

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département des Ressources Forestières



# MÉMOIRE

Présenté par

**Hamsi Fatiha**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

En FORESTERIE

Spécialité : AMENAGEMENT ET GESTION DES FORÊTS

## Thème

Cartographie du risque feu de forêt dans la wilaya de Tlemcen

Soutenu le 23/06/2024, devant le jury composé de :

Président	Bouhraoua Rachid Tarik	PROF	Université de Tlemcen
Promotrice	Abdelbaki Amina	MAA	Université de Tlemcen
Examineur	Haddouche Driss	PROF	Université de Tlemcen

## ملخص

يُعتبر رسم خرائط حرائق الغابات أداة فعّالة لفهم هذه الظاهرة والوقاية منها وإدارتها في ولاية تلمسان، مما يساعد على حماية الأرواح والممتلكات والبيئة. على مدار 24 عاماً (2000-2023)، تتمحور دراستنا حول جانبين رئيسيين: المكاني والزمني. من الناحية الزمانية، يتناول تحليل حرائق الغابات تواتر الحرائق وخسارة المساحة على مدار الوقت والأيام والأشهر، ويسعى أيضاً إلى فهم التباينات السنوية والاتجاهات بعيدة المدى يتميز عام 2020 بأكثر عدد من الحرائق، حيث اندلع 188 حريقاً، بينما سجل عام 2015 أكبر خسارة في المساحة المحروقة (3680.65 هكتاراً) سجل شهر جويلية أكبر عدد من الحرائق (206) بينما شهد شهر اوت أكبر مساحة متضررة من الحرائق (5,845.366 هكتار) وبلغت نسبة الحرائق التي اندلعت في عطلات نهاية الأسبوع (الجمعة والسبت) 33% من الحرائق. على مدار 24 سنة من الدراسة، وقعت 47% من الحرائق المسجلة في الفترة الزمنية 12-16 ساعة. فيما يتعلق بالجانب المكاني، فإن استخدام نظام المعلومات الجغرافية يحدد البلديات الأكثر تضرراً من بين 53 بلدية خضعت للدراسة. فبالنسبة لمؤشر خطر التكرار، هناك ست بلديات ذات معدل خطر مرتفع للغاية (>20)، وبالنسبة لمتوسط الخطر السنوي، هناك خمس عشرة بلدية ذات معدل خطر سنوي مرتفع للغاية (>8)، وست بلديات تتجاوز مساحة الحرائق فيها 50 هكتاراً/ حريقاً بالنسبة لمعامل متوسط المساحة المحترقة. تؤكد هذه النتائج ضرورة العمل الوقائي والتدخل المستهدف للتخفيف من مخاطر الحرائق في البلديات المتضررة.

كلمات مفتاحية: خطر، حرائق الغابات، رسم الخرائط، تحليل، تلمسان

## Summary

Forest fire risk mapping is a valuable tool for understanding, preventing, and managing wildfires in the Tlemcen province, thereby contributing to the protection of lives, properties, and the environment. Over a period of 24 years [2000-2023], our study focuses on two essential aspects: spatial and temporal. Temporally, the analysis of forest fires examines the frequency and surface area loss across hours, days, and months, also seeking to understand annual variations and long-term trends. The year 2020 stands out with the highest number of outbreaks, with 188 fires, while 2015 recorded the greatest surface loss (3680.65 ha). August is associated with the largest burned area (5845.366 ha), and July recorded the highest number of outbreaks (206 fires). Weekends (Friday and Saturday) account for 33% of fire starts. Over the 24-years study period, 47% of recorded fires occurred between 12-4 pm. Regarding the spatial aspect, the use of Geographic Information Systems identifies the most affected municipalities among the 53 studied. For the Frequent Fire Risk Index, six municipalities have an extremely high FRI (> 20), for the Annual Mean Risk, fifteen municipalities have exceptionally high AMR (>8), and six municipalities exceed 50 ha/fire for the Average Burned Area parameter "ABA." These results underscore the urgency of preventive action and targeted intervention to mitigate fire risks in the affected municipalities.

Keywords: Risk, forest fire, mapping, analysis, Tlemcen

## Résumé

La cartographie du risque incendie de forêt est un outil précieux pour comprendre, prévenir et gérer les incendies dans la wilaya de Tlemcen, contribuant ainsi à protéger les vies, les biens et l'environnement. Pour une période de 24 ans (2000-2023), notre étude se concentre sur deux aspects essentiels : spatial et temporel. Sur le plan temporel, l'analyse des incendies de forêts examine la fréquence et la perte en surface à travers les horaires, les jours, les mois, elle cherche aussi à comprendre les variations annuelles et la tendance à long terme. L'année 2020 se distingue par le plus grand nombre de foyers, avec 188 feux, tandis que 2015 enregistre la plus grande perte en surface (3680,65 ha). Le mois d'août est associé à la plus grande superficie brûlée (5845,366 ha) et le mois de juillet enregistre le plus grand nombre de foyers (206 feux). Les week-ends (vendredi et samedi) représentent 33% des départs de feux. Durant les 24 ans de l'étude, 47% des feux enregistrés sont dans la tranche horaire 12-16h. En ce qui concerne l'aspect spatial, l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique identifie les communes les plus touchées parmi les 53 étudiées. Pour l'Indice de Risque Fréquentiel, six communes ont un IRF extrêmement élevé ( $> 20$ ), pour le Risque Moyen Annuel, quinze communes présentent un RMA exceptionnellement élevé ( $> 8$ ), et six communes dépassant les 50 ha/feu pour le paramètre Surface Moyenne Incendiée « SMI ». Ces résultats soulignent l'urgence d'une action préventive et d'intervention ciblée pour atténuer les risques d'incendie dans les communes concernées.

**Mots clé :** Risque, incendie de forêt, cartographie, analyse, Tlemcen

## REMERCIEMENTS :

Je tiens à exprimer ma gratitude envers le Tout-Puissant ALLAH pour la santé, la patience et la force dont j'ai été béni tout au long de mon parcours académique, qui m'ont permis de réaliser ce travail avec succès.

Ce travail n'a pu voir le jour que grâce aux sacrifices et à l'aide et l'encouragement de plusieurs personnes qui je ne saurai jamais les remercier assez.

Je tiens à remercier ma promotrice **Mme Rabah Fissa Amina née Abdelbaki** pour avoir accepté de diriger ce travail tout le long de sa réalisation, pour sa gentillesse pour les intéressantes corrections qu'elle a apportée et pour les conseils dont j'ai pu bénéficier et surtout pour son dynamisme et ses qualités humaines.

Je remercie également **Mr Haddouche Driss** Professeur au département des Ressources Forestières de l'Université de Tlemcen pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes sincères remerciements à **Mr BOUHRAOUA Rachid Tarik**, Professeur au département des Ressources Forestières de l'Université de Tlemcen pour avoir accepté de présider le jury de cette mémoire.

Un remerciement spécial pour **monsieur bensenane Bachir** chef de département des ressources forestières, si je suis la aujourd'hui c'est grâce à lui.

Un sincère merci à tous mes enseignants, du Département des Ressources Forestières à l'université.

Je remercier aussi **Mme latreuch Bouchra**, pour son aide lors de la collecte des données.

Une pensée pour notre cher disparu **Mr BERRICHI Mohammed**, nous prions Dieu d'avoir pitié de lui et de donner patience à sa famille.

**Hamsi Fatiha**

## **DÉDICACE :**

C'est avec un grand plaisir que je dédie cet évènement marquant de ma vie :

### **A mon très cher père Hadj,**

Tu as toujours été pour moi un exemple de père respectueux, honnête, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grace à toi **papa** j'ai appris le sens de la responsabilité, je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension. Je t'aime **papa** et j'implore le tout puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

### **A ma très chère mère Chahrazed,**

Quoi que je fasse ou que je dise, Je ne peux pas te remercier assez. Ton affection me couvre, ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

### **A mes très chères frères Sofiane, Ilyas, Amine et Zaki. Et leurs femmes.**

A mes chères petits neveux et nièces et a toute la famille **Hamsi** et **Abderrahim**.

### **A ma chère amie Khadîdja**

A mes chères de la promotion M2 AGF, Votre amitié a rendu cette expérience éducative et professionnelle encore plus enrichissante et mémorable. Nous avons partagé des rires, des défis et des moments de complicité qui resteront à jamais gravés dans ma mémoire.

## Liste des abréviations :

**C.F** : Conservation des Forêts

**ANAT** : agence nationale de l'aménagement du territoire

**h** : Heure

**Ha** : Hectare

**C.F.T** : conservation des foret Tlemcen

**Fig.** : Figure

**Km<sup>2</sup>** : kilomètre carré

**Hm<sup>3</sup>** : hectomètre cube

**m** : mètre

**%** : Pourcentage

**IFR** : Indice Fréquentiel du Risque

**RMA** : Risque Moyen Annuel

**SMI** : surface moyenne incendiée.

**T** : Température

**°C** : Degrés Celsius

**P** : précipitation

**H** : humidité

**D.S.A** : Direction des services agricole

**SIG** : Système d'Information Géographique

**FF** : feux de forêt

**Nbre** : nombre

## Listes des Figures

<b>Figure 1</b>	Carte de situation géographique de la wilaya de Tlemcen	2
<b>Figure 2</b>	Situation géographique de la Wilaya de Tlemcen	4
<b>Figure 3</b>	Réseaux hydrographiques et bassins versants de la wilaya de Tlemcen (Source : ANAT, 2010)	8
<b>Figure 4</b>	Précipitations moyennes mensuelles [2000-2023].	15
<b>Figure 5</b>	Températures moyennes mensuelles [2000-2023].	16
<b>Figure 6</b>	Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen [2000-2023].	18
<b>Figure 7</b>	Climagramme pluviométrique d'Emberger	19
<b>Figure 8</b>	Répartition annuelle du Superficies incendiées durant la période [2000-2023].	21
<b>Figure 9</b>	Répartition annuelle du nombre des foyers [2000-2023].	22
<b>Figure 10</b>	Répartition annuelle du feu moyen [période 2000-2023]	23
<b>Figure 11</b>	Superficies mensuelles incendiées dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]	24
<b>Figure 12</b>	Nombre de foyer mensuel dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]	25
<b>Figure 13</b>	Répartition mensuelle des feux moyens dans la Wilaya de Tlemcen [2000-2023].	26
<b>Figure 14</b>	Fréquence des départs de feux suivant les jours de la semaine	26
<b>Figure 15</b>	Cycle horaire de brûlage pour la Wilaya de Tlemcen [2000-2023].	27
<b>Figure 16</b>	Apport de Microsoft Excel	30
<b>Figure 17</b>	Bilans annuels en format Excel.	31
<b>Figure 18</b>	Fichier vectoriel des 53 communes de la wilaya de Tlemcen.	32
<b>Figure 19</b>	Répartition des incendies suivant les tranches horaires pour l'année 2012.	33
<b>Figure 20</b>	Définition de la structure de la base de données dans une table.	33
<b>Figure 21</b>	Base de données chargée (53 communes).	34
<b>Figure 22</b>	Organigramme méthodologique de l'étude.	35
<b>Figure 23</b>	Carte du bilan d'incendie de forêt des communes de la wilaya de Tlemcen [2000-2023].	39
<b>Figure 24</b>	Carte de la fréquence des incendies de forêt des communes de la wilaya de Tlemcen [2000-2023].	41
<b>Figure 25</b>	Carte des Taux de recouvrement des communes de la	42

wilaya de Tlemcen.

- Figure 26** Carte de l'Indice de Risque Fréquentiel des communes de la wilaya de Tlemcen [2000-2023] 43
- Figure 27** Carte du Risque Moyen Annuel des communes de la wilaya de Tlemcen [2000-2023] 45
- Figure 28** Carte de la surface moyenne incendiée des communes de de la wilaya de Tlemcen [2000-2023]. 47





## Listes des tableaux

<b>Tableau 1</b>	Dairas et communes de la wilaya de Tlemcen	2
<b>Tableau 2</b>	Barrages de la wilaya de Tlemcen.	9
<b>Tableau 3</b>	Potentiel forestier de la wilaya de Tlemcen.	11
<b>Tableau 4</b>	Superficies de principales essences forestières dans la région de Tlemcen.	13
<b>Tableau 5</b>	Moyennes mensuelles des précipitations en mm, wilaya de Tlemcen [2000-2023].	14
<b>Tableau 6</b>	Températures moyennes mensuelles [2000-2023]. .	15
<b>Tableau 7</b>	Humidité relative, Wilaya de Tlemcen sur la période [2000-2023].	16
<b>Tableau 8</b>	Moyennes mensuelles de la vitesse des vents [2000-2023].	17
<b>Tableau 9</b>	Bilan annuel des incendies de forêts dans la Wilaya de Tlemcen [2000-2023].	20
<b>Tableau 10</b>	Répartition mensuelle des superficies incendiées dans la Wilaya de Tlemcen [2000-2023].	24
<b>Tableau 11</b>	Répartition mensuelle du nombre de foyers dans la Wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]	25
<b>Tableau 12</b>	Répartition mensuelle des feux moyens dans la Wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]	26
<b>Tableau 13</b>	Classes de l'Indice du Risque Fréquentiel	36
<b>Tableau 14</b>	Classes du Risque Moyen Annuel	38
<b>Tableau 15</b>	Classement des 53 communes en fonction du IRF [période 2000-2023]	44
<b>Tableau 16</b>	Classement des 53 communes en fonction du RMA [période 2000-2023]	46

## TABLE DES MATIERES

Résumés	
Remerciements	
Dédicace	
Abréviation	
Liste des Figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

### *Chapitre I : présentation de la wilaya de Tlemcen*

1. Situation géographique de la wilaya de Tlemcen .....	2
2. Aperçu géomorphologique.....	3
2.1 Les Monts des Traras .....	3
2.2 Les monts de Tlemcen.....	3
2.3 Les plaines Telliennes.....	4
2.4 La zone steppique.....	4
3. Les sols de la région de Tlemcen.....	4
4. Hydrographie de Tlemcen.....	5
4.1 Les oueds et les bassins versant.....	6
4.1.1 Oued Isser.....	6
4.1.2 Oued Zitoun.....	6
4.1.3 Oued Mouilah.....	6
4.1.4 Oued Khemis.....	6
4.1.5 Oued Sebdou.....	6
4.1.6 Oued Boumessaoud.....	6
4.1.7 Oued Lakhder.....	7
4.1.8 Oued Boukiou.....	7
5. Les sources.....	8
6. Les nappes d'eau.....	9
7. Les barrages.....	9
8. La végétation de Tlemcen.....	10
8.1 Le littoral.....	10
8.2 Les plaines.....	10
8.3 Les monts.....	10

8.4 La steppe.....	10
9. Présentation du milieu forestier.....	11
9.1 Principales forêts domaniales.....	11
9.2 Essences forestières constitutives.....	13
9.3 Types de formations forestières.....	14
10. Le climat de la wilaya de Tlemcen.....	14
10.1 Caractéristiques climatiques.....	14
10.1.1 Précipitations.....	14
10.1.2 Température.....	15
10.1.3 Humidité.....	16
10.1.4 Vents.....	17
10.2 Synthèse climatique.....	17
10.2.1 Diagramme ombrothermique.....	17
10.2.2 Climagramme pluviométrique d’Emberger (1955) .....	18

## ***Chapitre II : Analyse du bilan d’incendie pour la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]***

1. Répartition temporelle des incendies de forêt dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023] .....	20
1.1 Répartition annuelle des Superficies incendiées dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023] .....	21
1.2 Répartition annuelle du nombre de foyers dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023] .....	22
1.3 Répartition annuelle des Feux moyens dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023] .....	23
2. Fréquence mensuelle des incendies de forêts [période 2000-2023] .....	24
2.1 Superficie incendiée.....	24
2.2 Nombre de foyers.....	25
2.3 Feu moyen.....	25
3. Répartition des incendies de forêts suivant les jours de semaine [période 2000-2023].....	26

4. Répartition des incendies de forêts suivant les tranches horaires.....	27
---	----

### *Chapitre III : Matériels et méthodes*

1. Matériels et Outils utilisés.....	29
1.1 Logiciels utilisés.....	29
1.2 Matériel utilisé.....	30
2. Acquisition et traitement des données.....	30
2.1 Inventaires des données.....	30
2.1.1 Carte utilisée.....	31
2.2 Analyse des données.....	32
2.3 Traitements et organisations des données.....	32
2.4 Saisie et manipulation des données.....	33
3. Approche méthodologie.....	35
4. Cartographie du risque d'incendie de forêt.....	36
4.1 Indice de Risque Fréquentiel (IRF).....	36
4.2 Risque Moyen Annuel ou Degré de Gravité.....	37
4.3 Surface Moyenne par Incendie (SMI).....	38

### *Chapitre IV : Résultats et discussions*

1. Bilan d'incendie.....	39
2. Indice de Risque Fréquentiel « IRF » .....	40
2.1 La fréquence $F_i$ .....	40
2.2 Taux de recouvrement.....	41
3. Risque Moyen Annuel « RMA » (Degré de danger) .....	44
4. Surface Moyenne Incendiée « SMI » .....	46
Discussion générale.....	48
Conclusion générale.....	49
Références bibliographiques	



***Introduction générale :***

La forêt, en tant qu'écosystème complexe, joue un rôle fondamental dans la préservation de l'environnement et l'équilibre écologique en agissant comme un gardien naturel, offre une multitude de services écosystémiques essentiels. Même si sa valeur écologique est aujourd'hui largement reconnue, la protection des forêts constitue un défi majeur.

Le feu représente en effet une menace majeure pour les forêts du bassin méditerranéen et les zones boisées de l'Algérie. Le régime des feux peut évoluer en fonction de divers facteurs, notamment leur brutalité et leur intensité, qui peuvent varier à la fois dans l'espace et à travers le temps. Cette évolution est influencée par plusieurs éléments, les températures élevées et les précipitations réduites peuvent favoriser des conditions plus propices aux incendies.

Les conséquences des incendies de forêt peuvent en effet être vastes et avoir un impact significatif sur plusieurs aspects : appauvrissement des sols, modification irréversible de l'état biologique des forêts et impact environnemental, écologique ou social....

Selon la banque mondiale 2023, Sur la période 1985-2022, il y a eu 75 375 feux de forêt (FF) pour un total de 1 366 951 ha de surface brûlée, soit en moyenne 1 984 feux/an et 35 972 ha/an de surfaces brûlées. Le nombre de feux de forêt varie suivant les années, entre un minimum de 595 en 1989 et un maximum de 5 110 en 2012. Pour les superficies brûlées, le maximum est de 271 598 ha en 1994 et le minimum de 2 312 ha en 2018. Dix-neuf années dépassent largement la moyenne de 1 984 feux/an.

La Wilaya de Tlemcen, située dans le nord-ouest de l'Algérie, est en effet une région dotée d'un riche patrimoine forestier. Cependant, cette richesse naturelle s'accompagne d'une sensibilité accrue aux incendies de forêt. Dans le cadre de cette étude nous fixons comme objectif la cartographie du risque incendie de forêt, en utilisant un Système d'Information Géographique (SIG), ainsi que l'analyse temporelle du phénomène en question, à travers une série chronologique de 24 années [2000-2023].

Notre travail se structure en quatre chapitres :

Chapitre I : la présentation de la zone d'étude ;

Chapitre II : Analyse du bilan d'incendie pour la wilaya de Tlemcen période « 2000-2023 » ;

Chapitre III : Expose le matériel et détaille la méthodologie adoptée pour la réalisation de ce travail ;

Chapitre IV : Regroupe les différents résultats obtenus, leurs interprétations et discussion.

