

---

# TRAVAIL PRATIQUE #3 - CLASSIFICATION DE TEXTES ET ANALYSE DE SENTIMENTS DANS LES CONVERSATIONS



---

WILLIAM BOURGET  
111 129 490  
SAMUEL LÉVESQUE  
111 127 772

POUR LE COURS IFT-7022  
TECHNIQUES ET APPLICATIONS DU TRAITEMENT DE LA LANGUE NATURELLE

PRÉSENTÉ LE 14 DÉCEMBRE 2018 AU PROFESSEUR

LUC LAMONTAGNE

*Département d'informatique et de génie logiciel  
Faculté des sciences et de génie  
Université Laval*



FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE  
UNIVERSITÉ LAVAL  
AUTOMNE 2018

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Analyse préliminaire des données</b>	<b>2</b>
2.1	Analyse des <i>emojis</i> et des binettes . . . . .	2
2.2	Choix des variables à ajouter . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Procédure et méthodologie</b>	<b>6</b>
3.1	Corpus et objets de compte . . . . .	6
3.2	Modèles de classification . . . . .	7
3.3	Optimisation de paramètres . . . . .	8
3.4	Test du modèle . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Résultats et conclusions</b>	<b>9</b>
4.1	Simulation de prédictions . . . . .	9
4.2	Prédictions sur le jeu de test . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Améliorations et retrospective sur le projet réalisé</b>	<b>11</b>
5.1	Améliorations possibles . . . . .	11
5.2	Apprentissage . . . . .	12
<b>6</b>	<b>Annexe</b>	<b>12</b>
6.1	Liste de scores d'optimisation . . . . .	12

# 1 Introduction

Ce projet porte sur la seconde suggestion de travaux proposée sur le site de cours : *Classification de texte et analyse de sentiments dans les conversations*. Le but consiste à prédire le sentiment (happy, angry, sad) dégagé dans un échange de 3 textos. Un corpus d'entraînement est fourni pour réaliser la tâche.

Le code est constitué de plusieurs fichiers. Le plus important est celui nommé *Main*. C'est le seul que l'on ait besoin de rouler. Différentes options d'exécution sont offertes :

```
##### Options d'exécution du code #####
bool_faire_analyse_donnees_preliminaire = True # Environ 240 secondes
bool_faire_analyse_rapide_modeles = True # Environ 200 secondes
bool_faire_longue_optimisation = True # Environ 2h30
bool_faire_test_meilleur_model = True # Environ 240 secondes
bool_faire_prediction = True # Environ 260 secondes
bool_print_tous_models_optimisation = True # Rapide
boolajouter_autres_features = True # Augmente considérablement les délais .55 secondes
↪ passe à 240 secondes
```

`bool_faire_analyse_donnees_preliminaire = True` permet de faire l'analyse préliminaire des données présentée dans la section [Analyse préliminaire des données](#).

`bool_faire_analyse_rapide_modeles = True` permet de faire l'analyse présentée dans la sous-section [Modèles de classification](#).

`bool_faire_longue_optimisation = True` permet de compléter l'optimisation présentée dans la sous-section [Modèles de classification](#).

`bool_faire_test_meilleur_model = True` permet d'obtenir les résultats présentés dans la sous-section [Simulation de prédictions](#).

`bool_faire_prediction = True` permet de faire les prédictions présentées dans la sous-section [Prédictions sur le jeu de test](#).

`bool_print_tous_models_optimisation = True` permet d'afficher tous les résultats possibles de modèles créés dans la sous-section [Optimisation de paramètres](#).

`boolajouter_autres_features = True` permet de transformer les *emojis* en texte et d'ajouter les attributs supplémentaires présentés à la section [Analyse préliminaire des données](#).

## 2 Analyse préliminaire des données

### 2.1 Analyse des *emojis* et des binettes

En regardant rapidement les données fournies dans le fichier *train.txt*, on peut voir que les échanges de textos sont très courts. Également, il y a beaucoup d'*emojis* et de binettes créés à partir de caractères spéciaux (ex : :), :D, :(, :-)).

