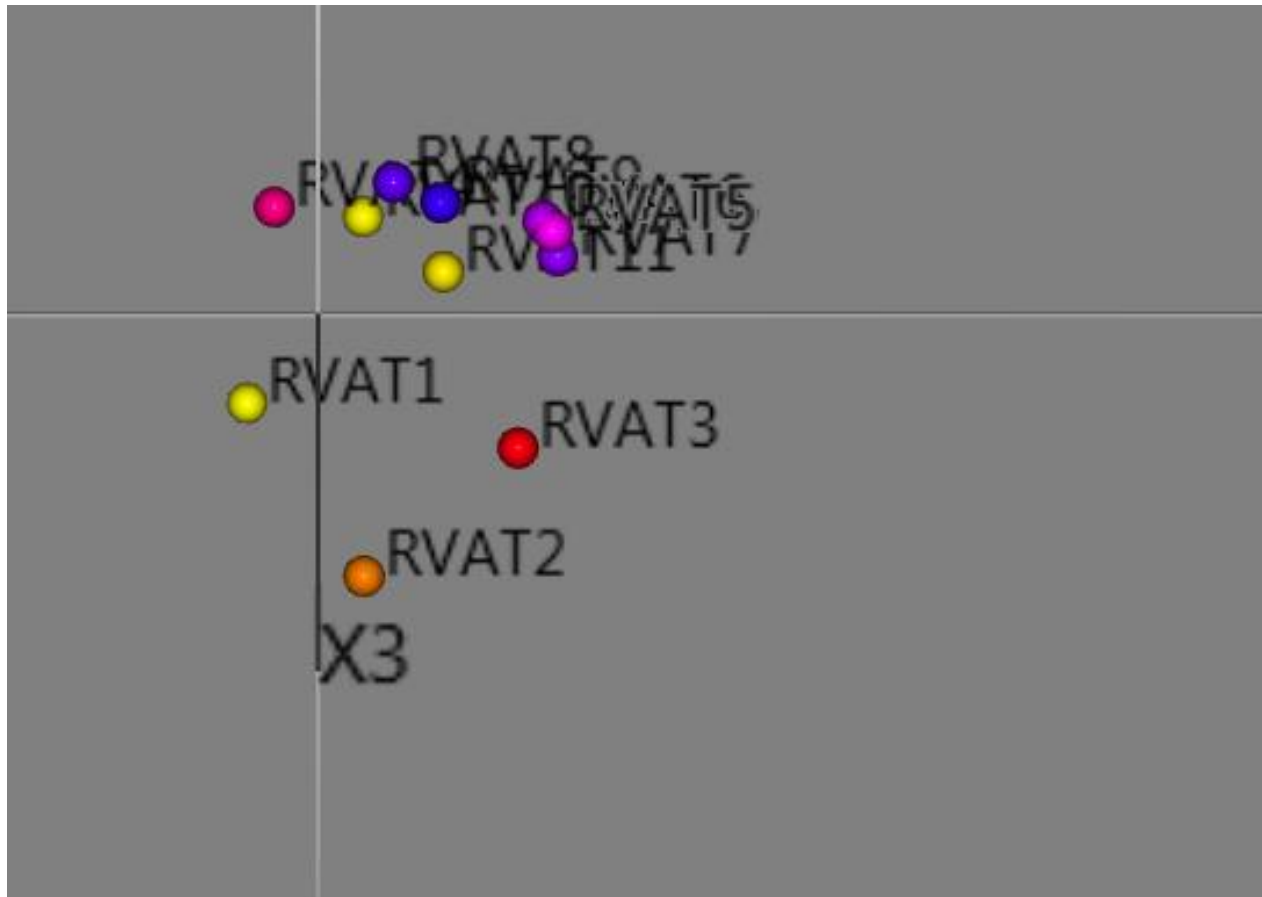


Figure 4: Représentation de l'ACP avec chaque volumes réduit à un point

Ce faisant, et en se concentrant sur les dix premiers registres, les plus anciens Reg. Vat. 1, registre de Jean VIII copié au XI^e s. en écriture bénéventaine, et Reg. Vat. 2 sont heureusement très éloignés des autres, de même que Reg. Vat. 3 qui est une copie de Vat. 2 effectuée au XVI^e siècle.

Les registres originaux d'Innocent III, Reg. Vat. 5, 6 et 7 sont superposés, tandis que la copie plus tardive qui préserve les années 13 à 16, Reg. Vat. 8, copié sous Urbain V, est un peu éloigné, comme les registres d'Honorius III.

4.1.2 Registres du Trésor des chartes

Maintenant, de la même façon, voyons, projetés dans le même espace, les registres du Vatican et ceux du Trésor des Chartes.

Un problème de visualisation classique, avec quatre cents volumes, est la légende. Les volumes de Paris sont classés chronologiquement avec une palette de couleur allant du bleu profond au jaune en passant par le vert. Les registres vaticans sont dans la palette orange à violet en passant par le rouge, et retournant au bleu.

On voit, d'abord en jaune, les formulaires de chancellerie, qui sont distingués de façon extrême, puis, bleu foncé, puis de plus en plus clair jusqu'à jaune, les registres du Trésor des Chartes. Les points sont de plus en plus à gauche sur l'axe X1 ; puis on passe du côté droit de l'axe X1 avec toujours des couleurs jaunes

puis de plus en plus rouge, puis violet, puis bleu. Ce sont les registres du Vatican. On a donc deux ensembles qui ne se chevauchent presque pas, malgré quelques couleurs communes.

