

Diagnostic des incendies de forêt dans le Nord Centre Algérien : cas des provinces boisées et peuplées de Boumerdes, Bouira et Tizi Ouzou

Ouahiba SAHAR, Rachid MEDDOUR

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Université Mouloud Mammeri, Algérie
o.sahar@yahoo.fr

Sommaire :

1. INTRODUCTION.....	284
2. METHODOLOGIE.....	285
2.1. Site d'étude.....	285
2.2. Matériels et méthodes.....	286
3. RESULTATS ET DISCUSSION.....	287
3.1. Répartition temporelle des incendies de forêt dans le Nord-Centre Algérien (période 1985-2010).....	287
3.2. Cartographie du danger d'incendie à l'échelle communale.....	293
4. CONCLUSIONS.....	298
5. REMERCIEMENTS.....	300
6. REFERENCES.....	300

Citer ce document :

SAHAR, O., MEDDOUR, R. 2020. Diagnostic des incendies de forêt dans le Nord Centre Algérien : cas des provinces boisées et peuplées de Boumerdes, Bouira et Tizi Ouzou. *Cinq Continents* 10 (22): 282-303

Diagnostic des incendies de forêt dans le Nord Centre Algérien : cas des provinces boisées et peuplées de Boumerdes, Bouira et Tizi Ouzou

Ouahiba SAHAR, Rachid MEDDOUR

Diagnosis of wildfires in the North Central Algeria: case of the wooded and populated provinces of Boumerdes, Bouira and Tizi Ouzou. This work is dedicated to the analysis of forest fires over a 26-year period in order to obtain a complete diagnosis of the situation prevailing in this region of the country, as well as a risk mapping at the level of the municipalities studied. The average established over two decades (1985-2010) shows that the region studied is very affected by fires with an average of 4,576 ha / year and 313 fires / year. The results obtained show a temporality of the fires that occur mostly in August and especially in the time 10 am-6 pm. There is no significant priority for any day of the week. The forest represents the most affected plant formation, compared to scrubland and scrub. The forest formations most sensitive to fire are pine groves (*Pinus halepensis*) and cork groves (*Quercus suber*). At the municipal level, the pressure of fires is stronger in those of the coast than in the rest of the territory. This observation is likely to be linked to the use of fire to illegally recover land for urbanization and to the high population density that characterizes these territories and its consequences.

Keywords: diagnosis, fire, cartography, North center

Diagnostic des incendies de forêt dans le Nord-Centre Algérien : cas des provinces boisées et peuplées de Boumerdes, Bouira et Tizi Ouzou. Ce travail est dédié à l'analyse des incendies de forêt sur une période de 26 ans afin d'obtenir un diagnostic complet de la situation qui prévaut dans cette région du pays, ainsi qu'une cartographie du risque au niveau des communes étudiées. La moyenne établit sur deux décennies (1985-2010) permet de constater que la région étudiée est très impactée par les incendies avec une moyenne de 4.576 ha/an et 313 feux/an. Les résultats obtenus montrent une temporalité des feux qui surviennent en majorité en août et surtout dans la tranche horaire 10 h-18 h. Par contre, on ne note aucune primauté significative pour un quelconque jour de la semaine. La forêt représente la formation végétale la plus affectée, comparativement au maquis et broussailles. Les formations forestières les plus sensibles au feu sont les pineraies (*Pinus halepensis*) et les subéraies (*Quercus suber*). Au niveau des communes, la pression des incendies est plus forte dans celles du littoral que dans le reste du territoire. Ce constat est vraisemblablement à lier à l'emploi du feu pour récupérer de façon illégale des terrains pour l'urbanisation et à l'importante densité des populations qui caractérise ces territoires et ses conséquences.

Mots clé : diagnostic, incendie, cartographie, Nord centre

1. INTRODUCTION

Depuis toujours la forêt Algérienne a été sujette aux passages des incendies (Boudy, 1948). Ce qui chaque année engendre des pertes écologiques énormes. En effet, l'Algérie enregistre une perte de 35.000 ha de forêt par an en moyenne (Meddour-Sahar et al., 2008). Cette situation devient problématique, si on sait que le taux de boisement est seulement de 1,76 % et que la majeure partie du territoire est désertique (FOSA, 2000). Ceci est plus aggravé par le phénomène de récurrence des feux qui ne permet aux écosystèmes forestiers de récupérer avec cette pression constante des incendies (Schaffhauser, 2009). Le nombre des incendies est en hausse perpétuelle dépassant les 3.000 feux par an (Meddour-Sahar et Bouisset, 2013).

La superficie totale incendiée en Algérie, durant la période 1985-2010, s'élève à 910.640 ha, réparti de façon disparate sur les trois régions forestières du Nord du pays (régions Est, Centre et Ouest). En première position, la région Nord-Est avec 449.416 ha de surfaces incendiées, représentant 49,35 % du total. Vient en seconde position, la région Nord-Centre du pays avec 277.640 ha, soit 30,49 %, et enfin celle du Nord-Ouest est la moins touchée relativement, avec 183.584 ha, soit 20,16 % (Figure 1). Ceci s'explique, au moins en partie, par le fait que les massifs forestiers du Nord-Est du pays sont les plus boisés.

La distribution des départs d'incendie par région montre que la région Nord-Centre du pays vient en première position avec 18.540 feux, soit 43,57 % du total, suivie de la région Nord-Est avec 17.704 feux (41,60 %) et en dernier celle du Nord-Ouest avec 6.311 feux (14,83 %). Dans la région du Nord-Centre, le nombre élevé de feux peut s'expliquer essentiellement par une plus forte densité de population, 370 habitants/km², contre 170 hab./km² pour le Nord-Est et 162 hab./km² pour le Nord-Ouest (Sahar, 2014).

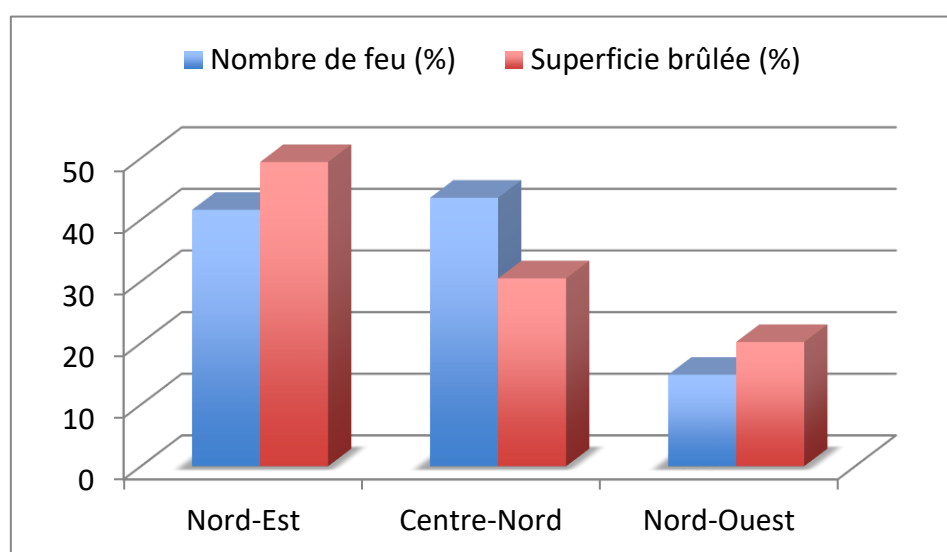


Figure 1. Répartition des incendies par région en Algérie (Source de données : DGF)

Nous avons retenu 3 provinces du centre où les incendies de forêt sont un problème permanent. On y note une forte présence humaine, enclavée dans les massifs forestiers, avec un relief accidenté, qui occasionne un plus grand nombre de mises à feu.

Nous allons essayer par une approche statistique descriptive des données d'analyser l'évolution temporelle et spatiale des feux de forêts, pour faire ressortir s'il y a ou non un changement dans le régime des incendies de forêts. Les résultats de ce diagnostic serviront à améliorer les politiques de gestion de ce phénomène récurrent. En effet l'estimation du degré de danger au niveau local, basée sur les statistiques des feux historiques, nous permettra de faire ressortir les zones les plus sensibles au feu, où il faudra donner priorité aux actions de prévention et aux moyens de lutte contre les incendies. Cela permettra aux structures publiques concernés un meilleur déploiement des moyens selon la géographie du risque incendie de forêt et apportera au gestionnaire un précieux outil d'aide à la décision.

2. METHODOLOGIE

2.1. Site d'étude

La zone d'étude se situe dans la région Nord Centre Algérien avec les provinces de, Bouira, Boumerdes et Tizi Ouzou (Figure 2).

