



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche
Scientifique**
جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sécurité Prévention et Intervention

Prévention des risques liés aux feux des forêts
Matériel mobile de la lutte contre l'incendie

Réalisé par :

SAHRAOUI AMDJAD et HICHOIR ABDELHALIM HAFED

Présenté et soutenu publiquement par :

LALAOUI Mohamed el amine	MAA	IMSI	Président
NADJI Mohamed El Amine	MAA	IMSI	Encadreur
BOUHAFS Mohamed	MCB	IMSI	Examineur

Année 2021 /2022

Résumé

Sur l'ensemble des facteurs d'agressions de la forêt en méditerranée et plus particulièrement en Algérie, les feux de forêt sont le facteur de dégradation le plus dévastateur par ses pertes dues à son intensité et à sa brutalité qui touchent des grandes superficies forestières et pré forestières dans des courtes périodes.

Notre travail consiste à faire une synthèse sur le phénomène du feu, en analysant les causes, les conséquences et les différents types de feux des forêts nous avons pris deux exemples sur ce facteur qui sont l'Algérie et la France, avec explication des plusieurs nouveaux moyens préventifs qui diminuent ce phénomène qui sont : les drones, les avions canadiens.

Mots clés: feux des forêts, lutte contre le feu, système de détection de feu.

Abstract

Of all the factors of aggression of the forest in the Mediterranean and more particularly in Algeria, forest fires are the most devastating factor of degradation by its losses due to its intensity and its brutality, which affect large forest areas and pre-forests in short periods.

Our work is to make a synthesis on the phenomenon of fire, analyzing the causes, the consequences and different types of forest fires we took two examples on this factor Algeria and France with explanation of new several preventive means that decrease this phenomenon that have: the drones and the Canadian aircrafts.

Key words: forest fires, firefighting, fires detection system

REMERCIEMENTS

NOUS TENONS TOUT D'ABORD À REMERCIER DIEU LE TOUT PUISSANT ET MISÉRICORDIEUX, QUI NOUS A DONNÉ LA FORCE ET LA PATIENCE D'ACCOMPLIR CE MODESTE TRAVAIL.

EN SECOND LIEU, NOUS TENONS À REMERCIER NOTRE ENCADREUR MR NADJI MOHAMED EL AMINE POUR SES PRÉCIEUX CONSEILS ET SON AIDE DURANT TOUTE LA PÉRIODE DU TRAVAIL.

NOS VIFS REMERCIEMENTS VONT ÉGALEMENT AUX MEMBRES DU JURY POUR L'INTÉRÊT QU'ILS ONT PORTÉ À NOTRE RECHERCHE EN ACCEPTANT D'EXAMINER NOTRE TRAVAIL ET DE L'ENRICHIR PAR LEURS PROPOSITIONS.

BEAUCOUP DE PERSONNES ONT CONTRIBUÉ À LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL, PAR LEUR AMABILITÉ LEUR SOUTIEN, LEURS ENCOURAGEMENTS, LEUR DISPONIBILITÉ ET LEUR AIDE, QUE CES PERSONNES NOUS PARDONNENT...

MERCI

DÉDICACES

C'EST UN HONNEUR DE ME TENIR DEVANT VOUS ET DE PARTAGER
MES PRÉCIEUX SOUVENIRS DE MA MÈRE. ELLE MANQUERA À TOUS,
MAIS SA MÉMOIRE VIVRA EN NOUS TOUS POUR TOUJOURS. JE
T'AIME TELLEMENT, MAMAN, ET TU ME MANQUERAS PLUS
QU'AUUCUN MOT NE PUISSE L'EXPRIMER.

Sommaire

Introduction générale	10
Chapitre 01 : Notion de phytologie forestiere.....	12
1-Introduction.....	13
2-Comportement du feu.....	13
3-Les différents types de feux de forêts.....	15
3.1-Les feux de sol	16
3.2-Les feux de surface	16
3.3-Les feux de cimes.....	16
3.4-Les feux de braises	16
4-Les principales causes des incendies de forêts	16
4.1-Les causes naturelles	17
4.2-Les causes humaines	17
4.3-Les causes inconnues	18
5-La propagation des feux	18
6-Conséquences des feux	21
6.1-Impact sur la végétation	22
6.2-Impact sur le sol	22
6.3-Impact sur la faune	23
6.4-Impact sur l’homme, les biens et les activités	23
Chapitre 02: l’état des feux des forêts en France Vs Algérie	24
Introduction.....	25
1-Les incendies des forets dans la France.....	25
2-Les chiffres-clés de la saison 2020.....	26
3-Les zones chaudes dans la France	28
4-Le risque de feux du foret	28
4.1-Causes naturelles.....	28
4.2-Causes majoritairement d’origine humaine	29
4.3-Facteurs climatiques.....	29
4.4-La végétation forestière en tant que combustible	29
4.5-L’activité humaine	30
5-La stratégie française de prévention	30

5.1-Les conseils de la prévention.....	32
6-L'intervention contre les incendies des forêts.....	32
6.1-Colonnes de renfort zonales	33
6.2-Détachement d'intervention hélicopté national (DIHN)	33
6.3-Groupe d'appui (GAPP).....	34
6.4-Détachement d'intervention retardant (DIR).....	34
6.5-Section d'intervention feux de forêt (SIFF).....	34
6.6-Moyens aériens	34
7-L'état de lutte des feux des forets en Algérie	35
8-Etat Les forêts en Algérie.....	35
9-La répartition des principales essences forestières de l'Algérie	36
10-Analyse des statistiques des feux de forêt en Algérie	38
10.1-Bilan général	38
10.2-Analyse des incendies de forêts au niveau des wilayas (2021).....	39
11-La lutte contre les feux de forêts	42
11-1-La lutte préventive	42
11-2-La lutte curative	46
Chapitre 03 : Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)	48
1-Présentation de la wilaya d'Ain Defla.....	49
1.1-Relief et Climat de la région	49
1.2-Etat actuel des forêts de la wilaya	50
2-Superficies Forestières par Commune.....	54
2.1-Facteurs influents sur les incendies	54
3-Analyse des feux de forêts	55
3.1-Evolution des incendies de forêts durant la dernière décennie (2011-2020).....	55
3.2-Analyse de la campagne de lutte contre les feux de forêts 2020.....	57
3.3-Répartition des incendies par type de formation végétale	57
3.4-Répartition des incendies par commune	58
3.5-Répartition mensuelle des incendies de forêt:	59
3.6-Etat des incendies où l'intervention n'était pas autorisée (INA):.....	61
3.7-Participation à l'intervention contre les incendies.....	63
4-zones et Périodes des Feux de Forêts	63
5-Les causes des feux de forêts	63
6-Sensibilité aux incendies des différentes zones.	64

7-Réglementation	64
8-Mise en œuvre du plan feux de forêts	65
- Les actions de sensibilisation	65
- Les travaux préventifs	67
9-Les travaux de prévention réalisée à ce jour sont comme suit	69
- Par le secteur des forêts.....	69
- Par les autres secteurs	70
10-Infrastructure forestière existante	70
- Dispositions prises pour l'implication des populations riveraines dans la prévention et la lutte contre les feux de forêts.....	70
11-Usages dans le domaine forestier national	71
Figure 19 Plan intervention de lutte des incendies	73
12-Le dispositif organisationnel	74
12-1 organes de coordination :	74
12-2 Rôle des services et Organismes concernés par la Prévention et la lutte contre les feux de forêts:	77
- Le service des forêts.....	78
- La protection civile	79
- La direction des travaux publics.....	79
- La direction des services agricoles.....	79
- La direction de la santé	79
- Les services de la police et de la gendarmerie.....	79
- Les unités de l'ANP	80
- La SONELGAZ	80
- La SNTF	80
13-Le dispositif de surveillance et d'intervention.....	80
- La permanence	80
- Le réseau radio.....	81
- Les postes de vigies	81
- Les brigades forestières mobiles	81
- Mobilisation des unités de la protection civile	82
- Mobilisation des APC et autres organismes	82
- La direction des interventions	82
- La direction technique de lutte active.....	82
14-Mise en œuvre du dispositif organisationnel	83

- Promulgation des arrêtés	83
- Installation des comités opérationnels :	83
Chapitre 4 : les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies	84
1-Introduction.....	85
2-Organisation et moyens de lutte contre l'incendie.....	85
2-1 Surveiller, alerter, détecter	85
2-2 Organisation d'une opération de secours feux de forêts	85
2-3 Les moyens efficaces d'intervention	86
2-4 Les moyens terrestres	86
2-5 Le DIH des FORMISC.....	86
2-6 Une flotte aérienne polyvalente.....	87
3-2 Exemple d'application de drone dans la détection des feux	90
- Motivation.....	91
- Méthodes de détection	92
- Résultats.....	99
- Conclusion	99
- Conclusion générale.....	100
Références bibliographiques.....	101

Liste des figures

Figure 1 : le triangle de feu	14
Figure 2 : types de feux des forets	15
Figure 3 : propagation du feu	20
Figure 4 : statistiques des feux en France en 2020	27
Figure 5 : les zones chaudes au France	28
Figure 6 : signalisations de sécurité des forêts	32
Figure 7 : camion-citerne des feux des forêts	33
Figure 8 : hélicoptère d'intervention	33
Figure 9 : taux des principales essences forestières d'Algérie	38
Figure 10 : Répartition des superficies incendiées par wilaya en Algérie (2005-2014)	41
Figure 11: situation géographique d'Ain Defla	49
Figure 12 : Répartition du patrimoine forestier sur le territoire de la wilaya:	54
Figure 13 :la superficie des incendie(2011-2020)	56
Figure 14 : répartition des incendies par commune	58
Figure 15 : Nombre de foyers touché par les incendies	59
Figure 16: Nombres de l'incendie	59
Figure 17: Intervention autorisée et non autorisée de la superficie d'incendie et le nombre de foyers	61
Figure 18:Nombre de foyers touchés par les incendies dont une intervention	62
Figure19: plan d'intervention	73
Figure 20:classification des drones selon leurs masse (kg)	90
Figure 21 :les appareils utilisés	93
Figure 22 ;exemple de détection du fumée	98
Figure 23 :résultat de tests obtenus à partir de l'environnement physique	99

Liste des tableaux

Tableau 1 : influence du vent et de la sécheresse sur le risque d'incendie (ORIEUX)	21
Tableau 2 : Principales essences forestières d'Algérie (DGF, 2014)	35
Tableau 3 : Principales essences forestières d'Algérie (DGF, 2014)	37
Tableau 4 : bilan des incendies des forets en 2021	40
Tableau 5 : Les zones boisées de la wilaya	52
Tableau 6 : nombre de foyers et la superficie parcourue par le feu	55
Tableau 7 : répartition des incendies	57
Tableau 8 : nombre d'organisations	63
Tableau 9 : actions de conservation des forêts	69
Tableau 10 : Action à caractère individuel	71
Tableau 11 : Action à caractère collectif	71
Tableau 12 : Repartition des activités	72
Tableau 12 : Fiche technique d'avion canadair	88

Introduction générale

L'été 2021 a été très difficile et très chaud pour l'Algérie, les gigantesques incendies ont touché non seulement le secteur industriel dans plusieurs wilayas, mais aussi le secteur forestier, qui a enregistré un nombre important d'incendies et des dégâts divers.

Le feu a été un facteur majeur qui configurait la composition, la structure et le fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Les forêts sont régulièrement attaquées par le feu, souvent avec des conséquences sociales, environnementales et économiques désastreuses (MEDDOUR-SAHAR, 2014). Dans le monde, chaque année, environ trois millions d'hectares d'espaces forestiers sont détruits par le feu volontairement ou accidentellement (HESSAS, 2005). Les feux de forêt dernièrement sont une série d'incendies qui se sont déroulé dans le nord de l'Algérie.

Ce phénomène n'est pas spécifique au bassin méditerranéen, mais il est particulièrement important et sensible dans cette région, l'écosystème forestier méditerranéen constitue le type de végétation qui est le plus agressé, sous l'effet de ce phénomène, par rapport à son extrême combustibilité et sa forte sensibilité au feu. L'homme accepte difficilement le fait que son habitation, son outil de travail ou son environnement de loisir puisse être détruit par les flammes, il est donc essentiel d'organiser la cohabitation entre l'homme et l'aléa, par l'intermédiaire notamment d'outils d'aménagement du territoire à différentes échelles géographiques. C'est le domaine de la prévention des risques. Mais lorsque le risque est avéré, que l'incendie se soit déclaré, il est alors nécessaire de déployer un ensemble de méthodes et outils technologiques qui vont permettre de faire face à l'incendie et d'en limiter les conséquences. C'est le domaine de la prévision (SAUVAGNARGUES, 2012).

Les forêts algériennes font face depuis plusieurs décennies à une accentuation des facteurs de dégradation comme le surpâturage, les attaques de la chenille processionnaire, les défrichements et les coupes illicites. Cependant, de tous les problèmes qu'a connus l'Algérie en matière de foresterie, le feu reste le facteur le plus redoutable et le plus dévastateur, pouvant causer d'énormes préjudices. En effet, selon (MEDDOUR-SAHAR & DERRIDJ, 2012). Durant la période (1963-2010) la forêt algérienne enregistre un chiffre de 910 640 ha de superficie incendiée.

Donc, il est légitime aujourd'hui de se demander quelles sont les origines du phénomène des incendies de forêt, et comment minimiser les dégâts occasionnés par ce phénomène dans des régions boisées. Afin d'atteindre cette demande, notre travail consistera à faire une étude sur ce phénomène.

Ce mémoire, qui rentre dans le cadre d'un projet de fin d'études en sécurité prévention intervention, il est composé de:

Chapitre 01 : une synthèse des notions de bases sur le phénomène du feu, les différents types, les principales causes et conséquences avec les paramètres qui influent le feu.

Chapitre 02 : une présentation des stratégies de lutte contre les incendies des forêts en France et en Algérie en détaillant les différents moyens techniques et outils utilisés par les deux pays.

Chapitre 03 : un exemple des stratégies de lutte contre les feux à Ain defla Algérie.

Chapitre 04 : une présentation des mesures de prévention et d'intervention en cas des incendies.

En terminant par une conclusion générale.

Chapitre01 : Notions de phytologie forestier

1-Introduction

La région méditerranéenne possède des zones biogéographiques parmi les plus rares au monde et une biodiversité de première importance (Kerrache G, 2011), avec une richesse floristique équivalant à environ 10 % des végétaux supérieurs du globe alors qu'elle ne représente que 1,6 % seulement de la surface terrestre (Médail&Quézel,1997). C'est les multiples événements paléogéographiques et les cycles climatiques contrastés qui ont permis l'émergence de cette biodiversité inhabituellement élevée dans la région méditerranéenne (Quézel P,1985). L'organisation de la végétation actuelle résulte en premier lieu des instabilités climatiques survenues durant le Pliocène et le Pléistocène. De plus, l'ancienneté de l'impact humain a eu de profondes conséquences sur cette organisation des paysages et sur la diversité des écosystèmes méditerranéens.

Le feu est une perturbation majeure des écosystèmes méditerranéens (Trabaud Louis, 1976) et il façonne depuis longtemps les paysages. Le climat méditerranéen, caractérisé par une sécheresse estivale et un vent fort (mistral), ajouté à la présence d'essences végétales très combustibles, favorisent les incendies (Hetier, 1993).

Ce chapitre a pour but de fournir une meilleure compréhension de la façon dont se comporte un incendie dans les forêts.

2-Comportement du feu

Généralement, l'été est la période de l'année la plus propice aux feux de forêt, car aux effets conjugués de la sécheresse et d'une faible teneur en eau des végétaux, s'ajoute une forte fréquentation de ces espaces. Mais le danger existe aussi en fin d'hiver et au début du printemps en particulier dans le massif landais ou dans les zones de moyenne montagne.

Un feu de forêt peut être d'origine naturelle (dû à la foudre ou à une éruption volcanique) ou humaine: soit de manière intentionnelle, soit de manière accidentelle (barbecue, mégot de cigarette, feu d'écobuage mal contrôlé, travaux...). Il peut également être provoqué par des infrastructures (ligne de transport d'énergie, dépôt d'ordures, ligne de chemin de fer, etc...).

Pour qu'il y ait inflammation et combustion, trois facteurs doivent être réunis :

- Présence d'un combustible (n'importe quel matériau pouvant brûler)
- Présence d'une source externe de chaleur (flamme ou étincelle) ;
- Présence d'oxygène .

On représente de façon symbolique cette association par le triangle du feu (figure 1):

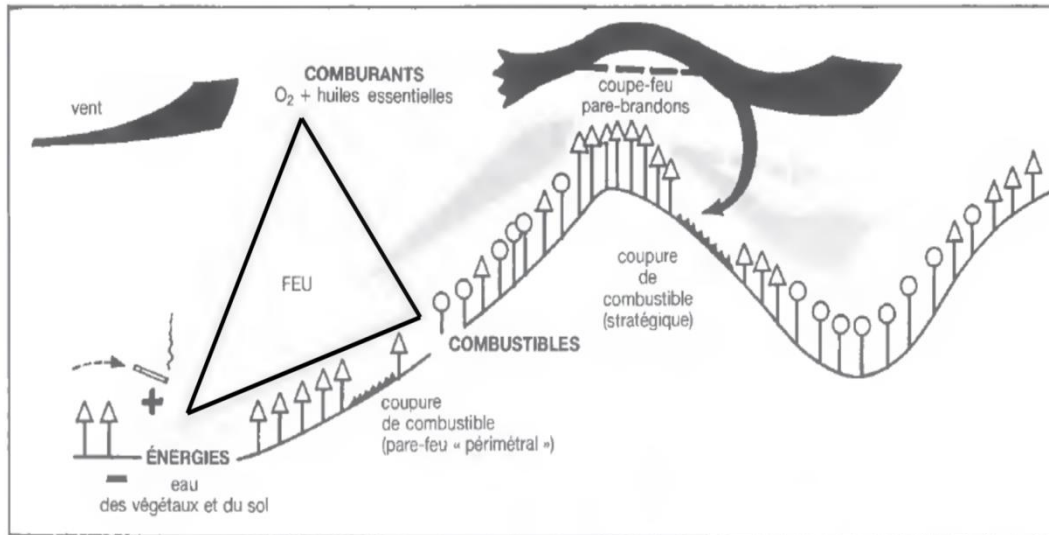


Figure 1 le triangle de feu

De trois éléments :

1. Matière combustible
2. Matière comburante Oxygène
3. Source d'énergie

Combustible = Matière inflammable

Une matière qui peut prendre feu. Précisons que ce sont les vapeurs et les gaz émis par la chaleur qui brûlent.

- Solide
- Liquide
- Gazeuse

COMBURANT= OXYGÈNE

- Dans l'air
- Indispensable pour avoir du feu

L'oxygène est un composant indispensable dans l'air qui nous permet de respirer. Sans oxygène, il n'y aurait pas de vie sur terre. Il n'est également pas possible d'avoir de feu en l'absence d'oxygène

SOURCE D'ENERGIE : C'est une source d'inflammation capable de produire assez de chaleur pour initier la combustion:

- Flamme nue, point chaud,
- Étincelle électrique ou électrostatique, choc ou frottement.

3-Les différents types de feux de forêts

Une fois déclenché, 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 forêt peuvent être de quatre types TRABA (MARGERIT, 1998) :



Figure 2 : types de feux des forêts

3.1-Les feux de sol

Sont des feux qui se propagent dans la litière et l'humus. Ils sont difficiles à détecter, car ils sont sans flammes. Leur vitesse de propagation est faible. Ces feux peuvent endommager les racines des arbres.

3.2-Les feux de surface

Dits aussi feux courants, se propagent dans les sous-bois des forêts. Ils brûlent l'herbe et les broussailles. Ces feux sont avec flammes et peuvent se propager rapidement. Ce sont les feux les plus communs. Ils peuvent avoir comme origine un feu de sol, ou se terminer en un feu de sol susceptible de se transformer en un nouveau feu de surface après l'intervention des pompiers.

Les feux de surface se déplaçant plus rapidement sont généralement décrits comme des feux roulants.

3.3-Les feux de cimes

Sont des feux qui se propagent au niveau de la couronne des arbres. Leur vitesse de propagation est très grande. Ils sont généralement déclenchés par un feu de surface qui gagne en intensité et atteint la couronne des arbres.

Il existe deux types de feux de cime :

- Le feu de cime intermittent, où les arbres s'enflamment souvent en chandelle, mais pas en continu. La vitesse de propagation est dictée par le feu de surface.
- Le feu de cime continu, où il progresse en mur de flammes bien défini, s'étendant de la couche combustible de surface jusqu'au-dessus de la cime

3.4-Des feux de braises

Sont produits par des feux de cimes dans certaines conditions de vent et de topographie. Ces braises sont transportées à distance et sont alors à l'origine de foyers secondaires. De tels feux sont très difficiles à contrôler et leur propagation très rapide est très difficile à prédire.

4-Les principales causes des incendies de forêts

Les feux de forêt étaient une « activité » naturelle causée la plupart du temps par des phénomènes rares, comme une éruption volcanique ou un tremblement de terre, qui

se produisent dans des zones géographiques très spécifiques ce n'est donc pas eux mais la foudre qui est le principal responsable des départs de feu de forêts d'origine naturelle. Aujourd'hui les causes naturelles sont beaucoup moins fréquentes et laissent désormais place aux activités humaines comme l'endommagement des lignes électriques ou encore d'accidents militaires comme ce fut le cas 2016 et 2017(1300 hectares de pins) en Algérie.

4.1-Les 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 ne représente 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.

Les éruptions volcaniques peuvent également être à l'origine d'incendies de forêt. Ce phénomène est cependant exceptionnel dans le bassin méditerranéen.

4.2-Les causes humaines

Les causes d'origine anthropique ont un rôle prépondérant dans le déclenchement des incendies de forêt. On peut classer les causes d'origine humaine en deux grandes catégories :

- **Les incendies dus à la négligence** : Les populations tant rurales qu'urbaines montrent une faible connaissance du danger des incendies et leurs conséquences négatives. Parmi les incendies causés par imprudence, on peut citer :
 - Récolte de miel
 - Charbonnières
 - Chauffages
 - Préparation de thé
 - Jet de mégot de cigarette
 - Incinération de chaumes
- **Les incendies intentionnels** : Les pourcentages d'incendies provoqués intentionnellement sont réellement très élevés. Les brûlis agricoles et pastoraux qu'on laisse se propager jusqu'à la forêt. Leur but primaire est d'éliminer les résidus, le pâturage sec ou la végétation ligneuse, le but secondaire étant de faire reculer la

forêt pour finalement occuper le terrain. Ce genre de pratique est très fréquent, dans les pays du Maghreb.