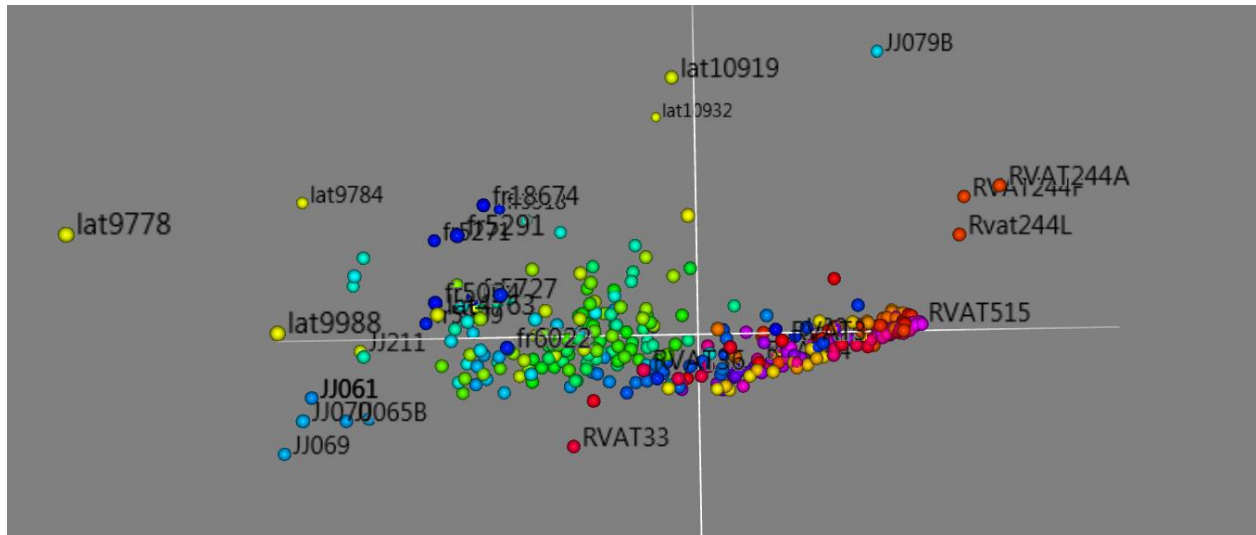


Figure 5: Analyse en composante principale, chaque volume est représenté par un point

Il faudrait davantage de temps pour commenter les observations dans le détail, le choix des axes de projection qui, selon le vocabulaire technique, expliquent seulement 45% de la variance.

Quelques groupes anormaux apparaissent :

- les formulaires de chancellerie déjà mentionnés ;
- les registres français JJ 61, 65B, 69 forment un sous-groupe distinct ; je ne sais pas encore pourquoi ;
- JJ 79B, qui est un registre hors de la série, mais qui est ici à une position anormale en raison des nombreuses pages blanches de l'échantillon ;
- Reg. Vat. 244A, 244F, 244L , forment de même un groupe spécifique, correspondant à leur nature et à leur présentation spécifique, puisqu'il s'agit de lettres de Clément VI écrites au recto seulement.

Ces résultats ne permettent pas, à ce stade, d'offrir de nouvelles connaissances sur la production pontificale par rapport à la bibliographie. En revanche, on en voit la pertinence et que l'analyse d'image permet d'offrir une mesure de distance et de similarité.

4.2 Typologie diplomatique et analyse d'image

Je n'ai pas encore parlé des actes produits hors chancellerie et des typologies diplomatiques. Or l'on sait que depuis au moins le manuel de Bresslau que les formes diplomatiques distinguant les *litterae cum filo serico* et les *littera cum filo canapis* avaient des conséquences paléographiques sur l'*intitulatio*, la forme des tildes et des ligatures *ct* et *st*, ainsi que sur l'emplacement des *litterae nobiliores*, plus nombreuses pour les lettres *cum filo serico* au point que des tildes fautifs pouvaient être corrigés^{xxvii}.

Ici, les observations préliminaires sont stimulantes, mais non exactement conclusives. À l'échelle qui nous occupe, les divisions typologiques n'apparaissent presque pas. Si on utilise un échantillon de 2200 actes,

ceux produits par le pape et l'empereur sont largement noyés dans la masse. Les actes pontificaux sont largement mêlés aux autres et il est même inutile, toujours à cette échelle, de chercher la différence entre actes à lacs de soie et ceux à lacs de chanvre. Le critère chronologique prime et le *Dickicht* déploré par Heinemeyer est manifesté dans le patatoïde central.

