

Spatiotemporal evolution of wildfires in North-eastern Algeria: Case of the Province of El Tarf

Evolution spatiotemporelle des feux de forêt dans le Nord-est algérien : cas de la wilaya d'El Tarf



A.M.T. ARFA^{1*}, M.E.H. BENDERRADJI¹, T.
SAINT-GÉRAND², D. ALATOU¹

¹ Laboratory for the Development and Valorisation of Plant Genetic Resources, Faculty of Nature and Life Sciences. University of the Brothers Mentouri Constantine 1 Road of Aïn El Bey 25017 Constantine, Algeria.

² Laboratory (IDEES) Identities and Differentiations of the Environment of Spaces and Societies - UMR 6266, UFR of Geography. University of Caen Basse Normandie, Campus 1. Building A. Esplanade de la Paix. BP 5186. 14032 Caen cedex, France.

*Corresponding author: arfa_azzedine@yahoo.fr

Abstract - In Algeria, more than 30,000 hectares of forest are destroyed by fire every year. Economic losses due to these wildfires between 1985 and 2006 exceed 113 billion Algerian dinars (more than a billion USD today). In order to understand and monitor the spatiotemporal evolution of wildfires, this study aims at modelling, mapping, and analysing all the wildfire ignitions recorded in the forest tracts of the Algerian province of El Tarf between 1985 and 2012. In order to achieve this goal, a geographical database relating to the forest tracts under study was compiled, then used to perform a number of analyses and geospatial processing. Between 1985 and 2012, 3259 wildfire ignitions were recorded in El Tarf, destroying 61,671 ha of forest tracts, thus averaging 18.92 ha per single wildfire. Expressed in yearly averages, there were 2202.52 ha of burnt land in 116.39 distinct wildfires per year over the period under study. The geographical database produced in the course of this research could be a very useful tool for forest managers in establishing wildfire typologies and mapping wildfire risks.

Keywords: Statistics, Spatial distribution, Wildfire ignitions, Cartography, GIS

Résumé- En Algérie, chaque année plus de 30.000 hectares de forêts sont détruits par les feux. Les pertes économiques générées par ces feux entre 1985 et 2006 se chiffrent à plus de 113 milliards de dinars algériens. Cette étude vise à modéliser, cartographier et analyser tous les départs de feu enregistrés au niveau des massifs forestiers de la wilaya d'El Tarf, entre 1985 et 2012, pour la compréhension et le suivi de l'évolution spatiotemporelle des feux forêt. L'approche méthodologique repose sur la création d'une base de données géographique, relatives aux massifs forestiers, suivie d'une série de traitements et analyses géomatiques. Entre 1985 et 2012, 3259 départs de feu ont été enregistré au niveau de la wilaya d'El Tarf, détruisant ainsi 61.671 ha de massif forestier, soit une moyenne de 18,92 ha/feu. La moyenne annuelle des surfaces brûlées est de 2202,52 ha/an et celle du nombre de feu est de 116,39 feu/an. La base de données géographique produite au cours de cette étude, constitue un outil extrêmement utile aux gestionnaires des forêts pour la réalisation d'une typologie des feux et une cartographie du risque.

Mots clés : Bilan, Répartition, Départs de feu, Cartographie, SIG

1. Introduction

Les forêts ont toujours joué un rôle important dans le développement des populations méditerranéennes. Cependant, la surexploitation est responsable de la dégradation de ces forêts. Des situations différentes caractérisent cette région : au Nord, les écosystèmes forestiers sont souvent inexploités, alors qu'au Sud et à l'Est, les pressions anthropiques contribuent à la dégradation des espaces boisés (FAO 2013). Au

cours des vingt dernières années, à l'exception de l'Algérie, de l'Albanie et de la Bosnie-Herzégovine qui présentent des épisodes de diminution du couvert forestier, les pays du pourtour de la Méditerranée ont continuellement accru leurs surfaces forestières (FAO 2010). Depuis des millénaires les activités humaines ont modifié les dynamiques naturelles des feux qui sont une cause importante de dégradation dans la région méditerranéenne (FAO 2007). La taille moyenne des feux de forêt calculée dans la région méditerranéenne pour la période 2000-2010, est significativement plus haute en Algérie, en Bulgarie, à Chypre, en Grèce et en Italie.

La forêt algérienne, actuellement fragile, a besoin d'être protégée car la déforestation ne cesse de s'accroître en raison des feux de forêt répétés. Chaque année plus de 30.000 hectares de forêts sont détruits par les feux. Les pertes économiques dans le secteur forestier générées par ces feux en Algérie entre 1985 et 2006 se chiffrent à plus de 113 milliards de dinars algériens. Cette évaluation financière ne prend en compte que la valeur marchande des produits perdus (bois, liège, broussailles, alfa, arboriculture...), sans tenir compte des dépenses annuelles pour la lutte. De plus il faut ajouter à cela une perte à long terme de la biodiversité et de l'équilibre des écosystèmes forestiers, qui reste très difficile à chiffrer (Arfa et al. 2009).