On peut regarder le nombre de textes avec la présence d'au moins un emoji particulier selon chaque classe pour voir si ceux-ci semblent être beaucoup plus présents dans une classe ou une autre. Les résultats obtenus pour quelques emojis testés se trouvent dans la table 1



TABLE 2 – Comptes des chaînes de caractères spéciaux

Chaîne de caractères	Angry	Happy	Sad	Others
;-)	2	13	6	14
:(	71	18	348	101
;(	3	0	24	3
:'(	7	3	29	6
:/	40	13	33	49
:-/	6	2	1	4
:-('	5	0	21	6
Série de .	469	410	459	1085
Série de !	90	63	68	162
Série de ?	54	22	64	180
Série de ! ou ?	157	89	148	359

On peut voir que les smileys qui ont une apparence plus joyeuse (ex : :), :D) sont souvent utilisés dans des textos joyeux ou autres. Pour ce qui est de ceux avec une apparence triste, on remarque qu'ils sont souvent dans les textos tristes et parfois ceux fâchés.

On peut également analyser la ponctuation, plus particulièrement une série de 3 signes de ponctuation et plus (ex : ...,!!!!,????,?!?!?!). Les séries de points ne semblent pas particulièrement être plus présentes dans une classe particulière. Pour ce qui est des séries de ! ou ?, on remarque qu'elles sont plus présentes dans les textos fâchés et triste.

On peut également s'attarder au pourcentage de lettres en majuscule dans un texto, ainsi que le score de sentiment, le nombre de mots positifs et négatifs. Les résultats obtenus pour chacun de ces attributs sont présentés dans la table 3.

TABLE 3 – Analyse des attributs de sentiments

Attribut	Angry	Happy	Sad	Others
Moyenne de lettres en majuscule	0,078271	0,079926	0,076783	0,082716
Moyenne de score de sentiment	-0,272566	0,417544	-0,201983	0,077257
Moyenne de nombre de mots positifs	0,594987	1,181475	0,786198	0,698689
Moyenne de nombre de mots négatifs	1,054668	0,538770	1,068094	0,523013

Le score de sentiment utilisé est calculé avec *Senti Word Net* en sommant les valeurs de sentiment attribuées à chaque mot de l'échange de textos. Le nombre de mots positifs/négatifs est calculé en comptant le nombre de mots avec des valeurs de sentiment supérieur/inférieur à 0.

On constate que le pourcentage de lettre majuscule dans les textos est similaire pour toutes les classes, on aurait pu penser qu'il aurait été plus haut pour les textos fâchés.

Les 3 variables associées aux sentiments semblent beaucoup parler. En effet, les catégories triste et fâché ont des connotations beaucoup plus négatives, alors que la classe joyeuse a beaucoup plus de mots positifs. Cela n'est pas très surprenant.

## 2.2 Choix des variables à ajouter

On peut maintenant décider quelles variables supplémentaires nous ajouterons dans notre modèle. La sélection des variables s'est de façon assez subjective en analysant les comptes des attributs présentés dans la section [Analyse préliminaire des données](#) et en ajoutant les attributs qui semblaient avoir le plus grand pouvoir discriminant. Voici la liste des variables ajoutées :

```
add_sentiment_features(data_frame)

add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":\)", "Ind :)")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":D", "Ind :D")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ";\)", "Ind ;)")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":-\)", "Ind :-)")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":\)|:D|;\)|=\)|:-\)|;-\\|:'\)|:^\\|:]", "Ind smiley positif")

add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":\(", "Ind :(")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ";\(", "Ind ;(")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":'\(", "Ind :'(")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":/", "Ind :/")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":-\(", "Ind :-(")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, ":\(|:~(|=\\(|:-\\(|:'\(|:^\\(|:~(|:/|:-/", "Ind smiley negatif")

add_presence_of_characters_feature(data_frame, "!{3,}", "Ind serie de !")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, "?{3,}", "Ind serie de ?")
add_presence_of_characters_feature(data_frame, "[!\?]{3,}", "Ind serie de ! ou ?")
```

La fonction `add_sentiment_features` ajoute les 3 variables de sentiments, la fonction `add_presence_of_characters_feature` ajoute un 1 si l'expression régulière donnée en argument est trouvée dans l'échange de textos, 0 sinon. Ainsi, les variables de sentiments, des indicateurs de *smileys* positifs, négatifs et de séries de ponctuations sont ajoutés comme variables.

En conclusion, lorsqu'on roule le code avec `bool_ajouter_autres_features=True`, on ajoute les variables décrites ci-dessus et on transforme tous les *emojis* en texte.