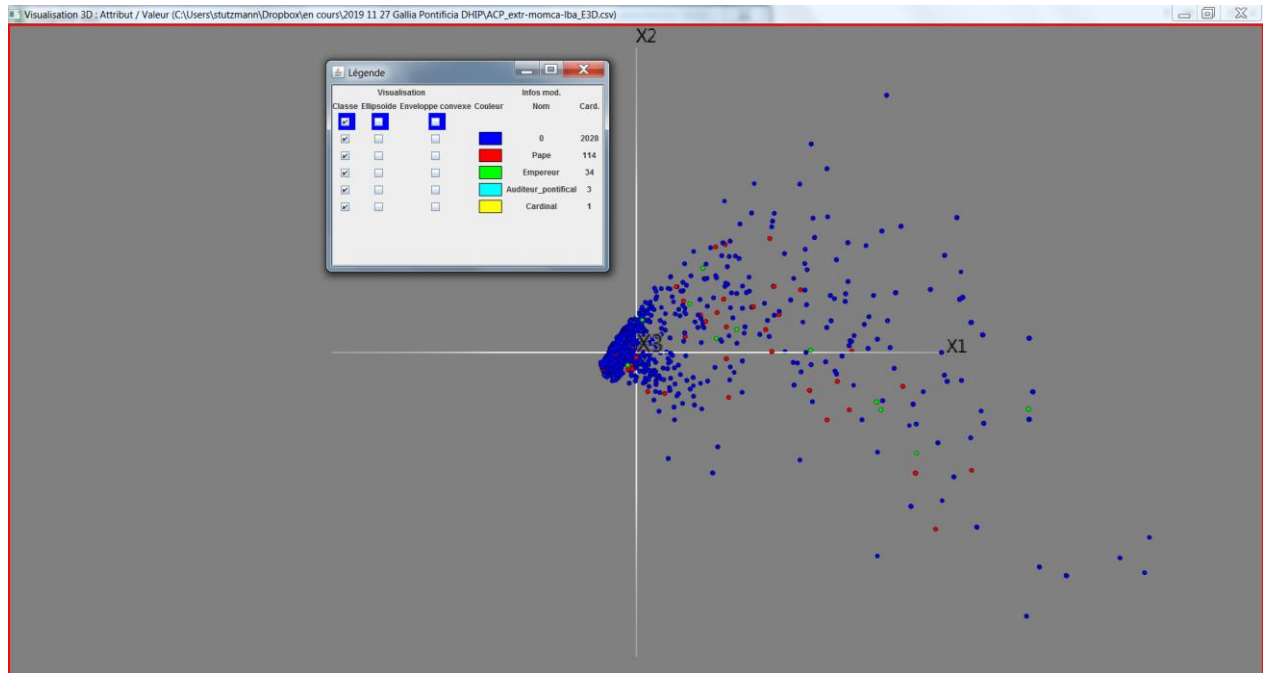


Figure 6: Analyse en composante principale, chaque point représente une image du Lichtbildarchiv et de Monasterium

Pourtant, une première impression ici semble montrer que les écritures pontificales sont très conservatrices et ne rejoignent que lentement le centre de gravité. Cela correspond à ce que l'on sait du conservatisme pontifical au XII^e siècle et aux lentes évolutions de l'écriture au sortir de la curiale. Cela constitue néanmoins un paradoxe puisque l'on cherche à établir la zone d'influence d'une écriture qui est globalement en retard comme élément d'innovation.

