

Contenu de la documentation

Présentation	3
Contexte	3
Objectifs	3
1 Reconnaissance automatique des écritures manuscrites	5
1.1 Problématique	5
1.1.1 Des sources écrites par plusieurs mains	5
1.1.2 Objectif : éditer	6
1.2 Choisir des collections d'entraînement	6
1.3 Tester et entraîner des modèles de reconnaissance d'écriture	7
1.4 Entraîner des modèles de segmentation des pages	7
1.4.1 Typier les régions d'écriture	7
1.4.2 Typier les lignes d'écriture	8
1.4.3 Phénomènes graphiques particuliers	8
1.5 Automatiser la correction des prédictions	9
1.5.1 Champ d'application et limites	10
1.5.2 Analyser les mots	10
1.5.3 Gérer les résolutions ambiguës	11
Annexes	11
A Normes de transcription	15
A.1 Accentuation	15
A.2 Majuscules et minuscules	15
A.3 Séparation des mots	15
A.4 Orthographe	15
A.5 Abréviations	16
A.6 Ponctuation	16
A.7 Passages biffés, palimpsestes	16
A.8 Passages illisibles	16

Bibliographie**17**

Présentation

Contexte

Constance de Salm (1767-1845), femme de lettres française, a entretenu une vaste correspondance à partir de son mariage avec de nombreux intellectuels en Allemagne, en France, en Russie.

Le projet de publier numériquement sa correspondance est né de l'intérêt pour les relations entre noblesses française et allemande au sein du Deutsches Historisches Institut Paris (DHIP). Il en a résulté la production d'un site *Wordpress* adossé au système de base de données Die Virtuelle Forschungsumgebung für die Geistes- und Sozialwissenschaften (FuD). Les notices de plus de 11000 lettres, publiées sur le site constance-de-salm.de, associent la reproduction numérique des documents manuscrits (lettres, copies, brouillons, recueils) avec leurs métadonnées descriptives, ainsi qu'une transcription de la première ligne de chaque lettre.

Objectifs

L'objectif du stage consiste à mettre en place un flux de production automatisé pour l'édition des lettres au format XML-TEI. On s'appuiera pour cela sur les instruments et la documentation produits dans le cadre du projet Digital Edition of historical manuscripts (DAHN), fondé sur l'édition de la correspondance de Paul d'Estournelles de Constant (1852-1924)¹.

Il s'agit en particulier d'identifier les points de difficultés que posent le traitement de ce vaste corpus tant du point de vue de la transcription automatisée des documents que du point de vue de leur encodage au format TEI.

Il serait notamment souhaitable, au terme du stage de disposer d'un flux de production pour l'édition d'un volume de recueil de lettres.

1. Floriane Chiffolleau, *DAHN Project*, GitHub, URL : <https://github.com/FloChiff/DAHNProject> (visité le 05/04/2022).

Chapitre 1

Reconnaissance automatique des écritures manuscrites

1.1 Problématique

1.1.1 Des sources écrites par plusieurs mains

Quatre à cinq mains différentes ont été repérées jusqu'à présent dans la correspondance de Constance de Salm (CdS) (mais aucune enquête paléographique complète n'a été menée). Cette variété des écritures est un problème majeur pour l'automatisation des transcriptions.

Les choix effectués dans le cadre du projet Lecture Automatique de Répertoires (Lectaurep) ont permis de guider notre démarche. L'alternative méthodologique a été décrite ainsi par A. Chagué :

Quand on se lance dans une campagne de transcription reposant sur la reconnaissance d'écritures manuscrites, on passe généralement par une série de questions qui sont les mêmes d'un projet à l'autre. Parmi ces questions, il y a celle des modèles de transcription et de leur rapport à la variation des écritures. Doit-on entraîner un modèle pour chaque type d'écriture présent dans un corpus de documents ? Au contraire, peut-on se contenter d'entraîner un seul modèle tout terrain (qu'on appellera mixte ou générique) ?¹

Les résultats probants obtenus par le projet Lectaurep en suivant l'option d'entraînement d'un modèle mixte² nous ont convaincu d'emprunter cette voix.

Deux séries de tests méritaient dès lors d'être effectuées :

1. Alix Chagué, *Création de modèles de transcription pour le projet LECTAUREP #1*, Lectaurep : l'intelligence artificielle appliquée aux archives notariales, URL : <https://lectaurep.hypotheses.org/475> (visité le 05/04/2022).