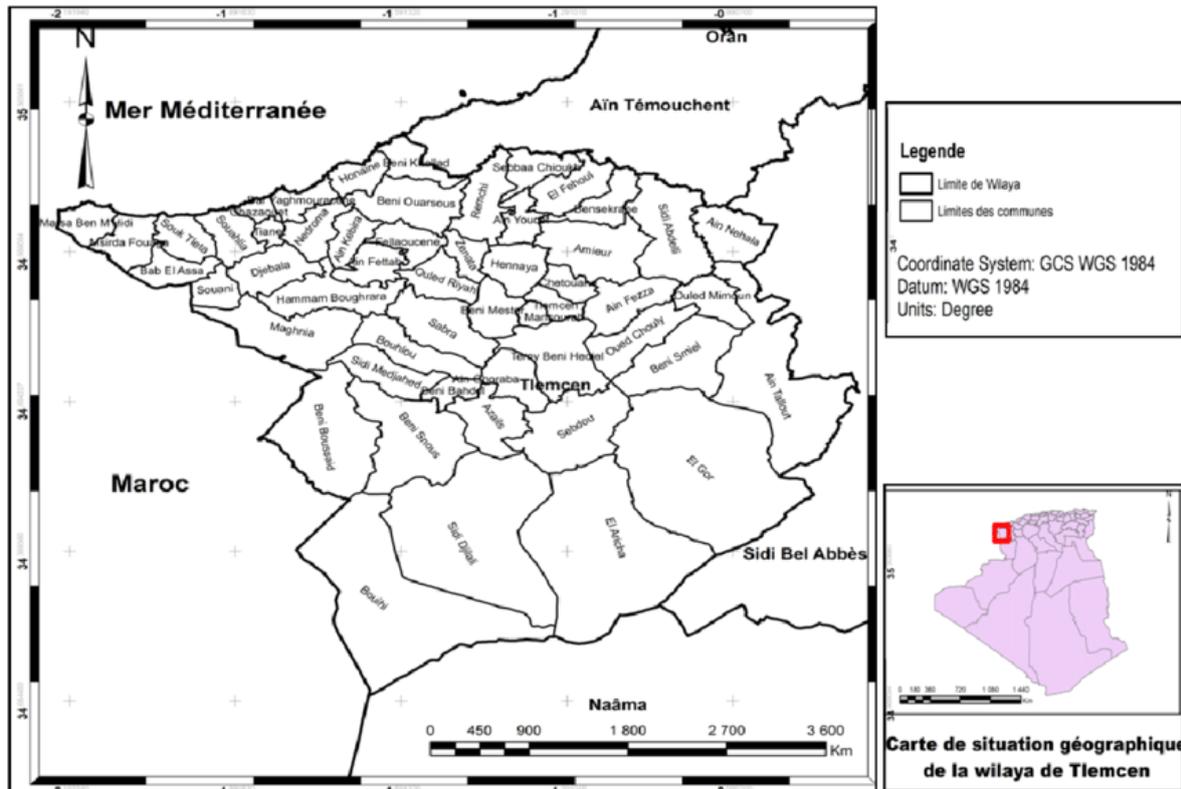
***Chapitre I :***

***Présentation de la zone d'étude***

## 1. Situation géographique de la wilaya de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrême Ouest de l'Algérie (fig.01). Elle occupe une superficie de 9 017,69 km<sup>2</sup>. Elle est limitée :

- ♣ Au Nord par la mer Méditerranée ;
- ♣ A l'Ouest par le Royaume du Maroc ;
- ♣ A l'Est et au Nord- Est par les wilayas de Ain Témouchent et Sidi Bel Abbès ;
- ♣ Au Sud par la wilaya de Naâma.



**Figure 01 :** Carte de situation géographique de la wilaya de Tlemcen source : [researchgate.net/profile/Michele-Salis/Situation-geographique-de-la-wilaya-de-Tlemcen](https://www.researchgate.net/profile/Michele-Salis/Situation-geographique-de-la-wilaya-de-Tlemcen)

La wilaya de Tlemcen regroupe 20 daïras et 53 communes (tableau 01).

**Tableau 01 :** Daïras et communes de la wilaya de Tlemcen

Daïras	Communes
Tlemcen	Tlemcen
Remchi	Remchi, Aïn Youcef, Beni Ouarsous, El Fehoul, Sebaà Chioukh
Ghazaouet	Ghazaouet, Souahlia, Dar Yaghmoracène, Tient
Mansourah	Mansourah, Beni Mester, Terny Beni Hediél, Aïn Ghoraba
Ouled Mimoun	Ouled Mimoun, Beni Smeil, Oued Lakhder,
Sidi Djilali	Sidi Djilali, El Bouihi

Sebdou	Sebdou, El Aricha, El Gor
Hennaya	Hennaya, Zenata, Ouled Riah
Nédroma	Nédroma, Djebala
Fellouacéne	Fellouacéne, Ain Fettah, Ain Kebira
Sabra	Sabra et Bouhlou
Beni Snous	Beni Snous, Beni Bahdel, Azails
Chetouane	Chetouane, Aïn Fezza, Amieur
Maghnia	Maghnia, hammam Boughrara
Bab El Assa	Bab El Assa, Souani, Souk Tleta
Honaine	Honaine, Beni Khellad
Beni Boussaid	Beni Boussaid, Sidi Medjahed
Marsa Ben M'Hidi	M.B. M'Hidi, M'Sirda Fouaga
Bensakrane	Bensakrane, Sidi Abdelli
Ain Tellout	Ain Tellout, Ain Nehhala

Source : CFT,2024

## 2. Aperçu géomorphologique

Le relief de la wilaya de Tlemcen présente une hétérogénéité orographique (fig. 02), offrant une diversité importante de paysages et divisant la wilaya en 04 grandes zones bien distinctes, il s'agit du nord au sud :

### 2.1 Les Monts des Traras

Les monts des Traras se situent sur la bordure Sud occidentale du bassin méditerranéen (**Medjahdi & al, 2019**), occupant la partie Nord de la wilaya, avec une pluviométrie de 350mm, mal répartie dans le temps et l'espace sous formes diverses. Cette zone est exposée aux phénomènes de l'érosion étant donné sa nature de sol agricole marneux et son relief occidentale (**DSA, 2007**).

Le massif des Traras dispose d'une façade maritime avec des escarpements à fort commandement (la chaîne littorale), d'une longueur de 70 Km, et s'enfonce sur 5 Km à l'intérieur du continent (altitude 843m) (**Kazi-tani & Gaouar 2015**).

### 2.2 Les monts de Tlemcen

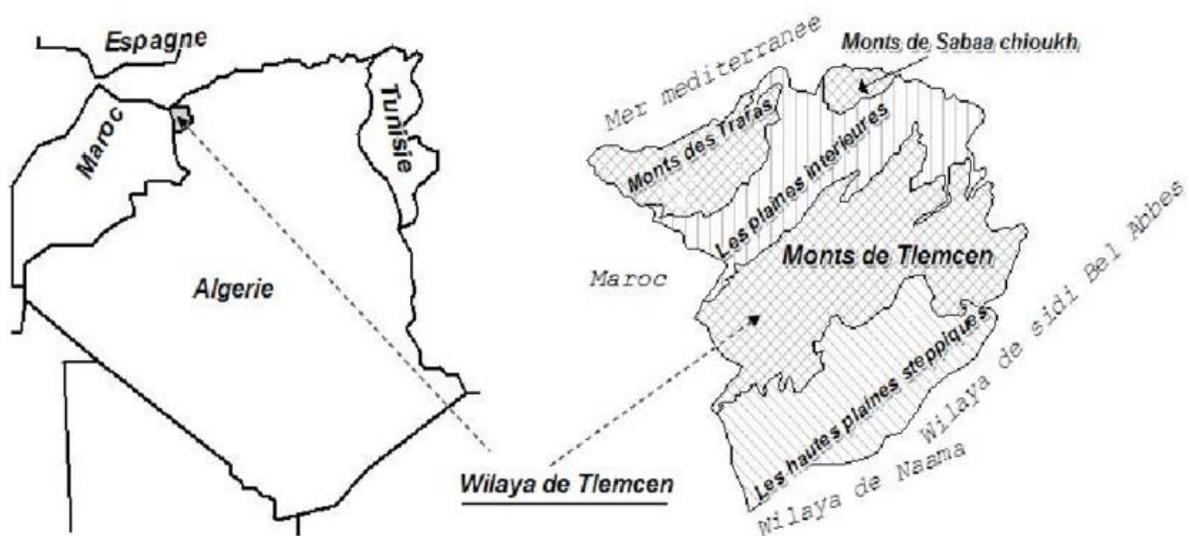
Il est limité au Nord par les hautes plaines telliennes et au Sud par les hautes plaines steppiques, sont respectivement représentées par la frontière Algéro-Marocaine et l'Ouest de Mekkera (**Bilem,2012**). Les Monts de Tlemcen sont un véritable château d'eau dans l'Ouest de l'Algérie (**Bensaoula & collignon, 2019**).

### 2.3 Les plaines Telliennes

Un ensemble de plaines agricoles (plaine de Maghnia, bassin de Tlemcen), caractérisé par des fortes potentialités agricoles, un tissu urbain dense, un bon réseau routier et une importante activité industrielle (Abid, 2017), incluse entre les deux chaînes de montagnes (monts des Traras et monts de Tlemcen) (Ben abdellah, 2016).

### 2.4 La zone steppique

C'est une étendue plate, aride et semi-aride, l'altitude moyenne est de 1 170 mètres, elle est constituée par des hautes plaines steppiques, quelques monticules comme Djebel Makaidou et des dépressions, notamment celle de Dayet El Ferd, administrativement elle est composée par cinq (05) communes, Sebdou, El Gor, El Bouihi, Sidi Djilali et El Aricha (Zekri bellahcene & al, 2014), Situé sur le versant Sud des monts de Tlemcen, c'est une zone où l'élevage ovin et caprin est extensif (DSA, 2011). Ces steppes constituent un cortège floristique pauvre soumis à une pression anthropozoïque forte, et sont depuis de nombreuses années en voie de régression (Benabadji & Bouazza, 2002).



**Figure 02 :** Situation géographique de la Wilaya de Tlemcen **Source :**

[researchgate.net/profile/Fouzia-Bensaoula/Situation-geographique-de-la-wilaya-de-Tlemcen](https://www.researchgate.net/profile/Fouzia-Bensaoula/Situation-geographique-de-la-wilaya-de-Tlemcen)

### 3. Les sols de la région de Tlemcen

Selon Haddouche les différents types des sols qui existent dans la région de Tlemcen sont :

- **Régosols** sont des sols squelettiques ou des sols minéraux bruts sur roche tendre (ex. Sebdou)

- **Lithosols** sont des sols sur une roche mère dure (versant méridional des monts de Traras)
- **Les sols calciques** (Sud et Est des monts de Traras)
- **Les sols bruns calcaires** (les Traras)
- **Les rendzines**
- **Les sols bruns rouges fersiallitique** (les endroits les biens arrosés comme les monts de Tlemcen)
- **Les vertisols** (la cuvette de Terny, sidi Abdelli)
- **Les sols salins** (bords d'oued Tafna et celui de Kiss)
- **Sols insaturés**  
Ils sont situés au Sud-Est de Djebel Fellouacene et en partie sur les djebels Foukanines. La végétation est représentée par formation de forêts dégradées constituées par des taillis clairs de chêne vert. Cette couverture ne permet pas au sol de conserver sa matière organique (**Durand, 1954**).
- **Sols décalcifiés**  
Ils occupent les versants Nord-Est de la vallée du Kiss, les pentes argileuses des montagnes jurassiques et des dépôts marneux des coulées volcaniques. Les sols décalcifiés purs constituent de bonnes terres à céréales notamment sur les terrains plats. En pentes, ils s'adaptent mieux à la vigne et l'olivier en sec (**Durand, 1954**).
- **Sols calcaires**  
Ce sont des sols plus ou moins riches en matière organique (25%). On les rencontre en grand partie à l'ouest de Nedroma et sur la bande côtière de Ghazaouet (**Durand, 1954**).

#### **4. Hydrographie de Tlemcen**

Les cours d'eau à Tlemcen sont connus par leurs débit irrégulier et les manifestations hydrologiques brutales.

Le déficit hydrique d'été détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de petits cours d'eau (**Kazi-tani, 1995**).

## **4.1 Les oueds et les bassins versant**

Les principaux bassins versants qui existent dans la wilaya de Tlemcen sont en nombre de huit (fig. 04), totalisant une superficie de 878 005 hectares dont le plus important est de Tafna. (Abbas, 2006) Ce bassin versant s'étend sur la totalité de la wilaya de Tlemcen et débordant sur le Maroc (Bouguettaya, 2011).

Les oueds de ce bassin sont :

### **4.1.1. Oued Isser**

La superficie du sous bassin de 1 860 Km<sup>2</sup>, son débit moyen annuel est de l'ordre de 3.67 m<sup>3</sup>. Ses deux principaux affluents : oued Sikkak et oued chouly (Bouguettaya, 2011).

### **4.1.2. Oued Zitoun**

C'est un sous bassin de la Tafna, avec une surface de 140 km<sup>2</sup>. Il se situe à 20 km Nord-Ouest de Tlemcen (Benyahia, 2017) ;

### **4.1.3. Oued Mouilah**

Ce bassin de l'oued Mouilah occupe une superficie de 2 650 Km<sup>2</sup>, dont 1 680 Km<sup>2</sup> se trouve sur le territoire Algérien. Il couvre les plaines des Angads et de Maghnia (Bouanani, 2013) ;

### **4.1.4. Oued Khemis**

Sa longueur est de 117 km, la surface du sous bassin est de 340Km<sup>2</sup>. Draine une vallée dans les monts de Tlemcen et rejoint la Tafna au niveau de barrage Ben Bahdel (Abbas, 2006) ;

### **4.1.5. Oued Sebdou**

Occupant une superficie de 255.5 Km<sup>2</sup>, le bassin versant d'oued Sebdou est situé au Nord-ouest algérien et affluent de la Tafna. Il a une forme allongée, présente des pentes parfois prononcées et une lithologie favorisant l'écoulement (Ouici, 2018) ;

### **4.1.6. Oued Boumessaoud**

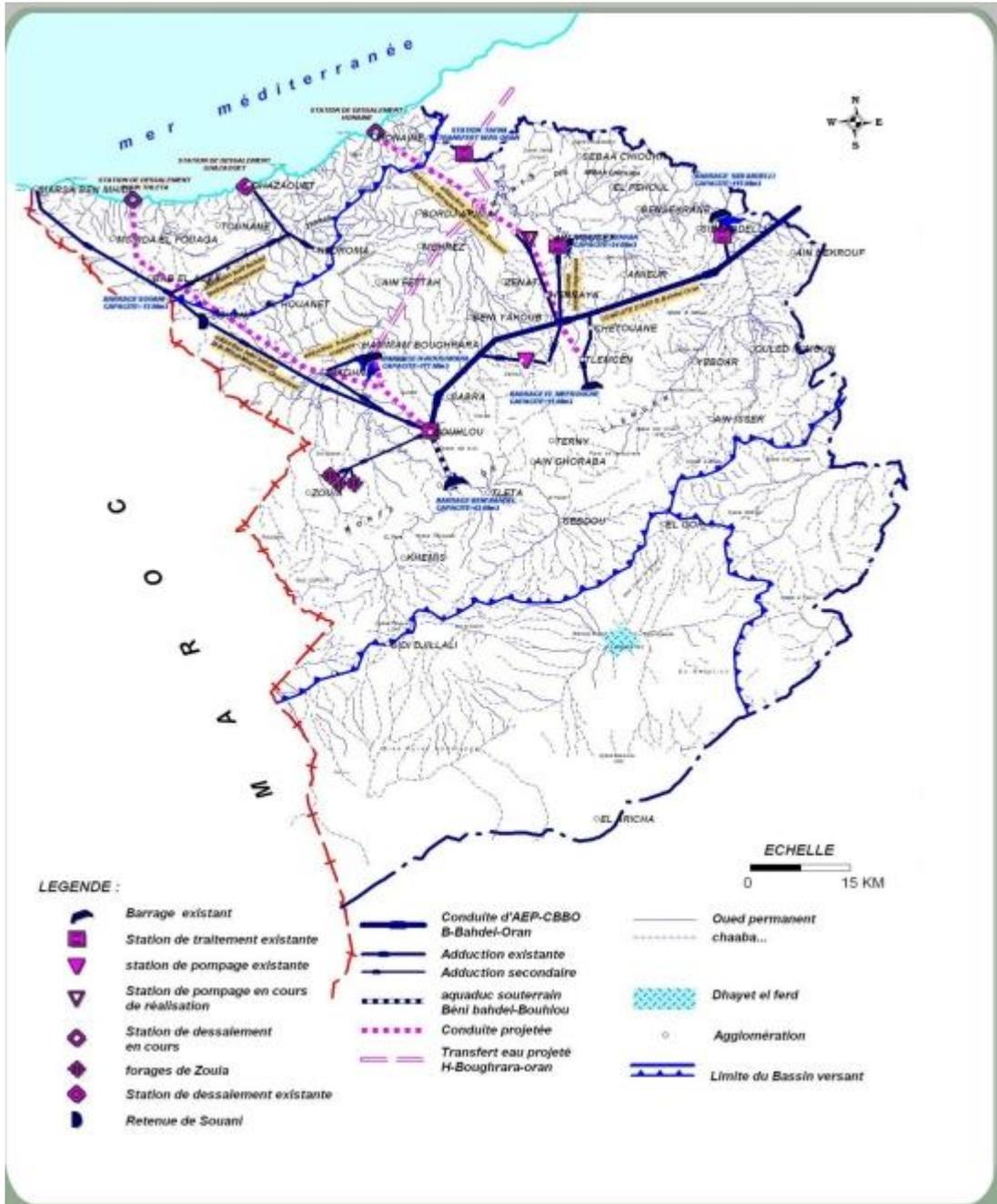
Le sous bassin versant de l'oued Boumessaoud fait partie du grand bassin de la Tafna qui s'étend au Nord- Ouest de l'Algérie. Il occupe une superficie de 118 km<sup>2</sup> avec un périmètre de 59 km, l'oued Boumessaoud long de 23.6 Km, dont la pente moyenne du cours d'eau principal est de 3.5% (Bouguerra et al, 2014) ;

#### **4.1.7. Oued Lakhdar**

Il est limité par le sous bassin de Mafrouch au Sud, par oued Isser à l'Est, et le sous bassin de Sikkak à Ouest. Il prend sa source dans les monts de Tlemcen à environ 900 m d'altitude **(Gherissi, 2012)** ;

#### **4.1.8. Oued Boukiou**

Présente deux secteurs distincts, à l'Est, une couverture ni pliocène de la vallée de la Tafna et à l'Ouest un bâtiment rigide de roches anciennes de Dj. Fellouacene culminant à 1 138 m **(Bouanani, 2013)**.



**Figure 03 :** Réseaux hydrographiques et bassins versants de la wilaya de Tlemcen  
(Source : ANAT, 2010)

## 5. Les sources

La plupart d'entre elles présentent un régime très irrégulier, typiquement karstique, 80% jaillissent des calcaires et des holonomies du jurassique supérieur. Le temps de repousse aux précipitations est très court et le coefficient de tarissement fort. Ceci ne facilite pas bien entendu

leur exploitation. Quelques sources présentent la propriété de tarir complètement pendant de nombreuses mois, exemple : Ain El bard à Sidi Senoussi (Collignon, 1986).

