

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



No Ref :

Centre Universitaire

Abdel Hafid Boussouf Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de Master

En: - Domaine : Science de la nature et de la vie

- Filière : Ecologie et environnement

- Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème

Analyse des incendies des forêts de la wilaya de Mila

Préparé par:

❖ LAGGOUNE Houda

Soutenu devant le jury:

-Président:	ELAICHAR Mehdi	Grade : MCB Centre Universitaire de Mila
-Examinatrice:	DOUAFER Louiza	Grade : MCB Centre Universitaire de Mila
-Promoteur:	LAALA Ahmed	Grade : MCA Centre Universitaire de Mila

Année universitaire : 2021/2022

Remerciement

*Je remercie **DIEU** le tout puissant qui m'a donné la force, la volonté et le courage pour accomplir ce mémoire.*

*Je remercie particulièrement mon encadreur **Mr Laala Ahmed**, Maitre de Conférence A à l'Université Abdelhafid Boussouf Mila, pour ses précieuses orientations, son aide et ses conseils judicieux, pour sa gentillesse, ses encouragements et son souci de mener à terme ce travail.*

*Je tiens à remercier **Mr Elaichar Mehdi**, pour l'honneur qui me fait à juger ce travail et à présider le jury.*

*Je présente aussi mes remerciements au **Mm Douafer Louiza**, d'avoir accepté d'examiner ce travail, ses critiques et suggestions me seront certainement utiles.*

*J'exprime aussi toute ma gratitude à l'équipe de la conservation des forêts de Mila surtout **Mr Walid** et **Mm Rihan** pour son réception, son aide et ses conseils.*

Finalement, je remercie tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce modeste travail et sans oublier toute la promotion de la protection des écosystèmes

2021-2022.

Houda

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes chers parents, ma mère Nasira et mon père Nouredine

À mes sœurs et mes frères et toute ma famille

À mes belles amies

À toutes les vraies personnes qui existent dans le monde

Houda

Liste des figures

Fig. 01: Les différents types de feux de forêts	3
Fig. 02 : Les feux de sol.....	4
Fig. 03 : Les feux de surface	5
Fig. 04 : Les feux de cimes	5
Fig. 05 : Production de braises par fort vent.....	6
Fig. 06 : Le triangle du feu.....	6
Fig. 07 : Mécanisme de propagation d'un feu de forêts.....	8
Fig. 08 : Effet mécanique de la pente sur le comportement du feu.	11
Fig. 09 : Courbe de température en fonction de l'exposition des pentes.	12
Fig. 10 : Répartition de la superficie forestière par wilaya en Algérie (2007)	19
Fig. 11 : Répartition des incendies par région en Algérie (période 1985-2006).....	20
Fig. 12 : Evolution annuelle des superficies parcourues par le feu en Algérie (période 1876-1962)	21
Fig. 13 : Evolution annuelle des superficies parcourues par le feu (période 1963-2007)	22
Fig. 14 : La situation géographique de la wilaya de Mila.....	24
Fig. 15 : Reliefs et zones naturelles.....	26
Fig. 16 : L'occupation du sol de la wilaya de Mila	28
Fig. 17 : Les étages bioclimatiques de la wilaya de Mila	29
Fig. 18 : Précipitation mensuelle moyenne de la wilaya de Mila (2011 - 2020).	29
Fig. 19 : Humidité moyenne mensuelle de la wilaya de Mila (2011-2020).	30
Fig. 20 : Températures mensuelles (moyennes, maximales et minimales) de la wilaya de Mila (2011-2020).....	31
Fig. 21 : Variation mensuelle de la vitesse du vent dans la wilaya de Mila (2011-2020).....	31
Fig. 22 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de Mila (2011-2020).....	32
Fig. 23 : Principales essences forestières de la forêt Milienne.	33

Liste des figures

Fig. 24 : Répartition du patrimoine forestier selon les essences dans la wilaya de Mila.	35
Fig. 25 : Evolution annuelle du nombre d'incendie de forêt et des superficies brûlées dans la wilaya de Mila (2011-2021).....	37
Fig. 26 : Risque annuel d'incendie de chaque commune (2011-2021).....	39
Fig. 27 : Perte annuelle du capital boisé des communes de la wilaya de Mila (2011-2021).....	41
Fig. 28 : Moyenne annuelle de la superficie brûlée de chaque commune.	41
Fig. 29 : Evolution mensuelle du nombre des incendies dans la wilaya de Mila (2017-2021). ...	42
Fig. 30 : Répartition des superficies brûlées selon les mois (période 2017-2021).	43
Fig. 31 : Répartition des incendies des forêts selon les jours de la semaine (période 2017-2021).	43
Fig. 32 : Répartition des incendies des forêts suivant les tranches horaires (période 2017-2021).	44
Fig. 33 : Evolution annuelle du nombre d'incendie par forêt (2011-2021).	45
Fig. 34 : Evolution annuelle des superficies brûlées par commune (période 2011-2021).	46
Fig. 35 : Répartition des superficies incendiées par formations végétales (2017-2021).....	47
Fig. 36 : Répartition des superficies incendiées par essences forestières (période 2017-2021)...	48
Fig. 37 : Comparaison de la pyrologie sylvicole entre quelques wilayas.....	49

Liste des photos

Photo 01: Incendies de forêts au niveau de la commune de Rouached (2022).....	49
---	----

Liste des tableaux

Tableau 01: Vitesse de propagation dans l'herbe en fonction du vent	9
Tableau 02: Influence du taux d'humidité sur l'inflammabilité	10
Tableau 03: Relation relief-sensibilité incendie	11
Tableau 04: Différents origines des incendies	14
Tableau 05: Principales essences des forêts algériennes (2007).....	17
Tableau 06: Les forêts domaniales de la wilaya de Mila.....	34
Tableau 07: Bilan annuel des incendies de forêts dans la wilaya de Mila (2011-2021)	36
Tableau 08: Répartition annuelle du risque d'incendie par commune (2011-2021)	38
Tableau 09: Perte annuelle du capital boisé par commune (2011-2021)	40
Tableau 10: Les formations végétales touchées par les feux durant la période (2017-2021).....	47

Liste des abréviations

- CFM:** Conservation des Forêts de la wilaya de Mila
- D.G.F :** Direction Générale des Forêts
- DCPE :** Direction du Commerce et de la Promotion des Exportations de la Wilaya de Mila
- FAO:** Food and Agriculture Organization
- GPS :** Global Positioning System
- ha:** hectares
- MATE :** Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
- SIG:** Le système d'information géographique

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Sommaire

Introduction..... 1

Chapitre I Etude bibliographique

1. Généralité sur les incendies des forêts..... 2

1.1. Pyrologie forestière 2

1.2. L'incendie 2

1.3. La combustion..... 2

1.4. L'inflammabilité 3

1.5. Le feu..... 3

2. Les différents types de feux 3

2.1. Les feux de sol 4

2.2. Les feux de surface..... 4

2.3. Les feux de cimes..... 5

2.4. Les feux de braises (sautes) 6

3. Mécanisme de feu 6

4. La propagation des feux..... 7

5. Facteurs favorisant le départ et la propagation du feu 8

5.1. Les facteurs climatiques 8

5.1.1. La précipitation..... 8

5.1.2. Le vent..... 9

5.1.3. L'humidité relative	9
5.1.4. La température.....	10
5.2. Les facteurs topographiques	10
5.2.1. La pente.....	10
5.2.2. L'exposition.....	11
5.2.3. L'altitude	12
5.3. Effet de végétation sur le développement des feux.....	12
6. Origines des incendies	13
7. Les causes des incendies.....	13
7.1. Causes naturelles.....	14
7.2. Causes anthropiques.....	14
7.2.1. Causes involontaires	15
7.2.2. Causes volontaires	15
7.3. Causes inconnues	15
8. Les conséquences des incendies.....	15
8.1. Impacts sur les hommes, les biens et les activités	15
8.2. Impacts sur les végétations	16
8.3. Impacts sur la faune.....	16
8.5. Impacts sur les paysages.....	17
8.6. Impacts sur le mésoclimat (climat local).....	17
9. Les incendies de forêts en Algérie	17
9.1. Les incendies en Algérie	19
9.1.1. Période coloniale 1876-1962.....	20
9.1.2. La période de l'Algérie indépendante 1963-2007	21
10. Stratégie de prévention et lutte contre les incendies de forêt.....	22
10.1. La prévention des feux de forêt	22
10.2. La détection des feux de forêt.....	23

10.2.1. Brigade forestier mobiles	23
10.2.2. Postes vigies	23
10.3. Maîtrise des feux et réhabilitation des forêts	23

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

1. Présentation de la wilaya de Mila.....	24
1.1. La situation géographique	24
1.2. Relief	24
1.3. Géologie	27
1.4. Réseau hydrographique	27
1.5. Le climat.....	28
1.5.1. Précipitation.....	29
1.5.2. Humidité.....	30
1.5.3. Température.....	30
1.5.5. Le diagramme obrothermique	32
1.6. Le patrimoine forestier de la wilaya de Mila.....	32
1.7. Répartition du patrimoine forestier selon les essences forestières.....	35

Chapitre III : Résultats

1. Analyse temporelle des feux de forêts.....	36
1.1. Bilan annuel des incendies de forêts dans la wilaya de Mila	36
1.2. Risque annuel d'incendie	37
1.3. Perte annuelle du capital boisé.....	39
1.4. Moyenne annuelle de la superficie brûlée	41
1.6. Le cycle de brûlage journalier	43
1.7. Le cycle de brûlage horaire.....	43
2. Analyse spatiale des feux de forêts	44
2.1. Répartition du nombre des incendies par forêt	44
2.2. Répartition des superficies brûlées par commune.....	46

2.3. Répartition des superficies brûlées selon les formations végétales	47
2.4. Répartition des superficies brûlées suivant les essences forestières	48
2.5. Causes des incendies de forêts de la wilaya de Mila	48
3. Analyse comparative des feux de forêts	49
Conclusion	50
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	
المخلص	
Abstract	

Introduction

Introduction

Les forêts sont des maillons essentiels de la chaîne de la vie. Elles jouent un rôle vital dans la régulation des climats et du cycle de l'eau, et se sont les écosystèmes les plus riches et les plus utiles de la planète. Selon les scientifiques, les forêts du monde renferment plus de 50% de la biodiversité terrestre. Or dans le monde la dégradation de la forêt se poursuit à un rythme inquiétant (Ramade, 1978).

Parmi les facteurs qui menacent les forêts dans la région méditerranéenne, le feu est le plus redoutable par les pertes et les conséquences qu'il entraîne, aussi bien sur l'environnement que sur l'économie du pays. Il a été reconnu, depuis longtemps, comme le plus spectaculaire et le plus grave facteur par son intensité et sa brutalité, par l'ampleur des surfaces parcourues dans le moindre temps et par l'importance des dommages causés (Boudy, 1952).

En effet, au niveau mondial, 350 millions d'hectares d'espaces naturels sont affectés par des feux chaque année, ce qui représente 9 % de la superficie totale des forêts et des zones non forestières, tels que la savane, la brousse et les parcours de la planète, avec des conséquences désastreuses aussi bien sur l'Homme que sur les animaux et d'importantes pertes économiques (FAO, 2007).

L'Algérie est très touchée par les feux de forêts, avec un cumul de 42.555 feux, ayant parcouru une superficie forestière totale de 910.640 hectares durant la période 1985-2010 (Meddour et Derridj, 2012). Dans la wilaya de Mila, l'intérêt accordé à la question des incendies de forêts s'est traduit par la mise en place de plusieurs plans et stratégies avec des objectifs chiffrés, mais qui souffrent d'un manque avéré d'accompagnement scientifique. Les études sur la question demeurent insuffisantes au vu des problèmes que pose le phénomène des incendies à la société en général et à la communauté scientifique en particulier. C'est dans ce contexte global que nous avons essayé d'apporter une contribution à l'étude de l'aléa d'incendie de forêt dans la wilaya de Mila afin de mieux comprendre le comportement de ce phénomène et évaluer ses dégâts.

Notre travail se structure en trois chapitres :

Le premier chapitre expose une étude bibliographique sur les incendies des forêts ;

Le deuxième chapitre présente la zone d'étude et le patrimoine forestier de la wilaya ;

Le troisième chapitre illustre les résultats.

Enfin, nous terminerons notre étude par une conclusion.

Chapitre I
Etude bibliographique

1. Généralité sur les incendies des forêts

1.1. Pyrologie forestière

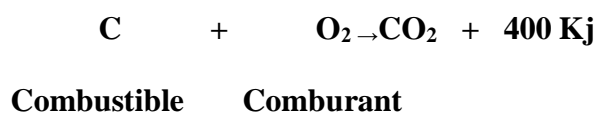
La pyrologie forestière constitue une science dont l'objet principal est l'étude des feux de forêts et de leurs propriétés. Elle explique, le phénomène de la combustion, décrit les caractéristiques propres aux incendies de forêts et étudie les facteurs qui influencent leur origine et leur développement (Trabaud, 1979).

1.2. L'incendie

L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et dans l'espace (Khalid, 2008 ; Cemagref, 1994 ; Jappiot *et al.*, 2002). Les incendies se déclarent dans une formation végétale, généralement de type forestière (forêts de feuillus ou/et de conifères) ou subforestière (garrigues, maquis...). Ce terme désigne globalement les feux de forêt, de maquis ou de garrigues ayant brûlé au moins 1 ha de massif (Berrichi, 2013).

1.3. La combustion

C'est l'oxydation vive, fortement exothermique, d'un corps solide ou gazeux, appelé combustible, en présence du carburant, souvent l'oxygène de l'air. A titre d'exemple, la combustion du carbone, élément très abondant dans la matière végétale, suit la loi suivante :



La combustion de la matière végétale s'effectue en deux étapes, non rigoureusement distinctes :

- La combustion avec flammes, réaction chimique entre gaz de décomposition thermique et oxygène de l'air, est appelée combustion vive.
- La combustion sans flammes, réaction chimique entre les résidus de la décomposition thermique et l'oxygène de l'air, est dite la combustion lente.

La durée de la combustion vive croit avec la quantité d'air et avec le rapport surface - volume du combustible.

Durant les incendies de forêts, même en absence de vent, l'air est toujours suffisamment abondant pour que la majeure partie de la combustion s'effectue avec flamme. La combustion lente a toute fois lieu au niveau de la litière dont la compacité ne permet pas toujours une ventilation interne suffisante. De même, le feu peut couver de longues heures dans les troncs ou les racines (Delaveaud, 1981).

1.4. L'inflammabilité

Elle est à la fois la propriété de s'enflammer et la facilité avec laquelle les éléments fins d'une espèce végétale prennent feu (Velez, 1996). Elle représente aussi le temps écoulé jusqu'à l'émission de gaz inflammables et traduit le risque d'éclosion d'un incendie. La matière ligneuse s'enflamme plus ou moins facilement lorsque certaines conditions le permettent, comme la baisse de l'humidité de l'air et la hausse des températures en été (Valette, 1988 ; Carrega, 1994).

1.5. Le feu

Le feu est un processus naturel essentiel qui modifie les attributs physiques et biologiques en agencant la diversité des paysages et contribue à l'augmentation des gaz atmosphériques qui provoquent les changements climatiques (Girardin *et al.*, 2008 ; Leroy, 2007). Entraînant des catastrophes écologiques, économiques et humaines (Tihay, 2007).

On appelle un feu de forêt tout incendie qui se déclare sur une surface qui comprend au minimum un demi-hectare et qui détruit en grande partie les hauts étages arbustifs, le maquis, la garrigue ou encore les landes. De tels accidents sont favorisés en période estivale, période de sécheresse et en faible teneur en eau des végétaux (Colin & Jappiot, 2001).

2. Les différents types de feux

Selon Margerit (1998), une fois éclos, un feu peut prendre différentes formes, chacune étant conditionnée par les caractéristiques de la végétation et les conditions climatiques dans lesquelles il se développe. Les feux de forêts peuvent être de trois types:

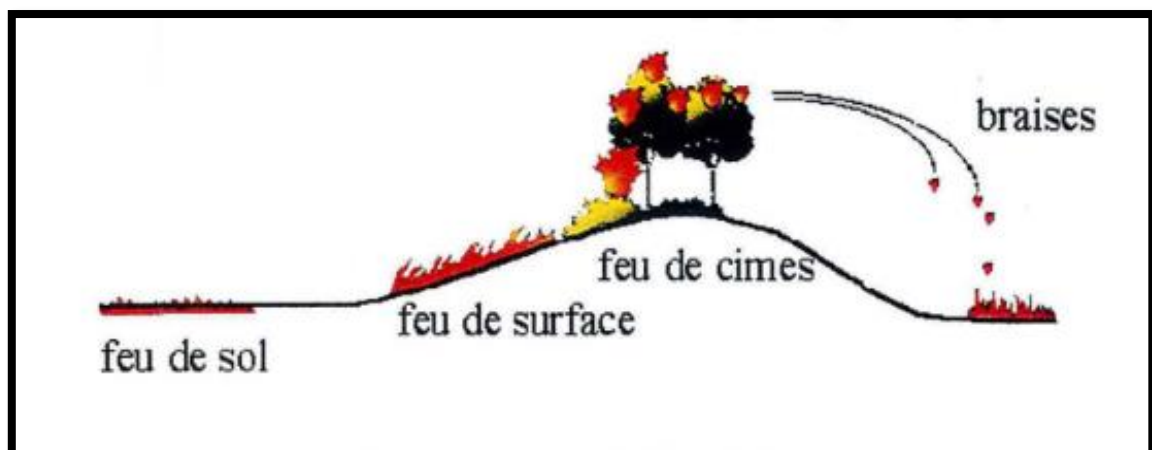


Fig. 01: Les différents types de feux de forêts (Margerit, 1998).

2.1. Les feux de sol

Qui brûlent la matière organique contenue dans la litière, l'humus ou les tourbières. Alimentés par incandescence avec combustion, leur vitesse de propagation est faible (Megrerouche, 2006).



Fig. 02: Les feux de sol [1].

2.2. Les feux de surface

Qui brûlent les strates basses de la végétation, c'est-à-dire la partie supérieure de la litière, la strate herbacée et les ligneux bas. Ils se propagent en général par rayonnement (Megrerouche, 2006).



Fig. 03 : Les feux de surface [1].

2.3. Les feux de cimes

Qui brûlent la partie supérieure des arbres (lignieux hauts) et forment une couronne de feu. Ils libèrent en général de grandes quantités d'énergie et leur vitesse de propagation est très élevée. Ils sont d'autant plus intenses et difficiles à contrôler que le vent est fort et le combustible sec (Megrerouche, 2006).



Fig. 04 : Les feux de cimes [1].

Ces trois types de feu peuvent se produire simultanément sur une même zone (Megrerouche, 2006).

2.4. Les feux de braises (sautes)

Les braises sont produites par des feux de cimes ou pour certaines conditions de vent et de topographie. Ces braises sont transportées à distance et sont alors à l'origine de foyers secondaires. Les grands brandons peuvent brûler longtemps et être transportés très loin (jusqu'à 10 ou 20 Km dans les cas exceptionnels) (Colin *et al.*, 2001).



Fig. 05 : Production de braises par fort vent (Mergerit, 1998).