2. Id., *Création de modèles de transcription pour le projet LECTAUREP #2*, Lectaurep : l'intelligence artificielle appliquée aux archives notariales, URL : <https://lectaurep.hypotheses.org/488> (visité le 05/04/2022).

1. Reprendre les tests sur le modèle entraîné de zéro par H. Souvay lors d'un précédent stage consacré à la correspondance de CdS³ ;
2. Reprendre un modèle générique entraîné pour le projet Lectaurep .

1.1.2 Objectif : éditer

Il faut prendre en considération dans les choix méthodologiques du processus d'*Handwritten Text Recognition* (HTR) les objectifs à atteindre. Il s'agit d'éditer le texte en restant proche de l'usage scribal, sans donc le corriger :

1. La transcription ne résout pas les abréviations ;

1.2 Choisir des collections d'entraînement

Afin de donner les meilleures chances aux tests à effectuer avec le modèle entraîné par H. Souvay, nous sommes repartis des mêmes vérités de terrain, issues de la seconde copie de la correspondance générale. Ces recueils de lettres constituent la part du corpus la plus normée sur le plan de l'écriture et de la mise en page, leur qualité de conservation assurant en outre de bonnes conditions à la reconnaissance d'écriture. Nous avons particulièrement exploité les trois premiers volumes de cet ensemble qui en compte six⁴.

La variété des écritures se partage de manière contrastée entre des mains dominantes et des mains rares. Généralement, deux mains dominantes se partagent un recueil ; leur distribution peut être discontinue. Quant aux mains rares, elles n'occupent que quelques feuillets par recueil ; nous ne les avons pas retenus pour les tests.

Nous avons également analysé les écritures du recueil de la correspondance adressée par J.P.E. Martini à CdS afin d'élargir la variété de notre corpus de tests. Nous y avons distingué deux mains⁵.

On a privilégié pour les corpus de test et d'entraîner des modèles des reproductions favorables à une bonne reconnaissance de l'écriture, évitant en particulier les problèmes de transparence qui font ressortir au recto l'encre du verso.

Concernant l'écriture personnelle de CdS, le site ne publie aucune lettre originale de sa main, mais 52 brouillons (*Entwurf*). Entraîner un modèle de reconnaissance sur cette

3. Hippolyte Souvay, *La Correspondance de Constance de Salm (1767-1845) : Rapport de Stage*, rapport de stage de seconde année de master Humanités numériques et computationnelles, École nationale des chartes-Institut historique allemand à Paris, 2021.

4. Constance de Salm, *Correspondance générale, seconde copie, 1^{er} volume, 1785-1814*, URL : <https://constance-de-salm.de/archiv/#/document/11215> (visité le 11/04/2022) ; Id., *Correspondance générale, seconde copie, 2^e volume, 1815-1821*, URL : <https://constance-de-salm.de/archiv/#/document/11216> (visité le 11/04/2022) ; Id., *Correspondance générale, seconde copie, 3^e volume, 1822-1828*, URL : <https://constance-de-salm.de/archiv/#/document/11217> (visité le 12/04/2022).

5. Une présentation des mains peut être parcourue sur le dépôt du projet

écriture suppose un travail délicat de transcription pour une écriture particulièrement cursive (compter environ deux semaines pour disposer d'une bonne vingtaine de pages).

1.3 Tester et entraîner des modèles de reconnaissance d'écriture

Cette section est à écrire.

1.4 Entraîner des modèles de segmentation des pages

1.4.1 Typer les régions d'écriture

Le typage est utile en ce qu'il permet de traiter de manière différentielle des régions et des lignes afin de les affecter à des éléments distincts de l'arborescence XML-TEI qu'il faudra construire⁶.

Il faut donc réfléchir aux besoins de cette transformation vers le format TEI. Les *Guidelines* de l'édition de correspondance du projet DAHN permettent de guider cette réflexion⁷. Par ailleurs, F. Chiffolleau a formulé une ontologie pour les régions et lignes des écrits de correspondance en langue française pour le XXe siècle⁸ dans le cadre du projet SegmOnto : A Controlled Vocabulary to Describe the Layout of Pages (SegmOnto)⁹.

La suite de cette partie est dépassée.

Certaines régions peuvent être directement appliquées :

- **Main**
- **Title**
- **Signature**: salutation and signature of the sender;
- **Letterhead**
- **Numbering**
- **Salute**
- **Dateline**: place and date of writing for the letter.