La zone d'étude se situe dans une tranche altitudinale remarquable, qui fluctue du niveau de la mer (domaine littoral au nord) jusqu'à 2.308 mètres (point culminant du djebel Lalla Khedidja sur la chaîne du Djurdjura au sud). Elle est caractérisée par un relief montagneux fortement disséqué par un réseau hydrographique important, donnant lieu à une diversité de paysages et milieux physiques : plaines littorales, massifs côtiers, vallées, hautes montagnes et plateaux (CENEAP, 2008).

Le climat est partout caractérisé par l'existence d'une saison sèche qui est variable selon les stations de 3 à 5 mois avec un bioclimat de type subhumide à humide (Boumerdes et Tizi Ouzou) et semi-aride (Bouira). Cette période de xéricité étalée au-delà de la période estivale, conjuguée à des valeurs très réduites d'hygrométrie, représentent des causes favorables aux incendies (Meddour, 2010).

L'occupation des terres de la région d'étude se présente comme suit :

- les forêts, maquis et reboisements représentent une superficie de 183.467 ha , soit 20,6 % ;
- les terres agricoles couvrent une superficie importante de 529.529 ha, soit 59,6 % de la superficie totale ;
- les terres de parcours couvrent une superficie de 130.566 ha, soit 14,7 % ;
- les terres improductives couvrent une superficie de 16.798 ha, soit 1,9 % ;
- La formation à Alfa (*Stipa tenacissima*) représente une superficie totale de 28.971 ha, soit 3,2 %.

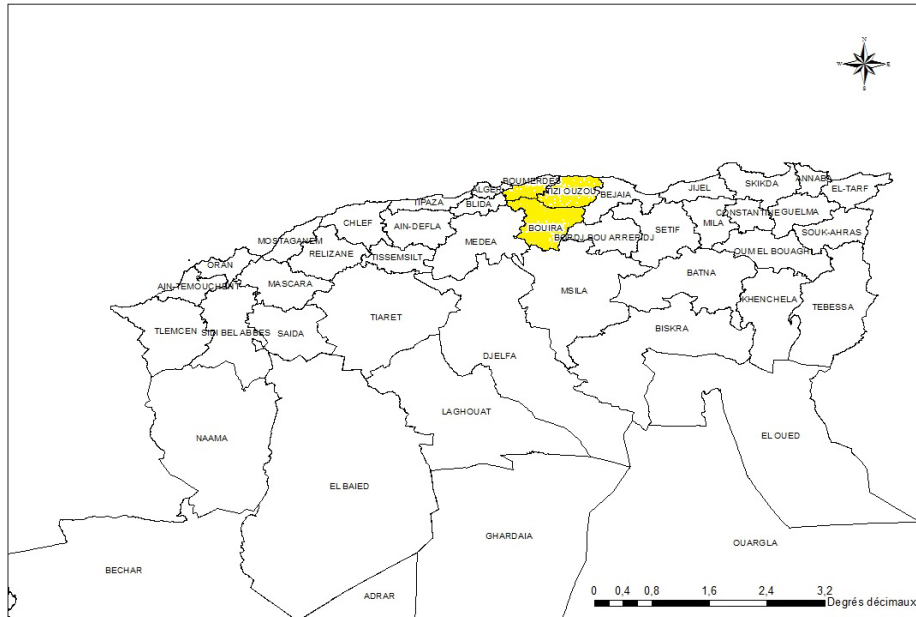


Figure 2. Localisation de la zone d'étude

2.2. Matériels et méthodes

Les données utilisées dans ce travail proviennent des archives et documents de la Direction Générale des Forêts (DGF). Ils sont disponibles essentiellement sous forme de rapports détaillés et de message d'incendies¹, dans des archives au format papier.

Le problème qui se pose pour le dépouillement des rapports d'incendie est le fait que chaque forestier renseigne le formulaire à sa façon, sans respecter les informations demandées dans les instructions.

Nous avons, par conséquent, été dans l'obligation de travailler essentiellement sur les messages incendies. Ceci nous a limité pour l'étude de certains facteurs pourtant essentiels (conditions topographiques, conditions climatiques lors de l'incendie, type de combustible, notamment), mais non disponibles. Les données recueillies ont été classées selon le temps, l'espace, le type de végétation et la taille des incendies.

Pour la cartographie du risque incendie au niveau des trois provinces, sur la base des statistiques des feux passés sur une période de 26 ans à l'échelle des 144 communes, nous avons utilisé deux types de risque, à savoir le *risque fréquentiel* et le degré de danger (RMA). La méthodologie est intéressante, parce que les feux sont le résultat de l'histoire locale du phénomène et donc du risque. L'originalité de la démarche tient au fait que les informations utiles à l'étude du risque seront cartographiées, en les rapportant à la

¹ Message d'incendie : ou le rapport sommaire est un formulaire renseigné une fois l'incendie éteint, le jour qui suit, par le forestier présent sur le terrain lors de l'incendie. Il y figure l'heure et la date de déclaration et d'extinction du feu, le lieu d'éclosion, la nature juridique du terrain, le type de formation végétale, la surface parcourue, l'essence brûlée, l'informateur sur le départ du feu, etc .

première unité de gestion du territoire, la commune. Pour la réalisation de nos cartes de risques, nous avons fait appel au système d'information géographique ArcGIS 10.

3.RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Répartition temporelle des incendies de forêt dans le Nord-Centre Algérien (période 1985-2010)

3.1.1. Evolution annuelle du nombre d'incendies et des superficies parcourues par le feu

Au cours de cette période, la surface parcourue cumulée atteint 118.965 ha de forêts et d'espaces naturels, correspondant à une moyenne annuelle de 4.576 ha. Le nombre de feux est de 8.124 au total, soit une moyenne annuelle de 313 feux.

La surface parcourue oscille considérablement d'une année à l'autre avec un maximum de 18.549 ha en 1994 et un minimum de 321 ha en 2002 (Figure 3).

La moyenne annuelle de la surface parcourue est trompeuse, car une année sur trois est favorable (moins de 4700 ha brûlés) et une année sur 2,5 est défavorable (4.700 ha à 18.000 ha brûlés). Durant cette période de 26 ans, les 18 années favorables (en dessous de la moyenne) se répartissent sur l'ensemble de la période, alors que les 8 années défavorable se distribuent de façon inégale sur la période analysée, puisqu'on recense 6 années durant la première décennie (1985-1994). De plus, celles-ci sont successives et correspondent à 1986, 1987 et 1988, d'une part, et 1992, 1993 et 1994, d'autre part. Cette dernière répétition est plutôt rare, parce qu'en général les statistiques mettent en évidence qu'après des valeurs extrêmes, les valeurs suivantes tendent à revenir vers la moyenne (Barnett et al., 2005). Il ne s'agit toutefois que d'une tendance et non de quelque chose de systématique.

On enregistre 5 années favorable (en dessous de 1.000 ha), notamment 1996, 2001, 2002 et 2003, la dernière en contraste évident avec le reste de la Méditerranée, où l'année 2003 a été catastrophique, par suite d'une vague de chaleur prolongée qui a produit d'énormes dommages, surtout au Portugal, France, Espagne et en Grèce (Bartet, 2004 ; Marques et al., 2011 ; Cardil et al., 2017 ; Rigolot et al., 2020). Ainsi, on attend dans les pays du pourtour de la Méditerranée, davantage de feux associés à des vagues de chaleur et des sécheresses extrêmes pour la fin du siècle (Ruffault et al., 2017).