3. Mécanisme de feu

Pour qu'un feu de forêt se déclenche, il faut que trois paramètres fondamentaux soient en présence : le combustible, le comburant et la chaleur (Carbonnell *et al.*, 2004). La réaction chimique de combustion ne peut se faire qu'à la présence de ces trois éléments. On représente de façon symbolique cette association par le triangle du feu suivant :

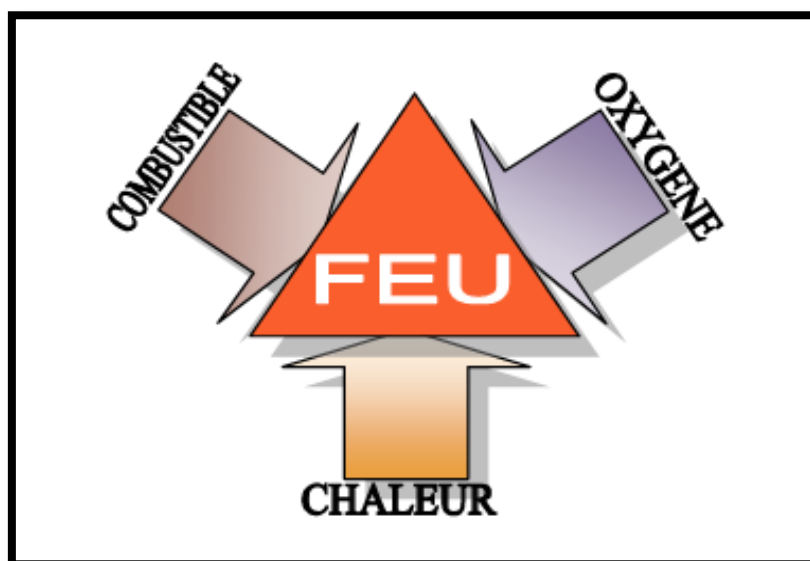


Fig. 06 : Le triangle du feu (Merdas, 2007).

Dans le triangle du feu, la végétation forestière constitue le combustible. Par sa composition et sa structure, par sa teneur en eau, elle exigera une température plus ou moins élevée pour s'enflammer, par sa densité et sa répartition sur le terrain. (Chautrand, 1972).

Un comburant est le corps qui provoque et entretient la combustion du combustible. Le plus souvent, le comburant est constitué par l'oxygène présent dans l'air ambiant. La réaction de combustion est alors une oxydation (Carbonnell et *al.*, 2004).

L'inflammation est parfois le fait d'un phénomène naturel, foudre, inflammation spontanée. Elle est plus généralement le fait de l'Homme en raison de la dispersion de l'habitat, de la pression touristique, des pratiques agricoles désastreuses (brûlages), d'équipement défectueux (lignes électriques à haute tension, dépôts d'ordures ménagères), d'imprudences (fumeurs) et de malveillance (bergers) (Chautrand, 1972).

4. La propagation des feux

La propagation de l'incendie va être le plus souvent déterminée par des facteurs naturels, mais des facteurs anthropiques peuvent intervenir. Quels qu'en soient les facteurs, la propagation d'un incendie se décompose en quatre étapes. Tout d'abord il y a combustion du matériel végétal, d'où émission de chaleur, puis celle-ci est transférée vers le combustible situé à l'avant du front de flammes. Dans cette zone, les végétaux absorbent la chaleur et s'enflamment. La chaleur générée par un incendie va être transportée vers l'avant des flammes selon trois processus :

- La conduction permet la transmission de proche en proche de l'énergie cinétique (produite par le mouvement);
- Le rayonnement thermique correspond au mode de propagation de l'énergie sous forme d'ondes infrarouges. C'est le principal mode de propagation des incendies ;
- La convection, liée aux mouvements d'air chaud, voit son importance augmenter avec le vent et la pente. Ce processus peut contribuer au transport de particules incandescentes en avant du front de flammes et au déclenchement de foyers secondaires (sautes de feu) (Merdas, 2007).

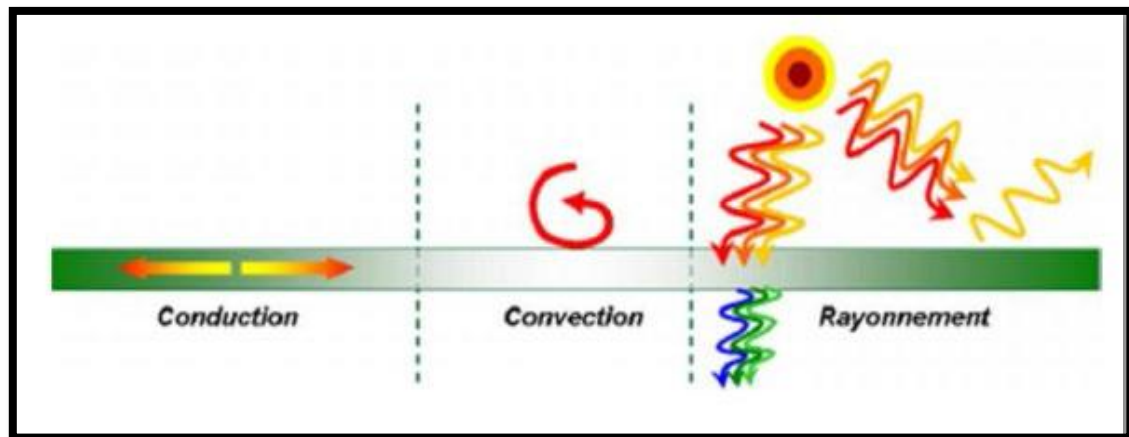


Fig. 07 : Mécanisme de propagation d'un feu de forêts (Merdas, 2007).

5. Facteurs favorisant le départ et la propagation du feu

Le feu est influencé dans son éclosion et dans sa propagation par divers facteurs environnementaux (Belkaid, 2016).

5.1. Les facteurs climatiques

Les conditions climatiques de l'année et de celle qui précède sont très importantes, aussi bien les précipitations, les températures, les vents et aussi l'humidité relative (Megrerouche, 2006).

5.1.1. La précipitation

La pluie est le facteur climatique le plus important qui influe sur le phénomène d'occurrence des feux. Ce ne sont pas les quantités d'eau tombées qui inhibent le phénomène d'occurrence des feux, mais plus particulièrement leur rythme d'apparition (Trabaud, 1970 a, 1980, 1983 b).

Si les pluies sont régulièrement réparties au cours de l'année, il y aura peu d'incendies et les superficies brûlées seront de faibles étendues ; par contre, lors d'une saison sèche, présentant plusieurs périodes sans pluies, les feux seront nombreux (Trabaud, 1970 a ,1980).

De même, il faut savoir qu'il suffit de 2 à 3 mm de pluie, quantité suffisante pour saturer la litière en eau, pour empêcher l'apparition des feux, et les fortes averses sont souvent moins bénéfiques que les effets d'une petite quantité de pluie bien distribuée pendant une période plus longue (Trabaud, 1970 a ,1980).

5.1.2. Le vent

Le vent est un autre facteur climatique important caractérisé par une grande violence et un fort pouvoir desséchant et contribue à propager les incendies en transportant des étincelles et surtout des brandons sur de grandes distances (Meddour *et al.*, 2010).

D'après (Trabaud, 1970 a), le vent par ses multiples actions, joue un rôle particulièrement important dans le déclenchement et la propagation des incendies de forêts. Les conditions météorologiques contrôlent particulièrement l'activité des feux et contribuent à l'occurrence de grands incendies lorsque ces conditions sont chaudes, sèches et venteuses. Bien que les activités humaines soient une source importante d'allumage de feu de forêts (Girardin *et al.*, 2008).

Tableau 01: Vitesse de propagation dans l'herbe en fonction du vent (Trabaud, 1989 in Bianchi, 1996).

Vitesse du Vent (m/s)	Vitesse de propagation (m/s)
2	0,45
4	0,9
6	1,3
8	1,7

5.1.3. L'humidité relative

C'est le rapport de la pression observée de la vapeur d'eau à la pression maximale compatible avec la température de l'air. Elle n'agit pas directement sur le phénomène d'apparition des feux, mais elle joue un rôle très important sur la teneur en eau des végétaux combustibles (Megrerouche, 2006).

Car selon (Trabaud, 1970a), le risque de danger d'incendie n'est pas toujours le résultat d'une faible humidité relative de l'air ; mais, fréquemment, quand l'humidité relative est élevée les vents sont faibles.

Tableau 02: Influence du taux d'humidité sur l'inflammabilité (Margerit, 1998).

Humidité relative (%)	Inflammabilité
> 70	Peu de risque
46 – 70	Risque faible
26 – 45	Risque fort
< 25	Risque élevé

5.1.4. La température

L'air et la végétation sont affectés par les variations de la température qui varie selon les saisons et suivant le relief. La température est un facteur important dans l'avènement et le développement d'un incendie. En temps chaud (période estivale) la fréquence et l'intensité des feux augmentent, cette augmentation est directement liée aux températures élevées du jour comme de nuit. La température agit sur l'évapotranspiration des plantes et augmente leur besoin en eau et elle peut provoquer un stress hydrique temporaire ou permanent. L'action physique de la température se traduit par une accélération de la vitesse et un accroissement de l'intensité des réactions chimiques (endothermiques et exothermiques) avant et pendant le feu (Carrega, 1994).

5.2. Les facteurs topographiques

Jouent un rôle important en favorisant suivant les situations la progression du feu ou son ralentissement. Il faut noter que la topographie, contrairement aux agents atmosphériques, est un facteur constant dont il est possible de déterminer ou de prévoir son influence (Megrerouche, 2006).

5.2.1. La pente

D'après Drouet, 1982, la pente du terrain produit le même effet que le vent. En général, comme la pente s'accroît, la vitesse de propagation s'accroît, et les feux brûlent plus rapidement sur les pentes accidentées. Selon (Mac Arthur, 1967 *in* Trabaud, 1970a), la pente exerce une influence considérable sur la vitesse de propagation, surtout dans les premiers stades d'un feu, ainsi la vitesse de propagation d'un feu doublera sur une pente de 10% et quadruplera en gravissant une pente 20%, par contre elle est considérablement réduite quand un feu descend une pente.

Tableau 03: Relation relief-sensibilité incendie (Département des Pyrénées Orientales, 2006).

Seuil de pente (%)	Influence sur la propagation d'incendie
0-15	Peu d'influence
15-30	Accélération modérée
30-60	Forte accélération
>60	Risque de turbulence et d'embrassement

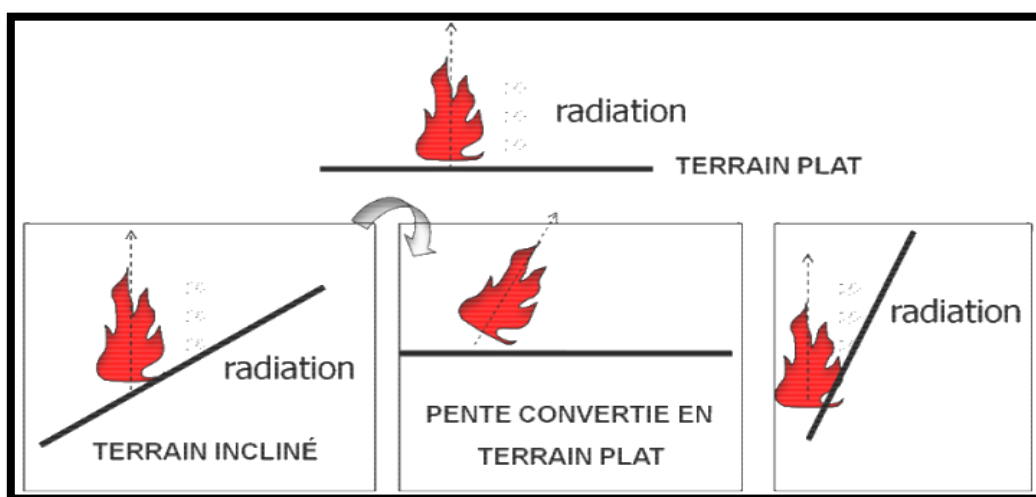


Fig. 08 : Effet mécanique de la pente sur le comportement du feu (Arfa, 2008).

5.2.2. L'exposition

L'exposition a également un rôle indirect sur la progression du feu, car elle conditionne le type de végétation, l'influence des vents et l'ensoleillement. Généralement, les versants Sud – Ouest présentent les conditions les plus favorables pour une inflammation rapide et pour la propagation des flammes (Boudy, 1952).

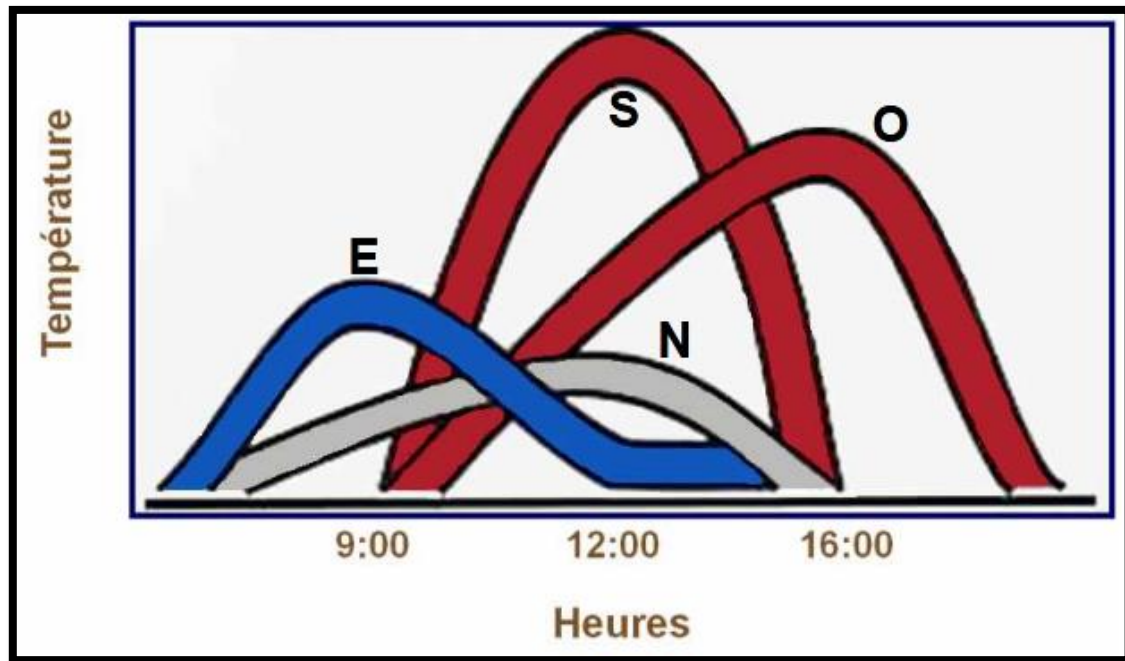


Fig. 09 : Courbe de température en fonction de l'exposition des pentes (Arfa, 2008).

5.2.3. L'altitude

Les conditions météorologiques sont différentes entre les sommets des montagnes ou des collines et les fonds de vallées. Le risque d'éclosion d'un feu est plus important dans le fond des vallées que sur les sommets d'une montagne, car l'air est plus chaud. Le risque s'inverse la nuit car un air frais et humide descend dans le fond des vallées et la probabilité de départ d'un feu diminue. Tandis que sur les sommets des versants, le danger devient plus grand (Trabaud, 1992).

5.3. Effet de végétation sur le développement des feux

Les conditions climatiques qui influencent fortement la capacité d'inflammation de la végétation et la propagation des feux. Sont appuyées sur l'état de la végétation, c'est-à-dire plus la teneur en eau du combustible est faible plus la vitesse de propagation augmente (Oloukoi *et al.*, 2014).

La quantité et la distribution des combustibles sur le terrain jouent un rôle primordial en déterminant la hauteur des flammes qui s'accroissent notablement au fur et à mesure qu'il y a de plus en plus de combustible disponible (Trabaud, 1979). Certaines formations végétales sont plus sensibles au feu que d'autres : les maquis et garrigues sont plus vulnérables que les zones forestières. Cette sensibilité s'explique par la différence de composition de ces formations en teneur en eau (Meddour *et al.*, 2010).

6. Origines des incendies

Généralement l'origine des incendies est diverse mais certains facteurs y contribuent fortement comme :

- **Travaux agricoles** : En forêt : récolte du miel par fumage, défrichements. En périphérie : feu pastoral, incinération de végétaux ;
- **Travaux forestiers** : Carbonisation (charbonnières), brûlage des rémanents après éclaircie ;
- **Défrichement** : mise en valeur ;
- **Travaux industriels et artisanaux** : Brûlage de déchets, étincelles ;
- **Touristes** : Pique-nique, mégots ;
- **Chasseurs** : Battue, campement ;
- **Habitations** : Feu de jardin, barbecue, contact d'une ligne électrique à haute.

7. Les causes des incendies

Les causes d'incendie de forêt sont diverses et leur répartition varie selon les zones géographiques mais aussi en fonction du temps (Long *et al.*, 2008). Contrairement aux autres parties du monde, où un pourcentage élevé de feux est d'origine naturelle (essentiellement la foudre). Le bassin méditerranéen se caractérise par la prévalence de feux provoqués par l'Homme. Les causes naturelles ne représentent qu'un faible pourcentage (de 1 à 5 % en fonction des pays), probablement à cause de l'absence de phénomènes climatiques comme les tempêtes sèches (Alexandrian *et al.*, 1998).

Tableau 04: Différents origines des incendies (Khalid, 2008).

Origines des incendies	Exemples
Travaux agricole	En forêt : récolte du miel par fumage, défrichements pour labours Travaux agricoles en périphérie : feu pastoral, incinération de végétaux.
Travaux forestiers	Carbonisation (charbonnières), brulage des rémanents après éclaircie.
Travaux industriels et artisanaux	Brulage de déchets, étincelles.....
Touristes	Pique-nique, mégots
Chasseurs	Battue, campement
Habitation	Feu de jardin, barbecue

7.1. Causes naturelles

La végétation ne s'enflamme pas seule, même par forte sécheresse ; l'unique cause naturelle connue dans le Bassin Méditerranéen est la foudre. Ce phénomène, très répandu en forêt boréale (orages secs), est relativement rare en région méditerranéenne où il ne concerne que 1 à 5 % des cas d'incendies. Des exceptions peuvent toutefois être observées, notamment en Espagne, où, dans certaines régions, la foudre représente 30 % des départs de feu (Aragon : 38 % et Castillela Manche : 29 %). Les éruptions volcaniques peuvent également être à l'origine d'incendies de forêt. Ce phénomène est cependant exceptionnel dans le Bassin Méditerranéen (Colin *et al.*, 2001).

7.2. Causes anthropiques

Elles représentent l'essentiel des origines des incendies de forêts. Globalement, pour l'ensemble des pays du Bassin Méditerranéen, on retrouve des causes involontaires et des causes volontaires. Leur répartition dépend étroitement du contexte social, économique, politique et législatif de chaque pays (Colin *et al.*, 2001).

7.2.1. Causes involontaires

- a. Causes dues aux négligences :** les actions humaines qui sont dues souvent à la malveillance, endommagent ou détruisent chaque année des surfaces de forêts très importantes (Morandini, 1979). Hormis elles on peut citer : les incinérations des chaumes en vue d'amender les terres agricoles et la mise à feu des sous-bois, afin d'améliorer et d'augmenter le pâturage des troupeaux des riverains (Meddour-Sahar, 2008).
- b. Causes accidentelles :** parmi les imprudences on peut citer : échappement de véhicules, fumeurs (jets de mégots), arcs électriques, chasseurs de miel etc. (Meddour-Sahar, 2008).

7.2.2. Causes volontaires

Dans la région méditerranéenne, Velez (1990b) note que l'accroissement du nombre d'incendies allumés volontairement occurrent dans le simple but de détruire (Madoui, 2002). Les objectifs visés sont de nature :

- Politique : dans l'intérêt de provoqué une instabilité sociale.
- Economique : dans l'intérêt de promouvoir la vente contre les incendies ou l'offre du bois à bas prix.
- Pyromanie : feux provoqué par des psychopathes (Vélez, 1979).

7.3. Causes inconnues

Si l'on examine les statistiques forestières, on constate que la plupart des incendies sont d'origine inconnue que ce soit en nombre ou en surface parcourues (Bermudez & Rognon, 1996). En ce qui concerne le binôme feu-forêt, la connaissance des causes et de leur importance a pour but d'orienter efficacement les actions de lutte dans la politique de prévention des incendies (Vélez, 1979).

8. Les conséquences des incendies

Les incendies de forêts ont des conséquences aussi bien sur les vies humaines que sur l'environnement et les biens (Chiali Charif, 2018).

8.1. Impacts sur les êtres humains, les biens et les activités

Parmi les êtres humains, les plus touchés sont les sapeurs-pompiers qui payent parfois un lourd tribut en protégeant les forêts et les populations exposées aux incendies. Les habitations, et

plus particulièrement celles implantées dans les zones forestières, présentent une forte sensibilité aux feux. La destruction de zones d'activités économiques et industrielles, ainsi que des réseaux de communication, entraîne généralement un coût important et des pertes d'exploitation (Merdas, 2007).