Il pourrait être pertinent de modifier l'usage de :

6. C'est aussi un enjeu central du projet **Galli(corpor)a**

7. F. Chiffolleau, *Correspondence : Guidelines*, DAHN Project, 10 janv. 2022, URL : <https://github.com/FloChiff/DAHNProject/blob/8df8dfc6053a7dd57a6c5510d1e56bb336ce1d04/Correspondence/Guidelines/Documentation-Correspondance.pdf> (visité le 07/04/2022).

8. Id., *[Correspondance En Langue Française, XXe s.]* SegmOnto, 10 déc. 2021, URL : https://github.com/SegmOnto/examples/tree/main/sources/lettre_fr_XXe (visité le 07/04/2022).

9. Simon Gabay, Jean-Baptiste Camps, Ariane Pinche et Claire Jahan, « SegmOnto : Common Vocabulary and Practices for Analysing the Layout of Manuscripts (and More) », dans *1st International Workshop on Computational Paleography*, Lausanne, 2021, URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03336528> (visité le 20/04/2022).

- **Additions:** cette catégorie est utilisée ailleurs dans SegmOnto, pour les documents administratifs¹⁰ ; elle intervient dans le traitement du document postérieurement à sa rédaction. Cette pertinence reste cependant à confirmer. Cette catégorie pourrait également s'appliquer aux rubriques :

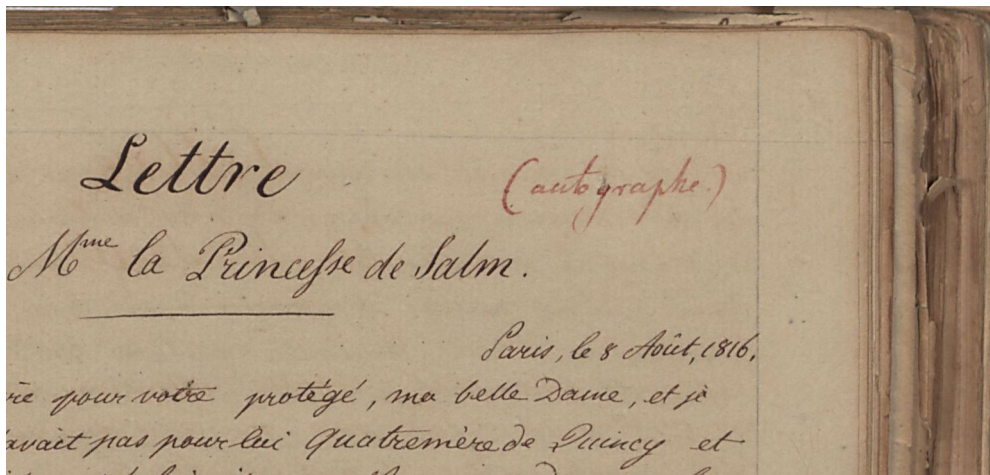


Figure 1.1 – Rubrique "autographe".

Il pourrait être pertinent de reprendre ou de créer d'autres concepts :

- **Note:** pour les notes infrapaginales (utilisé dans SegmOnto pour les imprimés¹¹)
- **Postscript:** cela remplacerait le rôle à l'origine assigné à Additions. J'opterais bien pour le jaune car il ne va pas me servir par ailleurs, et qu'on ne risque guère d'avoir un tampon proche du post-scriptum.

La figure 1.2 ci-dessous propose une mise en oeuvre de ce typage des régions.

1.4.2 Typage des lignes d'écriture

Les types de lignes dont on propose l'utilisation sont :

- **Default**
- **Verse** : les passages en vers sont relativement nombreux
- **Correction** : catégorie existant par défaut dans e-Scriptorium, elle s'appliquerait uniquement pour les corrections appliquées dans l'interligne.

1.4.3 Phénomènes graphiques particuliers

CdS a corrigé certains mots de sa main :

10. A. Chagué, [Documents Administratifs, XIXe s.] SegmOnto, 10 déc. 2021, URL : https://github.com/SegmOnto/examples/tree/main/sources/administratif_XIXe (visité le 07/04/2022).

11. [Imprimés], SegmOnto, 10 déc. 2021, URL : https://github.com/SegmOnto/examples/tree/main/sources/prints/BnF_cb120117553 (visité le 07/04/2022).