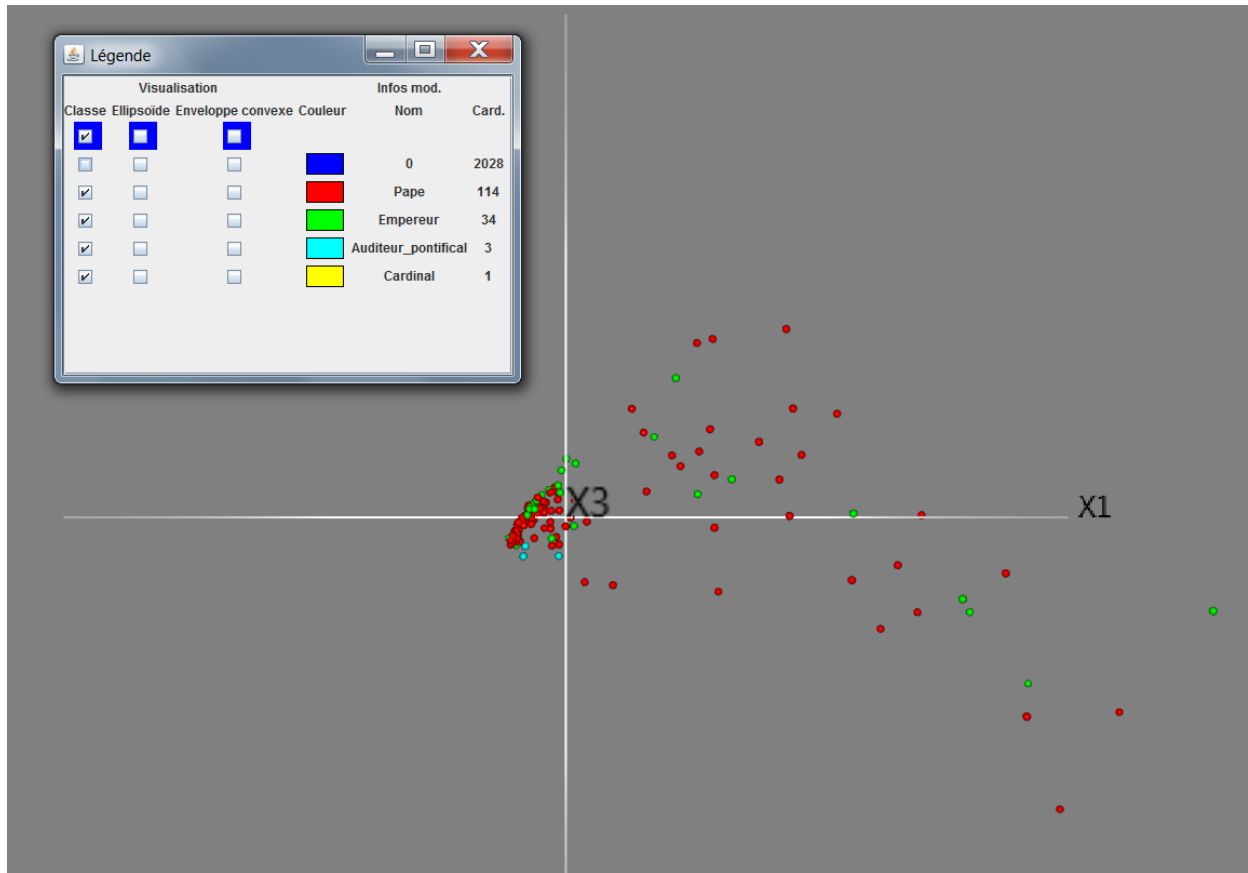


Figure 7: mise en évidence des actes pontificaux parmi les actes de la figure précédente

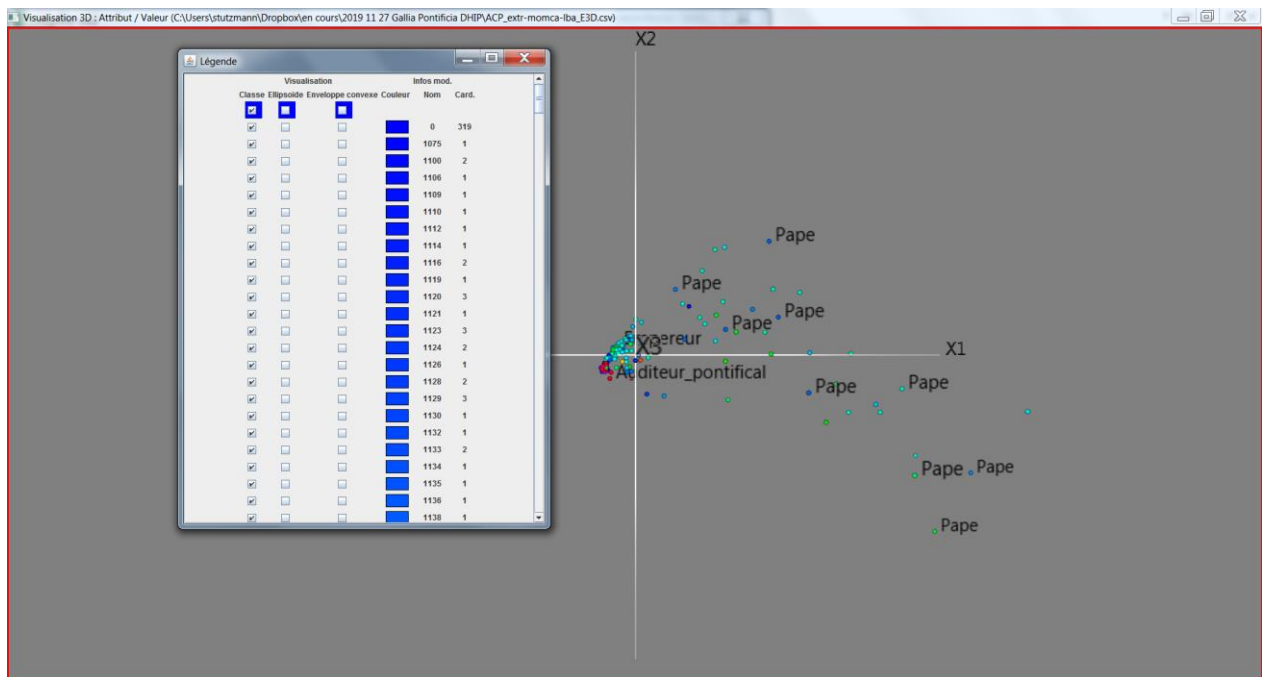


Figure 8: Recolorisation par chronologie de la figure précédente

Un changement d'échelle est nécessaire, mais deux prudences méthodologiques : (1) la préparation des images pour concentrer l'analyse sur la partie écrite ; (2) le retour au document, ou le retour à ce que les humanités numériques appellent pompeusement le « *close reading* ».

5 Conclusion

Cela nous permet de formuler quelques remarques conclusives pour aujourd'hui. Les actes pontificaux sont bien un trésor à exploiter.

Je vous ai proposé un nouvel outil et une méthode exploratoire pour cette exploitation et pour chercher de nouvelles analyses. Les résultats actuels à grands traits sont cohérents avec le savoir actuel. Si on poursuit les analyses, ces outils permettront de réviser et de systématiser les observations existantes.

Pour avancer maintenant dans des analyses, maintenant que j'ai affronté une première préparation massive, il me semble qu'il faudrait :

- achever l'analyse d'image sur l'ensemble du corpus que j'ai choisi : cela je m'en charge
- poursuivre sur un corpus plus grand : des enthousiastes peuvent se présenter et je les accompagnerai volontiers
- éventuellement refaire l'expérience avec des logiciels plus efficaces.

