

## Introduction Générale

Ce projet s'inscrit dans le cadre du cours de Machine Learning et a pour objectif de développer un système de classification automatique capable de détecter le sarcasme dans des tweets en anglais. Le sarcasme, forme d'ironie souvent difficile à interpréter même pour un lecteur humain, représente un défi particulièrement intéressant pour les modèles de traitement du langage naturel (NLP).

Nous utilisons le jeu de données `iSarcasmEval_En`, composé de tweets annotés comme sarcastiques ou non. Notre démarche suit un pipeline classique de machine learning :

1. Exploration et analyse des données pour comprendre la structure et la distribution des classes.
2. Prétraitement des textes afin de nettoyer et normaliser les tweets.
3. Vectorisation pour transformer le texte en représentations numériques exploitables par les modèles.
4. Entraînement et évaluation de plusieurs algorithmes de classification supervisée.
5. Comparaison des performances pour identifier le modèle le plus adapté à la tâche.
6. Test final et sauvegarde

## Traitement

### ***Importation des Libraires***

In [66]:

```
import pandas as pd
import numpy as np
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
from wordcloud import WordCloud, STOPWORDS
import re
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.svm import LinearSVC
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier, GradientBoostingClassifier
from sklearn.naive_bayes import GaussianNB
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score, classification_report, confusion_matrix
from sklearn.model_selection import train_test_split
import xgboost as xgb
import lightgbm as lgb
import joblib
from collections import Counter
from imblearn.over_sampling import BorderlineSMOTE
```

## 1-Exploration et Analyse des Données (EAD)

### 1. Analyse des colonnes et distribution des classes

```
In [67]: train_data = pd.read_csv('train.En.csv')
train_data.info()
train_data.head()
train_data.describe()
counts = train_data['sarcastic'].value_counts()

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 3468 entries, 0 to 3467
Data columns (total 10 columns):
 #   Column           Non-Null Count  Dtype  
--- 
 0   Unnamed: 0        3468 non-null    int64  
 1   tweet             3467 non-null    object  
 2   sarcastic         3468 non-null    int64  
 3   rephrase          867 non-null    object  
 4   sarcasm           867 non-null    float64 
 5   irony              867 non-null    float64 
 6   satire             867 non-null    float64 
 7   understatement     867 non-null    float64 
 8   overstatement      867 non-null    float64 
 9   rhetorical_question 867 non-null    float64 
dtypes: float64(6), int64(2), object(2)
memory usage: 271.1+ KB
```

### Interprétation

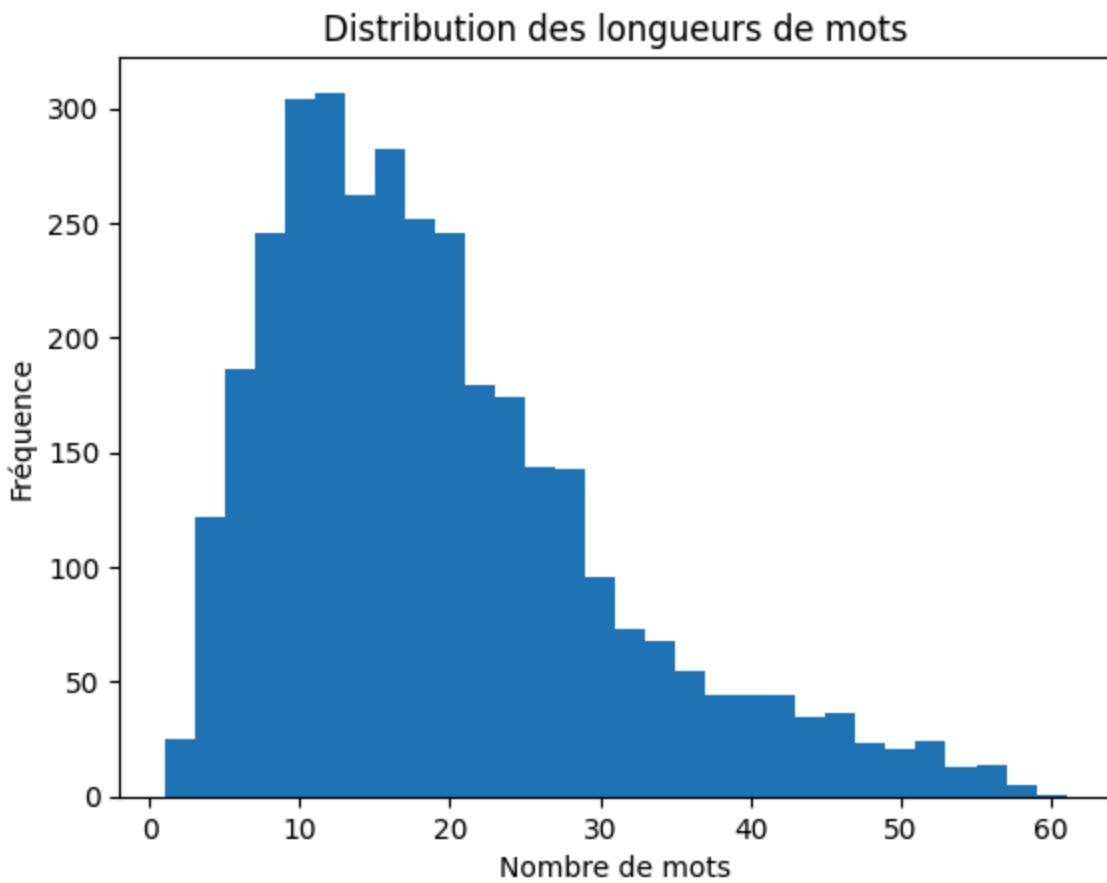
**Les informations affichées montrent que le dataset est propre.Néanmoins, la répartition des classes dans la variable sarcastic n'est cependant pas parfaitement équilibrée.On observe généralement que les tweets non sarcastiques sont plus nombreux que les sarcastiques, ce qui peut introduire un biais dans l'entraînement.**

### 2. Mesure de la longueur des textes

```
In [68]: train_data['word_count'] = train_data['tweet'].apply(lambda x: len(str(x).split()))
train_data['char_count'] = train_data['tweet'].apply(lambda x: len(str(x)))
```

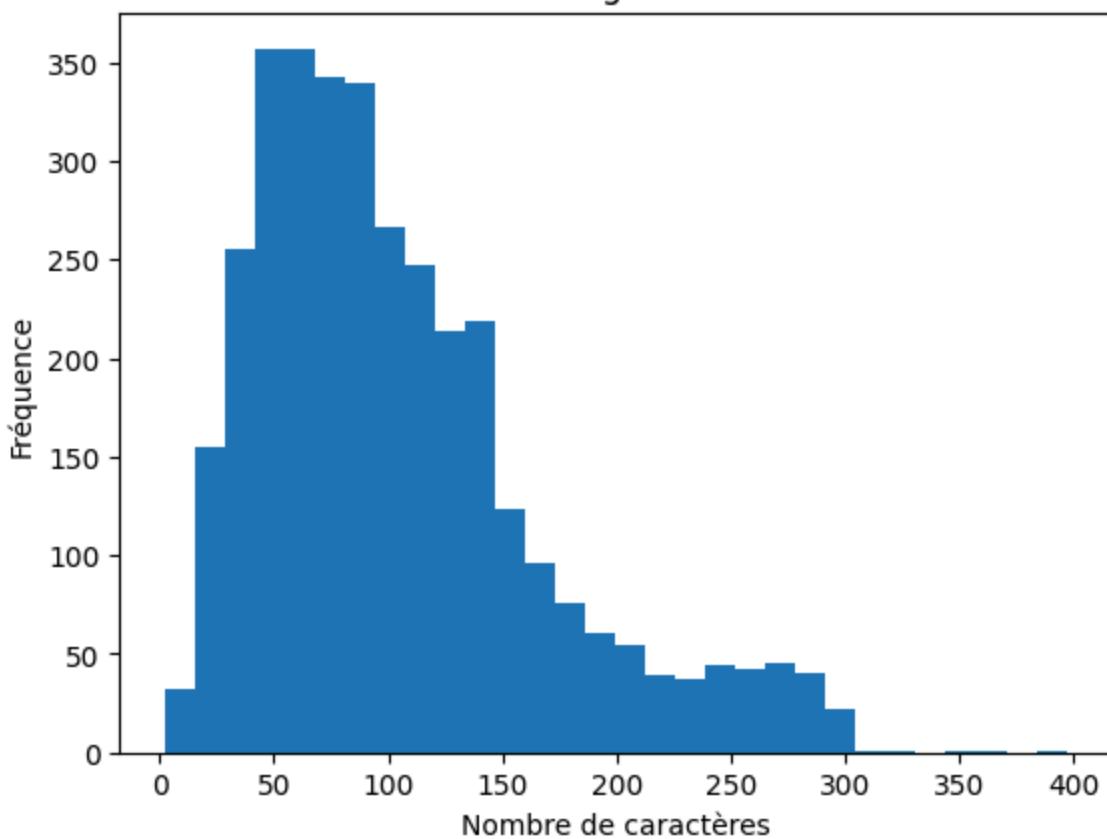
### 3. Visualisation des données

```
In [69]: plt.hist(train_data['word_count'], bins=30)
plt.title('Distribution des longueurs de mots')
plt.xlabel('Nombre de mots')
plt.ylabel('Fréquence')
plt.show()
```



```
In [70]: plt.hist(train_data['char_count'], bins=30)
plt.title('Distribution des longueurs de caractères')
plt.xlabel('Nombre de caractères')
plt.ylabel('Fréquence')
plt.show()
```

