

# RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



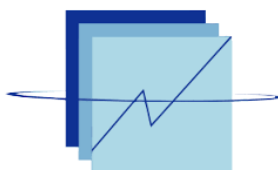
Un Peuple - Un But - Une Foi

## Ministère de l'Économie, du Plan et de la Coopération

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL  
Un Peuple - Un But - Une Foi

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE  
DU PLAN ET DE LA COOPÉRATION

Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD)



ANSD

École Nationale de la Statistique et de l'Analyse Économique Pierre Ndiaye (ENSAE)



### PROJET STATISTIQUES SOUS R

## TP10 : Traitement des questions ouvertes avec R : Text mining

Rédigé par :

Mame Balla BOUSSO

Paul BALAFI

*Elèves ingénieurs statisticiens économistes*

Sous la supervision de :

M. Aboubacar HEMA

ANALYSTE DE RECHERCHE CHEZ

IFPRI

Année scolaire : 2024/2025

# Sommaire

- Traitement des questions ouvertes avec R
  - 1. Importation et Nettoyage des Données
  - 2. Exploration et Prétraitement Textuel
  - 3. Analyse Thématique (LDA)
  - 4. Approche Alternative avec BERTopic
  - 5. Catégorisation
  - CONCLUSION
- Références

# INTRODUCTION

Le traitement automatique du langage naturel (TALN) regroupe un ensemble de techniques permettant d'analyser, de comprendre et de transformer des textes en données exploitables. Il existe plusieurs manières d'aborder le traitement de texte, selon la nature des données et les objectifs visés.

La forme la plus courante est l'analyse **supervisée**, où chaque texte est associé à un label prédéfini. Ces labels peuvent par exemple représenter des catégories binaires comme 0 ou 1, ou encore des sentiments comme positif, négatif ou neutre. Dans ce contexte, on entraîne un modèle à apprendre ces correspondances pour ensuite classer de nouveaux textes.

Cependant, dans de nombreux cas, notamment dans les **questions ouvertes d'enquêtes**, il n'existe aucune annotation préalable permettant de guider l'apprentissage. Il devient alors nécessaire de structurer les données ex nihilo, c'est-à-dire sans repère préalable, en regroupant les textes selon leur **similarité sémantique**. C'est le domaine de l'analyse **non supervisée**.

Dans ce cas, une solution consiste à effectuer une analyse thématique, en divisant le corpus en un **nombre** de thèmes ou sujets, choisi avec soin. Cette démarche vise à extraire les grandes lignes du contenu textuel, en révélant les motifs récurrents présents dans les réponses. Cela permet d'enrichir l'analyse qualitative des enquêtes, même en l'absence de catégorisation préalable.

Dans cette étude, nous nous concentrerons spécifiquement sur cette approche **non supervisée**. Nous mettrons en œuvre des techniques disponibles dans le langage R, notamment grâce à des packages comme **topicmodels** (pour le modèle LDA), **tidytext**, et **BERTopic** via le package **reticulate**, pour recourir à des modèles sémantiques plus avancés.

# 1. Importation et Nettoyage des Données

## Chargement des packages

```
library(readxl)      # Pour lire les fichiers Excel
library(topicmodels) # Pour la modélisation thématique
library(ggplot2)     # Pour les visualisations
library(dplyr)       # Pour la manipulation de données
library(tidytext)    # Pour le traitement de texte
library(tidyr)       # Pour la gestion des données
library(wordcloud)   # Pour les nuages de mots
library(tidyverse)   # Collection de packages pour la science des données
library(tm)          # Pour le text mining
library(SnowballC)   # Pour le stemming
library(stringr)     # Pour la manipulation de strings
```

## Importation des données

```
Enquête_dopinion_relative_à_la_journée_dintégration_ <- read_excel("Data/Enquête_dopinion_relative_à_la_journée_dintégration_")
Texte_JI <- Enquête_dopinion_relative_à_la_journée_dintégration_
head(Enquête_dopinion_relative_à_la_journée_dintégration_)
```

```
## # A tibble: 6 x 4
##       id `Classe de l'étudiant :` `Nationalité de l'étudiant` Texte
##   <dbl> <chr>                  <chr>                  <chr>
## 1     1 AS2                      Congo                     <NA>
## 2     2 ISEP1                    Cameroun                 Donner à temps le ~
## 3     3 AS2                      Congo                     <NA>
## 4     4 AS1                      Sénégal                 Faire des sketches ~
## 5     5 AS1                    Cameroun                 Intégrer un court-~
## 6     6 ISE1 Eco                 Sénégal                 <NA>
```

```
colnames(Texte_JI)
```

### Vérification des colonnes

```
## [1] "id"                                "Classe de l'étudiant :"
```

```
## [3] "Nationalité de l'étudiant" "Texte"
```

## Identification des textes vides

```
text_id_empty <- Texte_JI %>%
  group_by(id) %>%
  summarise(nb_mots = sum(!is.na(Texte))) %>%
  filter(nb_mots == 0) %>%
  pull(id)
```

```
Texte_JI_filtered <- Texte_JI %>%
```

```

filter(!(id %in% text_id_empty))

head(Texte_JI_filtered)

## # A tibble: 6 x 4
##   id `Classe de l'étudiant` `Nationalité de l'étudiant` Texte
##   <dbl> <chr>                <chr>                <chr>
## 1     2 ISEP1                Cameroun              Donner à temps le ~
## 2     4 AS1                  Sénégal              Faire des sketches ~
## 3     5 AS1                  Cameroun              Intégrer un court-~
## 4     7 ISEP2                Cameroun              Faire des sketch c~
## 5     9 ISEP2                Cameroun              Améliorer le son p~
## 6    11 ISEP2                Togo                  Une meilleure sono~

nrow(Texte_JI_filtered)

## [1] 45

```

On remarque que le nombre de ligne a diminué passant de 128 à 45. Seulement 45 lignes contiennent des textes.

## Nettoyage des textes

On crée une fonction pour traiter les textes afin de faciliter leur analyse

```

clean_text <- function(text) {
  text <- tolower(text)           # Conversion en minuscules
  text <- removePunctuation(text) # Suppression de la ponctuation
  text <- removeNumbers(text)     # Suppression des chiffres
  text <- stripWhitespace(text)   # Suppression des espaces superflus
  return(text)
}

data <- Texte_JI_filtered %>%
  mutate(Texte_corrige = sapply(Texte, clean_text))

```

## 2. Exploration et Prétraitement des textes

Dans le processus de prétraitement des données, on va tokeniser la base de données pour analyser non pas les textes, mais les mots directement.

```

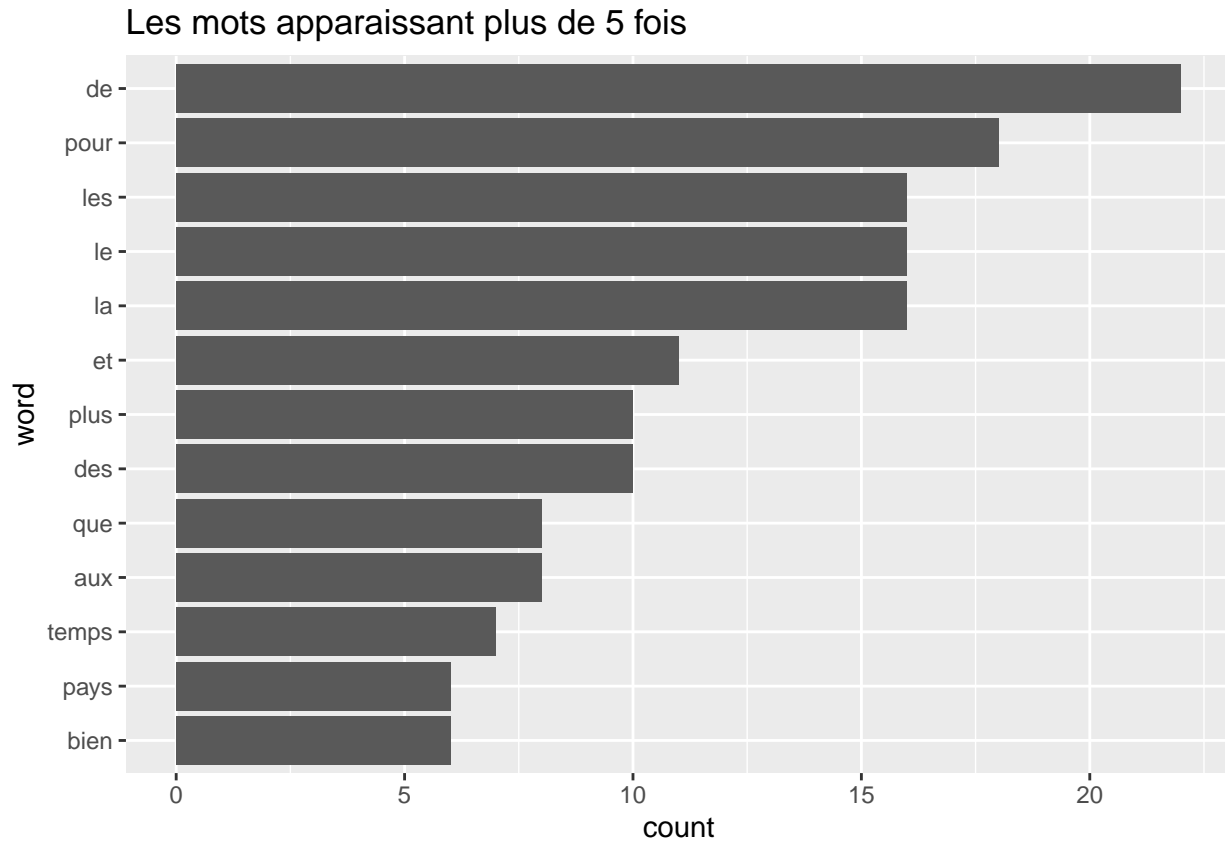
tokenized_textes <- data %>%
  select(id, Texte_corrige) %>%
  unnest_tokens(input = 'Texte_corrige', output = 'word')

# Visualisation Tokenisation

tokenized_textes %>%
  count(word, sort = TRUE) %>%
  rename(count = n) %>%
  filter(count > 5) %>%
  mutate(word = reorder(word, count)) %>%