- Vengeance privée
- Conflits relatifs aux droits de chasse
- Conflits relatifs à la propriété des forêts
- Conflits relatifs à la politique forestière, par exemple lorsque des reboisements sont effectués aux dépens des terrains de parcours traditionnels, ou lorsque la création d'un parc national supprime ou restreint l'utilisation agricole ou pastorale des terres.
- Feux allumés dans le but d'éloigner des animaux nuisibles pour le bétail (sangliers, loups).
- Feux provoqués pour des raisons politiques. Bien que cités, parfois, comme un moyen pour perturber l'ordre public, associé au malaise social, il ne semble pas pour le moment, que les incendies soient d'une manière générale associés au terrorisme.

4.3-Les causes inconnues

L'origine des incendies est souvent difficile à déterminer de fait de l'absence de preuves matérielles concrètes ; il en résulte que le pourcentage de causes inconnues peut être très important (COLIN, JAPPIOT, & MARIEL, 2001).

5-La propagation des feux

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)

5.1-Influence de la végétation :

La probabilité qu'un feu parte et se propage dans un peuplement forestier n'est jamais nulle (ZAOUI, 2013). La végétation intervenant dans la formation et le développement des feux, car elle alimente les foyers en matières combustibles. La litière, les strates herbacées, ligneuses basses et ligneuses hautes présentent des aptitudes variables à la combustion et à la propagation. Par exemple, les maquis, les garrigues et les landes possèdent une inflammabilité moyenne, mais une combustibilité forte et rapide. Cette strate influence grandement le transfert du feu vers la cime des arbres (GUÉNON, 2010).

La teneur en résine très inflammable des pins augmente fortement le risque d'incendie. De plus, ces conifères propagent rapidement le feu par la projection de flammèches et de brandons. Les sautes de matières enflammées peuvent atteindre plus de 2 km dans le cas des pinèdes de pin d'Alep, entraînant ainsi l'allumage de foyers secondaires dans au moins 40 % des cas (ALEXANDRIAN, 2003). La végétation des sous-bois favorise aussi les incendies. Les oléastres, les pistachiers-térébinthes ou les lentisques contiennent des résines ou des huiles très inflammables. Tous ces végétaux possèdent de surcroît une partie ligneuse très développée qui fournit au feu une grande quantité de matière combustible (Clément, 2005).

Il est évident que l'existence d'un massif boisé compact de même essence résineuse est très favorable à l'incendie.

- Un feu ascendant brûle d'autant plus rapidement que la pente est forte, car l'efficacité des transferts thermique par rayonnement et convection est accrue
- Un feu descendant voit sa vitesse considérablement ralentie, mais le risque qu'il saute d'une pente à l'autre est très important « saute de feu »

Le front de flammes est la partie la plus virulente du feu, située à l'avant d'un foyer d'incendie.

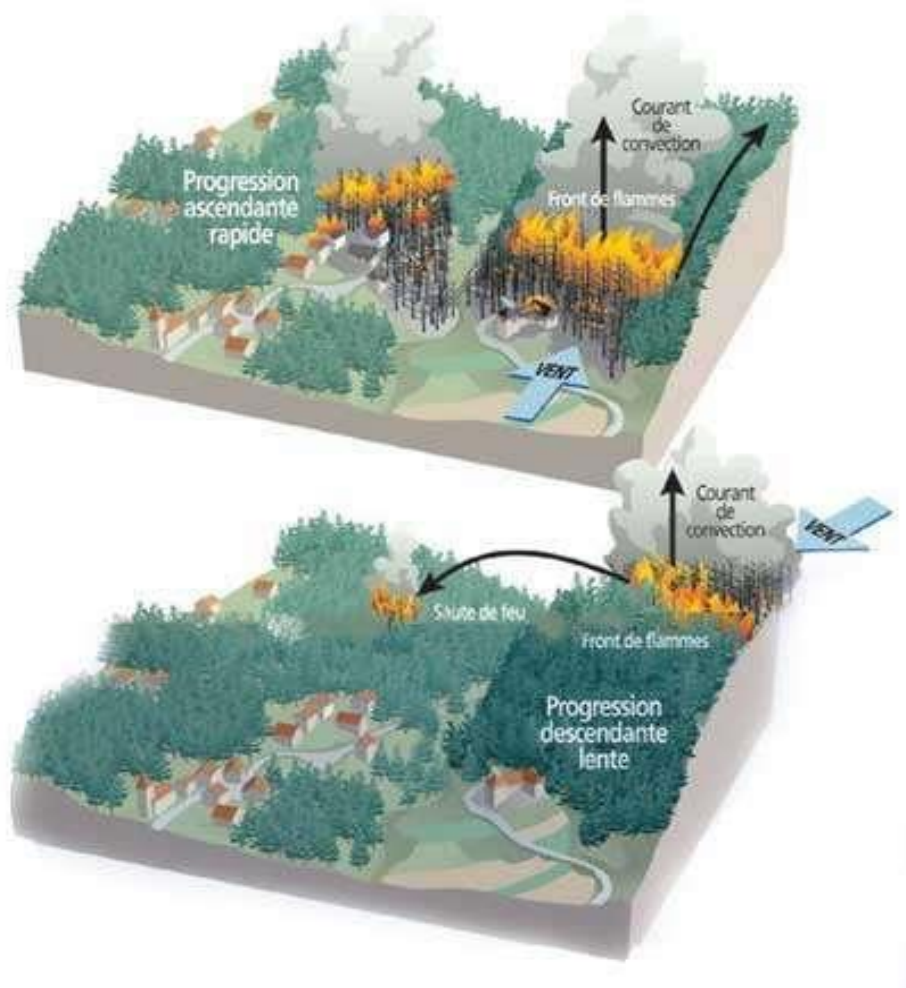


Figure 3 : propagation du feu

5.2-La sécheresse

La chaleur dessèche les végétaux par évaporation et provoque lors des périodes les plus chaudes la libération d'essences volatiles, à l'origine de la propagation des flammes (MERDAS, 2007).

Les végétaux vivants, généralement riches en eau, sont donc moins inflammables et moins combustibles que les végétaux morts (Drissi, 2014).

Les risques d'incendie sont évalués par des indices résultants de la combinaison des effets du vent et de la sécheresse, ses derniers sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : influence du vent et de la sécheresse sur le risque d'incendie (ORIEUX)

Vent km/h \ Sécheresse	V < 20	20 < V < 40	40 < V
Nulle	0	0	0
Assez forte	1	1	2
Forte	1	2	2
Très forte	1	2	2

0 : pas de risque

1 : risque habituel

2 : risque sévère

5.3-Le relief

Le relief joue également un rôle primordial dans le comportement du feu. Il intervient par trois paramètres : l'inclinaison des pentes, l'exposition de la pente, et l'élévation du terrain.

En zone de relief irrégulier, la progression du feu est accélérée dans les montées et ralentie dans les descentes, la pente conditionne l'inclinaison des flammes par rapport au sol et ainsi leur vitesse de propagation.

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 et sud-ouest présentent les conditions les plus favorables pour une inflammation rapide, et pour la propagation des flammes (MERDAS, 2007).

6-Conséquences des feux

Le feu est une catastrophe naturelle qui représente une menace non seulement pour les biens et les personnes, mais aussi pour leur environnement. Le feu est le grand responsable de la dégradation séculaire, continue et irréversible des paysages forestiers

méditerranéens en des formations ouvertes de plus en plus irrémédiablement appauvries (PRODON & TATONI, 2012).

6.1-Impact sur la végétation

Les dommages causés par les incendies varient suivant la nature, l'état des peuplements atteints et les essences qui les composent.

Les effets du feu sur les végétaux sont très variables: certaines espèces ne sont pas affectées, d'autres sont endommagées au niveau de leurs parties aériennes, d'autres encore seront tuées immédiatement. Les effets dépendent en partie du moment où se produit l'incendie et de son intensité, et aussi des caractères intrinsèques et de l'état physiologique des plantes concernées (FROST, 2001). Ils dépendent aussi de sa composition, et plus particulièrement du degré de résistance ou de résilience des espèces qui la constituent (GENRIES & CARCAILLET, 2009). Certaines espèces brûlent plus facilement que d'autres, et d'autres sont adaptées à des régimes élevés de perturbations.

Les incendies menacent directement certaines espèces rares ou bien des stades d'évolution de la végétation très peu représentés. Ils peuvent alors avoir des conséquences en termes de perte de la diversité biologique.

Dans le cas du liège, celui qui reste est le « liège noir » qui a une valeur très faible sur l'arbre, le liège se décolle, et il faut élaguer les branches mortifiées. Les dégâts aux arbres sont plus forts si le feu passe après le démasclage.

Il y a aussi le danger d'invasion des parcelles voisines par des insectes xylophages et phytophages surtout si l'on n'a pas pratiqué l'écorçage et l'enlèvement des bois brûlés. Les feux occasionnent aussi la maladie du rond. Il y a altération des souches.

Certaines graines de pin sont activées par la chaleur, mais beaucoup d'autres sont brûlées et anéanties. Un incendie engendre un impact brutal sur le paysage en provoquant la disparition de la végétation, et la modification de paysages.

6.2-Impact sur le sol

Un des effets les plus immédiats des feux est la perte en éléments minéraux (en particulier l'azote) dans l'atmosphère, par volatilisation sous forme gazeuse, ou par convection de fines particules dans la fumée (GILLON, 1990).

En règle générale, il est admis que le feu stimule les microorganismes du sol, par augmentation du pH du sol avec l'incorporation des cendres. En effet, la suppression ou la

diminution des couches protectrices que représentent la litière, et la végétation soumet le sol au rayonnement solaire direct, et entraîne une élévation générale de sa température après le feu. Au niveau du sol le passage d'un incendie peut entraîner des phénomènes d'érosion, liés au ruissellement en raison de la disparition de la couverture végétale (TILLIER, 2011).

6.3-Impact sur la faune

L'incendie affecte de façon différente les divers groupes faunistiques : certains ne survivent pas, brûlés ou asphyxiés par les fumées ; d'autres échappent au feu en fuyant (oiseaux) ou en trouvant des abris, dans le sol par exemple : Les chances de survie dépendent de l'intensité du feu (l'échauffement du sol peut être très important et les animaux ne survivent pas), mais aussi de la période (les dégâts sont plus importants lors de la nidification des oiseaux). Le feu perturbe en outre de façon indirecte les cycles biologiques des animaux.

Des feux répétés sont à l'origine d'un appauvrissement faunistique, par mort des animaux ou désertion du fait de la diminution des ressources alimentaires, et de la destruction des habitats.

6.4-Impact sur l'homme, les biens et les activités

Les feux de forêts constituent une menace pour la vie humaine, Les plus touchés sont les sapeurs-pompier qui payent parfois un lourd tribut à la protection des forêts et des populations exposées aux incendies (HESSAS, 2005).

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.

Chapitre 02: l'état des feux des forêts en France Vs Algérie

Introduction

En 2021, la stratégie de lutte contre les feux de forêt s'articule autour de plusieurs axes complémentaires :

- Une anticipation et une démarche de prévention, en lien avec les collectivités, qui permettent de proportionner les moyens engagés et de mobiliser le dispositif du guet aérien ayant fait ses preuves ;
- Un engagement de dispositifs terrestres conséquents, en articulation étroite avec les moyens aériens ;
- La mobilisation d'un nombre important de vecteurs aériens, essentiels pour limiter la propagation du feu, dans une logique d'action réactive et massive.

Ce chapitre vise à faire une comparaison dans le sens de lutte contre les incendies des forêts entre les deux pays Algérie et France afin d'éclaircir les processus adopter par chaque pays.

1-Les incendies des forêts dans la France

Les incendies qui ont frappé différentes régions du monde cette année, l'été est toujours allé de pair avec un assèchement de la végétation et des risques accrus de feux de forêts, les effets du réchauffement climatique sur l'accentuation de ce phénomène ne font aujourd'hui plus aucun doute. En Europe, la Grèce a été très touchée dès le début du mois d'aout avec des feux d'une ampleur jamais vue. Avec une face à un feu, la France est particulièrement vulnérable. Contre les feux de végétation, des actions de prévention sont menées pour prévenir le risque d'incendie.

La France est le quatrième pays européen le plus boisé avec 16.9 millions d'hectares de forêt sur son territoire métropolitain. L'importance de ses surfaces boisées la rend vulnérable au risque incendie de forêt, notamment en période estivale. Les incendies ont un impact majeur sur les espaces naturels, détruisant tout ou partie des animaux et végétaux sur son passage.

En 2018 et 2019, les régions du Sud-ouest avec le massif aquitain (Nouvelle-aquitaine) et du Sud-est avec ses forêts méditerranéennes (Auvergne-Rhône-Alpes-côte d'Azur) étaient les plus exposées à ce risque.

Aujourd'hui, l'ensemble du territoire est particulièrement vulnérable face au risque d'incendie de végétaux, qu'il s'agisse de forêts, de prairies ou de friches. Début avril 2020, deux incendies ont eu lieu en Corrèze sur plus de 65 hectares et en Sologne ou 60 hectares de

végétation ont été consommés. Chaque année, 300 à 400 millions d'hectares de végétaux sont brûlés dans le monde.

En France métropolitaine, sur la période 2007-2018, on dénombre une moyenne annuelle de 4 040 feux qui ravagent 11 117 ha de forêt (source bases de données BDIF et Prométhée). La majorité de ces feux ont lieu en zone méditerranéenne (6 698 ha, pour 4 419 en dehors de cette zone). Les conditions météorologiques (sécheresse, température et vent) ont une forte influence sur la sensibilité de la végétation au feu et sur la propagation une fois le feu déclenché.

2-Les chiffres-clés de la saison 2020

L'année 2020 est marquée par un déséquilibre par rapport aux normales saisonnières. En effet, l'hiver 2019-2020 fut le plus doux depuis le début du 20^e siècle et le printemps 2020 fut le 2^e printemps le plus chaud depuis 1900. Les tempêtes hivernales touchant principalement la Corse et les Alpes-Maritimes ont provoqué une douceur exceptionnelle et un assèchement extrême. Dans ces conditions, la végétation morte ou en dormance a été soumise à un risque fort d'incendie, accentué par une absence de pluie.

On peut également noter le mois de juillet 2020 comme le plus sec depuis 1957, causant des cumuls de pluies déficitaires sur la majeure partie du pays. À l'échelle du territoire national, l'anomalie de température de l'été 2020 est supérieure à la normale de 1,1°C, le classant au 7^e rang des étés les plus chauds depuis 1900. Malgré ces conditions défavorables de sécheresse et de température, le nombre de jours de vent fort est resté très en dessous de la normale, permettant de limiter les superficies brûlées.

Traditionnellement faible, l'activité hivernale en zone Sud a été particulièrement élevée, notamment en Corse. À l'inverse, alors que la majorité des surfaces brûlées en zone Sud-ouest intervient au printemps, cette période a été relativement calme et l'essentiel du bilan 2020 a été réalisé en été.

Enfin, les feux d'espaces agricoles (5 000 hectares environ), majoritairement localisés dans la moitié nord du pays, ont été beaucoup moins importants qu'en 2019 (estimés à 15 000 hectares).

Malgré un été chaud et très sec, la saison 2020 se situe dans la moyenne décennale : 11 400 hectares de forêt ont été parcourus par les feux, représentant plus de 3 200 incendies. Ce bilan concerne principalement la moitié sud du pays (85 %) et plus particulièrement les 15 départements méditerranéens (60 %).

Moins impactée par les feux d'espaces naturels (friches et parcelles non cultivées) que 2019, l'année 2020 compte néanmoins 6 000 hectares brûlés. Au total en 2020, la surface brûlée en France représente 17 400 hectares, (campagne 2021 Ministère de l'Intérieur/DGSCGC).

(DGSCGC) :Direction Général de la Sécurité Civil et de la Gestion des Crises

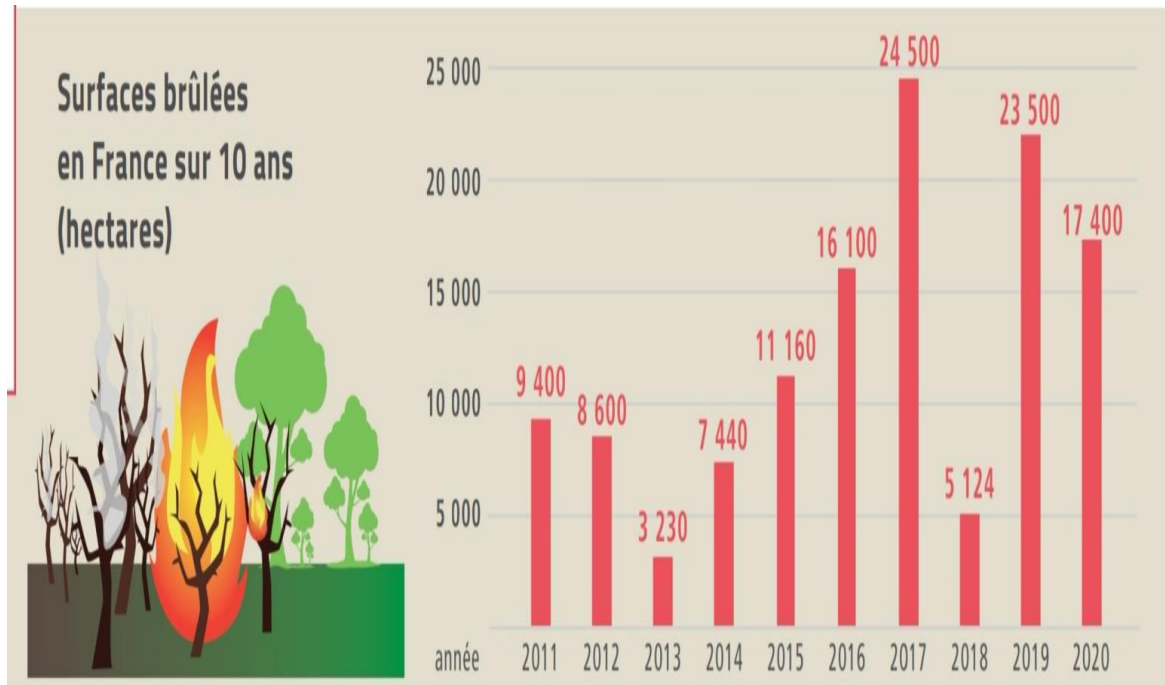


Figure 4 : statistiques des feux en France en 2020

3-Les zones chaudes remontent de la France



Figure 5 les zones chaudes au France

4-Le risque de feux de forêt

Les causes d'incendie de forêt sont diverses et leur répartition varie selon les pays et à l'intérieur d'un même pays, mais aussi en fonction du temps.

4.1-Causes naturelles

La végétation ne s'enflammant pas seule, même par forte sécheresse, l'unique cause naturelle connue dans France est la foudre. Ce phénomène, très répandu en forêt boréale

(“orages secs”), est relativement rare en région franco il ne concerne que 1 à 5 % des cas d'incendies (Colin, 2001) Des exceptions peuvent toutefois être observées, notamment en Espagne, où, dans certaines régions, la foudre représente 30 % des départs de feu (Aragon : 38% et Castille-Lamarche : 29 %). Les éruptions volcaniques peuvent également être à l'origine d'incendies de forêt. Ce phénomène est cependant exceptionnel dans le bassin méditerranéen.

4.2-Causes majoritairement d'origine humaine

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.

4.3-Facteurs climatiques

Les incendies de forêt en France dépendent pour une bonne part des conditions climatiques dominantes. Des étés prolongés (s'étendant de juin à octobre et parfois plus longtemps), avec une absence virtuelle de pluie et des températures diurnes moyennes bien supérieures à 30°C réduisent la teneur en eau de la litière forestière à moins de 5 pour cent. Dans ces conditions, même une légère augmentation de chaleur (éclair, étincelle, allumette, mégot de cigarette) peut suffire à déclencher un incendie violent (Velez, 1990). Les vents estivaux de terre, caractérisés par une grande violence et un fort pouvoir desséchant, tel que le sirocco au Maghreb, fait tomber l'humidité atmosphérique à moins de 30 % et contribuent à propager les incendies en transportant des étincelles et surtout des brandons sur de grandes distances. Par ailleurs, l'action du vent accélère l'évapotranspiration, accentue l'aptitude des végétaux à s'enflammer et facilite la propagation du feu (Quez el Médial, 2003).

4.4-La végétation forestière en tant que combustible

Reflétant le climat dominé par de longues sécheresses estivales, les forêts méditerranéennes sont souvent caractérisées par des essences pro-climaciques, c'est-à-dire par des essences qui dépendent de la présence du feu durant leur cycle reproductif. (Velez, 1994).

Selon (Velez, 1994), Les pins forment les plus grands peuplements sur les rives à la fois septentrionales et méridionales de la Méditerranée. Ces essences sont caractérisées par des mécanismes physiologiques qui associent au feu l'ensemencement naturel, c'est-à-dire

l'ouverture des cônes de pin exposés à une chaleur intense. Ces essences tendent aussi à avoir une très forte teneur en résine ou en huiles Essentielles, ce qui les rend extrêmement inflammables. (Dimitrakopoulos & Mitsopoulos, 2006) D'autres essences, en particulier les chênes sclérophylles vivaces, le chêne vert et le chêne liège Q (une résistance morphologique au feu). Par exemple, Q. suber à une écorce épaisse caractéristique qui isole le cambium, ce qui lui permet de résister à des incendies sporadiques.

De même, la présence d'un grand nombre de bourgeons dormants chez les chênes assure la production de pousses et de rejets si la partie aérienne de la plante est endommagée par le feu. (Velez, 1994).

4.5-L'activité humaine

L'activité humaine est la principale cause de déclenchement d'incendies – 90% des départs de feu –que ce soit du fait d'une activité de l'économique (chantiers de BTS, activité du quotidien (mégots de cigarettes, barbecues ou feux de camps).la moitié de ces feux d'origine anthropique sont dus à des imprudences et a des comportements dangereux, aussi bien de touristes que de riverains. Plus de 50% des départs de feux pourraient être évités en appliquant les bons gestes au quotidien.

5-La stratégie française de prévention

Dans le département, les premiers signes du changement climatique autour des incendies sont apparus en 2015 « on s'est retrouver avec un véritable feu de forêt extrêmement important puisqu'il a brulé 100 hectares Ratage française de lutte C la stratégie française du lutte contre les feux des forêts, une organisation qui a fait ses preuves, le dispositif français de lutte contre les feux de forêt repose sur une anticipation forte pour détecter les feux le plus rapidement possible et engager les moyens adaptés.

Une prévention accrue La stratégie nationale mise en place par l'État impose des travaux de prévention. Le plan départemental de protection de la forêt contre l'incendie (PDPFCI) définit les grandes orientations en matière de prévention et de lutte contre les incendies, les actions à mener et les objectifs à atteindre en prenant en compte les feux et les aménagements ainsi que leur planification. Les travaux ainsi effectués visent à éviter l'éclosion, puis la propagation des feux sur les zones forestières et faciliter l'intervention des services de secours.