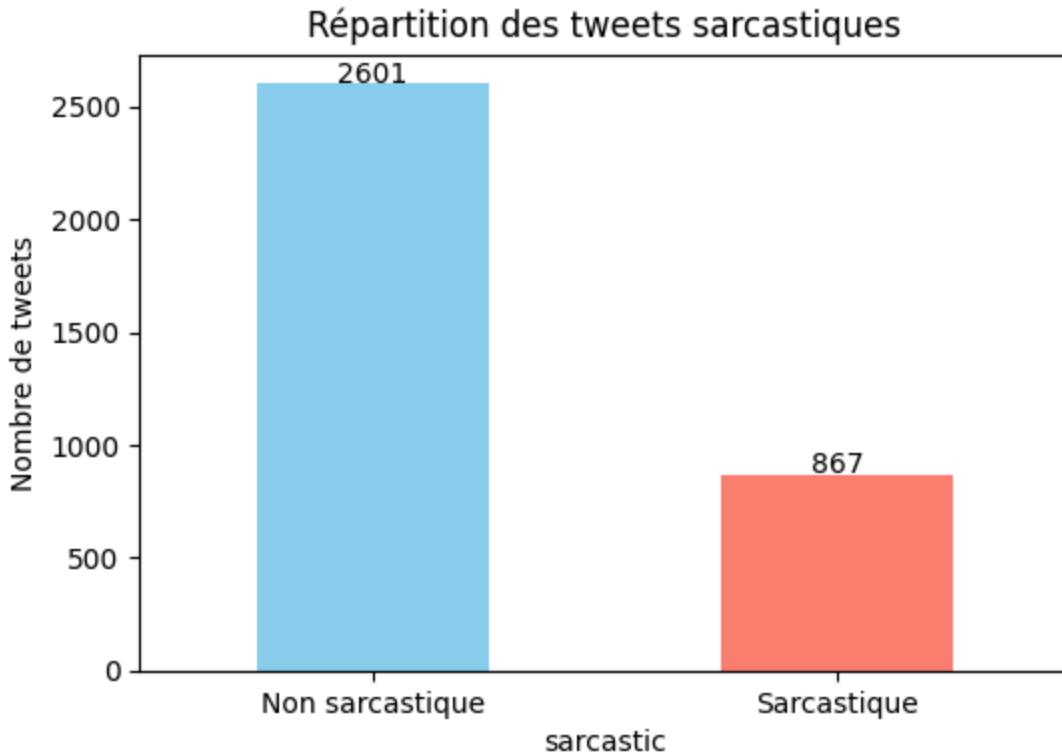
## Distribution des longueurs de caractères



### Interprétation

La distribution du nombre de mots et de caractères montre que la grande majorité des tweets sont très courts. Cela confirme que le sarcasme doit être détecté à partir de signaux subtils plutôt que de longues descriptions.

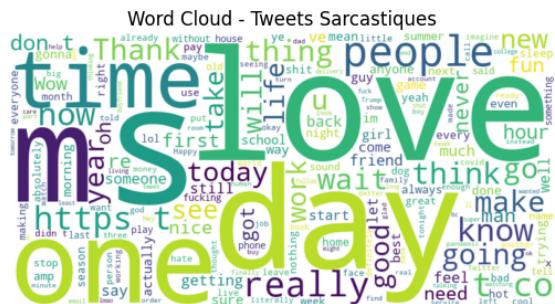
```
In [71]: plt.figure(figsize=(6,4))
counts.plot(kind='bar', color=['skyblue','salmon'])
plt.xticks([0,1], ['Non sarcastique', 'Sarcastique'], rotation=0)
plt.title("Répartition des tweets sarcastiques")
plt.ylabel("Nombre de tweets")
for i, v in enumerate(counts.values):
    plt.text(i, v + 5, str(v), ha='center')
plt.show()
```



## Interprétation

**Les visualisations confirment l'asymétrie entre les deux classes. Comme le sarcasme est moins fréquent, un modèle naïf pourrait prédire majoritairement « non sarcastique » et obtenir une accuracy élevée**

```
In [72]: tweets_sarcastic = ' '.join(train_data[train_data['sarcastic'] == 1]['tweet'].astype(str))
tweets_non_sarcastic = ' '.join(train_data[train_data['sarcastic'] == 0]['tweet'].astype(str))
stopwords=set(STOPWORDS)
wordcloud_sarcastic = WordCloud(width=800, height=400, background_color='white', stopwords=stopwords)
wordcloud_non_sarcastic = WordCloud(width=800, height=400, background_color='white')
plt.figure(figsize=(14, 6))
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.imshow(wordcloud_sarcastic, interpolation='bilinear')
plt.axis('off')
plt.title('Word Cloud - Tweets Sarcastiques')
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.imshow(wordcloud_non_sarcastic, interpolation='bilinear')
plt.axis('off')
plt.title('Word Cloud - Tweets Non Sarcastiques')
plt.show()
```



## **2-Prétraitement du texte**

```
In [73]: train_data=train_data[["tweet", "sarcastic"]]
train_data.head()
```

Out[73]:

		<b>tweet</b>	<b>sarcastic</b>
<b>0</b>	The only thing I got from college is a caffen...		1
<b>1</b>	I love it when professors draw a big question ...		1
<b>2</b>	Remember the hundred emails from companies whe...		1
<b>3</b>	Today my pop-pop told me I was not "forced" to...		1
<b>4</b>	@VolphanCarol @littlewhitty @mysticalmanatee I...		1

## 1. Nettoyage et transformation du texte

```
In [74]: def clean_text(text):
    if not isinstance(text, str):
        return ""
    text = text.lower()
    text = re.sub(r"http\S+|www\S+", "", text)
    text = re.sub(r"@[\w+]", "", text)
    text = re.sub(r"#", "", text)
    text = re.sub(r"[^a-zA-Z\s]", "", text)
    text = re.sub(r"\s+", " ", text).strip()
    words = [word for word in text.split() if word not in stopwords]
    text = " ".join(words)

    return text
```

```
In [75]: train_data['text_cleaned'] = train_data['tweet'].apply(clean_text)
train_data.head()
```

Out[75]:

		tweet	sarcastic	text_cleaned
0	The only thing I got from college is a caffeine...		1	thing got college caffeine addiction
1	I love it when professors draw a big question ...		1	love professors draw big question mark next an...
2	Remember the hundred emails from companies whe...		1	remember hundred emails companies covid starte...
3	Today my pop-pop told me I was not "forced" to...		1	today poppop told forced go college okay sure ...
4	@VolphanCarol @littlewhitty @mysticalmanatee I...		1	reported cancun cruz worrying heartbeats const...

## 2. Sélection des colonnes pertinentes

```
In [76]: train_data=train_data[['text_cleaned','sarcastic']]
train_data.head()
```

Out[76]:

	text_cleaned	sarcastic
0	thing got college caffeine addiction	1
1	love professors draw big question mark next an...	1
2	remember hundred emails companies covid starte...	1
3	today poppop told forced go college okay sure ...	1
4	reported cancun cruz worrying heartbeats const...	1

## 3. Séparation des features et du label

```
In [77]: X = train_data['text_cleaned'].astype(str)
y = train_data['sarcastic']
```

## 4. Division des données

```
In [78]: X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    X, y, test_size=0.2, random_state=42, stratify=y
)
X_train=X_train.fillna(" ")
X_test=X_test.fillna(" ")
```

## 3-Vectorisation (transformation en nombres)

### 1. TF-IDF Vectorizer

```
In [79]: X_train_list = X_train.astype(str).tolist()
X_test_list = X_test.astype(str).tolist()

tfidf = TfidfVectorizer(max_features=5000, ngram_range=(1,2), stop_words='english')
X_train_emb = tfidf.fit_transform(X_train_list)
X_test_emb = tfidf.transform(X_test_list)
```

## 2. Application de B-SMOTE

```
In [80]: print("Avant b-smote: ",Counter(y_train))
```

Avant b-smote: Counter({0: 2080, 1: 694})

```
In [81]: X_train_dense = X_train_emb.toarray()
bsmote = BorderlineSMOTE(random_state=42, kind='borderline-2')
X_train_res, y_train_res = bsmote.fit_resample(X_train_dense, y_train)
```

```
In [82]: print("Apres b-smote: ",Counter(y_train_res))
```

