

People's Democratic Republic of Algeria  
Ministry of Higher Education and Scientific Research  
Mohamed El Bachir El Ibrahimi University of Borj Bou Arreridj  
Faculty of Mathematics and Informatics  
Informatics Department



## **DISSERTATION**

Presented in fulfillment of the requirements of obtaining the degree

### **Master in Informatics**

Specialty : Information and Communication Technology

## **THEME**

# **Brain Tumor Detection Using Deep Learning and Machine Learning**

*Presented by :*

BENGUEZZOU MOHAMMED

BENYAHIAOUI MOHAMED ASSIL

*Publicly defended on : jj/mm/aaaa*

*In front of the jury composed of :*

**President :** .....

**Examiner :** .....

**Supervisor :** .....

**2024/2025**

# Dedications

All praises and much gratitude to almighty Allah, the most compassionate and magnificent, who gave us the power, the courage to work hard and persistence to complete this modest work

We would like to thank our supervisor, **Dr. Hakima Zouaoui**, for allowing us to conduct our research. Also, her generosity, compassion, and the time she spent with us.

Finally, to our dear parents, to all our families, to all those dear to us, to all our friends, we dedicate the culmination of our 22 years of study.

# Abstract

Brain tumors are among the most serious neurological disorders, requiring accurate and timely diagnosis. This thesis presents an automated system for brain tumor detection using deep learning and machine learning techniques. A U-Net model is trained for semantic segmentation of brain MRI scans (FLAIR modality), identifying tumor regions. Extracted radiomic features—such as area, intensity, and shape—are used to classify tumors into High-Grade Glioma (HGG) or Low-Grade Glioma (LGG) using a Support Vector Machine (SVM). The system addresses class imbalance using SMOTE and demonstrates promising results on the BraTS2020 dataset. This hybrid approach offers a practical tool for tumor analysis and classification.

---

**Keywords :** Brain Tumor, Deep Learning, Machine Learning, MRI, U-Net, Semantic Segmentation, Radiomics, SVM, SMOTE, BraTS.

---

# Résumé

Les tumeurs cérébrales comptent parmi les troubles neurologiques les plus graves, nécessitant un diagnostic précis et rapide. Ce mémoire présente un système automatisé de détection des tumeurs cérébrales basé sur des techniques d'apprentissage profond et d'apprentissage automatique. Un modèle U-Net est entraîné pour la segmentation sémantique des IRM cérébrales (modalité FLAIR), permettant d'identifier les régions tumorales. Des caractéristiques radiomiques extraites — telles que la surface, l'intensité et la forme — sont utilisées pour classer les tumeurs en gliome de haut grade (HGG) ou de bas grade (LGG) à l'aide d'une machine à vecteurs de support (SVM). Le système traite le déséquilibre des classes en utilisant SMOTE et démontre des résultats prometteurs sur la base de données BraTS2020. Cette approche hybride offre un outil pratique pour l'analyse et la classification des tumeurs.

---

**Mots-clés :** Tumeur cérébrale, Apprentissage profond, Apprentissage automatique, IRM, U-Net, Segmentation sémantique, Radiomique, SVM, SMOTE, BraTS.

---

## ملخص

تُعدّ أورام الدماغ من أخطر الاضطرابات العصبية، حيث تتطلب تشخيصاً دقيقاً وسريعاً. يعرض هذا البحث نظاماً آلياً لاكتشاف أورام الدماغ بالاعتماد على تقنيات التعلم العميق والتعلم الآلي. تم تدريب نموذج عصبي لتقسيم صور الرنين المغناطيسي للدماغ (باستخدام نمط التوهج السائلي)، بهدف تحديد المناطق المصابة بالورم. يتم استخراج خصائص شعاعية مثل المساحة، الشدة، والشكل، وتُستخدم لتصنيف الأورام إلى أورام دبقية عالية الدرجة أو منخفضة الدرجة باستخدام آلة ناقلات الدعم. يعالج النظام مشكلة عدم توازن العينات من خلال تقنية التوليد الاصطناعي، وقد أظهر نتائج مشجعة على قاعدة بيانات خاصة بالأورام الدماغية. تُعد هذه المقاربة المدمجة أداة عملية لتحليل وتصنيف الأورام.