Les tristes conséquences des feux de forêts se traduisent par la perte de vies humaines, d'animaux, de maisons et par la destruction d'un capital boisé important avec toutes les répercussions économiques désastreuses que cela comporte (Castaing, 1972).

8.2. Impacts sur les végétations

Elles sont très variables selon l'intensité du feu et la richesse biologique présente. Les pertes forestières les plus importantes sont enregistrées dans les jeunes futaies de pins maritimes dans les Landes, les peuplements de pin d'Alep et les taillis de chênes (Chiali Charif, 2018).

Le feu détruit en quelques heures des biomasses considérables, il chemine également à l'intérieur du sol, rongant les racines, ce qui peut compromettre par la suite, la régénération de certaines essences (Mollinier, 1974). Cette régression du manteau végétal s'accompagne d'une sensibilité accrue aux facteurs d'agression de toute nature (insectes, champignons, etc...).

Selon Trabaud (1992), la répartition des mises à feu (périodicité) produisait des changements structuraux, sur le plan quantitatif et dans le point de vu qualitatif : disparition des strates hautes, dominé par des végétaux ligneux, au bénéfice des strates basse plus dense et floristiquement plus diversifiées.

8.3. Impacts sur la faune

Le bilan sur la faune est très variable selon le type d'incendies et selon les espèces concernées. Les oiseaux échappent assez bien au feu mais ils sont quelques fois victimes des gaz toxiques. Leur mortalité dépend d'un certain nombre de facteurs tels que la période de l'année, les espèces, l'intensité du feu, etc. Le grand gibier est aussi le plus souvent épargné. En revanche, les reptiles, hérissons, etc. échappent difficilement aux flammes (Chiali Charif, 2018).

8.4. Impacts sur le sol

Les conséquences sur les sols sont déterminées par la quantité d'humidité qu'ils contiennent et la présence de matières organiques. Ils peuvent être affectés par une perte d'éléments minéraux comme l'azote, mais le principal problème est la dégradation de la couverture végétale. Elle peut être à l'origine d'un accroissement du ruissellement, d'où un risque d'érosion important (Merdas, 2007).

8.5. Impacts sur les paysages

Enfin les paysages subissent d'importantes modifications, soit par l'absence de végétation, soit par la présence de nombreux arbres calcinés. Le reboisement permet de cicatrifier un paysage en reconstituant des masses vertes, mais les ambiances originelles des forêts sont très difficiles à restaurer (Merdas, 2007).

8.6. Impacts sur le mésoclimat (climat local)

Le mésoclimat du massif forestier est un climat adouci. Les extrêmes de température journaliers sont moins prononcés ; l'humidité relative y est plus élevée que le sol nu ; les effets des dessèchements ont prononcé.

Selon Boullard (1992) le climat d'une région résulte de l'interaction de facteurs multiples : des mouvements de masse d'air, des latitudes et altitudes, la topographie,...et. De ce fait, la présence d'une forêt est donc bien davantage la conséquence que la cause du climat local.

Finalement après plusieurs incendies répétés provoquent une disparition des essences principales qui sont remplacées par une flore dégradée, couvrant moins bien le sol, et ainsi que la fréquence de ces phénomènes conduit à la dégradation générale de la végétation (sol nu).

9. Les incendies de forêts en Algérie

En Algérie, les forêts, les reboisements, les maquis et les garrigues occupent une superficie d'environ 4 100 000 ha, néanmoins chaque année environ 36 000 ha sont parcourus par les incendies. La forêt algérienne est directement liée au climat méditerranéen qui caractérise tout le Nord de l'Algérie. Ces forêts sont hétérogènes et inégalement réparties en fonction de la distribution des méso-climats, de l'orographie et de l'action anthropique. Les caractères du milieu confèrent à la forêt une vulnérabilité et une fragilité accentuées par une exploitation qui dure depuis quelques millénaires (MATE, 2003).

Tableau 05: Principales essences des forêts algériennes (2007) (Arfa, 2008).

Essences	Superficie (ha)	Taux (%)
Pin d'Alep	881 000	21,5%
Chêneliège	230 000	5,6%
Chêne vert	108 000	2,6%
Chêne Zeen et Chêne Afares	48 000	1,2%

Eucalyptus	43 000	1%
Pin maritime	31 000	0,8%
Cèdre de l'Atlas	16 000	0,4%
Autres (Thuya + Genévrier + Frêne)	124 000	3%
Reboisement et protection	717 000	17,5%
Maquis et broussailles + vides	1 902 000	46,4%
Total	4 100 000	100%

Les forêts climaciques sont assez réduites, de grandes superficies sont remplacées par des formations de dégradation telles que les maquis, les garrigues, les broussailles et les pelouses. La dégradation ancienne de la forêt a entraîné un déséquilibre important entre les superficies existantes et les superficies potentielles (MATE, 2003).

Sur les 58 wilayas que compte l'Algérie, 40 disposent d'une couverture forestière, les dix-huit wilayas du Sud sont dépourvues de forêts (fig.10). La wilaya de Batna dispose de la plus grande superficie forestière (314565 ha, soit 57.51%), alors que la plus petite superficie revient à la wilaya d'Alger (5000 ha). Cette répartition s'explique en grande partie par le climat, en effet les massifs littoraux du nord-est, les plus humides, sont aussi les régions les plus forestières (Arfa, 2008).

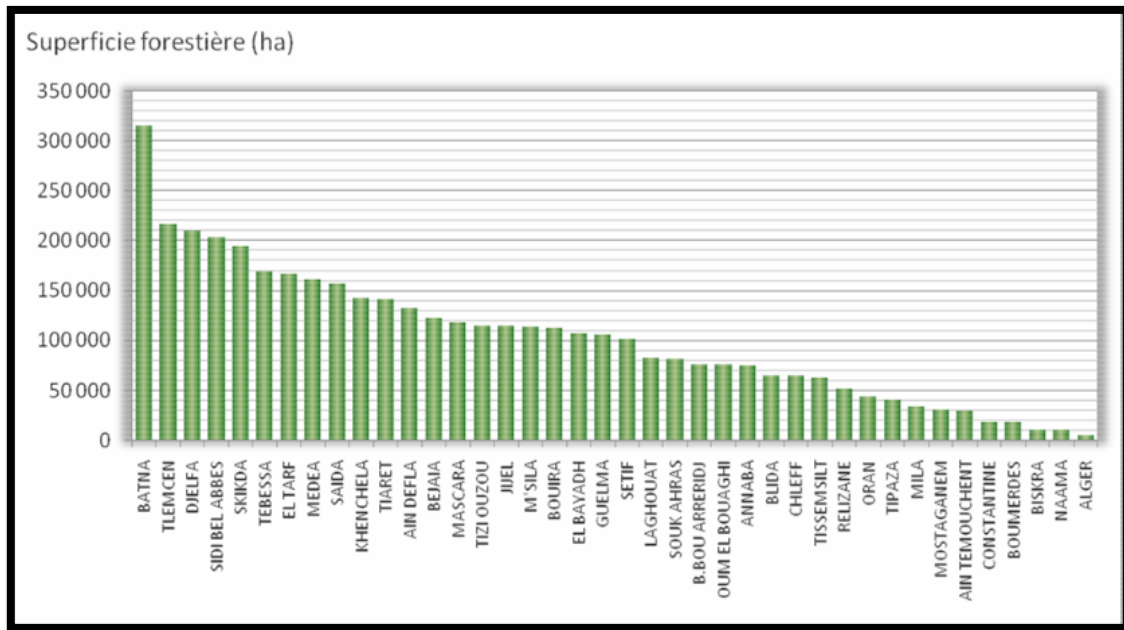


Fig. 10 : Répartition de la superficie forestière par wilaya en Algérie (2007) (Arfa, 2008).

Les 4,1 millions d'hectares de couverture forestière ne représentent qu'un taux de boisement de 10,89% en ne considérant que le nord du pays, et seulement 1,72% si on prend en compte tout le territoire national. Dans les deux cas, cette couverture forestière est nettement insuffisante en comparaison au taux de 25%, mondialement admis (Arfa, 2008).

9.1. Les incendies en Algérie

L'incendie représente sans aucun doute le facteur de dégradation le plus ravageur de la forêt en Algérie (Meddour *et al.*, 2008). La superficie incendiée se répartit de façon inégale sur les trois régions du pays : Nord-Ouest, Centre-Nord et Nord-Est (Fig.11).

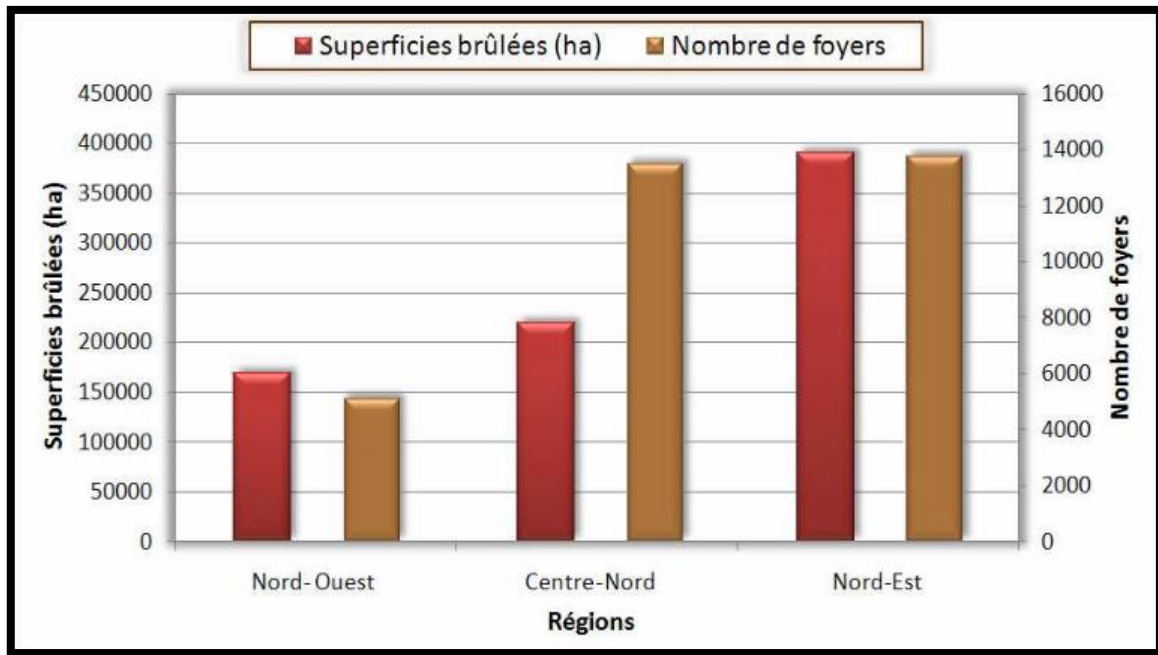


Fig. 11 : Répartition des incendies par région en Algérie (période 1985-2006) (Arfa, 2008).

La région Nord-Est est la plus touchée avec 50% puis vient la région centre-Nord en seconde position avec 28,21%. La région nord-ouest se classe la dernière avec 21,73%. Ceci s'explique par l'importance des massifs forestiers suivant que l'on se déplace du nord-ouest vers le nord-est du pays (Arfa, 2008).

Les statistiques des incendies de forêts en Algérie, qui ont commencé vers le milieu du dix-neuvième siècle, indiquent que les incendies étaient déjà un véritable fléau. C'est le pays le plus touché par les incendies en Afrique du Nord. Vers le 14ème siècle, la surface occupée par la forêt était de 12 millions d'hectares environ. Des forêts où se rencontraient des formations au stade de futaie principalement à base de chêne, de pin, de genévrier et de Thuya. A la fin du 19ème siècle, les formations végétales couvraient encore environ 5 millions d'hectares. Cependant, il restait seulement 3,2 millions d'hectares au début des années 1960, sachant que sur cette surface, il y a plus de 50 % de maquis, garrigue et broussaille (Missoumi et *al.*, 2002). En quelques siècles, la forêt algérienne proprement dite a perdu près de 8 millions d'hectares, soit environ 67 % de la couverture totale.

9.1.1. Période coloniale 1876-1962

Si on remonte dans le temps, on constate que la période coloniale a été désastreuse : une surface cumulée de 3 506 942 ha a été parcourue par le feu, sur une période de 87 ans (1876-1962), soit une moyenne de 41 258 ha/ an. Les bilans catastrophiques, de plus de 100 000 ha/an (exceptionnellement de plus de 150 000, voire 200 000 ha), en 1881, 1892, 1894, 1902, 1913,

1919, 1956, 1957 et 1958, marquent des années noires qui coïncident en général avec des époques troubles (insurrections, période de guerre) (Sari, 1976 ; Puyo, 2008 ; Meddour-Sahar et al., 2008).

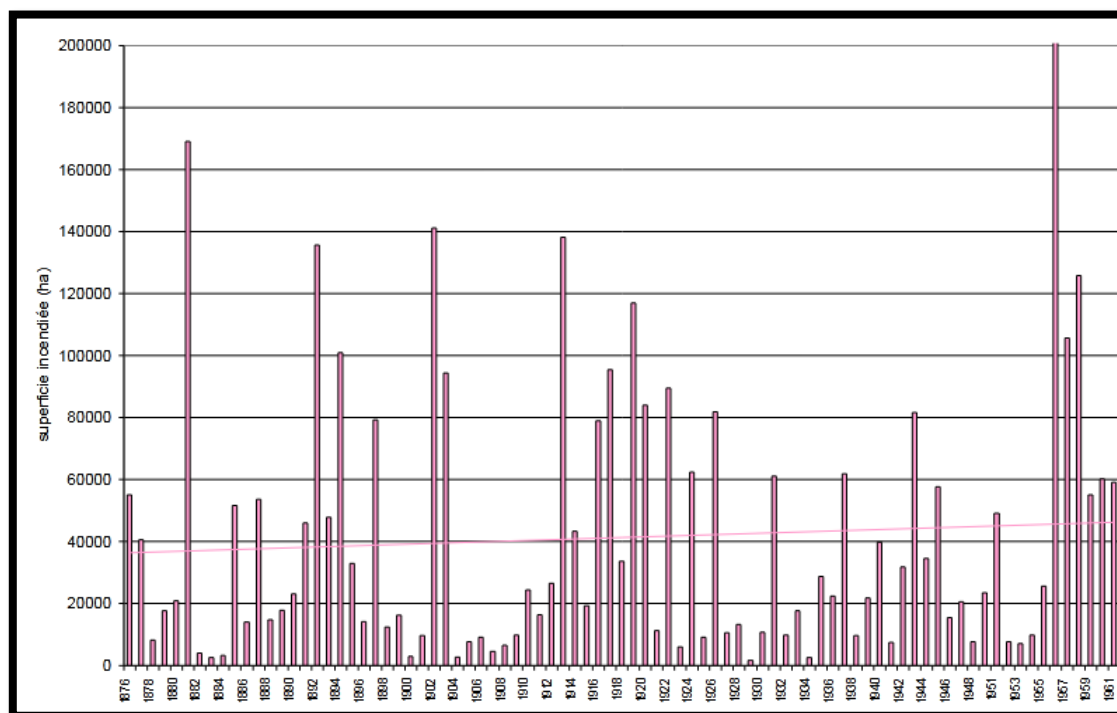


Fig. 12 : Evolution annuelle des superficies parcourues par le feu en Algérie (période 1876-1962) (Meddour et al., 2008).

9.1.2. La période de l'Algérie indépendante 1963-2007

La superficie forestière totale incendiée durant la période 1963-2007 (45 ans) est évaluée à 1 556 807 ha, le feu a donc détruit en moyenne 34 596 ha/an. Après l'indépendance, la forêt algérienne a donc connu une relative accalmie, puisque les superficies brûlées ont diminué par rapport à la période coloniale, où la moyenne annuelle était, rappelons-le, de 41 258 ha (soit 16 % de moins). Mais, lors de certaines années néfastes, notamment 1965, 1967, 1971, 1977, 1978, 1993, 2000 et 2007, la forêt algérienne a été touchée par de grands feux, dépassant largement la moyenne de la période 1963-2007, soit entre 40 000 et 60 000 ha (fig. 14). Toutefois, on reste indéniablement loin des incendies catastrophiques de 100 000 à 150 000 ha de la période coloniale. Malheureusement, c'est compter sans le caractère aléatoire et versatile du feu, car durant cette même période récente, l'Algérie a vécu deux années catastrophiques, pour ne pas dire infernales. Celles-ci marqueront à jamais les annales des incendies de forêts dans notre pays, en l'occurrence 1983 et 1994, avec respectivement 221 367 ha et 271 598 ha ! Deux records absolus dépassant largement celui de 1956 (204 220 ha). Ces deux années, à elles seules,

totalisent 492 965 ha, soit un taux de 32 % sur le total de la chronologie actuelle (45 ans) (Meddour *et al.*, 2008).

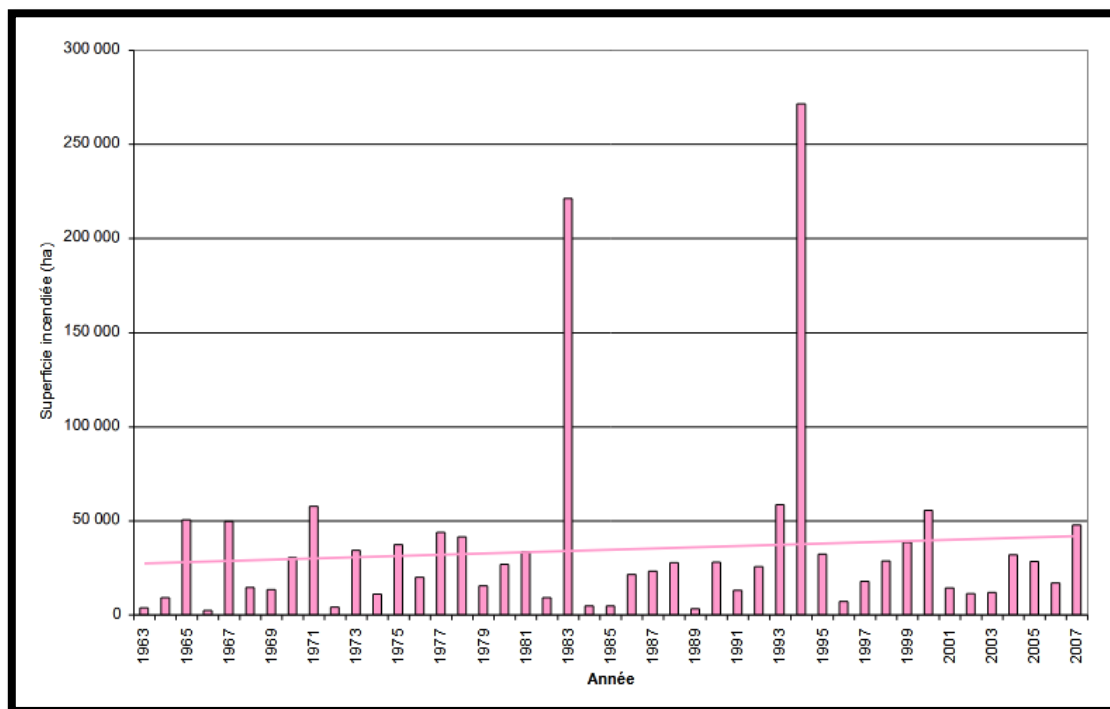


Fig. 13 :Evolution annuelle des superficies parcourues par le feu (période 1963-2007)
(Meddour *et al.*, 2008).