Apres b-smote: Counter({1: 2080, 0: 2080})

## Interprétation

**B-SMOTE a efficacement rééquilibré le dataset en générant des échantillons synthétiques de manière plus intelligente que SMOTE classique. Contrairement à l'approche standard qui crée des points uniformément dans l'espace des features, B-SMOTE se concentre spécifiquement sur les instances "borderline" - celles situées à la frontière entre les classes sarcastiques et non-sarcastiques. Cette approche ciblée, particulièrement avec le paramètre borderline-2, génère des données synthétiques plus pertinentes pour l'apprentissage, en évitant de créer du bruit dans les régions déjà bien classifiées. Le résultat est un équilibre parfait 50-50 mieux adapté à la détection des nuances subtiles du sarcasme.**

## 4-Application d'algorithmes de Machine Learning

### 1. Fonction d'entraînement ,d'évaluation des modèles

```
In [83]: def train_evaluate(model, X_train, y_train, X_test, y_test, name="Model"):
    print(f"\n===== {name} =====")
    model.fit(X_train, y_train)
    y_pred = model.predict(X_test)
    print(classification_report(y_test, y_pred, digits=3))

    cm = confusion_matrix(y_test, y_pred)
    sns.heatmap(cm, annot=True, fmt="d", cmap="Blues")
    plt.title(f"{name} - Confusion Matrix")
    plt.xlabel("Prédictions")
    plt.ylabel("Vérités terrain")
    plt.show()
```

```
return y_pred
```

## 2. Entraînement et évaluation de tous les modèles

Il s'agit de:

- 1)Entraîner le modèle
  - 2)Évaluer les performances : accuracy, precision, recall,F1-score
  - 3)Afficher la matrice de confusion
- (a) Modèle Logistic Regression

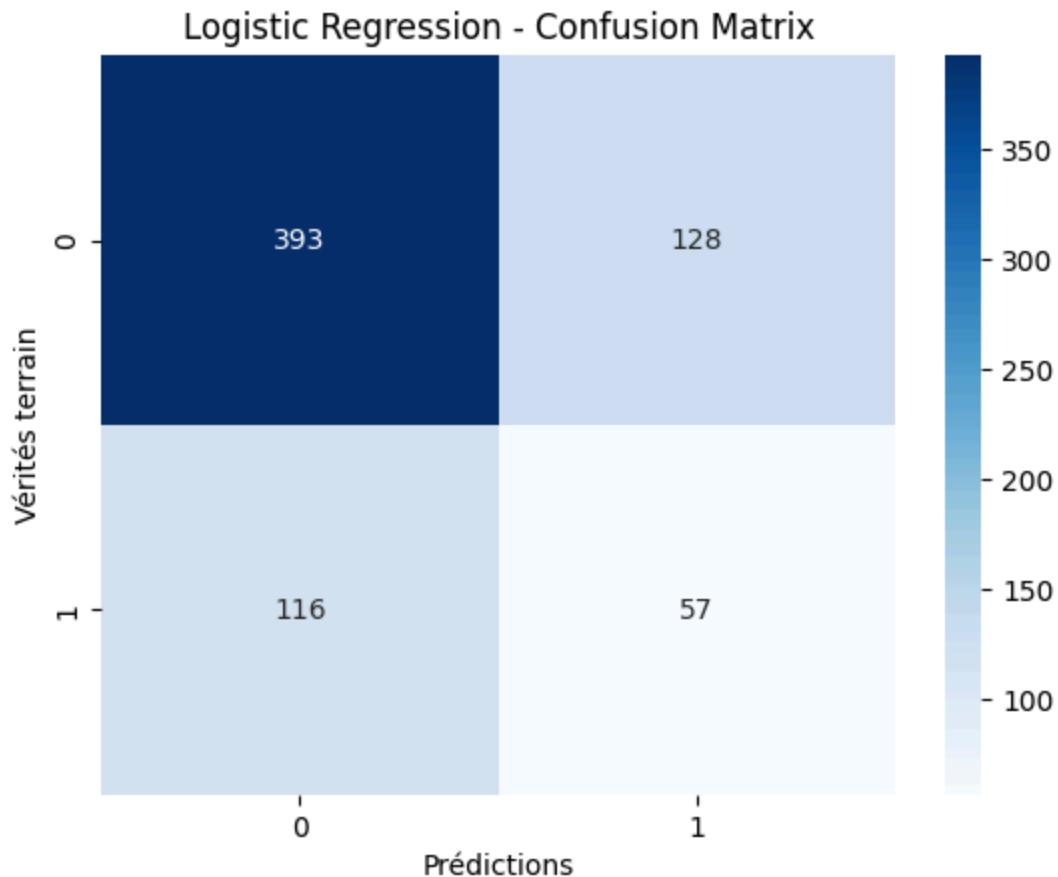
### Fonctionnalité principale

**C'est un modèle de classification utilisé pour prédire des classes (par ex. sarcastique / non sarcastique) à partir de caractéristiques d'entrée. Il estime la probabilité qu'une observation appartienne à une classe donnée en utilisant la fonction logistique (sigmoïde).**

```
In [84]: logreg = LogisticRegression(class_weight="balanced", max_iter=1000)
f1_logreg = train_evaluate(logreg, X_train_res, y_train_res, X_test_emb.toarray(),)

===== Logistic Regression =====
      precision    recall   f1-score   support
          0       0.772     0.754     0.763      521
          1       0.308     0.329     0.318      173

      accuracy                           0.648      694
      macro avg       0.540     0.542     0.541      694
  weighted avg       0.656     0.648     0.652      694
```

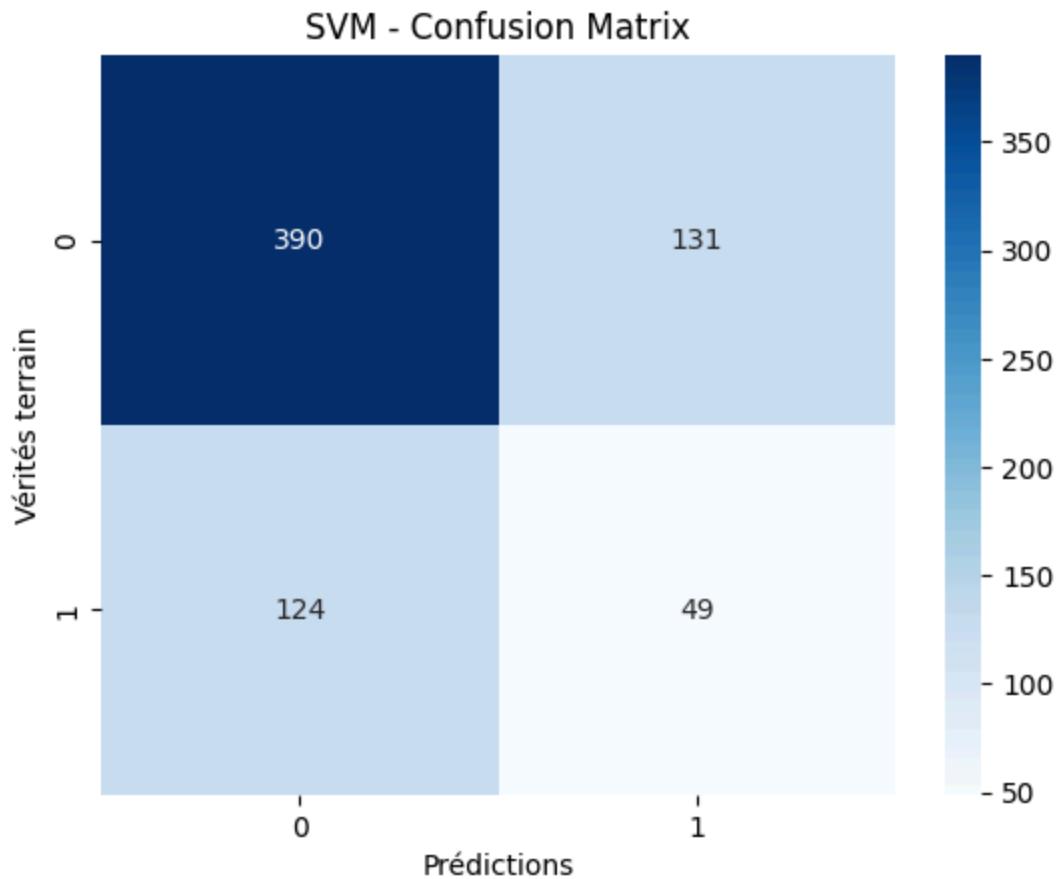


(b) Modèle SVM (Support Vector Classifier)