---

الكلمات المفتاحية: أورام الدماغ، التعلم العميق، التعلم الآلي، التصوير بالرنين المغناطيسي، التقسيم الدلالي، الخصائص الشعاعية، آلة ناقلات الدعم، التوليد الاصطناعي، قاعدة بيانات الأورام براتس .

---

# Table des matières

<b>List of abbreviations</b>	<b>viii</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>ix</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>x</b>
<b>Liste des Algorithmes</b>	<b>xi</b>
<b>1 Introduction Générale</b>	<b>1</b>
1.1 Contexte . . . . .	1
1.2 Objectifs . . . . .	1
1.3 Méthodologie et résultats . . . . .	1
1.4 Structure du rapport . . . . .	1
<b>2 Un guide</b>	<b>2</b>
2.1 Introduction . . . . .	2
2.2 La structure générale . . . . .	2
2.3 Du pronom désignant l’auteur du rapport . . . . .	2
2.4 Du pronom désignant le lecteur ou une personne en général . . . . .	3
2.5 Conclusion . . . . .	3
<b>3 Le format</b>	<b>4</b>
3.1 Texte, paragraphes, les titres, et les sous titres . . . . .	4
3.2 Code source et Algorithmes . . . . .	4
3.3 Formules mathématiques . . . . .	5
3.4 Les listes . . . . .	6

3.5	Remarques . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Figures, tableaux et références</b>	<b>7</b>
4.1	... . . . .	7
4.2	Les tableaux . . . . .	7
4.3	Les figures . . . . .	7
4.4	Les références . . . . .	9
4.5	... . . . .	9
<b>5</b>	<b>Conclusion générale (2 pages max)</b>	<b>10</b>
5.1	Contributions . . . . .	10
5.2	Critique du travail . . . . .	10
5.3	Travaux futurs et perspectives . . . . .	10
	<b>Références</b>	<b>10</b>

# List of abbreviations

**IA** Intelligence Artificielle.

**MI** Math et Informatique.

(Cette liste est optionnelle, voici un exemple)



# Table des figures

4.1	Un exemple d'une figure. . . . .	8
4.2	Un exemple d'une figure avec deux sous-figures. . . . .	8

# Liste des tableaux

4.1	Un exemple d'un tableau. . . . .	7
-----	----------------------------------	---

# List of Algorithms

1	An algorithm with caption . . . . .	5
---	-------------------------------------	---

# Chapitre 1

## Introduction Générale

Chaque rapport doit commencer par une introduction générale dans laquelle le contexte du projet est clairement expliqué. Cette introduction devrait également inclure l'objectif du projet et le plan du reste du rapport. Cette introduction ne devrait pas dépasser 2 pages. Soyez concis et clair, et écrivez uniquement ce qui est nécessaire à écrire.

### 1.1 Contexte

...

### 1.2 Objectifs

...

### 1.3 Méthodologie et résultats

...

### 1.4 Structure du rapport

...

# Chapitre 2

## Un guide

### 2.1 Introduction

Chaque chapitre doit commencer par une courte introduction et une courte conclusion. Suivez soigneusement les conseils de votre superviseur lorsque vous rédigez vos introductions et vos conclusions.

### 2.2 La structure générale

Un rapport comprend une introduction générale, suivi d'un chapitre de l'état de l'art. Dans le troisième chapitre, vous expliquez l'architecture ou la méthodologie que vous avez utilisée. La mise en œuvre (l'implémentation) est expliquée et les résultats sont discutés dans le chapitre 4. Dans la conclusion générale [chapitre 5], décrivez la contribution de votre projet, ainsi que les critiques et les limites de votre travail, suivies d'éventuelles extensions et perspectives.

Ajoutez toutes les références utilisées à la fin de votre rapport après la conclusion générale. Enfin, vous pouvez ajouter vos annexes (si vous en avez) après les références.