10. Stratégie de prévention et lutte contre les incendies de forêt

10.1. La prévention des feux de forêt

La connaissance et l'analyse des causes, tant celles qui font le lit des incendies de forêt que celles directement responsables de leur déclenchement, sont importantes pour l'élaboration et la mise en œuvre de mesures de protection contre le feu. Les efforts de prévention des feux de forêt appellent plusieurs actions de suppression de leurs causes, à savoir: l'ouverture de lignes coupe-feu autour des compartiments forestiers, la réduction des charges de combustibles par des brûlages dirigés; la mise en place et l'entretien de ceintures vertes, la surveillance météorologique et l'évaluation des dangers d'incendie, la cartographie des zones à risque en vue d'une surveillance spéciale, la classification des feux, la production de données et informations de gestion, la modélisation des incendies, des campagnes de sensibilisation dans le public, des incitations matérielles à la participation et à la coopération des communautés, etc. Se maintenir prêt à un incendie éventuel constitue un aspect de leur prévention, qui comprend le contrôle des sources d'ignition, le développement d'infrastructures et de moyens de communication, le

développement d'équipements, l'évaluation des formations nécessaires, les formations des équipes, et la démonstration, etc (Merdas, 2007).

10.2. La détection des feux de forêt

Selon Meddour-Sahar (2008) il s'agit d'arrêter un feu naissant et de l'empêcher de devenir grand incendie en le détectant (fumée), le localisant et en prévenant les services de secours le plus vite possible. Cela est assuré essentiellement en Algérie par des moyens terrestres tels que :

10.2.1. Brigade forestier mobiles

Les brigades mobiles ont pour mission principale la surveillance et l'intervention rapide sur les feux naissants. Sont généralement composés de deux à cinq agents ; dotés d'un véhicule tout terrain et de matériels de transmission (Meddour-Sahar, 2013).

10.2.2. Postes vigies

Les postes vigies détectent surtout les feux situés dans des secteurs peu fréquentés, moins accessibles et plus boisés (Meddour-Sahar, 2008). Les chargés des fonctions de guetteurs demeurent dans le poste-vigie pendant trois à quatre mois d'été sont équipés d'instruments optiques de repérage, jumelles, appareil radio émetteur-récepteur, téléphone, de nombreuses cartes et des cadrans indicateurs de la vitesse et la direction du vent (Parre, 1975).

Leurs rôles sont de :

- Surveiller le massif forestier.
- Localisation et l'alerte rapide en cas d'incendies.
- Transmission des informations.
- Observation des phénomènes météorologiques.

10.3. Maîtrise des feux et réhabilitation des forêts

La maîtrise des feux de forêt ou leur extinction mettent en œuvre des actions durant le feu, tandis que la réhabilitation est une activité post-feu. Afin d'optimiser la planification stratégique, la gestion des ressources dans les écosystèmes dominés par le feu requiert une compréhension des probabilités d'allumage et de propagation des feux à différents endroits sur le territoire (Parisien *et al.*, 2005).

Les opérations d'extinction des petits foyers dans les espaces brûlés doivent être effectuées avant d'entreprendre tout inventaire et état des lieux post-incendie. Un plan

d'intervention après le sinistre doit être adopté en conséquence, et comprendre par exemple la récupération des matériels utilisables, la conduite des opérations sanitaires, la réhabilitation de la zone par régénération naturelle ou par des moyens artificiels, etc (Merdas, 2007).

La réhabilitation faisant suite au sinistre se trouve souvent être une activité nécessitant des investissements majeurs. Par manque de ressources, cet aspect important de la gestion du feu est pourtant souvent négligé, laissant les rémanents devenir source de nouvel incendie dans un futur assez proche (Merdas, 2007).

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

1. Présentation de la wilaya de Mila

1.1. La situation géographique

La wilaya de Mila se situe au Nord-Est de l'Algérie, elle occupe une superficie totale de 3480,45 Km² soit 0,14% de la superficie totale du pays (Bendjeddou & Benserenda, 2012). Le chef lieu de wilaya est distant de 50 km de Constantine, de 100 km de Jijel et de 450 km de capital Alger (DCPE, 2013).

Sur cette aire géographique se répartissent 13 daïras et 32 communes. Administrativement, la wilaya de Mila est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Jijel ;
- Au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi ;
- À l'Est par la wilaya de Constantine ;
- À l'Ouest par la Wilaya de Sétif (Chettah, 2009).

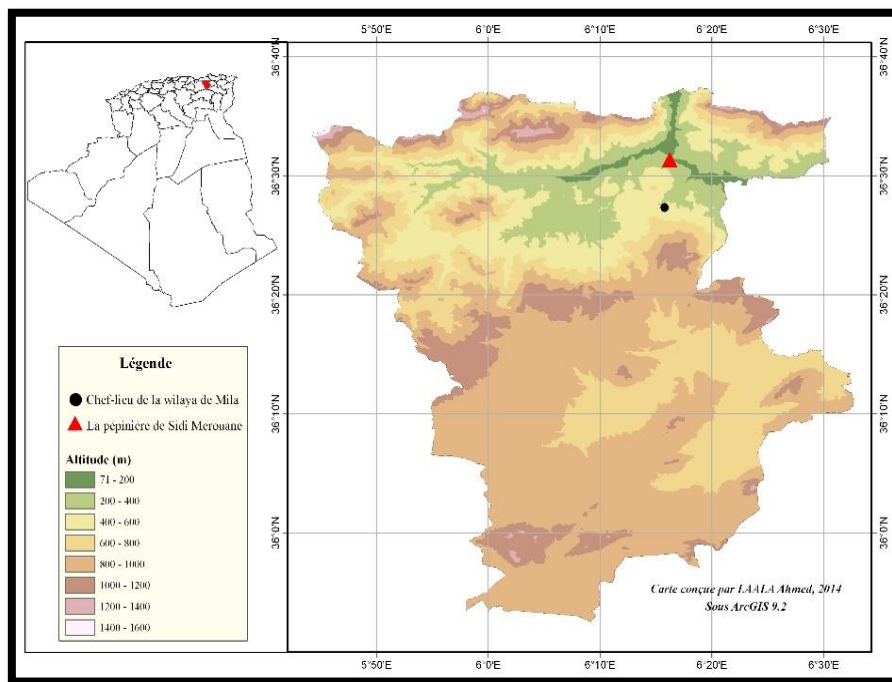


Fig. 14 : La situation géographique de la wilaya de Mila (Laala, 2014).

1.2. Relief

Prenant une grande partie du bassin versant, la région se caractérise par un espace géographique très diversifié avec un relief complexe et irrégulier et profondément disséqué par un réseau hydrographique dense.

On distingue trois espaces différents dans la région : un espace montagneux, un espace de piedmonts et de collines et un espace de hautes plaines (Zouaidia, 2006).

• **L'espace montagneux** : formé d'une succession de massifs montagneux (massifs Tellien) et caractérisé essentiellement par un relief accidenté et des sols érodés. Concernant la configuration du relief, on distingue deux grandes unités géomorphologiques :

- Les hauts piedmonts au centre Ouest avec une pente allant de 12,5 à 25%.
- Montagne pour le reste de la région et dont la pente est généralement supérieure à 25% (Zouaidia, 2006).

• **L'espace de piedmonts et de collines** : constituant la région centrale du piedmont Sud Tellien, l'espace de piedmonts et de collines présente des altitudes très élevées comprise entre 500 et 800 m. Il est composé par :

- Les plaines intra montagneuses dont l'altitude moyenne est de 400 m.
- Les collines et les piedmonts situés dans la partie Est de la wilaya et qui sont limités au Nord par la région montagneuse. Au Sud, ils forment la limite des hautes plaines. Il s'agit de collines présentant un relief montagneux très désordonné.
- La région des hauts piedmonts qui forment au Nord-Ouest le prolongement des reliefs Tellien, concerne la dépression de Ferdjioua et Oued Enja.
- La dépression de Mila formée par un ensemble de basses collines (de 500 à 600 mètres d'altitude) et de massifs isolés (massif de Ahmed Rachedi) (Zouaidia, 2006).

• **L'espace Sud des hautes plaines** : dans cette région Sud de la wilaya, dont l'altitude moyenne est généralement comprise entre 800 et 900 m émergent des massifs montagneux isolés tels que (Zouaidia, 2006):

Kef Lebiod 1,408 m, Kef Isserame 1,726 m,

Djebel Tariolet 1,285 m, Djebel Gherour 1,271 m,

Djebel Grouz 1,187 m, Djebel Lehmam 1,237 m,

Djebel Méziout 1,127 m, Djebel Tarkia 1,066 m.

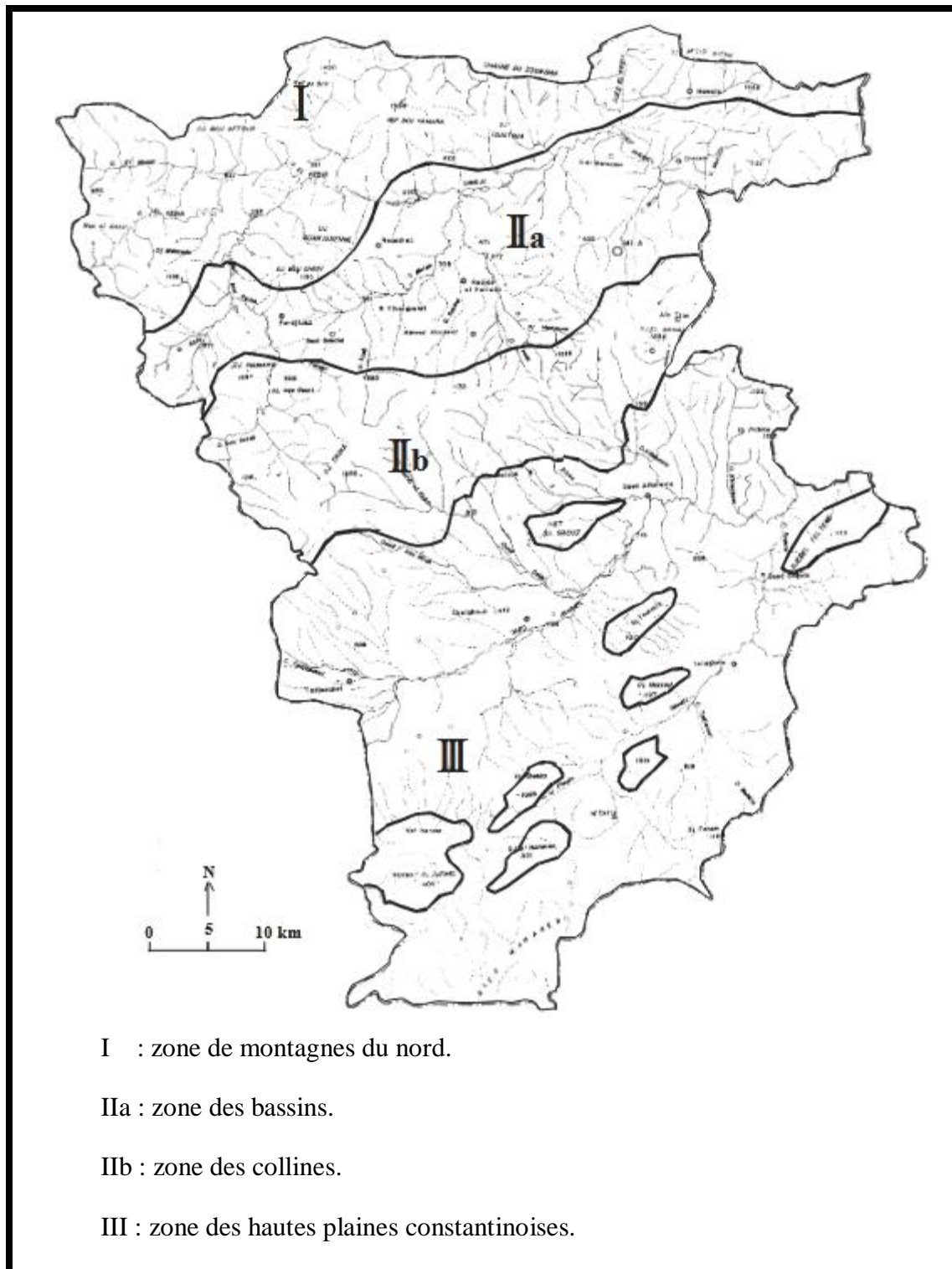


Fig. 15 : Reliefs et zones naturelles (Soukhal, 2011).

1.3. Géologie

La géologie de la région est étroitement liée à celle du bassin versant de l'Oued El Kébir-Enja dont elle fait partie. Ce dernier comprend un certain nombre de régions géographiques correspondant à autant de régions litho-satrtégiques et tectoniques.

Au Nord de l'Oued El kébir-Enja, se dresse une chaîne orientée sublongitudinalement et configurant la limite septentrionale du bassin versant. Cette chaîne domine l'Oued El Kébir-Enja par le biais d'un versant unique complexe singulier à bien des titres, il est du moins dans sa partie supérieure, le lieu privilégié d'une régénération spontanée de la forêt de chêne liège et de chêne zeen et le domaine d'extension de la nappe numidienne « grés-argileuse ». Ces deux singularités de cette région étant d'ailleurs interdépendantes.

Au Sud, un paysage de collines aussi complexe que morcelé marque l'extension considérable de la nappe « Djémila » rompue par la prédominance de quelques massifs montagneux (massif du Sud de Ahmad Rachedi, Djebel Ouakissene, Djebel Boucharef) rapportés à la nappe péri Tellienne sous-jacente et la prédominance de quelques autres (Djebel Moul el Djadiène et Djebel Sénatour) rapportés à l'unité Tellienne supérieure à matériel éboué définitif. De là, on peut voir que le facteur géologique de part son empreinte très marquée dans le milieu physique, a une influence directe sur les autres éléments constitutifs du milieu. Ainsi l'ossature structurale et les formations le composant sont le plus souvent déterminantes sur divers plans : à savoir le dispositif hydrographique, la vulnérabilité du milieu à l'érosion, la répartition géographique des espèces végétales et l'évolution pédogénétique (Zouaidia, 2006).

1.4. Réseau hydrographique

Le bassin de Mila dans son ensemble est un bassin élevé avec une altitude moyenne de 500 m, il est drainé d'Est en Ouest par l'Oued Rhumel qui descend de 256 m à 135 m pour former avec l'Oued Endja, l'Oued El Kebir au Centre-Ouest de la commune de Grarem. Le petit bassin d'Ibn Ziad est drainé par l'Oued El Bagrats et le Nord de la commune de Mila par l'Oued El Kotone. Le réseau hydrographique est extrêmement dense et hiérarchisé. La forme de la région en bassin avec un couloir Est-Ouest fait ressortir une orientation générale du réseau hydrographique Sud-Nord ou Nord-Sud selon les cas (Mebarki, 1982).

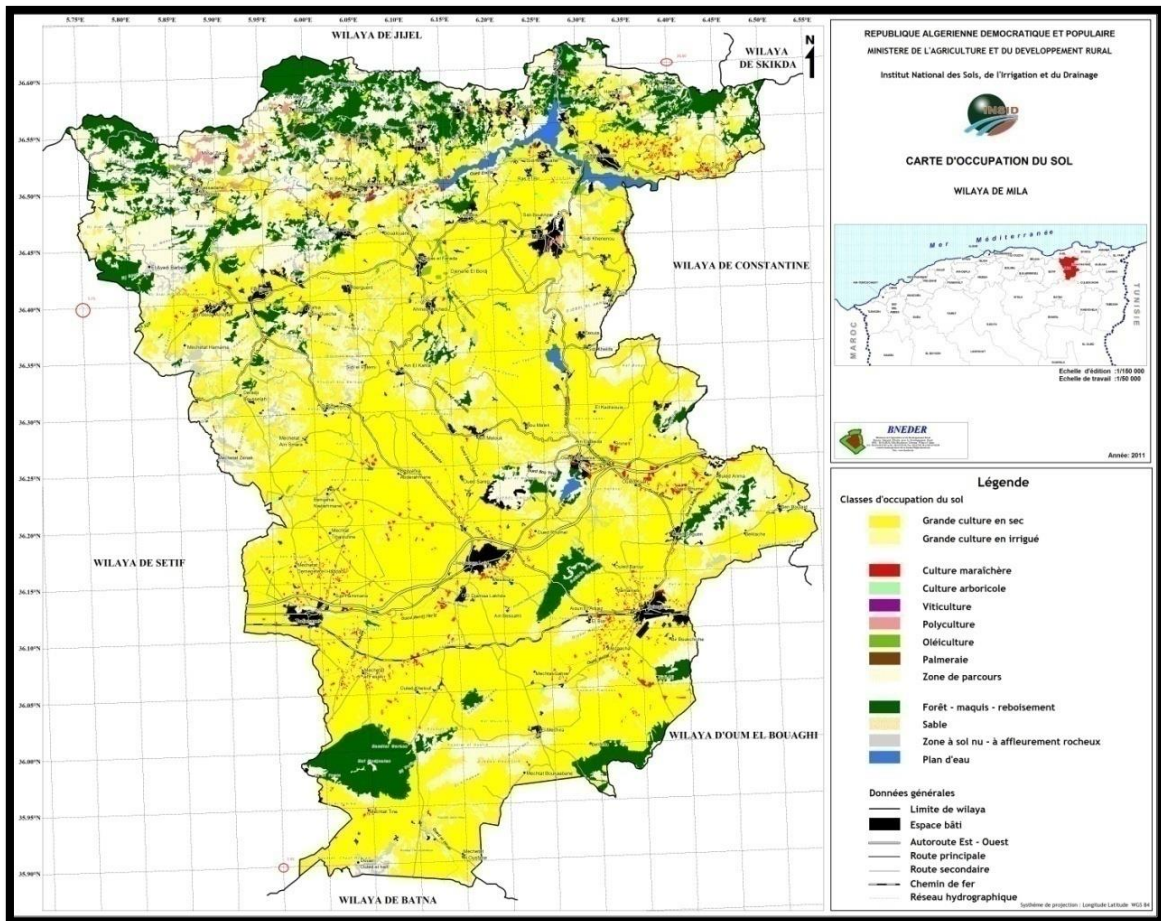


Fig. 16 : L'occupation du sol de la wilaya de Mila (CFM, 2022).

1.5. Le climat

Le climat de la wilaya de Mila est un climat typiquement méditerranéen. Il est caractérisé par un hiver doux et pluvieux et une période estivale longue chaude et sèche qui se prolonge du mois de Mai au mois d'Octobre avec une variation saisonnière et spatiale (Soukhal, 2011).

D'après la figure 03, on peut dire que la wilaya de Mila est caractérisée généralement par cinq étages bioclimatiques réparties comme suit :

- étage bioclimatique per humide au niveau de quelques sites de l'extrême nord de la wilaya de Mila ;
- étage bioclimatique humide dans le Nord de la wilaya de Mila ;
- étage bioclimatique subhumide sur une bonne étendue du centre de la wilaya de Mila ;
- étage bioclimatique semi-aride qui caractérise les Dairas Sud de la wilaya ;
- étage bioclimatique aride sur une petite étendue dans l'extrême sud de la wilaya de Mila.