```

```
ggplot(aes(x = count, y = word)) +
  geom_col() +
  labs(title = "Les mots apparaissant plus de 5 fois") +
  scale_x_continuous(breaks = seq(0, 50, 5))
```



```
# Nombre total de lignes après tokenisation
nrow(tokenized_textes)
```

```
## [1] 511
```

Comme nous pouvons le voir sur le graphique ci-dessus, de nombreux mots présents n'apportent aucune réelle valeur à notre analyse. Des mots comme **de**, **pour**, **les**, **le**, **la** sont ce qu'on appelle des mots vides (stop words).

Nous allons supprimer ces mots en utilisant la commande `anti_join(stop_words)`.

## Charger les stop words en français

```
stop_words_fr <- tibble(word = stopwords("fr"))
head(stop_words_fr)
```

```
## # A tibble: 6 x 1
##   word
##   <chr>
## 1 au
## 2 aux
## 3 avec
```

```
## 4 ce
## 5 ces
## 6 dans

Stop_texte <- tokenized_textes %>%
  anti_join(stop_words_fr, by = "word")

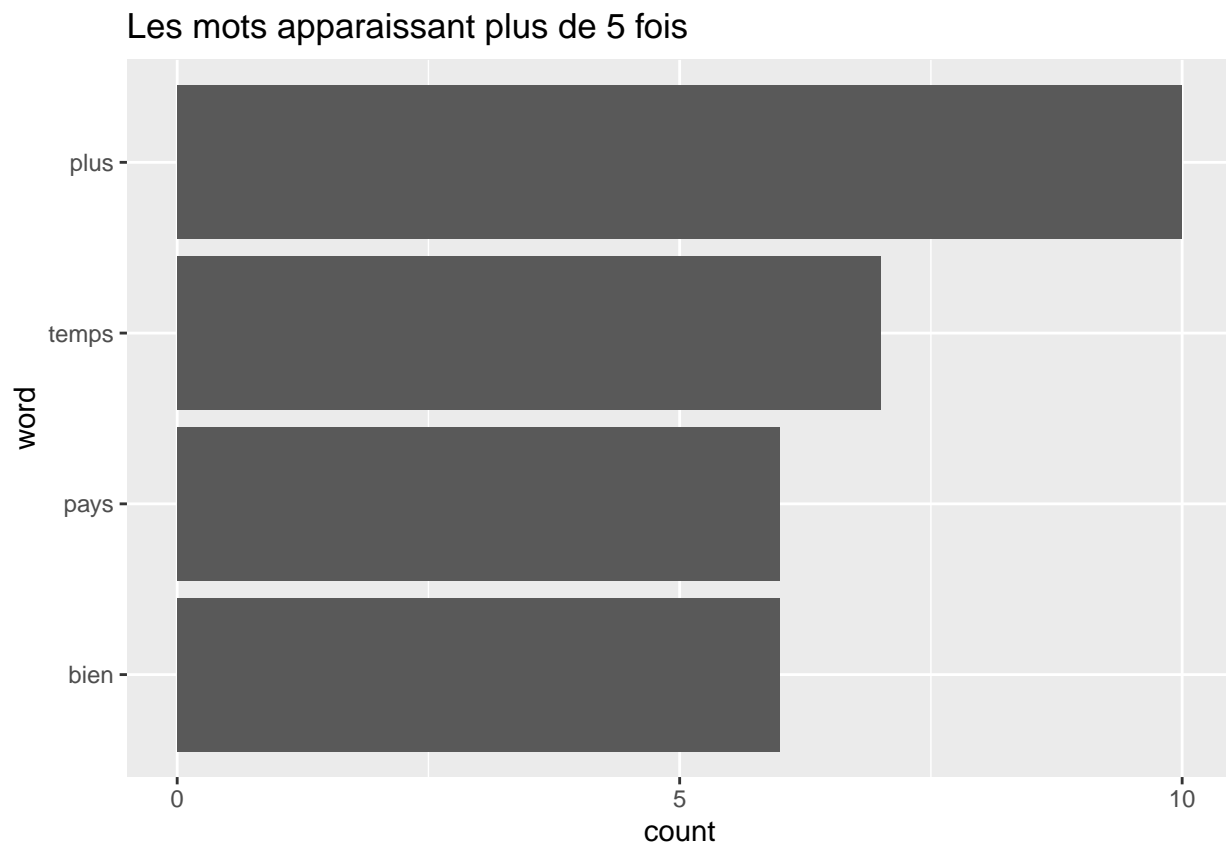
nrow(Stop_texte)

## [1] 317
```

On voit bien que le nombre de mots diminue suite à la suppression des stop word

Comme nous pouvons le voir sur le graphique ci-dessous, il reste moins de mots, mais ils sont beaucoup plus pertinents pour l'analyse.

```
Stop_texte %>%
  anti_join(stop_words_fr) %>% # trouve là où les textes rencontrent des stop words
  count(word, sort = TRUE) %>%
  rename(count = n) %>%
  filter(count > 5) %>%
  mutate(word = reorder(word, count)) %>%
  ggplot(aes(x = count, y = word)) +
  geom_col() +
  labs(title = "Les mots apparaissant plus de 5 fois") +
  scale_x_continuous(breaks = seq(0, 50, 5))
```



```
library(ggwordcloud) # Une autre manière de visualiser
```

```
Stop_texte %>%
  anti_join(stop_words_fr) %>%
  count(word, sort = TRUE) %>%
  filter(n > 4) %>%
  ggplot(aes(label = word, size = n, color = n)) +
  geom_text_wordcloud() +
  scale_size_area(max_size = 15)
```



On peut également voir ci-dessous, la fréquence standard des termes (TF) pour tous les mots

```
Stop_texte %>%
  count(word, sort = TRUE) %>%
  rename(count = n) %>%
  mutate(total=sum(count)) %>%
  mutate(tf=count/total) %>%
  head()
```

```
## # A tibble: 6 x 4
##   word    count total    tf
##   <chr>  <int> <int>  <dbl>
## 1 plus      10   317 0.0315
## 2 temps      7   317 0.0221
## 3 bien       6   317 0.0189
## 4 pays       6   317 0.0189
## 5 donner     5   317 0.0158
## 6 faire      5   317 0.0158
```



L'application des stop word diminue le nombre de mots. Ceci le montre

```
Stop_texte %>%  
  count(word, sort = TRUE) %>%  
  nrow()
```

```
## [1] 215
```

## Racinisation

En racinisant, les mots *cultures* et *culture* par exemple se réduisent en *culture*. Voilà pourquoi le nombre total de mots diminue comme le résultat de cette commande l'illustre :

```
# stemming  
Stop_texte = Stop_texte %>%  
  mutate(stem = wordStem(word))  
  
# unique count of words after stemming  
Stop_texte %>%  
  count(stem, sort = TRUE) %>%  
  nrow()
```

```
## [1] 201
```

Fréquence des mots avant le stemming

```
# Fréquence des mots avant le stemming  
Stop_texte %>%  
  count(word) %>%  
  arrange(desc(n)) %>%  
  head(10)
```

```
## # A tibble: 10 x 2  
##   word      n  
##   <chr>   <int>  
## 1 plus      10  
## 2 temps      7  
## 3 bien       6  
## 4 pays       6  
## 5 donner     5  
## 6 faire      5  
## 7 organiser  5  
## 8 tout       5  
## 9 chaque     4  
## 10 culture   4
```

Fréquence des mots après le stemming

```
# Fréquence des mots après le stemming  
Stop_texte %>%  
  count(stem) %>%  
  arrange(desc(n)) %>%  
  head(10)
```

```
## # A tibble: 10 x 2  
##   stem      n  
##   <chr>   <int>
```

```
## 1 plu 10
## 2 cultur 8
## 3 temp 7
## 4 bien 6
## 5 organis 6
## 6 pai 6
## 7 culturel 5
## 8 donner 5
## 9 fair 5
## 10 journé 5
```

On remarque que le stemming ne semble pas respecter la logique pour certains mots. En effet, la racinisation supprime les lettres *s* à la fin des mots comme *plus* et *temps*. Egaleme<sup>nt</sup> le mot *paix* est réduit à *pai*. Cela constitue une limite majeure quant à la racinisation en langue française. C'est pourquoi dans ce qui suit, nous ferons fi de cette étape du prétraitement en utilisant désormais seulement mes textes issus de l'application des stop word.