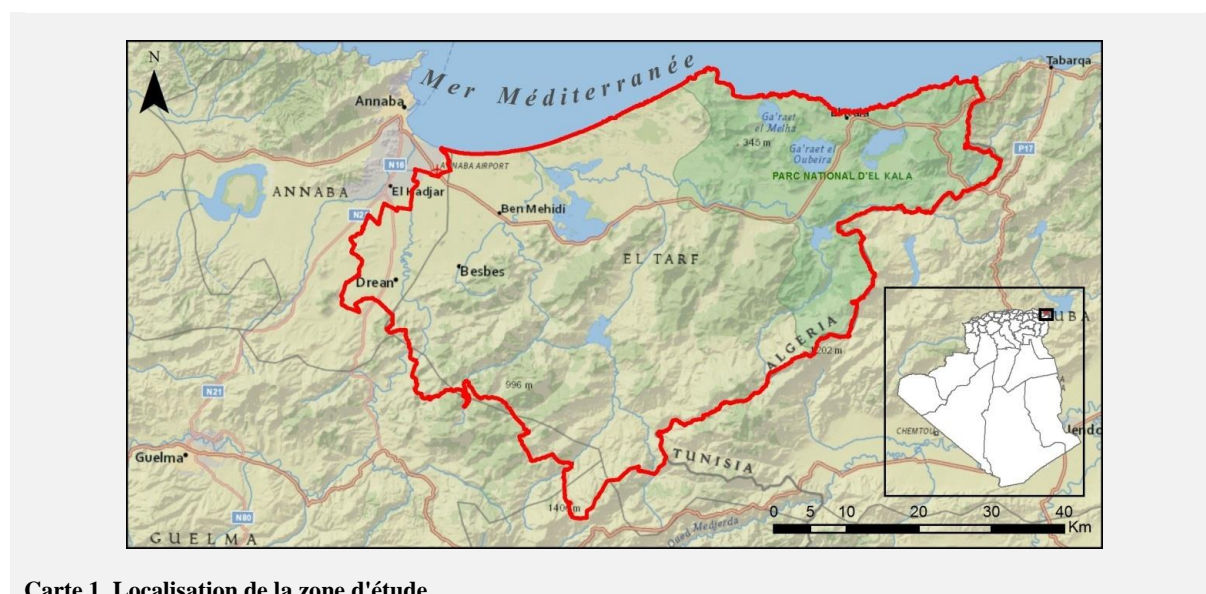
La politique forestière pratiquée en Algérie commence à s'inspirer de l'expérience des pays avancés dans le domaine, et à prendre en considération les innovations scientifiques en matière de gestion et protection du patrimoine forestier. Les cartes réalisées, de manière traditionnelle, ne sont plus adaptées aux besoins actuels. La complexité et la diversité des données relatives à l'environnement ont favorisé le développement de systèmes capables de répondre aux besoins de collecte, d'analyse et de représentation de phénomènes environnementaux. Les SIG (Systèmes d'information géographique) et la télédétection sont devenus des outils incontournables pour la compréhension et le suivi des phénomènes dynamiques comme les feux de forêt, et permettent de disposer d'arguments valables pour la prise de décisions. A travers cette étude nous cherchons à modéliser, cartographier et analyser tous les départs de feu enregistrés au niveau de l'ensemble des massifs forestiers de la wilaya d'El Tarf, entre 1985 et 2012 pour la compréhension et le suivi de l'évolution spatiotemporelle des feux de forêt.

2. Approche méthodologique

L'approche méthodologique repose sur la création d'une base de données géographique, relatives aux massifs forestiers de la wilaya d'El Tarf, qui permet l'application de traitements et analyses géomatiques pour l'étude spatiotemporelle des départs de feu.

2.1. Localisation de la zone d'étude

Située au Nord-est algérien, la wilaya d'El Tarf, s'étend sur une superficie de 2881,69 km². Comprise entre les parallèles 36°23'25" et 36°57'7" de latitude Nord et 7°39'49" et 8°40'52" Est des longitudes, elle comprend 24 communes et abrite une population de 427.109 habitants en 2011 (carte 1).



Elle est caractérisée au Nord par des plaines, des piedmonts, des dunes littorales et des étendues lacustres et marécageuses. Au Sud, elle est constituée d'un ensemble collinaire et montagneux et d'une couverture forestière très dense. Cette wilaya dispose du taux de couverture forestière le plus élevé avec plus de 57% et abrite le parc national d'El Kala d'une superficie de 76.438 ha, classé réserve de la biosphère par l'UNESCO, avec plusieurs zones humides de renommée internationale inscrites sur la liste Ramsar. Il renferme une biodiversité faunistique et floristique, exceptionnelle et unique en Algérie, avec une mosaïque d'écosystèmes marin, dunaire, lacustre et forestier (Bouazouni 2004). C'est aussi une wilaya à vocation agricole avec une forte pression anthropique exercée par l'agriculture et le pastoralisme sur les milieux naturels, notamment sur les écosystèmes forestiers.

2.2. Données nécessaires

Plusieurs types de données sont nécessaires pour l'étude spatiotemporelle des départs de feu :

- carte d'occupation du sol ;
- carte des peuplements forestiers ;
- carte du réseau routier ;
- carte des départs de feu entre 1985 et 2012 ;
- model numérique de terrain (pente, orientation et altitude).

