

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques



THESE

Présentée par

Mme MEDDOUR née SAHAR Ouahiba

En vue de l'obtention du titre de

DOCTEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : FORESTERIE

**Les feux de forêts en Algérie : Analyse du risque,
étude des causes, évaluation du dispositif de
défense et des politiques de gestion**

Soutenue publiquement le 03 /04/2014

Devant le jury composé de :

Boukhemza Mohamed	Professeur	UMM, Tizi Ouzou	Président
Derridj Arezki	Professeur	UMM, Tizi Ouzou	Directeur
Bouisset Christine	Maître de conférences	UPPA, France	Codirectrice
Bouhraoua Tarek Rachid	Professeur	UAB, Tlemcen	Examineur
Bekdouche Farid	Maître de conférences A	UAM, Bejaia	Examineur
Nedjahi Abdellah	Directeur de recherches	INRF, Bainem, Alger	Examineur
Leone Vittorio	Professeur	UNIBAS, Italie	Invité

Résumé

L'analyse statistique des feux passés, au niveau des 40 wilayas de l'Algérie du Nord, fait ressortir que l'Algérie est très touchée par les incendies de forêts, avec une moyenne de 1.637 feux par an, ayant parcouru une superficie de 35.025 ha durant la période 1985-2010. Au niveau de la région Nord-Centre, on a enregistré une moyenne annuelle de 325 feux et 4.758 ha de surface parcourue. Les résultats obtenus montrent une temporalité des feux (à l'échelle nationale et wilayale), qui surviennent en majorité en août et surtout dans la tranche horaire 12 h-16 h. L'évolution annuelle révèle la variabilité des feux de forêts et surtout des années catastrophiques très rapprochées, 1993, 1994, 2000 et 2007. Sur le plan spatial, les situations entre wilayas s'avèrent très divergentes et certaines d'entre elles sont particulièrement touchées par les incendies de forêts, à l'image des wilayas littorales du Nord-Est algérien. 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.

L'étude des causes des incendies a été abordée via trois enquêtes quantitatives sur des échelles géographiques différentes. On a choisi l'approche *bottom up* en donnant la parole respectivement aux riverains et aux experts forestiers. En remplacement du pourcentage élevé des causes inconnues (80 %) dans les bilans officiels de l'Administration Forestière, les résultats des différentes enquêtes attribuent la majorité des départs de feu à des causes volontaires (malveillance) : les feux pastoraux pour le renouvellement des pâturages, les feux provoqués pour des raisons politiques, l'incinération des décharges sauvages, les feux allumés pour des changements d'utilisation des terres. Les feux involontaires (négligence) sont représentés dans l'ordre par les jets de mégots de cigarettes, les travaux agricoles (brûlage après nettoyage, brûlage des chaumes), la reprise d'incendie et les activités forestières. Les résultats de l'étude confirment aussi que les causes des incendies de forêt sont sensiblement invariables dans le temps, car ils sont principalement liés au fait sociétal (culture et traditions locales).

L'étude des stratégies de prévention et de lutte anti-incendies a été approchée par les biais des enquêtes mixtes (qualitative et quantitative) avec une échelle multiscalaire (du national au local). La *SWOT analysis* synthétise les carences ou les difficultés auxquelles se heurtent les politiques actuelles de défense. Les politiques de gestion des incendies privilégient la lutte et ne sont pas suffisamment reliées aux problèmes socio-économiques et à la gestion de l'espace rural. Les équipements de DFCI sont en général en dessous de la norme théorique. L'analyse du dispositif DFCI montre l'éclatement des compétences et la multiplicité des intervenants pour la gestion du phénomène. La coordination entre les nombreux acteurs et structures concernés aux différentes échelles semble une difficulté majeure dans la prise de décision qui doit être rapide, décisive et efficace. Sur le terrain, on constate un déploiement des moyens trop faiblement corrélés à la géographie réelle du risque. Nous proposons des scénarios différents qui pourraient être convenablement appliqués à la situation réelle du pays.

Mots clés : Algérie, analyse Swot, causes d'incendies, analyse spatiotemporelle, enquêtes quantitatives et qualitatives, experts, incendie de forêts, Nord-Centre, politiques de gestion des incendies, risque d'incendie, riverains.

Abstract

The statistical analysis of past fires, in the 40 provinces of northern Algeria, revealed that Algeria is severely impacted by forest fires, with a yearly average of 1,637 fires which have burned an area of 35,025 ha in the period 1985-2010. In the North Central region, there was a yearly average of 325 fires and 4,758 ha of area burned. Our results show a fire distribution (at a national and wilayale scale), mostly occurring in August and especially in the time band 12 h-16 h. The yearly evolution indicates the variability of forest fires and particularly disastrous sequence of highly close years, such as 1993, 1994, 2000 and 2007. At the spatial level, the situations between wilaya are very different and some of them are especially affected by forest fires, like the coastal provinces of Eastern Algeria. At the municipal level, the pressure of fire is higher in coastal areas than in those of the rest of the territory.

This research aimed to investigate about the causes of wildfires using three quantitative surveys on different geographical scales. We chose the bottom-up approach by giving a voice respectively to residents and forestry experts. In contrast with the relevant percentage of unknown forest fire causes (80 %) in the official data-of the Forest Service, the results of our different approaches attribute the majority of fire starts to voluntary causes such as: pastoral fires to renew pastures, fires caused for political reasons, uncontrolled garbage burning, fires set for land use changes. Involuntary events (negligence) are represented in order by throwing cigarette butts, agricultural work (burning of cut bush, stubble burning), restart of fire and forestry activities in the forest. The study results also confirm that the causes of forest fires are essentially invariant in time, because they are mainly related to the local culture and traditions.

The study of strategies for prevention and fight of fires has been approached by mixed surveys (qualitative and quantitative) at a multiscalar level (national to local). A SWOT analysis synthesized deficiencies or difficulties faced by current defence policies. Management policies mainly focus on fire fighting and are not sufficiently inspired by socio-economic problems and by a management approach for rural space. Infrastructures for fire defence on the ground (DFCI infrastructures) are generally distributed below the theoretical standards. The analysis of the control organization puts in evidence that DFCI competencies are splitted and scattered and a multiplicity of involved actors and institutions. Coordination among the many actors and structures at the various scales appear a major challenge in the decision making process, that must be fast, decisive and effective. Distributions of equipments on the ground appears too weakly correlated with the geography of risk. As a conclusion, we propose different scenarios that could be appropriately applied on the actual situation.

Keywords: Algeria, experts, fire causes, fire management policies, fire risk, forest inhabitants, North-Central, qualitative and quantitative surveys, spatiotemporal analysis, Swot analysis, wildfire.

Remerciements

Une thèse est le fruit d'un travail et d'une aventure humaine à laquelle beaucoup de personnes contribuent. Je remercie donc tous ceux qui ont permis la réalisation de cette recherche et fait de leur présence l'une de mes principales sources d'inspiration.

Avant tout propos, je tiens à remercier mon directeur de thèse Derridj Arezki, professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour avoir accepté de diriger cette recherche. Un grand merci pour m'avoir fait confiance sur le plan scientifique et m'avoir laissé libre quant à l'orientation et la conduite de ce travail. Je le remercie aussi d'avoir été à l'écoute de mes allégresses et de mes chagrins malgré ses multiples préoccupations administratives, en sa qualité de doyen de la Faculté des Sciences Agronomiques et Biologiques. Je n'oublierai jamais ses nombreuses qualités humaines.

Je remercie Madame Christine Bouisset Maître de conférences à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour de m'avoir accueilli dans l'équipe du laboratoire Société Environnement et Territoire (SET). Merci d'avoir accepté de codiriger ce travail, d'avoir respecté mes approches et de m'avoir fait entièrement confiance. Merci Christine pour tes conseils et les échanges toujours constructifs et riches ainsi que les corrections apportées pour l'amélioration du document. J'espère que notre collaboration ira au-delà de cette thèse.

Je remercie Monsieur Boukhemza Mohamed Professeur à l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, pour avoir bien voulu porter son attention bienveillante à ce travail en acceptant de présider le jury.

Je voudrais exprimer aussi mes vifs remerciements à Messieurs Bouhraoua Tarek-Rachid, Professeur à l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, Nedjahi Abdellah, Directeur Général de l'Institut National de Recherches Forestières à Bainem et Bekdouche Farid Maître de Conférences (A) à l'Université de Bejaia, qui ont bien voulu juger ce travail.

Je ne saurais oublier de remercier Vittorio Leone, Professeur retraité de l'Université della Basilicata (Potenza) Italie. Pour ses remarques pertinentes et ses conseils et l'attention particulière qu'il a portée à cette étude. Pour son amitié et sa confiance et d'avoir accepté de publier avec beaucoup d'humilité des articles avec moi.

Je remercie Meddour Rachid Maître de Conférences (A) à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour la relecture du document et les corrections apportées.

Mon séjour au laboratoire SET (UPPA) dans le cadre de la réalisation d'une partie de cette thèse a été financé par une bourse du Gouvernement Algérien. Je tiens à remercier les responsables au niveau du Ministère de l'Enseignement Supérieur de m'avoir octroyé cette bourse de 18 mois qui m'a été nécessaire pour finaliser ma recherche en France dans de meilleures conditions.

Je suis reconnaissante au professeur Francis Jauréguiberry pour m'avoir accepté dans son laboratoire, mon séjour au SET a été enrichissant humainement et scientifiquement. Je tiens à remercier chaleureusement tout le personnel du SET ayant contribué de loin ou de près à mes travaux. Je remercie Gâelle Deletraz pour mon initiation aux logiciels Sphinx et Arc-Gis.

Je remercie le Président de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour Mohamed Amara pour être intervenu auprès de la Préfecture pour régler les difficultés administratives.

Une grande pensée va également à toutes les personnes qui ont participé aux travaux de terrain, notamment les populations locales et les experts (forestiers, pompiers et acteurs locaux). Je les remercie infiniment pour le temps qu'ils m'ont accordé, pour leur gentillesse et leur engagement. Sans eux, ce travail n'aurait pu être possible.

Mes remerciements vont particulièrement à mes collègues des Conservations des Forêts de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes, ainsi qu'à mes collègues de la Direction Générale des Forêts, pour leur aide et soutien, notamment Monsieur Abbes Mohamed sous-directeur des incendies.

Pour continuer avec ceux qui ont joué un rôle déterminant dans la réalisation de cette étude, je tiens à remercier mes compagnons de terrain, c'est-à-dire tous les étudiants et étudiantes de graduation qui sont nombreux, mais ils se reconnaîtront.

Un grand merci à tous les doctorants et à toutes les personnes que j'ai connues à Pau, Cacao, Mara, Flor, Myriam, Djamel, Lilia, Ryma.

Je ne saurais oublier de remercier Nicole Lompré qui a été plus qu'une amie pour moi en m'aidant à surmonter mon éloignement de ma famille et son encouragement à tenir bon pour faire aboutir mon projet. Je remercie aussi son mari Michel pour m'avoir invité chez eux à maintes reprises à dîner et pour les nombreuses discussions chaleureuses qu'on a eu ensemble.

Merci à mon père et ma mère qui ont toujours crus en moi et m'ont encouragé à faire cette thèse.

Merci à mon mari, Rachid pour son soutien, pour son écoute lors de mes moments de doute, pour son amour et sa patience... Merci à mes enfants Sarah, Salim-Anis et Wassim qui ne m'ont apporté que satisfaction et bonheur durant ces années de thèse, me soutenant quotidiennement sur Skype pour tenir bon dans ma solitude en France et m'aidant ainsi à conduire cette aventure à terme. A tous les quatre, pardon, promis je vais me rattraper.

Merci à vous tous et à tous ceux que je n'ai pas mentionnés, mais auxquels je pense très fort.

Liste des sigles et abréviations

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances
AFOM : Atouts – Faiblesses – Opportunités – Menaces
ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques
ANP : Armée Nationale Populaire
APC : Assemblée Populaire Communale
ASAL : Agence Spatiale Algérienne
AOP : Appellation d'Origine Protégée
ATSR: Along Track Scanning Radiometer
AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer
BNEDER : Bureau National des Etudes du Développement Rural
BMF : Brigades Mobiles Forestières
BM : Bassin Méditerranéen
CF: Conservation des Forêts
CEMAGREF : Institut de Recherche en Science et Technologie pour l'Environnement et l'Agriculture
CENEAP : Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le Développement
CDB : Convention sur la Diversité Biologique
CLD : Causal Loop Diagram
CNPf : Commission Nationale de Protection des Forêts
COC : Comité Opérationnel Communal
COD : Comité Opérationnel de Daïra
COP : Comité Opérationnel Permanent de Wilaya
COR : Comités des Riverains
DE : Direction de l'Education
DGF : Direction Générale des Forêts
DGFAR: Direction Générale de la Forêt et des Affaires Rurales
DGPC : Direction Générale de la Protection Civile
DFCI : Défense des Forêts contre les Incendies
DFN : Domaine Forestier National
DPC : Direction de la Protection Civile
DOE: Directeur des Opérations d'Extinctions
DS : Direction de la Santé
DSA : Direction des Services Agricoles
DTP : Direction des Travaux Publics
DH : Direction de l'Hydraulique
EEE : Espace Economique Européen
EFIMED : Mediterranean Regional Office of the European Forest Institute
ESA: European Space Agency (Agence Spatiale Européenne)
EFFIS: European Forest Fire Information System,
ENTV: Etablissement National de la Télévision
EOSDIS: Earth Observing System Data and Information System
FAO: Food and Agriculture Organization
FFN: Fond Forestier National
FOSA: Forestry Outlook Study for Africa
FIRMS: Fire Information for Resource Management System
FWI: Fire Weather Index
GN : Gendarmerie Nationale

ICONA : Instituto para la Conservación de la Naturaleza
INRF : Institut National des Recherches Forestières
IRF : Indice de Risque Fréquentiel.
IUSTI : Institut Universitaire des Systèmes Techniques et Industriels
JRC: Joint Research Center
KDE : Kernel Density Estimation
LPG : Liquefied Petroleum Gas
LEPM : Laboratoire d'Etude Physique des Matériaux
MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
MAP : Mediterranean Action Plan
MATET : Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme
M.E.D.D.E : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
MENA: Middle East-North Africa
MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NASA : National Aeronautics and Space Administration
NDVI : Normalized Difference Vegetation Index
NUTS : Nomenclature Unités Territoriales Statistiques
OFME : Observatoire de la Forêt Méditerranéenne
ONM : Office National de la Météorologie
ONS : Office National des Statistiques
PCRD : Programme-Cadre de Recherche et de Développement
PC : Programmes-Cadres
PFF : Plan Feux de Forêts
PNR : Plan National de Reboisement
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PPDRI : Projets de Proximité de Développement Rural Intégré
PJ: Petajoule (10^{15} joules)
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RMA : Risque Moyen Annuel
SCM : Surface du Massif Forestier
SG : Secrétaire Général
SIG : Système d'Information Géographique
SLOT : Strengths – Limitations – Opportunities –Threats
SMA : Surface Moyenne parcourue par An
SNTF : Société Nationale des Transports Ferroviaires
SONELGAZ : Société Nationale de l'Electricité et du Gaz
SPPF: Service de la Protection de la Faune et de la Flore
SPOT : Système Pour l'Observation de la Terre
SWOT: Strengths – Weaknesses – Opportunities –Threats
UE : Union Européenne
UF : Unité fourragère
UICN : Union International pour la Conservation de la Nature
UNEP : United Nations Environment Programme
UOM : University of Missouri
USTO : Université des Sciences et de la Technologie d'Oran
UMR : Unité Mixte de Recherche
WWF : World Wildlife Fund (Fonds Mondial pour la Vie Sauvage)