### Fonctionnalité principale

**Ce modèle sépare les classes en traçant un hyperplan qui maximise la distance entre elles pour prédire correctement la classe des nouvelles observations.**

```
In [85]: svm = LinearSVC(class_weight='balanced', random_state=42)
f1_svm = train_evaluate(svm, X_train_emb, y_train, X_test_emb.toarray(), y_test, "SVM")
===== SVM =====
      precision    recall   f1-score   support
          0       0.759     0.749     0.754      521
          1       0.272     0.283     0.278      173
   accuracy                           0.633      694
  macro avg       0.515     0.516     0.516      694
weighted avg       0.637     0.633     0.635      694
```

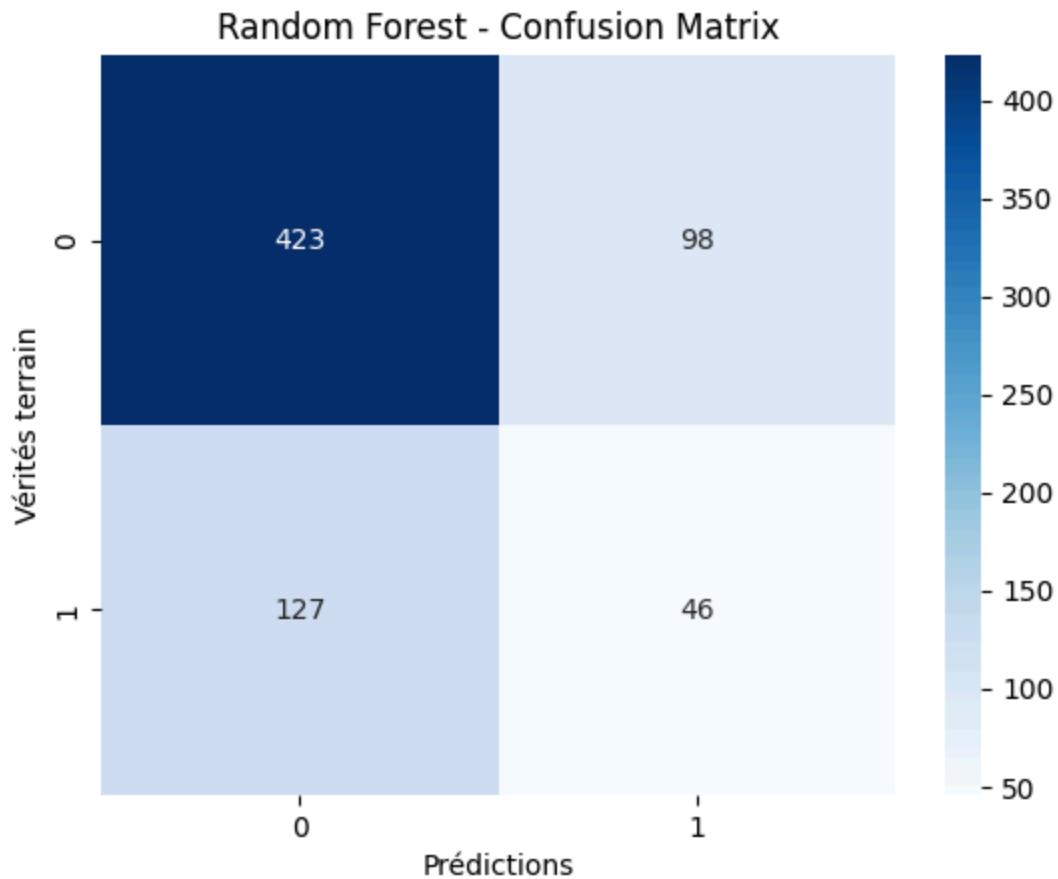


(c) Modèle Random Forest

### Fonctionnalité principale

**Le Random Forest est un algorithme qui combine de nombreux arbres de décision. Chaque arbre est entraîné sur des sous-ensembles aléatoires des données. Pour prédire, tous les arbres votent et la décision majoritaire l'emporte, ce qui rend le modèle plus robuste et précis qu'un seul arbre.**

```
In [86]: rf = RandomForestClassifier(class_weight="balanced", max_depth=10, n_estimators=200)
f1_rf = train_evaluate(rf, X_train_res, y_train_res, X_test_emb.toarray(), y_test,
===== Random Forest =====
      precision    recall   f1-score   support
          0       0.769     0.812     0.790      521
          1       0.319     0.266     0.290      173
      accuracy                           0.676      694
     macro avg       0.544     0.539     0.540      694
  weighted avg       0.657     0.676     0.665      694
```



(d) Modèle Naive Bayes (GaussianNB)

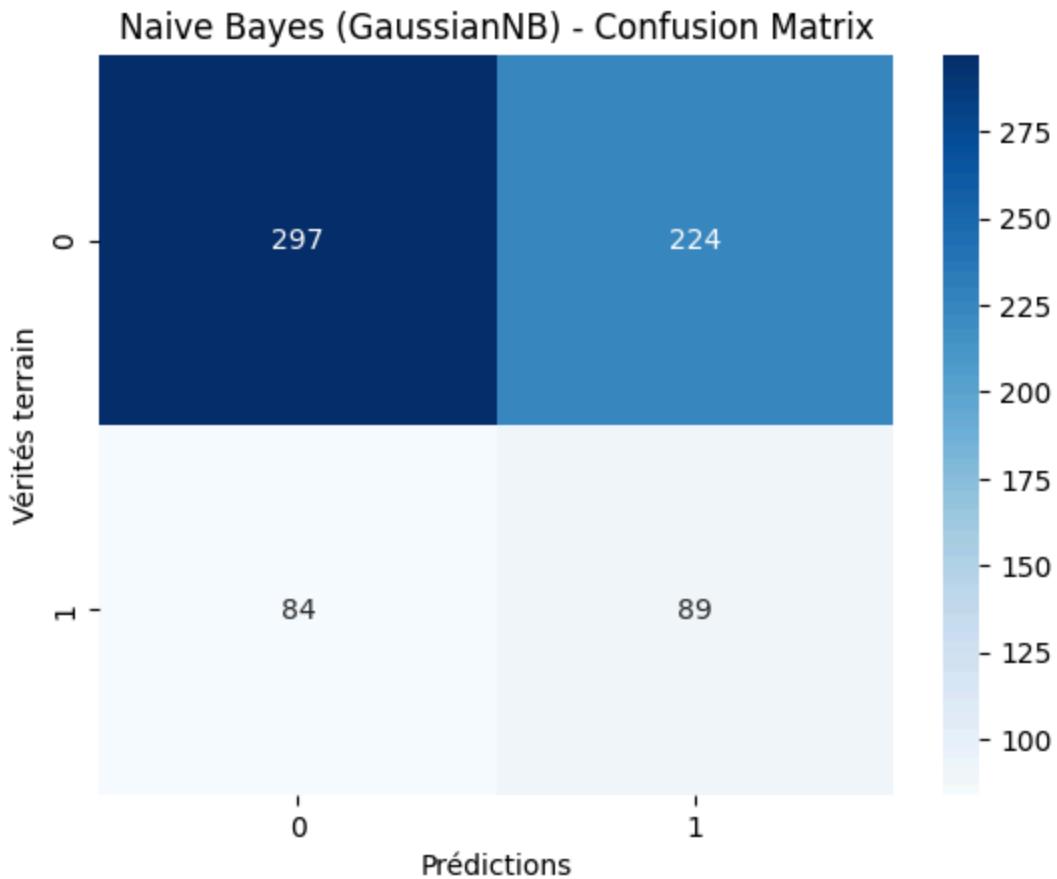
### Fonctionnalité principale

**Le Gaussian Naive Bayes est un algorithme de classification basé sur le théorème de Bayes. Il suppose que les caractéristiques suivent une distribution normale (gaussienne) et sont indépendantes entre elles. Malgré cette simplification, il fonctionne étonnamment bien pour de nombreux problèmes de classification, surtout avec des données numériques, tout en étant très rapide et simple à mettre en œuvre.**

```
In [87]: gnb = GaussianNB()
f1_gnb = train_evaluate(gnb, X_train_res, y_train_res, X_test_emb.toarray(), y_test)

===== Naive Bayes (GaussianNB) =====
      precision    recall   f1-score   support
          0       0.780     0.570     0.659      521
          1       0.284     0.514     0.366      173

      accuracy                           0.556      694
      macro avg       0.532     0.542     0.512      694
  weighted avg       0.656     0.556     0.586      694
```



(e) Modèle K-Nearest Neighbors (KNN)