### 3 Procédure et méthodologie

Pour parvenir à réaliser la tâche, on utilisera un objet de compte fourni dans la librairie *sklearn* avec d'autres variables décrites dans la section *Analyse préliminaire des données*. Ensuite encore avec *sklearn*, nous utiliserons un modèle de classification pour prédire l'émotion dégagée dans les échanges de textos.

Pour simuler un test sur nos données, le corpus d'entraînement fourni dans *train.txt* sera directement séparé en corpus d'entraînement (80%) et en corpus de test(20%) pour pouvoir évaluer la performance de notre modèle. Ainsi, tous les tests seront réalisés avec 80% des données. À la fin complètement, le meilleur modèle sera entraîné avec les données d'entraînement et de test.

#### 3.1 Corpus et objets de compte

Pour créer le corpus, nous combinerons les 3 échanges de textos en un seul texte séparé par des espaces entre chaque texto. Ainsi, cet échange :

1. Don't worry I'm girl
2. hmm how do I know if you are
3. What's ur name ?

Devient :**Don't worry I'm girl hmm how do I know if you are What's ur name ?** . Ce qui forme le premier texte de notre corpus. Le même processus est appliqué à tous les autres textes.

Pour transformer les mots de notre corpus sous une forme numérique, nous testerons 3 modèles différents : le compte de mots, la présence de mots (0 ou 1) et la valeur TF-IDF (term frequency-inverse document frequency). Pour chacun d'entre eux, nous retirerons les mots outils (*stop words*). Les seuls paramètres qui seront modifiés sont : le nombre de n gram utilisés et la fréquence minimale conservée pour chaque n gram.

Il est noté qu'on conservera toutes les classes de mots et aucun stemming ne sera appliqué étant donné la nature des textes avec lesquels on travaille :

```
Bad Bad bad! That's the bad kind of bad.   I have no gf    sad
Ok get it..... I made it an option Ok  others
Money money and lots of money😊😊   I need to get it tailored but I'm in love with it 😊😊😊 happy
My gf left ne   Get over it. Go out with someone else.  Me* sad
get lost   I know you guys want to loose to me always. I don't want to talk u any more angry
You are lying and i know that   I KNOW YOU'RE LYING, AB BYS 😊😊 sad
Ur creator is very bad  you are only the creator of your brain. 😊 sad
ehat is hehe   Haha is more like:Hehe is more of a giggle. ;^) what*  others
```

On peut voir que certains mots sont inventés, d'autres mal écrits et certains sont des abréviations. Par conséquent, le stemming ou la conservation de classe ouverte seulement ne serait pas une bonne idée puisque beaucoup d'information serait perdue.

En conclusion, la matrice de données utilisée pour nos modèles de classification sera composée de données d'un des 3 objets de compte décrits dans cette sous-section avec ou sans les attributs supplémentaires décrits dans la section *Analyse préliminaire des données* (si `bool_ajouter_autres_features=True`).

### 3.2 Modèles de classification

4 modèles de classification seront testés : SVM, K-PPV, Régression Logistique et MLP. Pour débiter, on peut tester ces modèles avec des paramètres déterminés de façon arbitraire. Pour évaluer le score de performance, on peut utiliser la métrique qui sert à l'évaluation du concours :

Evaluation will be done by calculating microaveraged F1 score ( $F1_{\mu}$ ) for the three emotion classes i.e. Happy, Sad and Angry on the submissions made with predicted class of each sample in the Test set. To be precise, we define the scoring as following:

$$P_{\mu} = \sum T_{Pi} / \sum (T_{Pi} + F_{Pi}) \forall i \{Happy, Sad, Angry\}$$

$$R_{\mu} = \sum T_{Pi} / \sum (T_{Pi} + F_{Ni}) \forall i \{Happy, Sad, Angry\}$$

where  $T_{Pi}$  is the number of samples of class  $i$  which are correctly predicted,  $F_{Ni}$  and  $F_{Pi}$  are the counts of Type-I and Type-II errors respectively for the samples of class  $i$ .

Our final metric  $F1_{\mu}$  will be calculated as the harmonic mean of  $P_{\mu}$  and  $R_{\mu}$ .