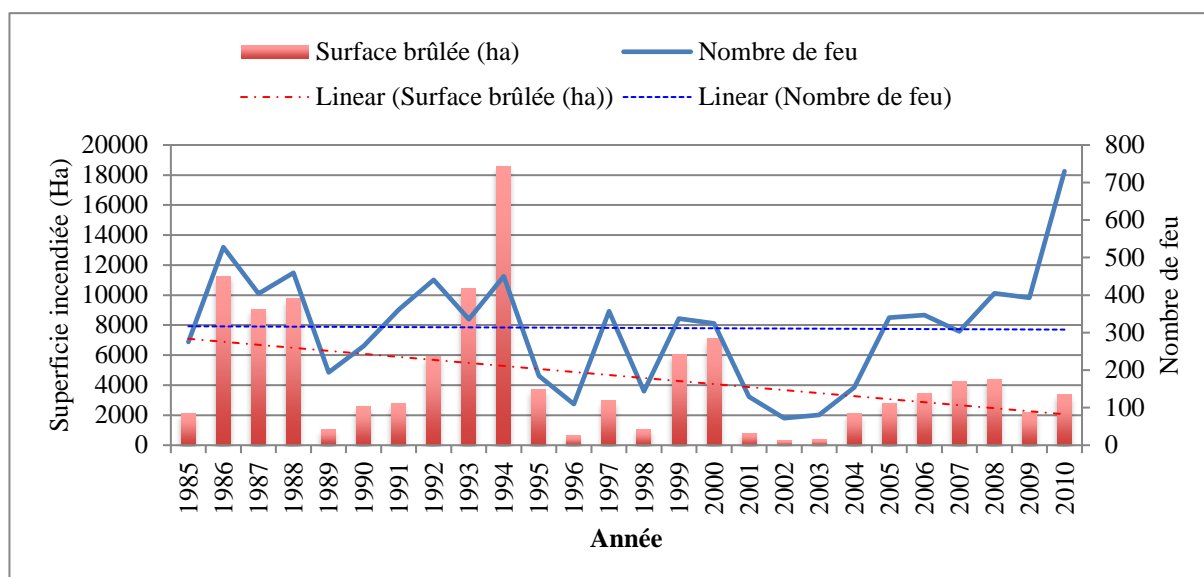


Figure 3. Répartition annuelle des incendies de forêt (Source de données : DGF)

Les nombres des éclosions des incendies sont variables, passant d'une valeur minimale de 72 en 2002 à une valeur maximale de 730 en 2010. Les départs des feux sont en augmentation par contre pour les surfaces incendiées, on constate une légère diminution. La même tendance est observée dans d'autres pays en Europe Méditerranéenne (Ruffaul & Mouillot, 2015 ; Jappiot et al., 2018).

On enregistre deux valeurs maximales 41 ha/feu et 31 ha/feu, correspondant aux années les plus catastrophiques de 1994 et 1993. La valeur minimale est enregistrée en 2010 soit 5 ha/feu.

3.1.2. Analyse de la situation des incendies dans les provinces d'étude

A partir des données collectées au niveau des provinces de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes, nous allons mettre en évidence les disparités régionales (Tableau 1).

Tableau 1. Principaux indicateurs des provinces étudiées

Wilaya/Indicateur	Tizi Ouzou	Bouira	Boumerdes
Nombre incendie par 1000 ha de surface boisée	2,21	1,03	2,63
Nombre incendie par 1000 ha de surface territoriale	0,49	0,22	0,48
Nombre incendie par 1000 habitants	0,13	0,13	0,09

(Source de données : Office National des Statistiques)

La wilaya de Tizi Ouzou a connu un nombre moyen annuel de feux de 145, soit 47 % du nombre total de feux enregistré dans la région d'étude. La surface moyenne annuelle parcourue par le feu est de 2.956 ha représentant à elle seule 64 % des superficies totale incendiée dans la région d'étude. Deux années (1993 et 1994) se démarquent de cette période d'observation avec respectivement 10,71 % et 16,27 % de la superficie parcourue au total.

La province de Bouira a connu 97 incendies (31%) qui ont parcourue 991 ha soit 22 % du total de la région. Les années 1994 et 1993 ont brûlé 8.196 ha soit 31,81 % du total. Pour le nombre de feux, on enregistre un maximum de 194 durant l'année 2010. A l'opposé en 2002 et 2003, les superficies forestières affectées par les incendies ont été exceptionnellement faibles, soit 65,58 ha et 47,50 ha pour 28 et 30 incendies respectivement.

Boumerdes est la province la moins touchée sur les 3 régions étudiées avec 70 incendies et une surface forestière brûlée de 629 ha, soit 14 %. L'année 1987 est la plus affectée, la superficie parcourue par le feu est de l'ordre de 3.432 ha soit 20,99 % du total enregistré dans la région d'étude. Vient ensuite l'année 1986, dont la superficie parcourue par le feu est de 3.167 ha, soit 19,37 %. Sur cette chronologie, certaines années ont été particulièrement catastrophiques, il s'agit de 1986, 1987, 1988 et 2000, où la superficie touchée est largement supérieure à 1.000 ha. La superficie minimale parcourue est celle de l'année 2002 avec 30,34 ha, soit 0,19 % de surface totale affectée en 26 ans. Le nombre d'incendies le plus élevé est de 180 en 2010, tandis que l'année 2004 a enregistré un minimum de 8 incendies.

Le feu moyen est de 19 ha/feu à Boumerdes, 17,72 ha/feu à Tizi Ouzou et de 10 ha/feu pour la wilaya de Bouira. Ce qui pourrait traduire une meilleure réactivité dans la lutte à Bouira, par rapport aux deux autres provinces, où la lutte paraît moins efficace (retard dans l'intervention initiale).

3.1.3. Evolution mensuelle du nombre d'incendies et des superficies parcourues par le feu

Durant l'année, seuls les mois de juin, juillet, août, septembre et octobre sont pris en considération dans les bilans officiels des Conservations des Forêts en Algérie.

C'est durant le mois d'août que l'on enregistre le plus grand nombre d'incendie, soit 3.161, représentant 39,63 % du total de la période considérée. Même constatation pour la superficie parcourue qui est la plus élevée en août, avec 62.253 ha, soit 53 % du total (Figure 4). Les mois avec de fortes valeurs d'incendies se conforment à la distribution, que l'on observe dans tous les pays méridionaux de l'Union Européenne (Xanthopoulos, 2000). Ces mois correspondent à la période de maximum d'irradiation solaire, qui influence le degré d'humidité des combustibles (Bernard & Bernard, 2007 ; Flatley et al., 2011).

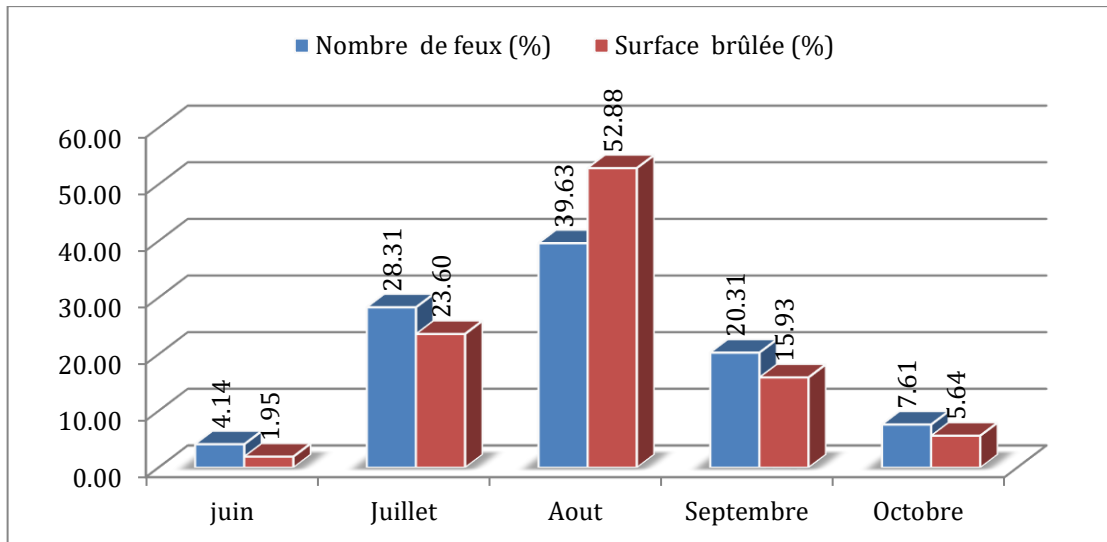


Figure 4. Distribution mensuelle du nombre d'incendies et des surfaces incendiées
(Source de données : DGF)

3.1. 4. Evolution des fréquences d'incendies suivant les jours de semaine

La fréquence des feux varie peu selon les jours de la semaine, elle oscille entre 12 et 15 %, avec un maximum le lundi (14,92 %), le mercredi (15,04 %) et le vendredi (14,59 %). L'hypothèse des feux se déclarant plus fréquemment lors des week-ends, imputables aux touristes n'est donc pas vérifiée pour la région d'étude. Cela est conforme aux observations faites dans les pays méditerranéens du bassin Nord par exemple l'Italie (Regione Puglia, 2012).

3.1.5. Evolution de la fréquence horaire du nombre d'incendies

Il y a une grande variation dans la répartition horaire des fréquences d'incendies, qui se répartissent globalement en courbe de Gauss. Ainsi, ces incendies se concentrent dans la tranche horaire allant de 10 à 18 h, avec près de 72 % du total. Le maximum est atteint entre 12 et 16 h, période de la journée où le risque est très élevé, avec un taux de 48,19 % (Figure 5). Par contre, pour la tranche horaire nocturne allant de 0 à 6 h, on enregistre une part modeste, de feux, soit 5,19 % (risque faible). Ces incendies nocturnes sont en général considérés d'origine intentionnelle, même si certains d'entre eux pourraient être des reprises de feux (Sahar , 2014).