Liste des figures

	Page
Fig.1. Surface moyenne annuelle brûlée par les incendies de forêt dans le monde.....	9
Fig.2. Détection des points chauds à travers le monde	9
Fig.3. Evolution de la superficie des forêts, 1990-2007.....	11
Fig.4. Les incendies de forêt dans le bassin méditerranéen.....	11
Fig.5. Taux de boisement des pays méditerranéens.....	13
Fig.6. le degré de gravité en % dans les pays du bassin méditerranéen.....	13
Fig.7. Le triangle du feu.....	15
Fig.8. Rompre le triangle du feu.....	16
Fig.9. Conditions de climat, de végétation, de topographie et de gestion sociale et économique de l'espace déterminantes dans l'occurrence des feux de forêt.....	17
Fig.10. Distribution saisonnière des feux dans la Région du Moyen-Orient.....	18
Fig.11. EFFIS: situation au 10.07.2012.....	19
Fig.12. La carte solaire d'inflammabilité.....	20
Fig.13. Les différentes tailles des combustibles.....	21
Fig.14. Multiplicité des facteurs qui agissent sur la dégradation de la forêt en Algérie.....	34
Fig. 15. Répartition des forêts en Algérie.....	35
Fig.16. Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord.....	57
Fig.17. Carte de synthèse de la sensibilité à la désertification	58
Fig.18. Densité de population dans les régions méditerranéennes.....	59
Fig.19. Carte de la densité de population	59
Fig.20. Cartographie de l'indice de végétation.....	60
Fig.21. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse.....	62
Fig.22. Carte de l'affectation des terres dans les wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes	64 66
Fig.23. Chaîne de collecte et de traitement des données.....	68
Fig.24. Diagramme du trajet de la méthode Delphi	75
Fig. 25. Matrice SWOT.....	76
Fig.26. Nuage des mots.....	77
Fig. 27. Situation géographique de la région d'étude.....	91
Fig. 28. Taux de boisement des wilayas de l'Algérie du Nord.....	92
Fig. 29. Evolution annuelle des nombres de feux et des superficies parcourues par le feu en Algérie	95
Fig.30. Importance des superficies parcourues par le feu selon les essences.....	98
Fig.31. Indice de risque fréquentiel à travers les wilayas du nord.....	101
Fig.32. Risque moyen annuel à travers les wilayas du nord.....	102
Fig. 33. Taux de surface boisée, wilaya de Tizi Ouzou	109
Fig. 34. Taux de surface boisée, wilaya de Bouira.....	110
Fig. 35. Taux de surface boisée wilaya de Boumerdes.....	110
Fig. 36. Etat des archives non informatisées dans les Conservation des Forêts.....	111
Fig.37. Evolution annuelle des nombres de feux et des surfaces parcourues.....	112
Fig.38. Variation annuelle des superficies parcourues et le nombre de feu dans la wilaya de Tizi Ouzou.....	114
Fig. 39. Variation annuelle des superficies parcourues et le nombre de feu dans la wilaya de Bouira.....	115
Fig. 40. Variation annuelle des superficies parcourues et le nombre de feu dans la wilaya de Boumerdes.....	116

Fig. 41. Distribution mensuelle du nombre d'incendies et des surfaces parcourues dans le Nord-Centre Algérien.....	117
Fig. 42. Distribution mensuelle des points d'éclosion des feux durant les mois de juillet, août et septembre de l'année 2012 en Algérie.....	118
Fig.43. Les superficies parcourues par espèce dans le Nord-Centre algérien.....	120
Fig.44. Indice de risque fréquentiel à travers les communes de la wilaya de Tizi Ouzou.....	123
Fig.45. Indice de risque fréquentiel à travers les communes de la wilaya de Bouira	124
Fig.46. Indice de risque fréquentiel à travers les communes de la wilaya de Boumerdes.....	125
Fig.47. Risque moyen annuel à travers les communes de la wilaya de Tizi Ouzou...	126
Fig.48. Risque moyen annuel à travers les communes de la wilaya de Bouira	127
Fig.49. Risque moyen annuel à travers les communes de la wilaya de Boumerdes...	128
Fig. 50. Map of the study areas in Kabylia, North Central Algeria.....	140
Fig. 51. FCA scatter plot related to the nine villages and causes.....	149
Fig. 52. FCA scatter plot related to age classes of surveyed and causes.....	149
Fig. 53. CLD of forest fires and causative agents (factors) for Algeria.....	154
Fig. 54. Map of the studied areas.....	169
Fig. 55. Number of fires and burned area in North-Central Algeria (1985-2010)	169
Fig. 56. Increasing frequency of most relevant motives (all areas included).....	173
Fig. 57. Densité des postes de vigie pour 7000 ha de forêt selon les wilayas	190
Fig. 58. Densité des BMF pour 5000 ha de forêt selon les wilayas	191
Fig. 59. Distribution des pourcentages d'incendies par intervenants dans la détection et l'alerte à l'échelle nationale (1985-2010)	191
Fig. 60. Densité des pistes forestières en km pour 100 ha de forêt selon les wilayas ...	193
Fig. 61. Densité des pare-feux en ha pour 100 ha de forêt selon les wilayas	194
Fig. 62. Densité des points d'eau pour 1000 ha de forêt selon les wilayas	195
Fig. 63. Cercle des corrélations existant entre les 16 variables analysées	197
Fig. 64. Sigles des nombreux organismes impliqués dans les mesures préventives ...	198
Fig. 65. Le nombre de questionnaire recueillis par wilayas.....	214
Fig. 66. Prévention des incendies de forêt.....	218
Fig. 67. L'ensemble des techniques et des activités visant à la lutte	219
Fig.68. Conflits possibles.....	220
Fig. 69. Causes des incendies de forêt et leur importance.....	221
Fig.70. Le nuage de mots.....	225
Fig.71. Image idéale et explicative du concept de wildland partitioning.....	229

Liste des tableaux

	Page
Tab. 1. Les incendies de forêt dans quelques pays du bassin méditerranéen.....	12
Tab. 2. Les causes des incendies dans certains pays méditerranéens.....	22
Tab. 3. Les projets de recherche sur les incendies de forêt en Europe.....	39
Tab. 4. Répartition des terres forestières.....	63
Tab. 5. Définition du risque incendie	70
Tab. 6. Surfaces des principales essences forestières en Algérie.....	91
Tab. 7. Mesure du risque fréquentiel.....	94
Tab. 8. Mesure du risque moyen annuel	94
Tab.9. Répartition mensuelle des nombres de feux et des superficies incendiées.....	96
Tab. 10. Evolution de la fréquence horaire des nombres d'incendies	97
Tab.11. Principaux indicateurs des wilayas étudiées.....	114
Tab.12. Répartition des nombre d'incendies par ordre d'importance.....	121
Tab.13. The most relevant socio-economic indicators for the study areas.....	141
Tab.14. The most relevant forestry indicators for the study areas.....	142
Tab.15. Number of sampled village.....	142
Tab.16. Decreasing frequency of the most frequent forest fires motives.....	145
Tab.17. Fire motives in decreasing order of frequency in the three baladiath	146
Tab. 18. Forest fires in Southern Europe and Algeria (1985-2010).....	164
Tab. 19. Forest fire causes along time in Algeria (in %)......	165
Tab. 20. The most relevant indicators for the study areas.	167
Tab. 21. Study areas and fire causes in order of decreasing frequency.....	172
Tab. 22. Rank-ordering (1 to 8) of most frequent fire motives in study areas.....	174
Tab. 23. Matrice de corrélation (Pearson) entre les variables pyrologiques et celles de l'équipement de DFCI.....	196
Tab. 24. Taux de réalisation des travaux préventifs à l'échelle nationale (2010).....	200
Tab. 25. Prévention.....	203
Tab. 26. Lutte.....	204
Tab. 27. Restauration forestières des zones incendiées.....	204
Tab .28. Gestion des incendies de forêt.....	216
Tab.29. Prévention des incendies de forêt	217
Tab.30. Le nombre de mot cité dans les suggestions des forestiers algérien.....	224
Tab. 31. Synthèses des résultats des causes.....	243
Tab. 32. Analyse SWOT.....	245

Annexes

Annexe 1. Evolution annuelle des nombres de feux, des surfaces parcourues et du feu moyen dans le Nord-Centre Algérien

Annexe 2. Survey of forest fires perception among residents in forested areas of Kabylia

Annexe 3. factorial correspondences Analysis (Municipalities, location of villages and educational level)

Annexe 4. List of forest fire causes identified for Algeria, divided into three main categories: accidental, negligent, and deliberate

Annexe 5. Les guides d'entretien

Annexe 5.1. Entretien avec les responsables SPPF au niveau National et des cadres de la DGF

Annexe 5.2. Entretien avec les cadres des daïras et des communes

Annexe 5.3. Entretien avec les agents de la protection civile

Annexe 5.4. Entretien avec les Forestiers

Annexe 6. Liste des personnes interviewées au niveau national

Annexe 6.1. Entretien avec les responsables de la Direction Générale des Forêts

Annexe 6.2. Entretien avec les responsables du service de la protection au niveau des wilayas

Annexe 7. Liste des personnes interviewées au niveau local

Annexe 7. 1. Liste des personnes interviewées au niveau des APC des 3 wilayas

Annexe 7. 2. Liste des personnes interviewées au niveau des Daïras des 3 wilayas

Annexe 7. 3. Liste des personnes interviewées au niveau des unités de Protection civile des 3 wilayas

Annexe 7. 4. Liste des personnes interviewées au niveau des Administrations forestières des 3 wilayas

Annexe 8. Dispositif DFCI

Annexe 8.1. Différentes actions de sensibilisation en Algérie

Annexe 8.2. BMF de détection et de première intervention

Annexe 8.3. Postes de vigies

Annexe 8.4. Les équipements de DFCI

Annexe 8.5. La lutte contre les incendies par les forestiers et les pompiers

Annexe 9. Questionnaire sur la prévention des incendies de forêt en Algérie

Valorisation des Travaux Scientifiques

Les résultats obtenus dans cette thèse ont fait objet de :

Publications Internationales

1. Les grands incendies de forêt en Algérie : problème humain et politiques publiques de gestion des risques ?

Auteurs : Meddour-Sahar Ouahiba et Bouisset Christine

Article reçu juin 2013/ accepté novembre 2013 / in « *Les grands incendies en Méditerranée, Quelle réponse aux désastres environnementaux ?* », n° 121 de la revue *Méditerranée*, sous presse.

2. Analysis of forest fires causes and their motivations in North Algeria: the Delphi technique.

Auteurs : Meddour-Sahar Ouahiba, Meddour Rachid, Leone Vittorio, Lovreglio Raffaella, Derridj Arezki.

Article reçu le 1 mai 2012/ accepté le 26 mars 2013 / publié en octobre 2013 : Revue *iForest-Biogeosciences and Forestry*.

3. Wildfire Management Policies in Algeria: Present and Future Needs.

Auteurs : Meddour-Sahar Ouahiba, González Cabán Armando, Meddour Rachid, Derridj Arezki.

Article reçu le 29 mai 2012/ accepté septembre 2012 / publié en Aout 2013 : Wildfire Management Policies in Algeria: Present and Future Needs. Public policies . González-Cabán, Armando, tech. coord.. *Proceedings of the fourth international symposium on fire economics, planning, and policy: climate change and wildfires*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-245 (English). pp 245-382 Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 405 p.
http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/

4. Políticas de Manejo de Incendios Forestales en Argelia: Necesidades Presentes y Futuras.

Meddour-Sahar O., González Cabán A., Meddour R., Derridj A., 2013 b.

Article reçu le 29 mai 2012/ accepté septembre 2012 / publié en Aout 2013 : In González-Cabán, Armando, (coord. Tech.) *Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales* : 410-425. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/es/

5. Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey.

Auteurs : Meddour-Sahar Ouahiba, Lovreglio Raffaella, Meddour Rachid, Leone Vittorio, Derridj Arezki.

Article reçu le 30 septembre 2012/ accepté le 5 octobre 2012 / publié en janvier 2013 : Revue *Open Journal of Forestry*.

6. Bilan des feux de forêts en Algérie : Analyse spatiotemporelle et cartographie du risque (période 1985-2010).

Auteurs : Meddour-Sahar Ouahiba et Derridj Arezki.

Article reçu le 13 juillet 2011, accepté le 14 mai 2012, publié en juin 2012 : Revue *Sécheresse*

7. Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005).

Auteurs : Meddour-Sahar Ouahiba et Derridj Arezki.

Article reçu le 15 décembre 2008, accepté le 14 octobre 2010, publié en septembre 2010 : Revue *Sécheresse*

Communications lors de Conférence Internationales

1. Interface habitat-forêt et sensibilité aux incendies dans la wilaya de Tizi Ouzou (Algérie).

Auteur : Meddour-Sahar Ouahiba

Conférence internationale sur la modélisation et la cartographie du risque d'incendie de forêt "Vulnérabilité aux incendies dans les interfaces habitat-forêt", Thème : La gestion dans les interfaces habitat-forêt. 30 septembre, 1^{er} et 2 octobre 2013, Aix-en-Provence, France

2. Vulnérabilité des écosystèmes forestiers et impact des facteurs de dégradation : cas des incendies de forêt.

Auteurs : Meddour-Sahar Ouahiba, Meddour Rachid

La III^{ème} Semaine Forestière Méditerranéenne (www.III-med.forestweek.org).
Communication Affichée, Tlemcen (Algérie), du 17 au 21 Mars 2013.

3. Bilan des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2012) / situation actuelle, enseignements dégagés et perspectives d'avenir

Auteurs : **Meddour-Sahar Ouahiba**, Meddour Rachid, et Derridj Arezki

Premier colloque international sur le patrimoine forestier. Communication orale, Tlemcen, janvier 2013.

4. Le contexte des politiques publiques de gestion des incendies de forêt en Algérie

Auteurs : **Meddour-Sahar Ouahiba**, Bouisset Christine, Meddour Rachid, Derridj Arezki.

Des Journées d'Etude sur la Réhabilitation des Subéraies Incendiées et Reboisements (JERSIR). Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, 16 et 17 janvier 2013.
<http://www.rencontre-medsuber.com/7-Archives>

5. La Gestion du risque incendie de forêt en Algérie : des mesures curatives ou préventives ?

Auteurs : **Meddour-Sahar Ouahiba**, Bouisset Christine, Derridj Arezki.

IVème Conférence Internationale sur les Stratégies de Prévention des Incendies de forêts, USSE - EFI Atlantic, Bordeaux, 7, 8 et 9 janvier 2013, pp. 67-80.

6. Wildfire Management Policies in Algeria: Present and Future Needs.

Auteurs : **Meddour-Sahar Ouahiba**, González Cabán Armando, Meddour Rachid, Derridj Arezki.

The Fourth International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Climate Change and Wildfires, November 5-11, 2012, Mexico City, Mexico.

7. Apport des statistiques dans la prévention des incendies de forêts en Algérie : cas de la wilaya de Tizi Ouzou.

Auteurs : **Meddour-Sahar Ouahiba**, Meddour Rachid, Derridj Arezki, Bouisset Christine.

Conférence Internationale Stop feu 2010 à Oran, Algérie. Thème 1 : Les feux en milieux naturel, communication orale (17-19 décembre 2010).