Cette valeur basée sur le nombre de vrais positifs, de faux négatifs et de faux positifs de chaque classe sera calculée 3 fois avec une validation 3-plis sur nos données d'entraînement.

$$F1_u = \frac{2}{\frac{1}{P_u} + \frac{1}{R_u}} \quad (3.1)$$

On peut tester les modèles suivants avec nos objets de compte 1 gram avec occurrence minimale de 40 :

**SVM**(Support Vector Machine) : avec paramètres par défaut.

**KPPV** (K plus proche voisins) : avec 5 voisins.

**Régression Logistique** : avec paramètres par défaut. (Un contre tous pour le cas multivarié)

**MLP** (Multi Layer Perceptron) : avec 2 couches cachées de 100 neurones chaque.

Les résultats ainsi obtenus sont présentés dans la figure 4.

TABLE 4 – Scores F1 de nos modèles de classification

Vectorisation des mots	Modèle	Score F1	
		Sans ajout de features	Avec ajout de features
Word Count	SVM	0,3457	0,3710
	k-PPV	0,3836	0,4456
	Régression logistique	0,5958	0,6610
	MLP	0,5440	0,6114
Word Count binaire	SVM	0,3223	0,3284
	k-PPV	0,3727	0,4040
	Régression logistique	0,6046	0,6797
	MLP	0,5428	0,6141
TF-IDF	SVM	0,0229	0,0339
	k-PPV	0,4440	0,4482
	Régression logistique	0,5833	0,6552
	MLP	0,5443	0,6115

On remarque que peu importe le modèle, l'ajout d'autres features que celles de comptes augmente le score du modèle. Les 3 objets de compte semblent avoir des scores similaire d'un modèle à l'autre, on ne peut pas facilement en distinguer un qui sort du lot. Pour ce qui est des modèles de classification, le modèle de



régression logistique semble mieux performer que les autres. Cela est probablement dû au fait que les autres modèles ont plus de paramètres à optimiser pour arriver à de bons résultats contrairement à la régression logistique qui en a peu (voir pas).

### 3.3 Optimisation de paramètres

Pour optimiser tous nos paramètres, autant pour les objets de compte que pour les modèles de classification, on calcule le score défini à la section précédente pour plusieurs combinaisons de paramètres possibles. Voici les paramètres choisis pour ces tests :

**SVM**(Support Vector Machine) : valeur de C, type de noyau (kernel)

**KPPV** (K plus proche voisins) : nombre de voisins k, type de poids

**Régression Logistique** : type de pénalité appliquée

**MLP** (Multi Layer Perceptron) : nombre de neurones pour chaque couche cachée.

Voici les listes des valeurs choisies :

```
#List de test pour objet de compte
list_n_gram=[1]
list_min_freq=[2,5,10]
list_nom_objet_compte=["Word counts", "Binary Word counts", "Tfidf"]

#List SVM
list_SVM_c=[0.1,1,10]
list_SVM_kernel=["rbf", "linear"]

#List K-PPV
list_KPPV_k=[2,5,8,13,18,23]
list_KPPV_weight=["uniform", "distance"]

#List log reg
list_LogReg_penalty=["l1", "l2"]

#List MLP
list_MLP_hidden_layer_shape=[(10,), (10,10), (50,50), (100,100), (200,200), (100,100,100), (100,100,100,100), (50,50,50,50,50), (10,10,10,10,10,10,10,10)]
```

Cela fait donc  $(1 * 3 * 3) * (3 * 2 + 6 * 2 + 2 + 9) = 261$  combinaisons possibles à tester. La combinaison ayant le meilleur score sera sauvegardée sur le fichier *Dictionnaire\_parametre\_meilleur\_model* sous la forme d'un dictionnaire contenant ses paramètres. Le dictionnaire prend la forme suivante : {nom du classificateur, score, dictionnaire de paramètres du classificateur, nom du modèle de compte, dictionnaire de paramètres du modèle de compte}.

### 3.4 Test du modèle

Pour tester notre modèle, on charge le dictionnaire avec nos meilleurs paramètres contenus sur *Dictionnaire\_parametre\_meilleur\_model*. On entraîne le modèle sur l'ensemble de notre 80% de données séparées au tout début et on prédit le 20% jamais touché lors de notre optimisation ou entraînement. Le meilleur modèle et les résultats sont présentés à la prochaine section.