2.3. Création de la base de données géographique

Nous avons procédé à la création des différentes couches thématiques grâce aux images satellites haute résolution QuickBird, fournies par le logiciel Google Earth. Ces images ont permis de vectoriser la plus part des couches de données, notamment les limites des massifs forestiers, les zones agricoles, l'occupation humaine (ville, village, douar, maison rurale, ferme, usine, etc.), les routes et pistes forestières et les départs de feu.

Pour les données relatives au type et à la structure des peuplements forestiers, 185 relevés de terrain couvrant l'ensemble de la zone d'étude ont été réalisés suivant un mode d'échantillonnage stratifié. Ces relevés ont servi à mettre à jour les anciennes cartes des peuplements forestiers.

Les couches de pente, d'orientation des pentes et d'altitude ont été calculées grâce au model numérique de terrain, créée à partir des données satellites ASTER GDEM avec une résolution spatiale de 30 mètres.

3. Résultats et Discussion

3.1. Fréquence annuel des feux de forêt

Entre 1985 et 2012, 3259 départs de feu ont été enregistré au niveau de la wilaya d'El Tarf, détruisant 61.671 ha de massif forestier, soit une moyenne de 18,92 ha/feu. La moyenne annuelle des surfaces brûlées est de 2202,52 ha/an et celle du nombre de feu est de 116,39 feu/an. Cependant, la superficie brûlée fluctue d'une année à une autre (figure 1).

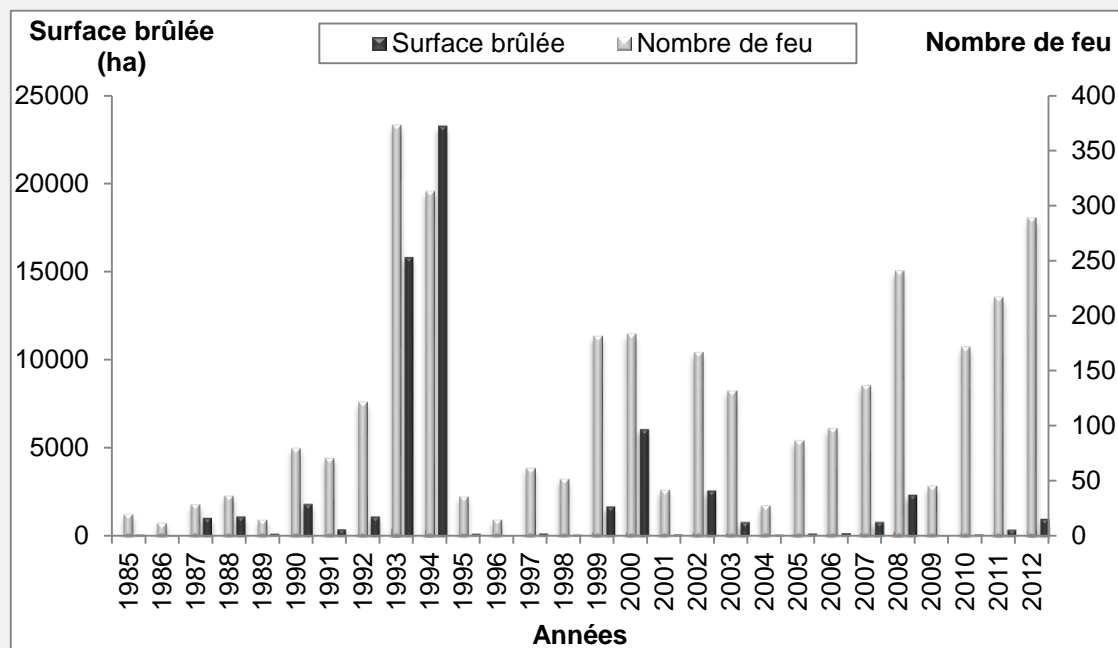


Figure 1. Bilan annuel des feux de forêt de 1985 à 2012 (El Tarf).

Durant les années 1993, 1994, 2000, 2002 et 2008 la superficie brûlée est supérieure à cette moyenne. Ce sont les années 1993 et 1994 qui ont été les plus destructrices pour les forêts d'El Tarf, où pas moins de 39.028 ha ont brûlé, ce qui représente 63,28%, soit les deux tiers de la superficie totale incendiée durant les trois décennies.

La cause de ces feux exceptionnels, durant ces années, est liée à la conjoncture sécuritaire difficile qu'a connue l'Algérie durant la décennie 1990-2000. Le nombre total des feux ayant parcouru une surface supérieure à 100 ha durant les années 93/94 est de 57. Ces feux représentent 54% (33.340 ha) de la superficie totale brûlée entre 1985 et 2012 dans la wilaya d'El Tarf. Parmi ces 57 départs de feu, 10 ont parcouru des superficies dépassant les 1000 ha, dont 1 avait dévasté à lui seul 7000 ha, soit 11,35% de la superficie totale.

3.2. Fréquence mensuelle des feux de forêt

La fréquence mensuelle des feux au cours des 28 années (1985-2012) évolue durant une période de 5 mois, de juin à octobre (figure 2). Ceci est dû au fait que cette période coïncide avec la saison sèche favorisant ainsi le développement des feux de forêt. C'est durant le mois le plus chaud et le plus sec de l'année (août) que l'on enregistre le plus grand nombre de foyers avec 1856 départs de feu. Même constatation concernant la superficie brûlée qui est de 35.751,61 ha, soit 57,97%.