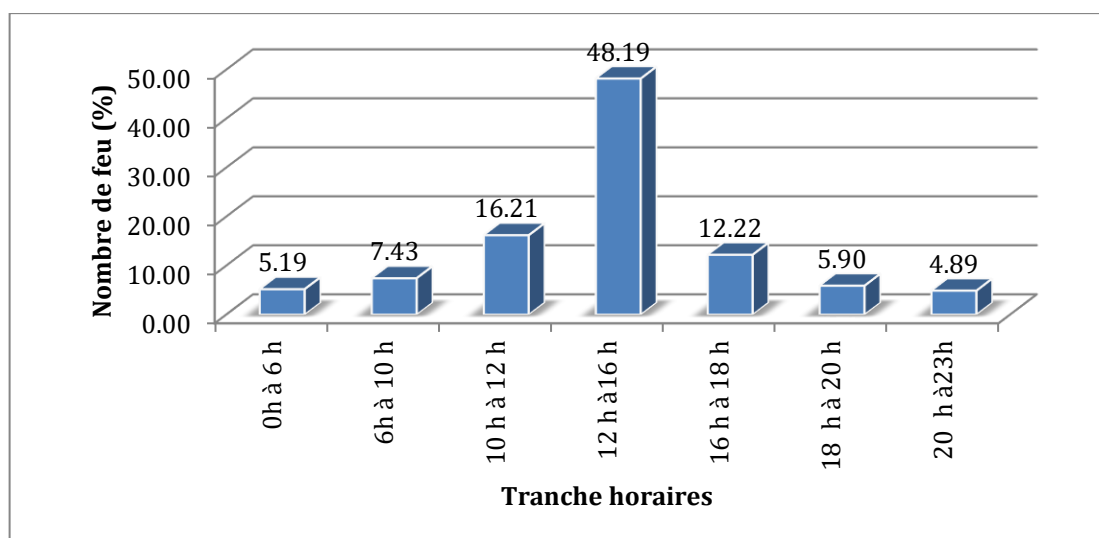


Figure 5. Fréquence horaire des incendies (Source de données : DGF)

3.1.6. Répartition des incendies de forêt par formations végétales et par essence

Les forêts sont les plus touchées par les incendies, avec une moyenne de 58 % de la superficie totale incendiée, ensuite, les broussailles avec 24 %, puis les maquis, avec 19 %. Au fait, le feu consomme les végétaux d'une manière sélective comme un herbivore (Moreira et al., 2001).

L'essence la plus touchée est le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), avec 45,2 % du total des surfaces parcourues. Le chêne liège (*Quercus suber*) vient en seconde position avec 35,8 % (Figure 6).

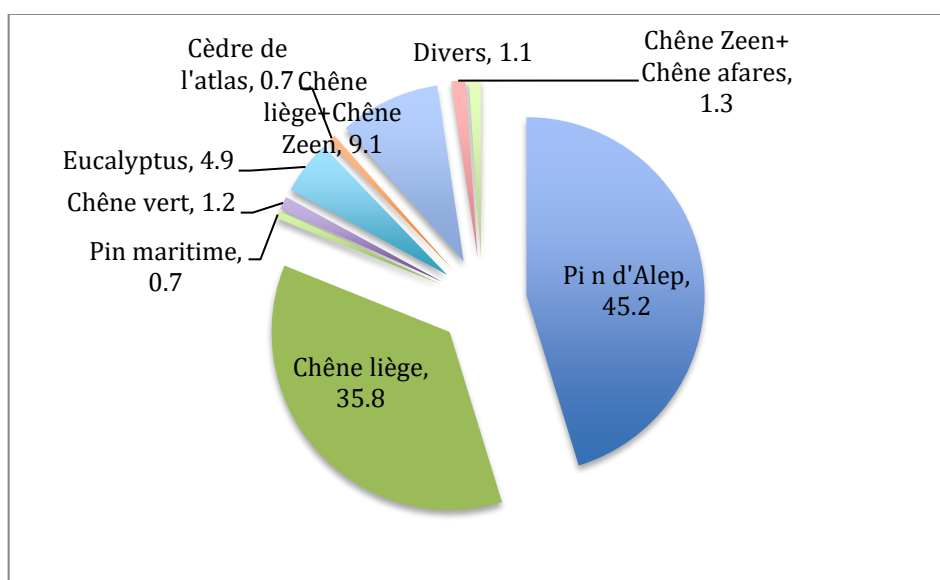


Figure 6. Les superficies parcourues par espèce dans le Nord-Centre algérien (Source de données : DGF)

L'importante superficie parcourue dans les pineraies est liée aux caractéristiques du pin d'Alep, qui est une espèce très combustible (Alexandrian & Rigolot, 1992 ; Vennetier, 2001), organisant des forêts claires et ouvertes et occupant 51,50 % de la zone d'étude. Pour le chêne liège, elle est due au fait que la subéraie brûle à cause de son sous-bois dense, constitué d'espèces pyrophiles (Cistacées, Ericacées, Labiées). En effet, les forêts de chêne liège sont le plus souvent des peuplements ouverts, envahis par un maquis dense favorisant la propagation du feu et présentant un risque d'incendie particulièrement élevé (Quezel, 1976 ; Medjahdi Letreuch- Belarouci et al., 2009).

3.1.8. Répartition du nombre d'incendies suivant leur importance surfacique

Une méthode d'évaluation de l'efficacité et de la rapidité d'intervention sur les départs de feux, du moins indirectement, est le classement des feux en fonction de leur taille. Dans les classes de superficie inférieures à 5 ha, on enregistre 5.087 feux, soit un taux cumulé de 66 % (Tableau 2). Ce taux, de 2 feux sur 3 de moins de 5 ha, est très appréciable compte tenu du manque de moyens d'intervention, à leur éloignement des lieux des incendies et de la difficulté de l'acheminement des moyens de lutte à cause de l'insuffisance des voies d'accès. Mais, dans les pays de la rive nord du bassin méditerranéen, ce sont 95 % des feux qui sont maîtrisés avant que la surface brûlée n'atteigne 5 ha (Chevrou, 2005).

Les feux de 5 à 50 ha représentent 29,2 % du total et seulement 4,9 % des feux dépassent les 50 ha. Une fraction infime des feux (2,2 %) échappe à tout contrôle et dépasse les capacités de suppression en devenant de grands feux. Ces grands incendies de 100 ha et plus ont parcouru 59,88 % de la surface totale. Il sont un très grand impact sur l'écosystème, et posent une grande menace pour les vies humaines, la production économique et les infrastructures (Meddour Sahar & Bouisset, 2013 ; Nagy et al., 2018 ; Ganteaume & Barbero, 2019).

Tableau 2. Répartition du nombre d'incendies par ordre d'importance dans le Nord-Centre Algérien

Taille du feu	0 à 1 ha	1 à 5 ha	5 à 10 ha	10 à 50 ha	50 à 100 ha	> 100 ha
Nombre de feux	1561	3526	1109	1143	210	173
Taux (%)	20,2	45,7	14,4	14,8	2,7	2,2

Source de données : DGF

3.2. Cartographie du danger d'incendie à l'échelle communale

La cartographie du risque d'incendie à partir de l'étude historique des feux est un moyen visant à l'identification et à la protection prioritaire des zones sensibles aux incendies. La première opération à réaliser au niveau régional consiste à dresser une carte des incendies de forêts (fréquence annuelle des feux et pourcentage de surface brûlée par an) soit au niveau départemental (wilayal) ou communal. L'interprétation des éléments décrits dans la carte permet une meilleure spatialisation du risque d'incendie et constitue un élément primordial d'aide aux décisions.

3.2.1. Indice de Risque Fréquentiel (IRF)

L'évaluation du risque d'incendie est calculée en fonction de la fréquence des incendies ramenée à 10.000 ha de surface boisée. Pour la période étudiée, l'indice de risque fréquentiel pour l'ensemble de la région d'étude est d'environ 12 % (risque très élevé).

De nombreux auteurs (Pinaudeau, 2008 ; Fernandes, 2013 ; Curt & Rigolot, 2020) soutiennent qu'il serait plus avantageux d'intervenir dans la prévention des incendies que dans l'extinction, pour éviter des dommages aux vies humaines, aux propriétés privées et à leur environnement. Une meilleure connaissance de la répartition spatiale de la fréquence des incendies et de leurs relations avec les facteurs de risque sous-jacents dépendant de l'homme devient une nécessité pour localiser et faire une prévention plus efficace dans ce contexte (Martinez et al., 2009).