- En rayant une lettre, un mot ou plusieurs mots, ou bien en réécrivant par dessus le texte. Dans de nombreux cas cela consiste en une simple lettre barrée ; le typage de la ligne demanderait alors beaucoup d’effort pour un résultat minime ;
- En réécrivant dans l’interligne : il est alors pertinent d’utiliser le type de ligne e-Scriptorium **Correction**.

Un ensemble de solutions d’encodage des corrections a été proposé dans le cadre du projet DAHN¹². J’envisage plutôt **ne pas encoder ces éléments dans la phase d’HTR**, et de ne les aborder que la phase d’édition. Il sera de toute façon nécessaire, lors de la reprise manuelle de l’édition TEI, de suivre la reproduction du manuscrit à éditer. En outre, introduire des caractères tels que £, €, etc. dans la transcription générerait du bruit dans l’entraînement du modèle HTR et imposerait une phase de nettoyage pour les réutilisations éventuelles des vérités de terrain.

En somme, il s’agirait de **transcrire tout ce qui est lisible** (y compris les lettres biffées, lorsque c’est possible), en privilégiant le dernier état du texte dans le cas où la correction a été superposée à la première couche d’écriture.

1.5 Automatiser la correction des prédictions

Une fois que l’on dispose d’un modèle de reconnaissance d’écriture suffisamment bien entraîné pour donner des prédictions satisfaisantes pour toutes les mains principales d’une source, on peut réaliser des prédictions sur l’ensemble de la source.

Les corrections à appliquer à ces prédictions HTR restent nombreuses, ce qui appelle à trouver des solutions d’automatisation. Cette tâche requiert néanmoins de la prudence. Le risque de son automatisation est notamment de remplacer involontairement des prédictions justes ou de remplacer des prédictions fausses par d’autres prédictions fausses. Le contrôle des propositions automatiques de correction est donc nécessaire, bien qu’un trop grand nombre de données à contrôler puisse nuire gravement à la rentabilité du processus.

L’automatisation de la correction des prédictions a pour objectif d’accélérer le passage de la prédiction au format XML-TEI. Le résultat de cette correction est imparfait ; par conséquent cette correction n’intervient pas dans le processus d’entraînement d’un modèle HTR qui dépend de transcriptions les plus justes possibles. Une fois les modèles HTR correctement entraînés, la correction automatique permet de résoudre rapidement un certains nombres d’erreurs en amont la transformation au format TEI, où une correction manuelle approfondie du texte est nécessaire pour son établissement définitif.

Nous avons suivi la démarche explicitée dans la documentation du projet DAHN¹³

12. F. Chiffolleau, *Few Tips for Reading the Text Files*, DAHN Project, URL : <https://github.com/FloChiff/DAHNProject/tree/master/Project%20development/Texts> (visité le 11/04/2022).

13. Id., *How to Do a Post-OCR Correction for TEXT Files*, DAHN Project, 8 avr. 2022, URL : <https://github.com/FloChiff/DAHNProject/blob/8df8dfc6053a7dd57a6c5510d1e56bb336ce1d04/Project%20development/Documentation/Post-OCR%20correction%20for%20TEXT%20files.md> (visité

et proposé quelques développements aux scripts issus de ce projet.

1.5.1 Champ d'application et limites

La correction automatisée se concentre sur l'orthographe des mots. Elle n'aborde pas la ponctuation et s'appuie sur des dictionnaires où l'accentuation des mots est normalisée selon l'usage moderne (alors que l'édition finale doit respecter l'usage scribal), et ce afin de ne pas multiplier les corrections pour un même lemme. Enfin, elle ne traite pas le problème des mots mal prédits dont l'orthographe est attestée ailleurs dans les vérités de terrain ; par exemple, dans la prédiction *Dans **vu** siècle où tous les talents...*, la prédiction erronée *vu* pour *un* ne sera pas corrigée car le mot *vu* est attesté ailleurs¹⁴.

1.5.2 Analyser les mots

Nous avons appliqué le script d'analyse de mots `spellcheck-texts.py`¹⁵ à nos prédictions HTR¹⁶.

Afin de faciliter la correction des dictionnaires générés par le script pour chaque page (chaque proposition de correction doit en effet être contrôlée), on a développé ce script pour afficher le contexte du mot et en conserver la mémoire, ce qui limite un peu les allers-retours entre le dictionnaire à corriger et l'image ou la prédiction d'origine.