## 6. Les nappes d'eau

Selon Les données hydrologiques de la wilaya de Tlemcen, il existe quatre nappes régionales, parmi lesquelles la plus significative se trouve dans les monts de Tlemcen, connue sous le nom de "Château d'eau de l'ouest". De plus, un groupe de nappes alluviales est situé le long des cours d'eau. Comme :

- **La nappe de Maghnia**

Elle couvre une étendue d'environ 351 Km<sup>2</sup>. Elle se situe au Nord-ouest de l'Algérie, centré les monts de Tlemcen au Sud (Rhar-Roubane) et les Tararas au Nord (Djebel Fellouacene), elle est bordée à l'Est par Djebel Tefatisset et à l'ouest Elle se prolonge par la Plaine des Angads au Maroc (Baba-ahmed, 2007). Deux oueds principaux traversent la plaine de Maghnia : Oued Mouilah et Oued Ouardefou.

- **La Nappe de Hennaya**

Située dans le bassin versant de la Tafna, au nord de la ville de Tlemcen, la plaine de Hennaya est caractérisée par un climat semi-aride où se pratique une importante activité agricole. La nappe de la plaine d'Hennaya d'une superficie d'environ 29 km<sup>2</sup>, se situe à une dizaine de kilomètres, au Nord de la ville de Tlemcen (Nord- Ouest Algérien) (Ben moussât & al, 2014).

## 7. Les barrages

Le tableau 02 présente les grands barrages de la wilaya de Tlemcen.

**Tableau 02** : Barrages de la wilaya de Tlemcen.

Appellation	Capacité théorique (Hm <sup>3</sup> )	Réserve d'eau au 05/2007
Barrage Beni Bahdel	10	10
Barrage de Sidi Abdelli	110	2
Barrage Mefrouche	15	0
Hammam Boughrara	177	55
Sikkak	38	9

Source : D.S.A, 2020

## **8. La végétation de Tlemcen**

La végétation est le reflet de plusieurs facteurs, à savoir le climat local, la topographie et surtout la nature du sol. La wilaya de Tlemcen présente une grande variété floristique et paysagère. Nous pouvons la diviser en 4 zones :

### **8.1. Le littoral**

La nature du climat explique la prédominance de la strate arborescente de certaines essences forestières telles que Thuya, le pin d'Alep et le genévrier rouge. Leurs peuplements sont généralement plus denses à l'Est qu'à l'Ouest (**Bouguettaya, 2011**).

### **8.2. Les plaines**

Les plaines sub littorales et intérieures (Maghnia, Hennaya, Remchi, ...) dotées d'un potentiel en sol de haute valeur agro-pédologique sont dominées par des activités agricoles. Nous notons aussi la présence d'une strate arbustive qui forme des reliques épaisses entre lesquelles, se développe une pelouse très dense et riche en Thérophytes, avec la présence de quelques reliques de *Quercus* et *Olea europea* (**Bouguettaya, 2011**).

### **8.3. Les monts**

Sur son aspect forestier, la wilaya compte quelques 217 000 ha, soit 24 % de la superficie de la wilaya, localisés dans les monts de Tlemcen et les monts de Traras (**DSA, 2007**). La diversité géographique, géologique et climatique des montagnes de Tlemcen favorise une grande variété de structures physiologiques et de compositions dans la végétation, notamment dans les couches d'arbustes et de buissons.

Les principales espèces formant le couvert forestier se résument à travers les arbres du Thuya de Berbère, de pin d'Alep, chêne vert, chêne Kermès, chaîne liège, dans la région de Khémis, Beni Bahdel et Tlemcen (**Bouguettaya, 2011**).

### **8.4. La steppe**

Le couvert végétal steppique qui se situe dans de nombreuses communes Sebdou, Sidi Djilali, El Bouihi et El Aricha est dégradé dans l'ensemble.

Dans la partie sud des monts de Tlemcen, deux principaux types de végétation se distinguent : d'abord, on trouve des peuplements pré forestiers à pré-steppiques, où prédominent le chêne vert et le pin d'Alep, accompagnés d'un sous-bois composé de romarin, de palmiers nains et

d'alfa arboré en zone montagneuse. Ensuite, le deuxième type caractérise le milieu steppique proprement dit, où l'on observe une végétation hydrophile ou halophile.

Les peuplements forestiers se localisent en zones montagneuses entre 1 200 et 1 500 m d'altitude, ils sont dégradés et constitués d'une strate arborescente à base de pin d'Alep, de Chêne vert, clairsemé mais à dominance alfatière (Abbas, 2006).

## 9. Présentation du milieu forestier

Les terres forestières occupent une place importante dans la Wilaya de Tlemcen, elles couvrent une superficie de 217 000 ha, y compris les reboisements, soit 24% de la superficie totale de la wilaya, plus de 79% du potentiel sylvicole est concentré au niveau des monts de Tlemcen (C.F.T, 2018). Sur les 53 communes que compte la wilaya de Tlemcen, cinq communes sont dépourvues de surfaces forestières, à savoir : Amieur, Bensakrane, Ain Nehala, El Fhoul et Oued Riah.

### 9.1 Principales forêts domaniales

Selon les données de la conservation des forêts (2018), les principales forêts domaniales de la région de Tlemcen sont au nombre de huit pour une surface totale de 100 748 ha (tableau 03). Ces forêts présentent une surface très variable d'un domaine à l'autre, moins de 10 000 ha pour certaines forêts (Hafir, Merbah, Azail, Djebal Ouargla) à plus de 12 000 ha pour les grandes forêts (Moulay Slissen, Khemis, Beni Boussaid, Ouled Nehar, Gheraba).

**Tableau 03** : Potentiel forestier de la wilaya de Tlemcen.

Commune	Dénomination forets	Surfaces forestières	Espèces domaniales
<b>Tlemcen</b>	Tlemcen	358	Pin d'Alep
<b>Mansourah</b>		245	
<b>Terny</b>	Zariffet - tasemramet-mardja	10 033	Pin d'Alep -chêne vert-genévrier
<b>Ain Ghoraba</b>	Hafir	1 808	Chêne vert-genévrier
<b>Béni Mestar</b>		1 453	
<b>Chetouane</b>		200	
<b>Amieur</b>		0	
<b>Ain Fezza</b>	Ifri	5 193	Pin d'Alep chêne vert-genévrier-thuya
<b>Béni Snous</b>	Khemis	23 471	Pin d'Alep chêne vert
<b>El Azails</b>	El azails	6 170	Chêne vert-thuya
<b>Béni Bahdel</b>	Hafir	2 224	Chêne vert-thuya
<b>Ouled Mimoun</b>	Zerdeb	11 169	Pin d'Alep-thuya

<b>Oued Lakhdar</b>	Chouly- sidi hamza	7 350,35	Pin d'Alep chêne vert-cyprès
<b>Béni Smiel</b>	Merbah- ain souk	8 887,25	Pin d'Alep chêne vert-chêne liège-genévrier
<b>Bensakrane</b>		0	
<b>Sidi Abdelli</b>	Matmoura	1 473	
<b>Ain Tellout</b>	Slissen	24 188	Pin d'Alep chêne vert
<b>Ain Nehala</b>		0	
<b>Remchi</b>		485	
<b>Béni Ouarsous</b>	Beni ouarsous	4 860	Pin d'Alep chêne vert-eucalyptus-thuya
<b>Ain Youcef</b>		20	
<b>Sebaà Chioukh</b>		240	
<b>El Fhoul</b>		0	
<b>Hennaya</b>		400	
<b>Zenata</b>		50	
<b>Oued Riah</b>		0	
<b>Honaine</b>	Honaine	2 457,8	Pin d'Alep-thuya
<b>Béni Khalled</b>	Mkhalled	1 100	
<b>Ghazaouet</b>	Touanet	401,25	Pin d'Alep
<b>Souahlia</b>	Zouiet mira	438	
<b>Tient</b>		100	
<b>Dar Yaghmoracéne</b>	Touanet	2 151,3	Pin d'Alep
<b>Nédroma</b>	Nedroma-Beni menir	2 503	Pin d'Alep-thuya
<b>DJebala</b>		826	
<b>Fellouacéne</b>		1 851	
<b>Ain Fettah</b>		4 127	
<b>Ain Kébira</b>		4 100	
<b>Bab El Assa</b>		200	
<b>Souani</b>	Sidi boudjnane	1 034	
<b>Souk Teleta</b>	Terasmounth-souf labiod	1 510,83	
<b>Marsa Ben M'hidi</b>	Chaib rasso	2 100	Pin d'Alep cyprès
<b>M'sirda Fouaga</b>	M'sirda Fouaga	1 475	Pin d'Alep cyprès
<b>Maghnia</b>	Maaziz	1 800	Pin d'Alep-cyprès-eucalyptus
<b>Hamman Boughrara</b>	Bled chahba	1 150	Pin d'Alep-thuya
<b>Béni Boussaid</b>	Béni Boussaid	19 516	Pin d'Alep-thuya-chêne vert

<b>Sidi Medjahed</b>	El kef	4 096	Chêne vert-eucalyptus-thuya
<b>Sabra</b>	Hafir-Tameksalet	7 646,9021	Chêne vert-chêne liège-thuya
<b>Bouhlou</b>	Tameksalet	9 327	
<b>Sebdou</b>	Sebdou	5 738	Pin d'Alep chêne vert
<b>El Aricha</b>	Ouled Nhar	18 885	
<b>El Gor</b>	Takfaret- Ourgla-asses	22 648	Pin d'Alep
<b>Sidi DJillali</b>	Khemis-ONG	15 090	Pin d'Alep chêne vert
<b>El Bouihi</b>	ONG	4 210	Pin d'Alep chêne vert

Source : CFT, 2024

## 9.2 Essences forestières constitutives

Les forêts dans la Wilaya sont naturelles, sauf quelques reboisements de Pin d'Alep (Ain Fezza, Ain El Hout...). Les forêts de chênes ont un intérêt économique pour la fabrication du liège, qui reste d'une excellente qualité même si la production est très restreinte (C.F.T, 2018).

**Tableau 04** : Superficies de principales essences forestières dans la région de Tlemcen.

Principales essences	Superficies (ha)
<b>Pin d'Alep</b> ( <i>Pinus halepensis</i> )	86 000
<b>Chêne vert</b> ( <i>Quercus ilex</i> )	82 000
<b>Thuya</b> ( <i>Tetraclinis articulata</i> )	16 500
<b>Genévrier</b> ( <i>Juniperus oxycedrus</i> )	13 000
<b>Chêne liège</b> ( <i>Quercus suber</i> )	4 000
<b>Autres</b>	1 550
<b>Total</b>	203 050

Source : D.S.A, 2010

Le tableau 4 montre les superficies en hectare (ha) des principales essences qu'on rencontre dans la wilaya. Deux essences occupent une grande superficie il s'agit du *Pinus halepensis* avec 86 000 ha et *Quercus ilex* avec 82 000, deux autres essences occupent une part non négligeable, il s'agit du *Tetraclinis articulata* avec 16 500 ha et *Juniperus oxycedrus* avec 13 000 ha ; quant au chêne-liège il n'occupe que 4 000 ha. Sur le plan territorial, ces espèces structurent les principales forêts de la wilaya. Il faut noter une superficie de 1 550 ha occupée par d'autres essences (*Quercus faginea*...).

### 9.3 Types de formations forestières

Selon la CFT (2016), les formations forestières de la Wilaya de Tlemcen sont caractérisées comme suit :

- Forêts proprement dite + reboisement (28 857 ha) ;
- Maquis clairs (82 995 ha) ;
- Maquis denses (37 669 ha) ;
- Maquis arborés (89 296 ha).

### 10. Le climat de la wilaya de Tlemcen

Selon **Legrain (2002)**, « Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (Température, pression, vent, précipitation...etc.) qui caractérisent l'état de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné », ces phénomènes sont en interaction d'où leur rôle primordial dans le comportement hydrologique des cours d'eau, l'abondance de la végétation...Le climat joue un rôle essentiel dans la répartition et le développement des plantes et la nature du sol, son analyse à l'échelle d'une région se base sur des données fournies par des stations météorologiques,

#### 10.1. Caractéristiques climatiques

##### 10.1.1. Précipitations

D'après **Legrain. (2002)**, les précipitations sont définies comme « formes variées sous lesquelles l'eau solide ou liquide contenue dans l'atmosphère se dépose à la surface du globe (pluie, brouillard, neige, grêle, rosée) ».

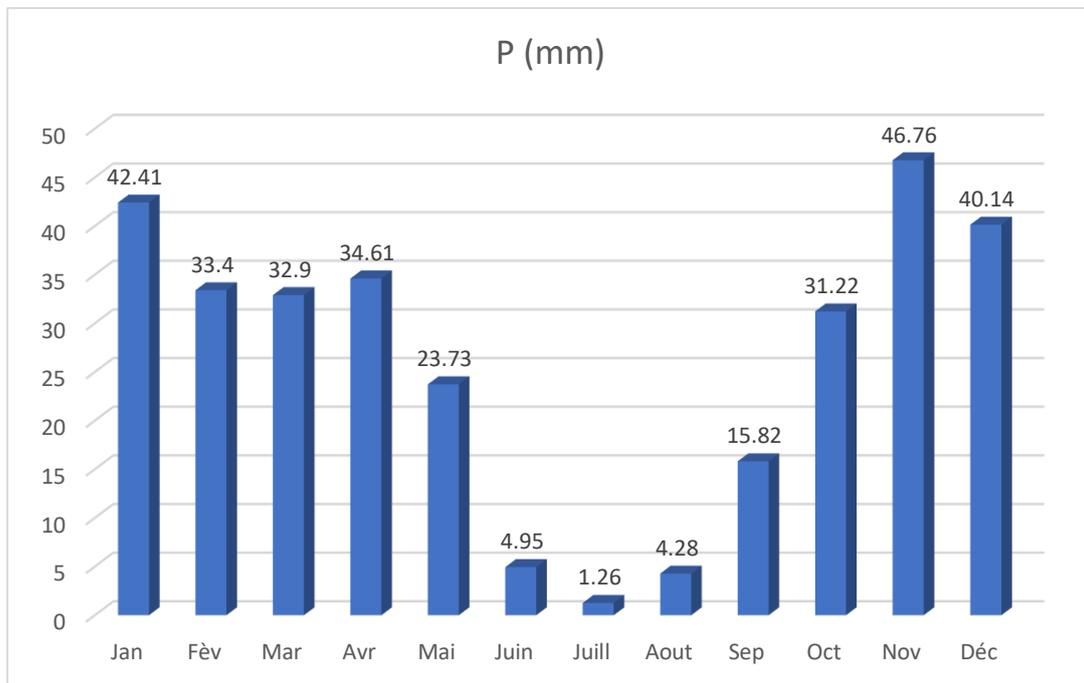
Les données de ce paramètre sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 05** : Moyennes mensuelles des précipitations en mm, wilaya de Tlemcen [2000- 2023]

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
P (mm)	42,4	33,4	33	34,6	23,7	4,95	1,26	4,28	15,8	31,2	46,8	40,1	311,48

Source : tutiempo.net

La figure 05 indique l'existence d'une période sèche bien marquée allant du mois de mai à octobre, avec un minimum très net en juillet (1,26 mm), s'opposant à une période humide de novembre à avril avec un maximum au mois de Novembre (46,8 mm).



**Figure 04 : Précipitations moyennes mensuelles [2000-2023]**

### 10.1.2. Température

Les températures jouent un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles « T °c » et mensuelles « t °c », et les valeurs moyennes des minimas du mois le plus froid « m °c » et des maximas du mois le plus chaud « M °c ».

Les données disponibles de la température sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 06 : Températures moyennes mensuelles [2000 – 2023].**

	Jan	Fèv	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
<b>T moy(°c)</b>	11,5	12,6	14	16,9	21	24,3	27,83	28,4	25	21,5	16,1	13	19,36
<b>m(°c)</b>	5,47	6,43	8,2	10,2	13,4	17,3	20,66	21,3	18,4	14,6	9,98	7,14	12,76
<b>M(°c)</b>	17,4	18,8	20	23,5	28,5	31,4	35,01	35,4	31,6	28,3	22,3	18,9	25,96

Source : tutiempo.net

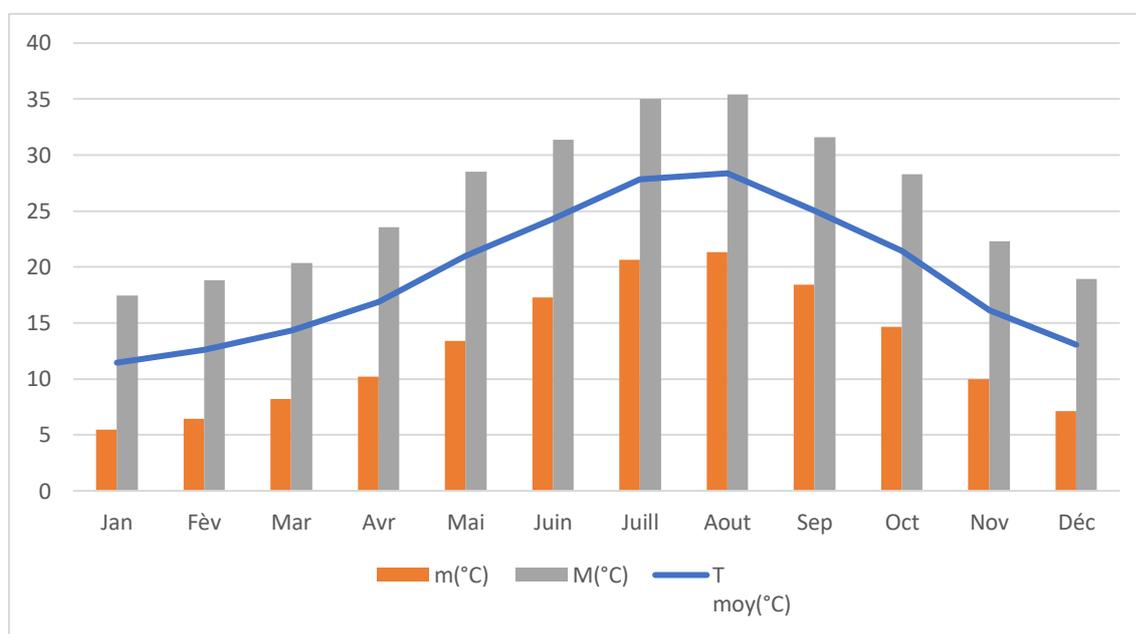
Les données disponibles soulignent l'existence de 02 saisons bien marquées et bien distinctes.

-Une saison froide : qui s'échelonne sur 06 mois allant de novembre à avril, qui enregistre des moyennes mensuelles variant de 11,45 à 16,86°C.

-Une saison chaude : qui s'étale sur 06 mois (de mai à octobre), pendant laquelle les moyennes mensuelles dépassent les 28°C, avec un maximum en août (28,37°C).

La température moyenne annuelle de la zone étudiée est de 19,36°C.

Le mois le plus chaud de l'année est le mois d'Aout, avec de 35,41°C, alors que le mois le plus froid est le mois de janvier avec 05,47°C.



**Figure 05** : Températures moyennes mensuelles [2000-2023].

### 10.1.3. Humidité

L'humidité est un paramètre qui permet d'exprimer l'état hydrométrique de l'air. L'humidité relative est un facteur très important qui contribue à la diminution des risques d'incendie de forêts.

**Tableau 07** : Humidité relative, Wilaya de Tlemcen sur la période 2000-2023

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Humidité (%)	79,84	75,11	73,53	70,77	64,66	60,57	57,03	59,63	67,2	70,18	73,55	77,29	69,11

Source : tutiempo.net

Pour l'humidité de Tlemcen, le tableau 07 montre que les mois de janvier et décembre sont caractérisés par une humidité élevée soit 79,84 et 77,29% respectivement. Le mois le moins humide est le mois de juillet avec une humidité moyenne mensuelle de 57,03% qui confirme le risque élevé d'incendie de forêt.