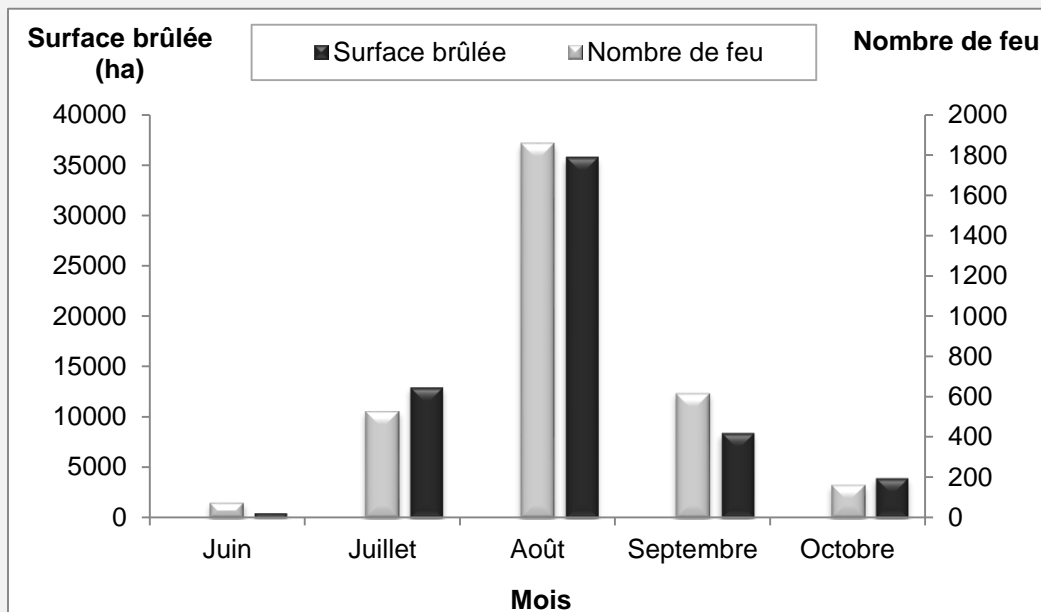


Figure 2. Bilan mensuel des feux de forêt entre 1985 et 2012 (El Tarf).

3.3. Bilan des feux de forêt par type d'essences

Ce sont les forêts de chêne liège qui payent le plus lourd tribut face aux feux de forêt (figure 3). Le chêne liège, espèce dominante de cette wilaya, est de ce fait le plus touchée par les feux de forêt avec près de 29.164 ha de subéraies brûlées, soit 47,29%.

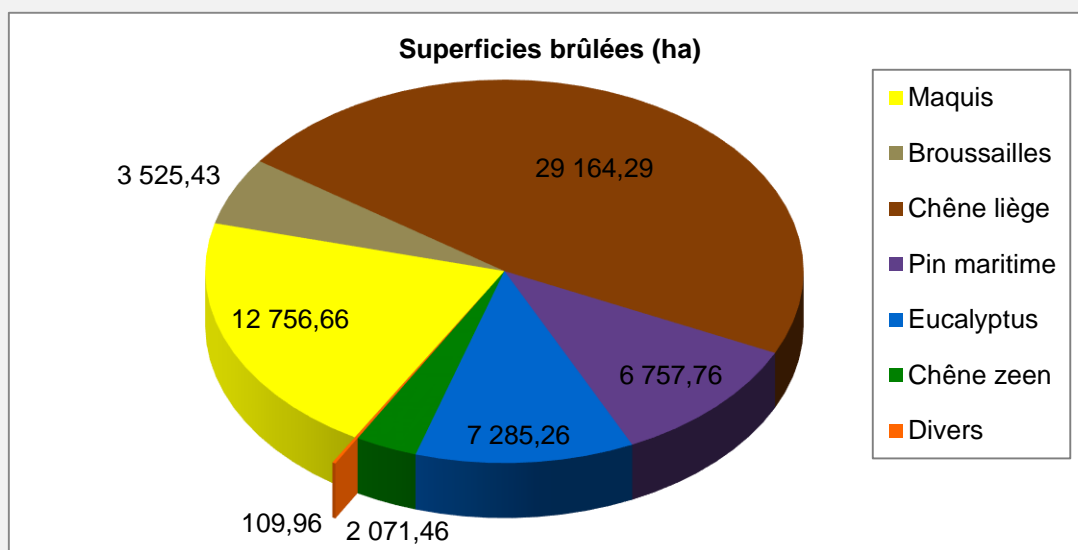
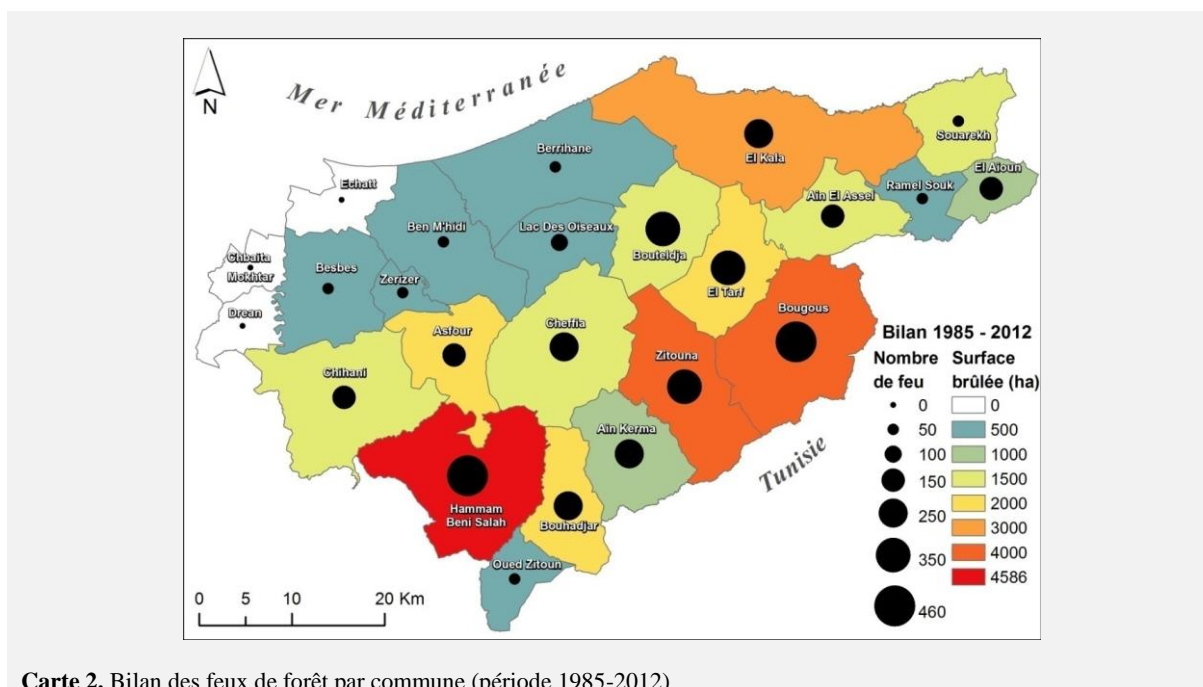


