

Analyse de données textuelles

François Husson

<https://husson.github.io/>

Unité pédagogique de mathématiques appliquées - l'institut Agro

- ① Les données textuelles
- ② L'AFC
- ③ Exemple mise en forme
- ④ Exemple complet
- ⑤ Caractérisation
- ⑥ Analyse sémantique latente

Le texte comme matériel statistique

Analyse textuelle : analyse statistique de corpus, ou ensemble de documents, en langage naturel

Objectifs :

- extraire les thèmes
- évaluer et visualiser proximités entre documents et entre mots
- classer / catégoriser les documents
- étudier l'évolution temporelle d'un corpus, l'organisation d'un texte long

et ainsi :

- synthétiser les documents par des mots/phrases caractéristiques
- organiser/classer des bases de documents
- déterminer la structure/forme d'un corpus ou d'un document
- découvrir et dater les changements
- connecter les documents avec des données complémentaires

Format des données textuelles en entrée (= point de vue)

- corpus de questions ouvertes : une ligne = une réponse

Questions ouvertes permettent de :

- recueillir une information spontanée
- comprendre la réponse à une question fermée (aimez-vous les maths ? Pourquoi ?)
- explorer des domaines mal connus
- analyse d'un discours : une ligne = un paragraphe
- un corpus de sentences au tribunal : une ligne = une sentence

Point de départ :

- le corpus est divisé en documents (a priori ou de façon « artificielle »)
- un document est une séquence d'occurrences de « mot »
- identifier les différents mots et compter leur fréquence
- comparer la distribution des mots dans les documents du corpus

Qu'est-ce qu'un mot ?

Cela pose la question de la définition de « mot »

Exemple : L'enfant lit une bande dessinée. Il aime lire dans son lit.

- forme fléchie (ou forme graphique) l enfant lit (...) lit (...) lire
- lemme (=entrée du dictionnaire) : leAr enfantNm lireVb (...) litNm
- segment répété : il aime, aime lire, il aime lire
- unité lexicale complexe : bande dessinée

Se pose la question des prétraitements :

- correction orthographique
- réduction des majuscules en minuscules (parfois conservation des majuscules correspondant aux noms propres)
- harmonisation des graphies : Edf versus Electricité de France
- dans les interviews, séparer les questions des réponses, etc.
- différencier les suites de chiffres en date, montant monétaire, ...
- éventuelle lemmatisation (regrouper singulier et pluriel, les différentes formes d'un même verbe)
- éventuelle stemmatisation : regroupement des formes graphiques de même racine ou stem (ex. malade, malades, maladie et maladies regroupés sous le stem malad)
- conserver ou non les mots-outils

- ① Les données textuelles
- ② L'AFC
- ③ Exemple mise en forme
- ④ Exemple complet
- ⑤ Caractérisation
- ⑥ Analyse sémantique latente

AFC directe du tableau lexical :

- conserver les mots cités suffisamment souvent
- visualiser les mots dont la contribution est supérieure à la moyenne sur le plan
- Mettre les segments répétés en supplémentaires

Tableau lexical agrégé : regrouper les documents en catégories :

- pour des questions ouvertes : catégories sont les combinaisons sexe-âge
- pour des œuvres littéraire : courants littéraires
- etc.

AFC du tableau lexical agrégé :

- même démarche mais sur un tableau avec beaucoup moins de lignes
- des tableau lexicaux agrégés peuvent avoir les mêmes lignes, même si les individus n'utilisent pas les mêmes mots (par exemple répondants de nationalités différentes). On pourra alors comparer la position des catégories d'un pays à l'autre en faisant des AFC séparées ... ou en utilisant l'AFM (cours suivant)

- ① Les données textuelles
- ② L'AFC
- ③ Exemple mise en forme**
- ④ Exemple complet
- ⑤ Caractérisation
- ⑥ Analyse sémantique latente

Exemple et prétraitement avec Xplortext

Exemple d'utilisation du package Xplortext sur les données d'une enquête internationale (ici seule la partie française est utilisée) dont le questionnaire fermé est complété par des questions ouvertes :

- Qu'est-ce qui est le plus important pour vous dans la vie ?
- Quelles sont les autres choses très importantes pour vous ? (relance de la première question)
- Que pensez-vous de la culture de votre pays ?