#### 10.1.4. Vents

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant, sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement. Le vent, d'un autre côté, a une action indirecte :

- En abaissant ou en augmentant la température, suivant les cas ;
- En augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant.

La direction du vent intervient aussi dans la modification du milieu, car certains versants peuvent être plus arrosés que d'autres d'où la variation du couvert végétal (**Abdelbaki, 2012**).

Selon le tableau 08, la vitesse annuelle moyenne est de 8,27 m/s (7,02 à 8,76 m/s) au cours de l'année.

**Tableau 08** : Moyennes mensuelles de la vitesse des vents [2000-2023]

Mois	Jan	Fèv	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Vitesse (m/s)	8,45	8,67	8,3	8,66	8,76	8,75	8,65	8,14	7,31	7,02	8,63	7,95	8,27

Source : tutiempo.net

## 10.2. Synthèse climatique

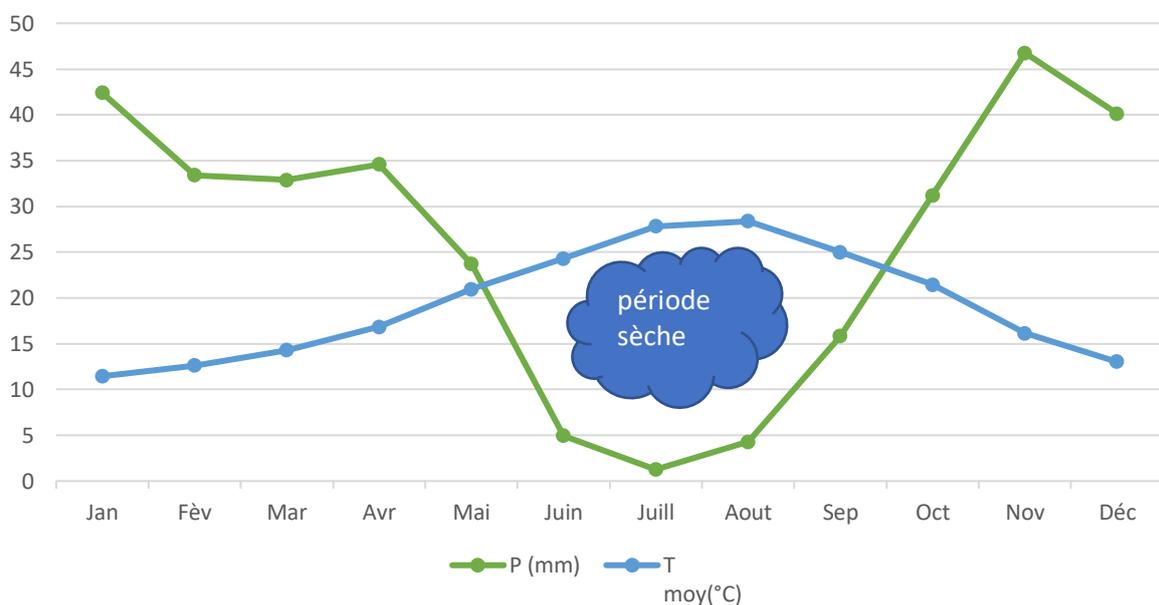
Pour caractériser le climat de la région d'une manière générale et du périmètre d'étude d'une manière particulière, une synthèse climatique est mis en place, elle fait appel à la réalisation du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson et du climagramme pluviométrique d'Emberger.

### 10.2.1. Diagramme ombrothermique

Selon **Bagnouls et Gausson (1953)**, un mois est dit biologiquement sec si, "le total mensuel des précipitations exprimées en millimètres (mm) est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés centigrades" ; cette formule permet de construire des diagrammes ombro-thermique traduisant la durée de la saison sèche d'après les interactions des deux courbes.

Le diagramme ainsi obtenu permet de visualiser la saison sèche où la courbe des températures passe au-dessous de celle des précipitations. Ce mode de représentation permet de comparer mois par mois le rapport «  $P \leq 2 T$  », et de calculer donc la durée et l'intensité de la période sèche.

Pour notre zone d'étude (fig. 07), la saison froide s'étale entre fin septembre jusqu'à fin avril avec un maximal de précipitations de 46,80 mm marqué pendant le mois de novembre, le mois le moins arrosé est le mois de juillet avec 1,26 mm, La saison sèche s'étale du mois de mai à mi-septembre, le mois le plus sec est le mois d'août avec un maxima de 35,41°C et un minima de 21,33°C.



**Figure 06** : Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausson [2000-2023]

### 10.2.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger (1955)

Le quotient pluviométrique d'Emberger Q2 est déterminé par la combinaison de trois paramètres climatiques, il est donné par la formule de Stewart (1969) suivante :

$$Q2 = 3,43 * P / (M - m)$$

Q2 : Le quotient pluviométrique d'Emberger ;

P : pluviométrie annuelle en (mm) ;

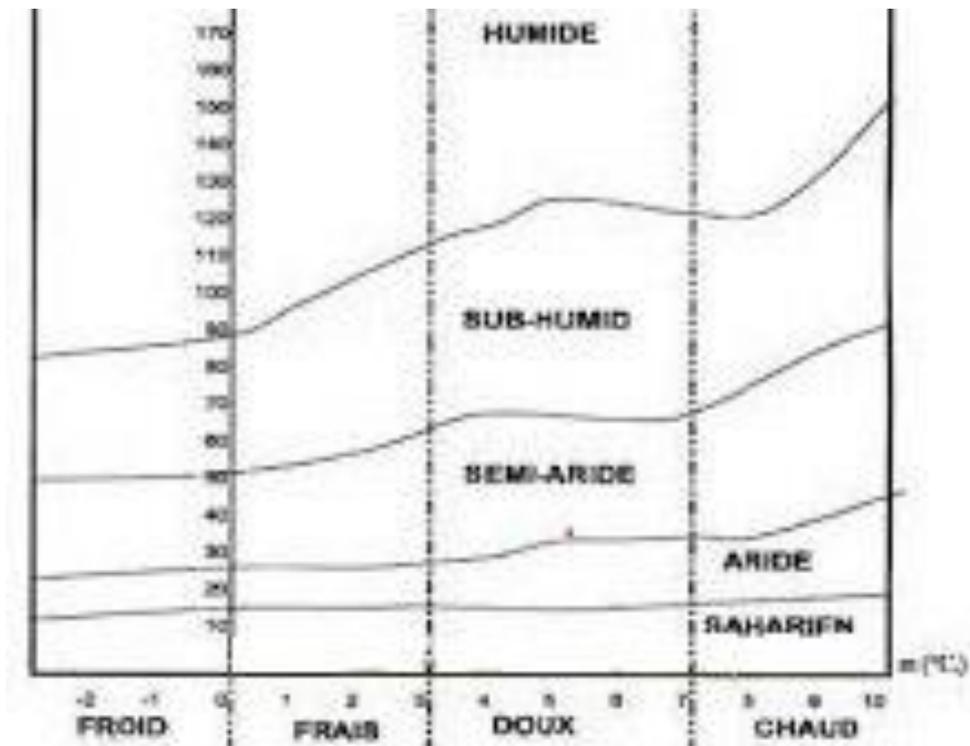
M : moyenne des maximas du mois le plus chaud en (°c).

m : moyennes des minima du mois le plus froid en (°c).

Pour notre cas :

$$Q2 = 3,43 * 311,48 / (35,41 - 5,47)$$

$$Q2 = 35,68$$



**Figure 07** : Climagramme pluviométrique d'Emberger.

Le périmètre d'étude se caractérise par un étage bioclimatique semi-aride à hiver doux.

## ***Chapitre II :***

### ***Analyse du bilan d'incendie pour la wilaya de Tlemcen période (2000-2023)***

En Algérie, comme partout en méditerranée, le climat et la végétation, s'ajoutent à la pression anthropique, ces facteurs sont responsables du retour quasi systématique annuel des incendies de forêt.

La région de Tlemcen ne sort pas de cette règle, car chaque année, les richesses forestières sont vulnérables aux incendies. Les experts estiment que ce phénomène, qu'il soit naturel ou provoqué, pourrait avoir des effets néfastes sur les ressources naturelles d'une région qui pourraient être irréversibles. L'impact d'un incendie forestier dépend entre autres de la vulnérabilité de l'écosystème au feu, du type de végétation, des incendies précédents et de la menace potentielle d'autres événements naturels qui affectent la zone touchée.

Cette contribution est consacrée à l'analyse du bilan des incendies de forêt de la période « 2000-2023 » qui ont affecté la région de Tlemcen.

### 1. Répartition temporelle des incendies de forêt dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]

Durant la période allant de 2000 à 2023, la conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen a enregistré une superficie totale incendiée de 13 048,7035 ha pour 715 foyers d'incendies. La superficie moyenne par foyer est de 18.24 ha (tableau 09). Un grand nombre de foyers d'incendies ne signifie pas forcément une grande superficie incendiée. Selon **Belkaid (2016)**, les conditions météorologiques peuvent faire la différence, un incendie a plus de chances de durer si les conditions météorologiques sont favorables.

**Tableau 09** : Bilan annuel des incendies de forêts dans la Wilaya de Tlemcen [2000-2023]

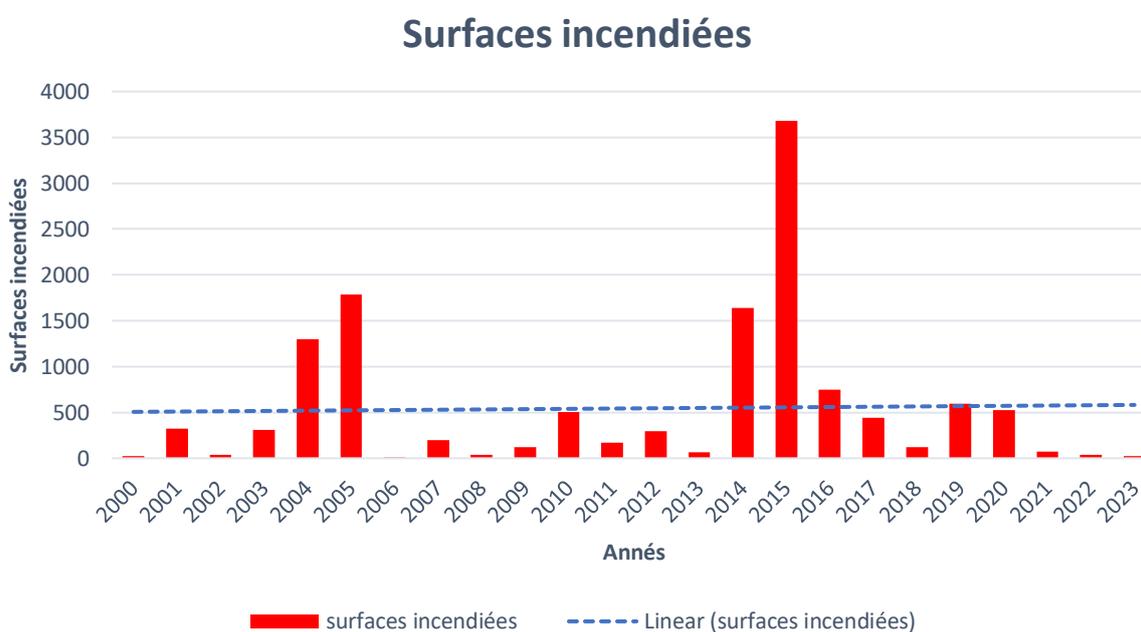
Années	Surfaces incendiées (ha)	Nombre de feux	Feu moyen
2000	22,5005	8	2,81
2001	322	9	35,77
2002	38	5	7,6
2003	311,5	4	77,8
2004	1 298	29	44,75
2005	1 786	12	148,8
2006	10,25	4	2,56
2007	200	6	33,3
2008	38	6	6,33
2009	123,02	13	9,46
2010	501,5	17	29,5
2011	166,7	19	8,77

2012	296,25	17	17,42
2013	61,9	10	6,19
2014	1 639,2	88	18,62
2015	3 680,65	101	36,44
2016	745	42	17,73
2017	441,45	32	13,79
2018	117,8	20	5,89
2019	594,59	60	9,9
2020	524,49	183	2,86
2021	69,7	16	4,35
2022	37,3	8	4,66
2023	22,9	6	3,81
<b>Total</b>	<b>13 048,7035</b>	<b>715</b>	<b>18,24</b>

Source : C.F.T, 2024

### 1.1. Répartition annuelle des Superficies incendiées dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]

Les superficies incendiées dans la wilaya de Tlemcen sont représentées sur la figure 08.



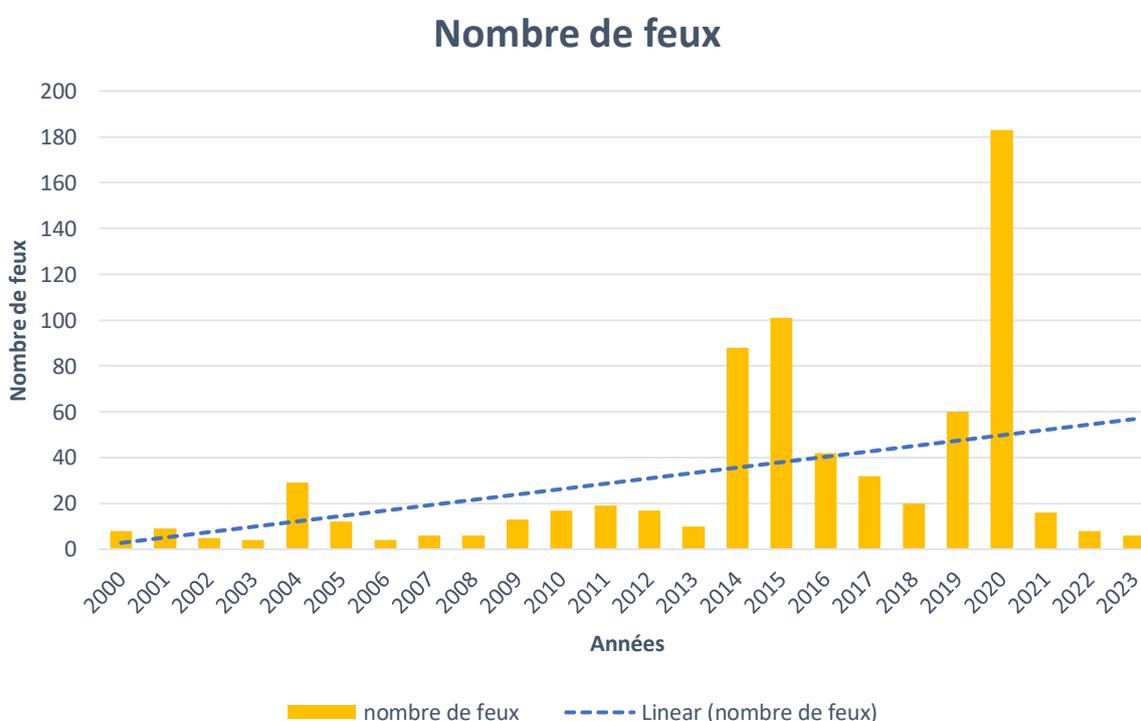
**Figure 08** : Répartition annuelle du Superficies incendiées [période 2000-2023]

Pour les surfaces annuelles incendiées, la tendance générale est relativement stable. Les autres constatations sont :

- Les années 2004, 2005, 2014 et 2015 sont celles qui enregistrent la plus grande superficie brûlée par rapport à toutes les années recensées, avec 1 298 ha, 1 786 ha, 1 639.2 ha et 3 680.65 ha respectivement ;
- L'année 2015 enregistre une immense superficie incendiée, par rapport aux autres années avec 3 680.65 ha ;
- L'année 2006 enregistre la plus faible superficie brûlée avec 10,25 ha.

## 1.2. Répartition annuelle du nombre de foyers dans la wilaya de Tlemcen période [2000-2023]

Durant la même période, le nombre de départs de feu sont illustrés sur la figure 9.



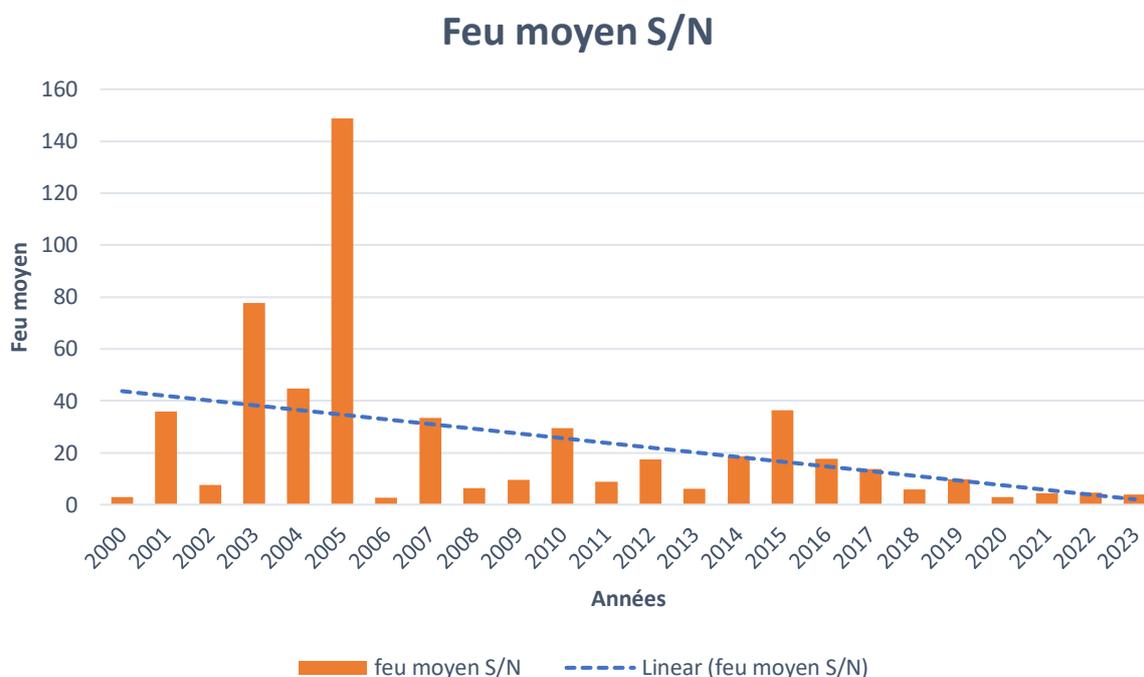
**Figure 9** : Répartition annuelle du nombre de foyers [période 2000-2023]

On remarque d'après la figure 9 que :

- La tendance générale du nombre annuel de feux pour cette période est à la hausse ;
- L'année 2020 enregistre le plus grand nombre de foyers d'incendies pendant cette période avec 183 foyers ;
- Les années 2003 et 2006 enregistrent le plus faible nombre de foyer d'incendies avec 4 foyers.

### 1.3. Répartition annuelle des Feux moyens dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]

La figure 10 nous renseigne sur le feu moyen durant la période étudiée.



**Figure 10 :** Répartition annuelle du feu moyen (période 2000-2023).

Pour le feu moyen, les années qui dépassent la moyenne, qui est de 18,24 ha/feu, sont au nombre de 07 (2001, 2003, 2004, 2005, 2007, 2010 et 2015, avec les valeurs 35,77-77,8-44,75-148,8-33,3-29,5 et 36,44 respectivement). Ceci peut se traduire par des conditions climatiques favorisant la propagation rapide de l'incendie (températures élevés et précipitations réduites) ainsi qu'une lutte lente causée par une topographie très accidentée et un manque de matériel d'intervention.

Pendant cette même période, on remarque que 16 années enregistrent un feu moyen inférieur à la moyenne, qui varie entre 2,56 en 2006 à 17,73 en 2016.