L'obligation de débroussaillage dans les départements exposés aux risques d'incendies de forêts contribue au renforcement de cette action de prévention ce principe doit permettre d'attaquer tout feu dans les 10 Minutes suivant sa détection. L'intervention repose alors sur la mobilisation prévue de lutte, qu'il s'agisse des sapeurs-pompiers des différents SIS (déployés dans les massifs sensibles aux côtés des agents forestiers, des comités Communaux feux de forêts...) ou des moyens nationaux qui y prennent toute leur part :

- Détachements des Formations militaires de la Sécurité civile (Formica) ;
- Guet Aérien Armé opéré par les avions de la Sécurité civile (GAAR) ;
- Colonnes prévisionnelles de renfort formées de sapeurs-pompiers qualifiés venant de colonnes de renfort zonales.

En fonction de la situation météorologique et opérationnelle, en prévision d'un risque important, un préfet de département peut être amené à demander le pré-positionnement

De moyens sapeurs-pompiers extra-départementaux par le biais du COZ. Appelées colonnes de renfort zonales, elles sont 23 au total partout en France, soit plus de 1 600 personnels formés.

La colonne feux de forêt est engagée sur les feux les plus importants et est constituée d'un élément de commandement et de soutien, ainsi que de trois groupes d'intervention feux de forêt .Groupe d'intervention feux de forêts (GIFF).Elle assure un maillage du terrain dans le cadre du dispositif préventif en fonction du niveau de danger.

En complément de ces moyens sapeurs-pompiers, les services d'incendie et de secours peuvent être renforcés par les moyens nationaux avec les formations militaires de la sécurité civile réparties au sein de 3 unités d'instruction et d'intervention (UIISC), elles mobilisent plus de 650 hommes et femmes sur le terrain durant cette campagne.

- Les sapeurs-sauveteurs constituent trois groupements opérationnels de lutte contre les feux de forêt. Groupe opérationnel de lutte contre les feux de forêts (GOLFF) basés au sein de la zone Sud à Brignoles (83), à Lusignan (11) et à Corte (2B). Un groupement d'astreinte nationale (GAN) peut intégrer le dispositif lutte la France ;
- Patrouilles militaires mises à disposition dans le cadre d'un protocole conclu avec le ministère des armées qui assurent une surveillance active des massifs. Les moyens doivent rapidement être les premiers sur les lieux d'un incendie, grâce au Dispositif unique de surveillance mis en place en France, le guet aérien armé. Il appartient alors aux moyens terrestres d'exploiter leurs largages et d'achever l'extinctif.

5.1-Les conseils de la prévention

Un feu sur deux est la conséquence d'une imprudence. La vigilance de tous et le respect des consignes restent les meilleures protections contre les feux de forêt. Si vous vous trouvez confronté à un feu, soyez acteur de votre sécurité et appréhendez le danger pour vous en protéger.



Figure 6 : signalisations de sécurité des forêts

6-L'intervention contre les incendies des forêts

Dans le cadre de la lutte contre les feux de forêt, les services d'incendie et de secours engagent différents moyens. Dans un premier temps, la lutte est menée au sol à partir d'un engin dédié à cette mission Groupe d'intervention feux de forêt (GIFF) et Unité d'intervention feux de forêt (UIFF). Lorsque l'évolution du sinistre et les besoins en eau dépassent les possibilités d'action d'un CCF, la mise en œuvre simultanée de plusieurs CCF est nécessaire : cet ensemble de véhicules constitue le GIFF. Il est constitué d'un véhicule de commandement et de 4 engins de lutte (CCF).

Dans le Sud-ouest, du fait de la différence de végétation et des massifs, ceux sont des Unités d'intervention feux de forêt (UIFF) avec 1 véhicule de commandement et 2 engins de lutte (CCF). Ce dispositif historique est utilisé par la Gironde, les Landes, Le Lot-et-Garonne, la Charente-Maritime et la Dordogne. Des moyens complémentaires de type logistique, alimentation en eau et commandement peuvent compléter le dispositif sur le terrain.



Figure 7 : camion-citerne des feux des forêts

6.1-Colonnes de renfort zonales

En fonction de la situation météorologique et opérationnelle, en prévision d'un risque important, un préfet de département peut être amené à demander le repositionnement de moyens sapeurs-pompiers extra-départementaux par le biais du COZ. Appelées colonnes de renfort zonales, elles sont 23 au total partout en France, soit plus de 1 600 personnels formés.

6.2-Détachement d'intervention hélicoptéré national (DIHN)

Armé par les Formica, le DIHN intervient en terrain difficile. Il mène des actions de lutte sur des secteurs inaccessibles par voie terrestre, grâce à l'appui des 3 hélicoptères mis à disposition par le ministère des Armées dans le cadre du protocole Héphaïstos (1 hélicoptère léger et 2 hélicoptères de manœuvre).



Figure 8 : hélicoptère d'intervention

6.3-Groupe d'appui (GAPP)

Afin de réaliser des ouvertures d'itinéraire, des aires de retournement, des pare-feu et la valorisation d'une ligne d'appui, les sapeurs-sauveteurs utilisent des bulldozers. Ce détachement est appuyé par le groupe du génie intégré du ministère des Armées dans le cadre du protocole Héphaïstos.

Durant la campagne : 3 GAPP sont armés : à Lézignan-Corbières (11), à Brignoles (83) ou à Nîmes (30) selon La stratégie adoptée, et à Orange (84).

6.4-Détachement d'intervention retardant (DIR)

Afin de retarder la progression des incendies, ces équipes spécialisées utilisent un additif avec l'eau sur les végétaux. La pose de retardant par voie terrestre présente deux avantages :

-Elle est permise de jour comme de nuit et le contrôle de l'application au sol renforce l'efficacité du produit.

- Elle complète les opérations de largage de produit retardant effectuées par les moyens aériens qui ne sont possibles que de jour.

6.5-Section d'intervention feux de forêt (SIFF)

Pour attaquer les feux naissants, protéger les points sensibles, participer à la lutte sur feu établi, mettre en œuvre les établissements de grande longueur (EGL) et traiter les foyers résiduels, les sapeurs-sauveteurs sont organisés en SIFF.

6.6-Moyens aériens

Depuis 1963, la direction générale de la Sécurité civile et de la gestion des crises dispose d'une flotte d'avions bombardiers d'eau pour renforcer l'action des troupes au sol moyens mis à disposition par les armées :

- Le protocole Héphaïstos est un dispositif qui lie le ministère des Armées au ministère de l'Intérieur. Durant toute la campagne feux de forêt, lors des opérations de lutte contre les feux de forêt, les missions du drone sont multiples : reconnaître la zone d'intervention, confirmer la présence d'un départ de feu, guider et superviser l'action des moyens terrestres, rechercher la présence de points chauds, évaluer le volume et

l'étendue du sinistre, transmettre des images par streaming en différé et en temps réel au niveau du PC ou des centres opérationnels et réaliser des images 3D.

7-L'état de lutte des feux des forêts en Algérie

La forêt est une zone de diversité biologique exceptionnelle en matière de ressources au double plan, écologique et économique). Elle constitue un élément essentiel de l'équilibre physique, climatique et social. C'est la base de la vie sur terre (Arfa, 2008).

Vue son importance, l'homme a le devoir et le droit de la protéger des dangers divers à savoir une exploitation abusive de la forêt, un pâturage non contrôlé ou un incendie, ce dernier demeure le plus redoutable par la rapidité de sa destruction et l'ampleur de ses dégâts.

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile déjà profondément perturbé par les utilisations multiples. Les agressions qu'elles ont subies ont cependant considérablement varié en fréquence et en intensité au cours des âges en fonction de la démographie humaine

Les forêts proprement dites (forêts) couvrent seulement 1.702.818 ha (soit 42% du total des formations forestières) ,(MEDDOUR-SAHAR, 2014).

8-Etat des forêts en Algérie

La DGF (MEDDOUR-SAHAR, 2008), dans son « étude prospective du secteur forestier », précise que la superficie forestière en Algérie varie selon les points de vue et les sources. En effet, si l'on associe les forêts et maquis dans la catégorie des « formations forestières » au sens large, elle couvre une superficie de 3,17 millions d'hectares, et si l'on ajoute les plantations, dans la catégorie de « formations arborées », on aboutit à un total de 4,14 millions de ha (Tableau 2)

Tableau 2 : Principales essences forestières d'Algérie (DGF, 2014)

Formation végétale	Superficie (ha)	Taux(%)
Forêt naturelle	1 329 400	32
Maquis	1 844 400	45
Reboisements	972 800	23
Total	4 145 800	100

9-La répartition des principales essences forestières de l'Algérie

La forêt algérienne est inégalement répartie, elle est constituée par une variété d'essences de type méditerranéen. C'est des espèces feuillues sempervirentes (46,5%), plus spécialement des chênes, et des résineux thermophiles (53,5%) et surtout les pins. Leur développement est lié essentiellement aux climats régionaux.

Tableau 3 : Principales essences forestières d'Algérie (DGF, 2014)

Espèces forestières	Superficie (ha)	Taux(%)
Pin d'Alep (Pinus halipensis)	800 000	35.4
Genévrier de Phénicie (Juniperus phoenicea)	217 000	9.6
Thuya de Berbérine (Tétralines articulât)	143 000	6.3
Pin maritime (Pinus pinastre)	38 000	1.7
Cèdre de l'atlas (Cèdres Atlantique)	12 000	0.5
Total Résineux	1210 000	53.5
Chêne liège (Quercus suber)	463 000	20.5
Chêne vert (Quercus ilex)	354 000	15.7
Chêne afars (Quercus afars)	65 000	2.9
Eucalyptus (Eucalyptus sp)	52 000	2.3
Autres (frêne, peuplier, l'orme,...)	116 000	5.1
Total Feuillus	1 050 000	46.5
Total général	2 260 000	100

On remarque que la formation prédominante est la pineraie de pin d'Alep, qui occupe 35,4% de la superficie forestière totale, et se rencontre principalement dans les zones semi arides, la Subéraie, avec 20.5%, c'est le feuillu le plus dominant et se localise principalement dans le nord du pays.

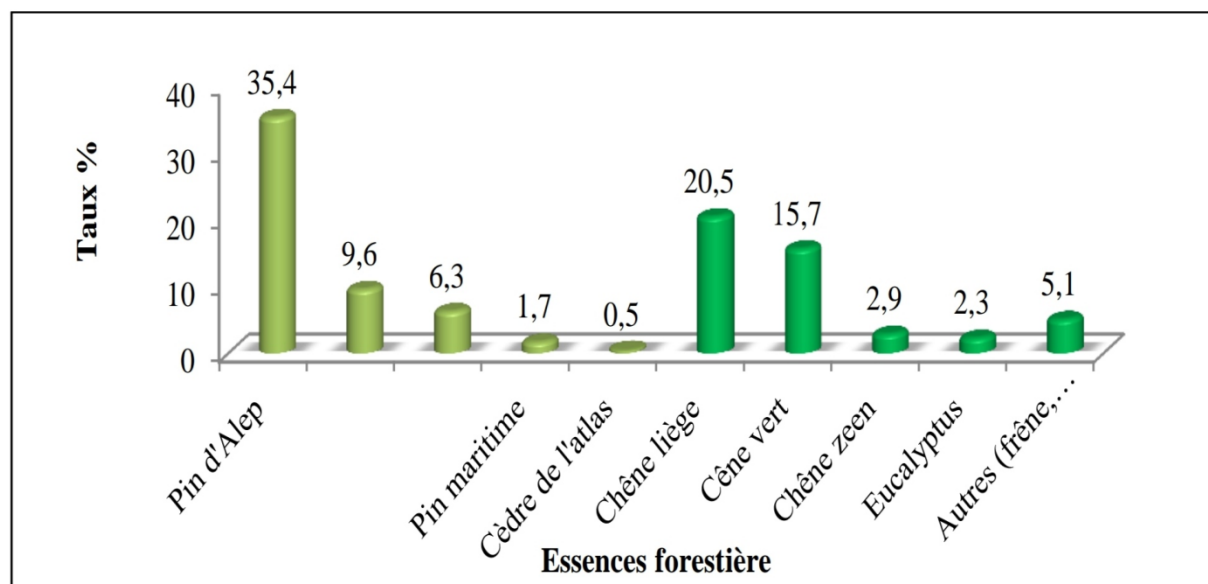


Figure 9 : taux des principales essences forestières d'Algérie

10-Analyse des statistiques des feux de forêt en Algérie

10.1-Bilan général

Selon la DGF 2021, des formations forestières du pays ont connu des dégâts assez importants durant la dernière décennie, le nombre de feux pour la période (2005-2014) est de 29 056 feux au total, qui ont parcouru une superficie forestière total de 351 573.70 ha. Ce qui correspond à une moyenne annuelle de 2905 feux et 35157 ha de surface brûlée. Le nombre des incendies varie suivant les années, entre le minimum de 1333 feux en 2005 et de maximum de 5110 en 2012.

Au cours de cette dernière décennie, la formation forestière la plus vulnérable aux incendies est celle des forêts proprement dites avec une moyenne annuelle de 16 033,7 ha. Cet état de fait nous renseigne sur le fait que la forêt reste la formation végétale qui subit le plus de pression. Par ailleurs, l'importance des superficies incendiées obéit à la forte densité de la végétation. En effet, plus la quantité de combustible est importante, plus le degré d'ignition s'élève, plus l'intervention pour l'extinction devient difficile, surtout que la majorité de nos massifs forestiers se situe sur des terrains marginaux difficiles d'accès et fortement pentus. Suivie du maquis avec 8 938,9 ha et les broussailles avec une moyenne de 7 271,9 ha. L'analyse du bilan des incendies de forêt montre que les superficies incendiées les plus

importantes sont enregistrées pendant les années 2007 (47 938,57 ha), 2012 (99 061ha) et 2014 (43 125,79ha). Au cours de ces trois années, les superficies brûlées dépassent la moyenne de 35 157,3 ha. Les maquis et broussailles présentent les mêmes effets avec une variante concernant l'année 2007 où il est enregistré plus de 11 751 ha pour le maquis et plus de 9 086 ha pour les broussailles. La plus forte dégradation de l'Alfa (2 746 ha) a été enregistrée pendant l'année 2010. Le rapport St/N (Superficie total /Nombre de foyer) représente un indice très important, il montre l'efficacité des actions de lutte anti feux d'une part, et de son intensité d'autre part.

10.2-Analyse des incendies de forêts au niveau des wilayas (2021)

Il y a lieu de signaler en 2021, 40 wilayas ont été régulièrement touchées par les incendies de forêt. Les wilayas du Sud sont épargnées par ce phénomène compte tenu de l'absence de couvertures forestières (Tableau 4).

WILAYA	FORMATIONS FORESTIERES (Ha)				AUTRES OCCUPATIONS VEGETALES			TOTAL GENERAL	
	Forêts	Maquis	Broussailles	Total	Alfa (ha)	Arbres fruitiers de montagne (ha)	Total	Nomb oyers	Superficie (Ha)
CHLEF	42,95	57,83	1,60	102,38	0,00	0,00	0,00	38	102,38
LAGHOUAT	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	4,00	1	4,00
O.E.BOUAG	29,82	0,54	19,19	49,55	1,60	0,00	1,60	56	51,15
BATNA	21,75	21,30	0,00	43,05	32,36	0,20	32,56	23	75,61
BEJAIA	2082,50	6005,00	2406,75	10494,25	0,00	2680,25	2680,25	112	13174,50
BISKRA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
BLIDA	68,83	79,37	357,05	505,25	0,00	59,87	59,87	40	565,12
BOUIRA	270,94	72,22	472,86	816,02	0,00	296,07	296,07	86	1112,09
TEBESSA	289,38	0,50	0,00	289,88	188,38	0,00	188,38	39	478,26
TLEMCEEN	5,70	18,00	41,70	65,40	1,80	1,00	2,80	16	68,20
TIARET	15,00	11,50	3,00	29,50	0,00	0,00	0,00	9	29,50
TIZI OUZOU	3139,00	5681,50	4102,00	12922,50	0,00	30475,50	30475,50	241	43398,00
ALGER	0,00	0,00	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	24	1,50
DJELFA	1,03	0,00	0,00	1,03	0,00	0,00	0,00	6	1,03
JIJEL	1992,25	818,25	787,25	3597,75	0,00	336,00	336,00	164	3933,75
SETIF	205,00	185,50	583,50	974,00	0,00	47,50	47,50	26	1021,50
SAIDA	0,04	38,00	1,56	39,60	0,25	0,49	0,74	10	40,34
SKIKDA	639,60	1357,00	200,61	2197,21	0,00	1417,15	1417,15	125	3614,36
S.B.ABBES	0,00	2,10	11,00	13,10	1,40	0,00	1,40	2	14,50
ANNABA	2854,00	405,00	1714,00	4973,00	50,50	0,50	51,00	32	5024,00
GUELMA	2837,95	2059,26	1029,70	5926,91	0,00	0,00	0,00	26	5926,91
CONSTANTI	83,50	0,00	651,00	734,50	0,00	0,00	0,00	10	734,50
MEDEA	109,23	228,27	410,62	748,12	0,00	71,60	71,60	66	819,72
MOSTAGAN	35,06	0,06	21,80	56,92	0,00	0,00	0,00	42	56,92
M'SILA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
MASCARA	3,03	2,02	1,04	6,09	0,00	0,00	0,00	8	6,09
ORAN	0,65	9,16	1,22	11,03	0,00	0,00	0,00	12	11,03
EL BAYADH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
B.B.ARRERI	32,65	28,00	0,00	60,65	0,00	0,00	0,00	13	60,65
BOUMERDE	158,75	175,75	270,25	604,75	0,00	502,50	502,50	63	1107,25
EL TARF	1714,02	1342,12	1972,00	5028,14	0,00	62,01	62,01	82	5090,15
TISSEMSILT	17,89	19,28	2,00	39,17	0,00	1,00	1,00	29	40,17
KHENCHEL	8301,55	1456,10	8,14	9765,79	71,50	0,00	71,50	36	9837,29
SOUK	143,45	324,25	580,30	1048,00	0,00	0,00	0,00	48	1048,00

TIPASA	250,80	117,01	18,82	386,63	0,00	6,94	6,94	97	393,57
MILA	74,00	0,00	0,00	74,00	0,00	3,00	3,00	5	77,00
AIN DEFLA	708,92	519,06	742,16	1970,14	0,00	198,42	198,42	29	2168,56
NAAMA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
A.TEMOUC	0,63	0,00	2,08	2,71	0,00	0,00	0,00	12	2,71
RELIZANE	5,10	6,00	0,00	11,10	0,00	0,00	0,00	3	11,10
TOTAL	26135	21040	16415	63590	352	36160	36512	1631	100101

Tableau 4 : bilan des incendies des forêts en 2021(DGF)

(DGF) : Direction Générale Des Forêts .

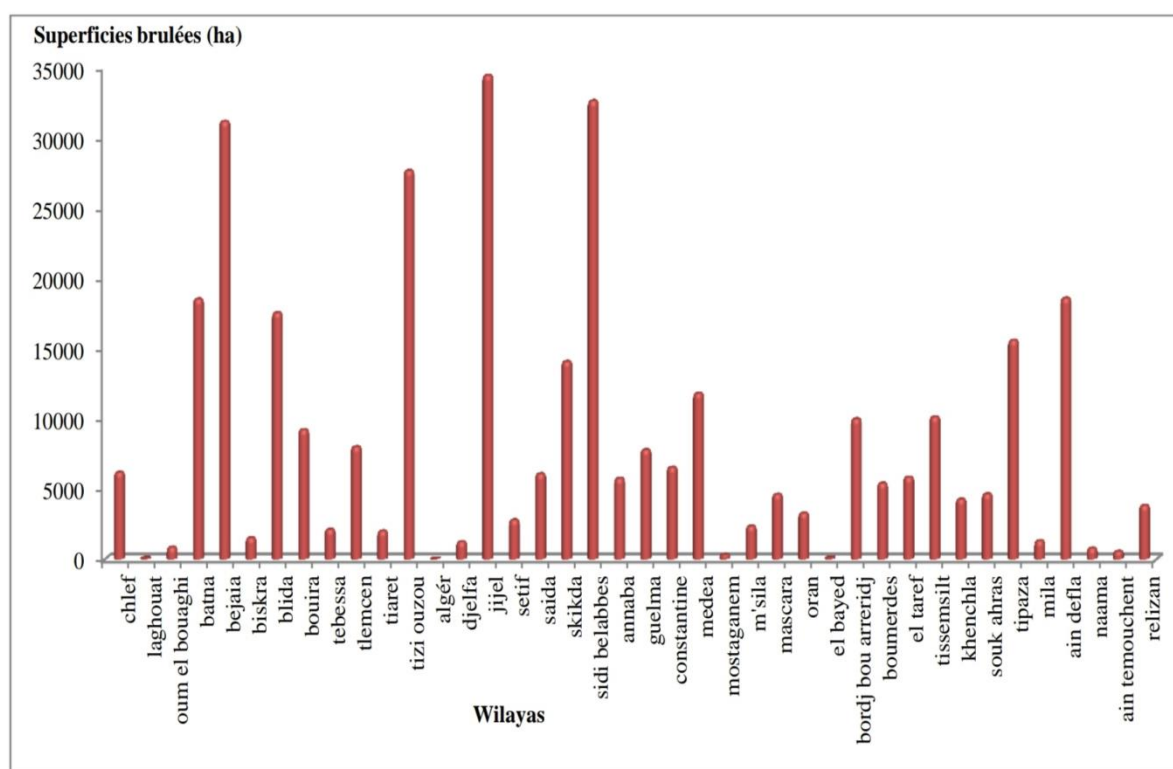


Figure 10 Répartition des superficies incendiées par wilaya en Algérie (2005-2014)

La wilaya de Jijel demeure celle qui a été la plus touchée par les feux de forêt, avec une superficie incendiée de 34 483,27 ha. Par ailleurs, les 10 wilayas à savoir : Jijel, Sidi-Bel-Abbès, Bejaia, Tizi-Ouzou, Ain Défila, Batna, Blida, Tipaza, Skikda et Médéa totalisent, à elle seule, une superficie incendiée de 222 265 ha, soit 65% du total national. Les incendies dans ces wilayas, prises individuellement, dépassent les 10 000 ha. Par contre, dans les 30 wilayas

restantes, la superficie brûlée est en deçà de la valeur sus citée et atteint dans certains cas des valeurs négligeables comme c'est le cas de la majorité des wilayas situées dans les zones semi-arides. Cet état de fait corrobore avec ce qui a été précédemment énoncé, à savoir la prédominance des incendies dans les endroits densément peuplés et fortement boisés.

11-La lutte contre les feux de forêts

La lutte contre l'incendie est une des missions du sapeur-pompier. Elle consiste à priver le feu d'un des trois éléments essentiels à son maintien et faisant partie du triangle du feu : le combustible (bois, papiers, essence, gaz, fumée, gaz de pyrolyse, etc....)

11-1-La lutte préventive

Le terme de prévention est utilisé dans un sens large, il désigne l'ensemble des mesures prises avant l'incendie. Il englobe les mesures destinées à réduire les risques d'incendie ainsi que toutes les mesures antérieures au sinistre qui concourent à limiter son extension (DUBORDIEU, 1997).