Dans le but d'optimiser la performance de l'analyse des mots on a développé une fonction appelée `collecteMots`, qui fouille les vérités de terrain déjà constituées et permet de valider automatiquement les mots déjà rencontrés dans le traitement de la correspondance de CdS, évitant ainsi une recherche plus coûteuse dans un dictionnaire généraliste de la langue française, évitant également le contrôle de ces mots par l'éditeur.

Les corrections précédemment validées sont, elles aussi, mobilisées lors de l'analyse des prédictions, ce qui permet de réexploiter facilement des corrections.

Les corrections s'avérant nombreuses, le script `textCorrection.py`¹⁸ écrit par F. Chiffolleau a dû être perfectionné afin de procéder à une tokenisation des mots, pour corriger le 11/04/2022).

14. Nous avons tenter l'automatisation de ce type de correction, mais considérant qu'il impose de passer en revue tous les mots dont l'orthographe est déjà attestée ailleurs dans nos vérités de terrain, cette opération fait perdre plus de temps qu'elle n'en fait gagner.

15. Sébastien Biay et F. Chiffolleau, *spellcheckTexts.Py*, 6 avr. 2022, URL : <https://github.com/sbiay/CdS-edition/blob/fb90ad201a4c8c6fde4fe4e97d7068ebca98f6a3/htr/py/spellcheckTexts.py> (visité le 19/04/2022).

16. Ce script est fondé sur l'utilisation du module publié par Tyler Barrus, *Pyspellchecker : Pure Python Spell Checker Based on Work by Peter Norvig*, version 0.6.3, URL : <https://github.com/barrust/pyspellchecker> (visité le 19/04/2022). Celui-ci procède à une recherche de correspondances entre les formes du texte et un dictionnaire de référence par des permutations de lettres : il est en mesure de proposer des formes considérées comme justes dans une limite de deux fautes par mot¹⁷

18. S. Biay et F. Chiffolleau, *textCorrection.Py*, 6 avr. 2022, URL : <https://github.com/sbiay/CdS-edition/blob/fb90ad201a4c8c6fde4fe4e97d7068ebca98f6a3/htr/py/textCorrection.py> (visité le 19/04/2022).

avec exactitude les formes erronées présentes dans le texte. Nous avons pour cela utilisé le module Spacy¹⁹.

1.5.3 Gérer les résolutions ambiguës

Appliquer des scripts de correction automatique, on l’a signalé plus haut, comporte le risque d’appliquer partout des corrections ne se justifiant que dans certains cas et ainsi de générer des fautes. Le problème de l’ambiguïté des corrections se pose lorsqu’une prédiction peut se prêter selon le contexte à plusieurs résolutions différentes : par exemple *cele*, qui peut résulter tantôt de l’oubli d’un *l* (on corrigera en *celle*), tantôt de la reconnaissance d’un *e* à la place d’un *a* (on corrigera en *cela*).

Dans un premier temps nous avons procédé selon une méthode d’automatisation qui neutralisait les corrections ambiguës : *cele* était intégré à la liste globale des corrections avec une absence de lemme afin d’être exclu de la correction automatique.

Cette méthode présentait plusieurs inconvénients :

- Une fois que l’on avait procédé à des corrections pour les mots d’une page, le script qui les intégrait au fichier rassemblant toutes les corrections contrôlait qu’une forme ne puisse pas être associée à plusieurs corrections. Lorsqu’une ambiguïté était repérée, il fallait intervenir sur les deux fichiers pour neutraliser la correction. Devenu fréquent, ce processus diminuait le bénéfice de temps attendu de la correction automatique ;
- D’autre part, il s’est avéré que les corrections ambiguës sont nombreuses, car il suffit d’une faute sur un petit mot pour le rendre ambigu avec un autre mot : *uue* peut être corrigé en *rue* ou en *une* ; *veus* peut être corrigé en *veux* ou en *vous* ; *ceste* peut être corrigé en *cesse* ou en *cette*.

Plutôt que de neutraliser la correction de ces mots, il s’est donc avéré nécessaire de prendre en charge ces ambiguïtés.

Il fallait pour cela résoudre une nouvelle difficulté : opérer des corrections automatiques sur de petits mots fréquents a rendu nécessaire l’application des corrections au niveau de chaque ligne d’écriture, car les appliquer à une page entière aurait sans doute entraîné des corrections erronées.