## 2. Fréquence mensuelle des incendies de forêts [période 2000-2023]

### 2.1. Superficie incendiée

La distribution mensuelle des surfaces incendiées est présentée sur le tableau 10 et la figure 11.

La campagne de la lutte contre les incendies de forêt est fixée par la conservation des forêts (DGF) du 1 juin aux 31 octobre de chaque année. Il arrive que les incendies se déclarent hors compagne, mais ils sont moins fréquents et ont tendance à affecter des superficies réduites.

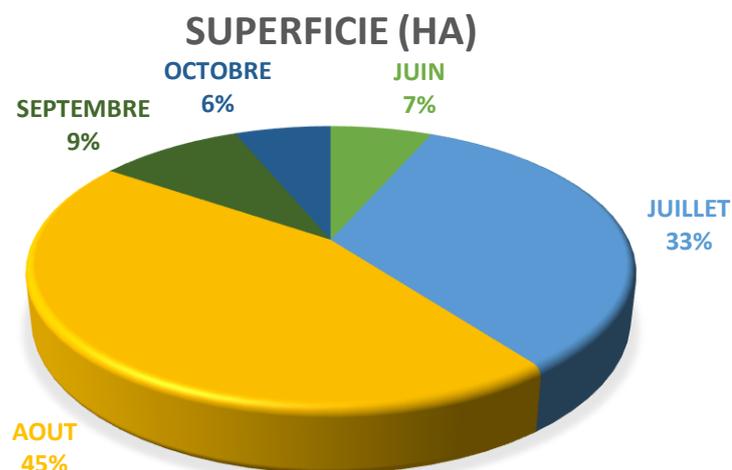
**Tableau 10** : Répartition mensuelle des superficies incendiées dans la Wilaya de Tlemcen [2000-2023]

Mois	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Total
Superficie (ha)	854,9595	4 334,15	5 845,366	1 207,826	8 06,4525	13048,754

Source : C.F. Tlemcen, 2024

Pendant les 24 années examinées, les mois de juillet et août enregistrent les plus vastes superficies (33% (4 334.15 ha) et 45% (5 845.366 ha) respectivement). Les superficies incendiées pendant les mois de juin, septembre et octobre sont relativement moins faibles en comparaison.

Les feux de forêt sont influencés par les conditions météorologiques estivales, notamment les vents chauds et forts ainsi que les températures élevées. Cependant, ces incendies sont souvent aggravés par les actions humaines.



**Figure 11** : Superficies mensuelles incendiées dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]

## 2.2. Nombre de foyers

Le tableau 11 donne une idée sur le nombre de foyers [période 2000-2023] :

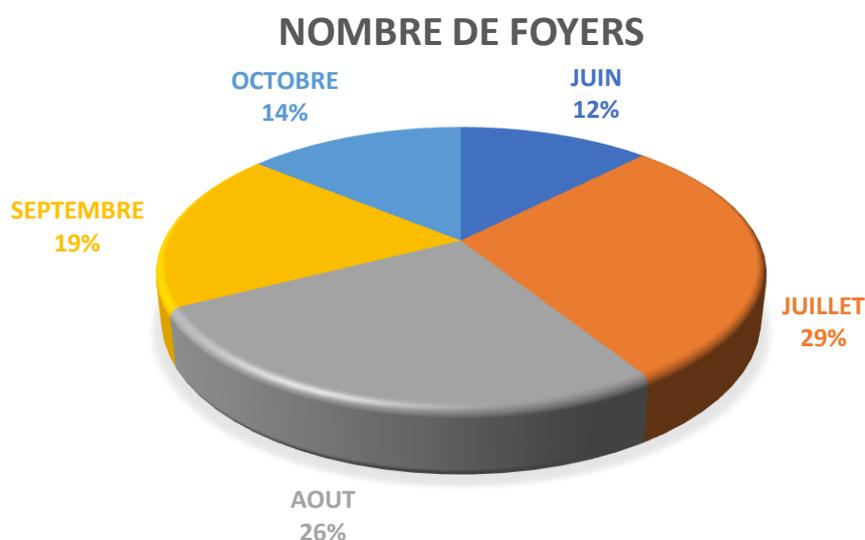
**Tableau 11** : Répartition mensuelle du nombre de foyers dans la Wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]

Mois	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Total
Nombre de Foyers	88	206	188	133	100	715

Source : C.F.T, 2024

En juillet, le nombre d'incendies atteint son pic avec 206 foyers, représentant 29 % du total pour cette période (fig 12). En comparaison nationale, le mois d'août se distingue comme le plus critique en termes d'incendies (41,43%). En Août, 188 incendies ont été enregistrés, soit 26% du total, 88 incendies sont déclarés en juin, représentant 12%.

Les mois de septembre et d'octobre ont enregistré respectivement 19% (133 foyers) et 14% (100 foyers) du total des incendies de la wilaya [2000-2023]



**Figure 12** : Nombre de foyer mensuel dans la wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]

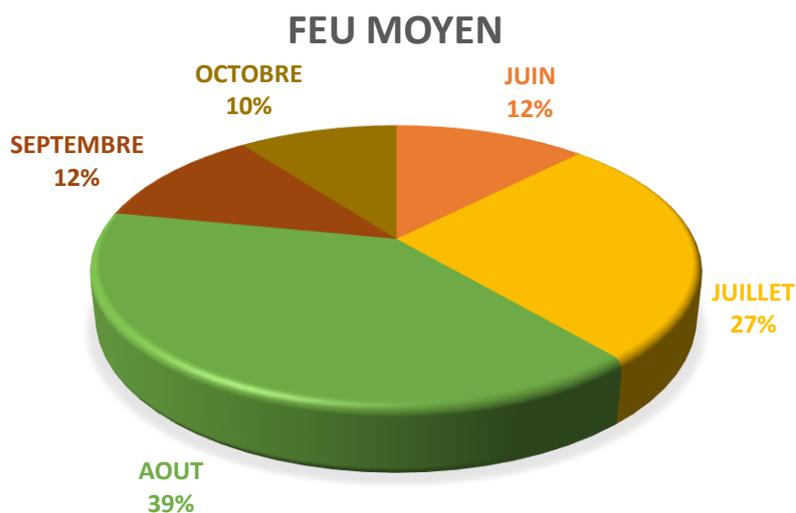
## 2.3 Feu moyen

Selon le tableau 12 et la figure 13, en juillet et août, les températures élevées et la faible pluviométrie augmentent le risque d'incendies de forêt. La végétation devient plus inflammable et combustible en raison de la sécheresse accrue. Cependant, l'intervention pour combattre les incendies pendant ces mois est particulièrement délicate en raison des conditions météorologiques défavorables, et le manque des moyens de lutte peut aggraver la situation.

**Tableau 12** : Répartition mensuelle des feux moyens dans la Wilaya de Tlemcen [période 2000-2023]

Mois	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Total
Feu moyen (ha/feu)	9,715	21,04	31,09	9,22	8,06	18,24

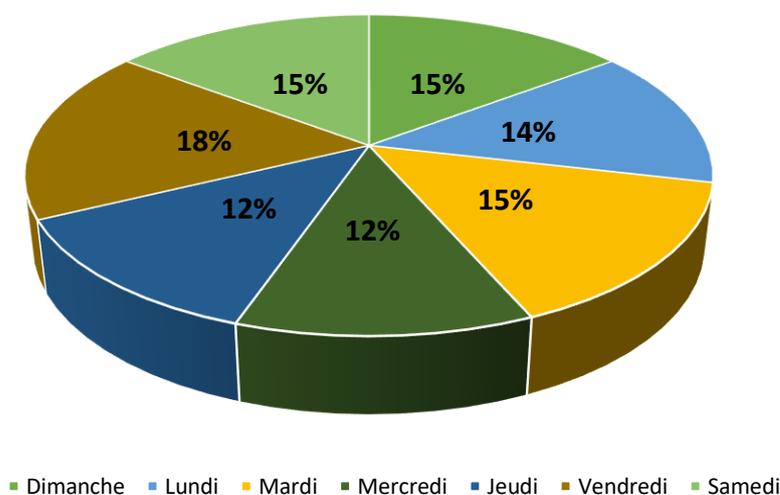
Source : C.F.T, 2024



**Figure 13** : Répartition mensuelle des feux moyens dans la Wilaya de Tlemcen [2000-2023].

### 3. Répartition des incendies de forêts suivant les jours de semaine [période 2000-2023]

La Figure 14 résume la répartition des incendies de forêts en fonction des jours de la semaine.



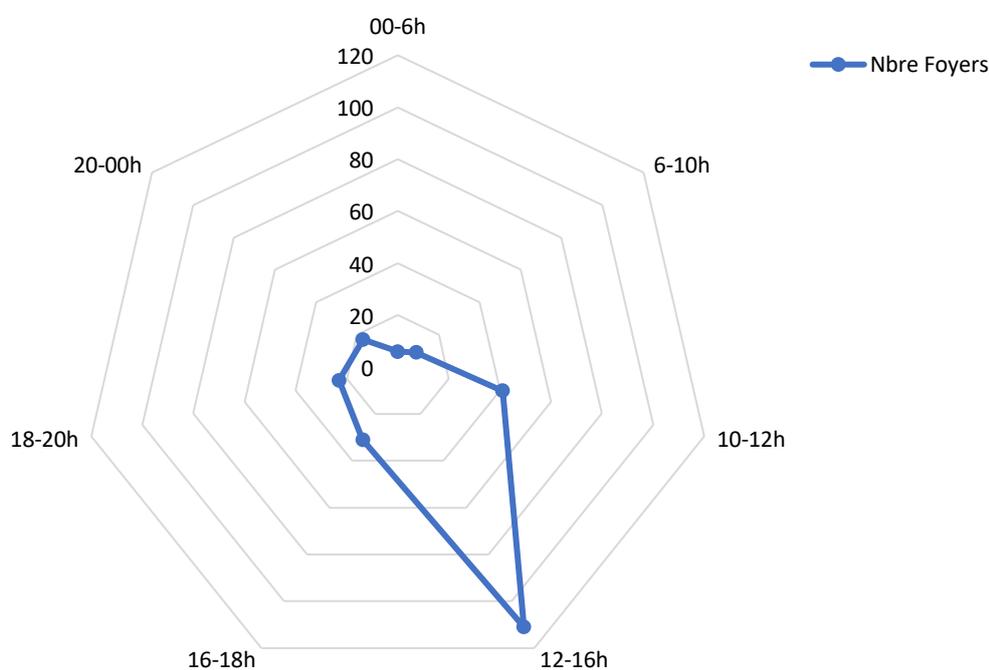
**Figure 14** : Fréquence des départs de feux suivant les jours de la semaine

Les départs d'incendies sont répartis sur l'ensemble des jours de la semaine, 233 foyers sont survenus pendant le weekend (33 %). Cette concentration est souvent due à la forte fréquentation des forêts par le public en fin de semaine et aux activités des vacanciers.

L'hypothèse des feux se déclarant plus fréquemment lors des week-ends est donc vérifiée pour la wilaya de Tlemcen durant la période 2000-2023.

#### 4. Répartition des incendies de forêts suivant les tranches horaires

En raison du manque de données, notre analyse s'est faite sur la période suivante [2000-2015 ], comme indiqué sur la figure 15.



**Figure 15 :** Cycle horaire de brûlage pour la Wilaya de Tlemcen [2000-2023].

Selon la figure 15, la plupart des incendies surviennent entre 10 heures et 18 heures, représentant environ 77 % du total. Le pic se situe entre 12 et 16 heures avec 111 foyers, où le risque est très élevé, avec un taux atteignant 47 %. En revanche, durant la tranche horaire nocturne de minuit à 6 heures, la proportion d'incendies est faible, ne représentant que 3 % du total, ce qui indique un risque relativement bas. Selon **Sahar (2014)**, ces incendies nocturnes sont en général considérés d'origine intentionnelle, même si certains d'entre eux pourraient être des reprises de feux.

Pour la wilaya de Tlemcen, à travers notre analyse durant les 24 ans de l'étude [2000-2023], nous constatons que :

- Les incendies ont ravagé une superficie totale de 13 048,7035 ha causées par 715 foyers ;
- L'année 2015 a enregistré la plus grande perte en surface soit 3680,65 ha (101 foyers) ;
- L'année 2020 a totalisé le plus grand nombre de foyers soit 183 foyers ;
- Pour le feu moyen, l'année 2005 a dépassé la moyenne (18,24), soit 148,8 ha/feu ;
- Le mois de juillet totalise le plus grand nombre de foyer, soit 206 et le mois d'août enregistre la plus grande superficie brûlée avec 5 845,366 ha ;
- Durant les weekends, 33 % des incendies sont enregistrés ;
- La majorité des incendies (47%) se concentrent dans la tranche horaire « 12 – 16 h ».

*Chapitre III :*

*Matériels et méthodes*

Le zonage du risque d'incendie n'est pas une idée nouvelle, car il a été proposé en Californie par Frederick Law Olmstead jr, dès 1930 comme moyen de limiter les destructions des incendies de Malibu (**Babbitt, 1999**). La cartographie du risque d'incendie est un moyen visant à la protection des zones sensibles aux incendies de forêt. La première opération à réaliser au niveau régional consiste à dresser une carte des incendies de forêt (fréquence annuelle des feux et pourcentage de surface brûlée par an), soit globalement à l'échelle communale, soit ponctuellement à l'échelle des massifs, voire des cantons forestiers. L'interprétation des éléments décrit dans la carte permet une meilleure spatialisation et visualisation du risque d'incendie.

## **1. Matériels et Outils utilisés**

### **1.1. Logiciels utilisés**

#### **➤ MapInfo (version 8.0)**

Les principales caractéristiques de ce logiciel comme suit :

- Opérations de superposition des couches thématiques ;
- Traitements statistiques ;
- Echange de données avec les autres logiciels SIG (ArcGIS, QGIS, Arc Info, ...) ;
- Type de sortie : représentations cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques... ;
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles cartographiques, de trames et légendes modifiables de façon interactive ;
- Efficacité dans la gestion des bases de données ;
- Langage de requête qui permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques.

#### **➤ Excel**

La saisie des données a été fait par le Microsoft Excel.

C'est un logiciel de tableur, qui nous a permis de saisir les données (bases de données pour les bilans d'incendies) et d'élaborer des graphiques pour analyser les années (fig.16) où les incendies sont les plus fréquents. Il permet également de repérer les communes les plus touchées par les incendies pour une détection plus efficace.

DAIRA	SUPERFICIE (HA)					TOTAL GENERAL	
	Forêts	Maquis	Broussailles	Alfa	Autres	Nbre Foyers	Superficie (ha)
Ain Tellout	26	2	42			5	70
Bab El Assa	4					1	4
Beni Snous			0,86			3	0,86
Chetouane	8		10,75		0,5	4	19,25
Fellaoucène			2			1	2
Cherinet			4,002		0,207	7	4,209

**Figure 16 : Apport de Microsoft Excel**

## 1.2. Matériel utilisé

### ➤ Ordinateur portable

Un PC portable de la marque ASUS, Intel(R) core I3 7 éme génération, Windows 10 Professionnel, Système d'exploitation 64 bits,

## 2. Acquisition et traitement des données

Cette phase comporte les étapes suivantes :

L'inventaire, l'analyse, traitement, saisie et manipulation des données :

### 2.1 Inventaires des données

Plusieurs visites à la conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen ont été faites, beaucoup de difficultés pour la collecte de données.

Les informations sur les incendies de forêt dans la région d'étude sont extraites des archives et des documents internes de la conservation des forêts. Ces données sont principalement présentées sous forme de bilans annuels en format Excel (fig.17) avec beaucoup de manque et de lacunes.

Le volume important d'information à collecter représentent une grande difficulté dans le processus d'élaboration d'une base de données.

	A	B	C	D	E	F	G
0	2005	Béni Snous	Béni Bahdel	Kadara	03/08/2005 à 03 h15	08/08/2005 à 08H00	700
1		Mansourah	Ain Ghoraba	Moutas			
2		Remchi	Béni Ouarsous	Jorf Lahmar	03/08/2005 à 21 h	04/08/2005 à 00H00	6
3		Béni Snous	El Azail	El Azail	12/08/2005 à 12 h 05	12/08/2005 à 19H30	20
4		Mansourah	Mansourah	Zarifet	15/08/2005 à 12 h 05	17/08/2005 à 08H30	230
5		Chetouane	Ain fezza	Ghar ouajbar	18/08/2005 à 16 h 10	19/08/2005 à 19H00	30
6		Chetouane	Ain Ifri	FD Ifri	12/09/2005 à 12 h	12/09/2005 à 23H00	50
7		Chetouane	Ain Fezza	Béni Add	29/05/2006 à 15 h 40	29/05/2006 à 18H30	1
8		Chetouane	Ain Fezza	El Ourit	04/06/2006 à 14 h 30	04/06/2006 à 18H30	0,25
9	2006	Chetouane	Ain Fezza	Oum Allou	11/08/2006 à 12 h 40	11/08/2006 à 17H30	1
0		Chetouane	Ain Fezza	Terni	09/09/2006 à 15 h 20	09/09/2006 à 19H00	2
1		Chetouane	Ain Fezza	Chcoucou	25/10/2006 à 20 h	26/10/2006 à 02H00	7
2		Béni Snous	El Azail	mizab	19/07/2007 à 18 h 30	17/07/2007 à 20H20	1
3		Chetouane	Ain Fezza	Oum Allou	05/08/2007 à 11 h 30	05/08/2007 à 17H30	8
4	2007	Mansourah	Ain Ghoraba	Oued feden	07/08/2007 à 19 h	10/08/2007 à 15H35	150
5		Chetouane	Ain Fezza	Oum Allou	08/08/2007 à 14 h	08/08/2007 à 18H00	3
6		Mansourah	Mansourah	Béni Boublen	25/08/2007 à 12 h 55	25/08/2007 à 16H00	18
7		Mansourah	Mansourah	FD Zarifait	01/09/2007 à 19 h	02/09/2007 à 02H45	55
8		Mansourah	Mansourah	FD Zarifait	23/06/2008 à 14 h	23/06/2008 à 15H00	2
9		Béni Snous	Béni Bahdel	safe el alli	03/07/2008 à 11 h45	03/07/2008 à 18H00	8
0	2008	Chetouane	Ain fezza	El Ourit	21/07/2008 à 14 h	21/07/2008 à 16H30	6
1		Mansourah	Terny	Acheot	06/08/2008 à 12 h 10	06/08/2008 à 17H15	13
2		Béni Snous	El Azail	mizab	13/08/2008 à 15 h 30	14/08/2008 à 01H00	5
3		Chetouane	Ain Fezza	DJ Tezi	23/08/2008 à 22 h 05	34/08/2008 à 03H00	4
4		Mansourah	Terny	Zarifet	03/07/2009 à 18 h 35	03/07/2009 à 19H25	0,52
5		Mansourah	Béni Mester	Sidi Abdrahmen	18/07/2009 à 14 h 05	18/07/2009 à 17H45	4
6		Mansourah	Béni Mester	Tameskida	24/07/2009 à 19 h 15	24/07/2009 à 22H15	7

**Figure 17 : Bilans annuels en format Excel.**

### 2.1.1 Carte utilisée

Un fichier numérique du découpage administratif des 53 communes, de type Vecteur (Shapefile), a été fournis auprès des services de la Conservation des Forêts de la wilaya de Tlemcen (C.F.T), dépourvu d'une base de données.