## les analyse TF-IDF

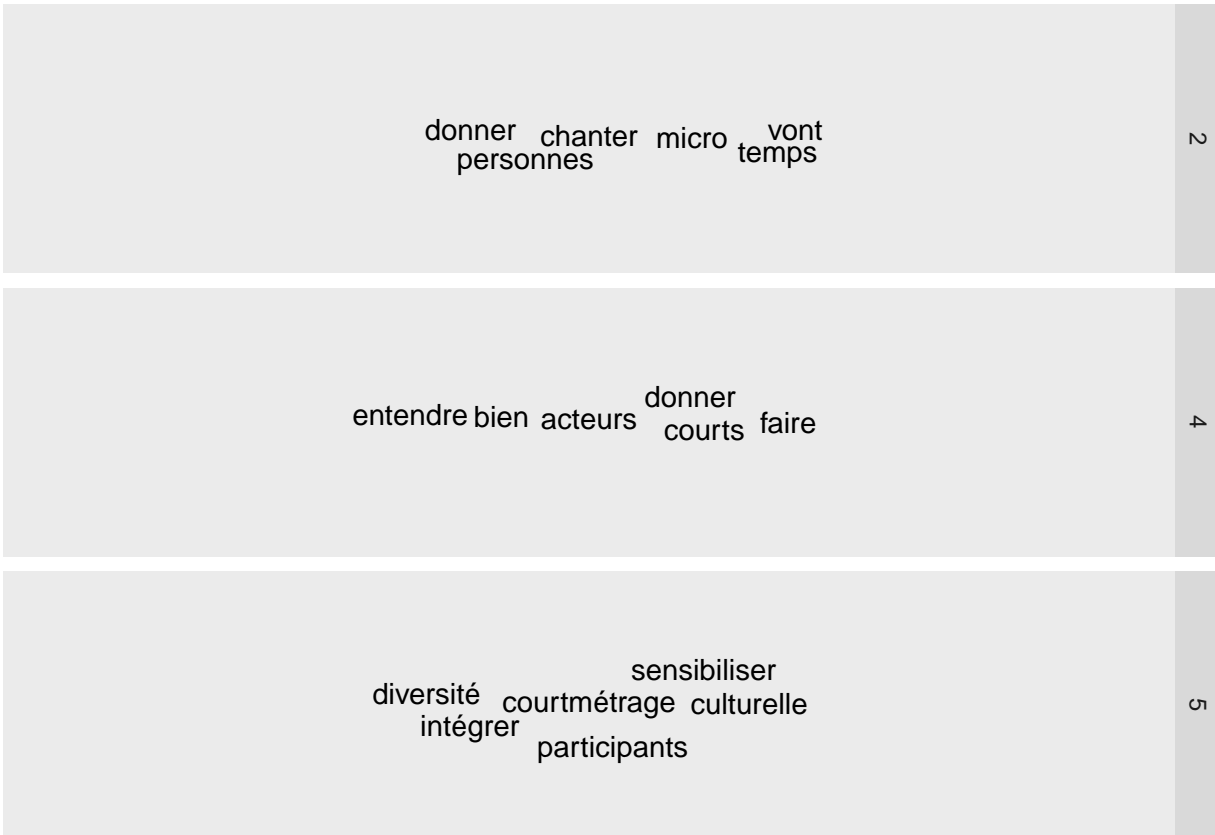
Ci-dessous, nous voyons l'intégralité du tableau TF-IDF. Ce qui nous intéresse le plus, c'est la colonne `tf_idf`, car elle nous donne le classement pondéré ou l'importance des mots dans notre texte.

```
texte_tf_idf <- Stop_texte %>%
  count(word, id, sort = TRUE) %>%
  rename(count = n) %>%
  bind_tf_idf(word, id, count)
head(texte_tf_idf)
```

```
## # A tibble: 6 x 6
##   word      id count    tf    idf tf_idf
##   <chr>    <dbl> <int> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1 bien      65     2 0.25  2.20  0.549
## 2 cultures  117     2 0.105 2.71  0.285
## 3 dominante 102     2 0.25  3.81  0.952
## 4 pays      75     2 0.143 2.20  0.314
## 5 tout      32     2 0.222 2.42  0.538
## 6 a         39     1 0.2    3.81  0.761
```

Les simples décomptes de fréquences de mots peuvent être trompeurs et peu utiles pour bien comprendre nos données. Il est en fait intéressant de voir les mots les plus fréquents dans chaque texte.

```
texte_tf_idf %>%
  select(word, id, tf_idf, count) %>%
  group_by(id) %>%
  slice_max(order_by = count, n = 6, with_ties=FALSE) %>% #takes top 5 words from e
  filter(id < 6) %>% #just look at 5 textes
  ggplot(aes(label = word)) +
  geom_text_wordcloud() +
  facet_grid(rows = vars(id))
```



On s'est limité au cinq premiers textes. Mais les textes correspondant aux identifiants 1 et 3 sont des NA et donc ont été isolés.

Par ailleurs le résultat qui suit montre aussi qu'il ne faut pas se limiter à un simple dénombrement des textes mais à leur fréquence.

```
texte_tf_idf %>%
  select(word, id, tf_idf) %>%
  group_by(id) %>%
  slice_max(order_by = tf_idf, n = 6, with_ties=FALSE) %>% #takes top 5 words from e
  filter(id < 6) %>% #just look at 5 texts
  ggplot(aes(label = word)) +
  geom_text_wordcloud() +
  facet_grid(rows = vars(id))
```

micro donner	temps chanter	vont personnes	2
puisse	courts qu'on	micro entendre acteurs	4
diversité intégrer	sensibiliser court-métrage	culturelle participants	5

## Relations entre les mots

Jusqu'à présent, nous avons seulement examiné les mots individuellement. Mais que faire si nous voulons connaître les relations entre les mots dans un texte ? Cela peut être accompli grâce aux n-grammes, où n est un nombre. Auparavant, nous avons effectué une tokenisation mot par mot, mais nous pouvons aussi tokeniser par groupes de n mots. Créons maintenant des bigrams (groupes de deux mots) à partir de tous les textes, puis comptons-les et trions-les.

```
textes_bigram <- data %>%
  select(id, Texte_corrige) %>%
  unnest_tokens(bigram, Texte_corrige, token = 'ngrams', n = 2)
head(textes_bigram)
```

```
## # A tibble: 6 x 2
##   id bigram
##   <dbl> <chr>
## 1     2 donner à
## 2     2 à temps
## 3     2 temps le
## 4     2 le micro
## 5     2 micro aux
## 6     2 aux personnes
```

Comme vous pouvez le voir dans le dataframe ci-dessus, certains bigrammes contiennent des mots vides (stop words) qui n'apportent pas beaucoup de valeur. Supprimons ces mots vides. Pour cela, nous allons d'abord séparer la colonne des bigrammes en deux colonnes distinctes nommées 'word1' et 'word2'. Ensuite, nous utilis-

érons deux fonctions de filtre pour supprimer les mots vides.

```
textes_bigram <- textes_bigram %>%
  separate(bigram, c("word1", "word2"), sep = " ") %>%#separates on whitespace
  filter(!word1 %in% stop_words_fr$word) %>%
  filter(!word2 %in% stop_words_fr$word)

head(textes_bigram)
```

```
## # A tibble: 6 x 3
##   id word1      word2
##   <dbl> <chr>      <chr>
## 1     2 vont      chanter
## 2     4 sketches  courts
## 3     4 bien      donner
## 4     4 acteurs  qu'on
## 5     4 qu'on    puisse
## 6     5 diversité culturelle
```

On peut maintenant compter les bigram et voir le résultat

```
bigram_counts <- textes_bigram %>%
  count(word1, word2, sort = TRUE)
head(bigram_counts)
```

```
## # A tibble: 6 x 3
##   word1      word2      n
##   <chr>      <chr>  <int>
## 1 chaque    pays      3
## 2 différentes cultures  2
## 3 donner     plus      2
## 4 faut      réduire    2
## 5 plus      grande      2
## 6 soirée    dansante    2
```

Comme précédemment, on peut aussi créer une mesure TF-IDF avec des n-grammes. Faisons-le maintenant.

```
data %>%
  select(id, Texte_corrige) %>%
  unnest_tokens(bigram, Texte_corrige, token = 'ngrams', n = 2) %>%
  count(id, bigram) %>%
  bind_tf_idf(bigram, id, n) %>%
  group_by(id) %>%
  arrange(id, desc(tf_idf)) %>%
  head()
```