Les opérations préventives à mener se résument aux aménagements DFCI (Défense des Forêts Contre les Incendies), la surveillance, à l'alerte, la cartographie de la nature, le niveau du risque ainsi que l'éducation et la sensibilisation du public.

- Les aménagements de DFCI

L'aménagement des forêts peut être assuré par des actions et des travaux à l'intérieur de la forêt tel que les points d'eau, les tranchées pare-feu, le débroussaillage, les voies forestières. L'élaboration de la carte des risques est un outil qui facilite la mise en place des dispositifs de DFCI.

- Les points d'eau

L'eau étant le principal moyen d'extinction des feux de forêts, il faut approvisionner en eau les moyens de lutte. Sa disponibilité est essentielle pour l'efficacité du dispositif de lutte contre les incendies. Le dispositif sera d'autant plus efficace et fiable que ces points d'eau seront suffisamment nombreux et répartis sur le réseau de pistes. En Algérie GRIM, .in (MEDDOUR-SAHAR, 2008) suggère une densité d'un point d'eau d'une capacité minimale de 60 m³ pour 1000 ha de forêts.

- Les infrastructures routières

L'infrastructure routière est l'outil indispensable dans la lutte contre le feu, tant pour la protection des forêts menacées par de futurs incendies que pour la reconstitution des forêts détruites par le feu. Les zones forestières doivent être sillonnées de voies d'accès pour faciliter leur surveillance et pour permettre aux sapeurs-pompiers d'arriver rapidement sur un feu naissant. Selon (CROISE & CROUZET, 1998), La rapidité des interventions est directement liée à la facilité de pénétration des moyens mécaniques de transport et de lutte, la qualité et la signalisation des voies. On distingue deux catégories de voie de desserte :

Piste : c'est une voie carrossable sommaire généralement étroite à chaussée en terre et permettant l'acheminement du personnel et du matériel le plus près possible des lieux d'opération.

Route : c'est une voie carrossable à chaussée de structure plus élaborée, permettant l'acheminement de tout véhicule ainsi que les camions approvisionneurs d'eau. Elles assurent des liaisons plus rapides et plus sûres que les pistes.

Pour permettre d'atteindre le maximum de points possible en forêt, les pistes et les routes doivent avoir une densité de 3-6 Km/Km² de forêt (GRIM, 1989). Actuellement le principe de base de la défense de forêt contre les incendies veut que toute tranchée pare-feu soit obligatoirement desservie par un chemin, il faut toujours s'efforcer de faire coïncider le tracé de pare-feu et les voies, qui sont souvent développées selon les courbes de niveau (HACHEMI, M.A. 2014).

- Les tranchées pare-feu

Le réseau des pare-feu mis en place dans les massifs forestiers, à l'intérieur ou en bordure du peuplement forestier, vise à créer des discontinuités horizontales, afin de compartimenter ces massifs et de contrôler le combustible végétal et la biomasse en limitant la propagation du feu (MEDDOUR-SAHAR, 2008). On distingue en général deux catégories selon leur largeur :

-Des pare-feu primaires de 100 à 200 m

-Des pare-feu secondaires de 50 à 100 m

Cette largeur est dépendante de la hauteur de la végétation adjacente et de la vitesse du vent dominant. Quant à la densité, (P DELABRAZE, 1990) pense que les pare-feu doivent occuper une surface inférieure à 10% de celle du massif. Les normes établies pour la forêt algérienne

sont de 5 ha de tranchée pare-feu pour 100 ha de forêt (ABDI, 2014). Brise vent, pare-feu et sylviculture

- Le débroussaillage

Le débroussaillage est l'élimination de la strate basse de la végétation, c'est-à-dire celle qui est plus propice à la propagation du feu. Il permet de limiter la puissance et la propagation d'un feu, en réduisant le combustible et en créant des discontinuités spatiales, horizontales et verticales (Colin, 2001). Les débroussaillages localisés permettent de sécuriser les installations humaines et de créer des zones de lutte pour les équipes de secours. On estime qu'avec un débroussaillage convenable on peut avoir une sécurité de 100%, mais l'opération est très coûteuse. De sa part (P DELABRAZE,1990) pense que la strate herbacée qui, avec la couverture morte, est à l'origine des sinistres et celui de la strate buissonnante, responsable de la gravité des feux. Il existe plusieurs types de débroussaillage :

- Le débroussaillage le long des voies de circulation - Le débroussaillage autour des Habitations
- Le débroussaillage des Interfaces forêts - zones agricoles L'utilisation des forêts comme lieu de parcours pour le bétail est une technique courante chez les populations locales.
- Le pâturage contrôlé peut être utilisé pour le débroussaillage en éliminant la végétation herbacée. Cette activité ne sera efficace que si elle est bien gérée et contrôlée.

- La surveillance et la détection

La surveillance des zones forestières constitue une des actions majeures de la prévention. Cette surveillance, renforcée en été, est assurée essentiellement en Algérie par des moyens terrestres. Il s'agit d'arrêter un feu naissant et de l'empêcher de devenir un grand incendie, en le détectant (fumée), le localisant et en prévenant les services de secours le plus vite possible (MEDDOUR-SAHAR, 2008). La rapidité d'intervention est donc une condition fondamentale du succès en matière de protection des forêts contre l'incendie. Aussi est-il essentiel que tous les feux soient détectés dès leur apparition. Le « temps réponse » ou la réactivité, élément déterminant pour le succès de toute intervention de lutte contre l'incendie, repose sur la qualité de la détection du feu et de l'alerte autant que sur la mobilité des moyens d'extinction AMIGO, in (MEDDOUR-SAHAR, 2008) Pour atteindre cette rapidité d'alerte, il faut combiner les

moyens de détections : les uns fixes, postes de vigie ou tours de guet, les autres mobiles, patrouilles ou brigades mobiles forestières (DE MONTGOLFIER, 1996).

La détection est assurée par les postes de vigies (les normes sont de 1 poste tous les 25 km), il serait essentiel d'équiper les tours de guet d'appareils de mesure essentiels pour un fonctionnement efficace, notamment : jumelle, GPS, des cartes, une boussole, un instrument de mesure de direction et de vitesse du vent

- La cartographie du risque d'incendie

La cartographie du risque d'incendie est un moyen visant à la protection des zones sensibles aux incendies de forêt. Ce n'est pas une idée nouvelle, car elle a été proposée en Californie par « Frederick lawOlmsteal » comme moyen de limiter les destructions des incendies de Malibu (BABBITT, 1999). Dans le domaine de la prévention, ces cartes peuvent servir de référence pour l'implantation future de points d'eau, de nouvelles pistes ou de pare-feu et bien entendu à la détermination des zones à haut risque. Dans le domaine de la détection, elles seront utiles pour l'implantation des tours de guet et la multiplication de patrouille de surveillance dans des zones présentant un risque élevé.

- La sensibilisation du public

L'éducation s'adresse aux jeunes en âge scolaire, particulièrement réceptifs aux impératifs de la protection de la nature, elle les met en contact avec les hommes de la prévention soit au sein des établissements scolaires lors des journées spéciales, soit au cours des classes vertes. La sensibilisation s'efforce de mobiliser des publics moins réceptifs et ceux qui ne sont que de passage dans les zones à risque, les touristes notamment. La sensibilisation du public se fait par plusieurs moyens tels que :

- La signalisation le long des routes et en forêt invitant la population à la prudence.
- La distribution d'objets par les services forestiers : porte-clés, cartes touristiques, cendrier, assiettes dont on trouve des rappels pour la protection de la forêt.
- Information par la presse, la radio, la télévision et internet.
- Réunions et séminaires sur l'intérêt des forêts et leurs avantages et pour donner au public une conscience écologique.

11-2-La lutte curative

Les progrès de la lutte active ne sont jamais suffisants, le risque d'incendie subsistera, "on pourra le réduire, mais on ne le supprimera jamais". Les moyens de lutte active sont nombreux et différents d'un pays à un autre. Ces moyens sont soit humains ou matériels.

- Les moyens humains

Selon l'ampleur du problème, beaucoup d'organismes y participent en plus du personnel consacré exclusivement à la lutte. Parmi ces moyens, on distingue :

- Les sapeurs-pompiers volontaires qui sont mobilisés sur le terrain avant toute éclosion d'incendie, dès que le risque météorologique constitue un danger.
- Les sapeurs-pompiers professionnels dont la formation technique est plus élevée.
- Les sapeurs-pompiers militaires qui renforcent les deux premiers.

En Algérie, la lutte contre les incendies est assurée par les agents des parcs nationaux, des conservations des forêts, de la protection civile et par la population riveraine.

12- Les moyens matériels :

L'équipement de première nécessité pour la défense des forêts contre les incendies consiste en ;

- **Les moyens terrestres** : Ils se résument aux véhicules tous terrains, citernes, pompes, outils manuels (pelles, pioche, etc....), points d'eau, tronçonneuses, débroussailleuses et l'entrepôt de matières d'extinction qui doivent être placées à proximité des zones forestières.

- **Les moyens aériens** : Avec ces moyens, la lutte contre les feux est libérée sur une indication même approximative, du lieu du sinistre, les moyens aériens peuvent le découvrir et l'atteindre directement et rapidement. L'avion et l'hélicoptère permettent de déposer au plus près du feu une équipe de sauveteurs puis de la ravitailler en eau et permettent surtout de projeter très efficacement de l'eau sur le feu. Toutefois, ces moyens restent coûteux (SEIGUE,1985).

- **Les moyens chimiques** : La lutte chimique consiste à l'utilisation de retardant qui sont des produits chimiques, qui se dissolvent dans l'eau et améliorent son efficacité contre le feu (SEIGUE,1985).

-13 L'extinction des feux : Il existe trois méthodes pour maîtriser un incendie :

- **L'attaque directe**, qui consiste à attaquer le feu de front, est utilisée quand l'incendie n'est pas étendu.

- **L'attaque parallèle** suppose la construction d'une ligne de feu parallèle proche du front de l'incendie.

- **L'attaque indirecte** est pratiquée quand l'intensité du feu est telle qu'on ne peut avoir recours à aucune autre méthode. Elle implique la construction de ligne de feu à une certaine distance du front de l'incendie et le brûlage de tous les combustibles existants

- **Connaissances :** informations et compétences nécessaires à l'exécution des mesures d'extinction appropriées.

Chapitre 03 : Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

1-Présentation de la wilaya d'Ain Defla

La wilaya de Ain Defla est située à 145km au Sud-ouest de la capitale, elle occupe une position géographique centrale pouvant lui confier un relais entre l'Est et l'ouest, le nord et le Sud, et englobe d'important axes routiers : RN4 Alger-Oran, RN14 Alger-Tisemssilt, RN18 Ain defla -Medea, RN65 Tacheta –El-Hassania), ainsi que la principale voie ferrée ALGER-ORAN.(Conservation des forets, 2021)

Elle s'étend sur une superficie de 4544,28 Km2 avec une population estimée à 899063 habitants, elle est administrativement formée de 14 dairas et 36 communes (dont 24 rurales).

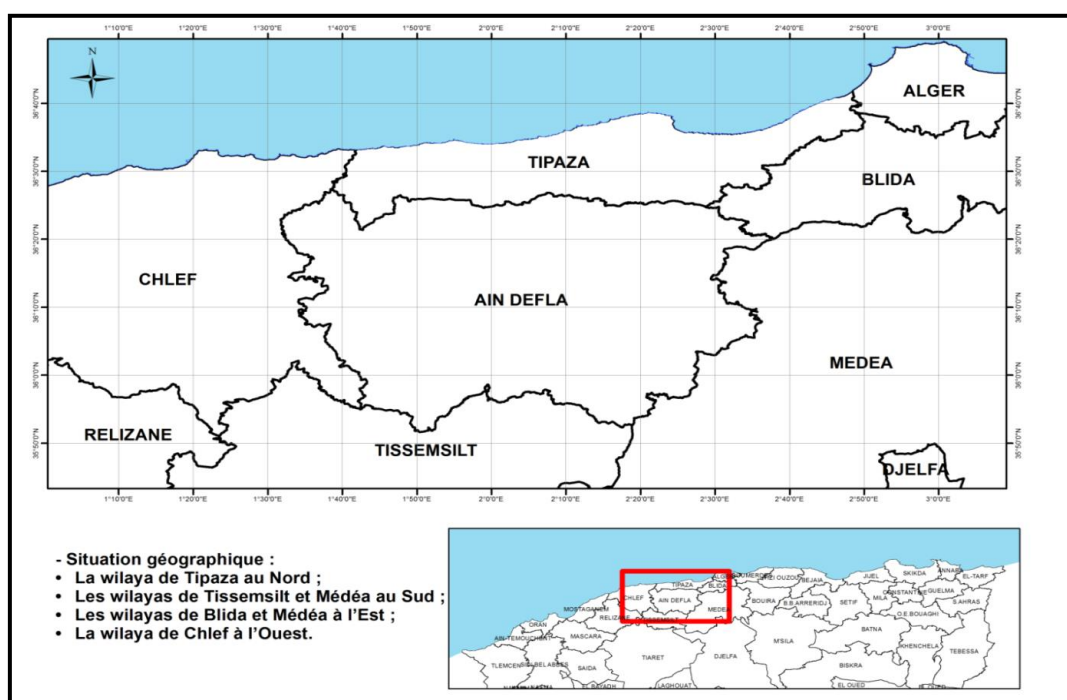


Figure 11: situation géographique d'Ain Defla

1.1-Relief et Climat de la région

La wilaya d'Ain Defla est une wilaya montagneuse qui fait partie intégrante de la région du Tell, elle présente une topographie assez accidentée et un réseau hydrographique dense et éparpillé. Elle est formée par la chaîne du DAHRA- ZACCAR au nord qui culmine respectivement 1417m et 1579 m d'altitude ; la plaine du haut CHELLIF avec le massif

isolé de Doui (1025 m) au centre et l'Ouarsenis au Sud avec des pics allant jusqu'à plus de 1700m d'altitude.

La moitié des terrains de la wilaya est située sur la classe des pentes supérieure à 25 % suivie par ceux ayant une pente comprise entre 12 et 25 %.

Le climat de la wilaya d'Ain Defla en général est de type méditerranéen semi-aride, avec un caractère de continentalité très marqué. Les forêts de la wilaya sont situées sur deux étages bioclimatiques, le semi-aride qui englobe toute la partie Sud, en l'occurrence la chaîne de l'Ouarsenis et une partie au Nord notamment le massif du Dahra – Zaccar.

Le sud humide cantonné sur les hauteurs du Zaccar et des infimes stations sur le Dahra et le l'Ouarsenis. Il est caractérisé par une saison sèche, longue de six mois, en général du mois de mai au mois d'octobre avec des températures critiques qui atteignent 45°C. Quant à la tranche pluviométrique, elle varie en fonction des zones, en général de novembre à Avril de 350mm à 600mm par an.

1.2-Etat actuel des forêts de la wilaya

- Superficie totale de la wilaya : 454 428 ha
- Zone de plaine : 117 000 ha
- Zone rurale : 337 428 ha
- Superficie forestière : 132 709 ha
- Taux de couverture : 29 %

- Répartition de l'espace forestier

Formations végétales:

- Forêts : 67 686 ha (51 %)
- Maquis : 46 756 ha (35 %)
- Broussaille : 18 267 ha (14 %)
- Espèces forestières:

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

- pin d'Alep : 48 028 ha (54 %)
- chêne vert : 23 646 ha (27 %)
- thuya : 14 142 ha (16 %)
- chêne liège : 1 960 ha (2 %)
- autres : 1 270 ha (1 %)

Avec un patrimoine forestier estimé à 132.709 hectares répartis essentiellement entre le sud de la wilaya sur la chaîne de l'Ouarsenis et le nord sur le Dahra-Zaccar et comprenant une espèce très importante à fort indice d'inflammabilité qui est le pin d'Alep, ainsi que des formations végétales de types maquis et broussailles qui favorisent la propagation du feu; la wilaya de Aïn-Defla reste une wilaya à haut risque d'incendie.

En effet les forêts sont soumises aux divers facteurs de dégradation et surtout à la pression humaine qui s'exerce sur elle d'une façon continue et croissante ; elles sont progressivement en dérive vers les formations de maquis et de broussailles.

Les facteurs de dégradation les plus influents sur les zones boisées sont respectivement ; les incendies, les défrichements, les coupes illicites ainsi que le surpâturage.

Tableau 5: Les zones boisées de la wilaya

Commune	Sup. Commune ha	Sup. Forestières ha	Taux de Forêts / Sup Commune
Djelida	20448	2535,1	12,40%
Bourached	12205	2055	16,84%
DjemaaO.Cheikh	13694	3739	27,30%
Bordj E Khaled	16963	4140	24,41%
BirOuld Khelifa	6580	0	0,00%
Tarik Ibn Ziad	40646	22014	54,16%
Miliana	3927	1991	50,70%
Ben-Allel	14347	7200,9	50,19%
Khemis M	4119	494,8	12,01%
Sidi Lakhdar	3535	304	8,60%
Oued Chorfa	7906	612,2	7,74%
Djendel	16238	0	0,00%
Birbouche	7502	1322	17,62%
Ain Lechiekh	13285	127,1	0,96%
Oued Djemaa	24417	7287,1	29,84%
Ain Soltane	10488	785	7,48%
H.Righa	8167	4405,6	53,94%
Hoceinia	7147	311,2	4,35%
Boumedfaa	12894	1072	8,31%
Arib	21859	12062	55,18%
El Amra	18045	6477,7	35,90%
Mekhatria	10441	4393,3	42,08%

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

Ain Bouyahia	13659	2762,5	20,96%
Commune	Sup. Commune ha	Sup. Forestière s ha	Taux de Sup Forêts / Sup Commune
Hassania	14672	13531,2	92,22%
Belaas	15194	7110,9	46,80%
El Attaf	8429	1214	14,40%
Tiberkanine	10746	100	0,93%
Rouina	5905	1217	20,61%
Zeddine	10608	1531	14,43%
El Mayenne	17441	5126,8	29,40%
T O T A L	454428	132709,4	29,20%

Les zones boisées de la wilaya sont constituées de forêts, maquis et broussailles ainsi que d'une couche de plantes d'herbacées dont l'importance de cette dernière varie en fonction de la pluviométrie en saison de pluies ; Les forêts proprement dites sont en général de toute taille et de tout âge clairsemées et irrégulières constituées en grande partie par des résineux à base de pin d'Alep suivi par les feuillus essentiellement le chêne vert.

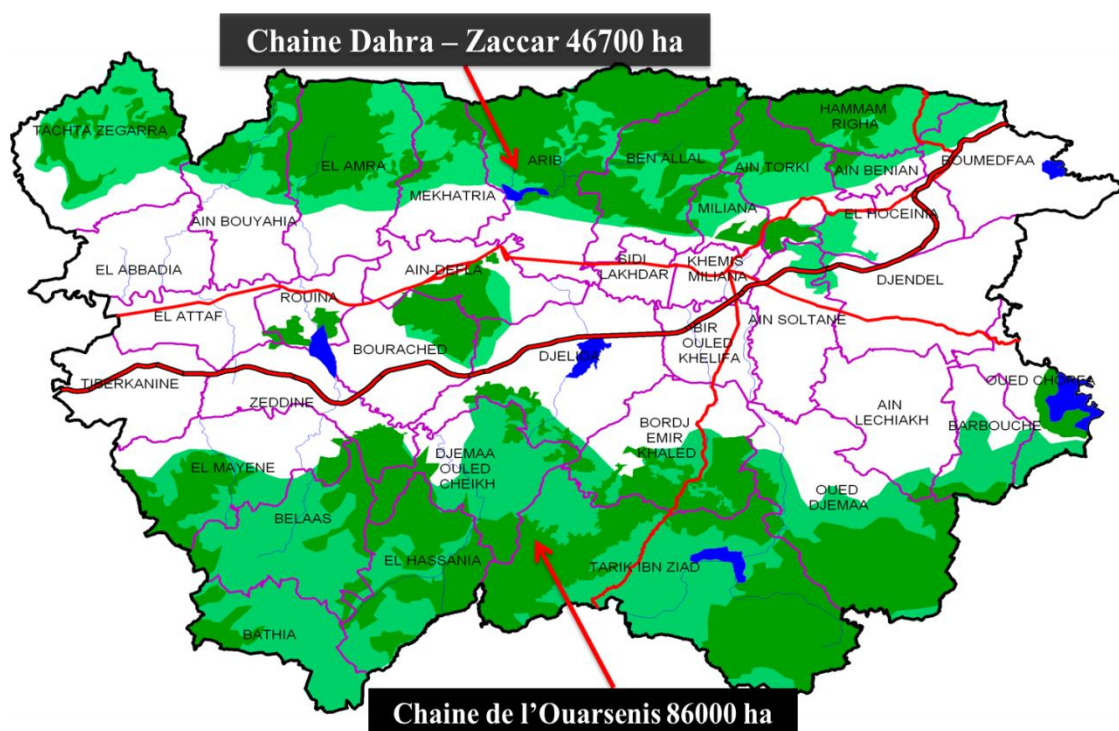


Figure 12 Répartition du patrimoine forestier sur le territoire de la wilaya

2-Superficies Forestières par Commune

2.1-Facteurs influents sur les incendies

Les conditions climatiques jouent un rôle clé dans le niveau de risque d'incendie. La capacité de propagation du feu s'accroît avec l'augmentation de la température, de la vitesse du vent et une baisse de l'humidité de l'air ambiant.

Les périodes humides entraînent une stimulation importante de la croissance du combustible (en particulier pour les herbacées), limitant la propagation du feu tant que ce combustible est vert. Mais, une fois sèche en raison des effets de la saison sèche, cette nouvelle énorme charge combustible peut entraîner la propagation du feu. Par conséquent, pour donner un exemple, la combinaison d'un printemps humide et d'un été immédiatement sec peut rendre les charges de combustible disponibles et propices à la propagation du feu. Sur les versants ensoleillés, le combustible forestier sera plus sec que sur les versants ombragés. Une inclinaison de pente plus raide facilitera la transmission de chaleur vers le combustible le plus

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

haut, accélérant la perte de teneur en eau du combustible, et par conséquent, le combustible sera plus propice à la combustion.

Donc en résumé, Il s'agit de la sécheresse estivale et des vents caniculaires qui marquent le climat méditerranéen, de la végétation qui par sa composition floristique et sa structure est très inflammable, du relief et, enfin, du contexte social existant.