**Figure 18 :** Fichier vectoriel des 53 communes de la wilaya de Tlemcen.

## **2.2 Analyse des données**

Pour l'étude des incendies de forêt au niveau de la Wilaya de Tlemcen (2000-2023). Les données n'étaient pas organisées dans des tableaux (bilan mensuels, les tranches horaires et journalier) , nous étions dans l'obligation d'analyser donnée par donnée (commune) et année par année pour faire ressortir:

- Les surfaces incendiées ;
- Le nombre de feu ;
- La surface brûlée ;
- Les mois, les jours, et les horaires...

## **2.3 Traitements et organisations des données**

Après avoir trier et analyser les données, ces dernières doivent être traiter et organiser dans des tableaux Excel (tableau 20 comme exemple), en :

- Bilans annuels et mensuels des incendies (surfaces et nombre) ;
- Répartition des incendies suivant les tranches horaires ;
- Fréquence des incendies suivant les jours de semaine...

REPARTITION DES INCENDIES SUIVANT LES TRANCHE HORAIRES									
ANNEE : 2012									
MOIS	TRANCHE HORAIRES DES INCENDIES								TOTAL
	de 00 heures à 06	de 06 heures à 10	de 10 heures à 12	de 12 heures à 16	de 16 heures à 18	de 18 heures à 20	de 20 heures à 24	< 24 heures	
	Nombre d'incendies	Nombre d'incendies	Nombre d'incendies	Nombre d'incendies	Nombre d'incendies	Nombre d'incendies	Nombre d'incendies	Nombre d'incendies	
Juin			1			1	1		3
Juillet			1	5		1			7
Aout			1	2					3
Septembre	1			1	1				3
Octobre						1			1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>17</b>

Figure 19 : Répartition des incendies suivant les tranches horaires pour l'année 2012.

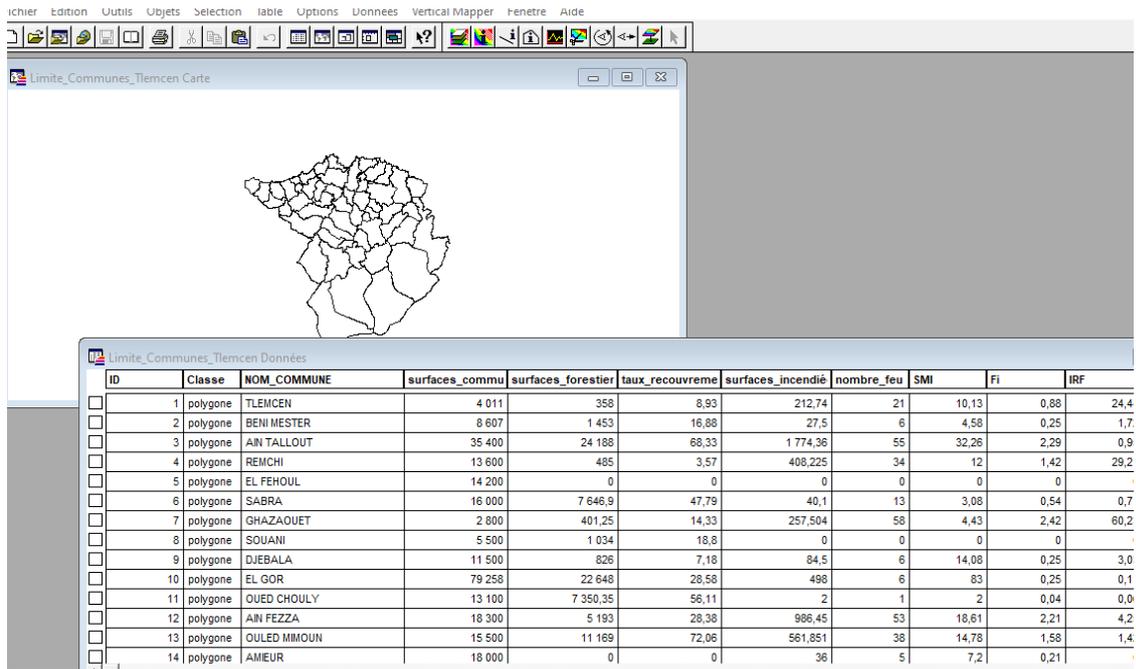
#### 2.4 Saisie et manipulation des données

Après l'étape de traitement des données brutes, ces dernières vont être prêtes pour la conception de la base de données (fig.20 et 21).

Champs	Type	Index
ID	Entier	<input checked="" type="checkbox"/>
Classe	Caractère(8)	<input type="checkbox"/>
NOM_COMMUNE	Caractère(35)	<input type="checkbox"/>
surfaces_communes	Flottant	<input type="checkbox"/>
surfaces_forestieres	Flottant	<input type="checkbox"/>
taux_recouvrement	Flottant	<input checked="" type="checkbox"/>

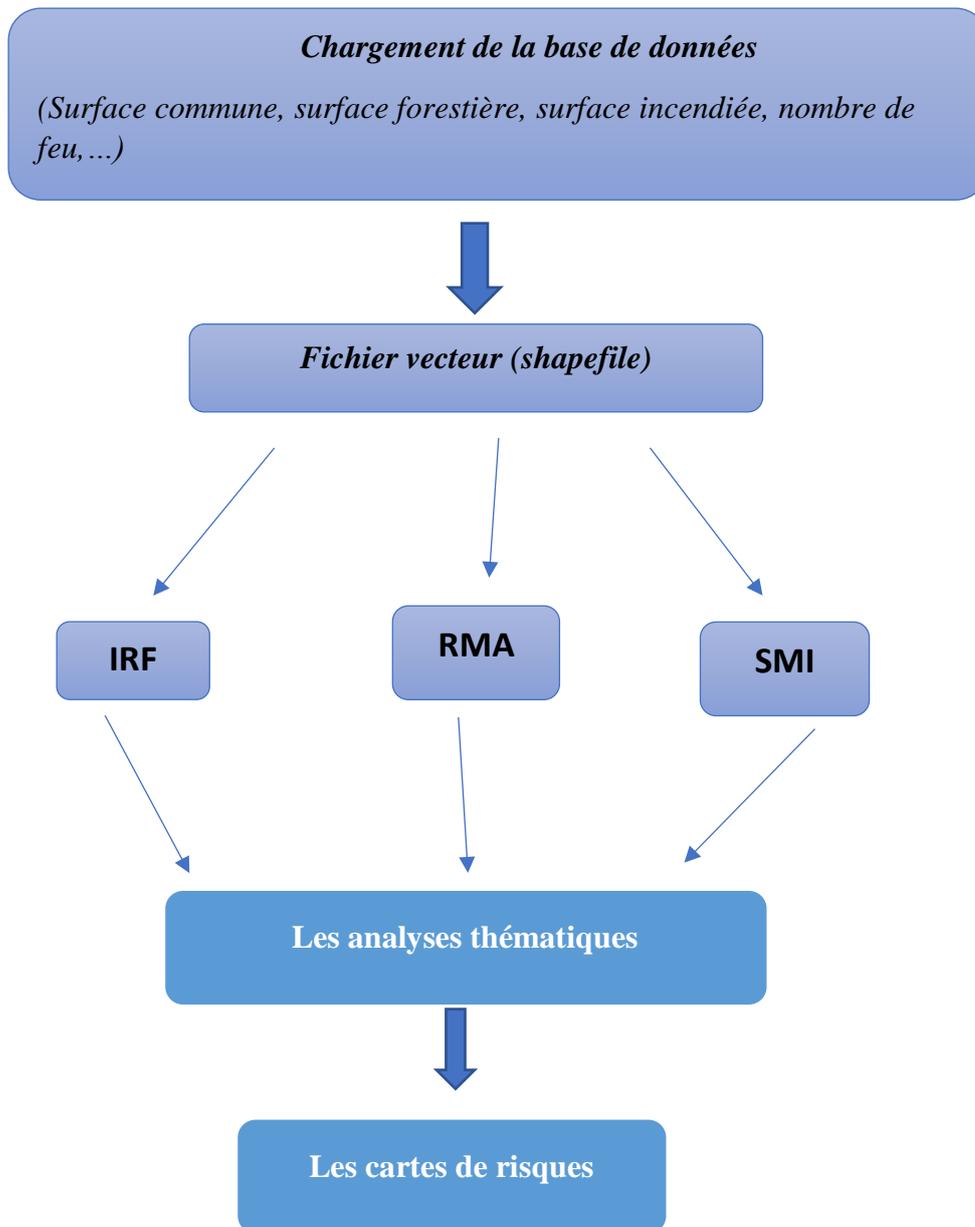
Informations:  
 Nom: ID  
 Type: Entier

Figure 20 : Définition de la structure de la base de données dans une table.



**Figure 21** : Base de données chargée (53 communes).

### 3 Approche méthodologie



**Figure 22 :** Organigramme méthodologique de l'étude.

## 4. Cartographie du risque d'incendie de forêt

### 4.1. Indice de Risque Fréquentiel (IRF)

Dans le système actuel de détermination du danger, le risque d'incendie est défini comme « la fréquence la plus probable d'incendies sur un territoire donné, lors d'une année » période habituelle employée en statistique. Elle est déterminée en fonction des nombres d'incendies répertoriés durant une période d'observation donnée (**Velez,1999**).

L'Indice de Risque Fréquentiel d'incendie « **IRF** » sera donc :

$$\mathbf{IRF} = \frac{\mathbf{Fi}}{\mathbf{SCM}}$$

Avec :

**SCM** : Surface totale du massif forestier (ha) ;

**Fi** : Fréquence annuelle des incendies.

$$\mathbf{Fi} = \frac{\mathbf{ni}}{\mathbf{NA}}$$

Avec :

**ni** : Nombre d'incendies par an ;

**NA** : Nombre d'années de la période d'observation.

Pour évaluer le IRF, nous utilisons les 06 classes de fréquence (tableau 13) proposées par **Velez (1999)** et modifiées par **Meddour-Sahar (2008)**.

**Tableau 13** : Classes de l'Indice du Risque Fréquentiel

Degré de risque	IRF %
Très faible	< 1
Faible	1 – 2
Moyen	2 - 5
Élevé	5 - 10
Très élevé	10 - 20
Extrêmement élevé	> 20

(Source : **Velez, 1999**, échelle modifiée **Meddour-Sahar, 2008**)

Par ailleurs, pour mesurer la gravité des incendies en région méditerranéenne, il est plus exact de ramener la fréquence moyenne annuelle des feux à la surface forestière totale, plus exactement à 10 000 ha de terrain boisé (**Angelidis, 1994 ; Velez, 1999 ; Dimitrakopoulos & Mitsopoulos, 2006**). Ce qui semble nettement plus correct que de se baser uniquement sur le nombre annuel des incendies, en occultant la surface boisée, la comparaison entre les différentes régions devient plus objective.

A ce propos, **Chevrou (1995)** souligne que les comparaisons des nombres de feux et des surfaces brûlées entre régions ou pays doivent être réalisées sur des bases similaires, notamment en se rapportant toujours à une même unité de références par exemple :

- Nombre de feux et surface brûlée pour 1 000 ha de territoire ;
- Nombre de feux et surface brûlée pour 1 000 ha de forêts ;
- Nombre de feux et surface brûlée pour 1 000 habitants ;
- Nombre de feux et surface brûlée pour 1 000 unités de bétail.

#### **4.2. Risque Moyen Annuel ou Degré de Gravité**

Les impacts écologiques des incendies sont particulièrement importants, si ceux-ci sont récurrents et sur les mêmes lieux, à peu d'années d'intervalle. Ils entraînent un appauvrissement progressif et inéluctable des écosystèmes qui n'ont plus le temps de récupérer entre deux passages successifs du feu. Cette récurrence du feu est appréciée indirectement par le Risque Moyen Annuel « RMA », à l'échelle d'une parcelle boisée, d'une forêt ou même de la surface boisée d'une région administrative (commune, daïra, wilaya).

Pour mesurer le degré de gravité des incendies (ou « fire severity index » des anglophones) en région méditerranéenne, il est d'usage d'utiliser ce risque moyen annuel, exprimé en pourcentage de la surface boisée brûlée en moyenne chaque année par rapport à la superficie forestière totale du massif considéré (**De montgolfier (1989) et Peyre (2001)**).

Ce risque est donc défini comme étant la probabilité pour qu'une parcelle boisée soit incendiée en cours d'année, exprimée en pourcent par la formule suivante :

$$\mathbf{RMA = SMA \times 100 / SCM}$$

Avec :

**SMA** : Surface moyenne incendiée par an (ha) ;

**SCM** : Surface totale du massif forestier (ha).

**Tableau 14** : Classes du Risque Moyen Annuel

Degré de risque	RMA %
Extrêmement faible	< 0.25
Très faible	0,25 - 0,5
Faible	0,5 – 1
Moyen	1 - 2
Élevé	2 - 4
Très élevé	4 - 8
Exceptionnellement élevé	>8

(Source : De montgolfier, 1989).

Par exemple un RMA de 1 % implique qu'une parcelle boisée brûlera en moyenne une fois tous les 100 ans et dans un massif boisé de 100 000 ha, on peut prévoir qu'en moyenne 1 000 ha, brûleront chaque année. Par conséquent le délai moyen entre deux passages répétés du feu sur la même parcelle est dans ce cas de 100 ans (De montgolfier, 1989).

#### 4.3. Surface Moyenne par Incendie (SMI)

C'est le rapport entre la surface incendiée et le nombre de feu, il indique l'efficacité de la lutte.

$$SMI = \frac{SI}{N \text{ feu}}$$

Avec :

**SI** : surface incendiée

**N feu** : nombre de feu

S'il dépasse la moyenne il indique apparemment une intervention lente et une mauvaise prise en charge ou le manque du matériel pour maîtriser la lutte.

Et s'il est faible de la moyenne, il traduit une meilleure réactivité à éteindre les feux et une meilleure dotation en matériel de lutte contre les incendies de forêt.



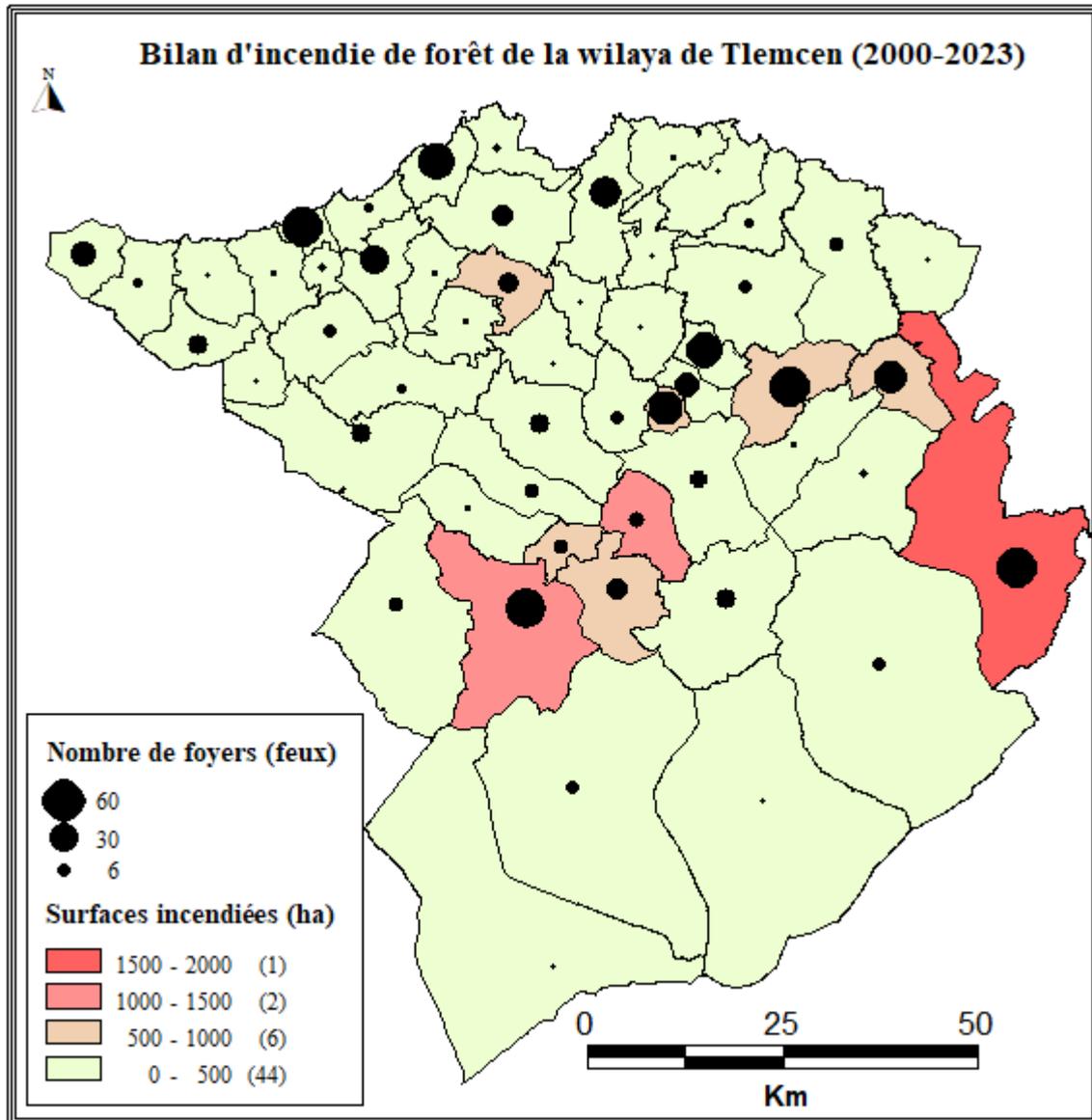
## ***CHAPITRE IV :***

### ***Résultats et discussions***

## Cartographie du risque incendie de forêt

### 1. Bilan d'incendie

La figure 24 représente la cartographie de la répartition des départs de feu et des surfaces brûlées cumulées des 53 communes de la wilaya de Tlemcen, durant la période 2000-2023.



**Figure 23 :** Carte du bilan d'incendie de forêt des communes de la wilaya de Tlemcen [2000-2023].

On constate à travers la cartographie du bilan d'incendie faite que :

- Les communes les plus touchées par les feux de forêt (40 à 60 feux), sont : Ghazaouet (58), Ain Tellout (55), Ain Fezza (53), Béni Snous (52), Honaine (50), Chetouane (45) et Mansourah (41 feux) ;
- Six communes ont une fréquence comprise entre 20 et 40 feux, citant : Ouled Mimoun (38), Tlemcen (21) et Remchi (34 feux), El Azails (20 feux), Nédroma (31 feux), Marsa Ben M'hidi (23 feux) ;
- Plus que la moitié des communes (29) de la wilaya ont enregistré une fréquence totale de moins de 20 feux ;
- Trois communes n'ont enregistré aucun départ de feu durant toute la période analysée (24 ans), malgré qu'elles sont pourvues de surfaces forestières, il s'agit de : El Fhoul, Ouled Riah et Ain Nehala.