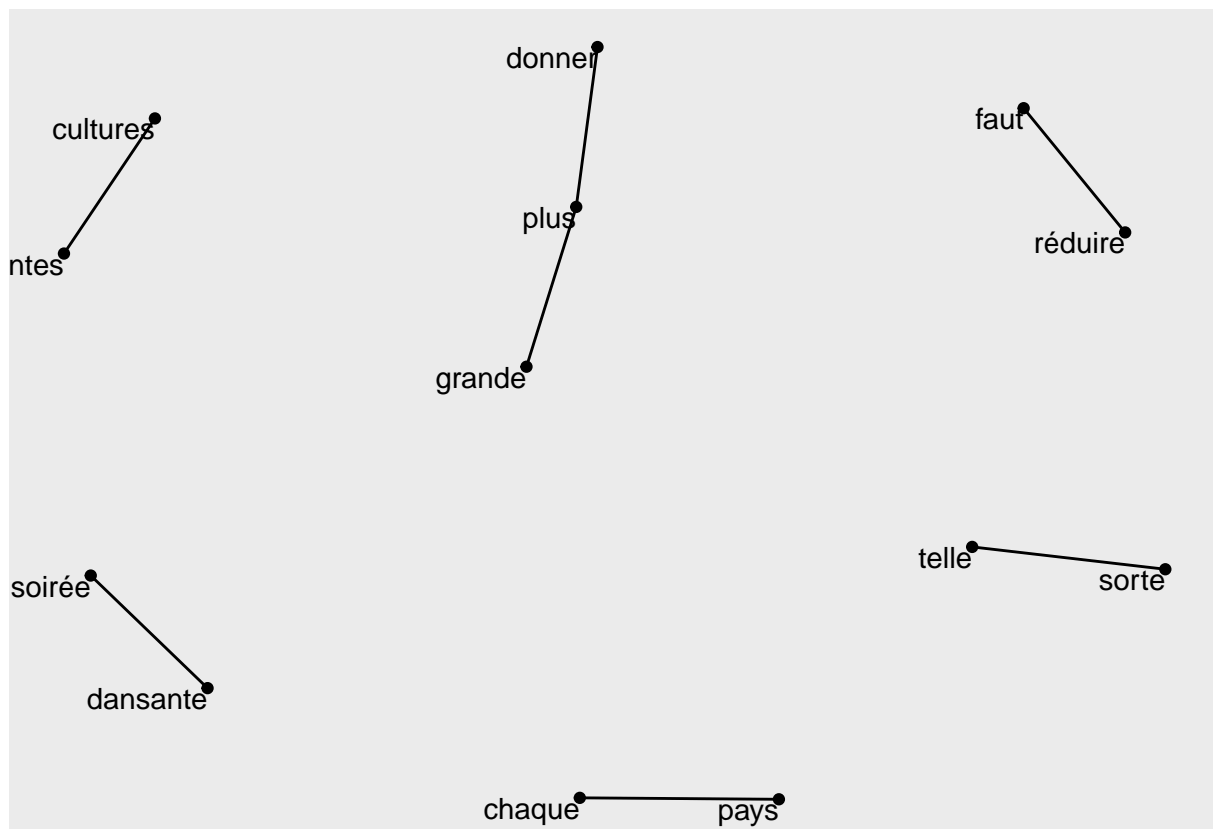
```
## # A tibble: 6 x 6
## # Groups:   id [1]
##   id bigram      n    tf    idf tf_idf
##   <dbl> <chr>    <int> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1     2 aux personnes  1 0.111  3.81  0.423
## 2     2 donner à      1 0.111  3.81  0.423
## 3     2 temps le      1 0.111  3.81  0.423
## 4     2 vont chanter  1 0.111  3.81  0.423
## 5     2 à temps      1 0.111  3.81  0.423
## 6     2 personnes qui  1 0.111  3.11  0.346
```

Comme on peut le voir ci-dessus, beaucoup de valeurs TF-IDF sont identiques. Cela est en partie dû à la petite

taille des textes. Jetons maintenant un coup d'œil aux relations entre les mots dans tous les textes, en utilisant un graphe en réseau.

```
library('igraph')
library('ggraph')
bi_graph <- bigram_counts %>%
  filter(n > 1) %>%
  graph_from_data_frame()

ggraph(bi_graph, layout = "fr") +
  geom_edge_link() +
  geom_node_point() +
  geom_node_text(aes(label = name), vjust = 1, hjust = 1)
```



Comme on peut le voir ci-dessus, de nombreux noms et d'autres informations ont été extraits des données.

```
texte_trigram <- data %>%
  select(id, Texte_corrige) %>%
  unnest_tokens(trigram, Texte_corrige, token = 'ngrams', n = 3) %>%
  separate(trigram, c("word1", "word2", "word3"), sep = " ") %>% #separates on white space
  filter(!word1 %in% stop_words_fr$word) %>%
  filter(!word2 %in% stop_words_fr$word) %>%
  filter(!word3 %in% stop_words_fr$word)

head(texte_trigram)
```

```
## # A tibble: 6 x 4
##       id word1      word2      word3
```

```
##      <dbl> <chr>          <chr>          <chr>
## 1         4 acteurs      qu'on        puisse
## 2         7 scène       car          habituellement
## 3        11 meilleure   sonorisation côté
## 4        11 sonorisation côté         technique
## 5        14 autres     journées    continuellement
## 6        14 favoriser   l'apprentissage culturel
```

On peut aussi compter les trigram et voir le résultat

```
trigram_counts <- texte_trigram %>%
  count(word1, word2, word3, sort = TRUE)
head(trigram_counts)
```

```
## # A tibble: 6 x 4
##   word1    word2    word3      n
##   <chr>   <chr>   <chr>   <int>
## 1 acteurs qu'on    puisse     1
## 2 ajouter plus    d'activités 1
## 3 aménager plus    despace     1
## 4 bien    organiser l'événement 1
## 5 car     c'est    souvent     1
## 6 certains modules statistiques 1
```

Comme précédemment, on peut aussi créer une mesure TF-IDF avec des trigrammes. Faisons-le maintenant.

```
data %>%
  select(id, Texte_corrige) %>%
  unnest_tokens(trigram, Texte_corrige, token = 'ngrams', n = 3) %>%
  count(id, trigram) %>%
  bind_tf_idf(trigram, id, n) %>%
  group_by(id) %>%
  arrange(id, desc(tf_idf)) %>%
  head()
```

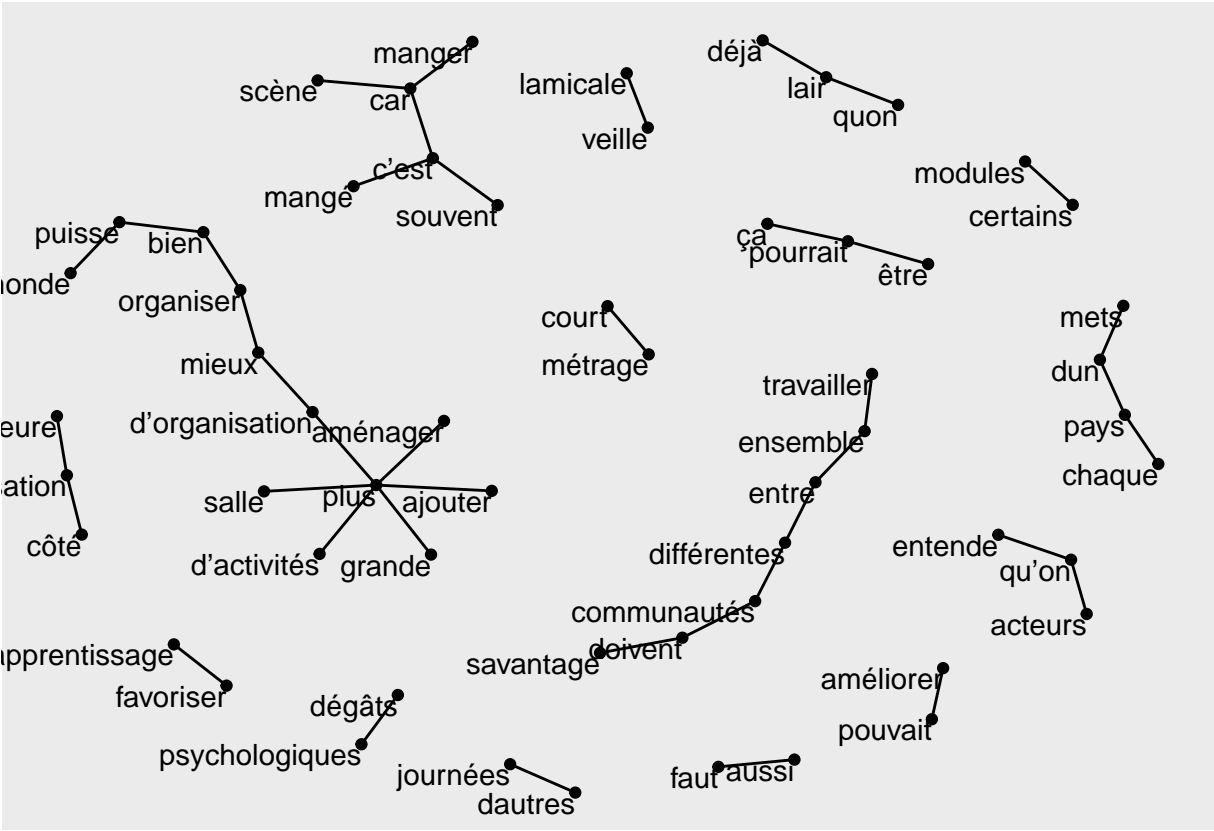
```
## # A tibble: 6 x 6
## # Groups:   id [1]
##       id trigram      n    tf    idf tf_idf
##   <dbl> <chr>    <int> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1     2 aux personnes qui     1 0.125 3.81 0.476
## 2     2 donner à temps       1 0.125 3.81 0.476
## 3     2 micro aux personnes  1 0.125 3.81 0.476
## 4     2 personnes qui vont   1 0.125 3.81 0.476
## 5     2 qui vont chanter     1 0.125 3.81 0.476
## 6     2 temps le micro       1 0.125 3.81 0.476
```