3-Analyse Des Feux de Forêts

3.1-Evolution des incendies de forêts durant la dernière décennie (2011-2020)

Le tableau ci-dessous indique le nombre de foyers et la superficie parcourue par le feu dans la wilaya d'Ain Defla durant la dernière décennie et que la moyenne annuelle constatée est de 122 incendies avec une superficie de 1247 ha :

Tableau 6 : nombre de foyers et la superficie parcourue par le feu

Année	Nombre de foyers	Superficie incendiée (ha)
2011	135	1391,52
2012	278	3193,82
2013	155	1206,83
2014	171	1085,64
2015	81	406,67
2016	92	414,35
2017	87	698,82
2018	24	105,68
2019	95	1396,04
2020	104	2572,01
Total	1222	12471,38

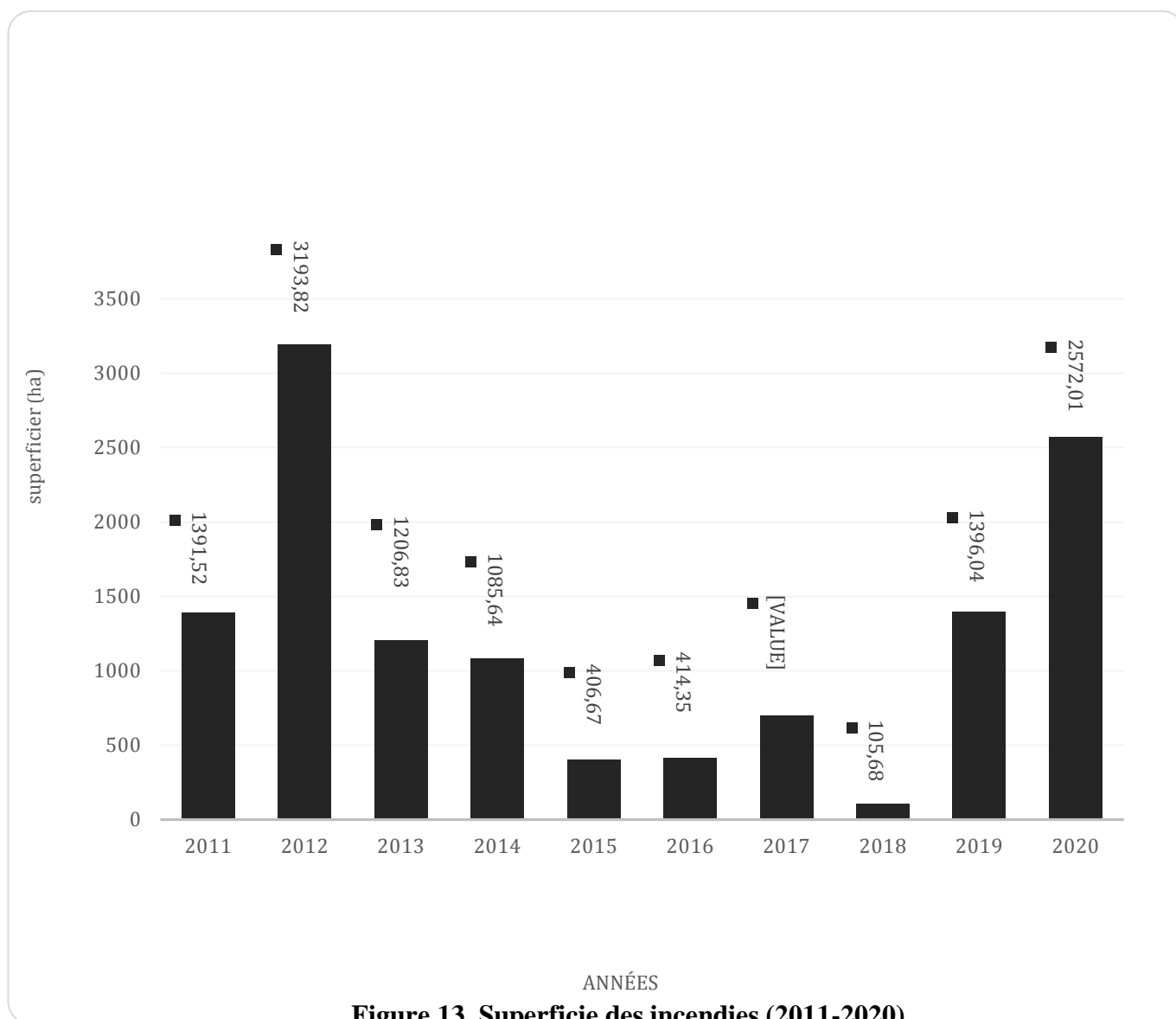


Figure 13 Superficie des incendies (2011-2020)

Le graphe ci-dessus montre que les feux de forêts ont pris de l'ampleur 2020 ou nous avons enregistré une croissance considérable dans la superficie parcourue par le feu estimé à 2572,01 ha, cela s'explique par les données climatologiques enregistrées durant cette année à savoir un été très chaud par rapport aux saisons précédentes avec des températures très élevées et une faible pluviométrie, l'hiver et le printemps ayant été des saisons pauvres en eau.

Comparativement avec les années précédentes les années de 2012 et 2020 demeurent des années les plus élevées en matière de dégâts enregistrés.

3.2-Analyse de la campagne de lutte contre les feux de forêts 2020

Pour la campagne 2020 nous avons comptabilisé 104 foyers d'incendies pour une superficie parcourue par le feu global estimée à 2572,01 ha, dont 617,3 ha de plantation fruitière.

Comparativement avec l'année précédente, la superficie incendiée a nettement augmenté. Cela s'explique par :

- L'enregistrement d'une saison très chaude et sèche dépassant les 44 degrés dès la fin du mois de Juin jusqu'à la fin du mois d'Aout.
- Enregistrement de faible précipitation durant l'hiver et le printemps. La Présence d'un combustible très fragile à savoir une strate herbacée basse et dense ce qui à facilité le développement et la rapidité des feux.

Un relief très accidenté, caractérisé par des zones de montagnes occupant plus de 70% de la superficie globale de la wilaya et représenté en 03 massifs de l'Atlas à savoir Le Dahra, le Zaccar et l'Ouarsenis. L'inaccessibilité dans certains endroits pour des raisons sécuritaires (enregistrement de 38 incendies ou l'intervention n'était pas autorisée).

3.3-Répartition des incendies par type de formation végétale

Tableau 7 : répartition des incendies

Type de formation végétal	Forêt	Maquis	Broussaill e	Reboisement	Plantation fruitière	Total
Superficie incendiée (ha)	640,3	513,31	694,10	107	617,3	2572,01
Taux (%)	25	20	27	4	24	100

3.4-Répartition des incendies par commune

Sur les 36 communes que compte la wilaya, 23 communes ont été touchées par les incendies de forêts. En terme de superficie incendiée, les communes les plus touchées par le feu de forêts sont Ain Tourki et Miliana avec une superficie de 1721 ha représentant 67% de la superficie globale parcourue par le feu.

En terme de nombre de foyers, les communes les plus touchées sont les communes Mayenne et Ain Tourki avec 11 et 10 foyers.

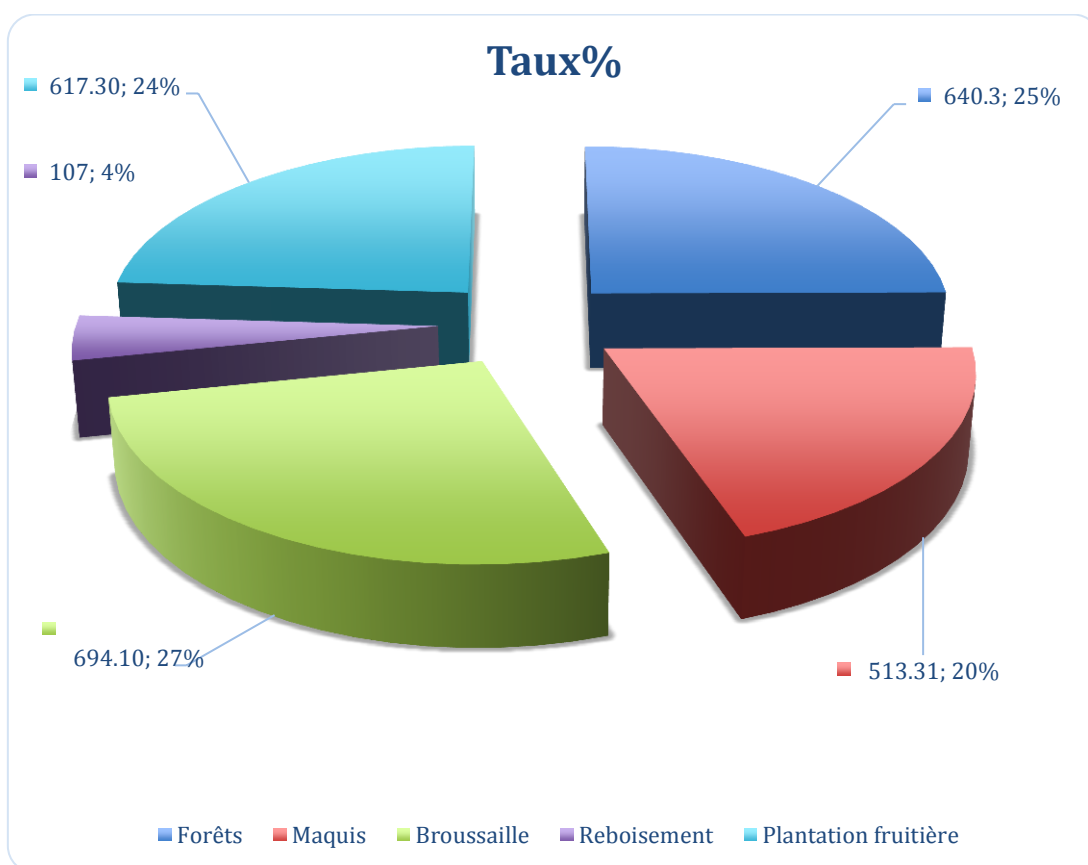


Figure 14 : répartition des incendies par commune

Il est à signaler qu'une grande superficie incendiée a été enregistrée dans un seul foyer le mois d'Aout, dans les communes cités ci-dessus et a consumé 1680ha de couvert végétal, représentant 65% de la superficie globale incendiée. L'intervention dans cet incendie était très

difficile malgré tous les moyens engagés de la conservation des forêts, la protection civile et 05 colonnes mobiles des wilayas limitrophes et un hélicoptère.

3.5-Répartition mensuelle des incendies de forêt:

Les 104 foyers d’incendies enregistrés cette année sont répartis dans la majorité sur les deux mois de la saison estivale à savoir le mois de Juillet et Aout dans lesquels nous avons enregistré 75 foyers, représentant 72 % du nombre global des foyers d’incendies de la campagne.

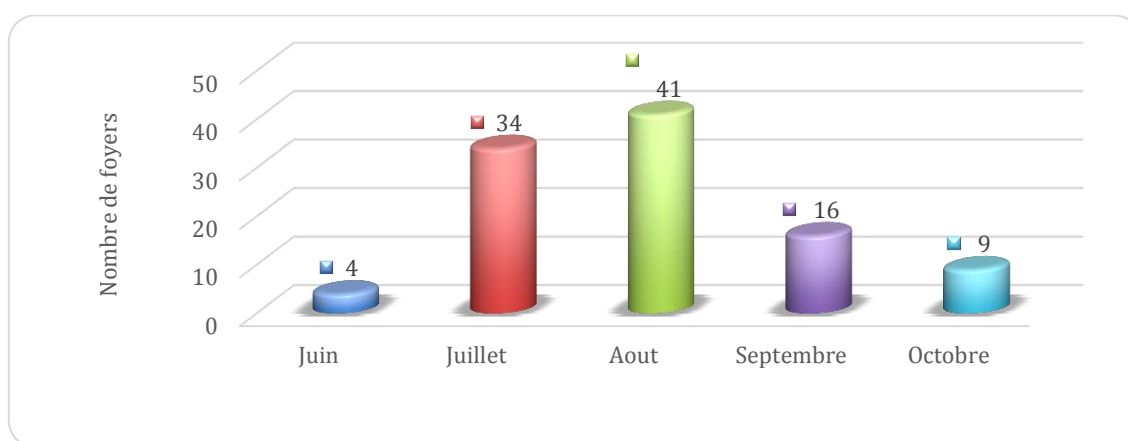


Figure 15 le nombre de foyers dans les mois

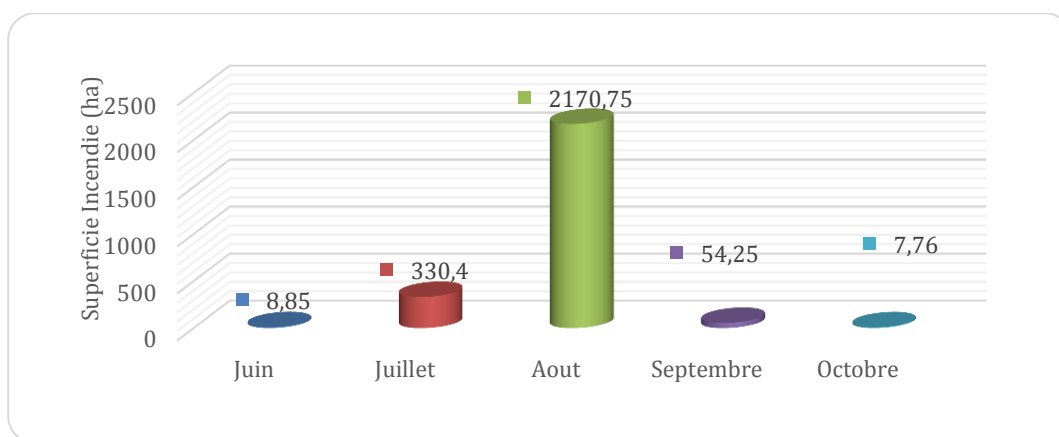


Figure 16 la superficie incendie (ha) dans les mois

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

On remarque suivant le graphe que la superficie parcourue par le feu la plus importante est enregistrée durant le mois d'Aout avec 2170,75 ha soit 84 % de la superficie globale enregistrée. Cela s'explique par le fameux incendie qui a été enregistré le mois d'Aout, en touchant 2 communes (Ain Tourki et Miliana) et qui a parcouru une superficie de 1680 ha, représentant 65 % de la superficie globale incendiée.

3.6-Etat des incendies où l'intervention n'était pas autorisée (INA):

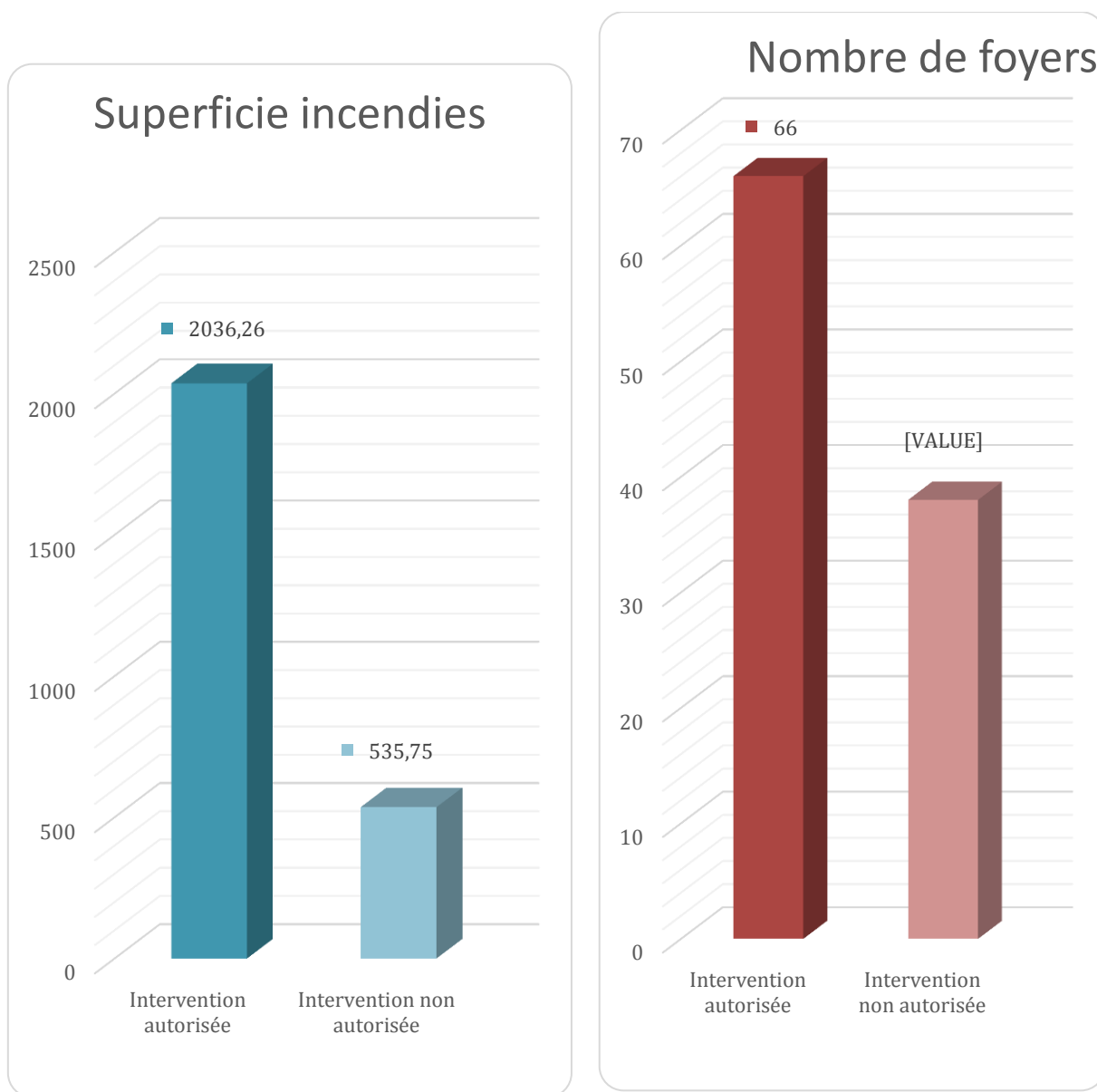


Figure 17: Intervention autorisée et non autorisée de la superficie d'incendie et le nombre de foyers

Les incendies dont l'intervention n'était pas autorisée sont en nombre de 38 représentant 36% du nombre de foyers global et 21% en terme de superficie parcourue par le feu qui est 535,75 ha.

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

Sachant que le caractère INA est justifié par des procès-verbaux signés par les autorités compétentes (P/APC, la gendarmerie nationale, la protection civile et les services des forêts), faisant état d'impossibilité d'accéder et d'intervenir dans les zones incendiées pour des raisons d'ordre sécuritaire.

S'agissant des déclarations des dégâts occasionnés par les feux, celles-ci ont été déterminées sur la base de la connaissance préalable des massifs permettant d'estimer de façon approximative les superficies parcourues par les feux. Les incendies dont l'intervention n'était pas autorisée ont touché d'une façon particulière les forêts isolées et très éloignées à travers 13 communes forestières de la wilaya.

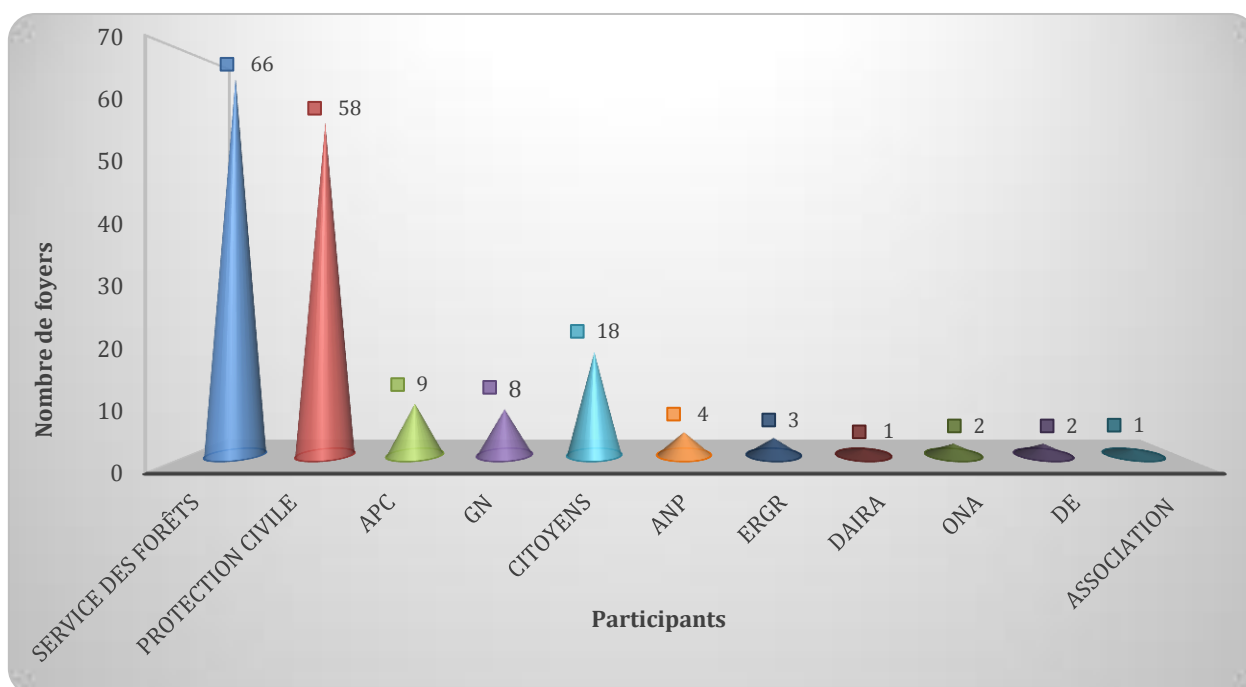


Figure 18 Nombre de foyer touchés par les incendie dont intervention

3.7-Participation à l'intervention contre les incendies

Sur les 104 foyers d'incendies, l'intervention a été effectuée sur 66 foyers, dont la participation des organismes était comme suit :

Tableau 8 : nombre d'organisation

Service des forets	66	Protection civile	58
APC	09	Gendarmerie Nationale	08
ANP	04	Citoyens	18
ERGR	03	Daira:	01
ONA	02	ADE	02
Association	01		

4- Zones et Périodes des Feux de Forêts

D'après le bilan des incendies de la campagne 2020, On remarque que les importants incendies ont été localisés dans le massif du Zaccar (communes Ain Tourki et Miliana). On note aussi que les feux de forêts commencent au début du mois de Juin à Aout, La période la plus critique en matière du nombre de foyers est celle du mois de Juillet et Aout soit 75 foyers (72% du bilan final).

5-Les causes des feux de forêts

L'origine des incendies de forêts dans le bassin méditerranéen est souvent difficile à déterminer du fait de l'absence de preuves matérielles concrètes. Néanmoins, les causes réelles de déclenchement des feux de forêts sont dans la majorité de facteur anthropique causé par des activités humaines, Elles peuvent être résumées essentiellement en 02 causes comme suit :

A/ Causes inconnues.

B/ Causes connues qui peuvent être :

- 1- Involontaires : soit Accidentelles (sans allumage) ou Négligence (Utilisation du feu).

2- Volontaires (Pyromane).