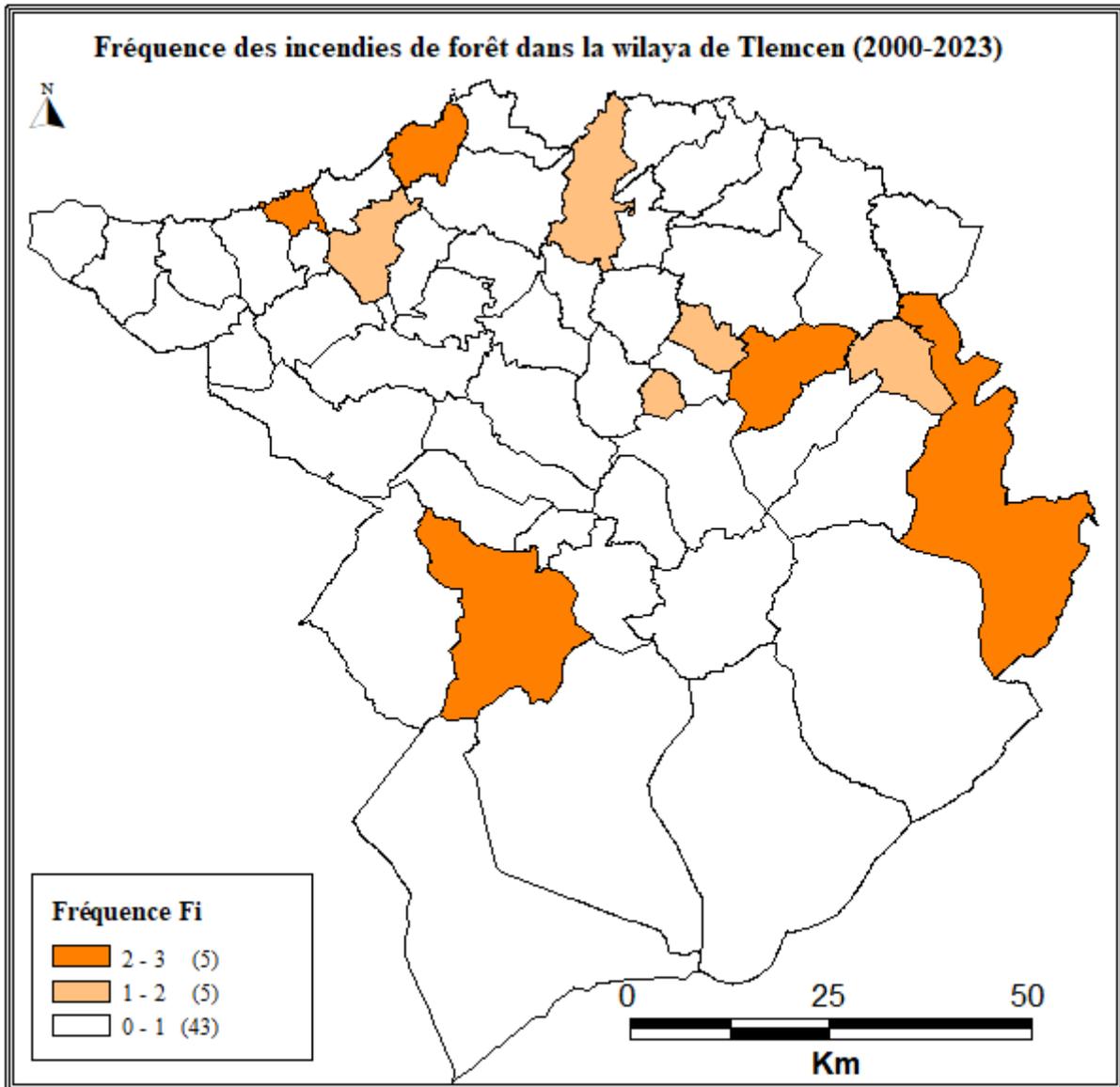
En ce qui concerne les surfaces parcourues par les feux, durant les 24 ans analysés :

- Trois communes cumulent plus que 1 000 ha : Béni Snous (1 209,013 ha), Ain Tellout (1 774,36) et Ain Ghoraba (1 020 ha) ;
- Six communes enregistrent une perte de 500 à 1000 ha, citant : Mansourah (713,105 ha), Ain Fezza (986,45 ha), El Azails (598 ha), Béni Bahdel (771,5 ha), Ouled Mimoun (561,851 ha) et Fellouacéne (934,59 ha) ;
- 40 communes ont une surface brûlée de 0 à 500 ha, exemple : Béni Smiel (390 ha), Béni Ouarsous (252 ha) et Terny (84,02 ha).

## **2. Indice de Risque Fréquentiel « IRF »**

### **2.1. La fréquence Fi**

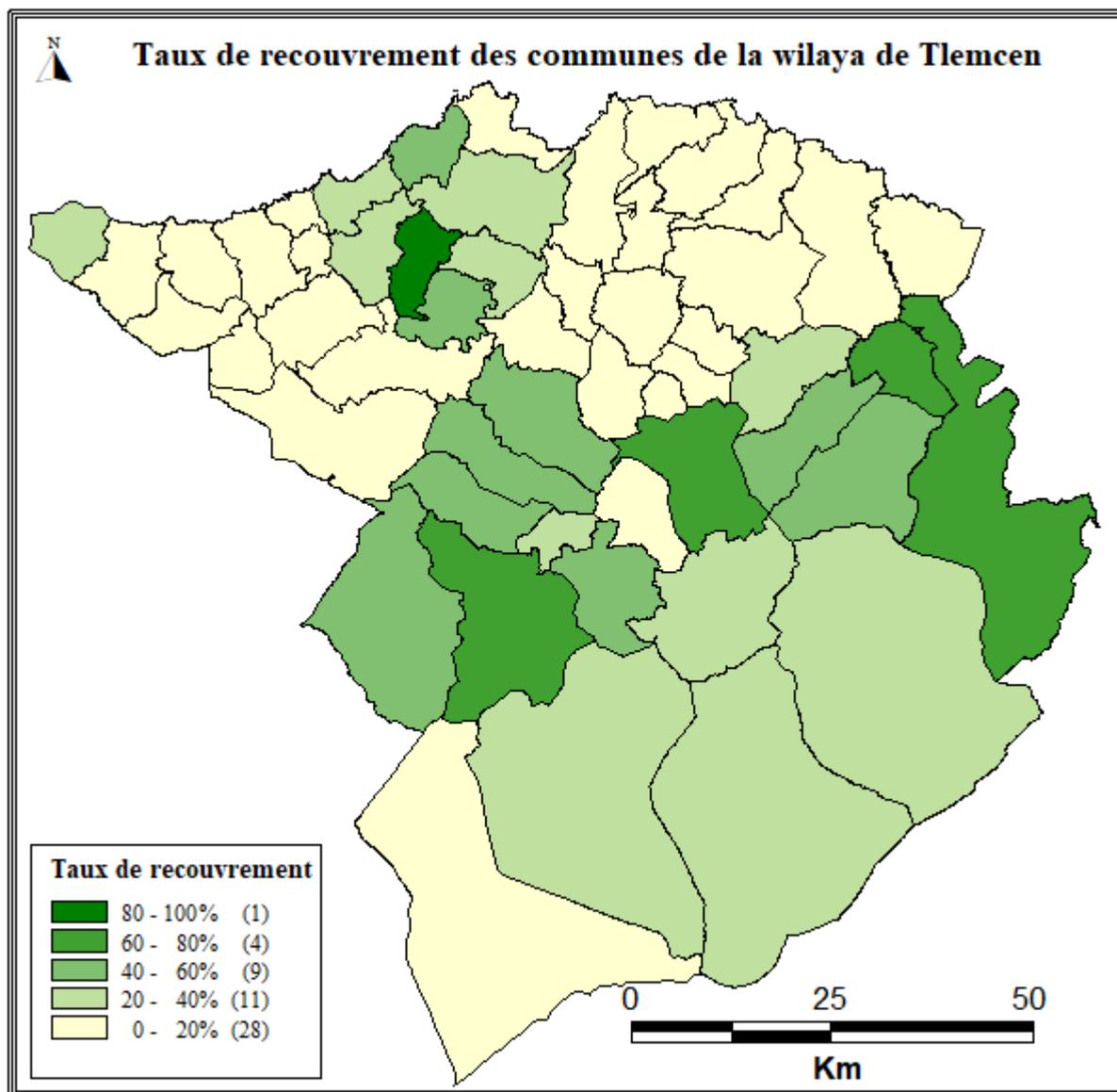
Pour la « Fi », nous constatons à travers la cartographie de ce paramètre (fig 24) que « Ain Tellout, Ghazaouet, Ain Fezza, Béni Snous et Honaine » sont les communes les plus fréquentées par le feu, suivit par Mansourah, Ouled Mimoun, Nédroma, Remchi et Chetouane, qui sont moins touchées. Les 43 communes restantes enregistrent rarement un départ de feu.



**Figure 24 :** Carte de la fréquence des incendies de forêt des communes de la wilaya de Tlemcen [2000-2023].

## 2.2. Taux de recouvrement

A l'échelle de la wilaya de Tlemcen, le taux de recouvrement par commune (qui est le pourcentage de la surface forestière par rapport à la surface totale de la commune) est très variable d'une commune à l'autre (fig.25).

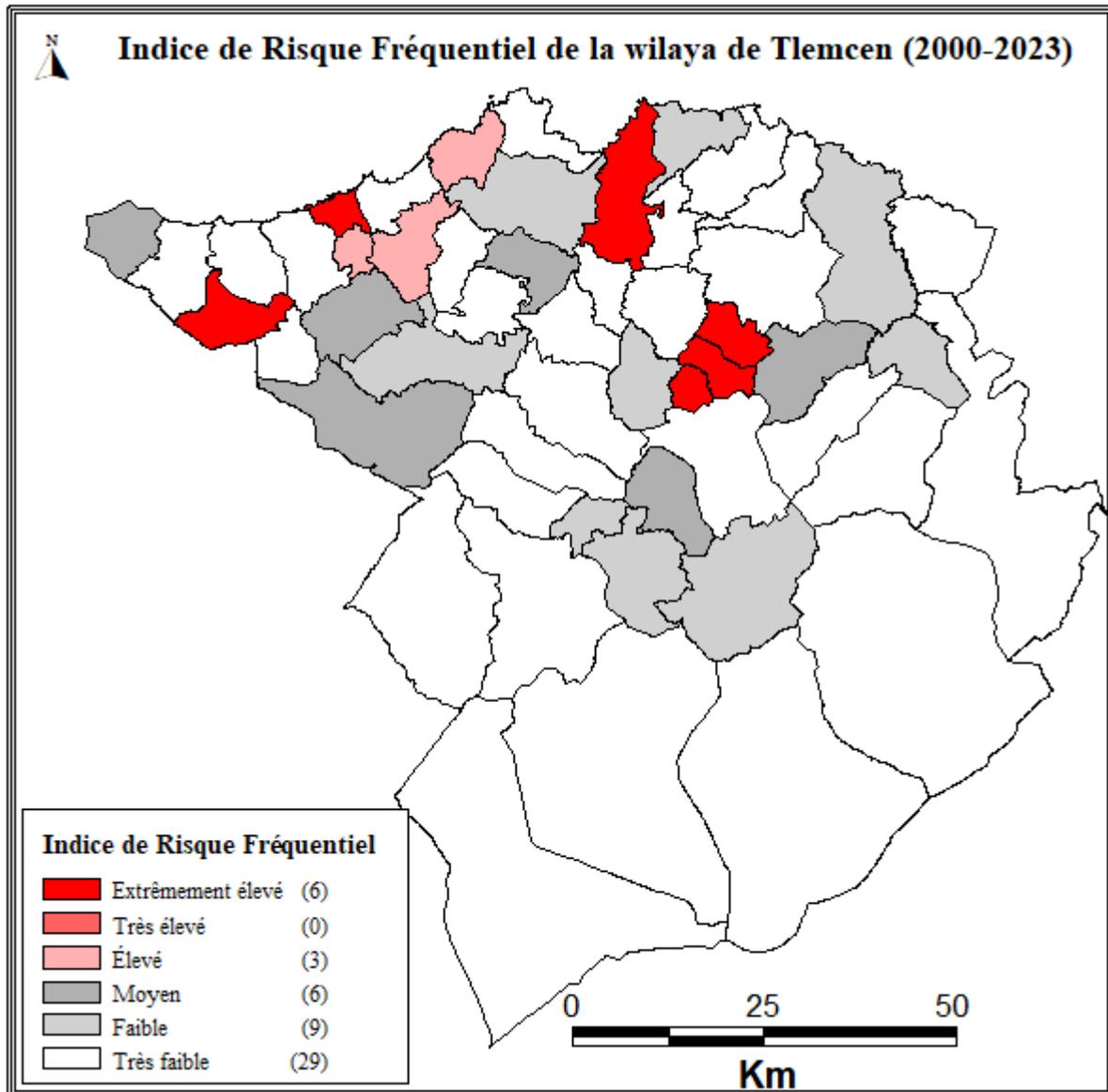


**Figure 25 :** Carte du Taux de recouvrement des communes de la wilaya de Tlemcen.

A travers la cartographie du taux de recouvrement des 53 communes, nous constatons que :

- Ain Kebira est la commune la plus boisée de la wilaya de Tlemcen, avec 82 % ;
- Terny, Ouled Mimoun, Ain Tellout, Béni Snous ont des taux de recouvrement très élevés avec : 76,59 %, 72,06 %, 68,33 % et 62,59 % respectivement ;
- Quarante-trois communes ont un taux inférieur à 60% ;
- Cinq communes sont dépourvues de surfaces forestières, citant : El Fhoul, Amieur, Bensakrane, Ain Nehala et Ouled Riah.

Pour l'IRF, l'évaluation du risque a été établie en fonction de la moyenne annuelle des feux enregistrés sur les 24 ans pour les 53 communes de la wilaya de Tlemcen (fig. 26).



**Figure 26 :** Carte de l'Indice de Risque Fréquentiel des communes de la wilaya de Tlemcen [2000-2023].

Pour la période 2000-2023, il ressort de ce classement (tableau 15) que :

- Six communes à savoir : Tlemcen, Mansourah, Chetouane, Remchi, Ghazaouet, Bab El Assa présentent un risque extrêmement élevé (IRF > 20) ;
- Trois communes qui présentent un risque élevé (5 – 10 feux par an), avec l'absence de la classe très élevé ;
- Six communes qui ont un IRF compris entre 02 et 05 feux/an ;

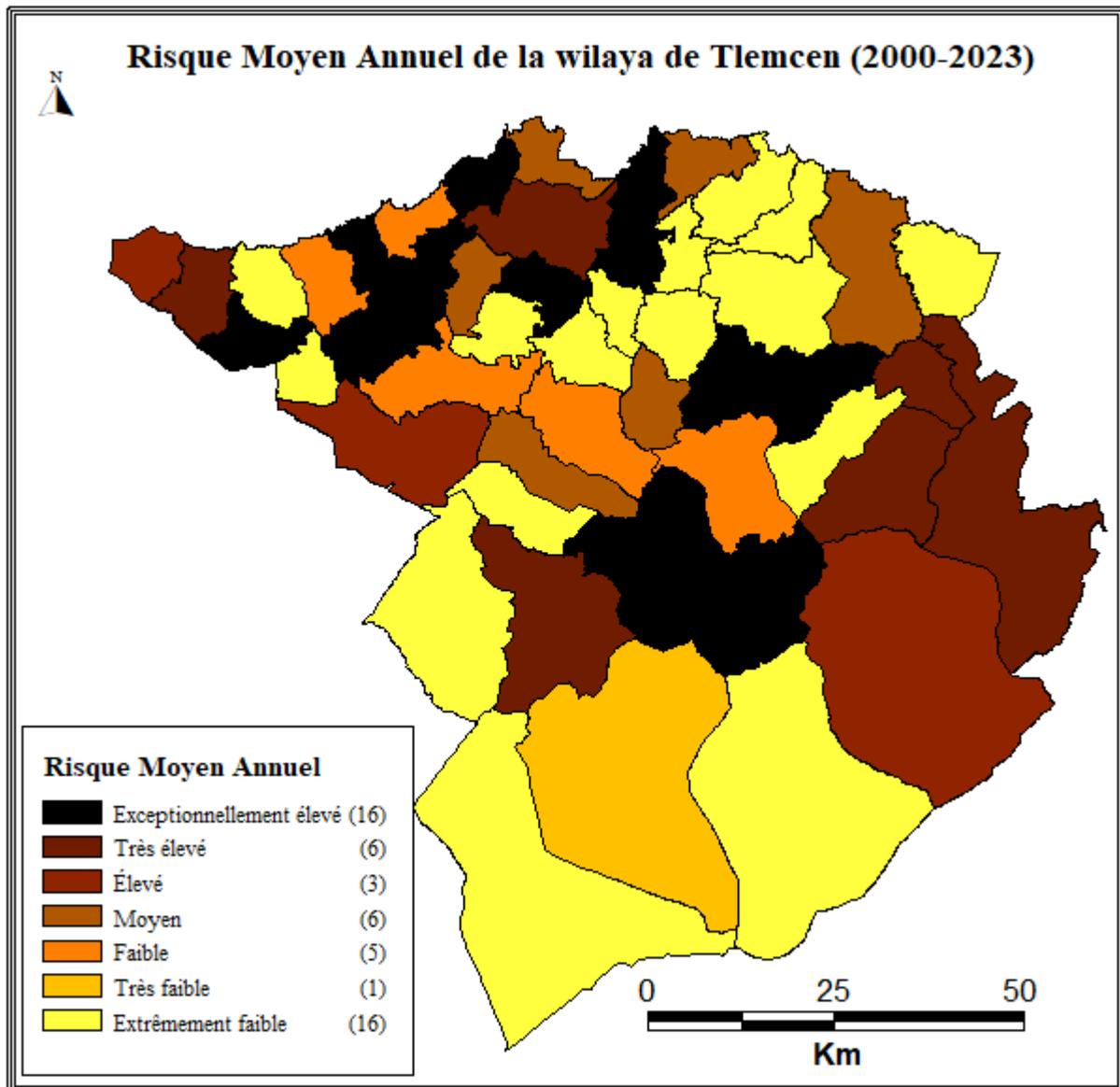
- Neuf communes enregistrent un risque faible, où  $1 > \text{IRF} > 2$  ;
- Vingt-neuf (29) communes présentent un risque d'incendie très faible ( $\text{IRF} < 1$ ).

**Tableau 15** : Classement des 53 communes en fonction du IRF (Tlemcen : 2000-2023).

Degré de risque	IRF %	Communes [ nombres ]
<b>Extrêmement élevé</b>	<b>&gt; 20</b>	Tlemcen, Mansourah, Chetouane, Remchi, Ghazaouet, Bab El Assa [ 6 ]
<b>Très élevé</b>	<b>10 - 20</b>	[ 0 ]
<b>Élevé</b>	<b>5 - 10</b>	Honaine, Tient, Nédroma, [ 3 ]
<b>Moyen</b>	<b>2 - 5</b>	Ain Ghoraba, Ain Fezza, Djebala, Fellouacéne, Marsa Ben M'hidi, Maghnia, [ 6 ]
<b>Faible</b>	<b>1 – 2</b>	Béni Mestar, El Azails, Béni Bahdel, Oulad Mimoun, Sidi Abdelli, Béni Ouarsous, Sebaà Chioukh, Hammam Boughrara, Sebdou [ 9 ]
<b>Très faible</b>	<b>&lt; 1</b>	Terny, Amieur, Béni Snous, Oued Chouly, Bensakrane, Béni Smiel, Ain Nehala, Ain Tellout, Ain Youcef, El Fhoul, Hennaya, Zenata, Oued Riah, Béni Khalled, Souahlia, Dar Yaghmoracéne, Ain Fettah, Ain Kébira, Souk Teleta, Souani, M'sirda Fouaga, Béni Boussaid, Sidi Medjahed, Sabra, Bouhlou, El Aricha, El Bouihi, El Gor, Sidi Djilali [ 29 ]

### 3. Risque Moyen Annuel « RMA » (Degré de danger)

Afin de classer les communes selon la priorité en matière de prévention et d'intervention et de mettre en évidence les zones de forte récurrence du feu. L'RMA a été calculé et une carte de risque a été élaborée (fig.27), en prenant en compte la superficie moyenne annuelle parcourue et la surface boisée des 53 communes étudiées.