### 2.3 Du pronom désignant l'auteur du rapport

Utilisez « nous » pour désigner l'auteur du mémoire.

**Exemple :** Dans ce chapitre, nous introduisons la notation utilisée pour le reste du mémoire.

## 2.4 Du pronom désignant le lecteur ou une personne en général

Utilisez « on » pour désigner le lecteur ou une personne en général.

**Exemple 1 :** *On* note que cette liste est longue.

**Exemple 2 :** Dans la phase de programmation, *on* doit tout d'abord obtenir une spécification précise du programme.

## 2.5 Conclusion

Ne dépassez pas 5 phrases dans les conclusions de vos chapitres.

# Chapitre 3

## Le format

### 3.1 Texte, paragraphes, les titres, et les sous titres

Pour le texte dans tout le rapport, utilisez « Times New Roman », taille 12. Justifiez votre texte et laissez un peu d'espace au début de chaque paragraphe. L'espace entre les lignes est 1,5, et vous devez ajouter des espaces avant et après les paragraphes pour augmenter la lisibilité.

Pour les titres et les sous-titres, le style proposé par la classe «report» doit être gardé.

### 3.2 Code source et Algorithmes

Les packages `algorithm`, `algorithmicx`, `algpseudocode` et `algorithm2e` peuvent être utilisés pour rédiger des algorithmes avec  $\text{\LaTeX}$ . Veuillez vous référer au lien suivant pour plus de détails sur l'utilisation de ces packages : <https://fr.overleaf.com/learn/latex/Algorithms>

L'algorithme 1 illustre un exemple simple d'un algorithme produit à l'aide du package `algorithm2e`.

Pour les codes sources des programmes et afin de bien les afficher, le package `listings` peut être utilisé. Veuillez consulter le lien suivant pour plus de détails : [https://fr.overleaf.com/learn/latex/Code\\_listing](https://fr.overleaf.com/learn/latex/Code_listing)

Voici l'exemple suivant qui illustre un code java simple affiché à l'aide de package `listings`. Le style utilisé pour formater ce code tel qu'il apparaît est défini dans le préambule du docu-

---

**Algorithm 1:** An algorithm with caption

---

**Data:**  $n \geq 0$ **Result:**  $y = x^n$ 

```
1  $y \leftarrow 1$ ;  
2  $X \leftarrow x$ ;  
3  $N \leftarrow n$ ;  
4 while  $N \neq 0$  do  
5   if  $N$  is even then  
6      $X \leftarrow X \times X$ ;  
7      $N \leftarrow \frac{N}{2}$ ; /* This is a comment */  
8   else  
9     if  $N$  is odd then  
10       $y \leftarrow y \times X$ ;  
11       $N \leftarrow N - 1$ ;  
12    end  
13  end  
14 end
```

---

ment.

```
1 class HelloWorldApp {  
2     public static void main(String[] args) {  
3         System.out.println("Hello World!"); // Display the string.  
4         for (int i = 0; i < 100; ++i) {  
5             System.out.println(i);  
6         }  
7     }  
8 }
```

### 3.3 Formules mathématiques

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est très pratique pour écrire des mathématiques. En fait, cette fonctionnalité est l'un des aspects les plus importants qui font du L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X un choix incontournable pour la rédaction de documents techniques. Le lien suivant montre les commandes les plus élémentaires nécessaires pour commencer à écrire des mathématiques à l'aide du L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X : [https://fr.overleaf.com/learn/latex/Mathematical\\_expressions](https://fr.overleaf.com/learn/latex/Mathematical_expressions)

Voici un exemple :

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ae + bf \\ ce + df \end{pmatrix} \quad (3.1)$$



## 3.4 Les listes

Il est souvent nécessaire de présenter de l'information sous forme synthétique ou sous forme de séquence. Les listes sont un excellent outil pour présenter ce genre d'information. Celles-ci peuvent être numérotées ou non numérotées. Différents types de listes peuvent être utilisés dans  $\text{\LaTeX}$  :

- L'environnement `itemize` pour créer des listes non numérotées,
- L'environnement `enumerate` pour créer des listes numérotées,
- L'environnement `description` pour créer des listes de description.