Table des matières

	Page
Introduction Générale	1
PREMIERE PARTIE. CONTEXTE DE L'ETUDE, PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE, DEMARCHE METHODOLOGIQUE	
Chapitre I. Contexte de l'étude	7
1. Introduction.....	8
2. Les incendies de forêts dans le monde.....	8
3. Les incendies de forêts dans le bassin méditerranéen.....	10
4. Les incendies de forêt : définitions, facteurs et causes des feux de forêts	14
4.1. Définitions	14
4.2. Facteurs favorables aux incendies de forêts en région méditerranéenne.....	16
4.2.1. Les facteurs climatiques.....	18
4.2.2. Les facteurs topographiques.....	19
4.2.3. Les combustibles végétaux.....	20
4.2.4. Les facteurs socioéconomiques.....	21
Références.....	24
Chapitre II. Problématique de recherche	32
1. Introduction.....	33
2. Analyse du problème en Algérie.....	33
2.1. Les principales menaces sur la forêt.....	33
2.2. Empreinte écologique.....	35
3. Objet de la recherche.....	36
3.1. Etat de la recherche.....	36
3.1.1. Les travaux de recherches.....	37
3.1.1.1. Les recherches sur les causes des feux de forêt.....	37
3.1.1.2. Les recherches sur les politiques des feux de forêt.....	38
3.1.2. Les travaux de recherches menés en Algérie.....	40
3.2. Problématique et hypothèses de travail.....	40
3.2.1. Problématique.....	40
3.2.2. Hypothèses de travail.....	42
Références.....	45
Chapitre III. Démarche méthodologique	56
1. Cadre géographique.....	57
1.1. Les wilayas du nord : un territoire sensible aux incendies de forêt	57
1.2. Le Nord-Centre Algérien : une forêt anthropisée.....	60
1.2.1. Les facteurs climatiques.....	61
1.2.2. L'occupation des terres.....	63
1.3. Les communes de Haizer, Ain Zaouïa et Mizrana : une forêt en dégradation avancée.....	67
2. Méthodes et outils.....	67
2.1. Donnée statistique.....	67
2.1.1. Analyse descriptive.....	67
2.1.2. Analyse multivariée.....	69
2.2. Le risque d'incendie.....	69

2.2.1 Définition.....	69
2.2.2. Evaluation du risque.....	70
2.3. L'enquête : qualitative et quantitative.....	71
2.3.1. La conception de l'enquête.....	72
2.3.2. Les base de réalisation de l'enquête.....	72
2.3.3. La réalisation pratique de l'enquête.....	73
2.4. La méthode Delphi	74
2.5. Analyse SWOT.....	75
2.6. Le brainstorming, brainwriting.....	76
2.7. Nuage des mots (word cloud).....	77
Références.....	78

DEUXIEME PARTIE. ANALYSE SPATIOTEMPORELLE ET CARTOGRAPHIE DU RISQUE A L'ECHELLE NATIONALE ET REGIONALE

Chapitre IV. Bilan des feux de forêts en Algérie : analyse spatio-temporelle et cartographie du risque (période 1985-2010) (Article 1).....	87
1. Introduction.....	90
2. Site d'étude.....	90
3. Matériels et méthodes.....	92
3.1. Indice de risque fréquentiel.....	93
3.2. Risque moyen annuel.....	94
4. Résultats et discussion.....	95
4.1. Analyse temporelle des feux passés.....	95
4.1.1. Evolution annuelle des nombres d'incendies et des superficies parcourues par le feu.....	95
4.1.2. Evolution mensuelle des nombres d'incendies et des superficies parcourues par le feu.....	96
4.1.3. Evolution des fréquences d'incendies suivant les jours de semaine.....	97
4.1.4. Evolution de la fréquence horaire des nombres d'incendies.....	97
4.1.5. Importance des superficies parcourues par le feu selon les formations végétales.....	98
4.1.6. Importance des superficies parcourues par le feu selon les essences forestières.....	98
4.1.7. Taille des feux.....	99
4.1.8. Les causes des incendies de forêt.....	99
4.2. Evaluation et cartographie du risque d'incendie à l'échelle des wilayas en Algérie	100
4.2.1. Indice de risque fréquentiel.....	100
4.2.2. Risque moyen annuel (RMA) ou degré de gravité du feu.....	101
5. Conclusion.....	103
Références.....	104

Chapitre V. Bilan des incendies de forêt dans le Nord-Centre Algérien et cartographie du risque : Cas des wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes (période 1985-2010).....	107
1. Introduction.....	108
2. Matériels et méthodes.....	109
2.1. Site d'étude.....	109

2.2. Feux historiques	111
2.3. Evaluation du risque.....	111
3. Résultats et discussion.....	112
3.1. Répartition temporelle des incendies de forêt dans le Nord-Centre algérien	112
3.1.1. Evolution annuelle des nombres d'incendies et des superficies parcourues par le feu	112
3.1.2. Analyse de la situation des incendies dans les 3 wilayas.....	114
3.1.3. Evolution mensuelle des nombres d'incendies et des superficies parcourues par le feu.....	116
3.1.4. Evolution des fréquences d'incendies suivant les jours de semaine	119
3.1.5. Evolution de la fréquence horaire des nombres d'incendies	119
3.1.6. Répartition des incendies de forêt suivant les formations végétales.....	119
3.1.7. Répartition des incendies par essences	120
3.1.8. Répartition du nombre d'incendies suivant leur importance surfaccique.....	120
3.2. Evaluation du risque incendie à l'échelle des communes.....	121
3.2.1. Indice de risque fréquentiel dans les wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes.....	122
3.2.1.1. Indice de risque fréquentiel pour la wilaya de Tizi Ouzou.....	122
3.2.1.2. Indice de risque fréquentiel pour la wilaya de Bouira.....	123
3.2.1.3. Indice de risque fréquentiel pour la wilaya de Boumerdes.....	124
3.2.2. Risque moyen annuel dans les wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes.....	125
3.2.2.1. Risque moyen annuel dans la wilaya de Tizi Ouzou...	125
3.2.2.2. Risque moyen annuel dans la wilaya de Bouira.....	126
3.2.2.3. Risque moyen annuel dans la wilaya de Boumerdes.....	127
4. Conclusion.....	128
Références.....	130

TROISIEME PARTIE. LES CAUSES DES INCENDIES DE FORET EN ALGERIE : RESULTATS D'ENQUETE AVEC LA POPULATION ET LES EXPERTS

Chapitre VI. Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey (Article 2).....	135
1. Introduction.....	138
2. Methodology.....	139
2.1 Study area.....	140
2.2. Data and methods.....	142
3. Results.....	144
3.1. Causes of forest fires.....	145
3.2. Factorial correspondence analysis.....	146
3.2.1. Municipalities, villages and causes	146
3.2.2. Location of villages.....	147
3.2.3. Educational level.....	147
3.2.4. Age classes.....	148
3.2.5. Scatter plots.....	148

4. Discussion	150
4.1. The most relevant motivations.....	150
4.2. Causes classification.....	152
5. Conclusion and final remarks.....	153
References.....	155

Chapitre VII. Analysis of forest fires causes and their motivations in North Algeria: the Delphi technique (Article 3).....	161
1. Introduction.....	164
2. Materials and methods.....	165
2.1. The Delphi Technique.....	165
2.2. Study area.....	166
2.3. Experts' panel.....	170
2.4. Structured questioning.....	170
3. Results and discussion.....	171
3.1. Frequency.....	171
3.2. Rank ordering.....	173
4. Conclusion and final remarks	176
References.....	178

QUATRIEME PARTIE. STRATEGIE DE PREVENTION ET DE LUTTE CONTRE LES INCENDIES DE FORET EN ALGERIE

Chapitre VIII - Politiques de gestion des incendies de forêt en Algérie : besoins actuels et futurs.....	183
1. Introduction.....	184
2. Données et méthode.....	185
3. Résultats.....	186
3.1. La législation.....	186
3.1.1. La période coloniale.....	186
3.1.2. La période de l'Algérie indépendante.....	187
3.2. Information et sensibilisation du public et des usagers des forêts.....	188
3.3. La prévention dans les zones limitrophes à la forêt	188
3.4. Le réseau de surveillance et d'alerte et son efficacité.....	189
3.4.1. Les postes de vigies.....	189
3.4.2. Les brigades mobiles forestières.....	190
3.4.3. Origines de l'alerte et de la détection des feux	191
3.5. Infrastructure de DFCI et son évaluation quantitative.....	192
3.5. 1. Le réseau de pistes forestières	192
3.5. 2. Le réseau de pare-feu.....	193
3.5. 3. Le réseau de points d'eau.....	195
3.5.4. Mise en évidence des liaisons entre les paramètres pyrologiques et l'infrastructure de DFCI.....	195
3.6. Organisation.....	197
3.7. La lutte	200
3.7.1. Personnel spécialisé.....	201
3.7.2. Personnel non spécialisé.....	201
3.7.3. Renfort.....	202
3.7.4. Les stratégies de lutte	202
3.7.5. Les moyens matériels.....	202

4. Discussion et recommandations.....	202
5. Conclusion.....	205
Références.....	206
Chapitre IX. Retour d'expérience des forestiers algériens sur la prévention des incendies de forêt : résultats d'enquête	211
1. Introduction.....	212
2. Données et méthode.....	212
2.1. Panel des experts.....	212
2.2. Le questionnaire.....	214
3. Résultats.....	214
3.1. Les informations socioprofessionnelles	214
3.1.1. Genre, âge, expérience et grade.....	214
3.1.2. Unités territoriales.....	215
3.2. La gestion des incendies de forêt.....	215
3.3. La prévention des incendies de forêt.....	216
3.4. Infrastructure DFCI	219
3.5. Les conflits possibles	220
3.6. Les causes des incendies en Algérie.....	221
3.7. Les suggestions des forestiers pour améliorer les stratégies de lutte.....	222
4. Discussion	225
4.1. Causes.....	225
4.2. Législation.....	226
4.3. Planification.....	226
4.4. Sensibilisation.....	227
4.5. Formation	227
4.6. Organisation.....	228
4.7. Dispositif DFCI.....	228
4.8. Reboisements.....	229
4.9. Sylviculture préventive.....	230
4.10. Reconstitution.....	230
5. Conclusion.....	230
Références.....	232
	239
Discussion et conclusion générale.....	
1. Analyse spatiotemporelle et cartographie du risque	240
2. Les causes des incendies de forêt en Algérie	242
3. Analyse des stratégies de gestion des incendies de forêt.....	244
4. Perspectives.....	249
Références.....	250
	258
Annexes.....	

INTRODUCTION GENERALE

Pendant des millions d'années, 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. Le feu est en effet une menace non seulement pour les vies humaines et les biens, mais aussi pour des prestations d'importance vitale assurées par l'écosystème, telles que le maintien du sol, la conservation des ressources biologiques et la capacité de régulation du climat par les écosystèmes à travers la modification du cycle global du carbone, entre autres.

Chaque année, ce sont plusieurs millions d'hectares qui brûlent à l'échelle planétaire. Dans le Bassin méditerranéen 600.000 à 800.000 hectares par an sont annuellement la proie des flammes, notamment dans les pays de la rive nord de la Méditerranée (Rowell et Moore, 2000 ; WWF-UICN, 2007).

Par ailleurs, les effets du changement climatique se font déjà sentir dans certaines régions par l'augmentation de la fréquence, de l'intensité ou de la taille des incendies et donc de l'ampleur des dégâts. Face à ces changements qui se produisent rapidement au niveau local, des politiques de prévention et de contrôle doivent reposer sur une bonne compréhension des facteurs qui provoquent les départs de feux et leur propagation, ainsi que leurs impacts (humain, environnemental et socio-économique).

Dans le contexte du bassin méditerranéen, l'Algérie est l'un des pays où le problème des feux de forêts, assez peu connu par la communauté scientifique, se pose avec acuité par son impact dévastateur. Si en valeur absolue les superficies parcourues restent relativement modestes au regard d'autres pays du pourtour méditerranéen, le faible taux national de boisement et les menaces de désertification font que ces incendies ont un impact particulièrement désastreux. L'Algérie ne possède en effet que 4,1 millions d'hectares de forêts, soit un taux de boisement de 1,76 % (FOSA, 2000). Or, la fréquence rapprochée des incendies, qui se suivent avec un intervalle de retour de moins de 10 ans (Pausas, 2008; Wittkuhn et Hamilton, 2010), a un impact catastrophique sur le plan écologique. Durant la période allant de 1963 à 2012, la superficie totale parcourue par le feu a dépassé 1.700.000 hectares, soit une moyenne de 35.315 ha/an. La fréquence des mises à feu n'a cessé d'augmenter à travers le temps, dépassant ces dernières années 2.000 feux/an (Meddour-Sahar *et al.*, 2013).

L'examen des informations relatives aux incendies de forêts sur plusieurs années ou décennies permet de déterminer les caractéristiques spatiales et temporelles du risque d'incendie. L'un des objectifs de cette analyse des épisodes de feux passés est de montrer comment l'étude et l'interprétation des statistiques relatives à un grand nombre d'incendies peuvent servir à l'élaboration des stratégies de prévention et de gestion des feux de forêts.

Malgré l'importance du phénomène des feux de forêts, leurs origines et leurs causes sont peu connues et les politiques de leur gestion s'appuient fortement, sinon exclusivement, sur la phase d'extinction des incendies. Ces politiques ne sont pas suffisamment reliées aux problèmes socio-économiques et à la gestion de l'espace rural (Bouisset, 1996, 2001 ; Goldammer, 2002 ; Fernandes *et al.*, 2008 ; MCPFE, 2010). De plus, elles sont peu orientées vers la prévention. Le problème des incendies de forêts dans les pays méditerranéens est un problème essentiellement social, car l'homme a un rôle prépondérant (Benoit de Coignac et Bonnier, 2000). Mais, une grande part des incendies de forêt demeure inexplicée, ce qui rend difficile la mise en œuvre d'une politique de prévention.

En Algérie, les causes des incendies de forêts ont fait l'objet de recherches dans le passé (Gravius, 1866 ; Thibault, 1866 ; Marc, 1916 ; IIA, 1933 ; Boudy, 1952). Tous les auteurs confirment que les origines du feu sont principalement liées à l'homme et dépendent directement de son imprudence et de son insouciance, notamment les usages agricoles et pastoraux des populations. Les statistiques sur les incendies de forêts montrent que le problème est ainsi essentiellement d'ordre socio-économique. Selon Boudy (1952), c'est en Algérie que l'étude des causes des incendies a été entreprise en détail, par rapport au Maroc et à la Tunisie. Il est pourtant étonnant que des informations plus récentes au sujet des causes de feux dans le pays soient très rares et se caractérisent par l'importance extrême du taux des feux d'origine inconnue. Dans certaines wilayas, comme Tizi-Ouzou, celui-ci est proche de 99 % (Meddour-Sahar et Derridj, 2010).

Notre objectif est de comprendre les raisons actuelles des mises à feux, dans le but de prévenir ou de réduire leur incidence, et d'améliorer les efforts de prévention, afin de concevoir des campagnes spécifiques de prévention. Notre recherche sur les causes sera basée sur les connaissances des usagers des forêts et des experts forestiers, avec une approche novatrice, d'une part, par rapport à la source de l'information, qui se détache de l'utilisation habituelle des sources officielles, et d'autre part, par rapport aux outils d'analyse utilisés.

Pour réduire le taux des causes inconnues et pour améliorer les connaissances sur les causes des incendies et les motivations, nous essayerons d'adopter une méthode spécifique, la méthode Delphi (EURAL, 2005 ; Barroso Fernández et González Báscones, 2007).