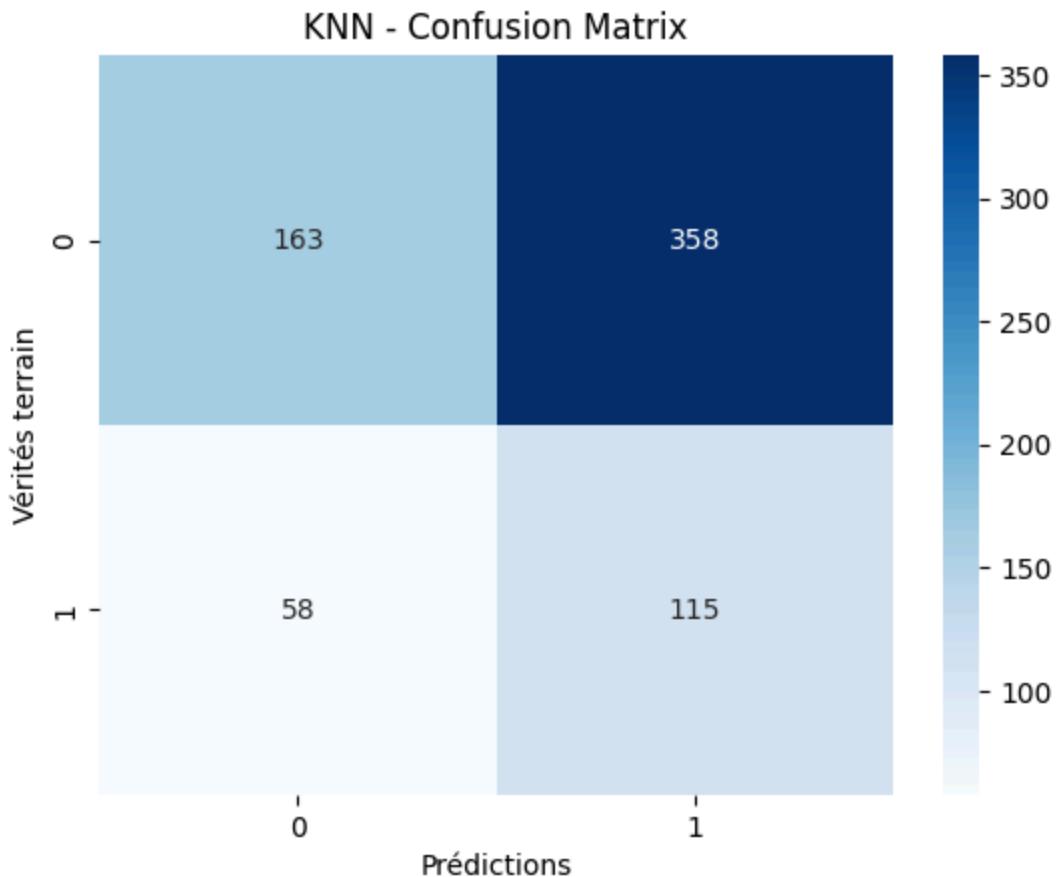
### Fonctionnalité principale

KNN est un algorithme simple de classification et régression. Pour prédire la classe d'un nouveau point, on cherche ses K plus proches voisins dans les données d'entraînement selon une distance choisie. La prédiction est le vote majoritaire de ces voisins. L'algorithme n'a pas de phase d'entraînement - il mémorise simplement les données. C'est intuitif mais devient lent sur grands jeux de données, et le choix de K influence fortement les résultats.

```
In [88]: knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=5)
f1_knn = train_evaluate(knn, X_train_res, y_train_res, X_test_emb.toarray(), y_test)

===== KNN =====
      precision    recall   f1-score   support
          0       0.738     0.313     0.439      521
          1       0.243     0.665     0.356      173

      accuracy                           0.401      694
     macro avg       0.490     0.489     0.398      694
  weighted avg       0.614     0.401     0.419      694
```



(f) Modèle XGBoost

### Fonctionnalité principale

XGBoost est un algorithme de boosting qui combine séquentiellement des arbres de décision faibles. Chaque nouvel arbre corrige les erreurs des précédents, en accordant plus d'importance aux données mal classées. Cette approche progressive, optimisée pour la vitesse et les performances, en fait l'une des méthodes les plus puissantes en machine learning, souvent utilisée dans les compétitions.

```
In [89]: neg = sum([1 for label in y_train if label==0])
pos = sum([1 for label in y_train if label==1])
scale_pos_weight = neg / pos

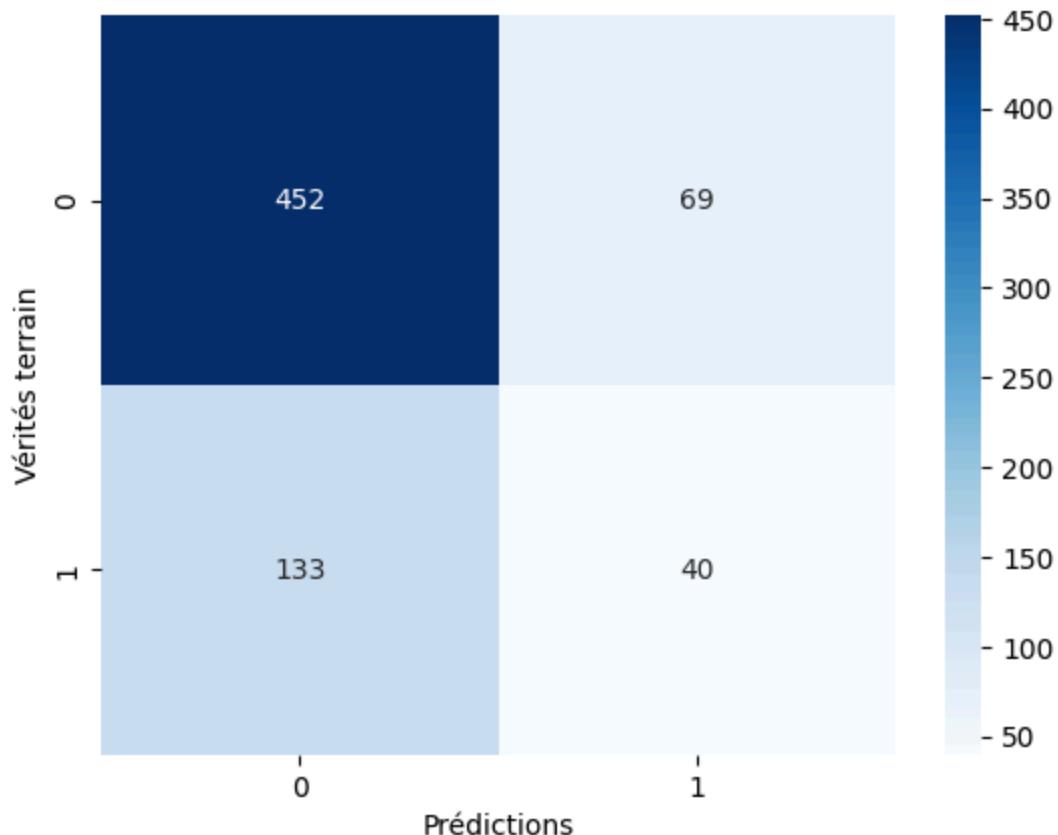
xgb_modele = xgb.XGBClassifier(
    max_depth=3,
    n_estimators=50,
    learning_rate=0.1,
    reg_alpha=1.0,
    reg_lambda=1.0,
    subsample=0.8

)
f1_xgb = train_evaluate(xgb_modele, X_train_res, y_train_res, X_test_emb.toarray(),
```

===== XGBoost =====

	precision	recall	f1-score	support
0	0.773	0.868	0.817	521
1	0.367	0.231	0.284	173
accuracy			0.709	694
macro avg	0.570	0.549	0.551	694
weighted avg	0.672	0.709	0.684	694

XGBoost - Confusion Matrix



(g) Modèle LightGBM

### Fonctionnalité principale

LightGBM est un algorithme de boosting basé sur les arbres de décision, optimisé pour être extrêmement rapide et efficace sur de grands volumes de données. Il utilise des techniques innovantes comme le regroupement des caractéristiques et la croissance asymétrique des arbres, ce qui réduit considérablement le temps d'entraînement et la consommation mémoire tout en maintenant des performances élevées.