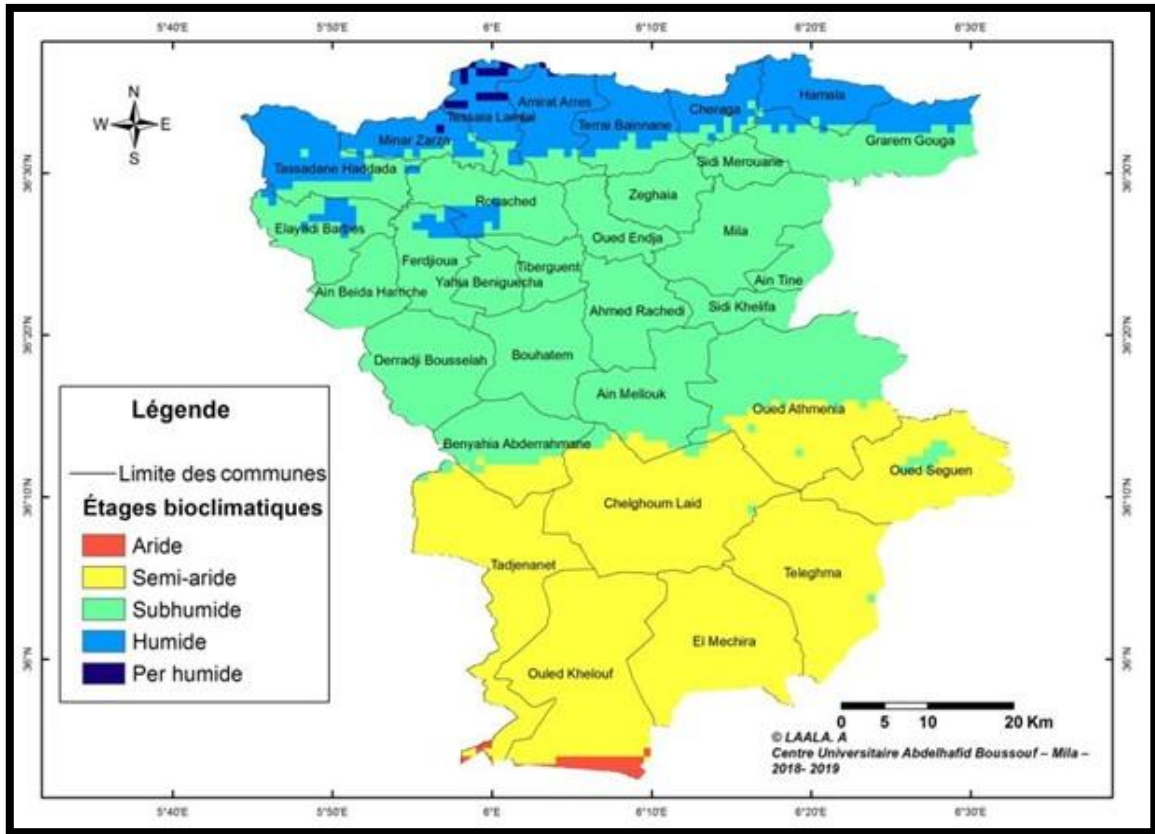


Fig. 17 : Les étages bioclimatiques de la wilaya de Mila (Laala, 2019).

1.5.1. Précipitation

D'après la figure 18 on peut constater que le maximum des précipitations est enregistré au mois de Février avec 99 mm et le mois le plus sec est celui de Juillet avec 7 mm.

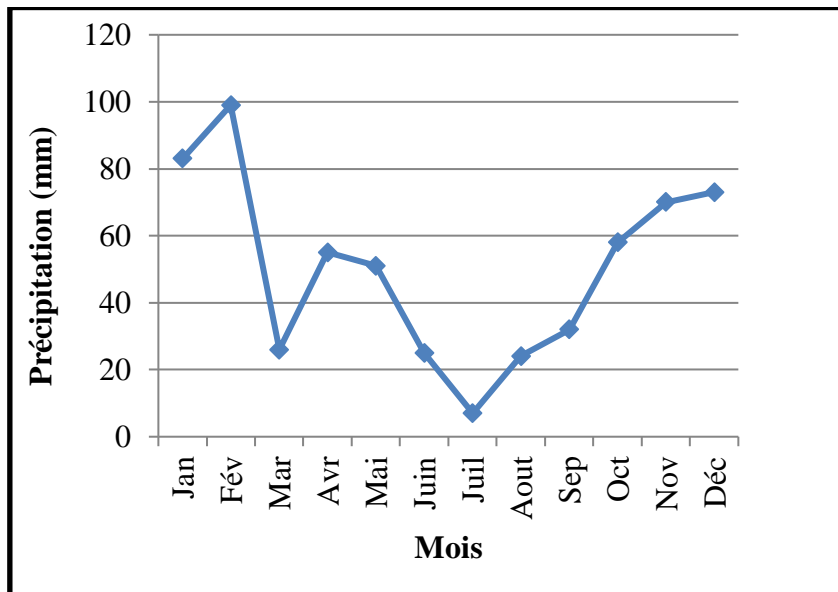


Fig. 18 : Précipitation mensuelle moyenne de la wilaya de Mila (2011 - 2020).

1.5.2. Humidité

L'analyse de la figure 19 montre qu'il ya deux mois qui marquent la plus forte valeur d'humidité : Février et Décembre durant lesquels le taux d'humidité est égale à 76 %. Le mois qui affiche la plus faible valeur de ce paramètre est celui de Juillet (43%).

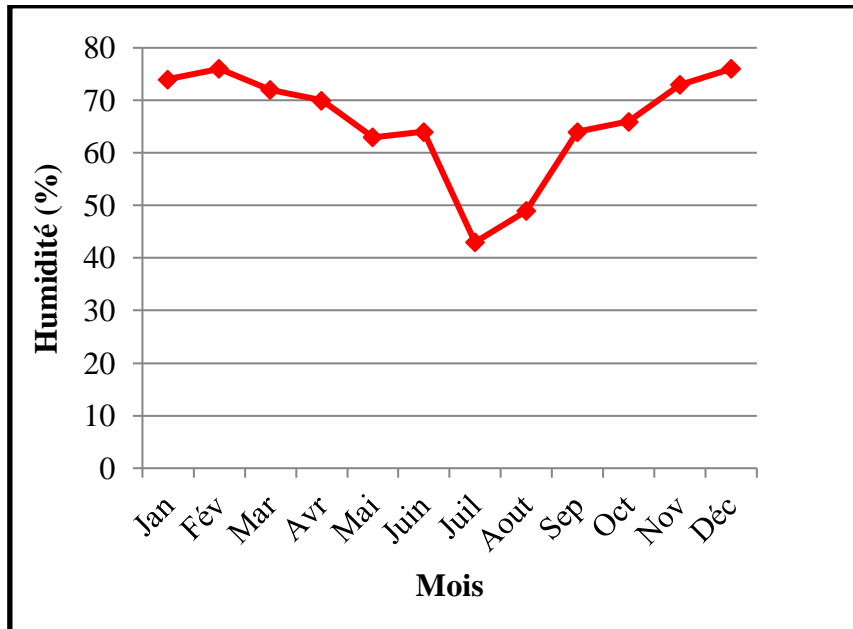


Fig. 19 : Humidité moyenne mensuelle de la wilaya de Mila (2011-2020).

1.5.3. Température

D'après la figure 20, on peut remarquer que :

La valeur maximale de la température maximale est enregistrée au mois d'Aout ($34,8^{\circ}\text{C}$), alors que celle minimale est observée pendant le mois de Janvier ($13,5^{\circ}\text{C}$). Concernant la température minimale, la valeur maximale est enregistrée au mois de Juillet (21°C), alors que celle minimale est affichée durant le mois de Février (5°C). La température moyenne la plus élevée est marquée au mois de Juillet où elle atteint $27,7^{\circ}\text{C}$ et la plus basse au mois de Février ($9,2^{\circ}\text{C}$).

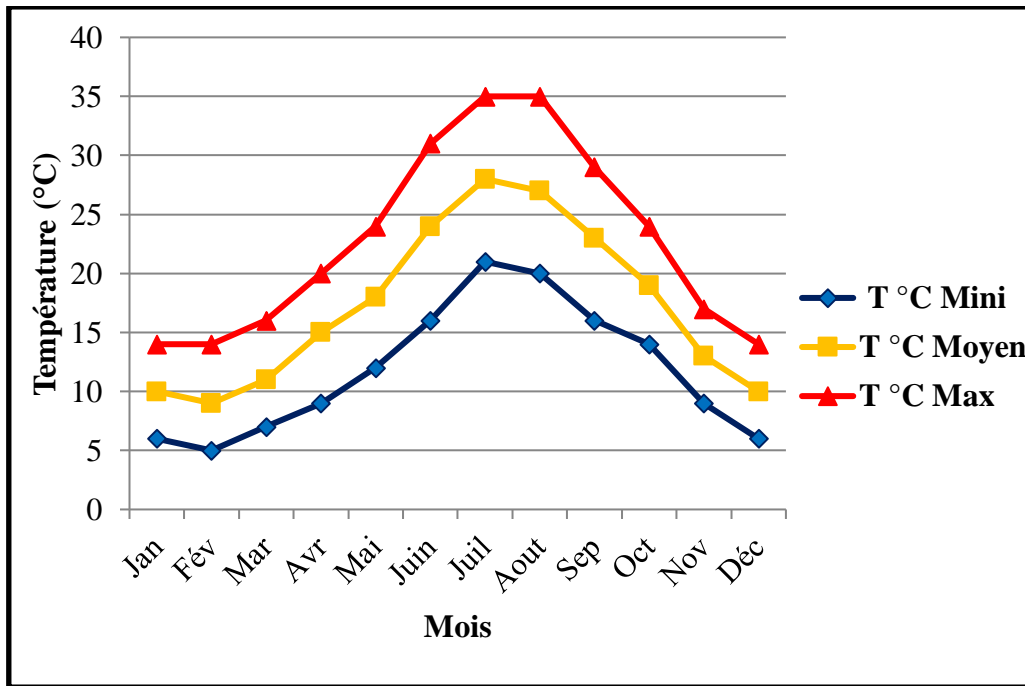


Fig. 20 : Températures mensuelles (moyennes, maximales et minimales) de la wilaya de Mila (2011-2020).

1.5.4. Vents

La figure 21 montre que la valeur maximale de la vitesse du vent est enregistrée pendant le mois de Novembre (23m/s), alors que celle minimale est affichée au mois de Juin (16m/s).

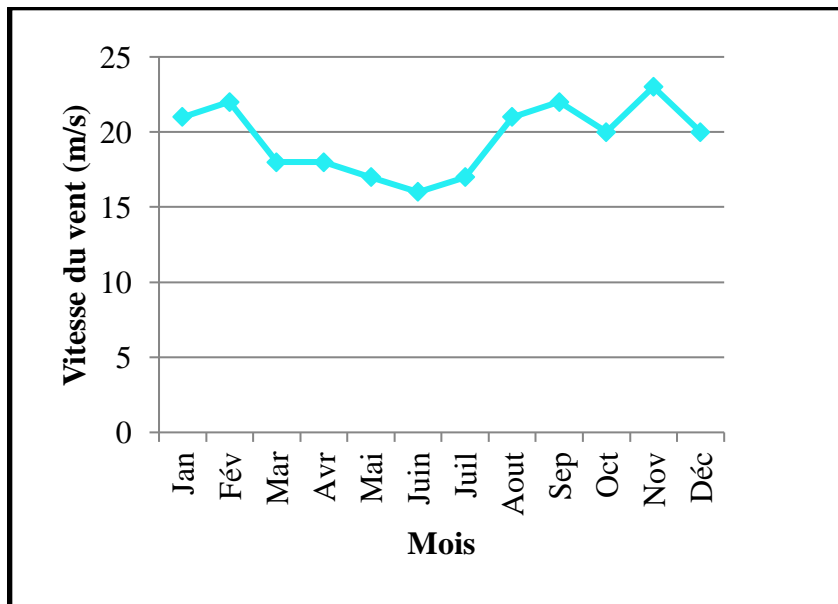


Fig. 21 : Variation mensuelle de la vitesse du vent dans la wilaya de Mila (2011-2020).

1.5.5. Le diagramme ombrothermique

La figure 22 illustre une alternance de deux périodes climatiques, l'une humide qui s'étale d'Octobre jusqu'au mois de Mai, et l'autre sèche qui s'étale du Juin jusqu'au Septembre.

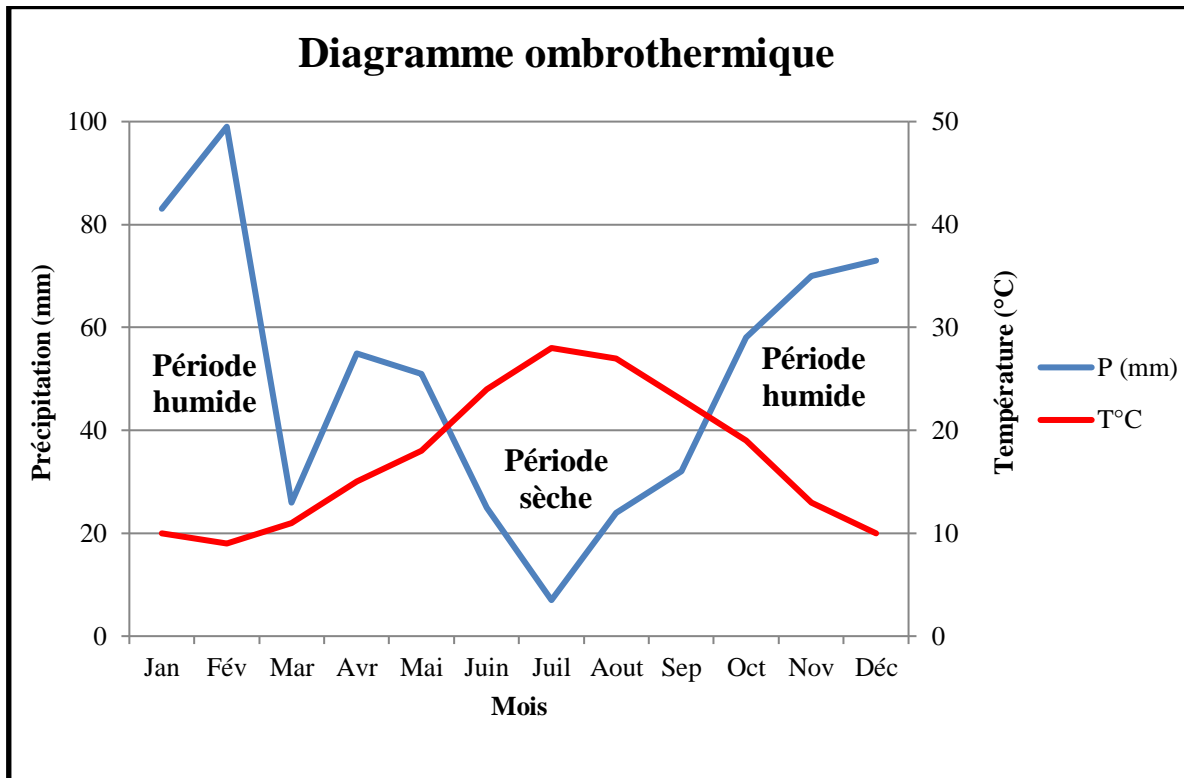
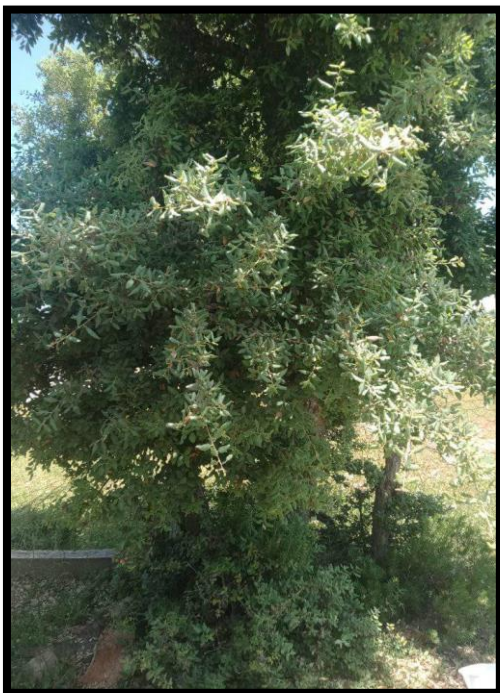


Fig. 22 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de Mila (2011-2020).

1.6. Le patrimoine forestier de la wilaya de Mila

La wilaya de Mila s'étendant sur une superficie de 348 045 ha, est dotée d'une superficie forestière de 33 870 ha soit un taux de 9,73% et qui se répartissent selon les domaines suivants :

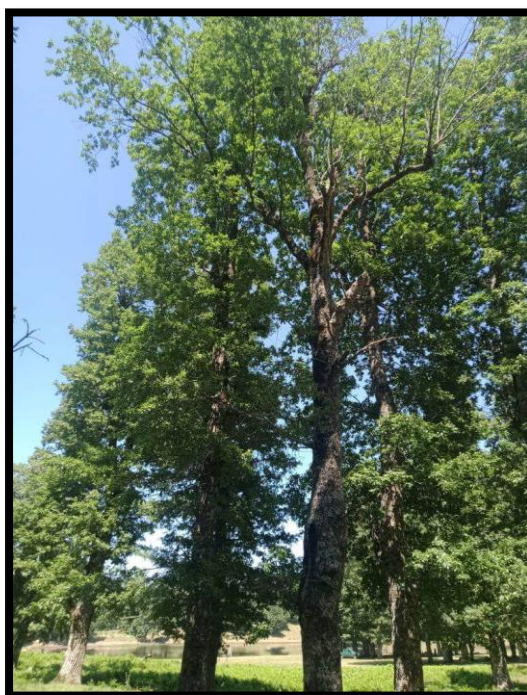
- Les forêts proprement dites (foret naturelle et reboisement) occupent une superficie de 26057 ha (76,9%) qui se caractérisent par une diversité des essences ;
- Les maquis et les broussailles constituent d'arbustive et d'arbrisseaux le plus souvent dense couvre une superficie de 7813 ha soit un pourcentage de 23,10%.



Chêne liège



Chêne zeen



Chêne afarès

Fig. 23 : Principales essences forestières de la forêt Milienne.

Tableau 06: Les forêts domaniales de la wilaya de Mila (CFM, 2022).

Forêts domaniales	Commune	Superficie par commune (en ha)	Superficie par forêts (en ha)	Espèces dominantes	
				Flore	Faune
Forêt domaniale d'Ouled abdenour	Ouled Khelouf	4557	5810,00	Chêne vert	Pour les reptiles : la tortue, le serpent, le lézard, le grenouille vert.
	Tadjnanet	1253			
Forêt domaniale de Tamentout	Tassadane Haddada	1771Ha,00Are et 00ca	1885,85	Chêne zeen + chêne liège + chêne afres	Pour les mammifères : le sanglier, l'hyène rayé, le Porc-épic, l'herisson, le chacal, le renard, le lapin la mangouste, le chat sauvage.
	Miner Zareza	114Ha,85Are et 00Ca			
Forêt domaniale de Mouia	Grarem Gouga	738Ha, 07 Are et 38 ca	738,07	Chêne liège + chêne zeen	
Forêt domaniale de Zouagha	Amira Arres	1252Ha,Are 54et 00Ca	3445,08	Chêne liège + chêne zeen	Pour les oiseaux migrateurs: Perdrix, tourterelle, caille sédentaire, pigeon, hibou, corbeau, hirondelle, martin pêcheur, chardonneret, étourneau, serin cini, crave à bec rouge, huppe fasciée.
	Tassala Lemtai	230Ha,54Are et 00Ca			
	Terrai Bienen	1498Ha,00are et 00Ca			
	Chigara	464Ha,00Are et 00 Ca			
4	/	11 879 Ha,00Are 00Ca	11 879,00	/	

1.7. Répartition du patrimoine forestier selon les essences forestières

Le pin d'Alep représente l'essence dominante des forêts de la wilaya de Mila il occupe environ 48,57% de la superficie forestière totale il se trouve généralement dans les forêts de Ferdjoua, Ain Beida Ahriche, Bouhatem, Mila, Chelghoum Laid et Tadjenant.

En deuxième position vient le chêne liège avec une superficie de 16,73%. Il occupe les massifs forestiers de Grarem Gouga, Sidi Merouane, Tarai Beinan et Tassadane Haddada.

Le reste des essences forestières comme le chêne zeen, le pin pignon, le frêne et l'eucalyptus occupe des faibles superficies allant de 0,29% à 1,77% (CFM, 2022).