La protection des forêts contre les incendies est l'objet d'une consommation conséquente des ressources publiques. D'où, notre intérêt à analyser les politiques de prévention en Algérie, pour vérifier l'état de leur mise en œuvre. L'étude s'appuiera sur la remarquable expérience des techniciens forestiers, qui sont l'un des groupes les plus impliqués dans la gestion des incendies de forêts, aussi bien dans le domaine forestier que dans le domaine des territoires ruraux. Leur expérience est incontournable, si l'on veut comprendre et évaluer le dispositif incendie dans son application concrète sur le terrain.

La présente thèse, conduite en foresterie, relève d'un objet de recherche théorique, mais dont on espère également des retombées opérationnelles. Elle vise à fournir des méthodes de diagnostics et d'aide à la décision en matière de recherche des causes et de stratégie de lutte contre les incendies de forêt en Algérie. La thèse est organisée en quatre parties et 9 chapitres.

La première partie, composée des chapitres 1, 2 et 3, a pour objectif l'analyse du phénomène étudié à travers la littérature et la description de la démarche méthodologique.

Dans *le chapitre 1*, nous allons faire une analyse bibliographique sur les problèmes des incendies dans le Monde et le Bassin Méditerranéen et exposer les facteurs favorables aux feux (naturels et socioéconomiques). Nous voulons préalablement mettre en évidence que le phénomène n'a pas de mécanismes naturels sur lesquels l'Homme n'a aucune prise, mais, au contraire, que les incendies résultent de la multiplicité de ses actions et ne sont pas un phénomène inéluctable.

Le chapitre 2 portera sur l'état de la recherche sur la thématique dans le Bassin Méditerranéen et surtout en Algérie. Afin de positionner notre sujet par rapport aux axes de recherches ayant traité du phénomène des feux de forêts dans le pays, nous évoquerons aussi les principales menaces qui pèsent sur la forêt algérienne (désertification, défrichement, urbanisation, mitage, etc.) et qui ajoutent leur action à celle des incendies.

Le chapitre 3 détaillera la description des sites d'étude ainsi que les diverses méthodes d'étude utilisées.

La deuxième partie, composée des chapitres 4 et 5, portera sur l'analyse spatiotemporelle et la cartographie multiscalaire du risque incendie (wilayas et communes).

Le chapitre 4 (publication 1) abordera l'analyse du bilan incendie, durant la période 1985-2010, sur les 40 wilayas de l'Algérie du Nord affectées par ce problème.

Le chapitre 5 retracera l'historique détaillé des incendies de forêt (1985-2010) dans trois wilayas du centre algérien appartenant à la Kabylie (Tizi Ouzou, Bouira, Boumerdes), où les incendies sont très importants et conduisent à une dégradation irréversible de ces forêts. Une cartographie du risque pour chaque wilaya sera réalisée à l'échelle communale.

Cette évaluation du risque incendie, basée sur les statistiques des feux historiques, au niveau tant national que régional (centre-nord algérien), sur une période de 26 ans, vise à faire ressortir les régions géographiques qui sont les plus sensibles au feu. Dans ces *zones rouges*, il faudra donner priorité aux actions de prévention et aux moyens de lutte contre les incendies. Cela permettra aux services concernés un meilleur déploiement des moyens selon la géographie du risque incendie de forêt et apportera au gestionnaire local une meilleure aide à la décision.

La troisième partie, composée des chapitres 6 et 7, s'intéressera particulièrement à la connaissance des causes des incendies de forêt en Algérie, par le biais d'enquête quantitative sur la perception des origines des feux par la population et les experts.

Le chapitre 6 (publication 2) abordera un travail d'enquête auprès des usagers de la forêt et leurs perceptions des origines des feux de forêt. Ce travail est totalement novateur parce qu'il donnera la voix aux riverains qui, à notre connaissance, n'ont jamais été considérés dans les travaux de recherche au sujet du feu dans la partie sud du bassin méditerranéen et très peu aussi dans la partie nord.

Le chapitre 7 (publication 3) mettra en évidence l'utilisation de la méthode Delphi pour l'étude des motifs des incendies. Il s'agit d'un ensemble de procédures pour susciter et affiner les opinions d'un panel d'experts. Delphi sera utilisé pour la première fois en Algérie avec un panel d'experts, constitué par les forestiers de la région centre-nord du pays, dont la perception sera évaluée. Cette méthode devrait permettre une meilleure identification des différentes motivations qui poussent l'humain à mettre le feu à la forêt.

La quatrième partie, composée des chapitres 8 et 9, visera à identifier les stratégies de prévention et de lutte par des enquêtes mixtes (qualitative et quantitative). Dans cette partie, nous tenterons d'explicitier les multiples actions engagées dans la lutte contre les incendies de forêts, en analysant la manière dont se répartissent les compétences – ou, plus souvent, comment elles se chevauchent – tant administrativement que spatialement.

Le chapitre 8 retracera la politique actuelle de prévention et de lutte et illustrera les besoins futurs, par le biais d'entretiens menés auprès des responsables (forestiers, pompiers et collectivités locales). On examinera, dans la région étudiée, les mesures concrètement mises en œuvre et les actions d'organisation des moyens de prévention et de prévision de l'incendie ; les infrastructures de DFCI existantes et les éventuelles disparités et discontinuités spatiales de distribution. Le rôle des différents acteurs impliqués dans la campagne incendie de forêt fera l'objet d'une analyse en détail.

Le chapitre 9 portera sur l'avis des forestiers à l'échelle nationale sur les mesures préventives, les faiblesses actuelles du dispositif, pour proposer les nouvelles lignes directrices.

Au final, nous regrouperons les résultats et proposerons des options possibles pour réorganiser le modèle de gestion ; des perspectives de recherche seront aussi présentées.

Références

Barroso Fernández J. , González Báscones V., 2007. Motivaciones de incendios forestales intencionados en España. In *Proceedings WILDFIRE2007, the 4th International Wildland Fire Conference Sevilla, Spain, 14-17 May 2007.*

http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla-2007/contributions/doc/SESIONES_TEMATICAS/ST4/Barroso_Gonzalez_SPAIN_EURAL.pdf

Benoit de Coignac G. et Bonnier J ., 2000. Le rôle des associations dans la définition d'un modèle de développement durable de la forêt méditerranéenne, pour la prévention des incendies en France. *Forêt méditerranéenne*, t. XXI, n° 4 : 559-562.

Boudy P., 1952. *Guide du forestier en Afrique du Nord.* Ed. Maison Rustique, Paris, 505 p.

Bouisset C., 1996. Incendies de forêts : pour quoi et comment les espaces naturels méditerranéens sont-ils défendus ? *Géopoint 96 "La nature dans la géographie aujourd'hui"*, Avignon : 48-50.

Bouisset C., 2001. La gestion du risque d'incendie de forêt en France et en Espagne : acteurs, échelles et territoires d'intervention. *Pré-actes du colloque international Risques et territoires*, ENTPE, Vaulx-en-Velin, vol. 2 : 7-18.

EURAL, 2006. *Estudio sobre motivaciones de los incendios forestale intencionados en España.* Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, 443 p. http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/investigacion_causas_tcm7-19422.pdf

Fernandes, P., J. Vega, E. Jiménez, and E. Rigolot. 2008. Fire resistance of European pines. *Forest Ecology and Management*, 256: 246-255.

FOSA., 2000. *L'étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) Algérie.* FAO, Rome, Italie 60 p. <ftp://ftp.fao.org/docrep/003/X6771F00.pdf>

Goldammer, J.G., Montag S., and Page. H., 1997. Nutzung des Feuers in mittel- und nordeuropäischen Landschaften. Geschichte, Methoden, Probleme, Perspektiven. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, NNA-Berichte 10, Heft 5: 18-38. ISSN 09 35-14 50.

http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/natcon_3.htm

Goldammer J. G., 2002. Forest Fire Problems in South East Europe and Adjoining Regions: Challenges and Solutions in the 21st Century. Paper presented at *International Scientific Conference "Fire and Emergency Safety" 31 October - 1 November 2002, Sofia, Bulgaria.* 13 p. <http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/SEEurope/Paper-GFMC-Goldammer-web%20version>.

Gravius G., 1866. *Les incendies de forêt en Algérie leurs causes vraies et leurs remèdes.* Constantine, chez Louis Marie librairie, Paris. 99 p.

I.I.A., 1933. *Enquête internationale sur les incendies de forêts*. Rome: Institute International d'Agriculture, 457 p.

Pausas J. G., Llovet J., Rodrigo A., and Vallejo R., 2008. Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? –A review. *International Journal of Wildland Fire* 17: 713–723.

Marc P., 1916. Les incendies de forêt en Algérie. In *Notes sur les forêts de l'Algérie*. Typographie Adolphe Jourdan. Imprimeur libraire- Editeur, Alger, 331 p.

MCPFE (Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe) 2010. *Assessment of Forest Fire Risks and Innovative Strategies for Fire Prevention Workshop report*. Rhodes, Greece, 4–6 May 2010. 45 p.

http://www.foresteuropa.org/documentos/FOREST_EUROPE_Forest_Fires_Report.pdf

Meddour-Sahar O., Bouisset C., Derridj A., 2013. "La gestion du risque incendie de forêt en Algérie: des mesures curatives ou préventives ?", IVème Conférence Internationale sur les Stratégies de Prévention des Incendies de forêts, USSE - EFI Atlantic, Bordeaux, 7, 8 et 9 janvier 2013, pp. 67-80. <http://www.efiatlantic.efi.int/>

Meddour-Sahar O., et Derridj A., 2010. Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sécheresse*, 21, (3) : 187-195.

Rowell A., and Moore P. F., 2000. *Global Review of Forest Fires*. WWF/IUCN, Gland, Switzerland. 64 p. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2000-047.pdf>

Thibault R., 1866. *Des incendies de forêt en Algérie : De leurs causes et des moyens préventifs et défensifs à leur opposer*. Constantine Librairie V. Guende Place du Palais; Paris Librairie Guallette 41 rue de Mazarine, 73 p.

Wittkuhn R.S., and Hamilton T., 2010. Using fire history data to map temporal sequences of fire return intervals and seasons. *Fire Ecology* 6(2): 97-114.

WWF-IUCN, 2007. *Forest fires in the Mediterranean*:

http://www.iucnmed.org/web2007/documentos/Background_med_forest_fires.pdf

CHAPITRE I- CONTEXTE DE L'ETUDE

1. Introduction

Le feu est un facteur majeur de perturbation des écosystèmes, qui a des effets tant bénéfiques que nuisibles sur ces derniers. Certains écosystèmes forestiers sont adaptés au feu et en dépendent pour conserver leur vigueur et leur capacité de reproduction. Toutefois, le feu échappe souvent au contrôle et détruit la végétation et la biomasse forestières, ce qui provoque une érosion éolienne et hydrique considérable du sol. Les incendies affectent non seulement les forêts, leurs fonctions et services, mais aussi d'autres biens, des vies humaines et des moyens d'existence. Les dommages s'étendent aussi aux autres paysages et provoquent une pollution due à la fumée et au dépôt de polluants, en plus de l'émission des gaz à effet de serre (FAO, 2010).

L'incendie de forêt existe depuis longtemps. Pausas et Keeley (2009) affirment même que le feu est apparu en même temps que les plantes terrestres, avant l'arrivée de l'Homme sur terre, et qu'il a joué un rôle important à travers l'histoire de la vie.

L'impact de l'action humaine sur l'environnement naturel dans la région méditerranéenne a été considérable durant 7.000 à 8.000 ans (M'hirit, 1999). Au Proche-Orient, les débuts de l'agriculture et de l'élevage, qui ont affecté la forêt par le défrichement et le feu, remontent à 10.000 ans (M'hirit, 1999). Ces activités anthropiques se sont ensuite étendues en Méditerranée occidentale vers 5.500 à 4.500 ans avant J.-C. (M'hirit, 1999 ; Hetier, 1993). Ainsi, l'Homme brûle la forêt méditerranéenne, depuis plus de 4.000 ans, à la recherche de meilleurs pâturages et de terres de cultures (M'hirit, 1999). Les feux sont un phénomène récurrent du bassin méditerranéen, ils ne sont pas le résultat des caractéristiques du milieu, mais sont, avant tout, un fait culturel (Clément, 2005).

L'incendie n'est donc pas un phénomène récent et il a largement contribué à façonner le paysage végétal. Pendant des siècles, ce facteur principal de l'anthropisation (Quézel et Medail, 2003) a toujours été présent dans le paysage rural et a été utilisé pour des activités agricoles et pastorales, qui formaient des discontinuités entre les massifs forestiers.

2. Les incendies de forêts dans le monde

Les incendies parcourent 3 à 4 millions de km² de la planète chaque année et sont responsables de la libération de 2-3 Pg (10¹⁵ g) de carbone dans l'atmosphère (Giglio *et al.*, 2006 ; Van de Werf *et al.*, 2006 ; Wiedinmyer et Neff, 2007). La télédétection des feux mondiaux indique que l'Afrique est le « centre du feu » de la planète, avec plus de biomasse consommée par le feu que nulle part ailleurs sur la Terre (NASA, 2003).

Une moyenne de 487.000 feux de végétation s'est produite par an au cours de la période 2003-2007 dans les forêts et autres terres boisées de la planète (FAO, 2010). Le Mozambique, les États-Unis d'Amérique, Madagascar, la Pologne, le Portugal, la Fédération de Russie, l'Espagne, l'Argentine et la Hongrie sont en tête de liste, avec une moyenne de plus de 10.000 feux de végétation par an (FAO, 2010).

Chaque année, partout dans le monde, 750.000 à 8.2 millions de km² de forêts et de prairies sont brûlées (NASA, 2003) (figure 1).

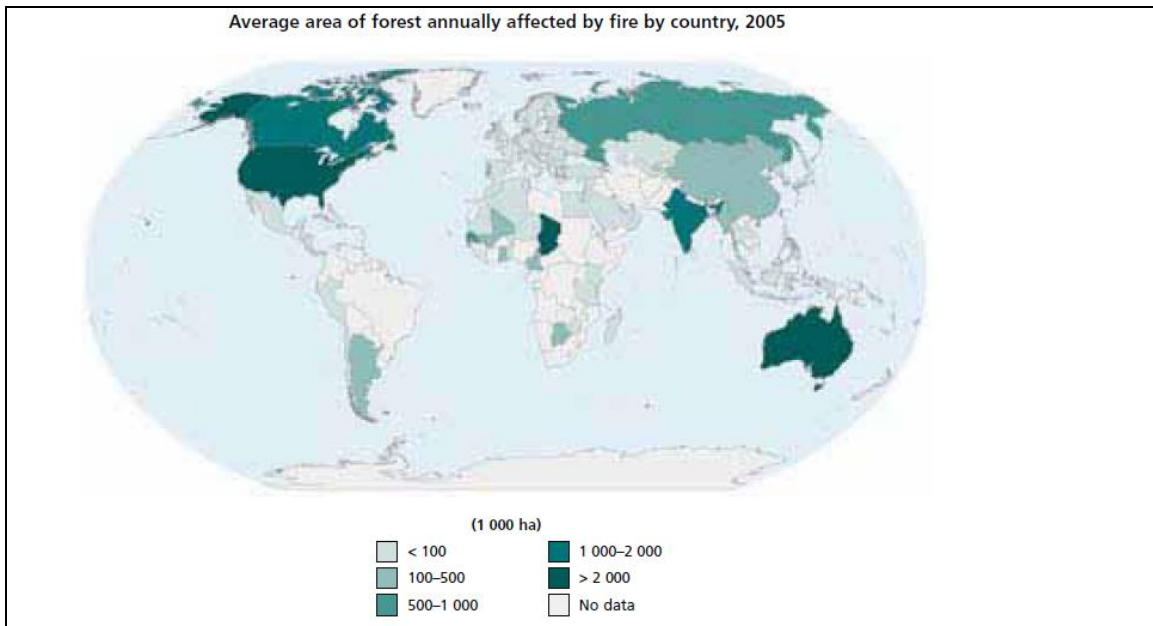


Figure 1. Surface moyenne annuelle parcourue par les incendies de forêt dans le monde (FAO, 2010).