Depuis la page [suivante](#) (ou depuis [cette page](#)) récupérer le fichier Rdata et lancer les lignes de code. Commenter les lignes de code.

- ① Les données textuelles
- ② L'AFC
- ③ Exemple mise en forme
- ④ Exemple complet**
- ⑤ Caractérisation
- ⑥ Analyse sémantique latente

Un exemple en linguistique

- | | |
|---------------------------|---|
| - Aragon (23 textes) : | FeuJoie, Perpétuel, Destinées, Snark, Peinture, ... |
| - Balzac (49 textes) : | <i>Chouans, Physiologie, Vendetta, Gobseck, ...</i> |
| - Corneille (34 textes) : | <i>Mélite, Clitandre, Veuve, Gelerie, Suivante, ...</i> |
| - ... | |



Un exemple en linguistique

- Aragon (23 textes) : FeuJoie, Perpétuel, Destinées, Snark, Peinture, ...
- Balzac (49 textes) : Chouans, Physiologie, Vendetta, Gobseck, ...
- Corneille (34 textes) : Mélite, Clitandre, Veuve, Galerie, Suivante, ...
- ...

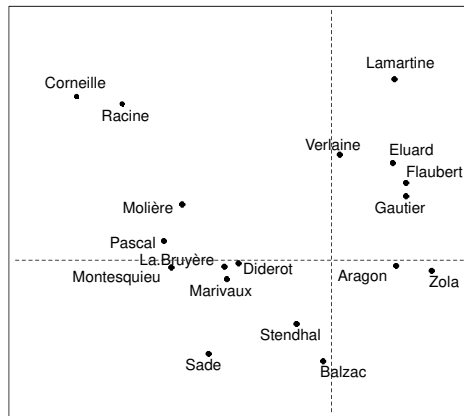
On conserve les
mots cités au
moins 100 fois

978 mots



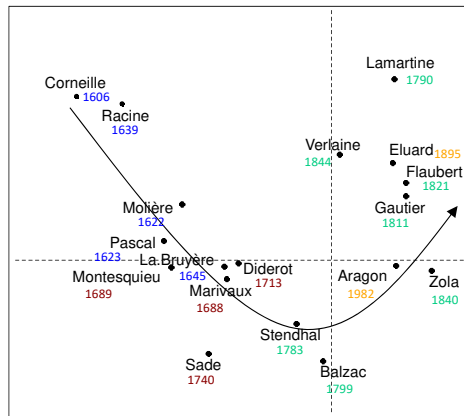
accord	264	0	88	44	...
affaire	1029	2040	74	154	...
âge	545	629	92	108	
ah	219	0	0	0	
air	2093	2009	95	191	
allemande	366	0	0	0	
allemand	476	0	0	0	
amant	303	760	566	0	
âme	478	2190	1101	240	
ami	1090	2583	307	407	
amour	1374	3286	1791	167	
an	1812	3009	112	182	
anglais	315	0	0	0	
. . .					

Analyse des correspondances : visualisation des auteurs



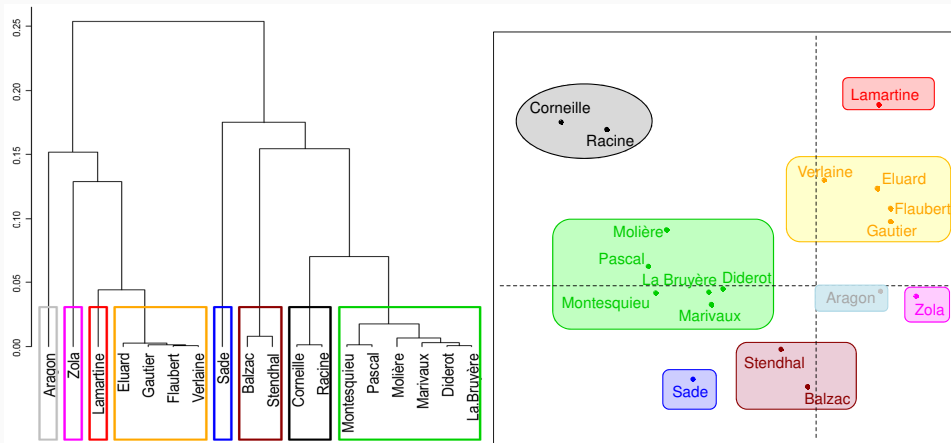
Avec l'AFC, les auteurs sont d'autant plus proches qu'ils emploient les mots dans les mêmes proportions, i.e. qu'ils s'intéressent aux mêmes sujets et ont les mêmes préoccupations