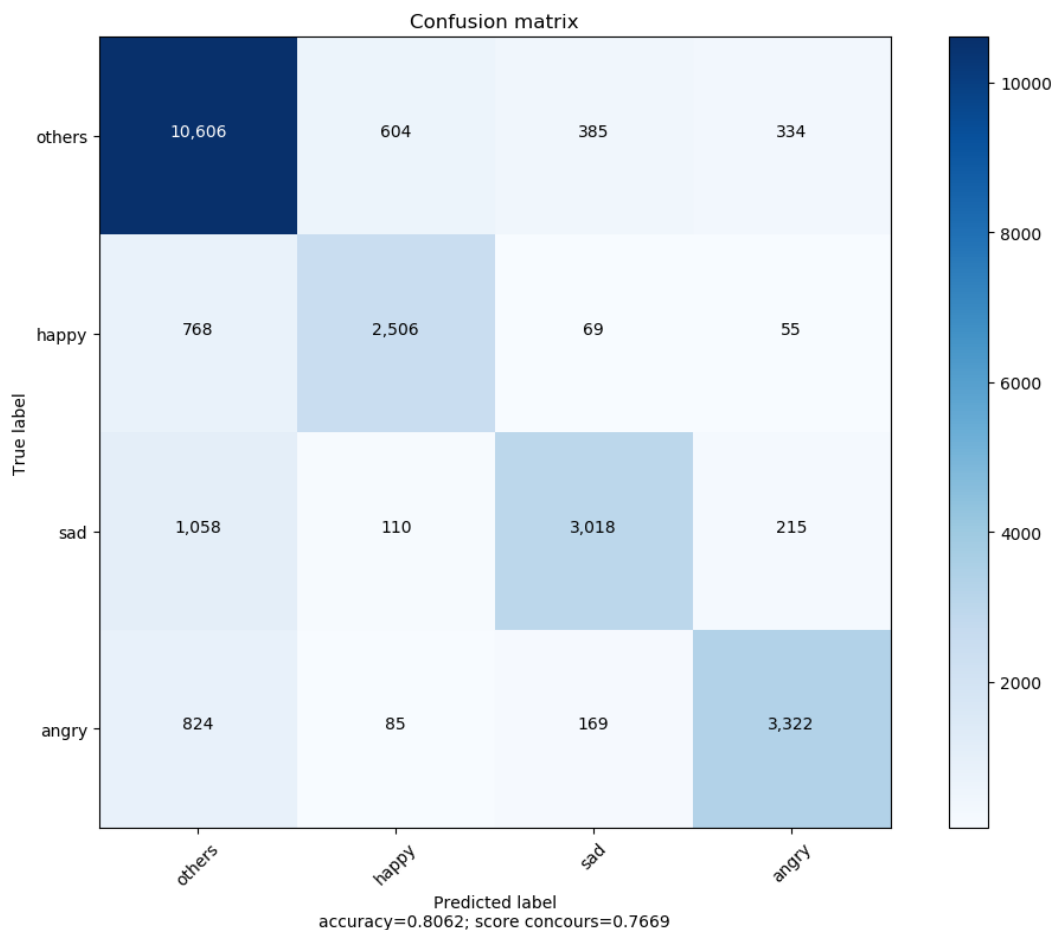
## 4 Résultats et conclusions

### 4.1 Simulation de prédictions

Après optimisation, on obtient que le modèle ayant le mieux performer en validation est un celui avec un objet de compte binaire (0 ou 1) qui utilise des 1 gramme et qui conserve une fréquence minimale de 2 mots. Le modèle de classification utilisé est une régression logistique avec une pénalité de choix de paramètres  $L1$  :