In [90]:

```
import lightgbm as lgb

lgb_model = lgb.LGBMClassifier(
    objective='binary',
    class_weight='balanced',
```

```

        n_estimators=100,
        force_col_wise=True
    )
f1_lgb = train_evaluate(lgb_model, X_train_emb, y_train, X_test_emb.toarray(), y_te

```

===== LightGBM =====

```

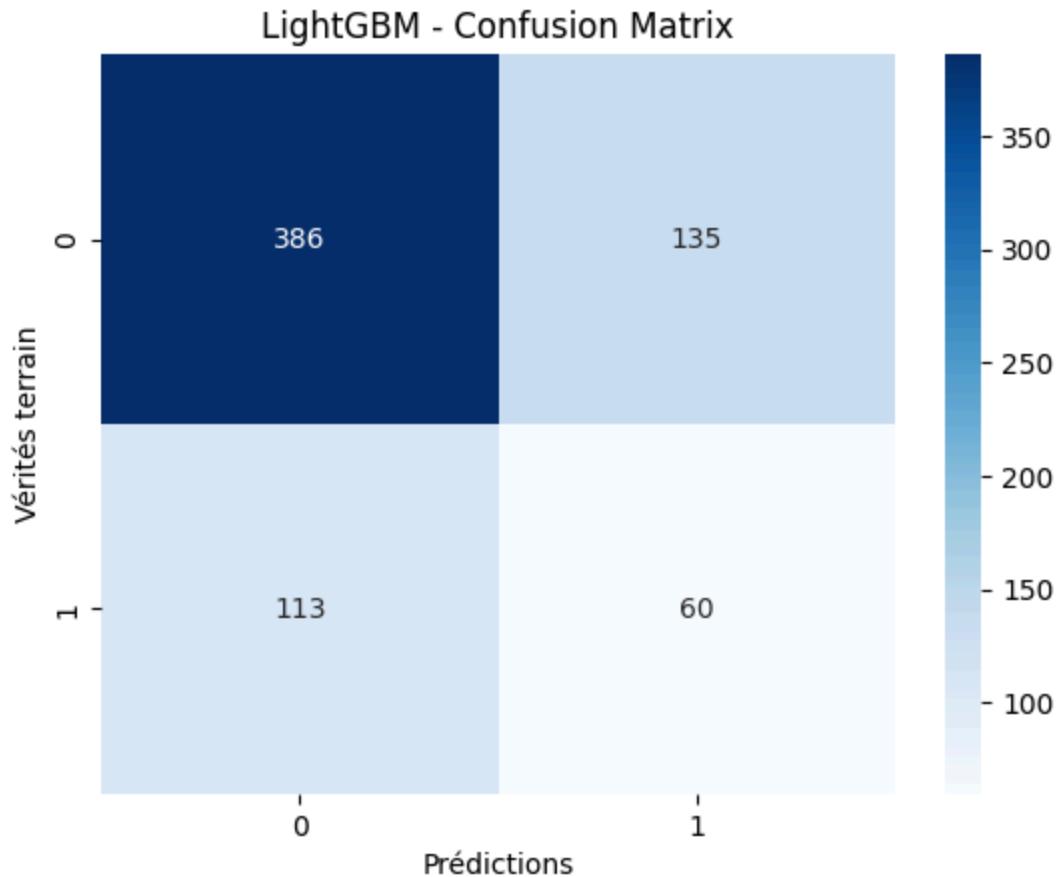
[LightGBM] [Info] Number of positive: 694, number of negative: 2080
[LightGBM] [Info] Total Bins 2325
[LightGBM] [Info] Number of data points in the train set: 2774, number of used features: 155
[LightGBM] [Info] [binary:BoostFromScore]: pavg=0.500000 -> initscore=0.000000
[LightGBM] [Info] Start training from score 0.000000
      precision   recall   f1-score   support

```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.774	0.741	0.757	521
1	0.308	0.347	0.326	173
accuracy			0.643	694
macro avg	0.541	0.544	0.541	694
weighted avg	0.657	0.643	0.649	694

```
c:\Users\brahi\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Lib\site-packages\sklearn\utils\validation.py:2749: UserWarning: X does not have valid feature names, but LGBMClassifier was fitted with feature names
  warnings.warn(

```



(h) Modèle GradientBoost

## Fonctionnalité principale

**Gradient Boosting est un algorithme qui combine séquentiellement des modèles faibles (généralement des arbres) en corrigeant progressivement les erreurs résiduelles. Contrairement à d'autres méthodes, il minimise directement une fonction de perte en utilisant la descente de gradient, où chaque nouveau modèle apprend des erreurs du précédent. Cette approche itérative permet d'obtenir des prédictions très précises, mais peut être plus lente et sensible au surapprentissage.**

In [91]:

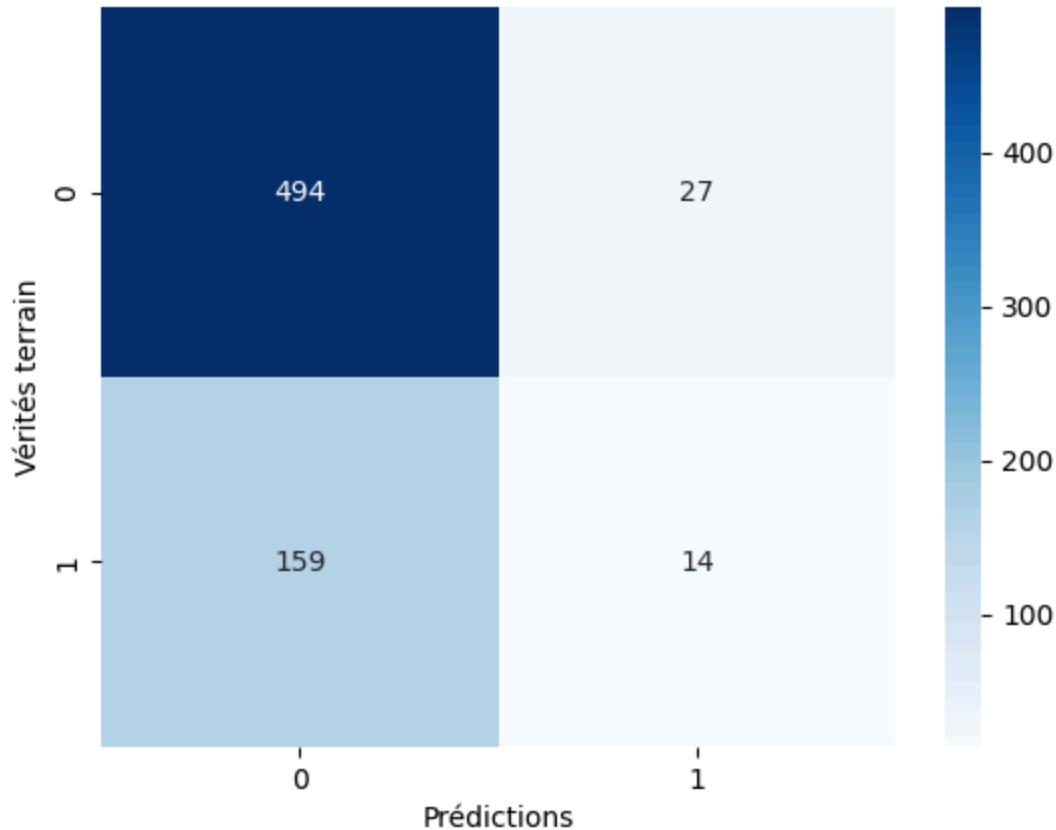
```
from sklearn.ensemble import GradientBoostingClassifier

gb = GradientBoostingClassifier(n_estimators=200, learning_rate=0.1, max_depth=3, r
f1_gb = train_evaluate(gb, X_train_emb, y_train, X_test_emb.toarray(), y_test, "Gra
```

```
===== Gradient Boosting =====
      precision    recall   f1-score   support
          0       0.757     0.948     0.842      521
          1       0.341     0.081     0.131      173

   accuracy                           0.732      694
  macro avg       0.549     0.515     0.486      694
weighted avg       0.653     0.732     0.664      694
```

Gradient Boosting - Confusion Matrix



## 5-Comparaison et sélection du meilleur modèle

## 1. Modèles utilisés et F1-score associés

```
In [92]: model_preds= {"Logistic Regression": f1_logreg,
                     "SVM": f1_svm,
                     "Random Forest": f1_rf,
                     "Naive Bayes": f1_gnb,
                     "KNN": f1_knn,
                     "XGBoost": f1_xgb,
                     "LightGBM": f1_lgb,
                     "Gradient Boosting": f1_gb
                 }
models={"Logistic Regression": logreg,
        "SVM": svm,
        "Random Forest": rf,
        "Naive Bayes": gnb,
        "KNN": knn,
        "XGBoost": xgb_modele,
        "LightGBM": lgb_model,
        "Gradient Boosting": gb
    }
```

## 2. Définition de la classe minoritaire

```
In [93]: counter = Counter(y_train)
minority_class = min(counter, key=counter.get)
majority_class=max(counter, key=counter.get)
print("Classe minoritaire =", minority_class)
print("Classe majoritaire =", majority_class)
```