Analyse des correspondances : visualisation des auteurs



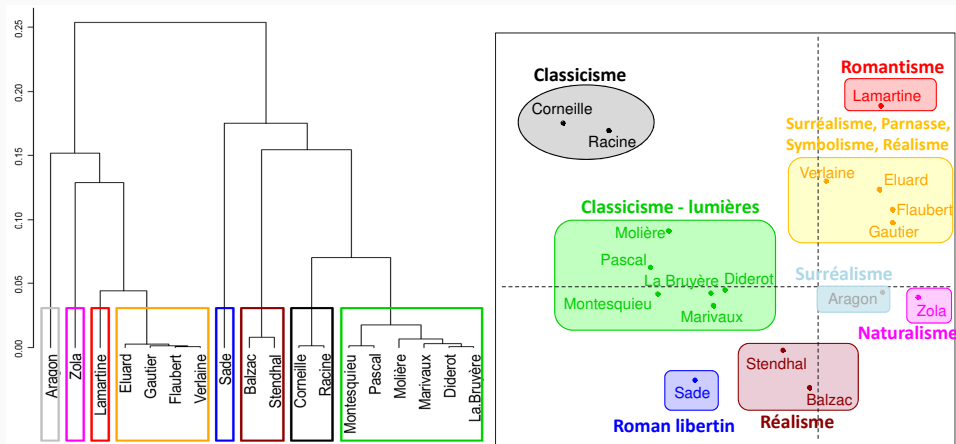
- Corneille et Racine sont proches et très éloignés de Zola.
Ce sont 2 auteurs classiques du 17ème tandis que Zola est un naturaliste du 19ème
- Évolution du vocabulaire selon les siècles

Classification des auteurs



- La classification retrouve des classes d'auteurs connues

Classification des auteurs



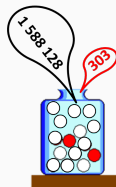
- Stendhal et Balzac (réalistes) très éloignés de Lamartine (romantique). On retrouve ici que les auteurs réalistes ont un point commun : s'éloigner des excès romantiques !
- Points communs naturalistes / réalistes : montrer la société telle qu'elle est, le roman devient le miroir de la société

- ① Les données textuelles
- ② L'AFC
- ③ Exemple mise en forme
- ④ Exemple complet
- ⑤ Caractérisation**
- ⑥ Analyse sémantique latente

Le mot *Victoire* caractérise-t-il les œuvres de Corneille-Racine ?

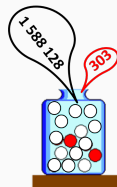
Le mot *Victoire* caractérise-t-il les œuvres de Corneille-Racine ?

	Corneille- Racine	Ni Corneille - ni Racine	Total
Victoire	248	55	303
Pas Victoire	80 817	1 507 008	1 587 825
Total	81 065	1 507 063	1 588 128



Le mot *Victoire* caractérise-t-il les œuvres de Corneille-Racine ?

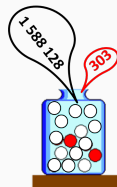
	Corneille- Racine	Ni Corneille - ni Racine	Total
Victoire	248	55	303
Pas Victoire	80 817	1 507 008	1 587 825
Total	81 065	1 507 063	1 588 128



Principe : une urne contient 1 588 128 boules, sur 303 boules est écrit le mot *Victoire*, on tire 81 065 boules.

Le mot *Victoire* caractérise-t-il les œuvres de Corneille-Racine ?

	Corneille- Racine	Ni Corneille - ni Racine	Total
Victoire	248	55	303
Pas Victoire	80 817	1 507 008	1 587 825
Total	81 065	1 507 063	1 588 128



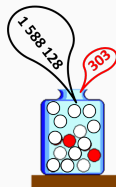
Principe : une urne contient 1 588 128 boules, sur 303 boules est écrit le mot *Victoire*, on tire 81 065 boules.

H_0 : la fréquence F du mot *Victoire* suit une loi $\mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)$

Mots caractéristiques

Le mot *Victoire* caractérise-t-il les œuvres de Corneille-Racine ?