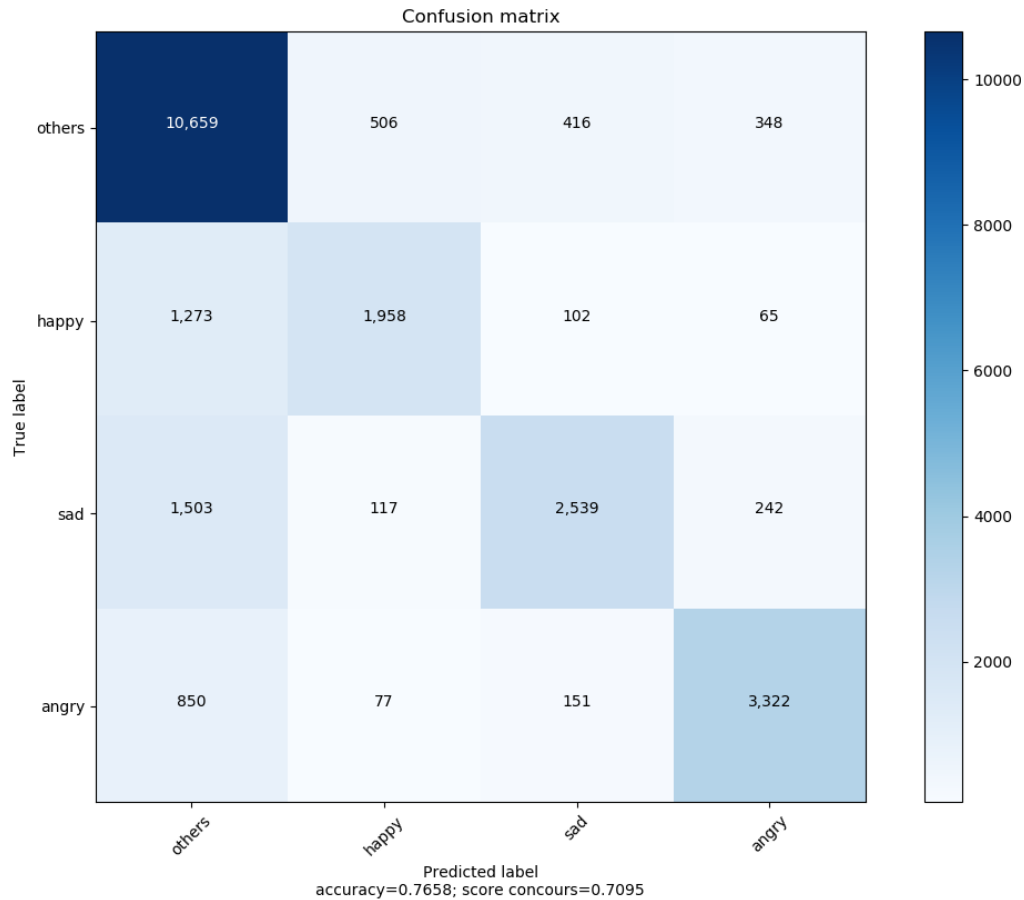
```
Paramètres meilleur modèle: {'clf name': 'LogReg', 'score': 0.7616916517620598, 'Dict param clf': {'penalty': 'l1'}, 'Nom compteur': 'Binary Word counts', 'Dict param compteur': {'n gram': 1, 'freq min': 2}}
```

On peut évaluer notre modèle en calculant le score qu'on obtiendrait sur 80% de notre corpus d'entraînement qui sert d'entraînement, et 20 % qui sert de test. Avec notre meilleur modèle, on obtient les résultats suivants :



On peut voir que le score utilisé par le concours de 0.7669 est quand même assez haut. On remarque que la plupart des erreurs faites sont majoritairement de prédire happy, sad et angry comme étant others. De plus, la confusion entre sad et angry est un peu plus élevée qu'entre les autres paires d'émotions puisque qu'on peut supposer que les deux sont à caractère négatif.

On peut également observer la matrice de confusion lorsque l'on n'ajoute pas les variables d'emoji et de binettes :



On voit tout de suite que le score est beaucoup moins bon (0.7095 au lieu de 0.7669). On peut voir que beaucoup plus de classe happy et sad ont été prédites comme étant others (768 à 1273 et 1058 à 1503). Pour ce qui est de angry, les nombres changent très peu, on peut supposer qu'il y a très peu d'emojis et de binettes dans notre corpus de test pour la classe angry.

Encore une fois, on peut supposer que notre modèle avec les variables ajoutées est meilleur que celui sans, à cause du meilleur score. On peut également comparer notre score aux meilleurs scores soumis à la compétition :

#	Username	Score
1	parag11	0.7482
2	zhaopku	0.7475
3	soujanyaporla	0.7429

On peut conclure qu'un score de 0.7669 en simulation de test est donc très bon. Il est toutefois difficile de bien comparer puisque la répartition des classes n'est pas la même dans le corpus à prédire. Le fichier de test avait environ 16.6% de happy, sad, angry et 50% de others, alors que le fichier à prédire a des proportions de 4% et 88%.