Depuis 1995, les satellites de l'ESA (Agence Spatiale Européenne) surveillent en continu les incendies (figure 2). Les utilisateurs peuvent désormais accéder en ligne pratiquement en temps réel à l'Atlas Mondial des incendies ATSR de l'ESA.

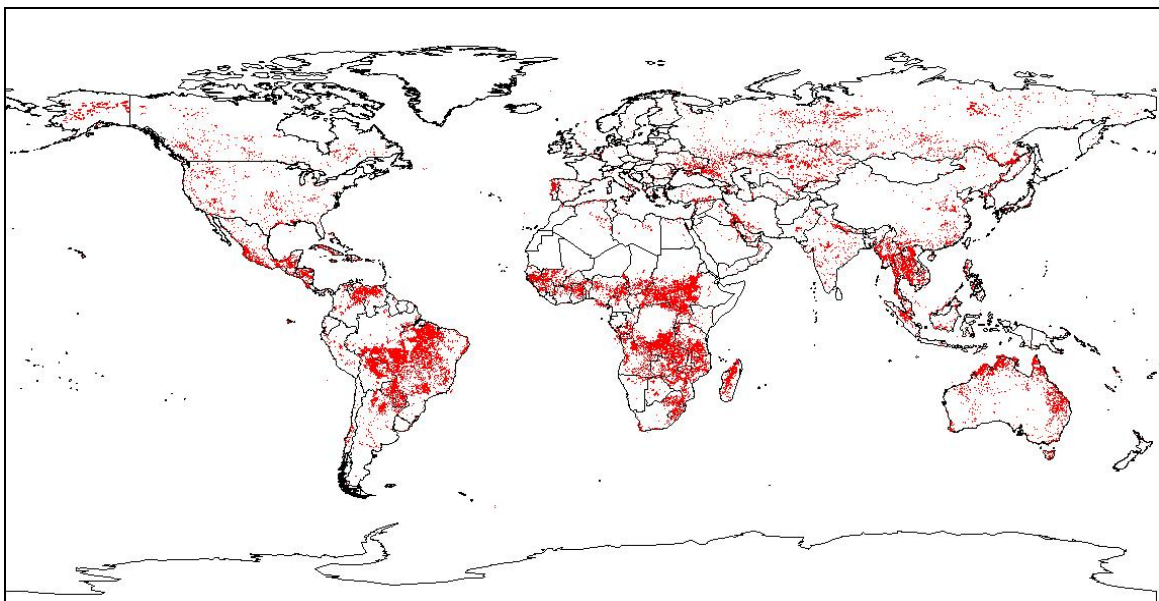


Figure 2. Détection des points chauds à travers le monde en 2006 (les points rouge représentent les hot spots) (ESA, European Space Agency).

<http://www.universetoday.com/8206/online-global-map-of-forest-fires/#ixzz1zdIO60M2>

Les surfaces parcourues au niveau global sont estimées, par télédétection satellitaire, entre 3,5 et 4,4 x 10⁶ km² par an durant la période 2000-2007 (Boschetti *et al.*, 2004 ; Roy *et al.*, 2008 ; Tansey *et al.*, 2008).

Entre 2003 et 2010, les incendies ont consommé équivalent 8300 ± 592 PJ (10¹⁵ J) d'énergie par an, équivalant à 36-44 % de la consommation globale d'électricité en 2008 ou supérieur à 100 % de la consommation d'électricité dans 57 pays (Veron *et al.*, 2012).

Dans une étude récente, basée sur une série de sept ans de feux actifs détectés par le capteur MODIS, Chuvieco *et al.* (2008) estiment que plus de 30 % de la superficie de la Terre a une activité d'incendie importante.

Les scientifiques estiment que les humains sont responsables d'environ 90 % de la combustion de la biomasse, avec seulement un petit pourcentage d'incendies naturels, qui contribuent à la quantité totale de végétation brûlée.

3. Les incendies de forêts dans le bassin méditerranéen

Le Bassin Méditerranéen n'échappe pas à cette logique du feu, puisque les feux de forêts y représentent une part non négligeable des incendies de la planète (Alexandrian *et al.*, 1999). Plus de 50.000 feux brûlent environ 600.000 à 800.000 hectares par an, soit environ 1,5 % du total des forêts méditerranéennes (Rowell et Moore, 2000 ; WWF-UICN, 2007). Le nombre d'incendie et la superficie parcourue auraient doublé depuis les années 1970 (Secrétariat de la CDB, 2001).

Malgré le caractère fort irrégulier des incendies, les écarts en surface détruite étant très variables entre les années (Ramade, 1997), durant cette dernière décennie, Rego *et al.*, (2007) notent qu'il y a une tendance à la baisse des surfaces parcourues moyennes annuelles qui oscillent entre 300.000 à 500.000 ha.

Dans les pays de la rive sud, les incendies sont beaucoup moins abondants en nombre et surfaces parcourues, certainement à cause des conditions socio-économiques différentes (Dimitrakopoulos et Mitsopoulos, 2006) ; la forêt est encore une ressource, pour la nourriture, le bois de chauffage et surtout pour le pâturage.

Les forêts méditerranéennes constituent l'un des lieux de diversité végétale les plus importants de la planète, représentant 10 % des plantes à fleurs dans le monde sur pas plus de 1,6 % de la surface de la Terre. À l'âge du bronze (di Castri, 1981 ; Scarascia Mugnozza *et al.*, 2000), les forêts couvraient 82 % des terres en Méditerranée. Aujourd'hui, la couverture n'y est que de 17 % (FAO, 2012). Cette dégradation est due essentiellement aux activités humaines, l'une d'entre elles étant les feux (Kazakis et Ghosn, 2008), qui à eux seuls en détruisent 1 % en moyenne par an (WWF, 2001).

Actuellement, la situation est très contrastée entre les deux rives (figure 3). Au nord, après une période de forte surexploitation et de régression aux 18^{ème} et 19^{ème} siècles (FAO, 2012), on assiste presque partout à un plus ou moins vigoureux retour de la forêt, dû à l'abandon des zones marginales par l'agriculture et le pâturage.

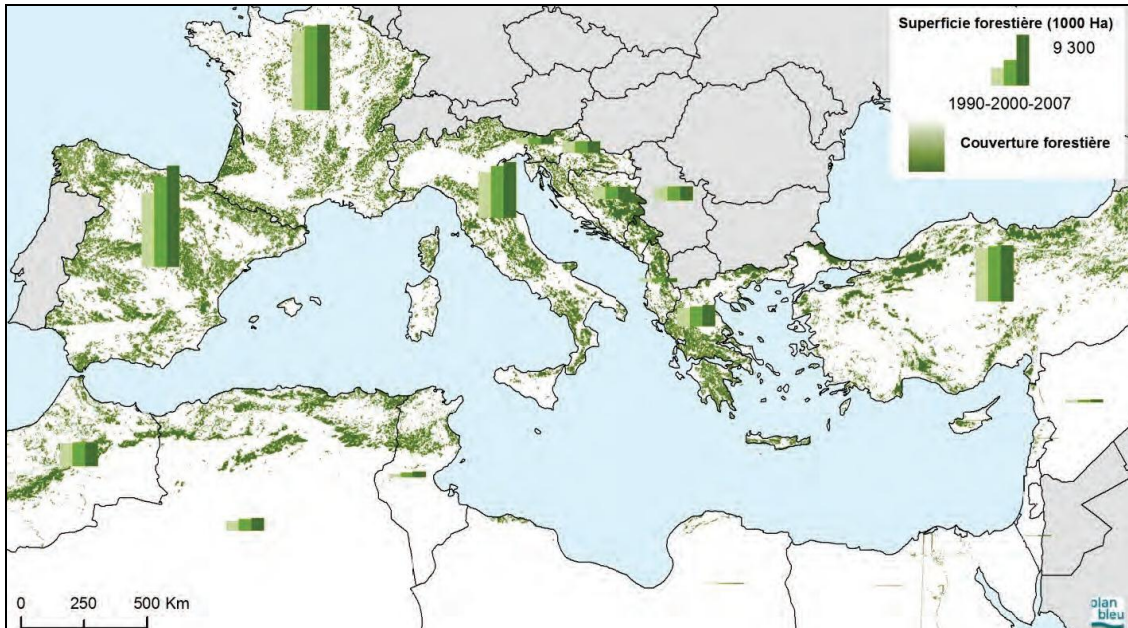


Figure 3. Evolution de la superficie des forêts, période 1990-2007 (PNUE/PAM-Plan Bleu, 2009).

Au sud, au contraire, la pression est encore généralement très forte : surexploitation du bois de feu, surpâturage, labours érosifs..., mais elle tend à se stabiliser. A l'est, la situation est intermédiaire. De plus, d'importants programmes de reboisements ont été mis en œuvre, au nord comme au sud et à l'est (PNUE/PAM-Plan Bleu, 2009).

Les incendies de forêt, au Maghreb, sont loin d'atteindre les niveaux observés sur la rive européenne : quelques milliers d'hectares détruits annuellement en Tunisie et au Maroc ; une superficie plus importante est observée en Algérie (figure 4), qui connaît, notamment dans le Tell oriental, le phénomène de déprise agricole (Auclair, 1999).

L'expansion incontrôlée des terres agricoles et pastorales de même que l'exploitation accrue des forêts à des fins de loisir et de tourisme augmentent l'une et l'autre les risques de feux de forêt (FAO, 2010).

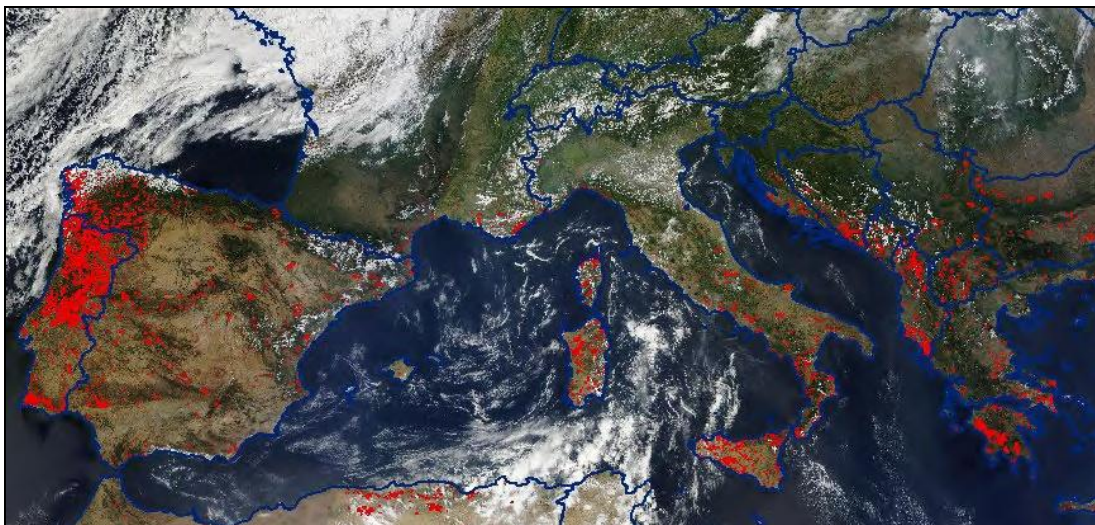


Figure 4. Les incendies de forêt dans le bassin méditerranéen (MODIS 250 m, période 2000 à 2009). <http://lance-modis.eosdis.nasa.gov>.

Les chiffres records en Europe correspondent généralement à des périodes prolongées de vagues de chaleur (par exemple 1994 ; 2003, l'été le plus chaud de ces 500 dernières années sur l'Europe Occidentale (Magdeleine 2003) ; 2007 ; 2012) :

Espagne : 437.635 ha en 1994 ; Algérie: 271.598 ha en 1994 ; Portugal: 425.658 ha en 2003
France: 73.275 ha en 2003; Italie: 227.729 ha en 2007 ; Grèce: 225.734 ha en 2007

L'Algérie présente des valeurs clairement plus modestes que l'Europe, mais dans la région MENA (Middle East-North Africa), elle représente le pays le plus touché par les incendies de forêt en pourcentage de surface parcourue. Pour un pays ayant un grand problème de désertification et présentant un taux de boisement très faible de 1,76 % (FOSA, 2000 ; Nedjraoui, 2003), la perte annuelle de 35.000 ha signifie l'avancée irrésistible de la désertification (figure 5).

Pour la période 1985-2010, le degré de gravité¹ du feu pour l'Algérie est de 0,85 %. Ce risque moyen annuel place l'Algérie en troisième position après le Portugal (3,31 %) et l'Italie (1,14 %) et à égalité avec l'Espagne dans le bassin méditerranéen (tableau 1, figure 6). Ce taux, qui est de 1 % pour une longue période de 132 ans (1876-2007), est un précieux indicateur en Algérie du degré de gravité du feu d'une région à l'autre, ou d'une période à l'autre (Meddour *et al.*, 2008).

Tableau 1. Les incendies de forêt dans quelques pays du bassin méditerranéen (1985-2010)

Pays	Superficie moyenne incendié par an (ha)	Nombre moyen d'incendie par an	Feu moyen (ha)	Degré de gravité (%)
Portugal	101.166	16.578	6	3,31
Espagne	132.305	13.740	10	0,84
France	21.323	3.771	6	0,53
Italie	77.262	7.867	10	1,14
Grèce	32.856	1.308	25	0,57
Algérie*	35.025	1.637	21	0,85

(JRC, 2010) *(Meddour-Sahar et Derridj, 2012)

¹ Le degré de gravité est exprimé en pourcentage de la surface boisée parcourue en moyenne chaque année par rapport à la superficie forestière totale du massif considéré (De Montgolfier, 1989 ; Peyre, 2001).