D'après les rapports des incendies de la campagne 2020, on a classé 99 incendies de causes inconnues et 05 incendies par négligence (utilisation du feu).

6-Sensibilité aux incendies des différentes zones.

Après exploitation des données relatives aux déclarations de nombre d'incendies durant la dernière décennie (2011-2020) Il a été établi une classification de degré de sensibilité par commune comme suit :

- Les communes à risque très élevé sont : Ain Tourki, Hammam Righa et El Amra
- Les communes a risque élevé : Ben Allel, Oued Djemaa, Tarik Ibn Ziad, El Mayenne, Boumedfaa, Arib, Tacheta et El Hassania.
- Les communes à risque moyen : Bordj Emir Khaled, Miliana, Belaas, Djellida , Ain Beniane, Bathia , Ain Defla, Ain Bouyahia, Djemaa Ouled Cheikh et Khemis Miliana.

7-Réglementation

Le dispositif de prévention et de lutte contre les incendies de forêts est élaboré et mis en place conformément aux textes suivants :

-Loi n° 84-12 du 23/06/1984, portant régime général des forêts notamment ses articles 19 à 25 ;

-Décret exécutif n° 07-301 du 27/09/2007, modifiant et complétant le décret n° 80-184 du 19/07/1984 portant mise en place des organes de coordination des actions de protection des forêts.

-Décret n° 87-44 du 10/02/1987 relatif à la prévention contre les incendies dans le domaine forestier national et à proximité ;

-Décret n° 87-45 du 10/02/1987 relatif à l'organisation et coordination des actions en matière de lutte contre les incendies de forêts dans le domaine forestier national ;

8-Mise en œuvre du plan feux de forêts

La mise en œuvre du plan feux de forêts de wilaya intègre des actions à réaliser avant et pendant sa mise en route, elles peuvent être classées en 04 axes complémentaires qui sont:

- Les actions de sensibilisation.
- Les travaux de prévention.
- Le dispositif organisationnel.
- Le dispositif de surveillance et d'intervention.

- Les actions de sensibilisation

Etant donné que la plupart des feux sont provoqués par l'homme ou ses activités, les actions de sensibilisation sont donc essentielles pour la prévention. Elles se complètent avec celles de la formation, d'éducation et d'information; Elles s'adressent au grand public, aux agriculteurs, aux riverains de la forêt, aux élus, aux administrations et autres organismes qu'ainsi aux étudiants.

- Les actions de sensibilisation réalisées à ce jour sont comme suit:

- Célébration de 02 festivités (zones humides et journée internationale de l'arbre).
- Participation à 07 émissions radio (Locale).
- Emission Télé réalisées 02
- Distribution de 154 affiches et dépliants.
- Expositions réalisées 02
- Organisation de 61 sorties de sensibilisation des riverains.
- Plantation de 43976 plants.
- Distribution de 12629 plants.

- Mesures réglementaires

Les règles de prévention des incendies dans le domaine forestier national fixées par le décret n° 87-44 du 10/02/1987 relatif à la prévention contre les incendies dans le domaine forestier national et à proximité, sont comme suit :

- Nul ne doit porter ou allumer du feu à l'intérieur et à moins d'un (1) kilomètre du domaine forestier national sauf autorisation à des fins utiles ainsi que pour les besoins domestiques dans les habitations situées à l'intérieur du domaine forestier national ou à proximité.
- Les engins mécanisés opérant à l'intérieur et à moins de 500 mètres du domaine forestier national, doivent être équipés d'un dispositif « cache flamme » dans les caractéristiques techniques doivent être conformes à la réglementation en vigueur dans ce domaine.
- Durant la campagne de protection des forêts contre les incendies, l'incinération des chaumes et tous autres végétaux sur pieds et gisant à terre est interdite à l'intérieur et jusqu'à une distance d'un (1) kilomètre du domaine forestier national.
- Lorsqu'une décharge présente des risques d'incendie pour le domaine forestier national, le président de l'assemblée populaire communale doit prendre toutes les mesures utiles pour prévenir ces risques.
- Pendant la campagne de protection des forêts et à l'intérieure du domaine forestier national et à moins d'un (1) kilomètre, la réalisation de charbonnière, l'extraction du goudron ou de la résine et l'enfumage des ruches sont interdites.
- Les feux de camp destinés à la cuisson des aliments ne sont pas autorisés que dans les forêts réservées au camping.

Enfin des gestes simples peuvent éviter la dégénérescence d'un incendie de grande ampleur comme par exemple:

- Ne pas fumer en forêt.
- Ne pas jeter de mégots par la vitre de la voiture.
- Eviter les barbecues sauvages.
- Respecter la réglementation.

- En cas de départ de feu, prévenir les pompiers ou les forestiers ou toute autre structure publique la plus proche.

- Les travaux préventifs

Les travaux préventifs concernent essentiellement le secteur des forêts, les collectivités locales, certaines administrations et autres organismes ainsi que les habitants riverains de la forêt.

- Mesures édictées par la réglementation

Le décret n° 87-44 du 10/02/1987 relatif à la prévention contre les incendies dans le domaine forestier national et à proximité fixe et désigne les mesures à prendre et applicables pour chacun des intervenants comme suit:

- Mesures applicables aux habitations:

Les habitations situées à l'intérieur et jusqu'à une distance de 500 mètres des limites du domaine forestier national doivent être entourées d'une bande de protection de dix (10) mètres de large, dépourvue de toute végétation secondaire.

- Mesures applicables aux constructions, installations et chantiers:

Les constructions, installations et chantiers autres que ceux à usage d'habitations doivent être entourés d'une bande de protection de vingt-cinq (25) mètres de large, dépourvue de toute végétation secondaire ou matières inflammables. Ils doivent être également pourvus d'équipements de lutte contre les incendies conformément aux prescriptions techniques en vigueur dans ce domaine.

- Mesures à prendre pour les décharges autorisées:

Dans les décharges autorisées conformément à la législation en vigueur et situées à l'intérieur et jusqu'à une distance de 500 mètres des limites du domaine forestier national, le président de l'assemblée populaire communale est tenu d'aménager un périmètre de sécurité et d'entourer le dépotoir d'une bande de protection d'une largeur de cinquante (50) mètres, dépourvue de toute végétation secondaire ou de toutes matières inflammables.

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

- Mesures à prendre par l'organisme chargé de la gestion et de l'exploitation de l'électricité:

L'organisme chargé de la gestion et de l'exploitation de l'électricité est tenu d'ouvrir et d'entretenir annuellement des bandes de protection de quinze (15) mètres de large dépourvues de toute végétation sous les lignes de haute tension traversant le domaine forestier national.

- Mesures à prendre par les organismes chargés de la gestion et de l'exploitation des stations de pompage, réservoirs d'hydrocarbures, gazoducs et oléoducs:

Les organismes chargés de la gestion et de l'exploitation des stations de pompage, réservoirs d'hydrocarbures, gazoducs et oléoducs situés à l'intérieur et à moins de 500 mètres du domaine forestier national sont tenus de les signaler par des balises et de procéder avant le 1er juin de chaque année, au nettoyage de leurs voies de servitudes et impacts sur une largeur de cinq (05) mètres de part et d'autre des ouvrages.

- Mesures à prendre par l'organisme chargé de l'exploitation du réseau ferroviaire:

L'organisme chargé de l'exploitation du réseau ferroviaire est tenu avant le 1er juin de chaque année, de procéder au nettoyage des accotements sur une largeur de cinq (05) mètres au minimum des voies et tronçons de voie ferrée situés à l'intérieur du domaine forestier national.

- Mesures à prendre par les collectivités locales et administrations chargés de l'entretien des routes:

Les collectivités locales et administrations chargés de l'entretien des routes sont tenues, de procéder avant le 1er juin de chaque année, au nettoyage sur une largeur de cinq (05) mètres de part et d'autre des accotements de routes et toutes autres voies d'accès situées à l'intérieur et à moins de 500 mètres du domaine forestier national.

- Mesures à prendre par les exploitants agricoles:

Les exploitants agricoles sont tenus, avant le 1er juin de chaque année, de réaliser des bandes de protection de cinq (05) mètres de large, dépourvues de toute végétation et matières combustibles autour des parcelles agricoles situées à l'intérieur et à moins de 500 mètres du domaine forestier national.

- Travaux à la charge de l'administration des forêts

Les actions inscrites au profit de la conservation des forêts (soit PSD ou fonds) qui rentrent dans le cadre de la défense contre les feux de forêts sont comme suit :

Tableau 9 : actions de conservation des forêts

Actions	Volume prévu
- Ouverture de piste	11,6 km
- Aménagement de piste	26 km
- Travaux sylvicoles	190 ha
- Aménagement de points d'eau.	02 unités
-Constructions des points d'eau	14 unités

- Travaux à la charge d'autres intervenants

Les travaux de préventions qui doivent faire l'objet de suivi par les différents intervenants responsables de diverses infrastructures qui traversent le domaine forestier national sont comme suit:

- Entretien des accotements de routes traversant les zones forestières.
- Entretien des accotements de voie ferrée traversant les zones forestières.
- Entretien sous les lignes électriques de haute tension traversant les zones forestières.
- Réalisation de tourières agricoles limitrophes aux zones forestières

9-Les travaux de prévention réalisée à ce jour sont comme suit

- Par le secteur des forêts

- Ouverture de pistes : 31% sur 11,6 km (en cours de réalisation).
- Aménagement de pistes : 08 km sur 26 km.

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

- Travaux sylvicoles : 184 ha sur 190 ha.
- Aménagement de points d'eau : en cours de réalisation (02 Unités)
- Constructions des points d'eau 05 unités sur 14 unités.
- Aménagement de tranchées par feux : 160 ha sur 160 ha.

- Par les autres secteurs

- Entretien des accotements de routes prévu 230 km. (DTP)
- Entretien des accotements de voie ferrée prévu 6,5 km. (SNTF)
- Entretien sous les lignes électriques de haute tension prévu 10 km. (GRTE)
- Tourières 197,5 ha (DSA)

10-Infrastructure forestière existante

Les massifs forestiers de la wilaya d'Ain Defla, actuellement, sont équipés :

- D'un réseau de pistes estimé à 1696,26 km dont 1292,56 km praticable qui peuvent servir d'accès lors des interventions.
- De points d'eau au nombre de 72 dont 63 peuvent assurer l'approvisionnement des unités mobiles qui interviennent sur les feux.
- Des postes vigies au nombre de 15 dont 11 construits facilitant la surveillance et la détection précoce des départs de feu.
- D'un réseau de tranchées pare feux (TPF) d'une longueur totale de 433,32 km dont 264,58 ha aménagées.

- Dispositions prises pour l'implication des populations riveraines dans la prévention et la lutte contre les feux de forêts

Dans le cadre de l'encouragement et l'implication des riverains des forêts dans les opérations de prévention et de lutte contre les incendies de forêts. La conservation des forêts de la wilaya de Ain Defla a enregistré au cours des années 2019 et 2020 des actions entrant dans le

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

cadre du PNDR comme soutien sur le plan économique et social, telles qu'énumérées ci-dessous

Tableau 10 : Action à caractère individuelle

Action	Volume		Nombre de bénéficiaires
	Réalisé	En cours	
Plantation fruitière	531 ha	-	1206
Défoncement	30 ha	-	
Réalisation de bassin d'accumulation d'eau (volume 50 m ³)	11 unités	09 unités	
Apiculture (Distribution de ruches)	6550 ruches	2280 ruches	

Tableau 11 : Actions à caractère collectif

Opération	Volume		Nombre des bénéficiaires
	Réalisé	En cours	
Réalisation et aménagement des points d'eau	12 unités	06 unités	174
Aménagement et l'ouverture de pistes	60 km	21 km	

11-Usages dans le domaine forestier national

Dans le cadre de l'application du chapitre 06 de la loi 84-12 du 23/06/1984 portant régime général des forêts relatif à l'usage dans le domaine forestier national destinés aux riverains de la forêt, la conservation des forêts a enregistré l'amodiation de 824 ha pour 476 citoyens.

Tableau 12 : Repartitionnes activités

Activité	Superficie amodiée	Nombre de bénéficiaires
Apiculture	77,35	107
Plantation fruitière	439,89	264
Céréaliculture	314,83	10
Total	824,07	476

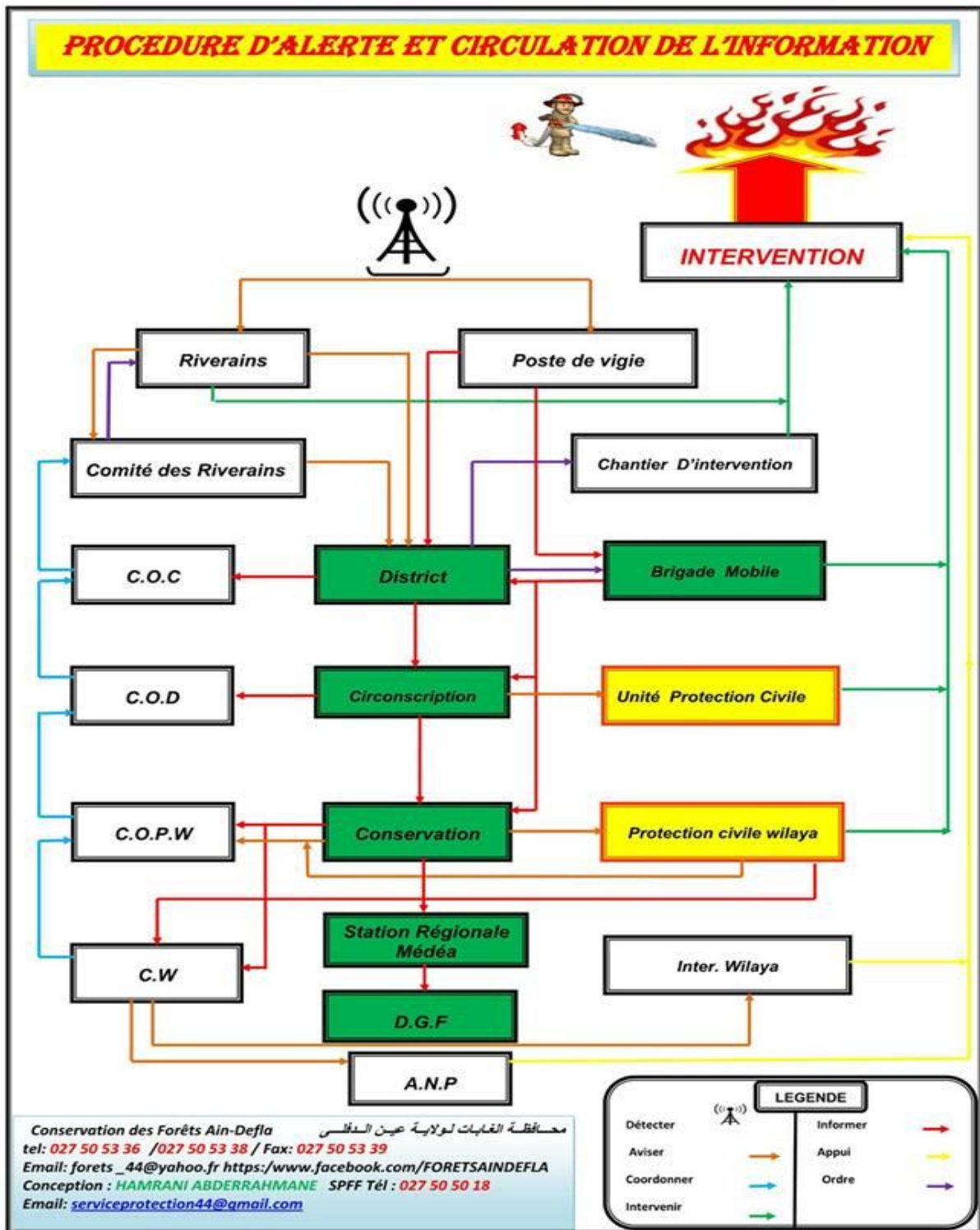


Figure 19 Plan intervention de lutte des incendies

12-Le dispositif organisationnel

Le dispositif organisationnel de prévention et de lutte contre les incendies de forêts est fixé par le décret n° 80-184 du 19/07/1980 portant mise en place des organes de coordination des actions de protection des forêts, modifié et complété par le décret exécutif n° 07-301 du 27/09/2007.

12-1 organes de coordination :

- La Commission de Wilaya

Présidée par le Wali, la commission de protection des forêts de la wilaya comprend :

- Le chef de secteur militaire.
- Le président de l'assemblée populaire de wilaya (APW)
- Le Procureur général territorialement compétent.
- Le Commandant du groupement de la Gendarmerie Nationale.
- Le Chef de la sûreté de Wilaya.
- Le Conservateur des Forêts de Wilaya.
- Le Directeur de la Protection Civile de Wilaya.
- Le directeur des transmissions nationales au niveau de la Wilaya.
- Le délégué de la garde communale.
- Les directeurs de l'exécutif de wilaya concernés ou leurs représentants.
- Un représentant de la société nationale des transports ferroviaires (SNTF).
- Un représentant de la société nationale de l'électricité et du gaz (Sone gaz).
- Le responsable de la station météorologique de wilaya.

- La commission de wilaya se réunit

- 1- Au début de chaque campagne, pour mettre en œuvre les directives de la commission nationale de protection des forêts et arrêter les conditions de participation des organismes concernés par la protection des forêts.
- 2- A la fin de chaque campagne, pour établir un rapport détaillé destiné à la commission nationale de protection des forêts.

- Le comité Opérationnel permanent de Wilaya

Présidé par le Secrétaire Général de la wilaya, le comité opérationnel permanent de la wilaya comprend :

- Le Commandant de groupement de la gendarmerie nationale.
- Le Chef de sûreté de la Wilaya.
- Le Conservateur des Forêts de wilaya.
- Le délégué de la garde communale de wilaya.
- Le Directeur de la Protection Civile de wilaya.
- Le directeur des services agricoles de wilaya.
- Le directeur de la santé de wilaya.
- Le directeur des infrastructures de base de wilaya.
- Le directeur de l'environnement de wilaya.
- Le directeur des mines et de l'industrie de wilaya.

Le comité opérationnel permanent de wilaya est chargé de mettre en application les décisions arrêtées par la commission de protection des forêts de la wilaya et de préparer tous les rapports et bilans prévus dans le cadre de la campagne.

- Le Comité Opérationnel de Daïra

Présidé par le chef de Daïra, le comité opérationnel de Daïra comprend :

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

- Le Commandant de compagnie territoriale de la Gendarmerie Nationale.
- Le Chef de la Sûreté de Daïra.
- Le représentant de la garde communale.
- Le Chef de Circonscription des forêts.
- Le Chef de l'unité de la Protection Civile.
- Le Directeur du secteur Sanitaire de Daïra.
- Le subdivisionnaire des travaux publics
- Le subdivisionnaire de l'Agriculture.

De veiller à l'application des mesures préventives prescrites par la commission de wilaya ;

- D'élaborer et de diffuser le plan d'intervention de la daïra et de prendre toutes les dispositions pratiques y afférentes ;
- De coordonner les opérations de protection des forêts;
- Le comité opérationnel de Daïra doit entretenir des relations suivies avec la commission de wilaya ;

- Le Comité Opérationnel Communal

Présidé par le président de l'assemblée populaire communale, le comité opérationnel communal comprend:

- Le Chef de la Brigade de Gendarmerie Nationale
- Le Chef de la sûreté urbaine.
- Le chef de brigade de la garde communale.
- Le Chef du District Forestier.
- Le Chef de l'unité de la Protection Civile.

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

- Les représentants des comités des riverains de la forêt désignés par l'administration des forêts territorialement compétente.

_ Le comité opérationnel communal est chargé :

- D'assurer la protection des forêts contre les incendies, les parasites et les maladies ;
- D'élaborer et de diffuser le plan communal d'intervention ;
- De coordonner, en relation avec les services concernés, la mise en œuvre des moyens communaux d'intervention ;

Le comité opérationnel communal doit entretenir des relations suivies avec le comité opérationnel de Daïra.

12-2 Rôle des services et Organismes concernés par la Prévention et la lutte contre les feux de forêts:

La prévention et la lutte contre les incendies de forêts doit demeurer une préoccupation de tous les services et organismes de la Wilaya et leur concours est indispensable pour réussir la campagne.

Pour cela il y a lieu de rappeler le rôle de certains services et organismes concernés comme indiqué ci-dessous ;

- La wilaya:

Le dispositif ou plan feu de forêts est établi sous l'autorité du wali avec la promulgation des arrêtés relatifs à la campagne ; C'est également au niveau de la wilaya qu'il est prévu l'installation de la commission de protection des forêts de la wilaya présidée par le wali ainsi que le comité opérationnel permanent de la wilaya présidée par le secrétaire général ; Selon le cas le wali préside également le poste de commandement pour la direction de l'intervention et des secours ;

- La Daïra

C'est au niveau de la daïra qu'il est prévu l'installation du comité opérationnel de daïra présidé par le chef de daïra ; ce dernier supervise également le dispositif élaboré au niveau des

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

communes concernées ; Selon le cas le chef de daïra préside également le poste de commandement pour la direction de l'intervention et des secours ;

- La commune

La commune constitue un intervenant clé du dispositif, puisqu'elle est concernée par notamment :

- La réalisation des travaux de nettoyage de part et d'autre des accotements des chemins communaux traversant les forêts. L'installation du comité opérationnel présidé par le président d'APC.
- L'installation du comité de riverains en coordination avec le service forestier territorialement compétent. Le recensement des moyens matériels et humains de l'APC.
- Le recensement des moyens matériels et humains de certains organismes implantés sur le territoire de la commune qui peuvent être sollicités en cas d'incendie.
- Selon le cas le président d'APC préside également le poste de commandement pour la direction de l'intervention et des secours ;

- Le service des forêts

Le rôle du service des forêts est primordial puisqu'il est concerné par plusieurs tâches à la fois qui sont essentiellement comme suit :

- L'élaboration du plan feux de forêts et le soumettre à l'autorité d'approbation.
- L'organisation des actions de sensibilisation.
- La réalisation des travaux de prévention à l'intérieur du domaine forestier national.
- La mobilisation de ses structures déconcentrées réparties à travers le territoire de la wilaya.
- La mise en place d'un dispositif de surveillance pour la détection et l'alerte.
- Assurer la première intervention.
- Assister la protection civile dans la direction technique de la lutte active.

- La protection civile

La protection civile est également un acteur important dans le dispositif essentiellement lors de l'intervention puisqu'il est concerné notamment par :

- L'organisation des actions de sensibilisation.
- La mobilisation des unités territoriales.
- La direction technique de la lutte active.

Et selon les cas l'installation d'une colonne mobile réservée pour le renfort contre les feux de forêts et les feux du domaine agricole.

- La direction des travaux publics

Les services de la direction des travaux publics, sont tenus de procéder au nettoyage de part et d'autre des accotements des routes nationales et chemins de wilaya traversant les forêts.