On peut quand même être réellement satisfait du résultat puisque cela ne devrait pas trop affecter nos

prédictions.

## 4.2 Prédictions sur le jeu de test

On peut observer nos prédictions sur le jeu de test en entraînant notre modèle sur le jeu d'entraînement au complet. Voici les 30 premières prédictions :

	Corpus test	Label prédit
0	🔴 Then dont ask me YOURE A GUY NOT AS IF YOU WOULD UNDERSTAND IM NOT A GUY FUCK OFF	angry
1	Mixed things such as?? the things you do. Have you seen minions??	others
2	🟢 Today I'm very happy and I'm happy for you ❤️ I will be marry	happy
3	Woah bring me some left it there oops Brb	others
4	it is thooooo I said soon master. he is pressuring me	others
5	Wont u ask my age?? hey at least I age well! Can u tell me how can we get closer??	others
6	🔴 I said yes What if I told you I'm not? Go to hell	angry
7	Where I ll check why tomorrow? No I want now	others
8	Shall we meet you say- you're leaving soon...anywhere you wanna go before you head? ?	others
9	🟡 Let's change the subject I just did it .l. You're broken	sad
10	Your pic pz thank you X-D wc	others
11	not mine done for the day ? can my meet to sexy girl	others
12	I want to play the game if you just finished the game... then you haven't finished the game..... #Emojisong	others
13	Iam sorry why sorry ! 🤡 I insult you	others
14	How much depends on how long your internet has been out!!! U have bf	others
15	Ok Thank you. xD What about cortanan	others
16	So the story? yeah indeed 🤖 Tomorrow probably	others
17	May be yea i hope soo!! Can you do complex calculations	others
18	🟡 So come on na.. Want u so badly. now you're tempting me to. So why are you still away from my body??	sad
19	No you aren't oh I am Really?	others
20	Are u a one I'm the normal one, if you want What I want	others
21	But... then I'm feeling nervous	others
22	Send me any video or songs Video or Text S	others
23	Why why what How r u	others
24	Do it but why? Aaah ...u lack creativity at some extent	others
25	Yeah going out with the parson outside in the city or in the parc Yeah..... I don't live in the city... X So where do you live	others
26	Then go to sleep you never sleep I will	others
27	🟡 He's very depressed and i want to help him but how should i do.....it feels very bad seeing your best friend like this Dance to enjoy, not to please. Ohhhh	sad
28	Oh great Yeah do you have any plans for today? No i don't have any plan	others
29	I don't have plans for the weekend. you did saturday with me but I see how it is What are you talking about?	others

Il est difficile d'analyser facilement nos prédictions puisqu'on n'a pas les classes à notre disposition.

On peut toutefois voir qu'à tous ceux pour lesquels on prédit soit happy/angry/sad, les prédictions semblent bonnes sauf pour le numéro 18 qui n'a clairement pas l'air triste. On peut supposer que cet échange cocasse est mal classé à cause de "Want u so badly". En effet, le mot "*badly*" a une forte connotation négative, ce qui induit notre modèle à classer ce texte en tant que triste.

En regardant rapidement, on peut voir que ceux classés comme *others* ont l'air particulièrement neutre, sauf peut-être le 13, mais cela est assez subjectif.

Ce petit échantillon nous laisse avec une très bonne impression de notre modèle.

## 5 Améliorations et retrospective sur le projet réalisé

### 5.1 Améliorations possibles

Plusieurs améliorations ou changements pourraient être effectués pour réaliser ce projet, en voici quelques uns :

1. Lors de la création du corpus, on considère l'échange de 3 textos comme un gros bloc de texte. Il pourrait être intéressant de tenter de trouver une relation entre les échanges qui pourrait aider à faire une meilleure classification.
2. Un gros problème du projet réalisé est le problème de "*runtime*" du code. En effet, l'ajout de variables de sentiment dans les attributs augmente terriblement le temps d'exécution du code. Il faudrait revoir en entier les fonctions qui y sont associées.

3. Un travail plus exhaustif et robuste pourrait être fait sur les binettes ajoutées comme variables. On pourrait faire un modèle qui analyse toutes les chaînes de caractères spéciaux et qui détermine le degré de signification de chacune pour toutes nos classes.
4. Dans l'optimisation de paramètres, on pourrait tester un nombre de n gramme supérieur à 1.