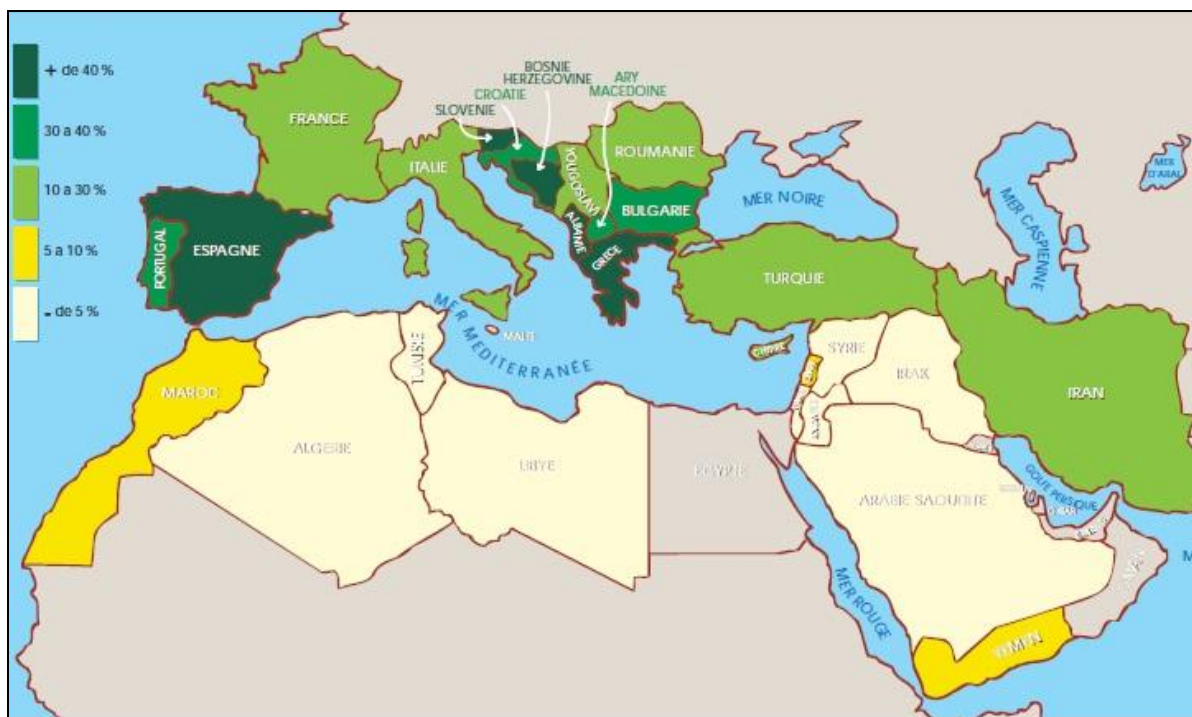


Figure 5. Taux de boisement des pays méditerranéens (FAO, 1993)

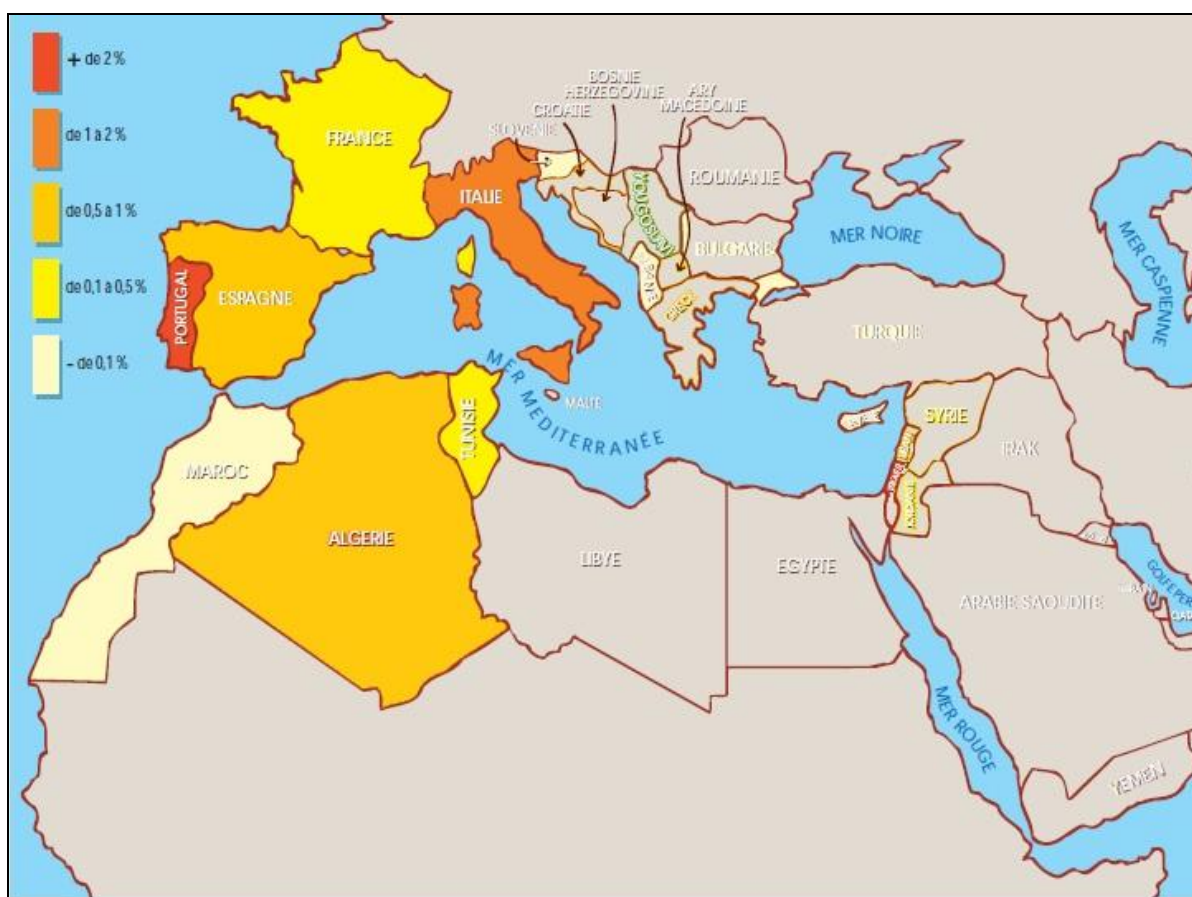


Figure 6. Le degré de gravité en % dans les pays du bassin méditerranéen (1985-2010).

4. Les incendies de forêt : définitions, facteurs et causes des feux de forêts

Les incendies ou feux de végétation sont des sinistres qui se déclarent dans une formation végétale, qui peut être de type forestier (forêts de feuillus, de conifères ou mixtes), sub-forestier (maquis, garrigues ou landes) ou encore de type herbacé (prairies, pelouses...).

Actuellement, les incendies de forêt sont classés parmi les *catastrophes naturelles*, par certaines sources faisant autorité. Par exemple, l'Union européenne, dans le sixième programme-cadre (2002-2006), cite généralement les incendies comme catastrophes naturelles. Les catastrophes naturelles sont des manifestations de la nature, à l'exception de celles engendrées ou influencées par l'Homme. Une catastrophe est un événement dont le calendrier est inattendu et dont les conséquences sont gravement destructrices.

Ces définitions permettent d'identifier un événement qui comprend trois éléments (UOM, 2003) :

- soudaineté ;
- imprévisibilité ;
- destruction importante et / ou conséquences néfastes.

Les incendies ne semblent pas correspondre à ces trois éléments. Ils ne sont pas toujours totalement inattendus, et les effets du feu vont de l'épuisement complet de la biomasse à une modeste, même bénéfique, combustion de matières ligneuses basses. Pas plus qu'ils ne semblent être naturels. On pourrait donc dire que les définitions actuelles des feux de forêt sont en quelque sorte restrictives, en se concentrant sur les impacts naturels, mais en évitant de mentionner la cause humaine de la plupart des incendies (Leone *et al.*, 2003).

Contrairement à la majorité des risques géologiques et hydrométéorologiques, les feux de végétation constituent un risque naturel ou d'origine humaine qui peut être prédit, contrôlé, et, dans de nombreux cas, maîtrisé par l'application de politiques appropriées. La plupart des pays ont déjà des lois, règlements et plans d'action pour la gestion des incendies de forêt. Ils sont souvent insuffisants, ou insuffisamment mis en œuvre (Cardoso *et al.*, 2005).

4.1. Définitions

Par forêt, il faut entendre, en plus des forêts au sens strict, les milieux naturels, c'est-à-dire l'ensemble des formations végétales dégradées, dites de substitution (landes, garrigues, maquis, etc.). En France, l'emploi du terme « *feux de forêts* » désigne en réalité, le plus souvent, le type de feu tel que défini dans la base de données Prométhée : autrement dit, *les feux de forêts, de landes, de maquis ou de garrigues ayant brûlé au moins un hectare d'un seul tenant (et ce quelle que soit la distance parcourue par le feu)* (M.E.D.D.E, 2010). Cette définition n'intègre donc pas les autres feux de l'espace rural et périurbain, comme, les feux de massifs de moins de 1 ha, les feux des arbres d'alignement, les feux d'herbes, les feux agricoles, et autres.

Velez (1995) distingue, en Espagne, les feux des « terrains boisés » et ceux des « maquis, garrigues, broussailles et pâturages ». En Grèce, Dimitrakopoulos (1995) précise que les « zones forestières » regroupent les forêts proprement dites, les zones partiellement boisées et à végétation arbustive et les pâturages.

En Algérie, sous le vocable de « feux de forêts », on regroupe habituellement les feux touchant divers types de formations ligneuses : forêts, maquis et broussailles (Meddour-Sahar, 2008).

De nos jours, on emploie davantage l'expression « feux d'espaces naturels », à la place de feux de forêt *sensu lato*, et les anglophones parlent de « *wildland fire* ».

Feu et incendie ne sont pas synonymes : le premier mot s'applique, par exemple, lorsqu'on parle de combustion sous le contrôle des opérateurs (feu de chaume, feu dirigé, etc.), le deuxième lorsque le contrôle est absent ou bien le feu non désiré a échappé au contrôle (Trabaud, 1989).

L'incendie de forêt est « une combustion qui se développe sans contrôle, dans le temps et dans l'espace » (Trabaud, 1989). La réaction chimique de combustion ne peut se produire que si l'on réunit trois éléments : un combustible, un comburant et une énergie d'activation en quantité suffisante. De la même manière, la combustion cesse dès qu'un élément du triangle est enlevé.

On représente de façon symbolique cette association par le triangle du feu. Le triangle du feu est une représentation didactique très commune, que l'on peut dater de la période 1942-45 (Anonyme, n.d.). Son utilisation dans la forme que l'on voit fréquemment est de Barrows (1951) (figure 7).

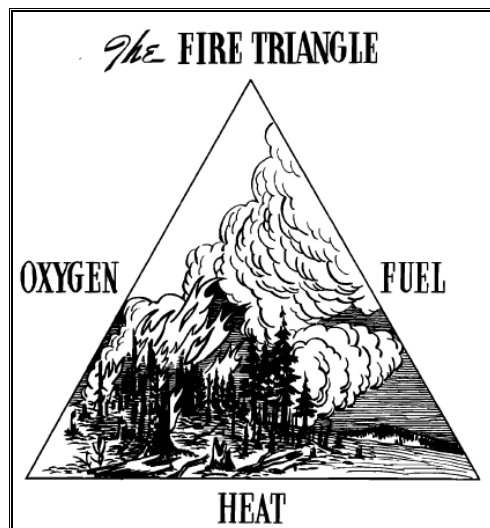


Figure 7. Le triangle du feu (d'après Barrows, 1951)

Toutes les forêts sont soumises à la même loi du feu, parce que les 3 éléments essentiels du triangle du feu sont universels : chaleur (flamme), comburant et combustible. Là où le combustible végétal se trouve près des hommes, l'incendie peut naître, dès lors que l'environnement lui est favorable (densité de la forêt, vitesse du vent, sécheresse de la saison, etc.). Et comme l'action de l'homme est incluse dans deux des trois éléments du triangle (l'homme apporte la flamme et modifie l'environnement), la genèse des feux de forêt est surtout liée à l'humain (Lampin-Maillet, 2009).

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

facilement de proche en proche. La végétation xérophile et les peuplements résineux dans une ambiance de sécheresse rendant la forêt particulièrement sensible aux incendies.

Le *comburant* est l'oxygène, véhiculé par l'air, renouvelé par les courants atmosphérique et le vent. Celui-ci a, en outre, l'effet de coucher les flammes et de faciliter l'inflammation ainsi que la vitesse de propagation du feu (Chautrand, 1972).

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

Pour contrôler la combustion, il suffit de supprimer au moins un des trois éléments du triangle du feu (figure 8).

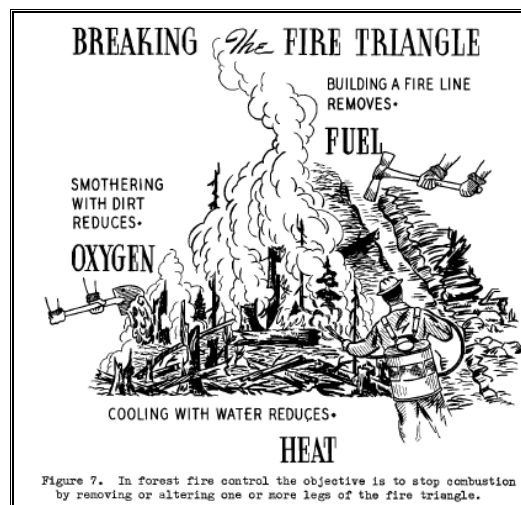


Figure 8. Rompre le triangle du feu (d'après Barrows, 1951).

L'intervention sur le *combustible* peut se faire par élimination des combustibles vivants et/ou morts : par exemple, le compartimentage et le cloisonnement des massifs, la sylviculture (élagage et éclaircie par le bas en futaies régulières). On peut aussi le faire en réalisant des tranchées qui éliminent localement la présence des combustibles lors du feu.

L'Homme n'a aucune action sur le vent, mais il peut le prévoir et par conséquent s'organiser pour intervenir rapidement (Chautrand, 1972). D'autre part, on peut éliminer l'oxygène (le *comburant*) en battant les flammes avec une batte à feu ou en jetant du sable ou de la terre sur les flammes.

Sur la *chaleur*, on peut intervenir avec l'eau qui, en s'évaporant, est capable de dissiper l'énergie thermique et de bloquer la dynamique de combustion. On peut aussi employer des substances chimiques (les retardants) qui réduisent sensiblement la vitesse de propagation des feux et surtout leur intensité (Kalabokidis, 2000 ; CSIRO, 2000 ; Liodakis *et al.*, 2004).

4.2. Facteurs favorables aux incendies de forêts en région méditerranéenne

Le type de végétation et le climat sont des facteurs importants de prédisposition au feu. Certaines formations végétales sont plus sensibles au feu que d'autres : les maquis et garrigues sont plus vulnérables que les zones forestières (Branka, 2001 ; Moreira da Sylva *et al.*, 2001 ; Nunes *et al.*, 2005 ; Bajocco et Ricotta, 2008). Cette sensibilité s'explique par la différence de composition de ces formations et par les conditions climatiques auxquelles elles

sont soumises, en particulier leur teneur en eau. Celle-ci est influencée par les conditions climatiques que sont la température, le degré hygrométrique de l'air, l'absence ou l'abondance des précipitations, le temps écoulé après les dernières pluies et les épisodes de vents violents et desséchants.

Les situations idéales de développement des incendies se rencontrent lorsque sont réunies certaines conditions de climat, de végétation, de topographie et de gestion sociale et économique de l'espace (figure 9).