3.2.1.1. Indice de risque fréquentiel pour la wilaya de Tizi Ouzou

Pour la wilaya de Tizi Ouzou, 5 communes présentent un risque d'incendie faible (1-2 feux en moyenne par an) et 16 autres communes, un risque moyen (2-5 feux par an). Mais, un groupe important de 31 communes présente un risque d'incendie élevé à très élevé, correspondant à 5-20 feux en moyenne annuelle par 10.000 ha de surface boisée.

Plus grave encore, 13 communes, à savoir Tizi Rached, Ait Agouacha, Mizrana, Azeffoun, Akerrou, Aghrib, Tigzirt, Iflissen, Timizart, Makouda, Draa Ben Khedda, Boudjima et Ait Aissa Mimoun, présentent un risque d'incendie extrêmement élevé (> 20 feux/an) (Figure 7).

Paradoxalement, certaines communes faiblement boisées (1-10 %), telles que Makouda, Boudjima, Draa Ben Khedda et Ait Aissa Mimoun, connaissent un nombre aussi important de départs de feux, que celles d'Azeffoun, Aghrib et Iflissen, communes modérément boisées (30-40 %), Tigzirt, Mizrana et Akerrou, communes très boisées (50-60 %). Cependant, signalons que toutes ces communes littorales et sublittorales sont géographiquement voisines.

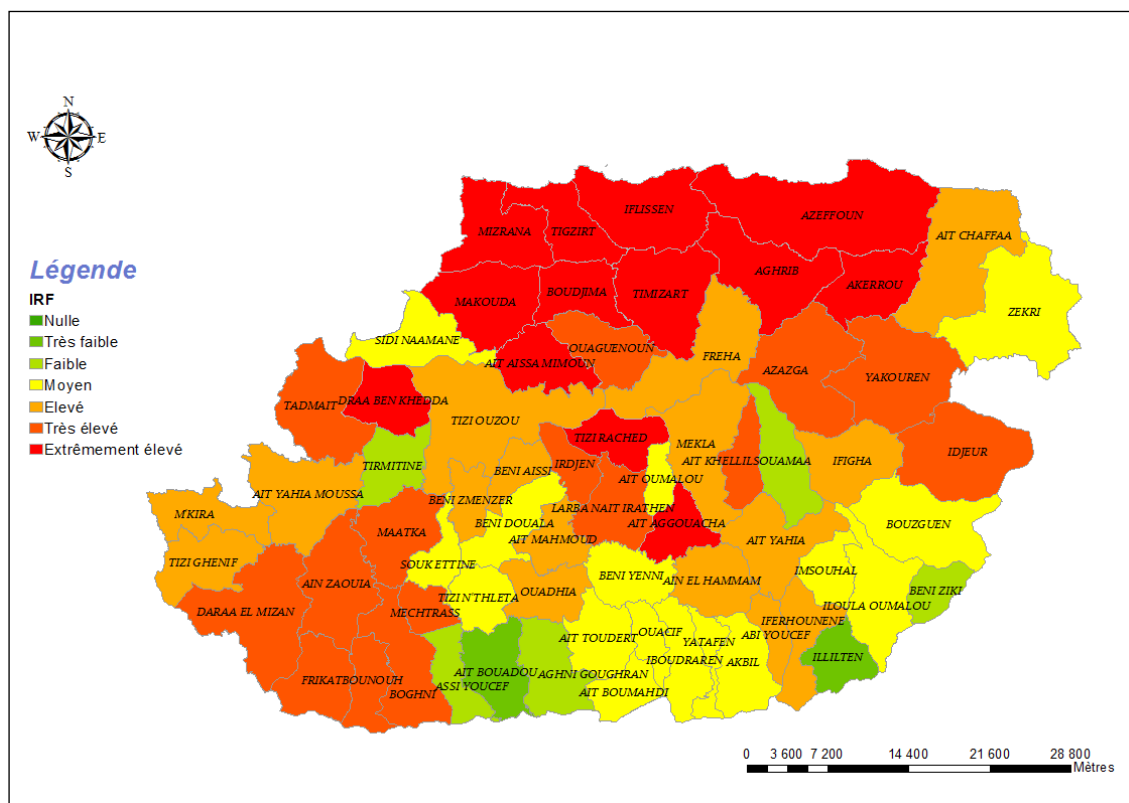


Figure 7. Cartographie de l'IRF à Tizi Ouzou

Cet ensemble de 13 communes, qu'il convient de classer zone très sensible au feu est prioritaire dans les actions de sensibilisation de la population et doit faire l'objet d'enquêtes sur le terrain pour mieux cerner les causes des mises à feu répétées à leur niveau. La connaissance des causes dans ces communes permettra d'adopter les stratégies de prévention qui conviennent à chacune d'entre elles (Martinez et al., 2009).

3.2.1.2. Indice de risque fréquentiel pour la wilaya de Bouira

L'IRF à Bouira, montre un groupe de 15 communes qui présente un risque d'incendie élevé à très élevé, correspondant à 5-20 feux en moyenne annuelle par 10000 ha de surface boisée (Figure 8).

Plus encore, 9 communes, à savoir Maala, Guerrouma, Zbarbar, Taghzout, El Mokrani, Kadiria, Lakhdaria, Chorfa et Boukrame présentent un risque d'incendie extrêmement élevé (> 20 feux/an). Onze communes présentent un risque d'incendie très faible à faible et 7 autres communes, un risque moyen (2 - 5 feux par an). Les communes de Ain Laloui, Maamora, Bir Ghalou présentent un risque nul, vu l'absence de surface forestière.

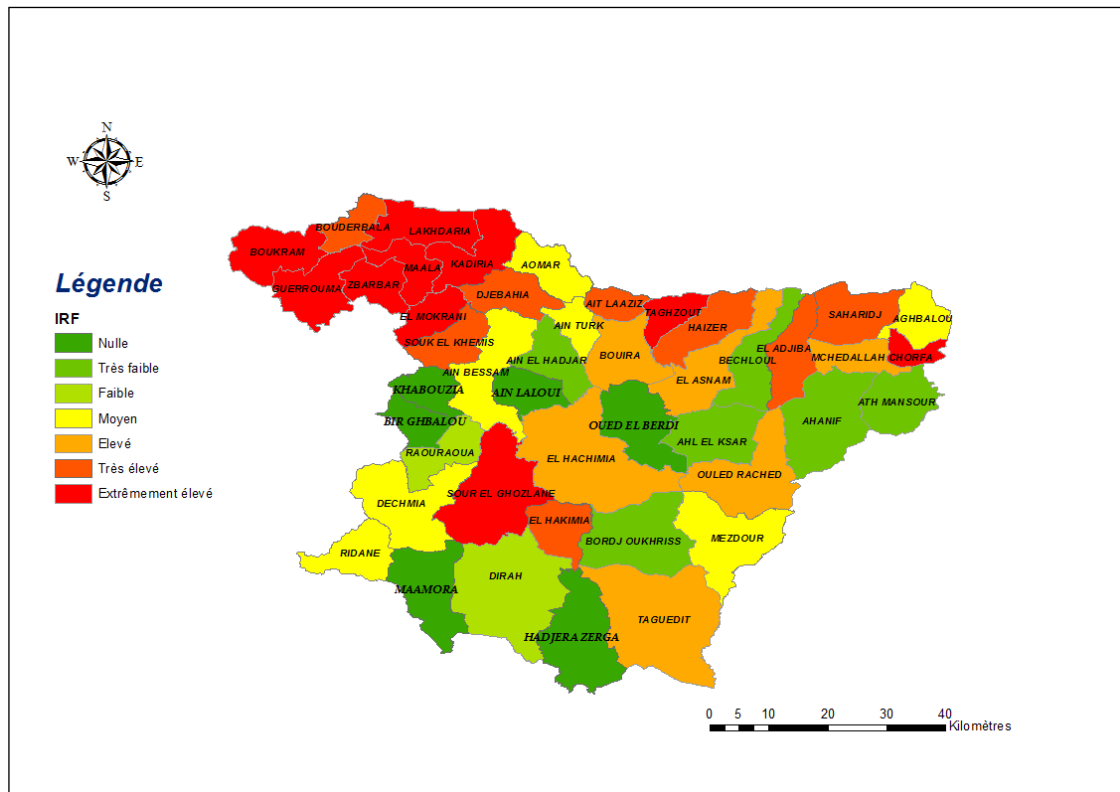


Figure 8. Cartographie de l'IRF à Bouira

Étonnamment aussi dans cette wilaya, certaines communes pourtant faiblement boisées (1-10 %), telles que Chorfa, Boukrame, El Mokrani, Lakhdaria, Zbarbar connaissent un nombre aussi important de départs de feux, que celles de Maala, Kadiria, communes moyennement boisées (10-20 %), Guerrouma et Taghzout communes modérément boisées (20-30 %).