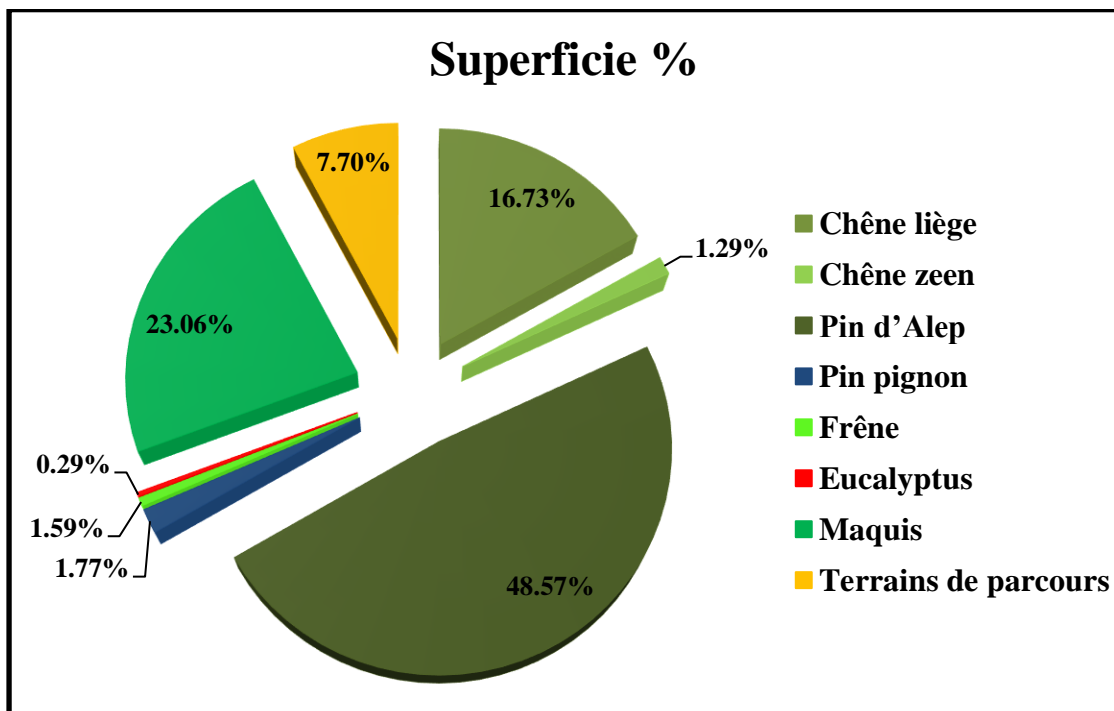


Fig. 24 : Répartition du patrimoine forestier selon les essences dans la wilaya de Mila.

Chapitre III

Résultats

1. Analyse temporelle des feux de forêts

1.1. Bilan annuel des incendies de forêts dans la wilaya de Mila

Le tableau 07 et la figure 25 représentent le bilan annuel de incendies de forêts enregistrées au niveau de la wilaya de Mila durant la période (2011-2021).

Tableau 07: Bilan annuel des incendies de forêts dans la wilaya de Mila (2011-2021).

Années	Nombre de foyers	Superficies brûlées	
		(en ha)	(en %)
2011	11	121	6,02
2012	37	151	7,51
2013	8	17	0,85
2014	16	98,5	4,90
2015	4	207,72	10,34
2016	15	56.5	2,81
2017	17	180	8,96
2018	16	56,25	2,80
2019	16	564	28,07
2020	16	480,5	23,91
2021	5	77	383
Total	161	2009,47	100

D'après la figure 25 et le tableau 07, on peut dire que :

-L'année 2019 est la plus affectée, la superficie parcourue par le feu est de l'ordre de 564 ha soit un pourcentage de 28,07% du totale de la superficie incendiées (2009,47 ha), vient ensuite l'année 2020 avec 480,5 ha ce qui représente un taux de 23,91%.

-Pour l'année 2013, on a remarqué une faible superficie incendiée de l'ordre de 17 ha, soit un pourcentage de 0,85% par rapport à la superficie totale incendiée.

En ce qui concerne le nombre de foyer, on a enregistré un nombre total de 161 incendies de forêts dans la wilaya de Mila. Le maximum est observé durant l'année 2012 avec 37 foyers et le minimum est enregistré pour l'année 2015 avec 4 foyers.

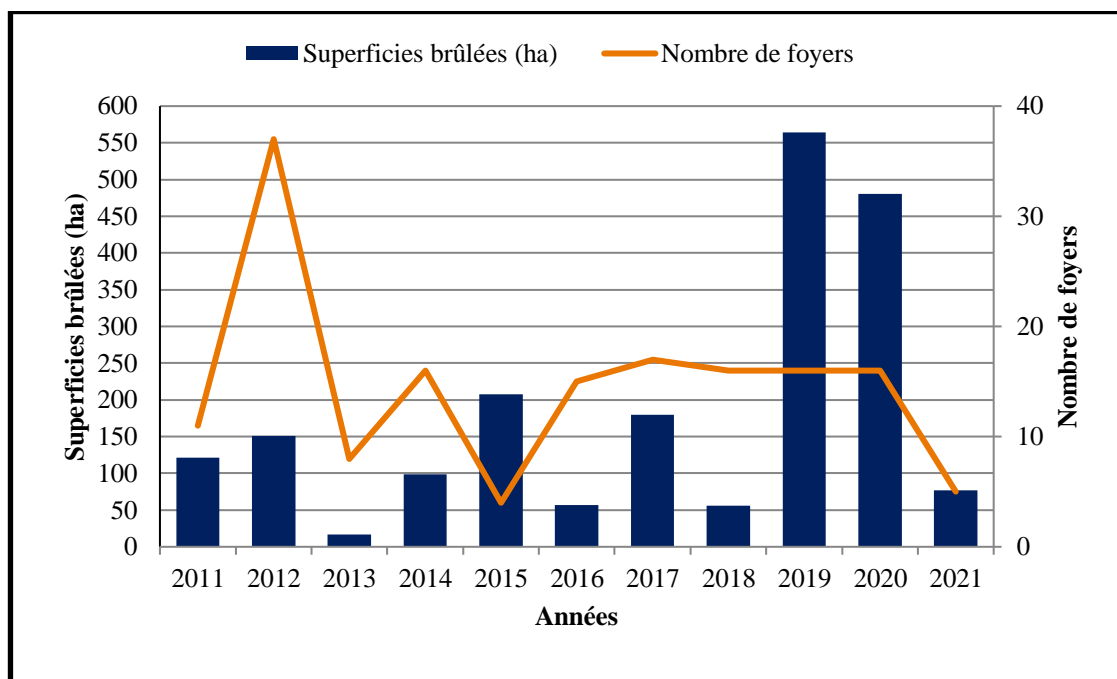


Fig. 25 : Evolution annuelle du nombre d'incendie de forêt et des superficies brûlées dans la wilaya de Mila (2011-2021).

1.2. Risque annuel d'incendie

Le risque annuel d'incendie est défini par le nombre d'incendie enregistré dans une région par 10000 ha de forêts (Velez, 1990).

Tableau 08: Répartition annuelle du risque d'incendie par commune (2011-2021).

Communes	Superficie forestière (en ha)	Nombre de foyers par 10000 ha
Rouached	1430	12,71
Grarem	1227,08	5,19
Chigara	1548,28	7,63
Layadi berbes	2404	3,78
Bousselah	908	1,00
Arres	1382,54	10,52
Beinen	1473,16	27,15
Tassadane	3063	4,75
Ahmed rachdi	1430	0,64
Tassala	1058,30	13,74
Ferdjioua	660	4,13
Teleghma	225	4,04
Beni guecha	640	5,68
Ouledkhlouf	6840	0,27
Zeghaia	794	2,29
Minarzareza	105	17,32
Sidi merouane	161	5,65
Tadjnanet	120	7,58
Oued athmania	1082	4,20
Hamala	625	1,45
Chelghom laid	1960	0,93

La figure 26 et le tableau 08 montrent que la commune de Beinen est exposée à un fort risque annuel d'incendie avec un nombre de foyer estimé à 27,15/10000ha. Alors que les communes de Bouselah, Chelghoum laid, Ahmed rachdi et Ouled khlouf sont confrontées à un faible risque annuel d'incendie avec un nombre de foyer inférieur ou égale à 1/10000ha.

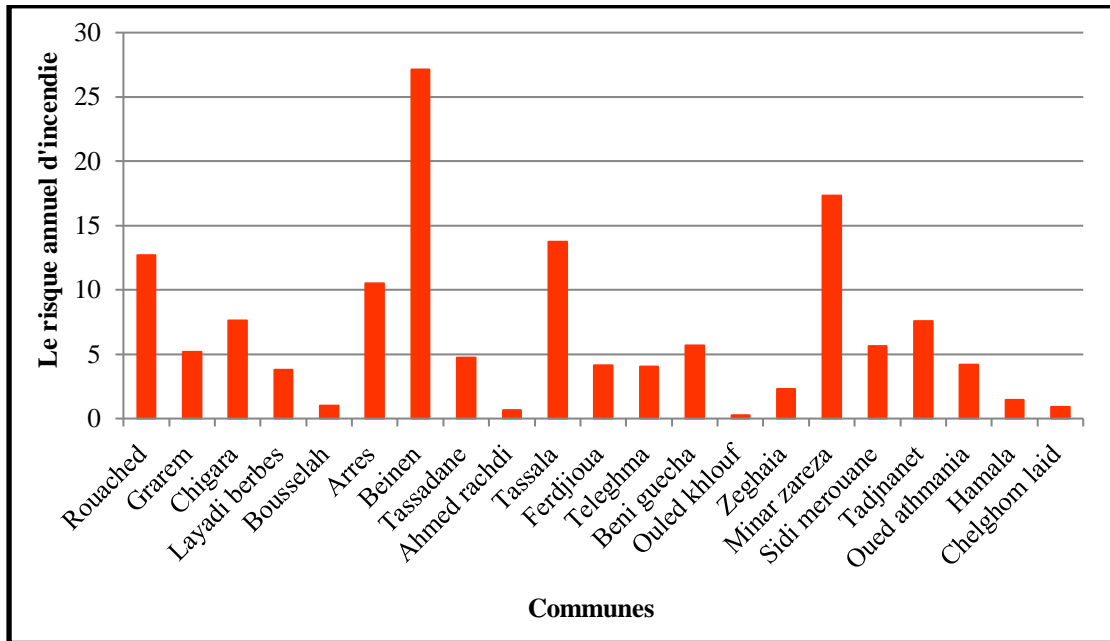


Fig. 26 : Risque annuel d'incendie de chaque commune (2011-2021).

1.3. Perte annuelle du capital boisé

La perte annuelle du capital boisé c'est la pondération des superficies brûlées ramené à 100 ha de forêts (Velez, 1990).

Tableau 09: Perte annuelle du capital boisé par commune (2011-2021).

Communes	Superficie forestière en (ha)	Perte annuelle (superficie brûlée/100 ha)
Rouached	1430	1,77
Grarem	1227,08	0,65
Chigara	1548,28	1,02
Layadi berbes	2404	0,67
Bousselah	908	0,05
Arres	1382,54	0,80
Beinen	1473,16	2,11
Tassadane	3063	0,47
Ahmed rachdi	1430	0,01
Tassala	1058,30	2,65
Ferdjioua	660	0,28
Teleghma	225	0,12
Beni guecha	640	0,53
Ouled khlouf	6840	0,26
Zeghaia	794	0,05
Minarzareza	105	2,12
Sidi merouane	161	0,11
Tadjnanet	120	0,02
Oued athmania	1082	0,17
Hamala	625	0,09
Chelghom laid	1960	0,19

La figure 27 et le tableau 09 montrent que les communes de Tassala, Minarzareza et Beinen enregistrent une forte perte annuelle variant de 2,11 à 2,65 ha de superficie brûlée/100ha. Par contre les communes de Hamala, Bouselah, Zeghaia, Tadjnanet et Ahmed rachdiaffichent des faibles pertes annuelles du capital boisé.

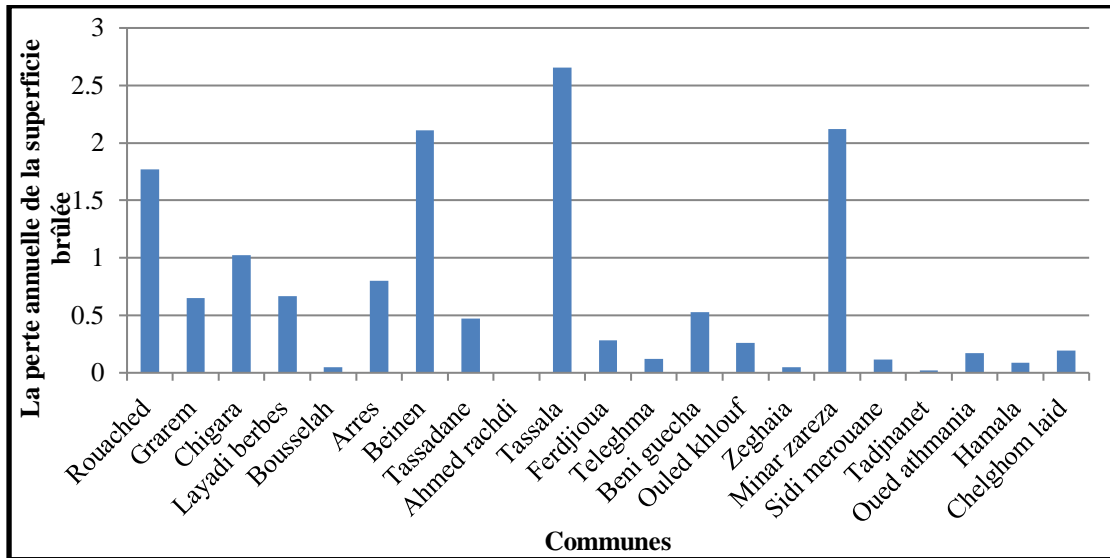


Fig. 27 : Perte annuelle du capital boisé des communes de la wilaya de Mila (2011-2021).

1.4. Moyenne annuelle de la superficie brûlée

La forte valeur de la moyenne annuelle de la superficie forestières incendiée est affichée pour la commune de Beinen (31,09 ha/an), en deuxième position vient la commune de Tassala (28,09ha/an).La commune de Tadjnanet enregistre la plus faible moyenne avec 0,02ha/an (figure 28).

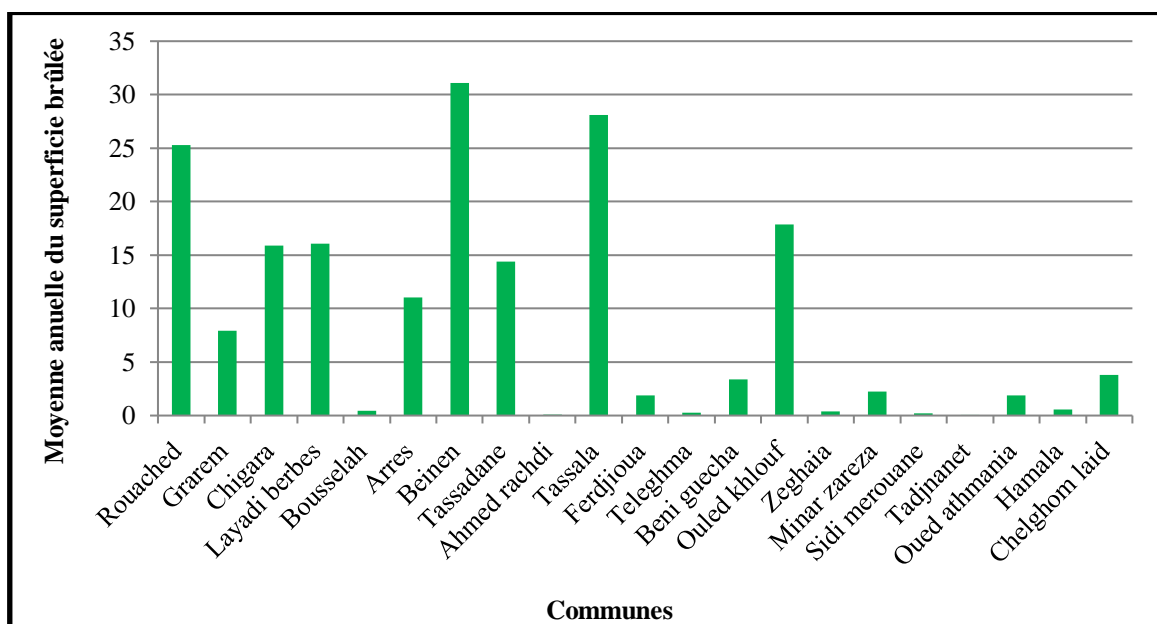


Fig. 28 : Moyenne annuelle de la superficie brûlée de chaque commune.

1.5. Bilan mensuel des incendies de forêts dans la wilaya de Mila

Les figures 29 et 30 donnent une indication sur le nombre de foyers et les superficies brûlées mensuellement durant la période (2017-2021).

Dans la wilaya de Mila, la campagne de la lutte contre l'aléa d'incendie débute le mois de Juin et se termine en Octobre. Ceci peut être expliqué par la conjonction des facteurs météorologiques saisonniers (vents chauds, sécheresse excessive, élévation de la température, etc.) qui sont favorables aux incendies durant la période la plus chaude de l'année et aussi à certaines activités humaines durant cette période de vacances.

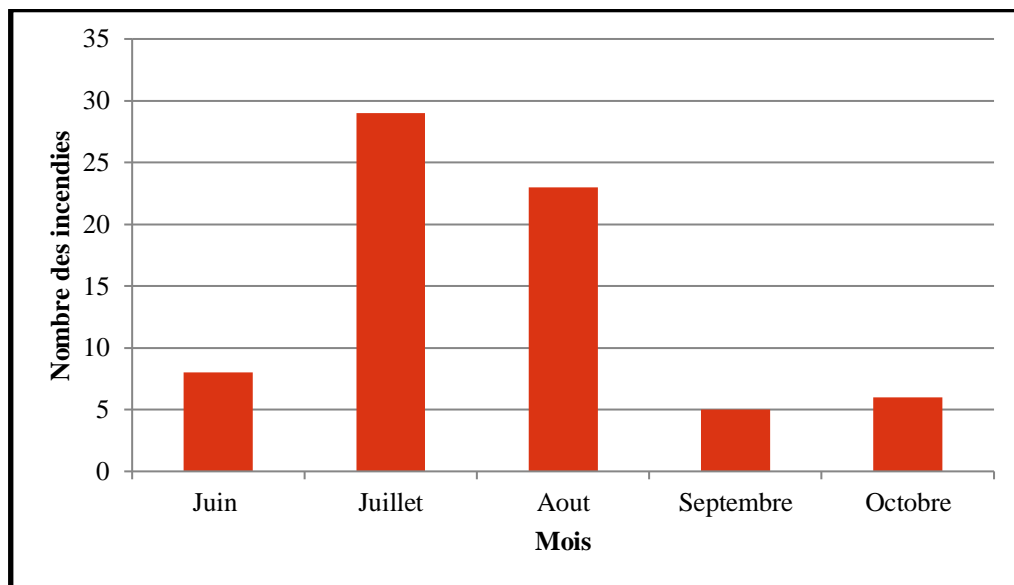


Fig. 29 : Evolution mensuelle du nombre des incendies dans la wilaya de Mila (2017-2021).

Le mois de Juillet est le mois le plus fréquent dans le déclenchement du feu. Les districts forestiers ont déclaré 29 foyers durant ce mois. En deuxième position viens le mois d'Aout avec 23 foyers. Les mois de Juin, Octobre et Septembre viennent loin derrière (respectivement avec 8, 6 et 5 foyers).

Les grandes superficies brûlées ont été déclarées en Aout (741,5 ha). Ce qui représente 54,61 % de la superficie totale. Les plus faibles ont été déclarées en Septembre durant lequel le feu ravage 13,5 ha, soit un taux de 0,99 %.