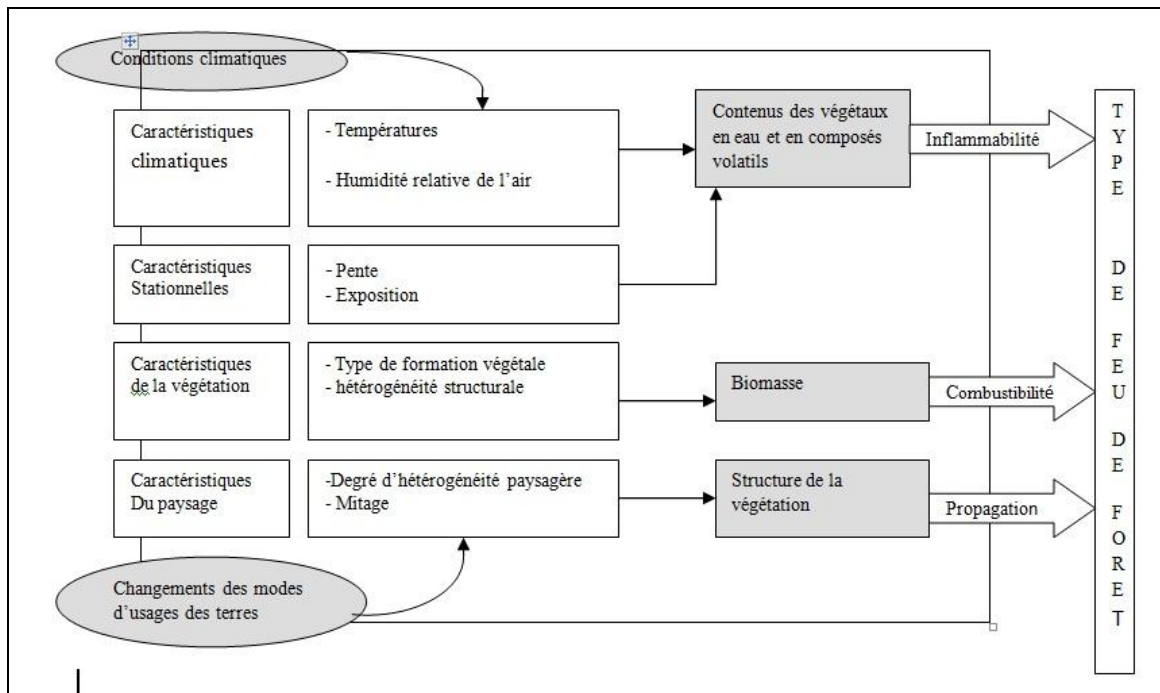


Figure 9. Conditions de climat, de végétation, de topographie et de gestion sociale et économique de l'espace déterminantes dans l'occurrence des feux de forêts (Quézel et Médail, 2003).

A côté des *causes immédiates*, c'est-à-dire des agents de mise à feu, qui apportent une quantité d'énergie à haut potentiel suffisante pour que le matériel végétal s'enflamme, les *causes profondes ou structurelles* des incendies de forêt en région méditerranéenne sont bien établies (Velez, 1994, 1999). Il est aussi possible de parler respectivement des *causes déterminantes* (l'action de mise à feu, par les rares facteurs naturels ou bien par l'homme) et des *causes pré-disposantes* (ou causes structurelles) (Arnould *et al.*, 1997).

Causes pré-disposantes : Il s'agit de la sécheresse estivale et des vents qui marquent le climat méditerranéen ; de la végétation qui, par sa composition et sa structure, est très inflammable ; du relief et, enfin, du contexte social, qui se traduit par l'abandon et l'embroussaillage de beaucoup de zones rurales (notamment en Grèce et au Portugal) (Angelidis, 1994).

L'évolution de l'occupation du sol, qui conduit, depuis quelques décennies, à l'augmentation de l'*interface forêt/habitat*, influe notablement sur le risque d'incendie (Rafalli *et al.*, 2003 ; Lampin-Maillet *et al.*, 2010). En effet, l'habitat disséminé dans l'espace naturel combustible ou bien à son contact est reconnu par tous comme un facteur aggravant majeur dans la lutte contre les incendies de forêt (Castelli et Rigolot, 2003). Cet état est lié, d'une part, à

l'abandon des espaces ruraux, qui, de ce fait, ne sont plus entretenus, et d'autre part, à l'extension des zones urbanisées jusqu'aux abords des zones boisées. Les habitations présentes au sein d'un massif forestier constituent des enjeux prioritaires de défense en cas d'incendie. Ceci entraîne une concentration des moyens de lutte dans ces espaces, au détriment de la protection de la forêt. D'autre part, la protection des biens et des personnes est la priorité absolue dans tous les pays.

Enfin, les modifications du climat et les changements des modes d'usage des terres représentent des facteurs clés dans l'évolution actuelle des régimes d'incendies en région méditerranéenne (Quézel et Médail, 2003).

4.2.1. Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques, avec leur changement cyclique, agissent sur le feu d'une double façon : d'une part, ils contribuent à la productivité de la végétation et donc à l'accumulation de biomasse ; d'autre part, à court terme, en contribuant à déterminer les conditions d'humidité, surtout des combustibles de taille réduite, donc à une susceptibilité majeure à la combustion et à la rapide propagation des feux, sur laquelle une influence remarquable est exercée par le vent, et par la température qui facilite le préchauffage (Viegas, 1994, 1998). Ceci entraîne une nette saisonnalité du phénomène, des pics en correspondance avec les conditions les plus sévères de sécheresse et influence la durée de la saison des feux (figure 10).

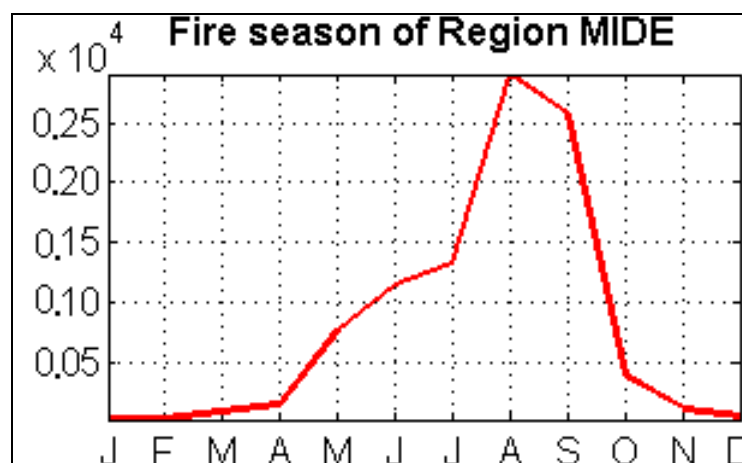


Figure 10. Distribution mensuelle des feux dans la Région du Moyen-Orient (d'après Jin, 2010)

En général, les conditions d'humidité qui favorisent la production de biomasse ont tendance à réduire l'inflammabilité du combustible, tandis que les conditions de sécheresse qui réduisent la production de biomasse, impliquent une inflammabilité élevée pour la plupart des années. Sur le long terme, le changement climatique est également susceptible de conduire à des changements dans la répartition spatiale des types de végétation, ce qui implique que la transition vers des régimes de feux différents se produira avec des modifications importantes dans la végétation (Littell *et al.*, 2009).

Les facteurs météorologiques peuvent être intégrés à l'aide d'algorithmes spécifiques (indices de danger), qui permettent l'évaluation des conditions de danger (Stocks *et al.*, 1989 ; San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2003), c'est-à-dire de la facilité de propagation.

Il existe une vaste panoplie d'indices, d'intérêt régional ou supranational, tel que l'indice forêt-météo ou indice canadien (Fire Weather Index FWI), dont les valeurs sont calculés pour

27 pays d'Europe et pour l'Algérie du Nord (figure 11) et distribués par le E.U. Joint Research Center (Ispra, Italie), de mars à octobre sous forme de bulletin cartographique journalier (European Forest Fire Information System, EFFIS) (Camia *et al.*, 1999 ; San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2002).

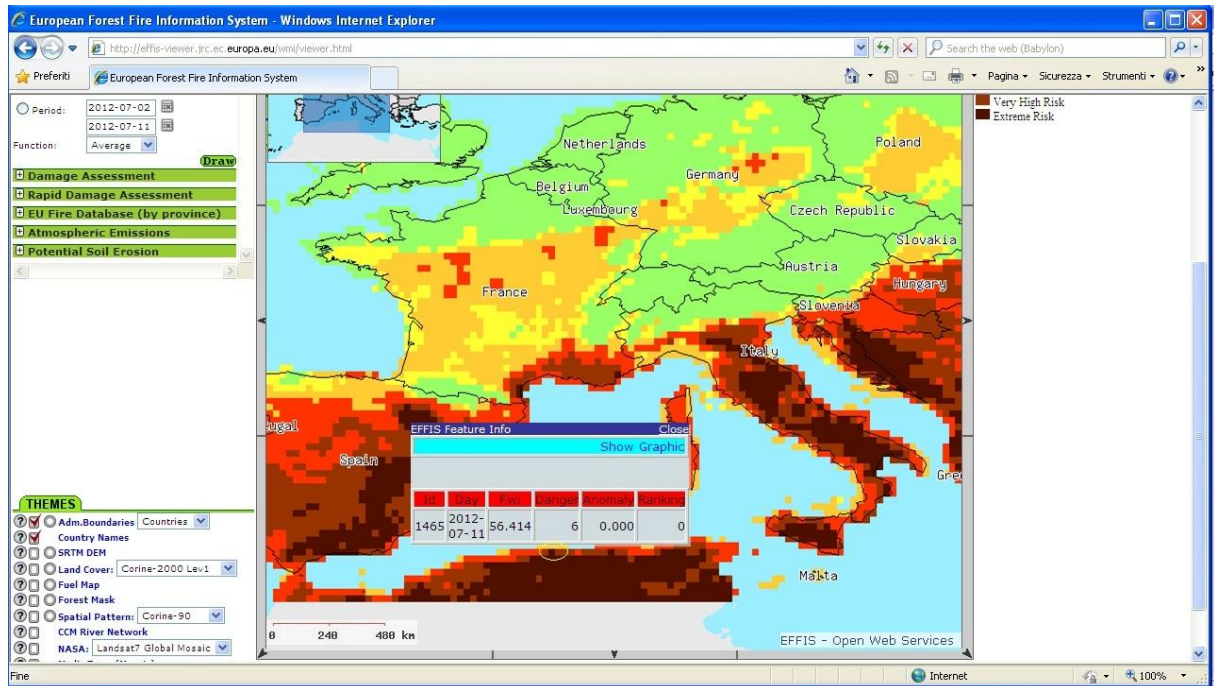


Figure 11. EFFIS: situation au 11.07.2012, conditions de risque extrême dans tout le Bassin méditerranéen et l'Europe de l'Est. EFFIS couvre aussi l'Algérie et la Tunisie. (Le cercle jaune marque le pixel 1465, côte algérienne, dans lequel le FWI est de 56.414, valeur extrême, de classe 6 sur une échelle de 1 à 6).

4.2.2. Les facteurs topographiques

Les variations topographiques (par exemple exposition, la pente et l'altitude) influent sur les précipitations, les eaux de ruissellement, la température, le vent et le rayonnement solaire, qui à leur tour ont une incidence sur l'inflammabilité à travers la production du combustible et sa teneur en eau.

La pente influence aussi la vitesse de propagation du feu, surtout lorsque le vent ajoute son action en produisant l'inclinaison des flammes (Flatley *et al.*, 2011).

L'influence des facteurs topographiques et météorologiques est confirmée par une corrélation significative entre l'exposition, les pentes, la hauteur du soleil sur l'horizon et le degré d'inflammabilité des combustibles (figure 12) au cours de l'année (De Oliveira, 2012). Les valeurs maximales se vérifient entre 10 h 00 et 14 h 00 en été. Par exemple, dans la zone d'Alto Minho (Nord du Portugal), sur 1709 épisodes d'incendie observés dans l'intervalle d'inflammabilité considéré par le graphique, 70 % se sont vérifiés en condition d'inflammabilité extrême.

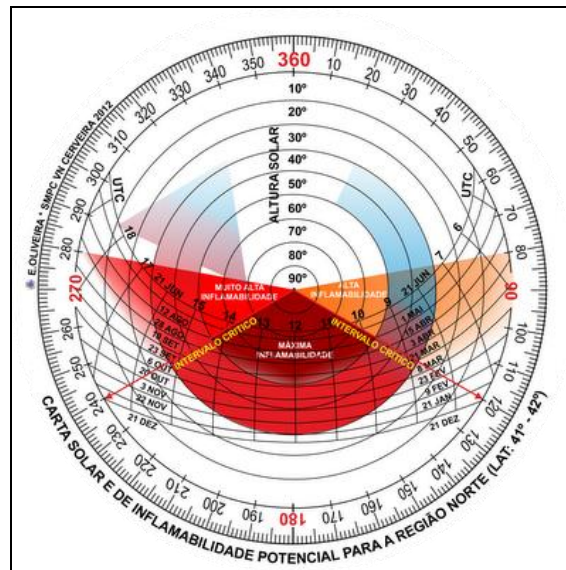


Figure 12. La carte solaire d'inflammabilité (De Oliveira, 2012)

Les conditions de cette recherche ne sont pas valables pour l'Algérie, parce qu'elles sont applicables aux zones de latitude Nord entre 41 et 42°, mais indirectement confirmer l'heure et les mois des fréquences maximales (voir chap. 5, page 119), qui correspondent au maximum d'insolation dans le pays.

4.2.3. Les combustibles végétaux

Les combustibles végétaux représentent la quantité d'énergie, matérialisée dans le scénario d'un incendie (sous forme de bois, herbes, bois mort, etc.), qui est déclenchée par la combustion et que nous percevons sous forme de lumière et de chaleur.

Leurs quantités totales, leurs tailles, leurs compositions chimiques (surtout le contenu en extraits à l'éther, à potentiel énergétique élevé) sont autant de facteurs qui influencent la dynamique de propagation du feu (Trabaud, 1989). On peut ajouter leur état physiologique (combustibles vivants et combustibles morts), qui influence la teneur en eau, leur distribution plus ou moins homogène, leur continuité horizontale ou verticale, facteurs qui influencent également le comportement du feu (Anderson, 1982 ; Scott et Burgan, 2005).

Le développement et la propagation des incendies sont liés à l'abondance et la continuité du combustible, à l'humidité du sol et de la végétation et aux patrons météorologiques et climatiques (Cardille *et al.*, 2001).

Les combustibles peuvent être décrits par les *modèles de combustibles* qui sont une description standardisée de leur quantité par classe de taille (figure 13), de leur chimie, etc. (Scott et Burgan, 2005). Les modèles sont utilisés avec les logiciels (par ex. : NEXUS, BEHAVE PLUS, FARSITE), qui permettent de prévoir le comportement du feu (à savoir longueur des flammes, intensité, vitesse de propagation, quantité d'énergie par unité de surface). Ces informations ont une valeur remarquable lorsqu'elles sont employées en conditions opérationnelles, puisqu'elles permettent de choisir la technique d'intervention la plus adaptée et surtout d'opérer en conditions de sécurité (Andrews, 2008 ; Heinsch et Andrews, 2010).

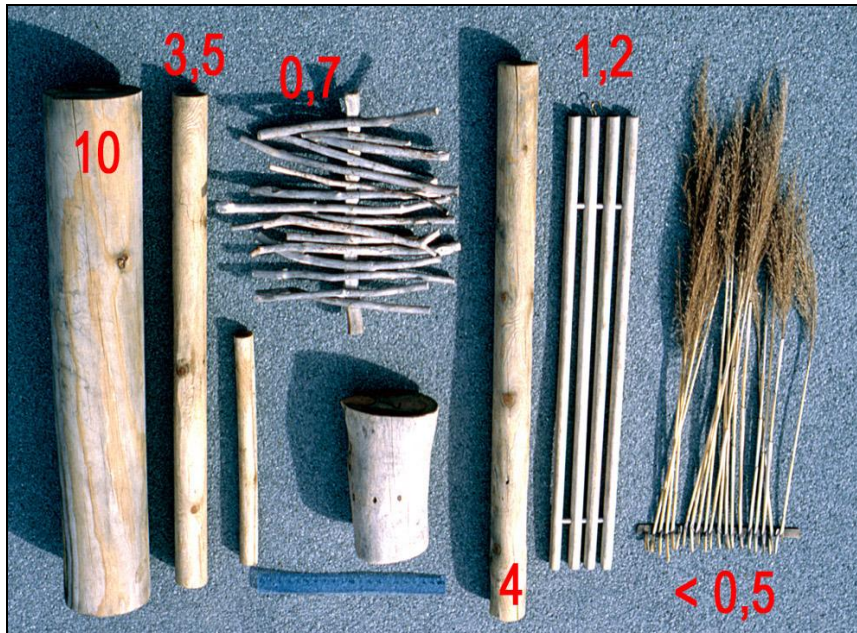


Figure 13. Les différentes tailles des combustibles reflètent leur comportement : le feu se propage toujours en consommant les plus minces (d'après Cesti, 2005).