Figure 3. Bilan des feux de forêt par type d'essences entre 1985 et 2012 (El Tarf).

Avec 12.757 ha, le maquis vient en seconde position. Les autres essences ne totalisent que 16.224 ha dont 7285 ha pour l'eucalyptus, 6758 ha pour le pin maritime, 2071 ha pour le chêne zèen et 110 ha pour diverses espèces secondaires (Aulne, frêne, olivier, acacia, chêne kermès, orme et peuplier).

3.4. Répartition des feux de forêt par communes

Sur les 24 communes de la wilaya d'El Tarf, 21 ont été régulièrement touchées par les feux de forêt durant la période 1985-2012. Pour les trois communes restantes, la commune d'Echatt n'a enregistré aucun départ de feu, alors que celles de Drean et Chbaita Mokhtar sont dépourvues de couvertures forestières. Celle de Hammam Beni Salah demeure la plus touchée par les feux de forêt, avec une superficie brûlée de 4586 ha. Par ailleurs, les 7 communes à savoir : Hammam Beni Salah, Bougous, Zitouna, El Kala, Asfour, Bouhadjar et El Tarf totalisent une superficie brûlée de 18.803 ha soit 66,37%. Les feux dans ces communes, prises individuellement, dépassent les 1700 ha. Par contre, dans les 14 communes restantes la superficie brûlée est en deçà de la valeur suscitée et atteint dans certains cas des valeurs négligeables, comme c'est le cas des communes Oued Zitoun, Besbes et Zerizer (carte 2).



Carte 2. Bilan des feux de forêt par commune (période 1985-2012)

Concernant le nombre de feu, à l'exception des communes de Bouteldja, Cheffia et Ain Kerma qui ont un nombre de feu important par rapport à la superficie brûlée, les communes enregistrant les plus grandes surfaces brûlées sont aussi celles qui ont le plus grand nombre de feu, à l'image des communes Hammam Beni Salah et Bougous. Cet état de fait démontre la prédominance des feux dans les zones fortement boisées. Nous noterons aussi que les communes disposant d'un patrimoine subéricole important sont fortement touchées par les effets des feux, ce qui trouve son explication par une importante pression anthropique exercée sur ces milieux.

3.5. Analyse spatiale des feux de forêt en fonction des paramètres topographiques

3.5.1. Altitude

Les valeurs d'altitudes des départs de feu, enregistrés dans les massifs forestiers d'El Tarf entre 1985 et 2012, varient entre 0 et 1200 mètres (figure 4). On note une très forte corrélation négative ($r = -0,93$) entre le nombre de feu et l'altitude. Le nombre de feu diminue fortement avec l'altitude : 842 départs de feu, soit 26%, sont localisés à moins de 100 m et 78% à moins de 500 m.