Comme on peut le voir ci-dessus, beaucoup de valeurs TF-IDF sont identiques. Cela est en partie dû à la petite taille des textes comme remarqué dans le cas bigram. Jetons maintenant un coup d'œil aux relations entre les mots dans l'ensemble des textes, en utilisant un graphe en réseau.

```
tri_graph <- trigram_counts %>%
  filter(n > 0) %>% # Ici, on garde TOUS les trigrammes présents au moins une fois
  graph_from_data_frame()

ggraph(tri_graph, layout = "fr") +
  geom_edge_link() +
  geom_node_point() +
```

```
geom_node_text(aes(label = name), vjust = 1, hjust = 1)
```



Normalement, on mettrait  $n > 1$  ou  $n > 2$  pour filtrer les trigrammes peu fréquents, mais dans notre cas, les textets sont très courts, donc les trigrammes se répètent très peu.

\*Résultat : quasiment aucun trigramme n'apparaît plus d'une fois. Du coup, si on filtre avec  $n > 1$  ou  $n > 2 \rightarrow$  le graphe devient vide (aucun trigramme à afficher).

En mettant  $n > 0$ , on garde tous les trigrammes possibles, même ceux présents une seule fois. Cela permet d'obtenir un graphe, même si les connexions sont faibles (juste 1 apparition).

Dans notre base de données, le champ contenant les suggestions n'est pas obligatoire, ce qui signifie que plusieurs enregistrements présentent des valeurs manquantes (NA). Lors de l'application initiale du modèle LDA sur l'ensemble de la base, nous avons constaté que certains textes vides étaient malgré tout classés dans une catégorie, simplement parce qu'ils étaient présents dans les données en entrée. En d'autres termes, le modèle attribuait un sujet à un champ vide, ce qui n'a pas de sens et fausse l'interprétation : dans la nouvelle variable contenant les catégories issues du LDA, on retrouvait ainsi des lignes avec un texte vide associé à une thématique, comme si le modèle avait 'catégorisé du vide'.

Pour éviter ce biais, nous avons adopté une nouvelle approche plus rigoureuse. Nous avons d'abord isolé les textes non vides, c'est-à-dire les enregistrements contenant effectivement une suggestion. Le modèle LDA a donc été appliqué uniquement sur cette sous-base, ce qui garantit que chaque catégorisation repose sur un contenu textuel réel.

En parallèle, nous avons soigneusement conservé les identifiants (IDs) des textes vides, afin de pouvoir les réintégrer dans la base complète après classification. Cela permet de reconstituer une base cohérente, où :

- -les textes contenant une suggestion sont associés à une catégorie issue du LDA,



- les textes vides conservent leur place, avec éventuellement une étiquette neutre comme 'Non renseigné' ou NA dans la variable de catégorie.

Cette méthode permet ainsi de respecter la structure initiale de la base, d'éviter des classifications erronées sur des données absentes, et de garantir une analyse fiable et interprétable.

```
# 1. Extraire les ID avant prétraitement (Texte_JI)
Id_initial_texte <- unique(Texte_JI$id)
length(Id_initial_texte)
```

```
## [1] 128
```

```
# 2. Extraire les ID après prétraitement (Stop_texte)
Id_final_texte <- unique(Stop_texte$id)
length(Id_final_texte)
```

```
## [1] 45
```

```
#. Identifier les tweets manquants (présents avant, absents après)
Id_texte_NA <- setdiff(Id_initial_texte, Id_final_texte)
length(Id_texte_NA)
```

```
## [1] 83
```

### 3. Analyse Thématique (LDA)

Il est courant d'avoir une collection de documents, comme des articles de presse ou des publications sur les réseaux sociaux, que l'on souhaite diviser en thèmes. Autrement dit, on veut savoir quel est le sujet principal dans chaque document. Cela peut se faire grâce à une technique appelée modélisation thématique (topic modeling). Ici, nous allons explorer la modélisation thématique à travers la méthode LDA (Latent Dirichlet Allocation).

LDA repose sur deux grands principes : Chaque document est un mélange de plusieurs sujets

Chaque sujet est un mélange de mots

Un exemple classique serait de supposer qu'il existe deux grands sujets dans les actualités : la politique et le divertissement. Le sujet politique contiendra des mots comme élu, gouvernement,

Tandis que le sujet divertissement contiendra des mots comme film, acteur. Mais certains mots peuvent apparaître dans les deux, comme prix ou budget.

LDA va identifier : les mélanges de mots qui composent chaque sujet, et les mélanges de sujets qui composent chaque document. Voyons cela à travers un exemple : On commence par créer notre modèle LDA. La fonction LDA() nécessite en entrée une matrice document-terme (DocumentTermMatrix), que l'on peut créer à partir de notre base déjà prétraitée que nous avons généré précédemment.

#### Création d'une matrice document-thème

```
# création d'une matrice document-thème pour LDA
df_dtm <- Stop_texte %>%
  count(id, word) %>%
  cast_dtm(id, word, n)
```

# Choix du nombre k de thèmes

Dans le cadre de la modélisation thématique avec LDA (Latent Dirichlet Allocation), un des éléments clés du paramétrage est le choix du nombre de thèmes (K). Ce paramètre n'est pas déterminé automatiquement par le modèle ; il doit être choisi par l'utilisateur, en fonction des données et des objectifs de l'analyse. Or, le nombre de thèmes a un impact direct sur la qualité et la lisibilité du modèle :

Un K trop petit risque de regrouper des thématiques très différentes dans un même sujet, rendant le résultat peu précis.

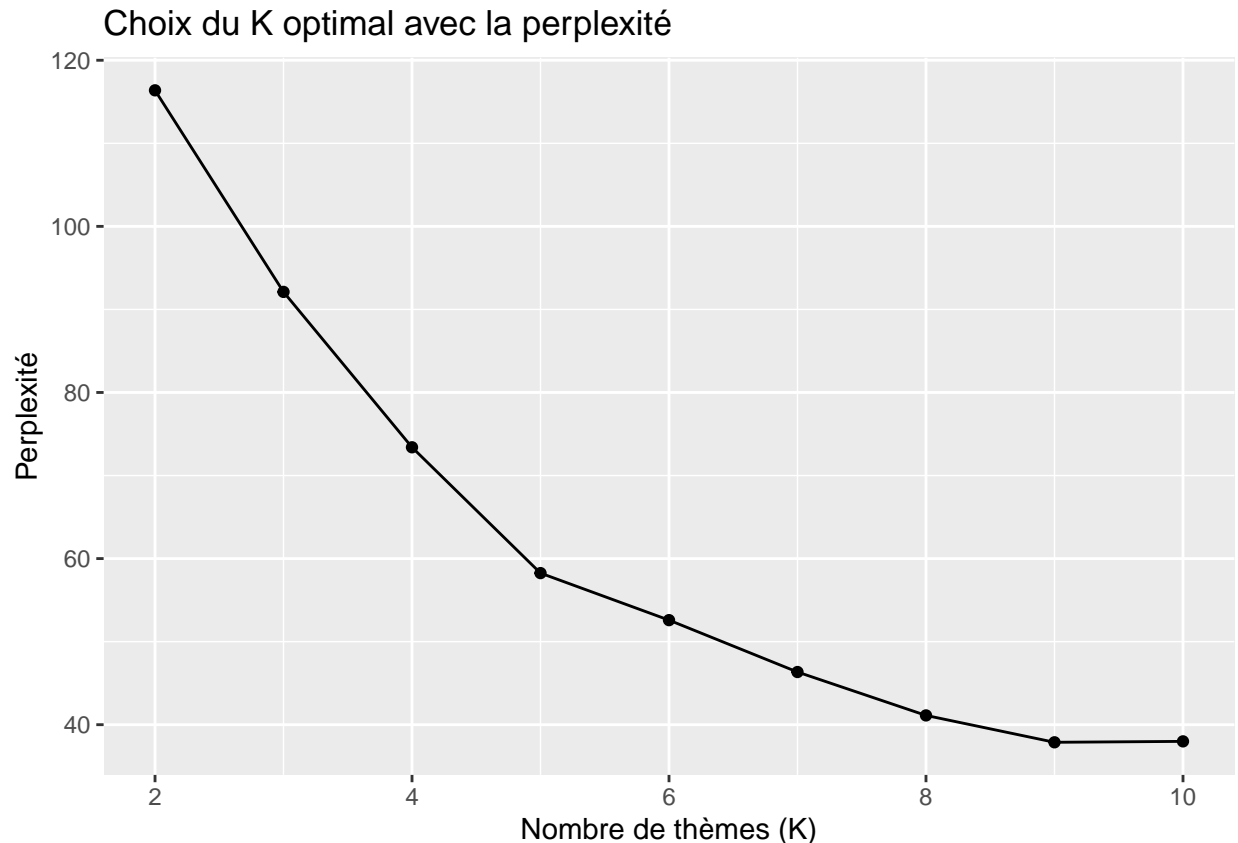
Un K trop grand peut sur-segmenter les données, en produisant des thèmes trop spécifiques ou redondants, souvent difficiles à interpréter.