Afin de faciliter la sélection de la bonne correction parmi une liste de propositions, on a par écrit une nouvelle fonction (`ordreOccurrences`) dont le rôle est de classer les mots attestés dans les vérités de terrain par ordre décroissant de nombre d’occurrences. Ainsi, le mot le plus fréquent est toujours proposé comme premier choix au correcteur.

19. *spaCy : Industrial-strength Natural Language Processing in Python*, URL : <https://spacy.io/> (visité le 27/04/2022).

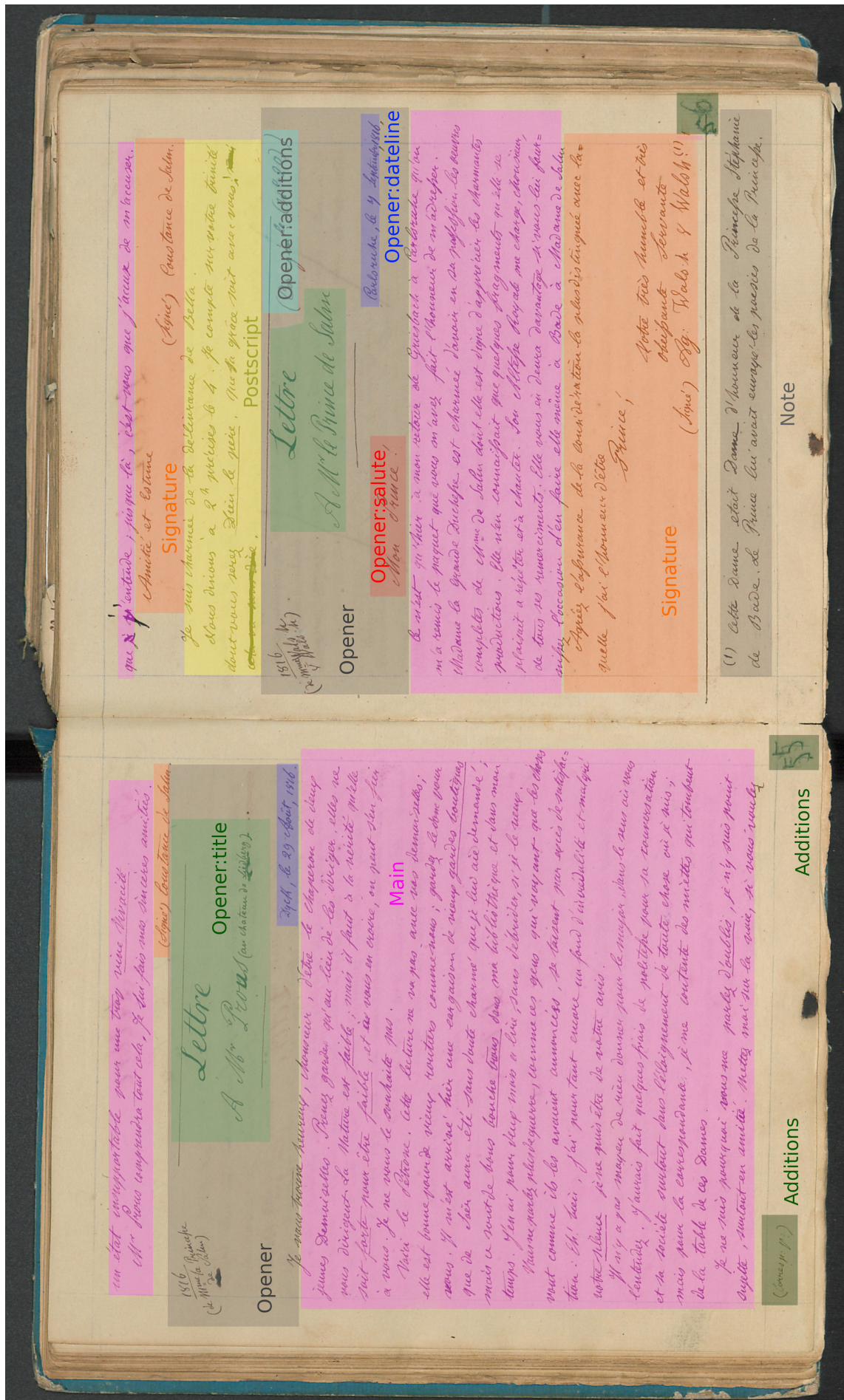


FIGURE 1.2 – Exemple de typage des zones de texte sur une double page.