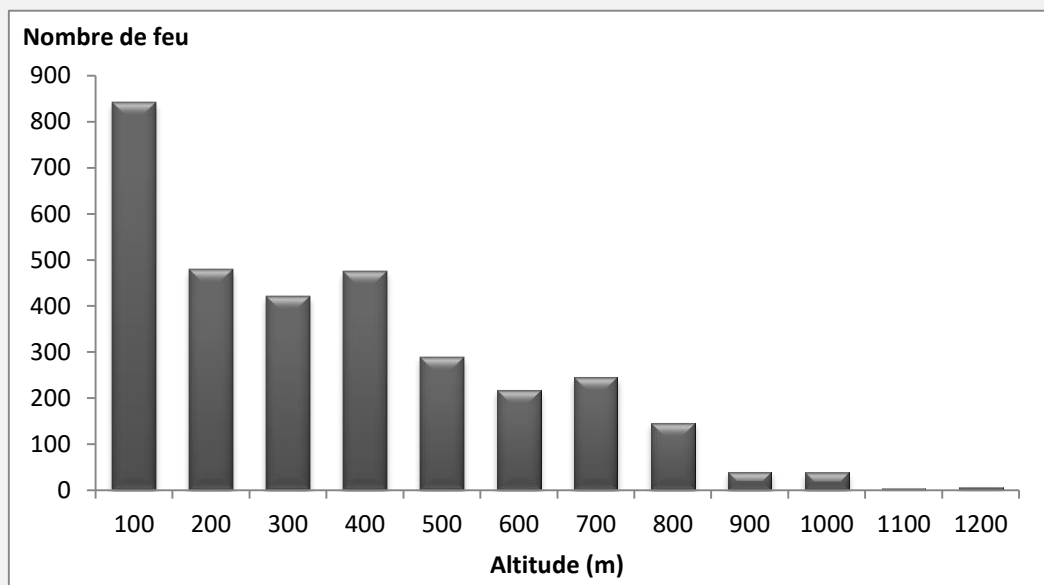


Figure 4. Répartition des feux de forêt en fonction de l'altitude (1985-2012 El Tarf).

Ceci confirme que les zones de faible altitude sont plus touchées par les feux de forêt que les régions montagnardes. Cette répartition est due à l'action anthropique exercée par les populations, plus particulièrement les activités agricoles et pastorales, répandue en basse altitude.

3.5.2. Pente

La pente joue également un rôle dans la distribution des départs de feu, elle varie entre 0 et 65%, mais 72% des départs de feu sont localisés sur des pentes comprises entre 10 et 25% (figure 5). Ces classes de pentes correspondent aux collines et piedmonts, qui constituent des zones de contact forêt-agriculture et forêt-habitat rural.

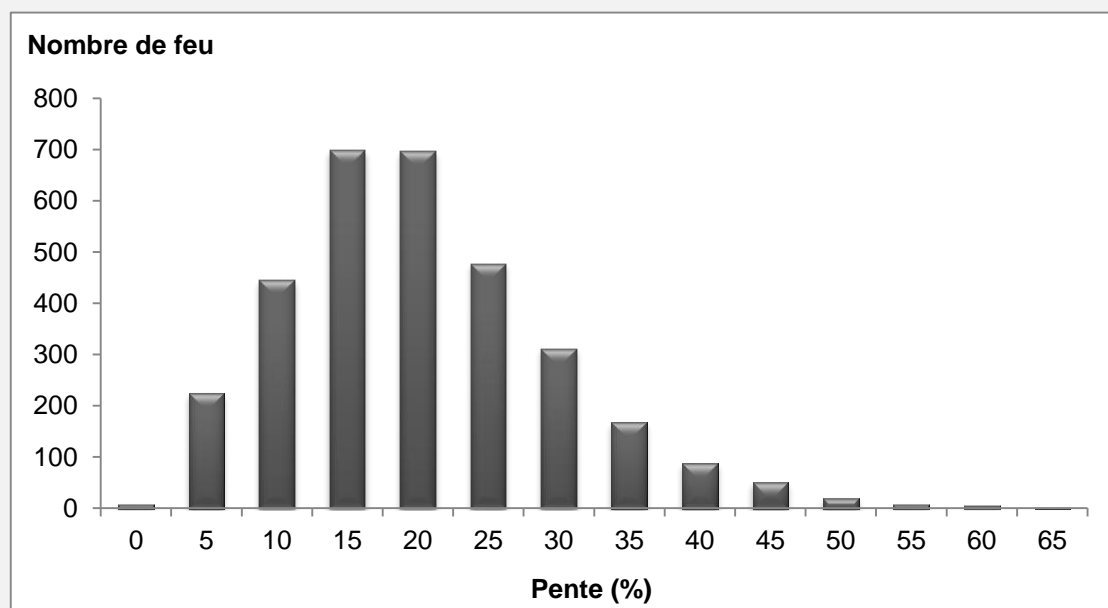


Figure 5. Répartition des feux de forêt en fonction des pentes (1985-2012 El Tarf).

3.5.3. Orientation des pentes

L'orientation des pentes montre que les versants Nord et Nord-ouest enregistrent le plus grand nombre de départ de feu (37%), alors que l'orientation Sud et Sud-ouest n'enregistre que 14% (figure 6). Les feux sont donc plus nombreux au niveau des versants Nord humides et frais que sur les versants Sud secs et chauds.