C'est pourquoi il est important de trouver un équilibre, c'est-à-dire un K optimal qui capte suffisamment de variété sans trop complexifier le modèle.

Afin de déterminer le nombre K optimal de thèmes, on utilise la perplexité du modèle pour plusieurs valeurs de K. La perplexité est une mesure standard issue de la modélisation probabiliste, souvent utilisée pour évaluer les modèles de langage. Dans le contexte de LDA, elle mesure dans quelle mesure le modèle 'explique' les données textuelles.

```
k_values <- 2:10
perplexities <- sapply(k_values, function(k) {
  lda_model <- LDA(df_dtm, k = k, control = list(seed = 1234))
  perplexity(lda_model)
})

# Afficher le graphique
ggplot(data.frame(K = k_values, Perplexity = perplexities), aes(x = K, y = Perplexity)) +
  geom_point() + geom_line() +
  labs(title = "Choix du K optimal avec la perplexité",
       x = "Nombre de thèmes (K)", y = "Perplexité")
```



Le graphique montre une forte diminution de la perplexité entre  $K = 2$  et  $K = 7$ , ce qui indique que chaque thème ajouté dans cette plage apporte une réelle amélioration du modèle. Ensuite, à partir de  $K \approx 8$ , la courbe commence à s'aplatir : les gains supplémentaires deviennent de plus en plus faibles.

Ce comportement suggère qu'à partir de  $K = 8$ , ajouter davantage de thèmes n'améliore plus significativement la qualité du modèle, tout en augmentant sa complexité. On peut donc considérer  $K = 8$  comme un bon compromis, car il permet de capter une diversité raisonnable de thématiques sans trop fragmenter les données.

Cela justifie donc le choix de 8 thèmes comme valeur optimale dans notre modélisation LDA.

**Généralement** En théorie, la perplexité est censée diminuer à mesure que le nombre de thèmes (K) augmente. En effet, un modèle avec plus de thèmes dispose de plus de 'flexibilité' pour représenter les textes de manière fine. Cela se traduit généralement par une meilleure capacité à prédire les mots observés dans les documents — donc une perplexité plus faible.

Cependant, ce comportement n'est pas garanti dans tous les cas. Il peut arriver que la perplexité stagne voire augmente à partir d'un certain K, ou ne suive pas une baisse régulière. Ce phénomène peut être lié à plusieurs facteurs, notamment à la nature des textes analysés.

Un cas courant :

Les mots utilisés dans les documents peuvent être très variés même s'ils expriment des idées similaires. Par exemple, des mots comme **gouvernement**, **État**, **autorités**, **institution** peuvent tous renvoyer à la même notion politique, mais être traités comme des termes distincts par le modèle. Cela peut fragmenter artificiellement les thèmes, ou faire croire à une diversité de contenus plus grande qu'en réalité.

Dans ces situations, la perplexité peut ne plus refléter fidèlement la **cohérence sémantique** des thèmes. Elle devient donc une mesure limitée, surtout si les textes sont courts, informels ou s'ils contiennent beaucoup de synonymes ou paraphrases.

## Une solution souvent utilisée : Groupage par thème

```
text_df2 <- Stop_texte %>%
  mutate(text_semantic = word) %>% # dupliquer la colonne lemmatisée
  mutate(
    text_semantic = str_replace_all(text_semantic, "\\b(manger|plat|mets|piment|res
    text_semantic = str_replace_all(text_semantic, "\\b(sketch|micro|temps|chanter|
    text_semantic = str_replace_all(text_semantic, "\\b(audible|sonorisation|techni
    text_semantic = str_replace_all(text_semantic, "\\b(communication|organisation|
  )
```

## Limites : pas trop flexible surtout en cas de grands volumes de données

Dans ce qui suit, nous continuerons directement avec les données déjà prétraitées et visualisées sans appliquer un groupage supplémentaire.

```
lda_model <- LDA(df_dtm, k = 8, control = list(seed = 1234))

# Termes par thème
terms_by_topic <- tidy(lda_model, matrix = "beta")
terms_by_topic
```

```
## # A tibble: 1,720 x 3
##   topic term      beta
##   <int> <chr>    <dbl>
## 1     1  chanter 5.02e-154
## 2     2  chanter 4.94e-324
## 3     3  chanter 5.02e-154
## 4     4  chanter 1.88e-154
## 5     5  chanter 1.81e- 2
## 6     6  chanter 3.48e-154
## 7     7  chanter 2.77e-154
## 8     8  chanter 1.88e-154
## 9     1  donner  1.14e-153
## 10    2  donner  4.88e- 2
## # i 1,710 more rows
```

La colonne beta représente la probabilité qu'un mot donné appartienne à un thème particulier. En d'autres termes, plus la valeur de beta est élevée pour un mot dans un thème, plus ce mot est représentatif de ce thème

```
top_terms <- terms_by_topic %>%
  group_by(topic) %>%
  slice_max(beta, n = 10, with_ties = FALSE) %>% # Prend exactement 10 termes par
  ungroup() %>%
  arrange(topic, -beta) # Trie par thème et par probabilité décroissante

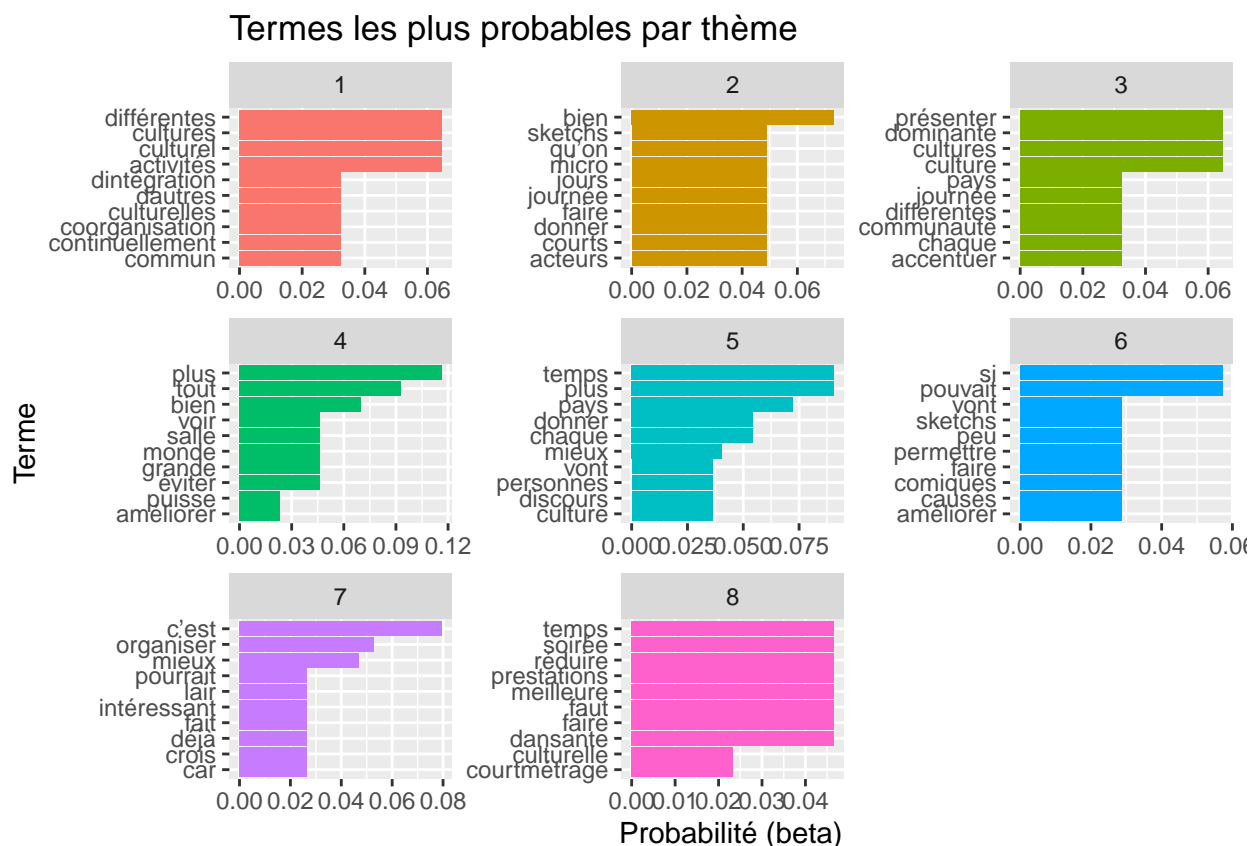
# Vérification du nombre de termes sélectionnés par thème
top_terms %>%
  count(topic)
```

```
## # A tibble: 8 x 2
##   topic      n
```

```
##      <int> <int>
## 1         1     10
## 2         2     10
## 3         3     10
## 4         4     10
## 5         5     10
## 6         6     10
## 7         7     10
## 8         8     10
```