Annexes

Annexe A

Normes de transcription

A.1 Accentuation

L'usage scribal a été respecté sans normalisation : en cas d'oubli de l'accent sur la préposition *à* on a transcrit *a*.

A.2 Majuscules et minuscules

La casse a été respectée sans appliquer les règles modernes : *je lis les Journaux Allemands*. Les accents ont été appliqués sur les majuscules.

A.3 Séparation des mots

La séparation des mots respecte l'usage graphique du scribe, mais sans imiter l'espacement réel des mots. Ainsi, les élisions, agglutinations ou encore les lexicalisations (consacrées ou fautives) ont été respectées : *d'avantage*, *Ç'a été*, *tédeum*. Lorsqu'il n'y a aucun doute sur le fait que deux mots sont distincts, même s'il sont très proches dans l'espace de la page, ils ont été séparés d'une espace.

Nous n'avons pas restitué de trait d'union lorsque l'usage moderne l'imposerait : *portez vous bien*.

Dans le cas particulier de l'écriture personnelle de Constance de Salm, les mots sont très souvent écrits dans un même mouvement de la plume. Dans ce cas seulement, ils ont été transcrits sans espace séparatrice.

A.4 Orthographe

L'orthographe des mots a été respectée : *enfants*, *moments*, *sentiments*, *cahous*.

Lorsque l'orthographe était erronée et changeait la prononciation du mot, on a transcrit le mot sans le corriger : *Mr. Prons* pour *Mr. Prous*.

A.5 Abréviations

Les abréviations ont été transcrites sans être résolues : *9bre* pour novembre, *Mr.* pour Monsieur.

L'abréviation *ll* pour livres (unité monétaire) a été transcrite par le caractère .

A.6 Ponctuation

Les signes de ponctuation ont été transcrits fidèlement, y compris les points marquant une pause de la plume sans articulation syntaxique : *je ne sais pas . si vous en serez bien aise*. Les tirets ont été transcrits par le caractère .

A.7 Passages biffés, palimpsestes

Pour la transcription des phénomènes complexes tels que les passages biffés ou les palimpsestes, on a appliqué les conventions préconisées par la convention de Leyde¹, retenues dans le cadre du Consortium Reconnaissance d'Écriture Manuscrite des Matériaux Anciens (Cremma)².

On a transcrit tout ce qui était lisible, y compris les lettres biffées, lorsque c'était possible, privilégiant le dernier état du texte et en plaçant le passage corrigé entre crochets : [abc].

On a remplacé chaque lettre biffée illisible par un point et placé l'ensemble des lettres concernées entre crochets : [...] (*pour deux lettres illisibles*).

A.8 Passages illisibles

Pour les problèmes de déchiffrement du texte, la convention de Leyde n'a pas d'autre préconisation que la mention en apparat³

1. « Leiden Conventions », dans *Wikipedia*, 2021, URL : https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Leiden_Conventions&oldid=1004624327 (visité le 05/05/2022).

2. A. Pinche, *Séminaire "Création de modèle(s) HTR pour les documents médiévaux en ancien français et moyen français entre le Xe-XIVe siècle" : compte-rendu de la séance n° 2*, CREMMALAB, 2021, URL : <https://cremmalab.hypotheses.org/seminaire-creation-de-modeles-htr/compte-rendu-de-la-seance-n-2> (visité le 05/05/2022).

3. *No sigla were suggested for corruptions (i.e. letters that are legible or restorable, but not understood). Instead, it was proposed that these should be dealt with in an apparatus* (« Leiden Conventions »...).

Bibliographie

Scripts

BARRUS (Tyler), *Pyspellchecker : Pure Python Spell Checker Based on Work by Peter Norvig*, version 0.6.3, URL : <https://github.com/barrust/pyspellchecker> (visité le 19/04/2022).

BIAY (Sébastien) et CHIFFOLEAU (Floriane), *spellcheckTexts.Py*, 6 avr. 2022, URL : <https://github.com/sbiay/CdS-edition/blob/fb90ad201a4c8c6fde4fe4e97d7068ebca98f6a3/htr/py/spellcheckTexts.py> (visité le 19/04/2022).

— *textCorrection.Py*, 6 avr. 2022, URL : <https://github.com/sbiay/CdS-edition/blob/fb90ad201a4c8c6fde4fe4e97d7068ebca98f6a3/htr/py/textCorrection.py> (visité le 19/04/2022).