Du point de vue de la méthode, maintenant, des vues partielles et des zooms ou focus sont évidemment nécessaires pour obtenir des observations qui nous mèneront, d'un côté, dans le détail, au-delà de l'état de la bibliographie, de l'autre côté, à des réflexions sur le régime d'exceptionnalité des écritures pontificales.

6 Bibliographie

- Attfellner, Bernhard X. « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): VI Kardinalssiegel ». Billet. *Mittelalter* (blog), 27 mars 2019. <https://mittelalter.hypotheses.org/21594>.
- Bischoff, Frank M. *Urkundenformate im Mittelalter : Größe, Format und Proportionen von Papsturkunden in Zeiten expandierender Schriftlichkeit (11.-13. Jahrhundert)*. Elementa diplomatica 5. Marburg an der Lahn: Institut für historische Hilfswissenschaften, 1996.
- Bonenfant, Paul. « Hajnal (István). L'enseignement de l'écriture aux universités médiévales. » *Revue belge de Philologie et d'Histoire* 34, n° 1 (1956): 171-73.
- Borchardt, Karl. « Reg. Vat. 62: Ein päpstliches Dossier zur Politik gegenüber Ungläubigen und Schismatikern aus dem Jahre 1369 ». *QFIAB* 76 (1996), 1996. https://perspectivia.net//receive/ploneimport4_mods_00002516.
- Bresslau, Harry. *Handbuch der Urkundenlehre für Deutschland und Italien*. Édité par Hans-Walter Klewitz. Zweite Auflage. 2 vol. Leipzig: Veit & Comp, 1912.
- Christlein, Vincent, Martin Gropp, et Andreas Maier. « Technical Tools for the Analysis of High Medieval Papal Charters ». In *Papstgeschichte im digitalen Zeitalter*, 45-54, 2018.
- Christlein, Vincent, Angelos Nicolaou, Mathias Seuret, Dominique Stutzmann, et Andreas Maier. « ICDAR 2019 Competition on Image Retrieval for Historical Handwritten Documents ». In *2019 15th IAPR*

- International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, 01:1505-9, 2019. <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2019.00242>.
- Cloppet, Florence, Véronique Eglin, Marlène Helias-Baron, Van Cuong Kieu, Dominique Stutzmann, et Nicole Vincent. « ICDAR 2017 Competition on the Classification of Medieval Handwritings in Latin Script ». In *14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition. ICDAR 2017*, 1371-76. Kyoto: CPS, 2017. <https://doi.org/DOI 10.1109/ICDAR.2017.224>.
- Cloppet, Florence, Véronique Eglin, Van Cuong Kieu, Dominique Stutzmann, et Nicole Vincent. « ICFHR2016 Competition on the Classification of Medieval Handwritings in Latin Script ». *Proceedings of International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, 2016, 590-95.
- Fees, Irmgard. « Rota und Siegel der Päpste in der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts ». In *Zwischen Rom und Santiago: Festschrift für Klaus Herbers zu seinem 65. Geburtstag*, édité par Claudia Alraam, Andreas Holndonner, Hans Christian Lehner, Cornelia Scherer, Thorsten Schlawitz, et Veronika Unger, 285-98. Bochum, 2016.
- Fees, Irmgard, Claudia Märtil, Andreas Rehberg, et Jörg Voigt, éd. « Curial Sources and Digital Humanities. Long term projects in international comparison = Kuriale Quellen und Digital Humanities: Langzeitprojekte im internationalen Vergleich ». *Reti medievali* 20, n° 1 (30 avril 2019): 7-118.
- Fischer, Andreas. « Vom Ordnen, Umgruppieren und Ergänzen: Reg. Vat. 29A und die Genese der Briefsammlung des Berard von Neapel ». *Archiv für Diplomatik, Schriftgeschichte, Siegel- und Wappenkunde* 61, n° 1 (2015): 205-36. <https://doi.org/10.7788/afd-2015-0110>.
- Fontaine-Gastan, Marie. « Digital Humanities, kuriale Diplomatik und Repertorien (1431–1471): III Calixt III. (1455–1458), Pius II. (1458–1464) und Paul II. (1464–1471) ». Billet. *Mittelalter* (blog), 17 mars 2019. <https://mittelalter.hypotheses.org/21570>.
- Frenz, Thomas. « Das Eindringen humanistischer Schriftformen in die Urkunden und Akten der päpstlichen Kurie im 15. Jahrhundert ». *Archiv für Diplomatik* 19 (1973): 287-418.
- . « Das Eindringen humanistischer Schriftformen in die Urkunden und Akten der päpstlichen Kurie im 15. Jahrhundert ». *Archiv für Diplomatik* 20 (1974): 384-506.
- . « Littera Sancti Petri. Zur Schrift der neuzeitlichen Papsturkunden 1550-1878 ». *Archiv für Diplomatik* 24 (1978): 443-515.
- . « Zur äußeren Form der Papsturkunden 1230-1530 ». *Archiv für Diplomatik* 22 (1976): 347-75.
- Hajnal, István, et László Mezey. *L'enseignement de l'écriture aux universités médiévales*. 2^e éd. Budapest: Ed. de l'Académie des sciences de Hongrie, 1959.
- Heinemeyer, Walter. *Studien zur Geschichte der gotischen Urkundenschrift*. Archiv für Diplomatik. Beiheft 4. Köln: Böhlau Verlag, 1982.
- Hemptinne, Thérèse de, et Walter Prevenier. « La chancellerie pontificale et les centres ecclésiastiques de rédaction de chartes dans les anciens Pays-Bas méridionaux du XI^e au XIII^e siècle ». In *Papsturkunde und europäisches Urkundenwesen. Studien zu ihrer formalen und rechtlichen Kohärenz vom 11. bis 15. Jahrhundert*, édité par Peter Herde et Hermann Jakobs, 131-45. Köln: Böhlau, 1999.
- Herde, Peter, et Hermann Jakobs. *Papsturkunde und europäisches Urkundenwesen: Studien zu ihrer formalen und rechtlichen Kohärenz vom 11. bis 15. Jahrhundert*. Köln: Böhlau, 1999.
- Hotz, Benedikt, et Benjamin Schönfeld. « Schriftentwicklung an der päpstlichen Kurie - durch computergestützte Verfahren zu neuen Erkenntnissen der kurialen Schriftgeschichte? » In *Papstgeschichte im digitalen Zeitalter. Neue Zugangsweisen zu einer Kulturgeschichte Europas*, édité par Klaus Herbers et Viktoria Trenkle, 85:55-68. Archiv für Kulturgeschichte. Beiheft. Köln, 2018.
- Kempf, Friedrich. *Die Register Innocenz III: eine paläographisch-diplomatische Untersuchung*. Miscellanea Historiae Pontificiae 9. Roma: Pontificia Università Gregoriana, 1945.