	Corneille- Racine	Ni Corneille - ni Racine	Total
Victoire	248	55	303
Pas Victoire	80 817	1 507 008	1 587 825
Total	81 065	1 507 063	1 588 128



Principe : une urne contient 1 588 128 boules, sur 303 boules est écrit le mot *Victoire*, on tire 81 065 boules.

H_0 : la fréquence F du mot *Victoire* suit une loi $\mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)$

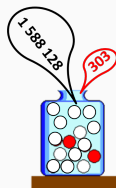
Peut-on remettre en cause cette hypothèse ?

\Rightarrow 248 provient-il d'une loi hypergéométrique $\mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)$?

Mots caractéristiques

Le mot *Victoire* caractérise-t-il les œuvres de Corneille-Racine ?

	Corneille- Racine	Ni Corneille - ni Racine	Total
Victoire	248	55	303
Pas Victoire	80 817	1 507 008	1 587 825
Total	81 065	1 507 063	1 588 128



Principe : une urne contient 1 588 128 boules, sur 303 boules est écrit le mot *Victoire*, on tire 81 065 boules.

H_0 : la fréquence F du mot *Victoire* suit une loi $\mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)$

Peut-on remettre en cause cette hypothèse ?

\Rightarrow 248 provient-il d'une loi hypergéométrique $\mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)$?

Corneille-Racine

	Intern	% glob	% Intern	freq	Glob freq	p.value	v.test
Victoire	0.306	0.019		248	303	2.28e-06	4.727

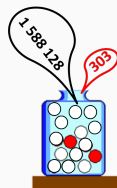
$$\frac{248}{81\,065} = 0.00306 ; \frac{303}{1\,588\,128} = 0.0001908 ; P[F \geq 5 \mid F \sim \mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)] = 2.28 \times 10^{-6}$$

\Rightarrow Rejet de H_0 : *Victoire* est sur-employé par Corneille-Racine

Mots caractéristiques

Le mot *Victoire* caractérise-t-il les œuvres de Corneille-Racine ?

	Corneille- Racine	Ni Corneille - ni Racine	Total
Victoire	248	55	303
Pas Victoire	80 817	1 507 008	1 587 825
Total	81 065	1 507 063	1 588 128



Principe : une urne contient 1 588 128 boules, sur 303 boules est écrit le mot *Victoire*, on tire 81 065 boules.

H_0 : la fréquence F du mot *Victoire* suit une loi $\mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)$

Peut-on remettre en cause cette hypothèse ?

\Rightarrow 248 provient-il d'une loi hypergéométrique $\mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)$?

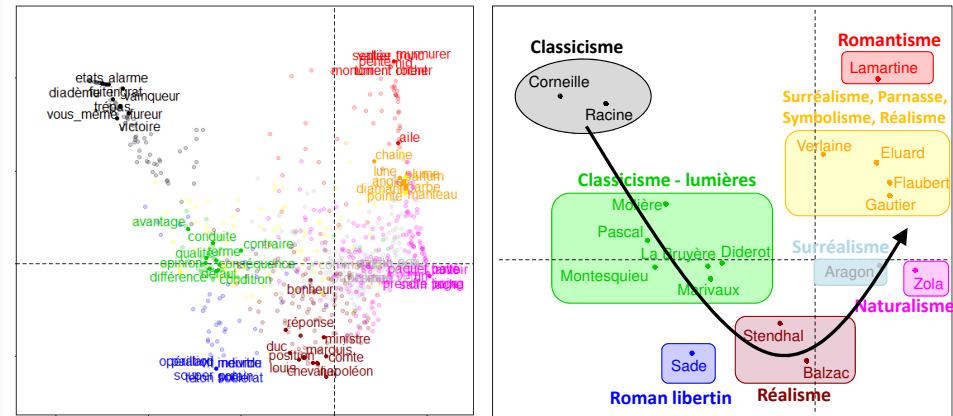
Corneille-Racine

	Intern	% glob	% Intern	freq	Glob freq	p.value	v.test
Victoire	0.306	0.019		248	303	2.28e-06	4.727

$$\frac{248}{81\,065} = 0.00306 ; \frac{303}{1\,588\,128} = 0.0001908 ; P[F \geq 5 \mid F \sim \mathcal{H}(1\,588\,128, 303, 81\,065)] = 2.28 \times 10^{-6}$$