10 termes ont été sélectionnés par thèmes. On peut les visualiser également

```
top_terms %>%
  mutate(term = reorder_within(term, beta, topic)) %>%
  ggplot(aes(beta, term, fill = factor(topic))) +
  geom_col(show.legend = FALSE) +
  facet_wrap(~ topic, scales = "free") +
  scale_y_reordered() +
  labs(title = "Termes les plus probables par thème",
       x = "Probabilité (beta)", y = "Terme")
```



```
# Étape 4 : Classification des textes par thème
textes_gamma <- tidy(lda_model, matrix = "gamma")
# Afficher les textes avec leur thème dominant
textes_classified <- textes_gamma %>%
  group_by(document) %>%
  slice_max(gamma) %>%
```

```
ungroup()
```

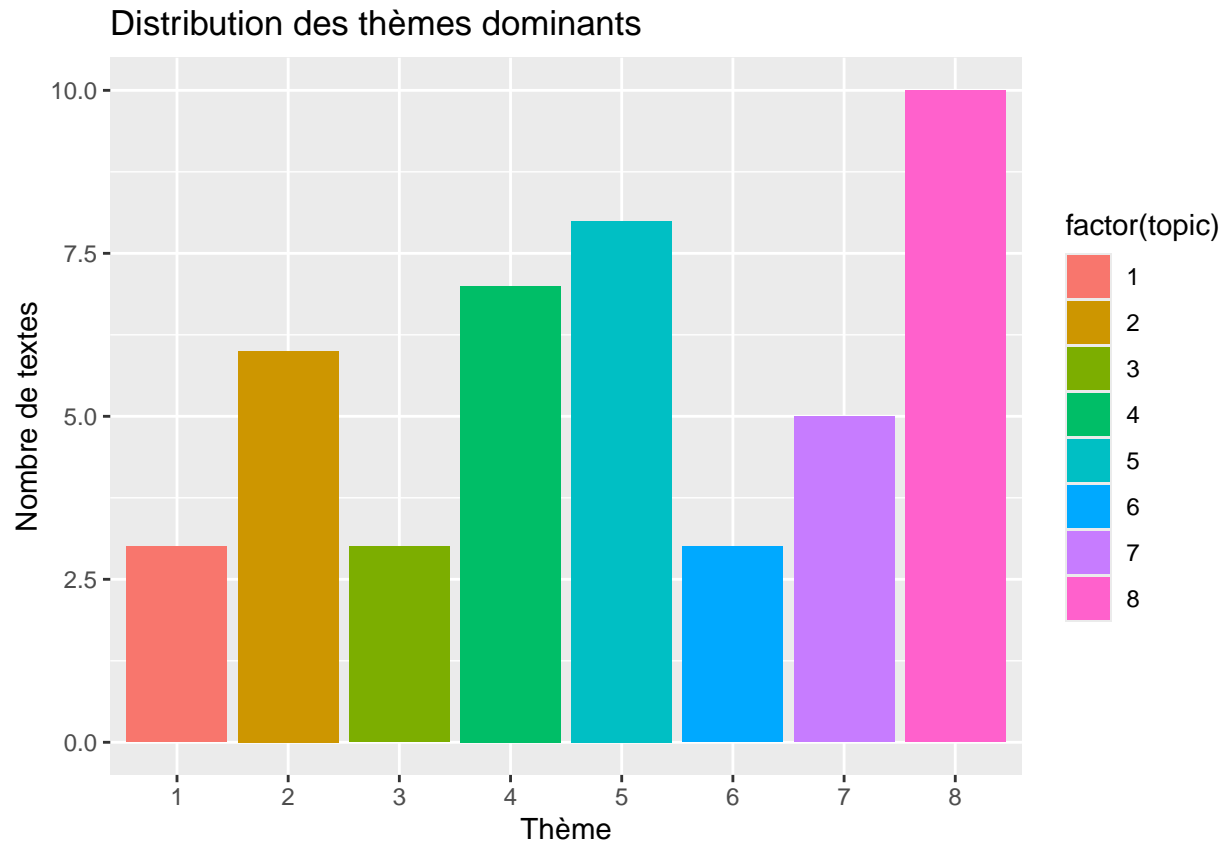
Ici pour chaque texte, on peut voir la probabilité qu'il a d'appartenir à chacun des thèmes.

```
# Nombre de texte dans chaque thème
textes_classified %>%
  count(topic)
```

```
## # A tibble: 8 x 2
##   topic     n
##   <int> <int>
## 1     1     3
## 2     2     6
## 3     3     3
## 4     4     7
## 5     5     8
## 6     6     3
## 7     7     5
## 8     8    10
```

Pour chaque thème, on voit le nombre de textes

```
# Visualisation des nombres de texte dans chaque thème
textes_classified %>%
  ggplot(aes(factor(topic), fill = factor(topic))) +
  geom_bar() +
  labs(title = "Distribution des thèmes dominants",
        x = "Thème", y = "Nombre de textes")
```



## Labellisation (très subjective)

```
# Labelliser les thèmes

textes_gamma <- textes_gamma %>%
  mutate(topic_label = case_when(
    topic == 1 ~ "Diversité culturelle et activités communes",
    topic == 2 ~ "Performances artistiques et intervention scénique",
    topic == 3 ~ "Présentation des cultures par les communautés",
    topic == 4 ~ "Aménagement de l'espace et la gestion du temps",
    topic == 5 ~ "Organisation",
    topic == 6 ~ "Suggestions d'amélioration",
    topic == 7 ~ "Organisation générale et impression globale",
    topic == 8 ~ "animation",
    TRUE ~ "Autre"
  ))
```

## 4. Approche Alternative avec BERTopic

BERTopic est un outil puissant de topic modeling (modélisation de sujets) qui permet d'extraire automatiquement des thèmes principaux à partir de textes non structurés. Il se distingue des approches classiques comme LDA par sa capacité à capturer des relations sémantiques en se basant sur le texte et non des mots tokenisés.

# Installation de miniconda et chargement du package reticulate

Pour utiliser les bibliothèques Python dans R (comme bertopic, sentence-transformers, etc.) qui sont nécessaires à notre analyse, on utilise le package reticulate, qui agit comme un pont entre R et Python. Afin d'assurer que tout fonctionne dans un environnement propre et contrôlé, nous allons installer Miniconda, une version légère de Conda, qui sert à gérer les environnements Python.

```
library(reticulate)

# Voir l'environnement actif de reticulate

py_config()

## Error in python_config_impl(python) :
## Error 103 occurred running C:/Users/lenovo/Documents/.virtualenvs/r-
reticulate/Scripts/python.exe:
## python:      C:/Users/lenovo/AppData/Local/R/cache/R/reticulate/uv/cache/archiv
v0/6h8sIL35_M-JaWAg2n46t/Scripts/python.exe
## libpython:   C:/Users/lenovo/AppData/Local/R/cache/R/reticulate/uv/python/cpyt
3.11.12-windows-x86_64-none/python311.dll
## pythonhome:  C:/Users/lenovo/AppData/Local/R/cache/R/reticulate/uv/cache/archi
v0/6h8sIL35_M-JaWAg2n46t
## virtualenv:  C:/Users/lenovo/AppData/Local/R/cache/R/reticulate/uv/cache/archi
v0/6h8sIL35_M-JaWAg2n46t/Scripts/activate_this.py
## version:    3.11.12 (main, Apr  9 2025, 04:03:34) [MSC v.1943 64 bit (AMD64)]
## Architecture: 64bit
## numpy:      C:/Users/lenovo/AppData/Local/R/cache/R/reticulate/uv/cache/archiv
v0/6h8sIL35_M-JaWAg2n46t/Lib/site-packages/numpy
## numpy_version: 2.2.4
##
## NOTE: Python version was forced by py_require()

# Installation des packages nécessaires dans l'environnement actif de reticulate
reticulate::py_install(
  packages = c("sentence-transformers", "hdbscan", "umap-learn", "bertopic"),
  pip = TRUE
)
```

## Importation des modules Python

Chaque module que nous importons est lié à une fonctionnalité clé :

- sentence\_transformers : gestion des modèles d'embedding de texte
- hdbscan : algorithme de clustering utilisé par BERTopic
- bertopic : la librairie principale pour la modélisation de sujets
- umap : utilisé pour projeter les embeddings dans un espace de plus faible dimension

```
sentence_transformers <- import("sentence_transformers")
hdbscan <- import("hdbscan")
bertopic <- import("bertopic")
umap <- import("umap") # important pour fixer le random_state
```



```
# □ Modèle d'embedding (changeable par d'autres plus bas)
embedding_model <- sentence_transformers$SentenceTransformer("paraphrase-MiniLM-L6-
```