- Kestemont, Mike, Vincent Christlein, et Dominique Stutzmann. « Artificial Paleography: Computational Approaches to Identifying Script Types in Medieval Manuscripts ». *Speculum* 92, n° S1 (2 octobre 2017): 586-109. <https://doi.org/10.1086/694112>.
- Krafft, Otfried. *Bene valete : Entwicklung und Typologie des Monogramms in Urkunden der Päpste und anderer Aussteller seit 1049*. Leipzig: Eudora-Verlag, 2010.
- Laumer, Philipp. « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): V Gesandte und Legaten ». Billet. *Mittelalter* (blog), 24 mars 2019. <https://mittelalter.hypotheses.org/21591>.
- Mache, David. « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): II Eugen IV. (1431–1447) und Nikolaus V. (1447–1455) ». Billet. *Mittelalter* (blog), 13 mars 2019. <https://mittelalter.hypotheses.org/21549>.
- Märtl, Claudia. « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): I Vorwort ». Billet. *Mittelalter* (blog), 11 mars 2019. <https://mittelalter.hypotheses.org/21543>.
- Metman, Josette. « Istvan HAJNAL. L'enseignement de l'écriture aux universités médiévales. Deuxième édition revue, corrigée et augmentée des manuscrits posthumes de l'auteur, avec un album de fac-similés par Laszlo MEZEY. Budapest, Maison d'édition de l'Académie des Sciences de Hongrie, 1959. » *Bibliothèque de l'École des chartes* 119, n° 1 (1961): 262-65.
- Muzerelle, Denis. « À la recherche d'algorithmes experts en écritures médiévales ». *Gazette du livre médiéval* 56, n° 1 (2011): 5-20. <https://doi.org/10.3406/galim.2011.1979>.
- Nicolaou, Anguelos, A. D. Bagdanov, Marcus Liwicki, et D. Karatzas. « Sparse radial sampling lbp for writer identification ». In *2015 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, 716-20, 2015.
- Reinicke, Selina. « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): IV Das Basler Konzil (1431–1449) und Felix V. (1439–1449) ». Billet. *Mittelalter* (blog), 20 mars 2019. <https://mittelalter.hypotheses.org/21582>.
- Schlauwitz, Thorsten. « Das päpstliche Kanzleiwesen im 12. Jahrhundert. Automatische Schreiberidentifizierung in der praktischen Anwendung ». In *Papstgeschichte im digitalen Zeitalter. Neue Zugangsweisen zu einer Kulturgeschichte Europas*, édité par Klaus Herbers et Viktoria Trenkle, 85:69-94. Archiv für Kulturgeschichte. Beiheft. Köln, 2018.
- Smith, Marc H. « L'écriture de la chancellerie de France au XIVe siècle. Observations sur ses origines et sa diffusion en Europe ». In *Régionalisme et internationalisme. Problèmes de paléographie et de codicologie du Moyen Âge. Actes du XVe Colloque du Comité International de Paléographie Latine [Vienne, 13–17 septembre 2005]*, édité par Otto Kresten et Franz Lackner, 279-98. Denkschriften / Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse 364. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2008.
- Stutzmann, Dominique. « Clustering of Medieval Scripts through Computer Image Analysis: Towards an Evaluation Protocol ». *Digital Medievalist* 10 (4 juin 2016). <https://doi.org/10.16995/dm.61>.
- Stutzmann, Dominique, Christopher Kermorvant, Enrique Vidal, Sukalpa Chanda, Sébastien Hamel, Joan Puigcerver, Lambert Schomaker, et Alejandro H. Toselli. « Handwritten Text Recognition, Keyword Indexing, and Plain Text Search in Medieval Manuscripts ». In *Digital Humanities 2018 Puentes-Bridges: Book of Abstracts Libro de resúmenes (Mexico City, 26-29 June 2018)*, 298-302. Mexico, 2018. http://dh2018.adho.org/wp-content/uploads/2018/06/dh2018_abstracts.pdf.
- Stutzmann, Dominique, Christopher Tensmeyer, et Vincent Christlein. « Writer Identification and Script Classification : Two Tasks for a Common Understanding of Cultural Heritage ». In *OpenX for Interdisciplinary Computational Manuscript Research*, 12-15. Hamburg, Germany: The Centre for the Study of Manuscript Cultures (CSMC), University of Hamburg, 2018. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01855375>.