Cependant, presque toutes ces communes sont géographiquement voisines et comprennent les forêts du versant méridional de l'Atlas blidéen.

Un ensemble de 9 communes est très sensible et prioritaire dans les actions de sensibilisation et ou de la répression de la population et doit faire l'objet d'enquêtes pour mieux situer les causes des départs de feux.

3.2.1.3. Indice de risque fréquentiel pour la wilaya de Boumerdes

Pour la wilaya de Boumerdes, 11 communes présentent un risque d'incendie très faible à faible. Mais, 13 communes présentent un risque d'incendie moyen, et 5 communes présentent un risque élevé et très élevé correspondant à 5-20 feux en moyenne annuelle par 1000 ha de surface boisée. Trois communes présentent un risque élevé à savoir les communes de Naciria, Boumerdes, Ouled Moussa qui sont classées avec un degré de risque extrêmement élevé (> 20 feux/an) (Figure 9).

Le taux des causes non identifiées est très élevé en Algérie, il est de l'ordre de 80%. Ceci entrave l'établissement des mesures préventives appropriées (Sahar, 2014).

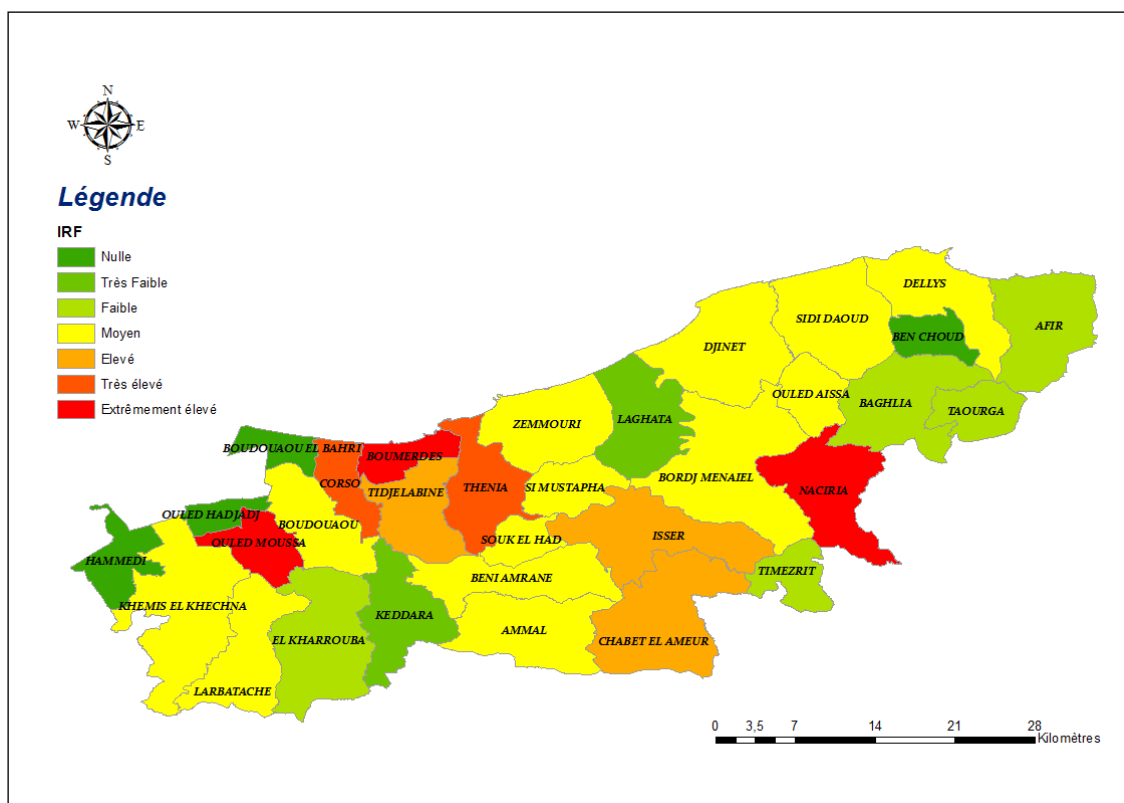


Figure 9. Cartographie de l'IRF à Boumerdes.

3.2.3. Le degré de danger ou risque moyen annuel (RMA)

Compte tenu de la surface boisée des différentes communes et des superficies moyennes parcourues annuellement, nous avons calculé le degré de danger RMA², afin de hiérarchiser celles-ci et faire ressortir des zones de forte récurrence du feu, prioritaires en matière de prévention et d'intervention. Pour la période étudiée, le degré de gravité du feu pour l'ensemble la région d'étude est de 1,83 % (risque moyen), taux supérieur à celui du pays qui est en moyenne de l'ordre de 1 % (Sahar, 2014).

² Le degré de danger sera donc : $RMA = SMA \times 100 / SCM$

3.2.3.1. Le degré de danger dans la province de Tizi Ouzou

Un groupe de 23 communes arbore un degré de danger élevé (Figure 10). Cinq communes littorales ont une RMA supérieure à 8%. Elles sont incendiées dans le but d'un changement d'usage du sol pour la construction ou plus rarement pour créer un pâturage.

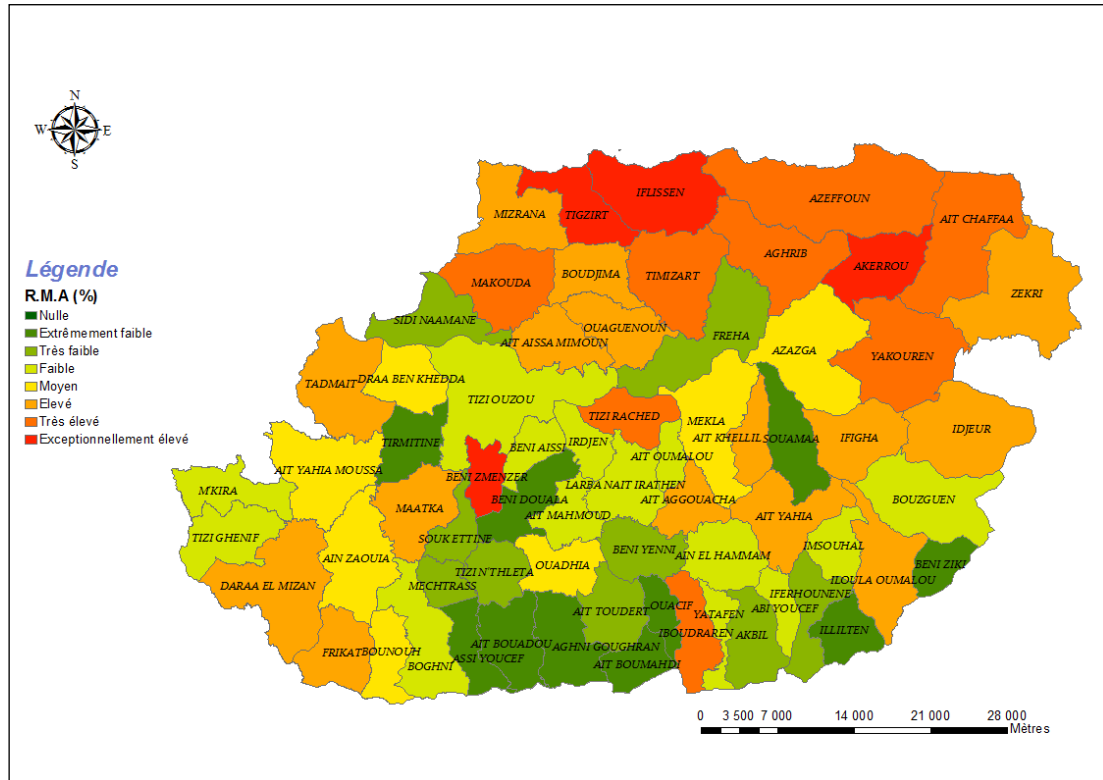


Figure 10. Cartographie du degré de danger à Tizi Ouzou

3.2.3.2. Le degré de danger dans la province de Bouira

Vingt-une communes présentent un risque d'incendie extrêmement faible à faible (0,25 à 1 %) et 4 communes un risque nul (Figure 11). Dix autres communes ont un risque d'incendie moyen (1 à 2 %). Cependant, les communes de Ait Laaziz, Saharidj, Bouderbala, Zbarbar, Ain Bessem, Bechloul, Kadiria, Aomar présentent un risque élevé à très élevé ($2 < RMA < 8\%$). Deux communes, Boukrame, Chorfa, présentent un risque extrêmement élevé (supérieur à 8 %).