Vous pouvez vous référer au lien suivant pour plus de détails sur la composition et la personnalisation des listes dans  $\text{\LaTeX}$  : <https://fr.overleaf.com/learn/latex/Lists>

Voici un exemple de liste numérotée :

1. Cette liste est créée à l'aide de l'environnement `enumerate`.
  - 1.1 Ce style permet de présenter l'information de façon hiérarchisée et en séquence ;
2. Ce style propose une numérotation alignée à gauche mais un texte indenté.

Voici un exemple de liste non numérotée :

- Cette liste utilise l'environnement `itemize`.
  - Par défaut, des puces différentes sont définies pour les quatre premiers niveaux hiérarchiques.
- Si vous le désirez, vous pouvez changer les puces proposées.

## 3.5 Remarques

- Utilisez les chevrons et l'italique pour les termes d'une langue étrangère : par exemple, schéma de conception (« design pattern »).
- Vous pouvez utiliser l'italique ou le gras pour mettre en évidence des termes. Toutefois, il convient de les utiliser de manière uniforme, et avec parcimonie.

# Chapitre 4

## Figures, tableaux et références

### 4.1 ...

Chaque figure et chaque tableau doit être référencé. L'ajout des figures et des tableaux à l'aide du  $\text{\LaTeX}$  est simple. Ce chapitre présente quelques exemples de ce processus d'ajout.

### 4.2 Les tableaux

Le lien suivant explique en détail la manière avec laquelle doit être faite la création et la personnalisation des tableaux à l'aide du  $\text{\LaTeX}$  : <https://fr.overleaf.com/learn/latex/Tables>

Le tableau 4.1 illustre un exemple d'un tableau.

TABLE 4.1 – Un exemple d'un tableau.

Methods	Result 1	Result 2
Method 1	0.67	0.74
Method 2	0.86	0.90

### 4.3 Les figures

Veuillez vous référer au lien suivant pour une description détaillée sur la façon d'insérer des images dans votre document  $\text{\LaTeX}$  et la façon de les référencer dans le texte : [https://fr.overleaf.com/learn/latex/Inserting\\_Images](https://fr.overleaf.com/learn/latex/Inserting_Images)

La figure 4.1 illustre une figure qui a été ajoutée juste pour montrer un exemple et la figure 4.2 illustre une figure principale avec deux sous-figures 4.2a and 4.2b.

## Genetic Algorithms

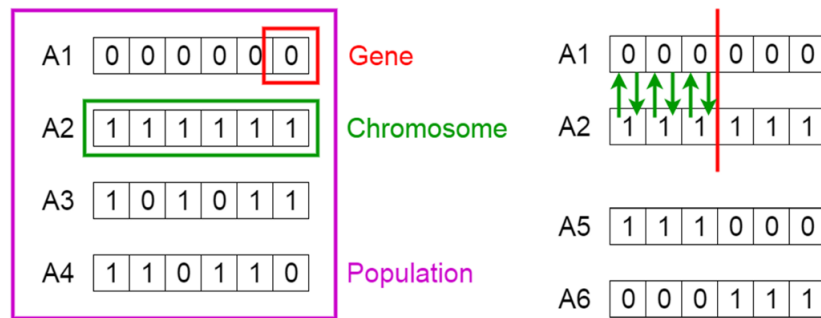


FIGURE 4.1 – Un exemple d'une figure.