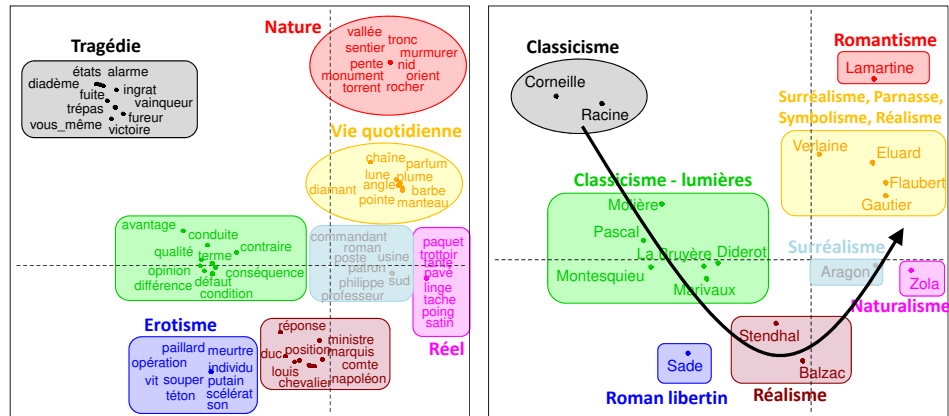
\Rightarrow Rejet de H_0 : *Victoire* est sur-employé par Corneille-Racine Fonction descfreq du package FactoMineR

Caractérisation par les mots



Les mots permettent de caractériser les sujets de prédilection des auteurs et les courants littéraires

Caractérisation par les mots



- Le naturalisme est la suite logique du réalisme : le naturalisme montre le milieu où vit le protagoniste pour expliquer son comportement de façon "scientifique"
- Évolution du vocabulaire selon les courants littéraires

- ① Les données textuelles
- ② L'AFC
- ③ Exemple mise en forme
- ④ Exemple complet
- ⑤ Caractérisation
- ⑥ Analyse sémantique latente

Autre approche : l'analyse sémantique latente

Coder la matrice documents-mots par tf-idf (term frequency and inverse document frequency), i.e. multiplier la fréquence d'un mot par le logarithme de l'inverse de la proportion de documents contenant ce mot (commande `bind_tf_idf` dans `tidytext`).

Son nom est célébré par le bocage qui frémit, et par le ruisseau qui murmure, les vents l'emportent jusqu'à l'arc céleste, l'arc de grâce et de consolation que sa main tendit dans les nuages.	À peine distinguait-on deux butts à l'extrémité de la carrière : des chênes ombrageaient l'un, autour de l'autre des palmiers se dessinaient dans l'éclat du soir.	Ah! le beau temps de mes travaux poétiques! les beaux jours que j'ai passés près de toi! Les premiers, inépuisables de joie, de paix et de liberté; les derniers, empreints d'une mélancolie qui eut bien aussi ses charmes.
---	--	---

$TF(t) = \text{Nb d'apparition de } qui / \text{Nb total de termes (dans le document)} = 2 / 38$

$idf_1 = \log \frac{\text{nb documents}}{\text{nb docs contenant } qui} = \log \frac{3}{2}$ (« qui » absent du 2e document)

Ainsi $tfidf_1 = \frac{2}{38} \cdot \log \frac{3}{2} \approx 0.0092$

Pour les autres documents : $tfidf_2 = 0 \cdot \log \frac{3}{2} = 0$ et $tfidf_3 = 1/40 \cdot \log \frac{3}{2} \approx 0.0044$

Le premier document apparaît ainsi comme « le plus pertinent ».

Projection dans un espace de dimension inférieure par une **décomposition en valeurs singulières** de la matrice tf-idf \implies **Analyse sémantique latente**

- FactoMineR : fonctions textual, CA, CaGalt, ellipseCA, descfreq ; [site de FactoMineR](#)
- XplorText : fonctions TextData, LexChar, LexCA, LexHCca, LexCCA ; [site de XplorText](#)
- tm : fonctions pour construire les tableaux lexicaux ; [site de tm](#)
- tidytext : [site de tidytext](#)
- IramuTeq : pas vraiment du R, mais outil de visualisation très intéressant : [site d'IramuTeq](#)