## 5.2 Apprentissage

Ce fut un projet très intéressant qui permet d'appliquer plusieurs connaissances en traitement de langue naturelle. Il permet d'appliquer les notions de classification de textes, d'analyse de sentiment et les expressions régulières.

L'utilisation d'emojis et de binettes pour classer les échanges de textos était également très intéressant.

Le projet fut également très formateur pour l'auteur du code Python qui contrairement à son habitude, a tenté de faire un code plus lisible et réutilisable pour d'autres applications.

# 6 Annexe

## 6.1 Liste de scores d'optimisation

```
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.0,
  "dict param clf": {
    "C": 0.1,
    "Kernel": "rbf",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.6985357583653151,
  "dict param clf": {
    "C": 0.1,
    "Kernel": "linear",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.015125407049192335,
  "dict param clf": {
    "C": 1,
    "Kernel": "rbf",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.7203334307634552,
  "dict param clf": {
    "C": 1,
    "Kernel": "linear",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.2747888748514791,
  "dict param clf": {
    "C": 10,
    "Kernel": "rbf",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.6768962802374062,
  "dict param clf": {
    "C": 10,
    "Kernel": "linear",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.3614611802777718,
  "dict param clf": {
    "k": 2,
    "Weight": "uniform",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.4347727247707239,
  "dict param clf": {
    "k": 2,
    "Weight": "distance",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.41517155952314216,
  "dict param clf": {
    "k": 5,
    "Weight": "uniform",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.43916833080919765,
  "dict param clf": {
    "k": 5,
    "Weight": "distance",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.39186009589398835,
  "dict param clf": {
    "k": 8,
    "Weight": "uniform",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.4280308019194216,
  "dict param clf": {
    "k": 8,
    "Weight": "distance",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.36477669092119985,
  "dict param clf": {
    "k": 13,
    "Weight": "uniform",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.395230730118086,
  "dict param clf": {
    "k": 13,
    "Weight": "distance",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.3485283390717491,
  "dict param clf": {
    "k": 18,
    "Weight": "uniform",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.3728407461495076,
  "dict param clf": {
    "k": 18,
    "Weight": "distance",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.33011915129228975,
  "dict param clf": {
    "k": 23,
    "Weight": "uniform",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.34977414468808415,
  "dict param clf": {
    "k": 23,
    "Weight": "distance",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "LogReg",
  "score": 0.744015821660455,
  "dict param clf": {
    "penalty": "l2",
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.6537570223803751,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (10, ),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.6463201470454588,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (10, 10),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.6607520268306001,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (50, 50),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.6737236145085261,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (100, 100),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.68379386850286841,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (200, 200),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.6755009147725252,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (100, 100, 100),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.6634481402051691,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (100, 100, 100, 100),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.6654684054979634,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (50, 50, 50, 50, 50),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "MLP",
  "score": 0.5192589850460636,
  "dict param clf": {
    "hidden layers sizes": (10, 10, 10, 10, 10, 10, 10),
    "Nom compteur": "Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.0,
  "dict param clf": {
    "C": 0.1,
    "Kernel": "rbf",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.700533768960601,
  "dict param clf": {
    "C": 0.1,
    "Kernel": "linear",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.0,
  "dict param clf": {
    "C": 1,
    "Kernel": "rbf",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.7283107011786764,
  "dict param clf": {
    "C": 1,
    "Kernel": "linear",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.12410864427508339,
  "dict param clf": {
    "C": 10,
    "Kernel": "rbf",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "SVM",
  "score": 0.687539612434585,
  "dict param clf": {
    "C": 10,
    "Kernel": "linear",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.30552574539044813,
  "dict param clf": {
    "k": 2,
    "Weight": "uniform",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.39802332231743637,
  "dict param clf": {
    "k": 2,
    "Weight": "distance",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
},
{
  "clf name": "KFPV",
  "score": 0.34872364479595396,
  "dict param clf": {
    "k": 5,
    "Weight": "uniform",
    "Nom compteur": "Binary Word counts",
    "Dict param compteur": {
      "n gram": 1,
      "freq min": 2
    }
  }
}
```

Le reste des pages peuvent être "print" avec le code, avec `bool_print_tous_models_optimisation`