- La direction des services agricoles

La direction des services agricoles est chargée de la vulgarisation des agriculteurs afin d'équipent leurs engins d'un système anti-étincelles et de réaliser des tourières autour des terrains agricoles situés à l'intérieur ou limitrophes à la forêt.

- La direction de la santé

Si la situation l'exige, le Directeur de la santé doit mettre en alerte et mobiliser l'ensemble des corps sanitaires de la wilaya. Il doit se mettre en rapport avec le comité, pour mettre en place les moyens sanitaires nécessaires. Cependant, dans les cas urgents, la direction de la santé doit dès qu'elle a connaissance du sinistre, dépêcher une équipe sanitaire sur les lieux de l'opération qui est mise à la disposition du responsable assurant la direction des opérations.

- Les services de la police et de la gendarmerie

Les agents des services de police et de gendarmerie avec la collaboration des agents forestiers prennent toutes les mesures pour réunir tous les éléments permettant d'identifier avec précision les auteurs du sinistre.

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

Au cas où il s'agirait d'un acte volontaire, ils devront entamer les poursuites qui s'imposent, conformément à la réglementation en vigueur.

- Les unités de l'ANP

Conformément à l'article 25 du décret n° 87-45 du 10/02/1987 relatif à l'organisation et coordination des actions en matière de lutte contre les incendies de forêts dans le domaine forestier national; le Wali peut faire appel aux renforts des unités de l'armée nationale populaire.

- La SONELGAZ

Dans le cadre de la prévention des incendies de forêts, les services de la SONELGAZ, sont tenus d'ouvrir et d'entretenir des bandes ou tranchées de protection sous les lignes de haute tension traversant le domaine forestier national.

- La SNTF

Dans le cadre de la prévention des incendies de forêts, la SNTF est tenue de procéder au nettoyage des accotements des voies ferrées traversant le domaine forestier national.

13-Le dispositif de surveillance et d'intervention

Le dispositif de surveillance et d'intervention est fixé par le décret n° 87-45 du 10/02/1987 relatif à l'organisation et coordination des actions en matière de lutte contre les incendies de forêts dans le domaine forestier national.

- La permanence

Pendant toute la durée de la campagne de protection des forêts, une permanence doit être organisée au niveau des sièges des comités opérationnels et de l'ensemble des services et organismes intervenant intéressés par la mise en œuvre du plan feu de forêts. Elle est assurée de jour comme de nuit y compris les jours fériés et de repos hebdomadaire.

Cette permanence doit être particulièrement respectée au niveau des sièges de la wilaya, de la daïra, de la commune, du siège de la conservation des forêts et de ses structures déconcentrées ainsi qu'au siège de la direction de la protection civile et de ses unités territoriales.

- Le réseau radio

L'installation du réseau radio a été effectuée en 2008 à travers toutes les structures de la conservation des forêts notamment au siège de la conservation, aux sièges des circonscriptions et districts des forêts ainsi que tous véhicules constituant les brigades forestières mobiles.

La mise en marche de ce réseau est assurée par 02 relais, l'un situé dans le site « Zaccar El Chergui » et l'autre dans le site « d'El Anne » en plus du relais commun. Ce réseau est actuellement opérationnel avec 01 station principale, 16 stations secondaires, 20 stations mobiles et 26 postes portatifs. Il est à rappeler que ce réseau est d'importance vitale pour l'alerte et la communication en tout temps et lieu opportun et permet une rapidité d'intervention.

- Les postes de vigies

La surveillance des massifs forestiers est assurée par le réseau de postes de vigies installé par les services de la conservation des forêts. Durant toute la campagne des incendies, il est prévu 02 gardiens vacataires pour chaque poste. Ces postes sont situés sur des points hauts et dominants de façon à assurer la couverture totale de visibilité et ont pour rôle de détecter et d'alerter les départs de feu en temps réel.

Pour la campagne en cours, il est prévu la mise en place d'un effectif global de 30 gardiens repartis sur 15 postes vigies désignés conformément à l'annexe de l'arrêté de wilaya N°516 du 15/04/2021 portant création des postes vigies pour la lutte contre les incendies et en référence au tableau N°10 annexé au présent rapport.

- Les brigades forestières mobiles

Les premières interventions sur les incendies déclarés sont effectuées par les brigades mobiles des services locaux chargés des forêts. Les brigades forestières mobiles sont pré-positionnées pour confirmer les messages de déclaration d'incendie et d'assurer la première intervention.

Pour la campagne en cours, il est prévu la mobilisation de 17 brigades dont 09 Véhicules de type CCFLL équipées d'un kit anti-incendie et 08 Véhicules de type Pick-up affectés aux chefs de circonscriptions et de chefs de districts pour leurs activités quotidiennes et qui peuvent être mobilisées en cas d'incendies et ce avec un effectif forestiers de 34 agents, ainsi qu'une

Chapitre 03 Exemple de système de lutte des feux en Algérie (Ain Defla)

colonne mobile composée de 08 véhicules Mercedes (CCFL) qui intervient en renfort aux moyens déjà mis en œuvre par la conservation et suite au déclenchement du plan d'intervention « feux de forêts ».

Les positionnements de tous les véhicules et les champs d'intervention des CCFFL sont indiqués sur la carte de première intervention et conformément au tableau N°15 annexés au présent rapport.

- Mobilisation des unités de la protection civile

Passée la première intervention, il est fait appel aux unités de la protection civile. Pour la campagne en cours il est prévu la mobilisation de 12 unités avec 762 agents et 01 colonne mobile territoriales avec 11 CCFM +10 CCFL + 09 CCI et 24 Ambulances.

Les positionnements de ces unités et le champ d'intervention de chacune d'elles sont indiqués sur la carte du dispositif de lutte de la protection civile et conformément au tableau N°17 annexés au présent rapport.

- Mobilisation des APC et autres organismes

Les APC jouent un rôle important puisqu'elles sont sollicitées par leurs moyens pour la lutte contre les incendies et les secours. Les moyens matériels des APC qui sont recensés sont résumés comme suit: Camion a benne : 71 ; camion transport personnel : 14 ; camion-citerne53 ; porte char : 10 ; chargeurs (cases) : 06 ; tracteurs : 47 ; bus : 152 ; Ambulance : 18 ; outillage (pelle-pioche haches): 1679. Quant aux moyens humains de ces APC ; on compte : 325 chauffeurs et 723 ouvriers.

- La direction des interventions

La direction des interventions et des secours est assurée par un poste de commandement placé, selon le cas, sous l'autorité du président de l'assemblée populaire communale, du chef de daïra ou du wali assisté par les membres des comités opérationnels concernés.

- La direction technique de lutte active

La direction technique de lutte active contre les incendies est assurée par l'officier de la protection civile, assisté du technicien forestier, les plus élevés en grade, présents sur les lieux.

14-Mise en œuvre du dispositif organisationnel

La mise en œuvre du dispositif organisationnel débutera par la promulgation des arrêtés de wilaya et le contact des différents services et organismes concernés pour la concrétisation des missions respectives qui leurs sont assignés.

- Promulgation des arrêtés

Six (06) arrêtés ont été promulgués par le wali relatifs à la campagne en cours, il s'agit de :

- Arrêté N°511 de la 15/04/2021 portant ouverture de la campagne de protection des forêts contre les incendies.
- Arrêté N°512 de la 15/04/2021 portant constitution et installation de la commission de wilaya pour la protection des forêts contre les incendies.
- Arrêté N°513 de la 15/04/2021 portant constitution et installation du comité opérationnel permanent de wilaya pour la protection des forêts contre les incendies.
- Arrêté N°514 de la 15/04/2021 portant constitution et installation du comité opérationnel de daïra pour la protection des forêts contre les incendies
- Arrêté N°515 de la 15/04/2021 portant constitution et installation du comité opérationnel de commune pour la protection des forêts contre les incendies.
- Arrêté N°516 de la 15/04/2021 portant création des postes vigies pour la lutte contre les incendies au niveau de la wilaya.

- Installation des comités opérationnels :

Il a été procédé à :

- L'installation de 07/14 de comités opérationnels de daïra;
- L'installation de 22/36 de comités opérationnels de commune ;

Chapitre 4 : les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

1-Introduction

A partir de la synthèse bibliographique effectuée dans les premiers chapitres et le cas cité dans le troisième chapitre, nous pouvons constater le degré de dangerosité des incendies des forêts et les dégâts à échelle naturelle, environnementale et économique qu'ils peuvent causer. A cet effet ce chapitre est dédié à une analyse générale sur les moyens d'intervention et lutte contre les incendies des forêts.

2-Organisation et moyens de lutte contre l'incendie

La réglementation en matière de risque incendie a pour objectif essentiel la sauvegarde des personnes, selon 3 grands principes : faire évacuer les personnes sans danger hors des bâtiments, désenfumer pour faciliter l'évacuation et l'intervention, intervenir et faire intervenir (alerter). Dans ce cadre, l'autorité territoriale doit s'assurer que les établissements de la collectivité sont conformes aux dispositions réglementaires qui leur sont applicables.

2-1 Surveiller, alerter, détecter

Les avions tiennent un rôle prépondérant dans la stratégie d'attaque des feux naissants. En effet, ils sont fréquemment les premiers sur les lieux de l'incendie, grâce au dispositif de surveillance. Il appartient aux moyens terrestres d'exploiter leurs largages et d'achever l'extinction. Dans les autres cas, les moyens aériens appuient l'action des équipes au sol. Sans leur concours, l'objectif d'intervenir en période de risque sur les départs de feux avec un délai inférieur à dix minutes ne pourrait pas être atteint dans les secteurs difficiles d'accès.

2-2 Organisation d'une opération de secours feux de forêts

Si un feu de forêt n'est pas maîtrisé dans sa phase initiale, il prend de l'ampleur et d'importants moyens de secours, terrestres et aériens, sont engagés pour l'éteindre. L'ensemble de ces moyens est dirigé par le commandant des opérations de secours. Cette image active présente l'organisation des opérations pour lutter contre les feux de forêt.

2-3 Les moyens efficaces d'intervention

La lutte repose au premier chef sur les sapeurs-pompiers locaux. Leur action est renforcée par des moyens mis en œuvre par le ministère de l'intérieur et coordonnée par le centre opérationnel de gestion interministérielle des crises (COGIC) de la Direction générale de la Sécurité civile et de la gestion des crises et par les préfets de zone de Défense.

2-4 Les moyens terrestres

Les unités d'instruction et d'intervention de la Sécurité civile contribuent au dispositif d'intervention. Leurs matériels doivent être modifiés afin d'accroître leur complémentarité avec les secours locaux.

Les détachements d'intervention retardant doivent être ainsi constitués au sein des UIISC ainsi qu'un détachement d'intervention hélicoptéré.

Les éléments d'appui dotés de bulldozers peuvent assurer la création de pistes ou de lignes de soutien pour permettre l'intervention de troupes au sol.

Des colonnes zonales de sapeurs-pompiers doivent être mobilisables, à titre prévisionnel, en fonction de la situation opérationnelle ou lors des feux plus importants.

Les moyens mis à disposition par le ministère de la Défense, comprennent des hélicoptères de manœuvre et hélicoptère léger permettant l'engagement d'un détachement d'intervention hélicoptéré, des éléments de Génie et des modules de surveillance en Corse. Ces moyens peuvent être complétés en fonction du contexte opérationnel.

2-5 Le DIH des FORMISC

Le détachement d'intervention hélicoptéré des Formations Militaires de la Sécurité Civile peut grâce aux hélicoptères mis à disposition par le ministère de la défense être engagés sur des sites inaccessibles aux moyens terrestres pour assurer le traitement de lisières actives, voir contribuer à l'évacuation de personnels. Le matériel aérotransportable permet à la trentaine d'hommes constituant le DIH de préparer des zones d'intervention et réaliser des établissements de tuyaux de plus de 2 km. La

Chapitre 4 les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

permanence de l'alimentation en eau de ces établissements doit être assurée par les norias effectuées par les PUMAS.

2-6 Une flotte aérienne polyvalente

-Canadair CL 415

Avions amphibies, leur capacité d'emport est en moyenne de 6 000 litres. Ils sont utilisés en priorité pour l'attaque directe des incendies, mais peuvent intervenir aussi dans le cadre du guet aérien. La rapidité de leurs rotations après décollage sur le plan d'eau le plus proche du lieu du sinistre reste un atout incontestable. Cette distribution peut être modifiée par le COGIC en fonction du contexte opérationnel. Des appareils peuvent alors être pré-positionnés à proximité des massifs forestiers les plus sensibles

Il absorbe 6 000 litres d'eau dans ses deux réservoirs en 12 secondes. Le Canadair vole au ras de l'eau à 110 km/h sur une distance de 1,5 km, au-dessus d'une mer, d'un lac, d'un barrage, d'une rivière pour remplir ses réservoirs. Un produit spécial peut être rajouté à l'eau des réservoirs pour mieux éteindre les feux.

-Les Tracker

À l'inverse des Canadair, les Tracker effectuent leurs pleins au sol. Ils disposent d'une capacité d'emport moyenne de 3 300 litres et sont utilisés en priorité pour effectuer des missions de surveillance et de première intervention dites missions de guet aérien armé (GAAR)

Pendant l'été, ces appareils doivent être pré-positionnés sur des points près pour faciliter la mise en œuvre de la stratégie d'attaque rapide des feux naissants. Ponctuellement.

Ces anciens avions de lutte anti sous-marine de l'USNAVY, ont été transformés en bombardiers d'eau et acquis par la Sécurité civile il y a 30 ans.

Idéalement conçue pour le guet aérien et l'attaque des feux naissants, la flotte de Tracker été re-motorisée et fait depuis 2004 l'objet d'un plan de révision technique, (dispositif de lutte ,2015).

Tableau 13 : fiche technique d'Avion canadair

Rôle	Avion bombardier d'eau
Constructeur	Canadair
Équipage	2
Premier vol	23 octobre 1967
Mise en service	1969
Dimensions	
Longueur	19,82 m
Envergure	28,60 m
Hauteur	8,92 m
Aire alaire	100,33 m ²
Masse et capacité d'emport	
Max. à vide	12,2 t
Max. au décollage	depuis la terre : 17,1 t depuis l'eau : 19,73 t
Fret	5 455 litres d'eau
Motorisation	
Moteurs	2 moteurs en étoile Pratt & Whitney R-2800
Puissance unitaire	1 565 kW (2 128 ch.)
Performances	
Vitesse de croisière maximale	290 km/h
Autonomie	2 090 km
Vitesse ascensionnelle	5 m/s

3- Les drones

Un drone est un aéronef sans pilote humain à bord qui utilise les forces aérodynamiques pour produire un vol vertical. Il peut être piloté à distance, autonome ou semi autonome (CA Patel, 2006). Il est susceptible d'emporter différentes charges utiles, le rendant capable d'effectuer des tâches spécifiques, pendant une durée de vol qui peut varier en fonction de ses capacités.

L'utilisation des drones a d'abord été connue dans les applications militaires, comme la surveillance et la reconnaissance et comme plateforme de désignation de cible ou comme arme. Puis, plusieurs applications civiles sont devenues concurrentes, notamment dans l'observation des phénomènes naturels (Avalanches, volcans...), la pulvérisation des pesticides sur les surfaces agricoles, la surveillance de l'environnement (exemple : mesures de la pollution) et des réseaux routiers, la maintenance des infrastructures...etc. Aujourd'hui, plusieurs modèles des drones sont disponibles suivant leurs domaines d'application et la mission accordée. Parmi ces modèles, il y a les drones à ailes fixes, les drones à ailes battantes et les aéronefs à décollage et atterrissage vertical (à voilures tournantes) 'VTOL' (Vertical Tak off and Landings). (k.m zemalache ,2005)

3-1 CLASSIFICATION DES DRONES

Il n'existe pas une façon unique de classer les drones car ils peuvent être classés selon plusieurs critères : autonomie, portée, altitude, mission, système de contrôle, etc. (CAA04, 2004), Cependant, pour des raisons de sécurité dans l'espace aérien national, plusieurs pays se sont penchés sur la classification de ces drones. Le Royaume-Uni et l'Australie les ont répertoriés en deux groupes basés sur leur masse (CAS03, 2003).

Les Etats-Unis ont proposé une répartition en cinq catégories : micro, mini, tactique, MALE (Medium Altitude Long Endurance) et HALE (High Altitude Long Endurance). Une sixième catégorie pourrait faire son apparition avec des drones gros porteurs type cargo (WEI05, 2005). La figure ci-dessous représente le spectre de masse des différents drones.

A partir de ces différentes classes, on peut répertorier les drones selon leur plafond aérien ou leur autonomie

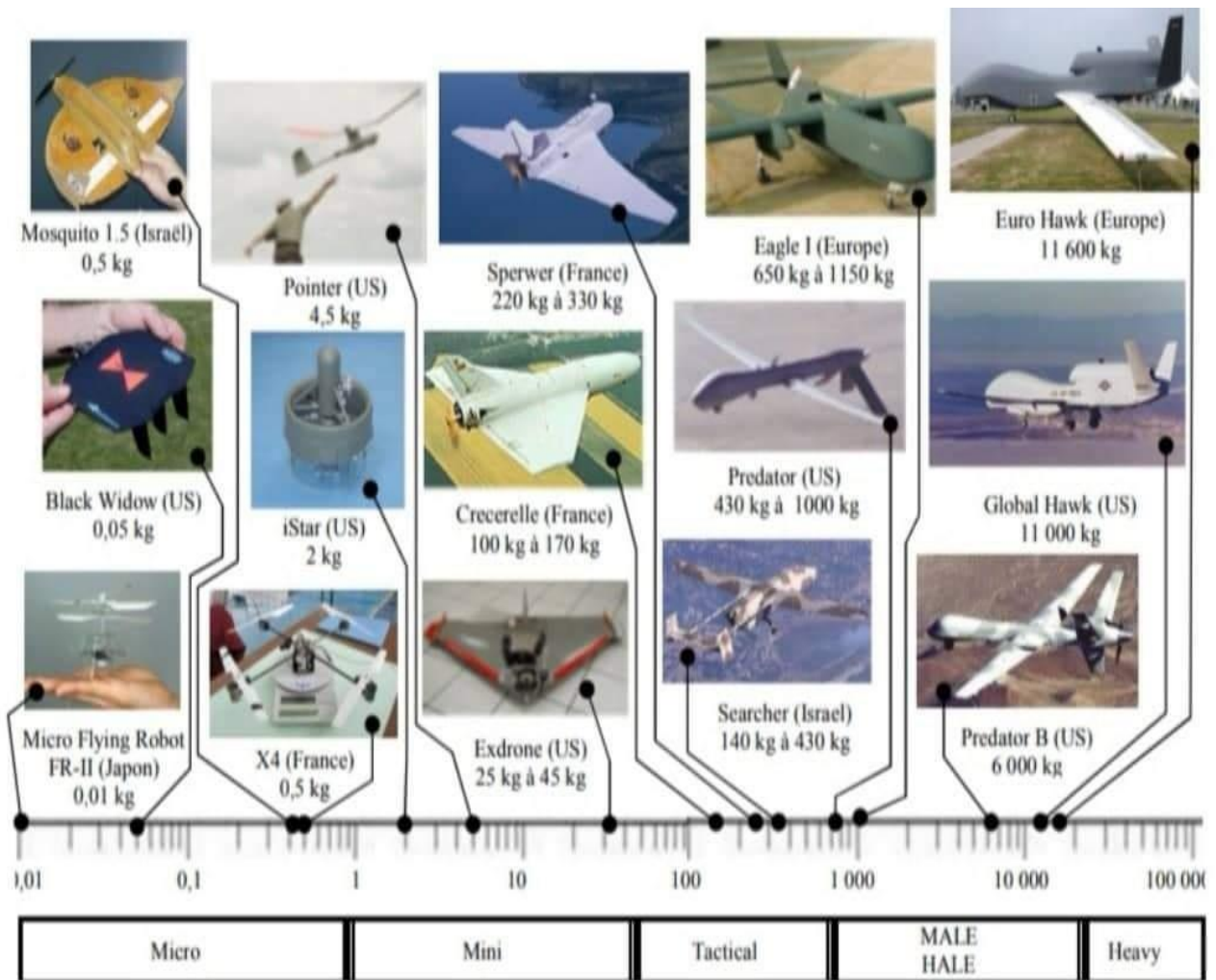


Figure 20 Classification des drones selon leur masse (kg)

3-2 Exemple d'application de drone dans la détection des feux

Introduction

La perspective basée sur les indications visuelles relatives aux systèmes de détection précoce des feux de forêt. Dans cette période où le nombre de systèmes développés à l'aide de la technologie aérienne sans pilote augmente de jour en jour, les drones seront utilisés pour atteindre les objectifs de minimisation de la destruction de nos forêts. (Boroujeni N, 2019), qui sont les poumons du monde, et d'optimisation de l'utilisation des ressources forêts qui sont les poumons du monde et d'optimiser l'utilisation de la main-d'œuvre et des ressources en temps.

Chapitre 4 les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

(Akyurek S, Yılmaz M, et Taskiran M, 2012), (Chen T & Chiou y, 2014).

Cette application ne propose que le système basé sur la détection d'images de fumée à l'aide d'un véhicule aérien sans pilote, qui peut fournir un avantage en réduisant le taux d'erreur survenant dans la détection des incendies. Le microprocesseur du système a été formé avec une méthode d'apprentissage profond est dotée de la capacité de reconnaître l'image de fumée, qui est le signe le plus précoce du diagnostic d'incendie le diagnostic.

Le problème le plus fondamental des algorithmes couramment utilisés pour la détection des incendies est le taux élevé de fausses alarmes et d'oublis. est le taux élevé de fausses alarmes et de négligences (Gao Y, & Cheng P. 2019).

La confirmation du résultat obtenu par la détection et la définition d'une preuve supplémentaire augmentera la fiabilité du système ainsi que sa précision. Puisque les drones fournissent une vision mobile, le point de vue peut être contrôlé par la station au sol qui peut le manipuler afin d'améliorer la précision du résultat. L'application développée dans le cadre du sujet de l'article a été mise en œuvre à la fois dans des environnements de simulation et physiques.

- Motivation

Une fois que les indices du feu sont inspectés en temps réel, ils présentent des caractéristiques distinctives évidentes à la fois en termes de mouvement, de spectre de couleurs et de structure texturale.