Ici on utilise 'paraphrase-MiniLM-L6-v2', un modèle rapide et efficace. Mais il existe d'autres variétés plus puissantes mais qui sont plus robustes. Le tableau qui suit donne quelques détails.

```
# □ Comparaison de modèles d'embedding pour BERTopic
embedding_models <- data.frame(
  Modele = c(
    "paraphrase-distilbert-base-nli-stsb",
    "bert-base-nli-mean-tokens",
    "all-mpnet-base-v2"
  ),
  Taille = c(768, 768, 768),
  Precision_Semantique = c(
    "Bonne précision sémantique",
    "Très bonne précision sémantique",
    "Excellente précision sémantique"
  )
)
# □ Affichage du tableau
knitr::kable(embedding_models, caption = "Tableau comparatif de modèles d'embedding")
```

Table 1: Tableau comparatif de modèles d'embedding utilisables avec BERTopic

Modele	Taille	Precision_Semantique
paraphrase-distilbert-base-nli-stsb	768	Bonne précision sémantique
bert-base-nli-mean-tokens	768	Très bonne précision sémantique
all-mpnet-base-v2	768	Excellente précision sémantique

```
hdbscan_model <- hdbscan$HDBSCAN(
  min_cluster_size = reticulate::r_to_py(3L),
  min_samples = reticulate::r_to_py(1L)
)

# □ Réduction de dimension via UMAP avec seed fixée pour reproductibilité
umap_model <- umap$UMAP(
  n_neighbors = 15L,
  n_components = 5L,
  min_dist = 0.0,
  metric = "cosine",
  random_state = 42L # □ Seed fixée ici
)

# □ Création du modèle BERTopic
topic_model <- bertopic$BERTopic(
  language = "french",
  embedding_model = embedding_model,
  hdbscan_model = hdbscan_model,
  umap_model = umap_model
)
```

```
# □ Préparation des données
```

```
docs <- Texte_JI_filtered$Texte
ids <- Texte_JI_filtered$id # on garde l'id associé à chaque texte
```

```
result <- topic_model$fit_transform(docs)
```

```
# □ Extraction des résultats
```

```
topics <- result[[1]]
probs <- result[[2]]
```

```
topics
```

```
## [1] 4 3 5 3 1 0 0 0 2 2 1 0 2 2 3 0 5 0 3 4 1 1 1 1 3 3 1 0 0 2 0 4 0 0 0 0 1 2
## [39] 1 5 4 0 1 0 4
```

```
probs
```

```
## [1] 0.7649678 1.0000000 1.0000000 0.7850124 1.0000000 0.8767291 1.0000000
## [8] 1.0000000 1.0000000 1.0000000 0.9240548 1.0000000 0.8713598 1.0000000
## [15] 1.0000000 1.0000000 1.0000000 0.9533261 1.0000000 1.0000000 1.0000000
## [22] 0.9240548 0.9210614 1.0000000 0.8374228 0.6877206 1.0000000 1.0000000
## [29] 1.0000000 0.8713598 1.0000000 1.0000000 0.9533261 1.0000000 0.8585130
## [36] 1.0000000 1.0000000 0.9615890 0.9210614 1.0000000 1.0000000 1.0000000
## [43] 1.0000000 1.0000000 0.8038874
```

```
# □ Reconstruction du data.frame avec id + texte + classe
```

```
base_categorisee <- data.frame(
  id = ids,
  texte = docs,
  classe = topics,
  proba = probs
)
```

```
# □ Affichage des infos sur les thèmes trouvés
```

```
topic_info <- topic_model$get_topic_info()
head(topic_info)
```

```
##      Topic Count                                     Name
## 1         0      15                                0_de_la_pays_les
## 2         1      10                                1_bien_pour_soit_son
## 3         2       6                                2_tout_une_soirée_monde
## 4         3       6                                3_sketchs_des_courts_acteurs
## 5         4       5                                4_temps_prestations_réduire_le
## 6         5       3 5_court_métrage_culturelle_intégrer
```

```
##                                     Representation
## 1                                de, la, pays, les, présenter, culture, organisation, cultur
## 2                                bien, pour, soit, son, jours, espace, le, est, jou
## 3                                tout, une, soirée, monde, voir, salle, grande, dansa
## 4                                sketchs, des, courts, acteurs, les, aux, micro, e
## 5                                temps, prestations, réduire, le, il, faut, des, chanter, acc
## 6 court, métrage, culturelle, intégrer, créativité, preuve, diversité, participant
##
```

```
## 1 Que chaque pays présente sa culture de telle sorte les personnes qui ne connaissai
```

```

organisation pour permettre aux différentes cultures de nous présenter des activités c
## 2
## 3
## 4
## 5
## 6
métrage sur la diversité culturelle pour sensibiliser les participants

```

## 5. Catégorisation

Dans cette section, nous tentons de catégoriser les textes en se basant sur les différents thèmes générés par le modèle.

```

topic_info$label <- c(
  "Célébration et partage des cultures nationales",      # Topic 0
  "Aspect technique et organisation",                   # Topic 1
  "Mieux aménager l'espace",                           # Topic 2
  "Sketchs et prestations",                             # Topic 3
  "Gestion du timing lors des interventions",           # Topic 4
  "Touche créative et courtmétrages"                   # Topic 5
)

base_categorisee <- merge(
  base_categorisee,
  topic_info[, c("Topic", "label")],
  by.x = "classe",
  by.y = "Topic",
  all.x = TRUE
)

base_categorisee <- subset(base_categorisee, select = -c(classe, proba))

doc_vides <- data.frame(
  id = Id_texte_NA
)

# 2. Identifier les noms des autres colonnes (sauf "document")
autres_colonnes <- setdiff(names(base_categorisee), "id")

# 3. Ajouter des NA pour les autres colonnes
doc_vides[autres_colonnes] <- NA

# 4. Fusionner avec la base existante
textes_by_topic_complet <- rbind(base_categorisee, doc_vides)

# 5. Optionnel: trier par document si nécessaire
textes_by_topic_complet <- textes_by_topic_complet[order(textes_by_topic_complet$id)]

# Joindre les thèmes dominants avec les tweets originaux

```

```

Texte_JI$Texte <- NULL

textes_classified <- Texte_JI %>%
  inner_join(textes_by_topic_complet, by = c("id" = "id"))

head(textes_classified)

## # A tibble: 6 x 5
##   id `Classe de l'étudiant :` `Nationalité de l'étudiant` texte      label
##   <dbl> <chr>                <chr>                <chr>    <chr>
## 1     1 AS2                Congo                <NA>    <NA>
## 2     2 ISEP1              Cameroun            Donner à tem~ Gest~
## 3     3 AS2                Congo                <NA>    <NA>
## 4     4 AS1                Sénégal            Faire des sk~ Sket~
## 5     5 AS1                Cameroun            Intégrer un ~ Touc~
## 6     6 ISE1 Eco           Sénégal            <NA>    <NA>

```

Table 2: Suggestions pour améliorer l'organisation de la journée d'intégration

id	texte	label
1	NA	NA
2	Donner à temps le micro aux personnes qui vont chanter.	Gestion du timing lors des interventions
3	NA	NA
4	Faire des sketchs courts et bien donner le micro aux acteurs.	Sketchs et prestations
5	Intégrer un court-métrage sur la diversité culturelle pour sensibiliser.	Touche créative et court-métrages
6	NA	NA
7	Faire des sketch courts et donner le micro aux acteurs sur la scène.	Sketchs et prestations
8	NA	NA
9	Améliorer le son pour que tout soit bien audible.	Aspect technique et organisation
10	NA	NA

# CONCLUSION

L'analyse des questions ouvertes à l'aide des techniques de text mining met en lumière l'importance du **pré-traitement** des données textuelles. Cette étape cruciale permet de nettoyer, normaliser et structurer le texte afin de le rendre exploitable pour les algorithmes d'analyse. Cependant, il est important de noter que les outils de prétraitement sont plus adaptés et optimisés pour **l'anglais**, notamment en ce qui concerne les listes de **stop words**, les outils de **stemming** ou de **lemmatisation**. Cela constitue un frein lorsqu'on travaille sur des textes en français ou dans d'autres langues moins représentées.

Parmi les méthodes explorées, **LDA (Latent Dirichlet Allocation)** permet d'identifier des thématiques en se basant sur la fréquence des mots. Toutefois, cette approche présente des **limites importantes** : elle repose uniquement sur la **co-occurrence de mots**, sans prendre en compte leur sens réel ou leur contexte sémantique. Ainsi, des textes exprimant des idées similaires avec des mots différents peuvent ne pas être associés au même thème, ce qui réduit la pertinence de l'analyse dans certains cas.

C'est dans ce cadre que **\*BERTopic\*** se distingue. En s'appuyant sur des modèles d'embeddings comme BERT, il permet de capter la sémantique des phrases. Il devient alors possible de regrouper des textes similaires même si les mots employés sont différents. Cette approche offre une compréhension plus fine et plus pertinente des idées exprimées dans les données.

Cela dit, il est essentiel de garder à l'esprit que le traitement des textes reste une tâche **complexe et imparfaite**. La diversité des styles, des formulations, des niveaux de langue ou encore des erreurs d'écriture rend l'analyse automatique difficile. Les résultats doivent donc être interprétés avec précaution, et idéalement complétés par une validation **humaine** pour garantir leur fiabilité.

## Références Bibliographiques

- Classification
- Prétraitement
- Prétraitement
- Topic modeling