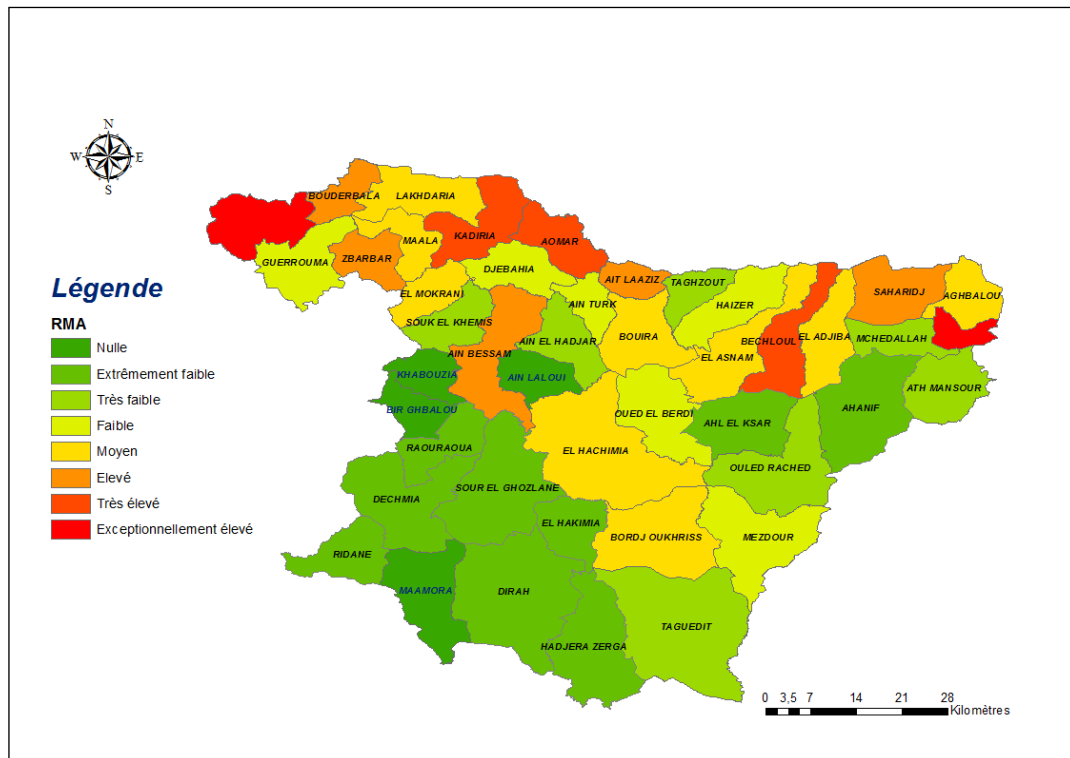


Figure 11. Cartographie du degré de danger à Bouira

3.2.3.3. Le degré de danger dans la province de Boumerdes

Un groupe de 13 communes indiquent un degré de danger moyen (Figure 12). Par contre 9 communes présentent un risque élevé ou très élevé, malgré un faible taux de boisement, à l'instar d'Ouled Moussa, Boumerdes, Naciria, etc.

Au niveau des différentes échelles géographiques, le même résultat est observé en Algérie tant au niveau des provinces que des communes. Ce constat a été fait dans d'autres pays, comme l'Italie, où les régions, les provinces et les communes, ayant un minimum de surface forestières sont particulièrement affectées par les incendies (Regione Puglia, 2012). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les modestes surfaces forestières sont fragmentées, dispersées et morcelées par l'effet du mitage, en plus de la fragmentation qui augmente d'une manière démesurée l'effet-lisière (ou effet-bordure) (Leone et al., 2003), et donc la récurrence du feu.

4. CONCLUSIONS

Les forêts des provinces étudiées sont très perturbées par les incendies en raison de la proximité des forêts des villages et du relief escarpé rendant les opérations d'extinction difficiles. Les configurations de contact entre espaces naturels et anthropiques posent des problèmes majeurs en termes de gestion territoriale (Mell et al.,

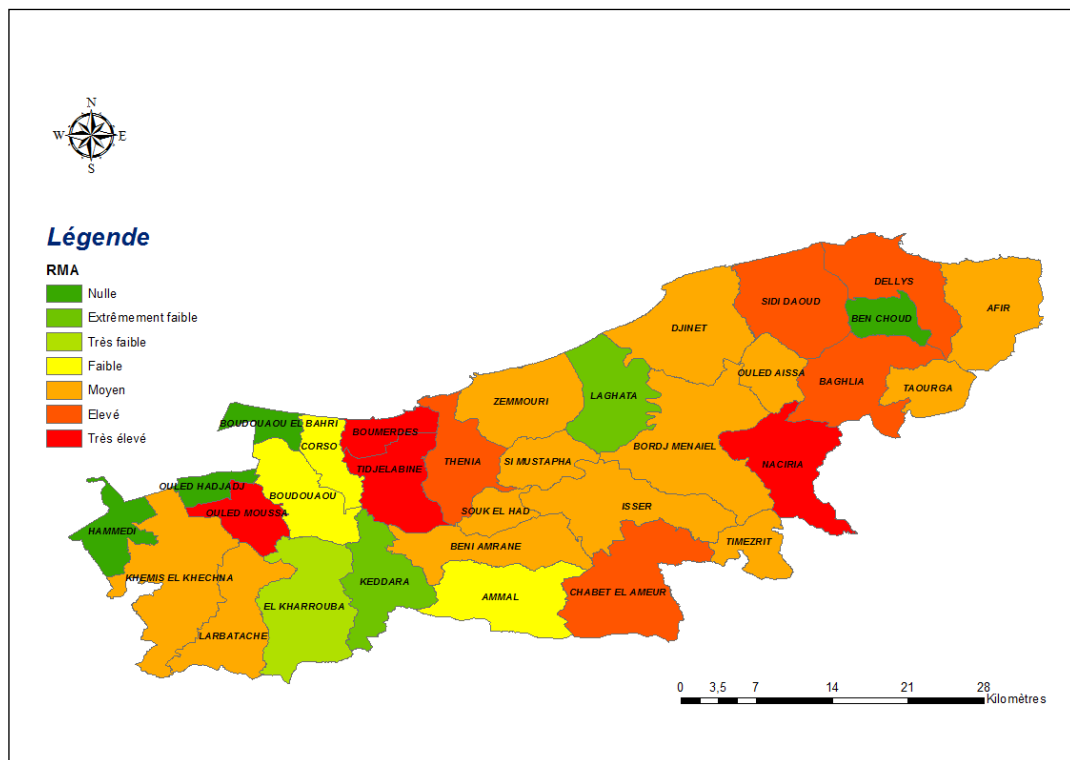


Figure 12. Cartographie du degré de danger à Boumerdes

2010). En l'absence de politique urbaine, le mitage va entraîner une augmentation des interfaces habitat – forêt. Les feux seront par ailleurs plus difficiles à combattre car en zone d'interface aucune forme de gestion n'est appliquée actuellement en Algérie.

Au niveau des communes étudiées, la pression des incendies est plus forte dans celles du littoral que dans le reste du territoire pris en compte. Ce constat est vraisemblablement lié à l'emploi malveillant du feu pour récupérer rapidement les surfaces destinées à l'urbanisation, qui se fait au préjudice de la conservation de l'environnement. L'incendie comme action prodromique de l'urbanisation illégale est un phénomène suffisamment théorisé et connu (Sahar, 2014).

Nous soulignons l'importance de la connaissance des zones sensibles pour décider le déploiement tactique des moyens humains et matériels, qui doivent se faire en tenant compte, en même temps, du danger (évalué par le biais des indices de danger, tel qu'EFFIS) et de la géographie du risque (Tutsch et al., 2010).

Pour terminer, la prévision du risque spatial ou temporel est une préoccupation majeure, mais n'en est qu'à ses débuts tant dans les provinces étudiées, qu'en Algérie. Il faut un changement culturel profond axé sur la modification des règles, des habitudes et des modes d'usage des ressources qui ne sont plus compatibles avec leurs conservations.

Agir sur les stratégies de prévention signifie passer d'une politique à court terme axée sur la lutte, qui doit continuer à jouer un rôle dans la protection des vies humaines, à une politique de prévention axée sur une modification des actions et des comportements des personnes qui y habitent dans ces zones à risque, selon le concept de gestion intégrée du feu (Silva et al., 2010).