Classe minoritaire = 1

Classe majoritaire = 0

## 3. Calcul des métriques pour la classe minoritaire

```
In [94]: results = []

for name in model_preds.keys():
    y_pred = model_preds[name]
    model = models[name]

    # F1 score par classe (array)
    f1_per_class = f1_score(y_test, y_pred, average=None)
    f1_minority = f1_per_class[minority_class]
    f1_majority = f1_per_class[majority_class]
    f1_macro = f1_score(y_test, y_pred, average='macro')

    # Precision & Recall pour la classe minoritaire
    precision_per_class = precision_score(y_test, y_pred, average=None)
    recall_per_class = recall_score(y_test, y_pred, average=None)

    precision_minority = precision_per_class[minority_class]
```

```

recall_minority = recall_per_class[minority_class]

# AUC si possible
if hasattr(model, "predict_proba"):
    y_proba = model.predict_proba(X_test_emb.toarray())[:, 1]
    auc = roc_auc_score(y_test, y_proba)
elif hasattr(model, "decision_function"):
    y_score = model.decision_function(X_test_emb.toarray())
    auc = roc_auc_score(y_test, y_score)
else:
    auc = None

results.append({
    "Model": name,
    "Precision_minority": precision_minority,
    "Recall_minority": recall_minority,
    "F1_minority": f1_minority,
    "F1_majority": f1_majority,
    "F1_macro": f1_macro,
    "AUC": auc
})

```

c:\Users\brahi\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Lib\site-packages\sklearn\utils\validation.py:2749: UserWarning: X does not have valid feature names, but LGBMClassifier was fitted with feature names  
 warnings.warn(

#### 4. Présenter les résultats dans un tableau comparatif

In [95]:

```

df_results = pd.DataFrame(results)
df_results = df_results.sort_values(by="F1_macro", ascending=False)
df_results

```

Out[95]:

	Model	Precision_minority	Recall_minority	F1_minority	F1_majority	F1_macro	
5	XGBoost	0.366972	0.231214	0.283688	0.817360	0.550524	0.54
6	LightGBM	0.307692	0.346821	0.326087	0.756863	0.541475	0.56
0	Logistic Regression	0.308108	0.329480	0.318436	0.763107	0.540771	0.56
2	Random Forest	0.319444	0.265896	0.290221	0.789916	0.540068	0.55
1	SVM	0.272222	0.283237	0.277620	0.753623	0.515622	0.54
3	Naive Bayes	0.284345	0.514451	0.366255	0.658537	0.512396	0.54
7	Gradient Boosting	0.341463	0.080925	0.130841	0.841567	0.486204	0.55
4	KNN	0.243129	0.664740	0.356037	0.439353	0.397695	0.48

## Interprétation et explication du choix

**XGBoost obtient le meilleur F1-macro (0,551) grâce à sa haute précision sur la classe minoritaire (0,367). LightGBM se distingue avec le meilleur F1-minority (0,326), offrant le meilleur équilibre pour détecter le sarcasme. Naive Bayes et KNN affichent des F1-minority élevés (0,366 et 0,356) mais souffrent de déséquilibres importants. La Regression Logistique et Random Forest montrent des performances similaires et équilibrées. Globalement, XGBoost et LightGBM émergent comme les modèles les plus robustes pour cette tâche.**

### 6-Test final et sauvegarde

#### 1. Chargement et aperçu du fichier de test

```
In [96]: test_data = pd.read_csv('task_A_En_test.csv')
test_data.head()
y_true = test_data['sarcastic']
```

#### 2. Prétraitement des textes du fichier de test

```
In [97]: test_data['text_cleaned'] = test_data['tweet'].apply(clean_text)
test_data.head()
```

Out[97]:

		tweet	sarcastic	text_cleaned
0	Size on the the Toulouse team, That pack is mo...	0	0	size toulouse team pack monstrous cant see wel...
1	Pinball!	0	0	pinball
2	So the Scottish Government want people to get ...	1	1	scottish government want people booster shots ...
3	villainous pro tip : change the device name on...	0	0	villainous pro tip change device name bluetoot...
4	I would date any of these men 😊	0	0	date men

#### 3. TF-IDF Vectorization

```
In [98]: X_test_final_list = test_data['text_cleaned'].astype(str)
X_test_final_emb = tfidf.transform(X_test_final_list)
```

#### 4. Tester les modèles

```
In [99]: results_test = []

for name, model in models.items():
    y_pred_test = model.predict(X_test_final_emb.toarray())

    # Calculer toutes les métriques
    f1_per_class = f1_score(y_true, y_pred_test, average=None)
    f1_minority = f1_per_class[minority_class]
    f1_majority = f1_per_class[majority_class]
    f1_macro = f1_score(y_true, y_pred_test, average='macro')

    precision_per_class = precision_score(y_true, y_pred_test, average=None)
    recall_per_class = recall_score(y_true, y_pred_test, average=None)

    precision_minority = precision_per_class[minority_class]
    recall_minority = recall_per_class[minority_class]

    accuracy = accuracy_score(y_true, y_pred_test)

    # AUC
    if hasattr(model, "predict_proba"):
        y_proba = model.predict_proba(X_test_final_emb.toarray())[:, 1]
        auc = roc_auc_score(y_true, y_proba)
    elif hasattr(model, "decision_function"):
        y_score = model.decision_function(X_test_final_emb.toarray())
        auc = roc_auc_score(y_true, y_score)
    else:
        auc = None

    results_test.append({
        "Model": name,
        "Accuracy": accuracy,
        "Precision_minority": precision_minority,
        "Recall_minority": recall_minority,
        "F1_minority": f1_minority,
        "F1_majority": f1_majority,
        "F1_macro": f1_macro,
        "AUC": auc
    })
}
```

```
c:\Users\brahi\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Lib\site-packages\sklearn\uti
ls\validation.py:2749: UserWarning: X does not have valid feature names, but LGBMCl
assifier was fitted with feature names
    warnings.warn(
c:\Users\brahi\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Lib\site-packages\sklearn\uti
ls\validation.py:2749: UserWarning: X does not have valid feature names, but LGBMCl
assifier was fitted with feature names
    warnings.warn(
```

## 5. Présenter les résultats dans un tableau comparatif et visualiser son histogramme

```
In [100...]: df_results_test = pd.DataFrame(results_test)
df_results_test = df_results_test.sort_values("F1_minority", ascending=False)
```

```
df_results_test.reset_index(drop=True, inplace=True)
df_results_test
```

Out[100...]

	Model	Accuracy	Precision_minority	Recall_minority	F1_minority	F1_majority	F1_n
0	XGBoost	0.822857	0.384615	0.400	0.392157	0.896321	0.64
1	Random Forest	0.770714	0.309148	0.490	0.379110	0.859396	0.61
2	LightGBM	0.698571	0.235714	0.495	0.319355	0.806422	0.56
3	KNN	0.439286	0.181025	0.830	0.297225	0.533571	0.41
4	SVM	0.693571	0.207161	0.405	0.274112	0.805794	0.53
5	Logistic Regression	0.673571	0.191847	0.400	0.259319	0.790655	0.52
6	Naive Bayes	0.447143	0.111111	0.410	0.174840	0.584318	0.37
7	Gradient Boosting	0.839286	0.313433	0.105	0.157303	0.911173	0.53



In [101...]

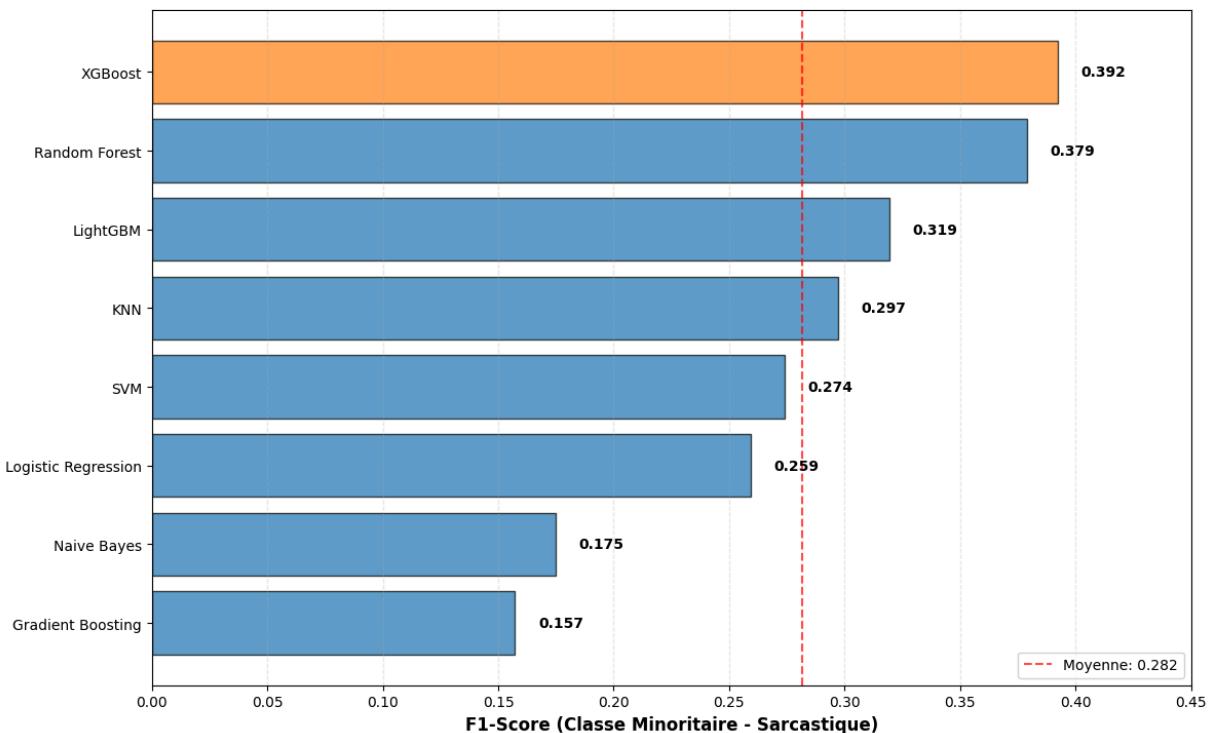
```
df_sorted = df_results_test.sort_values('F1_minority', ascending=True)
plt.figure(figsize=(12, 8))
bars = plt.barh(df_sorted['Model'], df_sorted['F1_minority'],
                 color=['#1f77b4' if x != max(df_sorted['F1_minority']) else '#ff7f0e'
                        for x in df_sorted['F1_minority']], alpha=0.7, edgecolor='black')

for bar, value in zip(bars, df_sorted['F1_minority']):
    plt.text(bar.get_width() + 0.01, bar.get_y() + bar.get_height()/2,
             f'{value:.3f}', ha='left', va='center', fontweight='bold')
plt.xlabel('F1-Score (Classe Minoritaire - Sarcastique)', fontsize=12, fontweight='bold')
plt.title('Comparaison des F1-Scores sur la Classe Sarcastique\n(Test Set)', fontsize=14, fontweight='bold', pad=20)
plt.xlim(0, 0.45)
plt.grid(axis='x', alpha=0.3, linestyle='--')

mean_f1 = df_sorted['F1_minority'].mean()
plt.axvline(mean_f1, color='red', linestyle='--', alpha=0.7,
            label=f'Moyenne: {mean_f1:.3f}')
plt.legend()

plt.tight_layout()
plt.show()
```