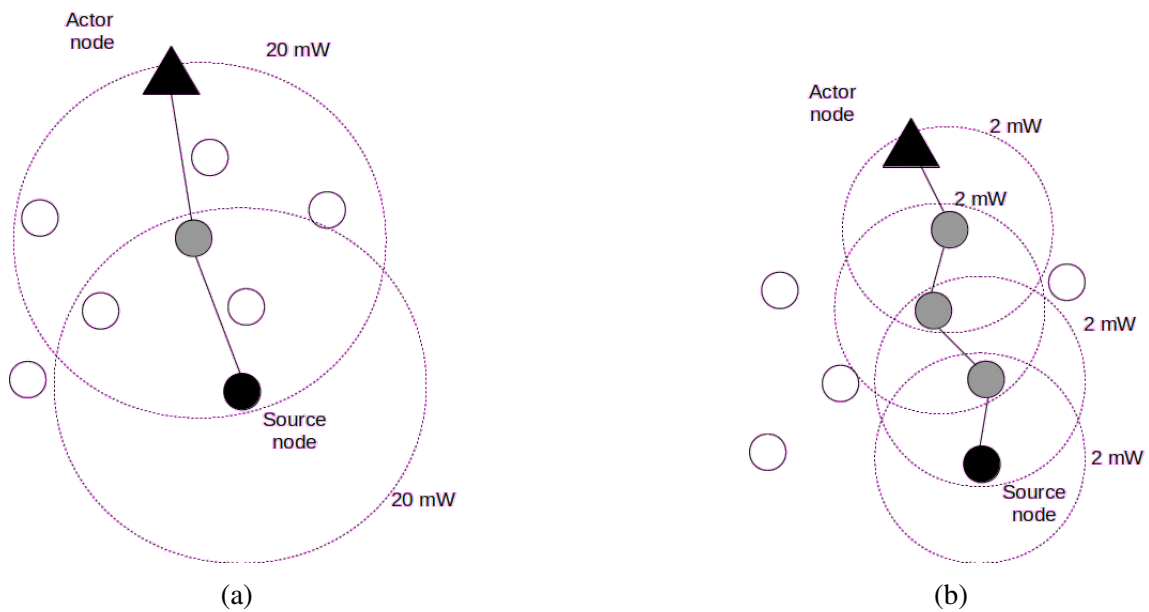


FIGURE 4.2 – Un exemple d'une figure avec deux sous-figures.

## 4.4 Les références

Les listes de références sont gérées en  $\text{\LaTeX}$  à l'aide de l'outil  $\text{\BibTeX}$  logiciel de gestion de références bibliographiques développé principalement à cet effet. Voici le lien suivant qui explique en détail comment utiliser  $\text{\BibTeX}$  : [https://fr.overleaf.com/learn/latex/Bibliography\\_management\\_with\\_bibtex](https://fr.overleaf.com/learn/latex/Bibliography_management_with_bibtex)

Veuillez suivre le style de référence IEEE, pour cela, vous pouvez choisir, par exemple, le style de référence  $\text{\IEEEtranN}$ , ce dernier qui nécessite l'invocation du package `natbib` en ajoutant `\usepackage[numbers]{natbib}` au préambule.

[1], [2], [3], [4], [5], ...

## 4.5 ...

Acronym of "Intelligence Artificielle" : IA

Meaning of MI : Math et Informatique

# **Chapitre 5**

## **Conclusion générale (2 pages max)**

### **5.1 Contributions**

Insérez un texte décrivant les contributions de votre projet.

### **5.2 Critique du travail**

Insérez un texte faisant une critique du travail.

### **5.3 Travaux futurs et perspectives**

Insérez un texte décrivant les extensions possibles du travail et les perspectives.

# Références

- [1] D. E. Knuth, “Literate programming,” *The Computer Journal*, vol. 27, no. 2, pp. 97–111, 1984.
- [2] F. Mittelbach, M. Gossens, J. Braams, D. Carlisle, and C. Rowley, *The L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Companion*, 2nd ed. Addison-Wesley Professional, 2004.
- [3] L. Lamport, *L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X : a Document Preparation System*, 2nd ed. Massachusetts : Addison Wesley, 1994.
- [4] M. Lesk and B. Kernighan, “Computer typesetting of technical journals on UNIX,” in *Proceedings of American Federation of Information Processing Societies : 1977 National Computer Conference*, Dallas, Texas, 1977, pp. 879–888.
- [5] D. E. Knuth, *The T<sub>E</sub>X Book*. Addison-Wesley Professional, 1986.