ⁱ István Hajnal et László Mezey, *L'enseignement de l'écriture aux universités médiévales*, 2^e éd. (Budapest: Ed. de l'Académie des sciences de Hongrie, 1959).

ⁱⁱ Paul Bonenfant, « Hajnal (István). L'enseignement de l'écriture aux universités médiévales. », *Revue belge de Philologie et d'Histoire* 34, n° 1 (1956): 171-73; Josette Metman, « Istvan HAJNAL. L'enseignement de l'écriture aux universités médiévales. Deuxième édition revue, corrigée et augmentée des manuscrits posthumes de l'auteur, avec un album de fac-similés par Laszlo MEZEY. Budapest, Maison d'édition de l'Académie des Sciences de Hongrie, 1959. », *Bibliothèque de l'École des chartes* 119, n° 1 (1961): 262-65.

ⁱⁱⁱ Marc H. Smith, « L'écriture de la chancellerie de France au XIV^e siècle. Observations sur ses origines et sa diffusion en Europe », in *Régionalisme et internationalisme. Problèmes de paléographie et de codicologie du Moyen Âge. Actes du XV^e Colloque du Comité International de Paléographie Latine [Vienne, 13-17 septembre 2005]*, éd. par Otto Kresten et Franz Lackner, Denkschriften / Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse 364 (Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2008), 279-98.

^{iv} Smith, 287.

^v Smith, 288-89.

^{vi} Smith, 292.

^{vii} Smith, 292.

^{viii} Smith, 292.

^{ix} Irmgard Fees, « Rota und Siegel der Päpste in der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts », in *Zwischen Rom und Santiago: Festschrift für Klaus Herbers zu seinem 65. Geburtstag*, éd. par Claudia Alraum et al. (Bochum, 2016), 285-98; Otfried Krafft, *Bene valete : Entwicklung und Typologie des Monogramms in Urkunden der Päpste und anderer Aussteller seit 1049* (Leipzig: Eudora-Verlag, 2010).

^x Frank M. Bischoff, *Urkundenformate im Mittelalter : Größe, Format und Proportionen von Papsturkunden in Zeiten expandierender Schriftlichkeit (11.-13. Jahrhundert)*, Elementa diplomatica 5 (Marburg an der Lahn: Institut für historische Hilfswissenschaften, 1996).

^{xi} Friedrich Kempf, *Die Register Innocenz III: eine paläographisch-diplomatische Untersuchung*, Miscellanea Historiae Pontificiae 9 (Roma: Pontificia Università Gregoriana, 1945).

^{xii} Peter Herde et Hermann Jakobs, *Papsturkunde und europäisches Urkundenwesen: Studien zu ihrer formalen und rechtlichen Kohärenz vom 11. bis 15. Jahrhundert* (Köln: Böhlau, 1999).

^{xiii} Thérèse de Hemptinne et Walter Prevenier, « La chancellerie pontificale et les centres ecclésiastiques de rédaction de chartes dans les anciens Pays-Bas méridionaux du XI^e au XIII^e siècle », in *Papsturkunde und europäisches Urkundenwesen. Studien zu ihrer formalen und rechtlichen Kohärenz vom 11. bis 15. Jahrhundert*, éd. par Peter Herde et Hermann Jakobs (Köln: Böhlau, 1999), 134-35.

^{xiv} Thomas Frenz, « Das Eindringen humanistischer Schriftformen in die Urkunden und Akten der päpstlichen Kurie im 15. Jahrhundert », *Archiv für Diplomatik* 19 (1973): 287-418; Thomas Frenz, « Das Eindringen humanistischer Schriftformen in die Urkunden und Akten der päpstlichen Kurie im 15. Jahrhundert », *Archiv für Diplomatik* 20 (1974): 384-506; Thomas Frenz, « Zur äußeren Form der Papsturkunden 1230-1530 », *Archiv für Diplomatik* 22 (1976): 347-75; Thomas Frenz, « Littera Sancti Petri. Zur Schrift der neuzeitlichen Papsturkunden 1550-1878 », *Archiv für Diplomatik* 24 (1978): 443-515.

^{xv} Dominique Stutzmann, « Clustering of Medieval Scripts through Computer Image Analysis: Towards an Evaluation Protocol », *Digital Medievalist* 10 (4 juin 2016), <https://doi.org/10.16995/dm.61>.