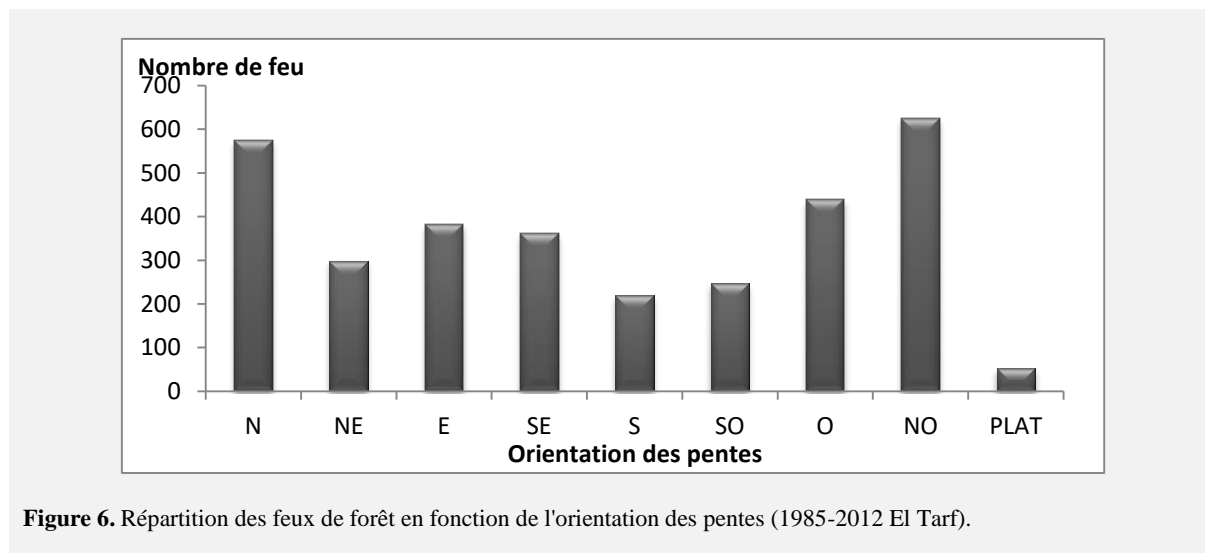


Figure 6. Répartition des feux de forêt en fonction de l'orientation des pentes (1985-2012 El Tarf).

3.6. Analyse spatiale des feux de forêt en fonction de l'occupation humaine

D'après les rapports établis par les services forestiers, tous les départs de feu, qu'ils soient volontaires ou accidentels, sont d'origine humaine. Une enquête que nous avons menée auprès des districts de 16 communes d'El Tarf a révélée, que la proportion de mise à feu volontaire est plus importante que celle des mises à feu accidentelle. De plus, parmi les trois principales catégories de populations à savoir : les agriculteurs, les éleveurs et les habitants ruraux, ce sont les éleveurs qui sont responsables du plus grand nombre de départ de feu, suivi par les agriculteurs. Les principales motivations qui poussent les éleveurs à mettre le feu sont multiples : la régénération des parcours, l'ouverture des maquis denses, ou simplement par esprit de vengeance à l'égard de l'administration forestière en cas de conflit avec celle-ci sur la réglementation du pâturage en forêt. Concernant le cas des agriculteurs, les motivations sont essentiellement guidées par la pratique des cultures sur brûlis et l'affection des terres (défrichage par le feu).

A la lumière des résultats de cette enquête, nous avons voulu les confirmer avec une analyse spatiale entre la répartition des départs de feu et la localisation de l'occupation humaine (fermes et maisons rurales) et les réseaux de routes et pistes forestières.

D'après les résultats, on note une très forte corrélation négative entre le nombre de feu et la distance aux fermes ($r = -0,81$) et maisons rurales ($r = -0,78$). Plus on se rapproche des fermes et maisons rurales, plus le nombre de feu est élevé, 53% des feux sont à moins de 1000 m d'une ferme (figure 7).

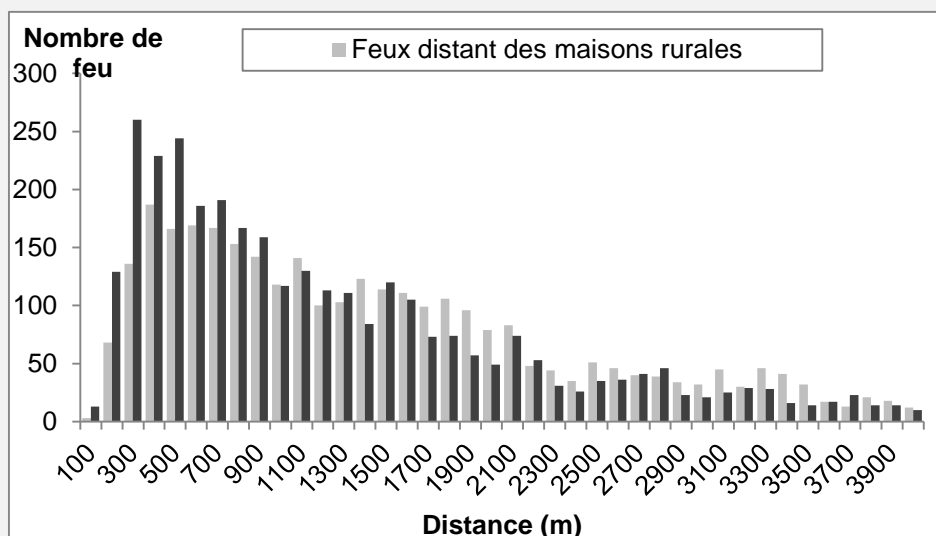


Figure 7. Répartition des feux de forêt en fonction des fermes et maisons rurales (1985-2012 El Tarf).