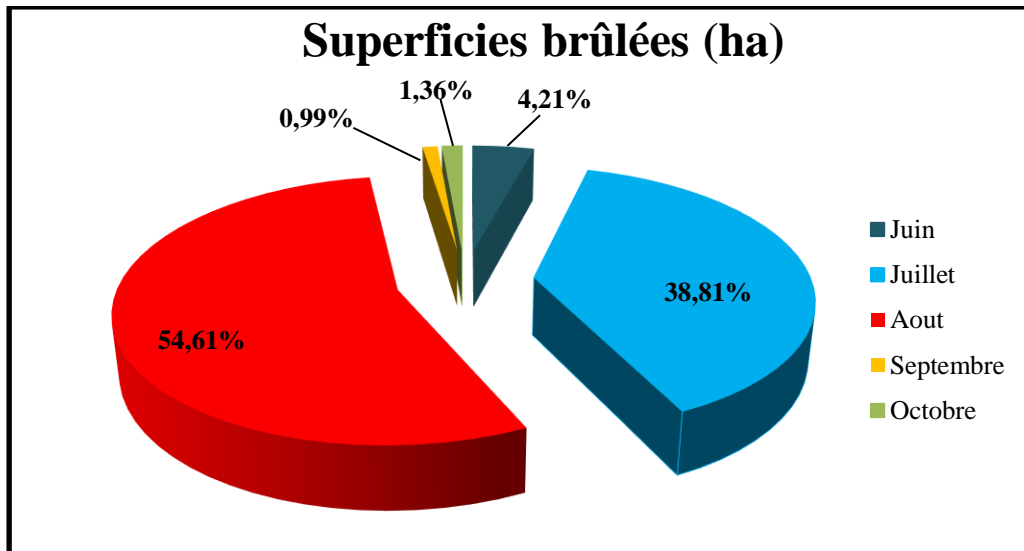


Fig. 30 : Répartition des superficies brûlées selon les mois (2017-2021).

1.6. Le cycle de brûlage journalier

L'examen de la figure 31 illustrant la fréquence journalière des incendies de forêts montre que le risque d'écllosion de foyers d'incendies demeure durant toute la semaine avec bien sùre une légère différence du nombre d'incendies entre certains jours (du Samedi au Mardi).Le nombre d'incendie le plus élevé est enregistré durant le Vendredi avec 14 foyers déclarés, et à un degré moindre pour le Mercredi (13 foyers).

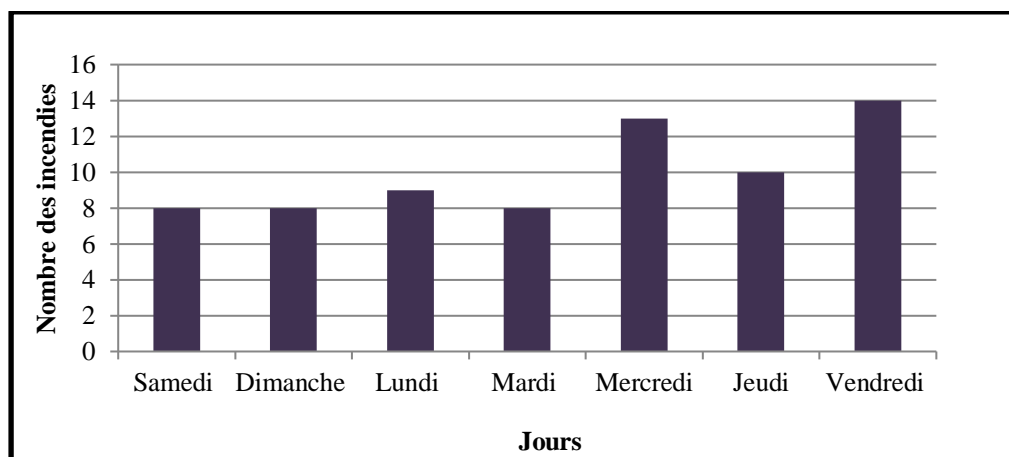


Fig. 31 : Répartition des incendies des forêts selon les jours de la semaine (2017-2021).

1.7. Le cycle de brûlage horaire

Selon la figure 32, la majorité des incendies se sont déclarés entre 12 :00 et 16 :00 heures, durant laquelle le nombre d'incendie enregistré est de 31 foyers, ce qui représente 44,30 % des incendies journaliers. Durant cette période de la journée, les conditions climatiques permettent l'écllosion et la propagation des incendies (l'augmentation de la température, vents chauds, etc.).

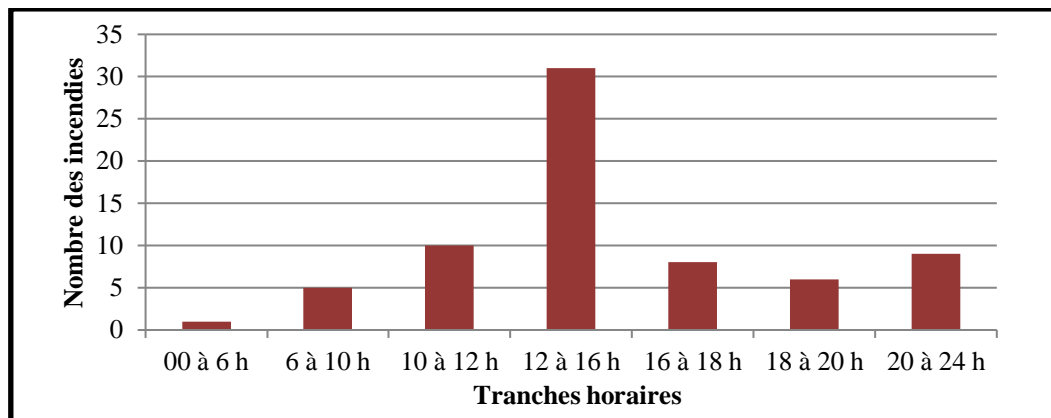


Fig. 32 : Répartition des incendies des forêts suivant les tranches horaires (période 2017-2021).

Plus de 55,70% d'incendie ont été déclaré en dehors de cette période, malgré les conditions climatiques défavorables pour l'éclosion des incendies, cela nous fait supposer le caractère criminel et/ou volontaire d'un nombre important des incendies.

2. Analyse spatiale des feux de forêts

2.1. Répartition du nombre des incendies par forêt

La figure 33 présente le nombre d'incendie annuel recensé dans chaque massif forestier de la wilaya de Mila et cela durant la période (2011-2021). 161 foyers d'incendie ont été déclarés dans cette wilaya.

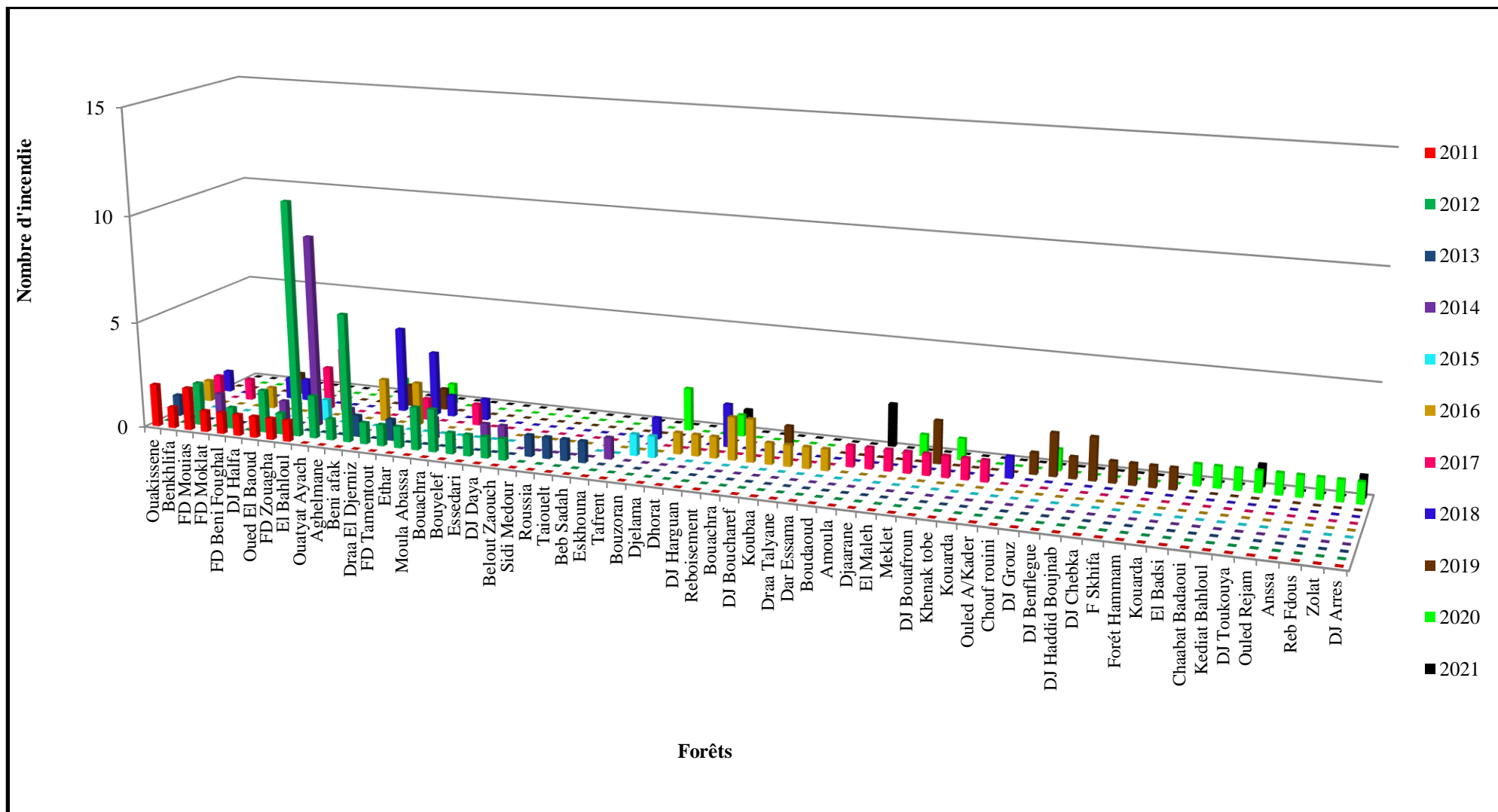


Fig. 33 : Evolution annuelle du nombre d'incendie par forêt (2011-2021).

D’après la figure 33, on peut constater que :

- Les forêts d’El Bahloul, Beni Afak, Tamentout et Ouakissen sont celles qui enregistrent le nombre le plus élevé de foyers d’incendies et cela durant la période (2011-2021).
- 26 forêts ont enregistré un nombre réduit d’incendie. Ce qui représente 41,26 % des forêts de la wilaya de Mila. Parmi ces forets on peut citer celle de Mouia, Beni Foughal, Zouagha, Amoula, Toukouya, Meklet, Boucharef et Bouzoran.
- La majorité des forêts n’enregistre qu’un seul incendie durant la décennie (2011-2021). C’est le cas des massifs de BenKhelifa, Sidi Medour, Roussia, BebSadah, Koubaa, Draa Talyane, Dar Essama, Kouarda, OuledRejam et Anssa.

L’importante récurrence des incendies a été déclarée dans la forêt d’El-Bahloul où nous avons enregistré 11 foyers d’incendie durant la décennie (2011-2021), soit un taux de 1,1 foyer/an.

2.2. Répartition des superficies brûlées par commune

La figure 34 présente les superficies forestières annuellement brûlées durant la période (2011-2021). Elle montre que le patrimoine sylvicole de la willaya de Mila est caractérisé par une superficie totale brûlée de l’ordre de 2009,47 ha.

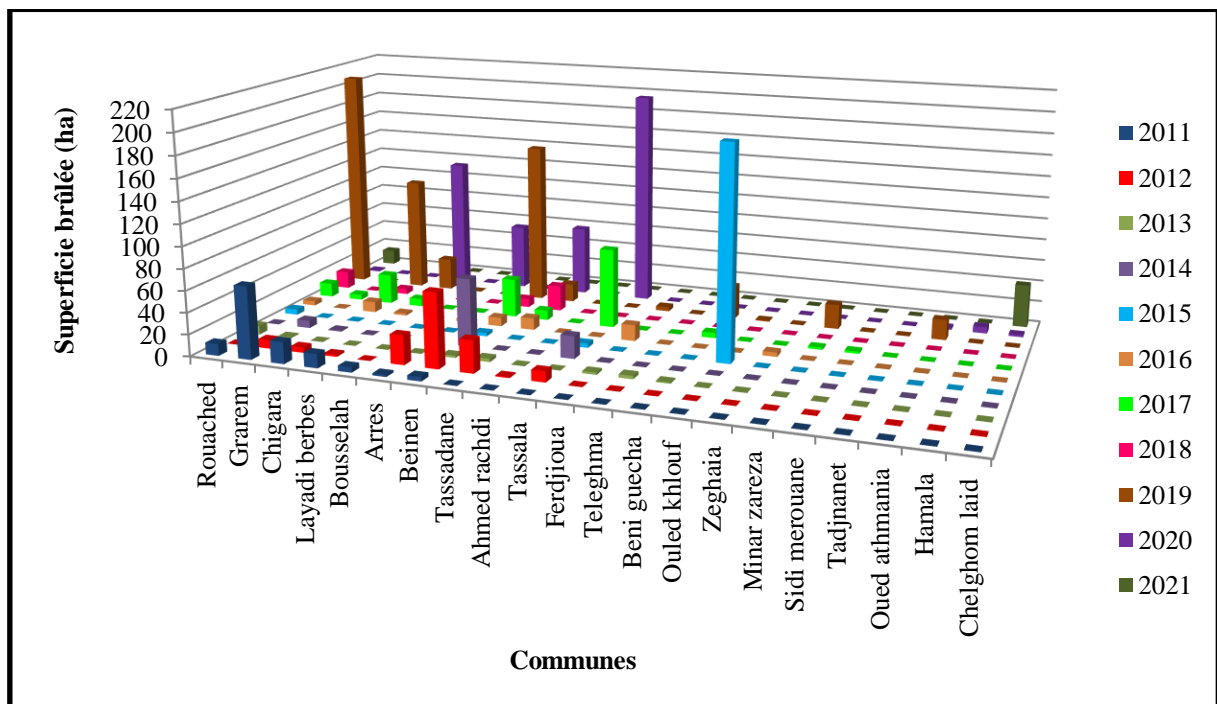


Fig. 34 : Evolution annuelle des superficies brûlées par commune (2011-2021).

La figure 34 illustre les constatations suivantes :

- La plus grande superficie brûlée a été enregistrée durant l'année 2019 pour la commune de Rouached (207,5 ha).
- En deuxième position vient la commune de Tassala avec une superficie incendiée de 200,5 ha déclarée en 2020.
- La commune qui a enregistré la plus faible superficie brûlée est celle de Tadjanet (0,25 ha en 2018).

2.3. Répartition des superficies brûlées selon les formations végétales

La formation végétale la plus touchée par les incendies est la forêt où cet aléa ravage une superficie forestière de 727,25 ha, soit un taux de 53,56% de la superficie totale incendiée durant la période (2017-2021) (Figure 35, Tableau 10).

La broussaille est la deuxième formation végétale touchée par les feux (458 ha), soit un pourcentage de 33,73% de la superficie globale incendiée. En dernière position, vient le maquis avec 91,5 ha, ce qui représente 6,74% de la superficie totale incendiée.

Tableau 10: Les formations végétales touchées par les feux durant la période (2017-2021).

	Formations végétales	Forêts	Maquis	Broussailles	Autres	Total
Superficies brûlées	en ha	727,25	91,5	458	81	1357,75
	en %	53,56	6,74	33,73	5,96	100

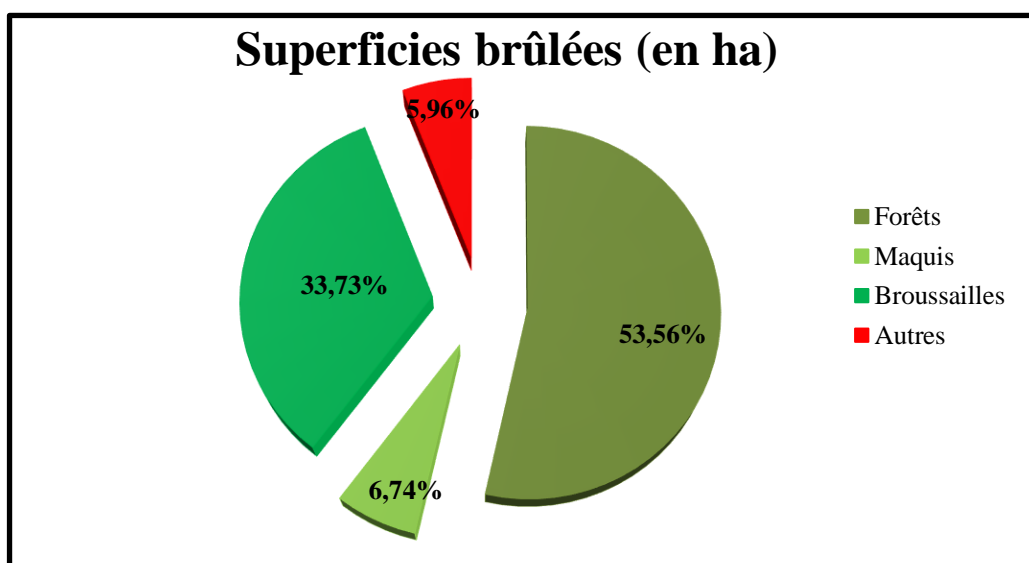


Fig. 35 : Répartition des superficies incendiées par formations végétales (2017-2021).

2.4. Répartition des superficies brûlées suivant les essences forestières

D'après la figure 36, on peut constater que :

L'essence forestière la plus touchée par les feux est le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*). L'incendie a détruit une superficie de 441,25 ha de la pinède de la wilaya de Mila, soit un taux de 59,72% de la superficie totale.

En deuxième position vient le Chêne liège (*Quercus suber*) avec 221,5 ha, soit un pourcentage de 29,98%.

La superficie incendiée la plus faible est enregistrée pour le Pin pignon (*Pinus pinea*) avec une superficie incendiée de l'ordre d'un hectare, soit un pourcentage de 0,13%. Pour le reste des essences forestières, le taux des superficies brûlées varie de 0,13 à 8,25%.

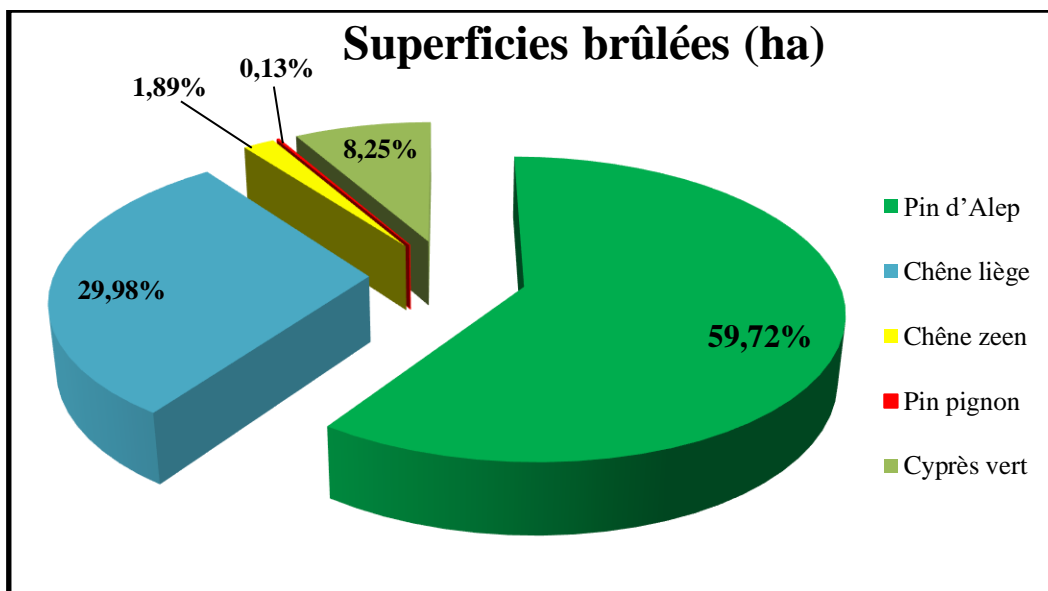


Fig. 36 : Répartition des superficies incendiées par essences forestières (2017-2021).

2.5. Causes des incendies de forêts de la wilaya de Mila

Tous les incendies enregistrés au niveau de la wilaya de Mila durant la période (2017-2021) sont d'origine inconnus. Ceci démontre les efforts que doivent être entrepris pour cerner les causes des incendies de forêts au niveau de cette wilaya, afin de mieux les connaître et réduire leurs effets.