^{xvi} Vincent Christlein, Martin Gropp, et Andreas Maier, « Technical Tools for the Analysis of High Medieval Papal Charters », in *Papstgeschichte im digitalen Zeitalter*, 2018, 45-54; Benedikt Hotz et Benjamin Schönfeld, « Schriftentwicklung an der päpstlichen Kurie - durch computergestützte Verfahren zu neuen Erkenntnissen der kurialen Schriftgeschichte? », in *Papstgeschichte im digitalen Zeitalter. Neue Zugangsweisen zu einer Kulturgeschichte Europas*, éd. par Klaus Herbers et Viktoria Trenkle, vol. 85, Archiv für Kulturgeschichte. Beiheft (Köln, 2018), 55-68; Thorsten Schlawitz, « Das päpstliche Kanzleiwesen im 12. Jahrhundert. Automatische Schreiberidentifizierung in der praktischen Anwendung », in *Papstgeschichte im digitalen Zeitalter. Neue Zugangsweisen zu einer Kulturgeschichte Europas*, éd. par Klaus Herbers et Viktoria Trenkle, vol. 85, Archiv für Kulturgeschichte. Beiheft (Köln, 2018), 69-94.

^{xvii} Irmgard Fees et al., éd., « Curial Sources and Digital Humanities. Long term projects in international comparison = Kuriale Quellen und Digital Humanities: Langzeitprojekte im internationalen Vergleich », *Reti medievali* 20, n° 1 (30 avril 2019): 7-118.

-
- ^{xviii} Claudia Märkl, « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): I Vorwort », Billet, *Mittelalter* (blog), 11 mars 2019, <https://mittelalter.hypotheses.org/21543>; David Mache, « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): II Eugen IV. (1431–1447) und Nikolaus V. (1447–1455) », Billet, *Mittelalter* (blog), 13 mars 2019, <https://mittelalter.hypotheses.org/21549>; Marie Fontaine-Gastan, « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): III Calixt III. (1455–1458), Pius II. (1458–1464) und Paul II. (1464–1471) », Billet, *Mittelalter* (blog), 17 mars 2019, <https://mittelalter.hypotheses.org/21570>; Selina Reinicke, « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): IV Das Basler Konzil (1431–1449) und Felix V. (1439–1449) », Billet, *Mittelalter* (blog), 20 mars 2019, <https://mittelalter.hypotheses.org/21582>; Philipp Laumer, « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): V Gesandte und Legaten », Billet, *Mittelalter* (blog), 24 mars 2019, <https://mittelalter.hypotheses.org/21591>; Bernhard X. Attfellner, « Digital Humanities, kuriale Diplomatie und Repertorien (1431–1471): VI Kardinalssiegel », Billet, *Mittelalter* (blog), 27 mars 2019, <https://mittelalter.hypotheses.org/21594>.
- ^{xix} Walter Heinemeyer, *Studien zur Geschichte der gotischen Urkundenschrift*, Archiv für Diplomatie. Beiheft 4 (Köln: Böhlau Verlag, 1982), 128.
- ^{xx} Denis Muzerelle, « À la recherche d'algorithmes experts en écritures médiévales », *Gazette du livre médiéval* 56, n° 1 (2011): 5-20, <https://doi.org/10.3406/galim.2011.1979>.
- ^{xxi} Stutzmann, « Clustering of Medieval Scripts through Computer Image Analysis ».
- ^{xxii} Florence Cloppet et al., « ICFHR2016 Competition on the Classification of Medieval Handwritings in Latin Script », *Proceedings of International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, 2016, 590-95; Florence Cloppet et al., « ICDAR 2017 Competition on the Classification of Medieval Handwritings in Latin Script », in *14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition. ICDAR 2017* (Kyoto: CPS, 2017), 1371-76, <https://doi.org/DOI.10.1109/ICDAR.2017.224>; Mike Kestemont, Vincent Christlein, et Dominique Stutzmann, « Artificial Paleography: Computational Approaches to Identifying Script Types in Medieval Manuscripts », *Speculum* 92, n° S1 (2 octobre 2017): S86-109, <https://doi.org/10.1086/694112>.
- ^{xxiii} Vincent Christlein et al., « ICDAR 2019 Competition on Image Retrieval for Historical Handwritten Documents », in *2019 15th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, vol. 01, 2019, 1505-9, <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2019.00242>.
- ^{xxiv} Dominique Stutzmann, Christopher Tensmeyer, et Vincent Christlein, « Writer Identification and Script Classification: Two Tasks for a Common Understanding of Cultural Heritage », in *OpenX for Interdisciplinary Computational Manuscript Research* (Hamburg, Germany: The Centre for the Study of Manuscript Cultures (CSMC), University of Hamburg, 2018), 12-15, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01855375>.
- ^{xxv} Anguelos Nicolaou et al., « Sparse radial sampling lbp for writer identification », in *2015 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, 2015, 716-20.
- ^{xxvi} Dominique Stutzmann et al., « Handwritten Text Recognition, Keyword Indexing, and Plain Text Search in Medieval Manuscripts », in *Digital Humanities 2018 Puentes-Bridges: Book of Abstracts Libro de resúmenes* (Mexico City, 26-29 June 2018) (Mexico, 2018), 298-302, http://dh2018.adho.org/wp-content/uploads/2018/06/dh2018_abstracts.pdf.
- ^{xxvii} Harry Bresslau, *Handbuch der Urkundenlehre für Deutschland und Italien*, éd. par Hans-Walter Klewitz, Zweite Auflage, 2 vol. (Leipzig: Veit & comp, 1912) t. II, p. 535.