Pour les routes et pistes forestières, 36% des feux sont à moins de 100 m d'une piste et 3% pour les routes. A une distance de 300 m ces chiffres passent à 72% pour les pistes et 17% pour les routes (figure 8). Ces résultats montrent que les incendiaires utilisent le réseau de pistes forestières pour accéder plus facilement aux forêts afin d'y mettre le feu.

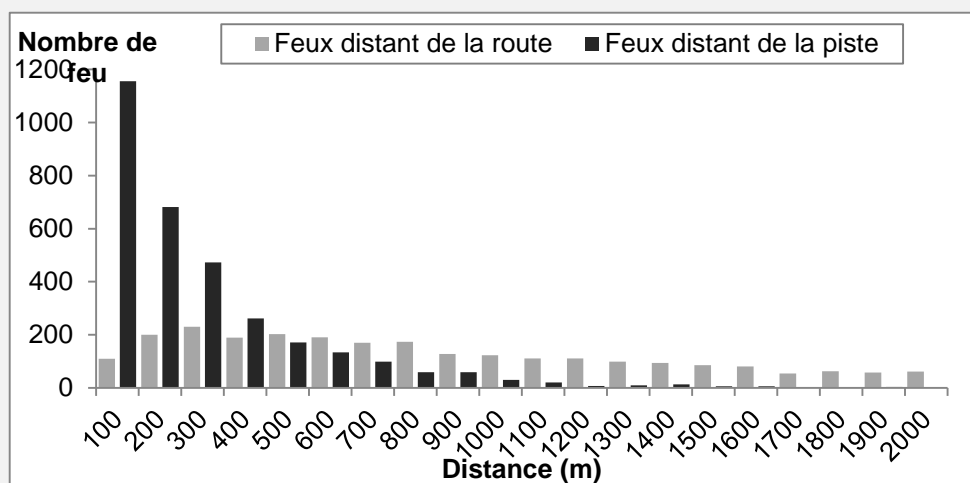


Figure 8. Répartition des feux de forêt en fonction des routes et pistes (1985-2012 El Tarf).

Une image du satellite QuickBird, fournie par Google Earth, a été prise juste après l'écllosion de plusieurs départs de feu dans la commune de Hammam Beni Salah le 20/08/2010 (figure 9).



Figure 9. Image satellite QuickBird du 20-08-2010 (Google Earth).

Les départs de feu au nombre de 3, ce sont déclaré au niveau du canton Boumia de la forêt domaniale de Beni Salah. Cette image apporte une preuve sur le rôle de l'action anthropique dans l'écllosion des feux de forêt. Les feux n°1 et 2 sont à 2 m de la piste forestière, alors que le 3^{ème} feu est à moins de 160 m. De plus, on remarque que les feux 1 et 2 sont allumés simultanément de part et d'autre de la tranchée pare-feu (TPF) pour inhiber sont rôle de coupe feu et brûler ainsi le maximum de surface. Les trois feux de l'image satellite sont à moins de 1000 m des fermes : le premier est à 700 m, le second à 900 m et le troisième à 400 m. Toutes ces observations confirment encore une fois de plus, que la majorité des départs de feu sont d'origine humaine avec une mise à feu volontaire.

4. Conclusion

A partir du cas pratique de la wilaya d'El Tarf, nous avons présenté une étude spatiotemporelle des départs de feu de forêt, en se basant sur une étude scientifique utilisant les nouvelles technologies des systèmes d'information géographique et de l'imagerie satellitaire. Il ressort cependant, que les besoins actuellement prépondérants sont liés à l'aménagement des forêts contre les feux. Ces besoins existent à une échelle locale et régionale. Les Systèmes d'Information Géographique et l'imagerie satellitaire, vont trouver en Algérie leurs applications dans le domaine de la protection des forêts contre les feux. Le fait de s'intéresser à ces techniques donne l'occasion d'aborder des questions d'une façon plus pressante et systématique. Il est certain qu'à moyen terme, ces investissements vont générer des profits qui se traduiront par une réduction des dégâts causés par les feux de forêt, et une meilleure protection et gestion des ressources naturelles. La base de données géographique produite au cours de cette étude, constitue un outil extrêmement utile pour les gestionnaires et les décideurs d'aménagement contre les feux de forêt. Elle servira de support pour la réalisation d'une typologie des feux et une cartographie du risque feu de forêt.

5. Références

- Arfa AMT, Benderradji MEH, Alatou D (2009)** Analyse des Bilans des incendies de Forêt et leur Impact Economique en Algérie entre 1985 et 2006. Revue New Médit Vol. VIII-n1 : 46-51.
- Bouazouni O (2004)** Parc National d'El Kala : Etude socio-économique du PNEK. Projet Régional pour le Développement d'Aires marines et côtières Protégées dans la région de la Méditerranée (MedMPA). Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées CAR/ASP : 51p.
- F.A.O. (2007)** Fire management global assessment 2006. Thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005, Rome.
- F.A.O. (2010)** Global forest resources assessment 2010 - Main report. FAO Forestry Paper No. 163, Rome.
- F.A.O. (2013)** State of Mediterranean forests 2013 - Main report. FAO Forestry Paper No. 197, Rome.