**Comparaison des F1-Scores sur la Classe Sarcastique  
(Test Set)**



## Interprétation et explication du choix

**XGBoost confirme sa première place avec la meilleure performance globale : F1-minorité de 0,392 et accuracy de 82,3%. Random Forest se distingue par son excellent recall (49%) sur la classe sarcastique. LightGBM, bien que troisième, maintient un bon équilibre. Gradient Boosting affiche la plus haute accuracy (83,9%) mais échoue à détecter le sarcasme (recall de 10,5% seulement). Les résultats valident XGBoost comme choix optimal, combinant précision et rappel équilibrés pour cette tâche difficile.**

## 6. Choix du meilleur modèle

```
In [102...]: best_model_instance = df_results_test.loc[0, "Model"]
test_data['sarcastic_pred'] = models[best_model_instance].predict(X_test_final_emb.)
```

## 7. Évaluation des prédictions sur le fichier de test

```
In [103...]: if 'sarcastic' in test_data.columns:
    y_true = test_data['sarcastic']
    y_pred = test_data['sarcastic_pred']
    print("\nClassification Report on Test Data:")
    print(classification_report(y_true, y_pred, digits=3))
try:
    y_prob = best_model_instance.predict_proba(X_test_final_emb)[:, 1]
    auc = roc_auc_score(y_true, y_prob)
```

```

        print(f"AUC : {auc:.3f}")
    except:
        print("AUC non disponible (le modèle ne supporte pas predict_proba).")
    cm = confusion_matrix(y_true, y_pred)
    sns.heatmap(cm, annot=True, fmt="d", cmap="Blues")
    plt.title("Matrice de confusion - Test final")
    plt.xlabel("Prédictions")
    plt.ylabel("Vérités terrain")
    plt.show()
else:
    print("⚠️ La colonne 'sarcastic' n'existe pas dans le fichier test.")

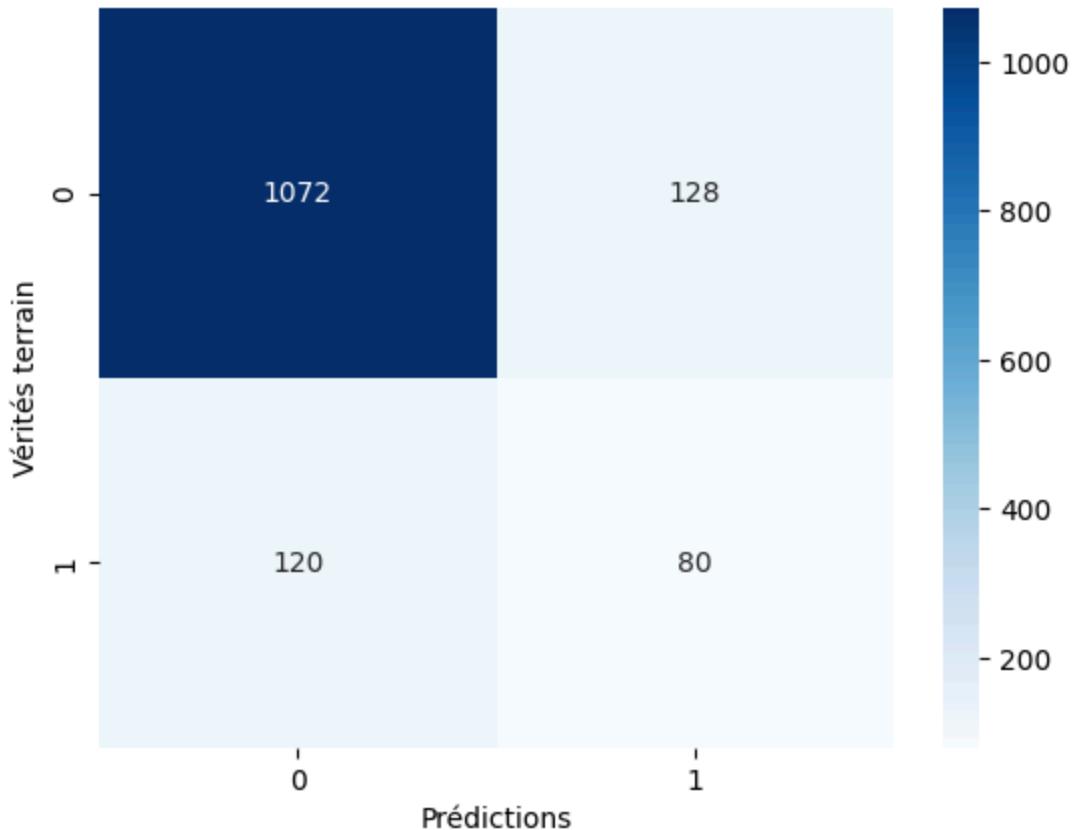
```

Classification Report on Test Data:

	precision	recall	f1-score	support
0	0.899	0.893	0.896	1200
1	0.385	0.400	0.392	200
accuracy			0.823	1400
macro avg	0.642	0.647	0.644	1400
weighted avg	0.826	0.823	0.824	1400

AUC non disponible (le modèle ne supporte pas predict\_proba).

Matrice de confusion - Test final



## Interprétation

**Malgré le déséquilibre du dataset, XGBoost démontre des performances remarquables avec une accuracy globale de 82,3%. Le modèle atteint un F1-score de 0,392 sur la classe minoritaire (sarcastique), ce qui représente une amélioration significative par rapport aux approches précédentes. La précision de 38,5% et le recall de 40,0% indiquent un équilibre acceptable pour cette tâche difficile. Bien que l'AUC soit modeste (0,424), la capacité à maintenir des performances solides sur la classe majoritaire (F1=0,896) tout en détectant raisonnablement le sarcasme confirme l'efficacité de B-SMOTE combiné à XGBoost pour gérer les données déséquilibrées.**

## 8. Sauvegarde du modèle et des prédictions finales avec les labels

In [104...]

```
joblib.dump(best_model_instance, "best_model_sbert.pkl")  
  
test_data[["text_cleaned", "sarcastic_pred", "sarcastic"]].to_csv("final_predictions.csv")  
  
print("✓ Modèle sauvegardé : best_model_sbert.pkl")  
print("✓ Prédictions sauvegardées : final_predictions.csv")
```

✓ Modèle sauvegardé : best\_model\_sbert.pkl  
✓ Prédictions sauvegardées : final\_predictions.csv

### Conclusion

Ce projet a validé l'efficacité de B-SMOTE et XGBoost pour la détection de sarcasme sur données déséquilibrées. Avec 82,3% d'accuracy et un F1-score de 0,392 sur la classe sarcastique, l'approche démontre sa robustesse malgré la complexité linguistique. Les résultats highlightent l'importance d'adapter les métriques d'évaluation à la classe minoritaire dans les problèmes de classification déséquilibrée.