**Figure 27** : Carte du Risque Moyen Annuel des communes de la wilaya de Tlemcen [2000-2023]

Selon le tableau 16 :

- Seize communes à savoir : Tlemcen, Mansourah, Ain Ghoraba, Chetouane, Ain Fezza, El Azails, Béni Bahdel, Remchi, Honaine, Ghazaouet, Tient, Nédroma, Djebala, Fellouacéne et Bab El Assa, présentent un risque exceptionnellement élevé ( $RMA > 8\%$ ) ;
- Les communes : Marsa Ben M'hidi, Maghnia, El Gor, M'sirda Fouaga, Béni Ouarsous, Ain Tellout, Béni Smiel, Oulad Mimoun, Béni Snous présentent un risque élevé à très élevé ( $2 < RMA < 8\%$ ) ;
- Six autres communes ont un risque d'incendie moyen ( $1 < RMA < 2\%$ ) ;

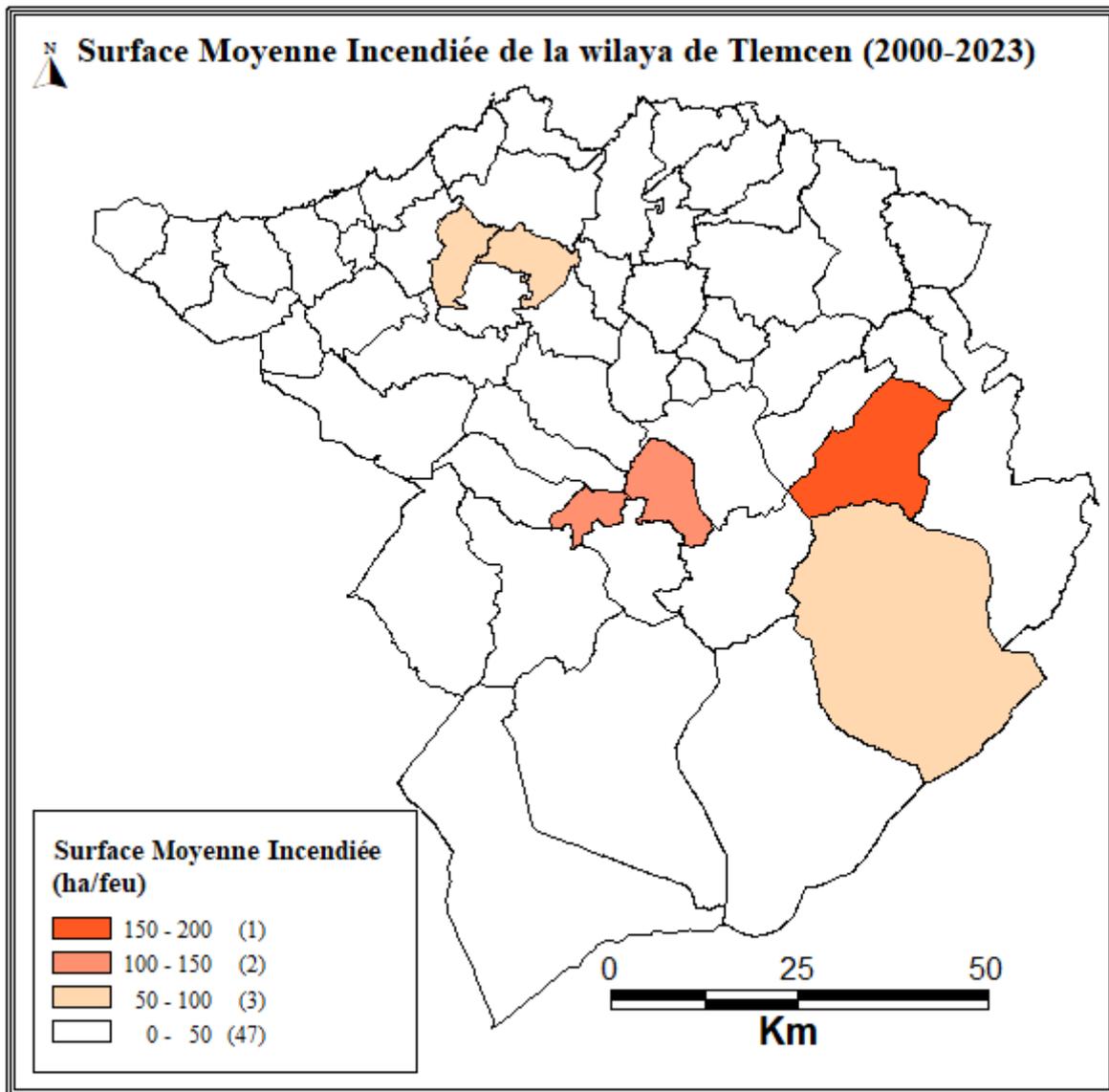
- Vingt-deux (22) communes présentent un risque d'incendie extrêmement faible à faible ( $0,25 < RMA < 1 \%$ ), dont 12 communes à risque nul.

**Tableau 16 :** Classement des 53 communes en fonction du RMA (Tlemcen : 2000-2023).

Degré de risque	RMA %	Communes [ nombres ]
<b>Exceptionnellement élevé</b>	<b>&gt; 8</b>	Tlemcen, Mansourah, Ain Ghoraba, Chetouane, Ain Fezza, El Azails, Béni Bahdel, Remchi, Honaine, Ghazaouet, Tient, Nédroma, Djebala, Fellouacéne, Bab El Assa, Sebdou [ <b>16</b> ]
<b>Très élevé</b>	<b>4 - 8</b>	M'sirda Fouaga, Béni Ouarsous, Ain Tellout, Béni Smiel, Oulad Mimoun, Béni Snous [ <b>6</b> ]
<b>Élevé</b>	<b>2 - 4</b>	Marsa Ben M'hidi, Maghnia, El Gor [ <b>3</b> ]
<b>Moyen</b>	<b>1 - 2</b>	Ain Kébira, Béni Khalled, Sebaà Chioukh, Sidi Abdelli, Béni Mestar, Bouhlou [ <b>6</b> ]
<b>Faible</b>	<b>0,5 - 1</b>	Terny, Souahlia, Dar Yaghmoracéne, Hammam Boughrara, Sabra [ <b>5</b> ]
<b>Très faible</b>	<b>0,25 - 0,5</b>	Sidi Djilali [ <b>1</b> ]
<b>Extrêmement faible</b>	<b>&lt; 0.25</b>	Amieur, Oued chouly, Bensakrane, Ain Nehala, Ain Youcef, El Fhoul, Hennaya, Zenata, Oued Riah, Ain Fettah, Souk Teleta, Souani, Béni Boussaid, Sidi Medjahed, El Aricha, El Bouihi [ <b>16</b> ]

#### 4. Surface Moyenne Incendiée « SMI »

La figure 28 illustre les valeurs du SMI pour chacune des 53 communes de la wilaya de Tlemcen durant 24 ans d'analyse.



**Figure 28 :** Carte de la Surface Moyenne Incendiée des communes de de la wilaya de Tlemcen [2000-2023].

Pour la Surface Moyenne parcourue par Incendie, six communes dépassent les 50 ha/feu (Ain Ghoraba, Béni Bahdel, Béni Smiel, Fellouacéne, Ain Kébira et El Gor avec : 113,3 – 110,21 – 195 – 58,41 – 70 – 83 ha/feu respectivement), cela revient probablement aux lentes interventions dû soit au manque de matériels (de première intervention ou de personnel), de moyens de luttés contre les incendies de forêt (pistes, points d'eau,...), aux difficultés d'accès aux massifs forestiers (conditions topographiques défavorables).

## Discussion générale

Sur les 24 années analysées, nous avons examiné les données sur les feux de forêts, pour les 53 communes de la wilaya de Tlemcen. L'année 2020 a enregistré le plus grand nombre de foyers avec 183 départs et l'année 2015 a enregistré la plus grande perte en superficie (3 680,65 ha). La commune de Ghazaouet a enregistré le plus grand nombre de foyers avec 58 départs et Ain Tellout la plus grande superficie brûlée, soit 1 774,36 ha.

La cartographie du risque incendie de forêt nous a permis de réaliser plusieurs cartes. Pour l'Indice de Risque Fréquentiel « IRF », Six communes présentent un risque extrêmement élevé ( $IRF > 20$ ), avec une fréquence annuelle moyenne supérieure à 20 feux pour 10 000 ha de surface boisée, indiquant un risque accru d'incendie, ces communes doivent être considérées comme hautement prioritaire dans le cadre de la prévention et de la gestion des incendies de forêt. La commune de Chetouane présente la valeur la plus élevée avec 93,75 feux, selon **Meddour-Sahar (2008)**, avec une telle pression (05 fois plus élevée que celle des forêts les plus touchées), si elle se maintenait les prochaines années, on peut prédire que les forêts de cette commune sont vouées à une disparition inéluctable.

Pour le Risque Moyen Annuel « RMA », les communes qui présentent un risque élevé, c'est-à-dire que chaque année 2 à 4 % en moyenne de leur superficie est incendiée, implique une probabilité du passage répété du feu de 25 à 50 ans. D'autres communes à risque très élevé 4 à 8 % de la surface est touchée annuellement, donne une fréquence du passage du feu de 12 à 25 ans. Pour les seize communes qui présentent un risque exceptionnellement élevé dépassant 8%, (un passage de feu en moins de 12 ans). **De montgolfier, 1989 note qu'on peut s'appuyer sur les valeurs de ce paramètre pour déterminer la nature et la densité des équipements proportionnés au degré de risque, et pour fixer un ordre de priorité des réalisations.**

***Conclusion générale :***

## Conclusion générale

La présente étude repose sur une collecte minutieuse de données auprès de la Conservation des Forêts, qui a été le point de départ pour une analyse approfondie des différents bilans relatifs aux feux de forêts sur une période étendue. En scrutant ces données, notre objectif était de mettre en lumière l'ensemble des informations concernant les feux de forêts, y compris leur répartition temporelle, leur impact sur la superficie forestière, le nombre moyen de foyers, ainsi que d'autres variables.

Basé sur les résultats de cette étude approfondie sur les feux de forêts dans la wilaya de Tlemcen sur une période de 24 ans, plusieurs conclusions importantes peuvent être tirées. Il est clair que les feux de forêts représentent une menace sérieuse pour la région de Tlemcen, avec des années comme 2020 et 2015, se démarquant par le nombre de foyers et la superficie brûlée. Ceci souligne l'urgence de mettre en place des mesures de prévention et de gestion des incendies plus efficaces.

L'analyse temporelle révèle des tendances saisonnières marquées, avec une concentration des feux pendant les mois d'été, en particulier en juillet et août. De plus, la répartition des foyers selon les jours de la semaine et les heures (10h à 16h) de la journée met en évidence des moments critiques pour la surveillance et l'intervention.

L'analyse spatiale identifie les communes à risque le plus élevé, ce qui permet de cibler les ressources et les efforts de prévention là où ils sont le plus nécessaires. Les six communes présentent un niveau de risque extrêmement élevé ( $IRF > 20$ ), cela indique un risque accru d'incendie, ce qui nécessite de les considérer comme étant d'une priorité maximale en matière de prévention et de gestion des incendies de forêt.

Pour les seize communes affichant un RMA élevé (supérieur à 8 %), le risque d'être parcourues par le feu, en moins de 12 ans, est notable. En outre, ces valeurs du RMA peuvent servir de guide pour évaluer le type et la densité des équipements nécessaires en fonction du niveau de risque, et pour établir une hiérarchie de priorités dans les projets à entreprendre.

Cette étude souligne l'importance de combiner des approches temporelles et spatiales dans la gestion des incendies de forêts. En utilisant des données historiques et des outils d'analyse avancés, il est possible de mieux comprendre les schémas d'incendie et de prendre des mesures plus efficaces pour protéger les écosystèmes forestiers et les communautés locales.

Cette recherche fournit des informations précieuses pour les décideurs, les gestionnaires des ressources naturelles et les communautés locales afin de développer des stratégies de gestion des incendies plus résilientes et adaptées aux conditions spécifiques de la wilaya de Tlemcen.

## Références bibliographiques :

**Abbas M., 2006.** Étude de la croissance et les possibilités de extension du cèdre d'atlas dans la région de Tlemcen. Thèse d'ingénieur en foresterie, Université Tlemcen. 98p

**Abdelbaki A., 2012.** Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous bassin versant d'oued bouguedfine (wilaya de Chlef). Thèse magister. Univ. Hassiba ben Bouali –Chlef.

**A.N.A.T., 2010.** Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Tlemcen (PATWT). 1ère phase, (Rapport consulté au niveau de la direction d'hydraulique de la wilaya de Tlemcen).

**Angelidis A., 1994.** La politique de l'Union Européenne concernant la protection des forêts contre les incendies. CIHEAM, IAM Zaragoza, « La protection contre les incendies de forêt », 9-20 mai 1994, 57 p.

**Baba-ahmed K., 2007.** Hydrodynamique et modélisation d'une nappe alluviale. Validation par l'Approche géostatistique, application a la Nappe de la plaine de Maghnia. Thèse de doctorat en hydro géologie. Université Tlemcen. 156p.

**Babbitt B., 1999.** Pour faire la paix avec les incendies de forêts. Forêt méditerranéenne 120-125.

**Banque mondiale. 2023.** Note sur les forêts algérienne Gestion durable des forêts pour lutter contre les feux de forêts. Vulnérabilité des écosystèmes forestier aux feux de forêt.59p

**Belkaid H., 2016.** Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie Cas de la Kabylie maritime. Thèse de doctorat en Géographie. Université de Nice-Sophia Antipolis - 98, Bd. E. Herriot – 06200 Nice. 304p.

**Benabadji N et Bouazza., 2002.** Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au sud d'el - Aricha (Oranie- Algérie).

**Ben Abdellah M., 2016.** Les caractères et les effets d'une fertilisation biologique par le grognon d'Olivier sur un rendement des céréales. Mémoire de fin d'études en agronomie, université Abou Baker Belkaid, Tlemcen. 101p.

**Ben moussât A., Adjim M et Bensaoula F., 2014.** Etude des eaux souterraines de la plaine d'Hennaya (bassin de la Tafna-Nw Algérien). LARHYSS Journal.14p

- Bensaoula F et Collignon B., 2019.** L'exploitation des aquifères karstique des monts de Tlemcen (Algérie), comme réserve stratégique en cas de sécheresse pluriannuelle grave.
- Benyahia S., 2017.** Caractérisation Classification et statistiques multi-variables des eaux de l'Oued Zitoun. Master en hydro géologie université de Tlemcen. 95p.
- Bilem A., 2012.** Contribution à l'étude histologique du chamaerops humilis. Approche comparative des peuplements des monts de Traras et des monts de Tlemcen. Magistère en biologie école doctorale, université Es-Senia Oran. 155p.
- Bouanani A., Baba-Hamed K et Fandi w, 2013.** Production et transport des sédiments en suspension dans l'oued Sikkak (Tafna nord- ouest algérien). Revenue des sciences de l'eau. 121p.
- Bouguerra S., 2014.** Transport solide dans un cours d'eau en climat semi-aride : cas du bassin versant de l'Oued Bou Messaoud (Nord- ouest de l'Algérie). Mémoire de master. Université de tlemcen.127p
- Bouguettaya K., 2011.** Contribution à l'étude de l'aléa érosif sur la biologie de Vitis vinifera dans la région de Tlemcen. Magistère en science agronomique, Université Tlemcen. 128p.
- Chevrou R., 1995.** Quelques précautions à prendre en cas d'analyse statistique. Options Méditerranéennes, Série A. Séminaires Méditerranéens, 25, 15-17.
- Clément V., 2005.** Les feux de forêt en Méditerranée : un faux procès contre nature. Espace géographique,4, tome3 :289-304.
- Collignon B., 1986.** Hydrologie appliquée des aquifères karstiques des monts de Tlemcen (tome1). Thèse de doctorat. Faculté des sciences. Uni. Avignon. 116p.
- De montgolfier J., 1989.** Protection des forêts contre les incendies. Guide technique du forestier méditerranéen français. Ed. CEMAGREF, Division des techniques forestières méditerranéennes, Aix-en-Provence, fiches 1 à 16.
- Dimitrakopoulos A.P & Mitsopoulos I.D., 2006.** Global Forest ressources assessment 2005. Report on fires in the Mediterranean Region. Working paper FM/8/E, Forestry Department, FAO. Rome, 43 p.
- D.S.A., 2007.** Données sur les surfaces agricoles de la wilaya de Tlemcen.

**DSA., 2010.** Superficies de principales essences forestières dans la région de Tlemcen.

**DSA., 2011.** Données sur les zones steppique dans la wilaya de Tlemcen

**DSA., 2020.** Données sur les Barrages de la wilaya de Tlemcen.

**Durand J.h., 1954.** Les sols et les croûte en Algérie. Édit : Service des études scientifique. 143p.

**Gherissi R., 2012.** Hydrologie et modélisation pluie - débit : cas du bassin versant de l'oued Lakhdar (ex : chouly Tafna). Mémoire de magistère. Université Tlemcen. 103p.

**Ghezlaoui. B. et Benabadji. N., 2017.** La végétation des monts de Tlemcen (Algérie. Aspects phytoécologiques.). Géographie. Édition réale. 250p.

**Kazi-Tani C., 1995.** Possibilités d'enrichissement par introduction d'essences feuillues dans les monts de Tlemcen. Mémoire d'ingénieur d'état en foresterie. Faculté des sciences. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen. 93p.

**Kazi-Tani. I. et Gaouar. A., 2015.** Ébauche cartographique des sols de la région des Traras (Nord de l'Algérie). Revue internationale de géologie, de géographie et d'écologie tropicales 86p.

**Legrain M., 2002.** Dictionnaire encyclopédique. Ed. Larousse, France, pp. 325, 1119, 1253.

**Medjahdi B., IBN TATTOU M., BARKAT DJ et BENABEDLI KH., 2019.** La flore vasculaire des monts des Traras (Nord-ouest algérien). revue Acta Botanica malacitana. 75p

**Meddour-Sahar O., 2008.** Contribution à l'étude des feux de forêt en Algérie, thèse de magister en gestion des écosystèmes forestiers. Institut national agronomique el harache. 231p

**Mokhtari S., 2018.** Contribution à la gestion des connaissances en gestion des risques : application aux feux de forêt dans le massif des Aurès. Thèse de doctorat en Aménagement du territoire et gestion des risques majeurs. Université de Batna 2. 114p.

**Ouici F., 2018.** Étude de la performance du modèle hydrologique HBV Appliqué au Bassin versant d'oued Sebdou (Tafna, Algérie). Mémoire de master. Université de Tlemcen. 100p

**Peyre S., 2001.** L'incendie, désastre ou opportunité ? L'exemple des Pyrénées Orientales. Forêt Méditerranéenne. 194-199p.

**Sahar O., 2014.** Les feux de forêt en Algérie : Analyse du risque, étude des causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, UMMTO, 256 p.

**Velez R., 1999.** Protection contre les incendies de forêt : principes et méthode d'action. CIHEAM, Zaragoza. Options Méditerranéennes, Série B : Études et Recherches No. 26, 118 p.

**Zekri Bellahcene N., Haddouche D et Khalid F 2014.** L'écosystème steppiques de la wilaya de Tlemcen (Nord-ouest algérienne) et les facteurs contribuent à sa sensibilité à la désertification. 10p.

**Sites :**

<https://www.researchgate.net/publication/326200216/figure/fig3/AS:644949016059931@1530779236664/Situation-geographique-de-la-wilaya-de-Tlemcen.png>

<https://www.researchgate.net/profile/Fouzia-Bensaoula/2/publication/313553056/figure/fig1/AS:460240740196352@1486741351610/Situation-geographique-de-la-wilaya-de-Tlemcen.png>

<https://fr.tutiempo.net/climat>