5. REMERCIEMENTS

Nous remercions les trois conservations des forêts ainsi que la DGF pour avoir mis à notre disposition les archives sur les incendies de forêt.

6. REFERENCES

- ALEXANDRIAN, D., RIGOLOT, E. 1992. Sensibilité du pin d'Alep à l'incendie. Forêt Méditerranéenne XIII, pp. 185-198.
- BARNETT, A.G., VAN DER POLS, J.C., DOBSON A.J. 2005. Regression to the mean: what it is and how to deal with it Regression to the mean: what it is and how to deal with it Int. J. Epidemiol. 34 (1), pp. 215-220.
- BARTET. 2004. Retour d'expérience sur les incendies de 2003 en forêt méditerranéenne. forêt méditerranéenne t. XXV (4), pp. 283-288.
- BERNARD, M.L., BERNARD, L.G. 2007. Correlation between wildfire statistical data, weather and climate. American Meteorological Society and AMS Committee on Agricultural and Forest Meteorology, Seventh Symposium on Fire and Forest Meteorology. Bar Harbor, Maine, 23-25 October 2007.
- BNEDER (Bureau National des Etudes du Développement Rural) 2009. Plan national de développement forestier (PNDF) rapport de synthèse nationale, Alger. 85 p.
- BOUDY, P. 1948. Economie forestière Nord-africaine - Tome 1 : milieu physique et milieu humain. Paris : Ed. Larose, 686 p.
- CARDIL, A., DELOGU, G.M., MOLINA-TERRÉN D.M. 2017. Fatalities in wildland fires from 1945 to 2015 in Sardinia (Italy). *Cerne*, (23) pp. 175-184.
- CURT, T., RIGOLOT, E. 2020. Prévenir les risques d'incendies de forêt dans un contexte de changement global. *Sciences Eaux & Territoires*, INRAE, pp. 50-55
- CENEAP. 2008. Etude relative à la délimitation et à la caractérisation des zones de montagne et des massifs montagneux. Massifs montagneux du Djurdjura. Phase n° 2. Analyse prospective de l'état des lieux du massif. Ed. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 173 p.

- CHEVROU, R. 2005. Pourquoi les incendies de forêts sont-ils si meurtriers ? Ed. EDP science. Les Ulis Cedex A, France, 210 p.
- DAVIS, M. 1995. The Case for Letting Malibu Burn. *Environmental History Review*, Vol. 19 (2), pp. 1-36.
- FLATLEY, W.T., LAFON, C.W., GRISSINO-MAYER, H.D. 2011. Climatic and topographic controls on patterns of fire in the southern and central Appalachian Mountains, USA. *Landscape Ecol* (26), pp. 195–209.
- FERNANDES, P.M. 2013. Fire smart management offorest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning* (110), pp. 175-182.
- FOSA. 2000. L'étude prospective du secteur forestier en Afrique. Algérie. FAO, Rome.
- GANTEAUME, A, BARBERO, R. 2019. Contrasting large fire activity in the French Mediterranean, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 19, pp. 1055–1066.
- JAPPIOT, M., SAVAZZI, R., DUPUY, J-L., RIGOLOT, E., CABANE, E., PHILIP, R., ROMATIF, B., DETREIX, CH., MICHAUT, PH., LANGERON., D'AVEZAC H., LADIER J. 2018. Regards croisés sur les incendies de forêt et sur l'évolution de la défense des forêts contre l'incendie en région méditerranéenne française. *Forêt MEDITERRANEENNE*, 2018, XXXIX (4), pp. 341-364.
- LEONE, V., KOUTSIAS, N. MARTINEZ, J., VEGA-GARCIA, C., ALLGÖWER B., LOVREGLIO, R. 2003. The human factor in fire danger assessment, Chuvieco, E. (Ed.), *Wildland Fire Danger Estimation and Mapping. The Role of Remote Sensing Data*, Singapore, World Scientific Publishing, pp. 143–196.
- MARQUES, S., BORGES, J. G., GARCIA-GONZALO, J., MOREIRA, F., CARREIRAS, J. M. B., OLIVEIRA, M. M., CANTARINHA, A., BOTEQUIM, B., PEREIRA, J. M. C. 2011. Characterization of wildfires in Portugal, *European Journal Forest Research* 130 (5), 775– 784.
- MARTINEZ, J., VEGA-GARCIA, C., CHUVIECO, E. 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain *Journal of Environmental Management* (90), pp. 1241–1252.
- MEDDOUR, R. 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie, exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurenne, Thèse de Doctorat d'Etat en Agronomie, UMMTO, 397 p.
- MEDDOUR-SAHAR, O., MEDDOUR, R., DERRIDJ, A. 2008. Historique des feux de forêts en Algérie. Analyse statistique descriptive (période 1876-2005). *Revue campus*, UMMTO. Tizi-Ouzou (10), pp. 1-12.
- MEDDOUR-SAHAR, O., BOUISSET, C. 2013. Les grands incendies de forêt en Algérie : problème humain et politiques publiques de gestion des risques, Numéro

- spécial. « Les grands incendies en Méditerranée, Quelle réponse aux désastres environnementaux ? ». Méditerranée (121), pp. 33-40.
- MEDJAHDI, A., LETREUCH-BELAROUCI, N., BENABDELI K., MEDJAHDI B. 2009. Impact des incendies sur la structure des peuplements de chêne-liège et sur le liège, le cas de la subéraie de Tlemcen (Algérie). Forêt méditerranéenne T. XXX (3), pp. 231-238.
- MELL, W.E., MANZELLO, S.L., MARANGHIDES, A., BUTRY, D., REHM, R.G. 2010. The Wildland-urban interface fire problem – current approaches and research needs, International Journal of Wildland Fire (19), pp. 238-251.
- NAGY, R. C., FUSCO, E., BRADLEY, B., ABATZOGLOU, J. T., BALCH, J. 2018. Human-Related Ignitions Increase the Number of Large Wildfires across U.S. Ecoregions, Fire.
- MOREIRA, F., REGO, F.C., FERRIERA P.G. 2001. Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence. Landscape Ecology (16), pp. 557-567.
- PINAUDEAU, C. 2008. La guerre du feu Prévenir les incendies ou lutter contre ? Cahiers de la sécurité – n°3, Ed. INHES 2008, 9 p.
- QUEZEL, P. 1976. Les forêts du pourtour méditerranéen. Forêts et maquis méditerranéen. Ecologie, conservation et aménagement. Note technique du MAB/UNESCO, (2) pp. 9-31. Paris.
- REGIONE PUGLIA , 2012. Piano di prevenzione, prevenzione e lotta attività contro gli incendi boschivi 2012-2014. Repubblica Italiana, Volume I. Bollettino Ufficiale della Regione Puglia, (59), pp. 12455-13042
- RIGOLOT, E., DUPUY, JL., PIMONT, F., RUFFAULT, J. 2020. Les incendies de forêt catastrophique. Responsabilisé & environnement - © Annales des Mines. (98), pp. 29-35.
- RUFFAULT, J., MOUILLOT, F. 2015. How a new fire-suppression policy can abruptly reshape the fire-weather relationship, Ecosphere (6), pp. 1-19.
- RUFFAULT, J., MORON, V., TRIGO, RM., CURT, T. 2017. Daily synoptic conditions associated with large fire occurrence in Mediterranean France: evidence for a wind-driven fire regime. International Journal of Climatology (37).
- SAHAR, O. 2014. Les feux de forêt en Algérie : Analyse du risque, étude des causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, UMMTO, 256 p.
- SCHAFFHAUSER, A. 2009. Impacts de la récurrence des incendies sur la végétation, son inflammabilité et sa combustibilité. Application à la Provence cristalline (massif des Maures, Var, France) ; thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, France, 224 p.
- SILVA, J., REGO, F., FERNANDES, P., RIGOLOT, E., (Eds.), 2010. Towards Integrated Fire

Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox, European Forest Institute Research Report 23 (European Forest Institute), 228 p.

TUTSCH, M., HAIDER, W., BEARDMORE, B., LERTZMAN, K., COOPER, A.B., WALKER R.C.

2010. Estimating the consequences of wildfire for wildfire risk assessment, a case study in the southern Gulf Islands, British Columbia, Canada. *Can. J. For. Res.* 40, pp. 2104–2114.

VENNETIER, M., 2001. Dynamique spatiale de la régénération des forêts après incendie en basse Provence calcaire. Cas particulier du pin d'Alep. DGTDAFM, Aix-en-Provence, 32 p.

XANTHOPOULOS, G., 2000. Fire Situation in Greece *International Forest Fire News* 23, pp. 76-84.