Photo 01: Incendies de forêts au niveau de la commune de Rouached (2022) (CFM, 2022).

3. Analyse comparative des feux de forêts

La comparaison entre la wilaya de Mila et les wilayas de Bejaia, Jijel, Sétif et Tlemcen, en matière du nombre d’incendie de forêt et de superficie brûlée montre que les wilayas de Mila et Tlemcen affichent un faible nombre d’incendie et superficie brulée par rapport aux autres wilayas analysées (Figure 37).

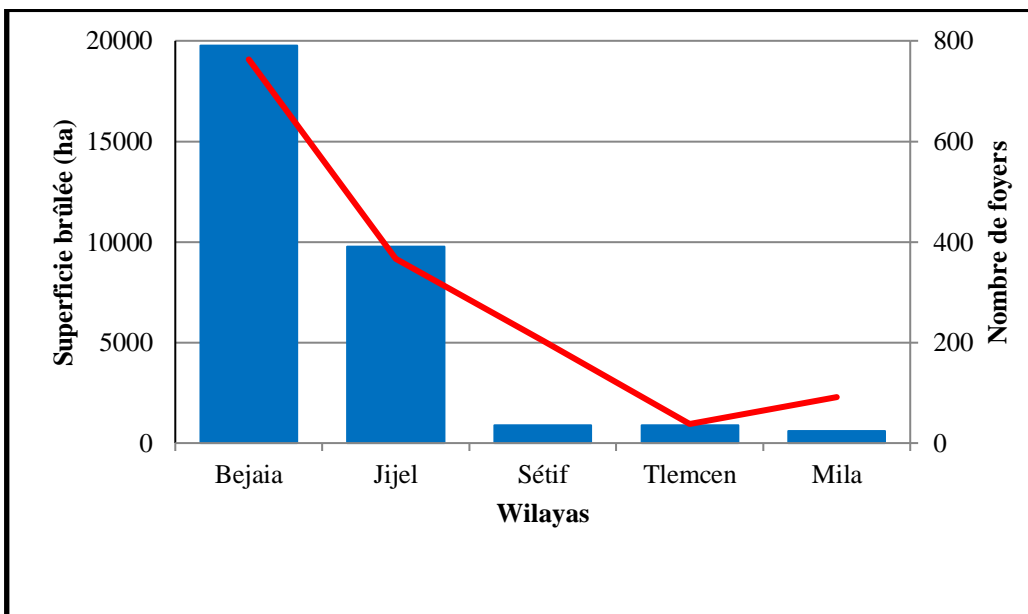


Fig. 37 : Comparaison de la pyrologie sylvicole entre quelques wilayas.

Conclusion

Conclusion

Les feux de forêts et ses impacts sur la faune et la flore sont dramatiques étant donné que ces forêts ont une biodiversité énorme, regroupant plus de 90% des espèces vivantes. L'étude des incendies de forêt dans la wilaya de Mila durant la période (2011-2021) montre que la superficie forestière ravagée par le feu englobe 2009,5 ha pour un nombre total de 161 foyers d'incendies.

L'analyse spatiale du bilan d'incendies de forêts montre que la commune de Beinen est la plus touchée par l'aléa d'incendie (31,09 ha/an). La forêt demeure la formation la plus affectée en comparaison avec les autres types de formations végétales (maquis, broussailles). L'essence forestière la plus touchée par les incendies est le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*). Ainsi, le mois de Juillet est le mois qui totalise le plus grand nombre des feux avec 29 foyers.

Avec ces 564 ha ravagés par le feu, le bilan de l'année 2019 figure parmi les plus lourds des années étudiées. En effet, 16 foyers d'incendies ont été déclarés durant cette année, soit plus de 3 foyers/mois si on prend uniquement en considération la saison de feu.

Le risque d'éclosion de foyers d'incendies demeure durant toute la semaine avec une légère différence du nombre d'incendies entre certains jours. Presque la moitié des incendies journaliers sont déclarés entre Midi et 16 :00 heures, ou le nombre d'incendie atteint 31 foyers.

Tous les paramètres pyrologiques analysés au cours de cette étude (nombre d'incendies, superficie brûlée, perte du capital boisé...etc.) donne un aperçu sur les zones vulnérables aux incendies, les essences forestières menacées et sur l'efficacité d'intervention des unités de lutte contre les feux de forêts dans la wilaya de Mila.

La sensibilisation, le renseignement, le débroussaillage, l'installation des postes de vigie et des dispositifs de vigilance, la multiplication des points de ravitaillement en eau ainsi que le nombre de véhicules adéquats et l'ouverture de pistes dans les massifs forestiers de la wilaya de Mila sont quelques recommandations nécessaires pour combattre les feux de forêt en attendant une modernisation de moyen de lutte.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Alexandrian D., Esnault F et Calabri G., (1998).** Feux de forêt dans la région méditerranéenne Cet article s'inspire d'une étude préparée en vue de la réunion de la FAO sur les politiques publiques concernant les feux de forêt, tenue à Rome (Italie) du 28 au 30 octobre 1998, 8p.
- **Arfa A., (2008).** Les incendies de forêts en Algérie: stratégies de prévention et plans de gestion. Mémoire de Magister en écologie et environnement, université Mentouri Constantine, 52, 53, 55,123p.
- **Belkaid H., (2016).** Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie: Cas de la Kabylie maritime (Doctoral dissertation, Nice).
- **Benjeddou R et Benserenda O., (2012).** Contribution à l'étude des incendies de forêts au niveau de la wilaya de Mila. En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Biologie Animale et Végétale : Université de Jijel, Jijel(Algérie).
- **Bermúdez F.L et Rognon P., (1996).** Les incendies de forêts en zone méditerranéenne analyse détaillé à travers le cas de l'Algérie. Érosion hydrique, désertification et aménagement dans l'environnement méditerranéen semi-aride, 213p.
- **Berrichi M., (2013).** Défense des forêts contre les incendies ; facteurs favorisant les incendies, conséquences et lutte. polycopies des cours. Univ Tlemcen. 66p.
- **Blanchi R., (1996).** Proposition d'une méthode d'évaluation de risque incendie de forêt appliquée à la commune de VLABONNE, DEA Milieux physiques méditerranéens, Université de Nice, 74p.
- **Boudy P., (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La maison rustique. 505 p.
- **Boudy P., (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord. p 487.
- **Boullard B., (1992).** Petite encyclopédie de la forêt. Ed MARKETING. Paris. P130.
- **Carbonell G., Dusserre G et Sauvagnargues S., (2004).** Embrasement généralisé éclair en feu de forêt. Le sage Lieutenant-colonel J.P. Monet.
- **Carrega P., (1994).** Analyse spatiale quantitative et appliquée, Topoclimatologie et Habitat. Revue de Géographie du laboratoire d'analyse spatiale Raoul Blanchard, UFR Espaces et Cultures, Université de Nice Sophia Antipolis. 373 p.

- **Castaing G., (1972).** La Défense forestière contre l'incendie. Revue Forestière Française, 1972, S, fascicule thématique" Le Fonds forestier national", 670-678.
- Cemagref., (1994). Plans de prévention des risques naturels, risques d'incendies de forêt. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. France. 81p.
- Chautrand L., (1972). Les incendies de forêt en Provence -côte d'Azur - Bulletin technique d'information. Les incendies de forêts dans la région méditerranéenne. N° spécial, 268:405- 414.
- **Chettah W., (2009).** Investigation des propriétés minéralogiques et géomécaniques des terrains en mouvement dans la ville de Mila «Nord-Est d'Algérie (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- **Chiali Charif K., (2018).** Contribution a une étude des incendies de forêts dans le massif de Telagh-Algérie occidentales (Doctoral dissertation).
- **Colin P.Y., Jappiot M., Mariel A., Lampin C., et Veillon S., (2001).** Protection des forêts contre l'incendie, Edit. FAO/C.E.M.A.G.R.E.F, Cahier FAO Conservation, n°36 : 149 p.
- **Conservation des forêts de la wilaya de Mila., (2022).** Bilan des incendies des forêts pendant la période (2011-2021).
- **Delaveaud P., (1981).** Le feu, outil sylvicole? Utilisation pratique des données de combustibilité. INRA.
- **Département des Pyrénées Orientales., (2006).** Relation relief-sensibilité incendie.
- **Direction du Commerce et de la Promotion des Exportations de la Wilaya de MILA., (2013).** Situation géographique de la wilaya de Mila.
- **Drouet J.C., (1982).** Nouveaux éléments pour la prévision automatique des risques d'éclosion et de propagation des feux de forêts. Lutter 1982.
- **Food and Agriculture Organization (FAO),., (2007).** Fire management global assessment 2006. Forestry Paper 151. Rome, Italy, 156 p. (<http://www.fao.org/docrep/009/a0969e/a0969e00.htm>)
- Girardin M.P., Flannigan M.D., Tardif J.C et Bergeron Y., (2008). Climatologie, météorologie et feux de forêt. Aménagement écosystémique en forêt boréale. Presses de l'Université du Québec, Quebec City, Quebec, Canada, 83-107.

- Jappiot M., Blanchi R et Alexandrian D., (2002). Cartographie du risque : recherche méthodologique pour la mise en adéquation des besoins, des données et des méthodes. CEMAGREF. ENSMP-ARMINES. Agence MTDA., Colloque de restitution des travaux de recherche du SIG Incendies de forêt. 4 Décembre 2002. Marseille (France).
- Khalid F., (2008). Contribution à l'élaboration d'un plan de prévention des risques incendie de forêt. Thèse Magister. Univ de Tlemcen, Fac des Sciences, département de forêt. Algérie, 162 p.
- Leroy V., (2007). Contribution à la modélisation des feux de forêt : Cinétique de dégradation thermique et Cinétique de combustion des végétaux (Doctoral dissertation, Université Pascal Paoli), 222p.
- **Long M., Rupert C., Piana C., Japiot M., Lampin C et Ganteaume A., (2008).** Amélioration de la connaissance des causes de départ de feu de forêt Convention DGFAR Forest Focus n° FF 2004-06 Juillet 2008 100p.
- **Madoui A., (2002).** Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. Forêt méditerranéenne, t. XXIII, 1 : 23-30.
- **Margerit J., (1998).** Modélisation et simulations numériques de la propagation de feux de forêts (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine-INPL).
- **Mate., (2003).** Bulltin officiel du ministère de l'écologie et du développement durable n 24.
- **Mebarki A., (1984).** Ressources en eau et aménagement en Algérie. Le bassin du Kébir-Rhumel. Edit Office des Publications Universitaires. N°8. Alger.
- **Meddour O., Meddour R et Derridj A., (2008).** Analyse des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876 – 2007). Note d'analyse du CIHEAM, n°39, 11 p.
- **Meddour-Sahar O., (2008).** Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou. Thèse de Magister, INA El Harrach, Alger, 2008.
- Meddour-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 Sciences Agronomiques, Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 256 p.

- **Meddour-Sahar O et Bouisset C., (2013).** Les grands incendies de forêt en Algérie : problème humain et politiques publiques de gestion des risques, Méditerranée, Numéro spécial. « Les grands incendies en Méditerranée, Quelle réponse aux désastres environnementaux ? », 121 : 33-40.
- **Meddour-Sahar O., Meddour R et Derridj A., (2010).** Les facteurs favorables aux incendies de forêt en région méditerranéenne. Revue campus, Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, (17) : 4-12.
- **Meddour-Sahar O et Derridj A., (2012).** Bilan des feux de forêts en Algérie: analyse spatio-temporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). Science et changements planétaires/Sécheresse, 23(2), 133-141.
- **Megrerouche R., (2006).** Sensibilité de la végétation forestière aux incendies, cas de la forêt domaniale de Chettabah–Aïn Smara-Constantine. Mémoire de Magistère en Ecologie et Environnement, Université de Constantine, 106.
- **Merdas S., (2007).** Bilan des incendies de forêts dans quelques wilayas de l'Est algérien; cas de Bejaia, Jijel, Sétif et Bordj Bou-Arréridj. Mémoire de Magistère en Ecologie et Environnement, Université Mentouri Constantine, Algérie, 54.
- **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement., (2003).** Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement. 465 p.
- **Missoumi A., Mederbal K et Abdelli K., (2002).** Apport des SIG dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêt, Stratégie de prévention des incendies dans les forêts d'Europe du Sud, Collection Actes, Éditions P, 368 p.
- **Molinier R et Molinier R., (1974).** La forêt face aux incendies. Revue Forestière Française.
- **Morandini R., (1979).** Sylviculture et incendie. Revue Forestière Française, 5p. octobre 1998, 8p.
- **Oloukoi J., Yabi I et Johnson D., (2014).** Influence des facteurs climatiques et topographiques sur les risques de feux de végétation au Centre du Bénin. Journal of Geospatial Science and Technology Regional Centre for Training in Aerospace Surveys, 1(1), 21p.
- **Parisien M.A., Kafka V.G., Hirsch K.G., Todd J.B., Lavoie S.G et Maczek P.D., (2005).** Mapping wildfire susceptibility with the BURN-P3 simulation model. Nat.

- Resour. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Edmonton, Alberta. Inf. Rep. NOR-X-405.
- **Parre J., (1975).** En poste-vigie : la vie d'un guetteur. Revue Forestière Française, 360p.
 - **Puyo J.Y., (2008).** Le premiers temps de la mise en valeur coloniale des subéraies algériennes, le triste épisode des concessions privées, *acte du colloque Vivexpo, L'Homme et le Liège*, p. 92-102, [[En ligne](#)].
 - **Ramade F., (1978).** Eléments d'écologie appliquée. Mc Graw-Hill, Inc. Paris. pp 159, 459, 464.
 - **Sari D., (1976).** *L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie)*, SNED, 224 p.
 - **Soukhal B., (2011).** La wilaya de Mila: Villes, Villages et problématique de l'alimentation en eau potable. Doctoral dissertation, Thèse de doctorat es sciences en aménagement de territoire : Université de Mentouri, Constantine (Algérie)).
 - **Tihay V., (2007).** Contribution expérimentale et théorique pour la modélisation de la combustion dans les feux de forêt (Doctoral dissertation, Université de Corse), 259p.
 - **Trabaud L., (1979).** Etude du comportement du feu dans la garrigue de chêne kermès à partir des températures et des vitesses de propagation. Ann. SCI. For, 36(1) pp 13-38.
 - **Trabaud L., (1992).** Les feux de forêts : mécanismes, comportement et environnement. Éditions France- Sélection, 278 P.
 - **Trabaud L., (1992).** Influence du régime des feux sur les modifications à court terme et la stabilité à long terme de la flore d'une garrigue de *Quercus coccifera*. Revue d'écologie.
 - **Trabaud L., (1970a).** Le comportement du feu dans les incendies de forêts. Extrait de la revue technique du feu. N° 103, p 15.
 - **Trabaud L., (1980a).** Impact biologique et écologique des feux de végétations sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des garrigues de Bas-Languedoc. thèse doctorat état sciences, Univ. Scie. Tch. du Languedoc, Montpellier, p 288.
 - **Trabaud L., (1983b).** Prévention et prévision des incendies : Etude d'un cas concret. Convegno Internazionale di studi sui problemi degli incendi Boschivi in ambiente mediterraneo, Bari, p 195-212.
 - **Valette J.C., (1988).** Notions générales relatives à la combustion. Forêt Méditerranéenne, t. X, numéro 1, juillet 1988. pp 197-201 (p 198). Itinérant.

- **Vélez R., (1979).** Opinion publique et propagande contre les incendies de forêt. Revue forestière française, XXXI, 1, 9-14.
- **Velez R., (1990).** Les incendies de forêt dans la région méditerranéenne : panorama régional. Unasyva 162, vol. 41, p. 3-9.
- **Velez R., (1996).** La sylviculture préventive des incendies en Espagne. Revue Mapping n° 29. pp 3-6.
- **Zouaidia H., (2006).** Bilan des incendies de forêts dans l'Est Algerian : Cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras. En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Ecologie et Environnement : Université de Mentouri, Constantine (Algérie).

Site internet

[1] <https://www.ontario.ca/fr/page/la-science-des-feux-de-foret>

Annexes

Annexes

**Tab. 01 : Les essences forestières touchées par les feux dans la wilaya de Mila (2017-2021)
(Conservation des forêts de la wilaya de Mila, 2022).**

Essences végétales		Pin d'Alep	Chêne liège	Chêne zeen	Maquis de chêne vert	Maquis de chêne liège	Pin pignon	Cyprès vert	Total
Superficies brûlées	en ha	441.25	221.5	14	13.5	50.5	1	61	802.75
	en %	54.96	27.59	1.74	1.68	6.29	0.12	7.59	100

Tab.02: Occupation des terres dans la wilaya de Mila (Conservation des forêts de la wilaya de Mila, 2022).

Type d'occupation	Superficie (en ha)	Superficie (en %)
Chêne liège	5667	16,73
Chêne zeen	439	1,29
Pin d'Alep	16451	48,57
Pin pignon	600	1,77
Frêne	200	0,59
Eucalyptus	100	0,29
Maquis	7813	23,06
Terrains de parcours	2600	7,70
Totale	33870	100

Résumé

Résumé

La forêt Miloise, à l'instar des autres forêts Algériennes, est chaque année ravagée par les incendies. Cette présente étude consiste à rassembler le maximum de données et des informations pour faire une analyse spatio-temporelle concernant les incendies de forêts dans cette wilaya. Durant la dernière décennie, la wilaya de Mila a perdu 2009,47 ha de forêt ce qui représente 5,9 % de son patrimoine sylvicole. L'année 2019 a enregistré la plus grande part avec 16 départs de feu et une moyenne de 35,2 ha/feu. La plus grande superficie brûlée a été enregistrée au niveau de la commune de Rouached où les incendies ont ravagé 207,5 ha en 2019. Cette étude permet de prendre une idée sur le nombre de foyer d'incendie, la superficie brûlée et le risque annuel d'incendie au niveau du patrimoine forestière de la wilaya de Mila. Elle doit être prise en compte par la direction des forêts pour une meilleure prévention des incendies et pour mieux répartir les moyens de lutte dans les différentes circonscriptions et districts de la wilaya.

Mots clés : Incendie, Forêt, Bilan, Mila.

الملخص

غابة ميلة ، مثل الغابات الجزائرية الأخرى ، تدمرها الحرائق كل عام. تعتمد هذه الدراسة على جمع عدد أكبر من البيانات والمعلومات لإجراء تحليل مكاني وزماني فيما يتعلق بحرائق الغابات في هذه الولاية. خلال العقد الماضي ، فقدت ولاية ميلة 2009.47 هكتارًا من الغابات ، والتي تمثل 5.9٪ من تراثها الغابي. كانت لسنة 2019 الحصّة الأكبر باندلاع 16 حريق بمتوسط 35.2 هكتار / حريق. تم تسجيل أكبر مساحة محترقة في بلدية الرواشد حيث دمرت الحرائق 207.5 هكتار في عام 2019. تقدم هذه الدراسة فكرة عن عدد الحرائق، المساحة المحروقة ومخاطر الحرائق السنوية على مستوى تراث الغابات في ولاية ميلة. يجب أن تؤخذ هذه الدراسة بعين الإعتبار من قبل إدارة الغابات لتحسين الوقاية من الحرائق وتوزيع أفضل لوسائل المجابهة في مختلف الدوائر ومقاطعات الولاية.

الكلمات المفتاحية: حريق ، غابة ، تقييم ، ميلة

Abstract

Mila forest, like other Algerian forests, is destroyed by fires every year. This study consists of collecting a larger number of data and information to perform a spatio-temporal analysis concerning the forest fires in this province. Over the past decade, Mila has lost 2009.47 hectares of forest, which represents 5.9% of its forest heritage. The year 2019 had the largest share of 16 fires with an average of 35.2 hectares/fires. The biggest burned area was recorded in Al-Rawashed municipality, where 207.5 hectares were destroyed by fires in 2019. This study provides an idea of the number of fires, area burned and annual fire risk at the level of forest heritage in Mila. This study should be taken into account by the forest management for better fire prevention and better distribution of firefighting methods in the various departments and districts of the state.

Keywords: Fire, Forest, Statement, Mila.