En termes de mouvement, de spectre de couleurs et de structure texturale. De cette façon, il peut être facilement séparé des autres composantes naturelles du ciel et de la forêt au moyen de divers filtres. Les composants naturels dans le ciel et la forêt au moyen de divers outils de filtrage, de détection des bords et de reconnaissance des couleurs de détection des bords et de reconnaissance des couleurs. Cependant, il est trop tard pour intervenir lorsque le feu et les flammes deviennent visibles. C'est pourquoi, sur la base de données relative à la fumée, qui est le signe le plus précoce de l'incendie, convaincre le diagnostic de l'incendie ouvrira la voie à une réaction plus rapide. Néanmoins, les résultats obtenus en traitant les entrées d'images ou de vidéos par des algorithmes de traitement

Chapitre 4 les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

d'images dans les applications développées aujourd'hui contiennent un taux d'erreur élevé. En cas d'incendie, aucun signal n'est donné ou bien le système se met en état d'alarme alors qu'il n'y a pas d'incendie. (Lin, 2017). Ces conditions doivent être réduites au minimum pour une intervention précoce et sur place. A ce stade, un système de contrôle patrouillant avec des drones sera fonctionnel en termes de détection de feu et d'une vue plus claire. Le choix d'un microprocesseur contrôlé par un microprocesseur alimenté électriquement par le composant de puissance des véhicules aériens sans pilote permettra de gagner du temps dans l'évaluation de l'efficacité du système sans pilote, il permettra de gagner du temps dans l'évaluation de la possibilité d'un incendie en utilisant la "bibliothèque TensorFlow" du microprocesseur du véhicule sans que les données reçues du véhicule soient envoyées à la station de contrôle pour la détection de fumée artificielle. L'objectif principal de cette étude est de minimiser le taux de faux rapports et d'omissions et d'optimiser le processus. (Guo , 2017).

- Méthodes de détection

Par la capacité des véhicules aériens sans pilote à voir et à se déplacer. Le dispositif Rosebery Pi (voir les figures suivantes) est un appareil puissant et de grande capacité utilisé dans de nombreux projets de robotique et d'IdO programmeur un environnement de production mobile. (Shaqura M., & Shamma J , 2017). La première étape pour rendre le mini-ordinateur Rosebery Pi utilisable avec les drones sera de connecter le dispositif au système, qui peut être alimenté à partir de la batterie interne de l'aéronef sans pilote. Sinon, d'autres méthodes peuvent être utilisées, comme alimenter l'appareil à l'aide d'un bloc d'alimentation à fixer sur le véhicule aérien sans pilote, ne sont pas souhaitées car elles augmentent le poids du véhicule. Et augmentera le poids du véhicule.

Chapitre 4 les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

circuit BEC se connectent à la masse du distributeur de puissance, l'extrémité de la broche rouge du circuit à l'extrémité de tension du distributeur, et la triple extrémité du circuit rechargeable aux entrées des broches de fonction des Rosebery Pi 2.4 et 6. Alors que la conception d'un cadre pour le véhicule aérien sans pilote à aile rotative à quatre moteurs qui sera utilisé dans le projet, un modèle perforé en fibre de carbone a été préféré en considérant l'effet aérodynamique et la distribution du centre de gravité. La répartition du centre de gravité. En examinant les conceptions de drones, la raison du choix du cadre de type H peut être considérée comme un potentiel de réduction des coûts. Peut être considérée comme le potentiel des drones avec ce type de cadre à effectuer un roulis plus robuste tout en effectuant des tâches de support de charge en raison de l'utilisation de l'acier.

Les drones dotés de ce type de cadre peuvent effectuer un roulis plus robuste tout en effectuant des tâches de charge, grâce à la base de masse fiable et aux bras qui s'écartent du cadre. Les drones de type H peuvent se redresser plus facilement après avoir pris des virages serrés, et on peut prévoir que la batterie placée au centre de la coque sera plus efficace.

Au centre de la coque durera plus longtemps car elle subira moins de dommages lors d'éventuelles chutes. Cependant, dans la conception originale du véhicule utilisé dans le projet, il est prévu de placer les composants électroniques en modèle sandwich sur le corps sans âme. Ainsi, étant donné que l'électronique et la batterie seront placées dans un compartiment abriter pendant les essais et l'entraînement au vol, la deuxième des deux principales différences entre les cas de type X et Y est inefficace. Le mouvement le plus rapide à effectuer lors de la réalisation des demandes du projet sera le mouvement vers la gauche et la droite. Compte tenu de cette exigence, la différence la plus évidente qui rend le cadre H raisonnable alors que les cadres X et Y ne le sont pas.

H raisonnable lorsque les cadres X et Y sont comparés perdra également de son importance. En général, le cadre de type Est utilisé dans les drones de course. Si l'on considère que la course rapide du véhicule à suivre permet un contrôle plus large, les avantages de l'utilisation du cadre X sont évidents.

Chapitre 4 les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

Contrôle, les avantages de l'utilisation du drone de type X dans les véhicules de course ont joué un rôle dans le choix du corps de type X dans la conception du corps du projet. Dans la conception de la carrosserie du véhicule du projet. Ces avantages sont : une distribution plus équilibrée du centre de gravité, les mécanismes impliqués dans les mouvements du drone sont dans un principe de coopération symétrique, et le pilote peut s'orienter plus facilement vers les commandes de contrôle du véhicule dans le contrôle et la commande. Dans le projet la distance entre les moteurs et le corps / la longueur du bras central a été conçue comme étant de 30 cm. Les drones à voilure tournante quadrimoteurs ont une place bien établie avec des avantages distincts parmi les multicoptères légers. L'avantage le plus important est que la conception instable du drone minimise le handicap de l'équilibre dû au moteur / aile. Handicap d'équilibre dû à la symétrie moteur / aile par rapport aux ailes fixes. Chaque moteur à ajoutera du poids à la conception, mais en même temps, puisque l'augmentation de la puissance du moteur augmentera directement la maniabilité, la capacité d'accélération (couple) et la performance du drone, la conception à quatre moteurs équilibrera bien ce contraste, produisant les résultats les plus appropriés. L'unité de contrôle électronique de la vitesse, le moteur et l'hélice constituent le système de propulsion du drone. Le contrôle de la vitesse des moteurs sans balais peut être peut se faire avec un couple constant, puisqu'il n'y a pas de frottement, le moteur ; il ne forme pas d'arc, ne s'empoussièrera pas, s'échauffe et fonctionne haut rendement. Dans la conception du véhicule, il a été jugé approprié d'utiliser quatre moteurs sans balais avorté 770 KV à arbre court.

Sans balais à arbre court de 770 KV. Dans chaque moteur, quatre hélices en plastique / nylon haute résistance ou en fibre de carbone nylon seront utilisées, en tenant compte du poids estimé du véhicule du projet et des risques qui pourraient survenir en cas de collision éventuelle. Au lieu de 3 pales de l'hélice à sélectionner, il a été déterminé comme 2pales, un angle d'inclinaison de 4,5 « (11,43 cm) et un diamètre d'hélice de 10" (25,4 cm). Cette sélection a été basée sur des drones de course de pairs. Lors du calcul de la valeur de la poussée du système d'aéronef sans pilote, d symbolisée diamètre de l'hélice en pouces et est inclus dans la formule comme 10 « (25,4 cm), qui est une variable connue.

Chapitre 4 les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

La valeur RPM représente la valeur numérique de l'hélice en une minute. La valeur du pas représente la valeur du chemin parcouru dans un tour d'hélice en pouces, et V0 représente la vitesse de l'hélice. Après la création du véhicule, des tentatives de vol ont été effectuées de deux manières en montant la batterie au-dessus et en dessous du boîtier. Le principe de fonctionnement du mécanisme de transport de charge dans les drones à voilure tournante est basé sur la force de l'air produite par les unités de poussée vers le bas.

Ainsi, toute conception dans laquelle les hélices interagissent entre elles ou avec un autre objet affecte négativement la stabilité et les performances du véhicule. Après que cela ait été observé dans les résultats des tests, les batteries ont été placées sous la carrosserie. Lors des essais en vol, aucune perte n'a été constatée, à l'exception de l'hélice.

- Conception du logiciel

Le système d'exploitation « Raspbian » est installé sur le dispositif. Programmes de manière fluide et rapide. Open CV est adapté à l'utilisation du traitement d'images et est également installé dans l'appareil. En outre, la bibliothèque Tensor Flow, une bibliothèque d'apprentissage automatique de premier plan, est également installée pour la détection des objets. Il est possible d'installer et de créer des programmes avec des commandes Linux standard via la ligne de commande du terminal après l'installation du système d'exploitation sur le microcontrôleur.

Le langage Python 3.6 est utilisé pour apporter des compétences en apprentissage artificiel dans l'outil. Dans le modèle utilisé pour distinguer l'image de fumée des éléments d'arrière-plan, plusieurs étapes de post-traitement sont réalisées impliquant la séparation de l'arrière-plan, la modélisation des couleurs et des bords, et la normalisation des données. Avec l'aide des méthodes intégrées, des fonctions et des valeurs définies dans les bibliothèques utilisées dans ces étapes, les mesures à prendre lors de l'appel et de l'utilisation du modèle après la phase d'apprentissage sont effectuées de manière gratuite et afin d'éviter l'épuisement du processeur. Dans les sous-titres de la section Matériaux et méthodes les étapes d'installation et de mise en route de l'application, l'identification et la formation du modèle, et le processus d'installation du modèle sur un Rosebery nouvellement acheté sont inclus. Comme il est mentionné ci-dessus, le Rosebery Pi est supporté par les librairies Open CV et Tensorflow, intégrées à un drone de sa propre

Chapitre 4 les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

fabrication afin de détecter les feux de forêt. Tensorflow est une librairie utilisée pour entraîner le système pour l'objet de distinguer dans les applications de reconnaissance d'objets. Dans le modèle Tensorflow, les propriétés distinctives propriétés distinctives de l'objet sont extraites à l'aide d'un type de données appelé tenseur. En termes de la bibliothèque Tensorflow, tenseur est une structure de données multidimensionnelle constituée de données primitives (entiers, flottants) contenues dans un tableau multidimensionnel. Il sert à conserver la différence et la similarité déterminées mathématiquement lorsque certaines régions des images du flux sont spécifiées comme contenant le même objet. Le diagramme Tensorflow vise à identifier les facteurs efficaces pour la classification la plus précise des images de test et de produire une carte de propriétés pour les objets du modèle, avec des améliorations et des phases de formation.

Lorsque l'algorithme de reconnaissance d'objets est en cours d'exécution, une série d'opérations de calcul, qui sont de nœuds et peuvent être représentées par un diagramme de flux, sont exécutées lorsque l'objet à distinguer est identifié dans le modèle (Gad A, 2018).

En général, chaque nœud prend un tenseur, le calcule et produit un tenseur en sortie. Dans les modèles d'apprentissage, on cherche à obtenir des sorties différentes et améliorées avec les mêmes entrées.

Afin de les parvenir, les tenseurs dans le flux sont mis à jour et l'itération est maintenue en utilisant des variables Tensorflow, des opérations, des espaces réservés et des constantes. Les mises à jour d'amélioration dans l'apprentissage automatique ne peuvent pas être faites manuellement, il existe une API appelée fonction de perte, qui va minimiser la valeur instantanée de la fonction utilisée pour mesurer la différence entre la valeur de succès estimée du modèle et le succès de la valeur de corrélation est alimentée à cet objet lorsqu'une relation similaire est rencontrée dans la région contenant l'objet dans les autres images. Les images d'entraînement du lot, l'unité d'itération spécifique, sont finalement comparées aux données de test et le modèle est mis à jour et optimisé en fonction de la différence entre la classification et la classe à laquelle l'objet appartient réellement. Les statistiques et les résultats des évaluations mathématiques qui montrent que le système entraîné est formé pour donner des taux d'erreur rapides et faibles sont donnés dans cette section. Le modèle susdite mobile net, qui est un sous-modèle de l'apprentissage profond

Chapitre 4 les mesures d'intervention et de lutte contre les incendies

supervisé appelé Model Zoo, qui contient des modèles pré-éduqués dans la bibliothèque (yilmaz A,Guzel M, 2018).

Un exemple de détection de fumée dans le système logiciel développé est donné dans la Figure suivante :



Figure 22 ; exemple de détection de fumée

Pour le processus de formation, 280 images, représentant de la fumée, la plupart d'entre elles obtenues à partir de Google tandis que certaines d'entre elles sont générées dans des environnements physiques. Par conséquent, ces données sont employées dans la phase de formation du modèle. Tandis que la figure 22 illustre un exemple de données générées par les auteurs en utilisant le drone développé.

- Résultats

Lors de l'évaluation des graphiques de perte, il ne serait pas correct d'appeler le modèle avec la valeur de perte la plus faible que nous avons obtenu le modèle le plus performant. Cela ne peut que montrer que ce modèle peut être entraîné plus rapidement que les autres modèles. L'entraînement a été terminé dans différents modèles et différentes itérations dans chaque modèle.



Figure 23 : résultats de tests obtenus à partir d'environnement physique

- Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les moyennes d'organisation, de prévention et d'intervention contre les incendies des forêts. Comme nous avons présenté un exemple drone à faible coût équipé de capacités de traitement d'images et de détection d'objets pour les tâches de reconnaissance de fumée et de feu dans les forêts.

- Conclusion générale

Le feu de forêt est une catastrophe naturelle dont les ravages peuvent être considérablement réduits en cas de détection et d'intervention précoces. Malgré les efforts supérieurs des pompiers, la diffusion massive du feu est inévitable pour certaines raisons telles que le trafic, les alarmes tardives ou fausses, et dans le cas où les résidences sont difficiles à intervenir.

Dans le cas des incendies de forêt, l'emplacement et le temps nécessaire pour l'atteindre sont les obstacles les plus importants à surmonter. En effet, les feux de forêt ont la vitesse de propagation la plus rapide et le type de feu le plus visible.

En raison de la fréquence des incendies de forêt, les zones vertes de notre planète se réduisent chaque jour. Les feux de forêt se sont intensifiés dans certaines provinces. Il est connu que les hélicoptères sont impliqués dans la lutte contre les incendies, en plus des camions citernes et des véhicules de pompage, et que des résultats plus rapides ont été obtenus avec des véhicules terrestres.

L'objectif de notre travail était de faire une synthèse sur les incendies des forêts et analyser les moyens de prévention et intervention de lutte les feux de forêt.

A cet effet, notre travail est devisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre dédie aux notions de bases sur le phénomène du feu, les différents types, les principales causes et conséquences.

Le deuxième chapitre est consacré à une approche comparative de système de lutte contre les incendies des forêts en France et en Algérie.

Le troisième chapitre une présentation d'un exemple des stratégies de lutte contre les feux a Ain defla.

Le dernier chapitre présente les nouvelle techniques et mesures de prévention et d'intervention en cas des feux des forêts avec un exemple d'application de détection des feux.

Références bibliographiques

- (MEDDOUR-SAHAR, 2014). Les feux de forêts en Algérie : Analyse du risque, étude des causes, évaluations des dispositifs de défense et de gestions. Doctorat 2014. Université Mouloud Mammeri tizi ouzou Algérie
- (HESSAS, 2005). Evaluation cartographique et évolution diachronique par télédétection du risque incendie de forêt. Simulation de la propagation du feu dans le bassin versant du Paillon, Nice, Alpes Maritimes. Doctorat 2005. Université GRENOBLE- France- JOSEPH FOURIER.
- (SAUVAGNARGUES, 2012). SOPHIE SOUVAGNARGUES. Livre incendie de forêts : défis et perspective presses universitaires de France, 2012.
- (MEDDOUR-SAHAR & DERRIDJ, 2012). Bilans des feux de forêts en Algérie : Analyse spatio-temporelle et cartographie du risque (période 1985-2010).
- (Kerrache GHAOUTI, 2011), impact des travaux du réaménagement forestier sur les formations forestières, cas de la forêt de Fenouane (commune de Ain El Hajar de saïda, Algérie), Magister Thesis 2011, AbouBekr Belkaid université Tlemcen, Algérie.
- (Médail & Quézel, 1997). Médail Frédéric, Quézel Pierre. Analyse des points chauds pour la conservation de la biodiversité végétale dans le Méditerranéen basin. Annal « The Missouri Botanical Garden ».
- (Quézel P, 1985). Définition de la région méditerranéenne et origine de sa flore. Annal « plant conservation in the mediterranean area » .
- (Trabaud Louis , 1976) . Thèse Doctorat sciences 1976, Montpellier. impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones.
- (Hetier, 1993). Hetier Jean Paul, forêt méditerranéenne : vivre avec le feu ! Élément pour une gestion patrimoniale des écosystèmes forestiers littoraux. Les cahiers de conservation du Littoral.

- (MARGERIT , 1998). Thèse de Doctorat 1998 modélisation et Simulations Numériques de la Propagation de Feux de Forêts. Institut National Polytechnique Algérie.
- (COLIN, JAPPIOT, & MARIEL, 2001). Protection des forêts contre l'incendie: Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen.
- (ZAOUI, 2013). Gestion des risques de feu dans la forêt de Msila Wilaya d'Oran. Magistère en 2013. Université Abou-Baker Belkaïd.Tlemcen Algérie
- (GUÉNON, 2010). Thèse de Doctorat. Université « PAUL CÉZANNE » Marseille France. Vulnérabilité des sols méditerranéens aux incendies récurrents et restauration de leurs qualités chimiques et microbiologiques par l'apport de composts.
- (ALEXANDRIAN, 2003). Sautes de feu : analyse des mécanismes et modélisation Modèle d'article probabiliste développé dans le cadre du programme SALTUS. Forêt Méditerranéenne.
- (MERDAS, 2007). Thèse de Magistère. Université Mentouri Constantine Algérie. Bilan des incendies de forêts dans quelques wilayas de l'Est algérien; cas de Bejaia, Jijel, Sétif et Bordj Bou-Arredj.
- (Drissi, 2014). Un modèle de propagation de feux de végétation à grande échelle. Doctorat. Université Provence Marseille France.
- (PRODON & TATONI, 2012). Le feu, facteur structurant de la biodiversité méditerranéenne paris France .
- (GENRIES & CARCAILLET, 2009). Impact des feux sur la richesse et la dynamique des communautés forestières subalpines en vanoise.Université du Québec à Montréal Canada.
- (GILLON, 1990). Les effets des feux sur la richesse en éléments minéraux et sur l'activité biologique du sol article paris France .
- (TILLIER, 2011). Gérer durablement la forêt méditerranéenne : exemple du parc naturel régional des Alpilles. Doctorat 2011. France.

- (campagne 2021 Ministère de l'Intérieur/DGSCGC).dossier presse Commandant Alexandre Jouassard :l'état des feux des forêts en France et les risque des feux des forêts en France et comment prévenir commandant Alexansre Jouassard « journal France 2021 »
- (Colin, 2001). Protection des forêts contre l'incendie: Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen. France
- (Velez, 1990).les incendies de forêts dans la région méditerranéenne. Panorama régional livre « Unasylya ».
- (Quezel el Médial, 2003). Ecologie et biogéographie des forets du bassin méditerranéen livre « elsevier » paris .
- (Velez, 1994).la protection contre les incendies de foret (Forest fire control)- CIHEAM-Centre international de haute études agronomique méditerranéenne.
- . (Dimitrakopoulos & Mitsopoulos, 2006).Global Forest ressource assessment 2005 rapport sur les incendies dans la région méditerranéenne -document de travail- département des forêts
- (Arfa, 2008). Les incendies de forêts en Algérie : Stratégies de prévention et plans de gestion. Thèse de Magistère. Université Mentouri. Constantine.
- (MEDDOUR-SAHAR, 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. Institut national agronomique. El harrach Alger.
- (le DGF ,2021). Direction général de forets, analyse des statistiques des feux de forets en Algérie 2021 .
- (DUBORDIEU, 1997). Manuel d'aménagement forestier (Paris).
- (CROISE & CROUZET,1998). L'infrastructure routière. R.F.F SP.
- (GRIM, 1989). Le pré aménagement forestier (Belgique).
- (HACHEMI, M.A. 2014). Apport de la géomatique dans la protection des forêts contre les incendies (cas la forêt Fenouane Ain el Hdjar, Saida). Thèse de Master. Université Abou Bekr Belkaid.tlemcen Algérie.

- (P DELABRAZE,1990). Les composantes de l'incendie de forêt. Revue Forestière Française.
- (ABDI, 2014). Contribution à l'étude de la gestion des risques d'incendies de forêts dans la Wilaya de Tlemcen. Master. Université Abou Bekr Belkaid.tlemcen Algérie.
- (DE MONTGOLFIER,1996). Les forêts méditerranéennes et leur aménagement. Forêt Méditerranéenne.
- (BABBITT, 1999). Pour faire la paix avec des incendies de forêt. Forêt Méditerranéenne.
- (SEIGUE, 1985). La forêt cérium méditerranéenne et ses problèmes (Paris).
- (Conservation des forêts, 2021). Plan feu des forêts et bilan Général de la Wilaya d'Ain Defla 2021.
- (dispositif de lutte ,2015). (Campagne 2015 Ministère de l'Intérieur/DGSCGC).dossier presse Commandant Emmanuelle Francois : journal 'les organisations et moyens de lutte contre les incendies 2015' France.
- (CA Patel, 2006). "Building a Test for mini quad rotor unmanned Aerial Vehicle with protective shroud" Thèse soumise au department d'ingénierie mécanique .école supérieure d'université de Wichita.USA, juillet 2006.
- (k.m zemalache ,2005)"Commande d'un système sous – actionnes : Application à un drone à quatre Héliciers " Thèse de doctorat université D'Evry Val d'Essonne, France ,2005.
- (CAA04, 2004). Civil aviation authority, united kingdom "Unmanned Aerial vehicle operations i" 12 November 2004.
- (CAS03, 2003). Autorité de sécurité de l'aviation civile,Australia "unmanned Aircraft and Rocket operation" CASR, janvier 2003.
- (WEI05, 2005). R.E. Weibel et R.J Hansman, "consideration de sécurité pour l'exploitation des drones" Article de titre 'Mit international centre for air transportation' 1 mars 2005.

- (Boroujeni N, 2019), système de vision monoculaire pour les véhicules aériens sans pilote
- (Akyurek S, Yılmaz M, et Taskıran M, 2012), véhicules aériens sans pilote et terrorisme sur le champ de bataille. Rapport technique n :53,Ankara, Turquie.
- (Chen T & Chiou y, 2014). Une méthode de détection précoce d'incendie basée sur le traitement d'image conférence international sur le traitement d'image ,Singapour 2014.
- (Gao Y, & Cheng P. 2019). Détection de la fumée de feu des forêts basée sur la racine de fumée visuelle et le modèle de diffusion .Article 2019 « model technologie fire ».
- (Lin, 2017), détection de fumée dans des séquences vidéos basée sur une texture dynamique utilisant un binaire local de volume, article « fire drone » 2017.
- (Guo , 2017).une nouvelle approche de détection d'incendie basée sur logiciel CNN-SVM utilisant tensorflow.Article « fire drone » 2017.
- (Shaqura M., & Shamma J , 2017). Plate –forme utilisant l'API solide works et l'assemblage dynamique intelligent. 14^{ème} conférence sur l'informatique dans le contrôle ,automatisation et le robotique 2017.
- (Gad A , 2018). Application de connaissances tensorflow pratique de vision par ordinateur utilisant apprentissage en profondeur avec le CNN.
- (yilmaz A,Guzel M, 2018). Une approche de détection de véhicules utilisant méthodologie Article « fire drone ».