4.2.4. Les facteurs socio-économiques

Le changement socio-économique dans les dernières décennies influe sur le risque d'incendies. Les changements avec les plus grandes répercussions sont les suivants :

- l'exode rural sur la bordure septentrionale du bassin méditerranéen s'est traduit par des zones de végétation continue très vastes et très exposées à des incendies majeurs ;
- le développement de l'interface habitat-forêt, dû à une urbanisation anarchique, a provoqué une augmentation significative du risque de feu ;
- le comportement du public traduit, encore aujourd'hui, un manque de sensibilisation au risque d'incendies ;
- les effets du changement climatique (hausse de température, diminution des précipitations et aggravation des phénomènes extrêmes) ont accru l'intensité et l'extension du risque.

Les priorités de la politique forestière, autrefois centrées sur la production de bois et autres matières premières, sont actuellement axées sur la conservation de la nature, la conservation du paysage et les activités de loisirs. La diminution de la récolte de bois et de l'exploitation forestière dans certaines zones ont conduit à des quantités accrues de biomasse dans les zones boisées, et de ce fait l'inflammabilité a augmenté (Velez, 1999). Dans un tel contexte, une multiplicité d'événements possibles (mesures de répression, protestation, conflits, etc.) sont autant de causes possibles d'incendies.

Paradoxalement, la lutte contre les incendies de forêt conduit à l'accumulation de la végétation, qui alimente le combustible. Elle a donc été identifiée comme le coupable majeur conduisant à de grands incendies de forêt. En évitant les petits incendies naturels avec des effets potentiellement positifs, les gestionnaires des incendies ont indirectement causé des incendies plus grands et plus graves, qui sont ceux qui se produisent dans des conditions météorologiques extrêmes et sont presque impossibles à contrôler (Chuvienco, 2009).

C'est pourquoi les éclaircies en forêt et l'exploitation forestière pour réduire le combustible disponible ont été présentées comme une option d'atténuation fiable pour réduire les incendies (Velez, 1999 ; Chuvieco, 2009).

Il est intéressant de mettre en évidence la distribution des causes, c'est-à-dire de l'origine des feux, dans les pays de l'UE et de la région MENA (Tableau 2).

Tableau 2. Les causes des incendies dans certains pays méditerranéens

Pays/ Causes	Naturelle	Accidentelle	Involontaire	Volontaire	Inconnue	Périodes	Auteurs
Pays de l'Union Européenne							
France	10,4	5	28,3	26,9	29,4	2006	M.E.D.D.E. 2006
Grèce	2	3	36	29	29	1968- 1993	Xanthopoulos, 2006
Italie	1,16	0,58	16,92	60,16	21,16	1998- 2009	Corpo Forestale dello Stato, 2010
Portugal	3	11	37	49		2000- 2005	DGRF, 2006
Espagne	3,7	2,7	15,6	61,9	17	1994- 2003	APAS, 2004
Pays de la région MENA							
Algérie	< 1		4	16	80	1985- 2010	Meddour- Sahar <i>et al.</i> , 2012
Maroc	0,5		30	9,5	60	1990- 2004	Assali <i>et</i> Rachdi, 2005
Tunisie	4		31	4	61	1985- 2011	T.A.P., 2012
Turquie	10		56	13	21	1997- 2010	Serttaş, 2012

On peut citer parmi les origines des feux (dues à l'Homme) les plus fréquentes (Leone *et al.*, 2003 ; Dimitrakopoulos et Mitsopoulos, 2006, Meddour-Sahar *et al.*, , 2010) :

- Les bergers qui causent souvent des incendies en brûlant les forêts et les maquis, pour favoriser la repousse d'une nouvelle végétation herbacée pour les animaux au pâturage. Quand ils le font, sans prendre les précautions indispensables, alors que les risques climatiques sont élevés, les incendies de forêts sont pratiquement inévitables.
- Les paysans qui utilisent aussi le feu afin d'éliminer les chaumes et de « repousser » la forêt pour faire place à l'agriculture. Malgré des risques évidents, on peut souvent voir des agriculteurs mettre le feu à des résidus agricoles, même quand de grands incendies échappant à tout contrôle se propagent dans la même zone.

- Les populations urbaines de la région méditerranéenne qui sont particulièrement insensibles au danger des incendies et à leurs conséquences potentiellement dangereuses. Malgré des campagnes de propagande préventive continues, de nombreux citoyens ne considèrent pas les feux de forêts comme une menace, même au cœur de l'été.
- L'inconscience des fumeurs et des touristes, qui font du feu pour cuire leurs aliments, est la source d'un grand nombre d'incendies.
- Le brûlage de déchets solides, laissés par les touristes ou produits par les autres utilisations des forêts à des fins récréatives.
- L'élimination des ordures, généralement par brûlage, est souvent effectuée sans prendre les précautions nécessaires, et le risque d'incendie est grand. Les zones touristiques le long des côtes européennes de la Méditerranée sont souvent le théâtre d'incendies dus au brûlage des ordures.
- L'exode rural, qui a provoqué la fin des pratiques traditionnelles de ramassage du bois de chauffage et la fin du pâturage, avec pour conséquence l'accumulation des combustibles très dangereux et l'avancée des friches.

Un nombre croissant d'incendies est allumé non à des fins utilitaires, mais par malveillance dans le seul but de détruire, spécialement en Méditerranée occidentale. Ces incendies peuvent être allumés pour diverses raisons, y compris la vengeance privée et les conflits que soulèvent le droit de propriété, les droits de chasse et même les politiques forestières gouvernementales, dans le cas par exemple, où le reboisement est exécuté au détriment de terres de pâture traditionnelle ou quand des zones, qui étaient auparavant ouvertes à tous, sont déclarées « aires protégées ou parcs nationaux ».

On peut faire mention, parmi les feux par malveillance, des feux allumés par les ouvriers saisonniers, qui cherchent à être recrutés dans le dispositif de lutte contre les incendies de forêt. Cette cause, connue en littérature comme *industrie du feu* ou *Job fire* des anglophones, est très fréquente dans les régions méridionales de l'Italie (Leone *et al.*, 2003). Le même phénomène a été rapporté pour la Pologne (Ubysz et Szczygieł, 2006) et l'Espagne (Martinez *et al.*, 2009).

Les incendies destructeurs, particulièrement dans la partie européenne de la région méditerranéenne, ont aussi pour but d'essayer de modifier la classification de l'utilisation des terres. Par exemple, dans certaines parties de la Grèce, de vastes zones forestières ont été détruites pour la construction de bâtiments illégaux en zone parcourue par le feu (Xanthopoulos, 2006 ; Bassi et Kettunen, 2007 ; OECD, 2009), tandis qu'en Italie très souvent le feu accélère la transformation de terres boisées en oliveraies, surtout en zones où l'huile est protégée par le label AOP ou *appellation d'origine protégée* de l'EU (Règlement européen n° 510/2006 du 20 mars 2006) (Regione Puglia, 2012), qui augmente énormément la rentabilité de telles exploitations.

Références

- APAS 2004.** *Estado del conocimiento sobre las causas de los incendios forestales en España.* 32 p. http://www.idem21.com/descargas/pdfs/CAUSAS_IF.pdf
- Alexandrian D., Esnault F., et Calabri G., 1999.** Feux de forêts dans la région méditerranéenne. Analyse des tendances des feux de forêt en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. *Unasylva*, 197 (50): 35-41.
- Anderson H. E., 1982.** *Aids to determining fuel models for estimating fire behavior.* USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-122, 22 p. Intermt. For. and Range Exp. Stn., Ogden, Utah 84401. 22 p.
- Andrews P. L., 2008.** *BehavePlus fire modeling system, version 5.0: Variables.* General Technical Report RMRS-GTR-213 WWW. Fort Collins, CO: Department of Agriculture, Forest Service. Rocky Mountain Research Station. 111 p.
- Angelidis A., 1994.** *La politique de l'Union Européenne concernant la protection des forêts contre les incendies.* CIHEAM, IAM, Zaragoza, « La protection contre les incendies de forêt », 9-20 mai 1994, 57 p.
- Anonymous., [no date].** *Hot facts of life on the fire line.* Missoula, MT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Region. 16 p.
http://www.firemodels.org/downloads/behaveplus/publications/HotFacts_OfLifeOnTheFireline.pdf
- Arnould P., Hotyat M., et Simon L., 1997.** *Les forêts d'Europe .* Fac. Géographie. Nathan Université. 413 p.
- Assali F., et Rachdi S., 2005.** Incendies de forêts au Maroc : situation actuelle, enseignements dégagés et perspectives d'avenir. Communication 1.4 au Forum régional "Secteur forestier et développement durable en Méditerranée : défis, politiques et gouvernance", Plan Bleu. 12 p.
http://www.planbleu.org/actualite/forum_foret/communications/1-4-Assali.pdf
- Auclair L., 1999.** De part et d'autre de la Méditerranée, la forêt. *Autrepart* (9) : 53-62.
- Bajocco S., and Ricotta C., 2008.** Evidence of selective burning in Sardinia (Italy): Which land cover classes do wildfires prefer? *Landscape Ecology* 23: 241-248.
- Bassi S., and Kettunen M., 2007.** *Forest Fires: causes and contributing factors in Europe.* European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy. Study IP/A/ENVI/ST/2007-15 49 p.
http://www.europarl.gr/ressource/static/files/projets_pdf/forest_fires.pdf
- Barrows J. S., 1951.** *Fire behaviour in Northern Rocky Mountain forests.* Station Paper 29. Missoula, MT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 134 p.
http://www.firemodels.org/downloads/behaveplus/publications/Barrows_1951_SP-29.pdf

Branka A., 2001. *Etude comparée des incendies de forêts et de leur prévention dans les départements du Var et des Landes.* Mémoire de fin d'études, Université de Cergy-Pontoise, UFR des Sciences Humaines, Département de Géographie, 89 p.

Boschetti L., Eva H. D., Brivio P.A., and Gregoire J. M., 2004. Lessons to be learned from the comparison of three satellite-derived biomass burning products. *Geophysical Research Letters*, vol. 31, L21501, 4 p.

Camia A., Bovio G., Aguado A., and Stach N., 1999. Meteorological fire danger indices and remote sensing. In: *Remote Sensing of Large Wildfires in the European Mediterranean Basin*, edited by E. Chuvieco: Springer, pp. 39-59.

Cardille J.A., Stephen J., Ventura S.J., and Turner M.G., 2001. Environmental and Social Factors Influencing Wildfires In The Upper Midwest, United States. *Ecological Applications*, 11(1), 2001: 111–127.

Cardoso M., Goldammer J., Hurtt G., and Mata L.J., 2005. Regulation of Natural Hazards: Floods and Fires. Chapter 16. In: Hassan R., Scholes R., Ash N. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Island Press, 441-454.
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.285.aspx.pdf>

Cesti G., 2005. *I combustibili negli incendi di vegetazione.* Monografia 1.De Rerum Natura (Pesaro) : 202 p.

Chautrand L., 1972. Les incendies de forêt en Provence-Côte d'Azur. *Bulletin technique d'information : les incendies de forêt dans la région méditerranéenne.* N° special, 268: 405-414.

Chuvieco E., Giglio L. and Justice C.O., 2008. Global characterization of fire activity: Towards defining fire regimes from earth observation data. *Global Change Biology*, 14: 1488–1502.

Chuvieco E., 2009. Global impacts of fire. In: E. Chuvieco (Ed.) *Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2009 : 149-170.

Clément V., 2005. Les feux de forêt en Méditerranée : un faux procès contre Nature. *L'Espace Géographique*, 4 (34) : 289-304.

Colin P.Y., Jappiot M., Mariel, A., Lampin-Cabaret C., Veillon S., et Brocchiero F., 2002. *Guide technique internationale de Protection des forêts contre l'incendie. Fiches techniques pour les pays du Bassin Méditerranéen.* Cahiers FAO, Conservation, n° 36, 149 p..

Corpo Forestale dello Stato, 2010. *Incendi boschivi 2009* . Servizio Antincendio Boschivo 102 p.

CSIRO, 2000. *Assessment of the effectiveness and environmental risk of the use of retardants to assist Victoria in wildfire control.* Research Report 50, prepared by CSIRO Forestry and Forest Products for the Department of Natural Resources and Environment. 43 p.
http://www.dse.vic.gov.au/data/assets/pdf_file/0015/101283/Research_Report_50.pdf

De Montgolfier J., 1989. *Protection des forêts contre les incendies. Guide technique du forestier méditerranéen français.* Ed. CEMAGREF, Division des techniques forestières méditerranéennes, Aix-en-Provence, fiches 1 à 16.

De Oliveira E., 2012. Carta solar de inflamabilidade potencial. *Gabinetes Técnicos Florestais do Alto Minho*, 07.015.2012
<http://gtfsdoaltominho.blogspot.it/2012/05/carta-solar-e-de-inflamabilidade.html>

DGRF 2006. *Incêndios florestais – Relatório de 2005. Divisão de Defesa da Floresta Contra Incêndios.* Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa. 26 p.

Dimitrakopoulos A.P., 1995. Analyse des causes des feux de forêt en Grèce. *Options Méditerranéennes*, Série A. Séminaires Méditerranéens, 25 : 33-40.

Dimitrakopoulos A.P. and Mitsopoulos I.D., 2006. *Global forest resources assessment 2005. Report on fires in the Mediterranean Region.* Working paper FM/8/E, Forestry Department, FAO. Rome, 43 p.

Di Castri, F., 1981. Mediterranean-type shrublands of the world. In: di Castri, F., Goodall, D.W., Specht, R.C. (Eds.), *Mediterranean- Type Shrublands Ecosystems of the World*, Vol. 11. Elsevier, Amsterdam, : 1-52.

European Commission, 2011. *Forest Fires in Europe 2010*, EUR 24910 EN - 2011, Publication Office of the European Union, Luxembourg. 83 p.
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/22337/2/firereport2010_final_toprint.pdf

Giglio L., Van Der Werf G.R., Randerson J.T., Collatz G.J., and Kasibhatla P., 2006. Global estimation of burned area using MODIS active fire observations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6: 957-974.

FAO, 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010 – Main report.* FAO Forestry Papers 163 . 340 p.

FAO, 2012. *State of Mediterranean Forests (SoMF) Concept Paper.* 24 p.
<http://www.fao.org/forestry/22556-0f888476830f6931aba4b886baea88af1>

Flatley W.T., Lafon C.W., and Grissino-Mayer H.D., 2011. Climatic and topographic controls on patterns of fire in the southern and central Appalachian Mountains, USA. *Landscape Ecol.* 26: 195–209.
<http://web.utk.edu/~grissino/downloads/Flatley%20et%20al.%20Landscape%20Ecology.pdf>

FOSA., 2000. *L'étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) Algérie.* FAO, Rome, Italie 60 p. <ftp://ftp.fao.org/docrep/003/X6771F00.pdf>

Heinsch F.A., and Andrews P.L., 2010. *BehavePlus fire modeling system, version 5.0: Design and Features.* General Technical report RMRS-GTR-249. Fort Collins, CO: Department of Agriculture, Forest Service. Rocky Mountain Research Station. 111 p.

Hetier J.P., 1993. *Forêt méditerranéenne : vivre avec le feu ? Eléments pour une gestion patrimoniale des écosystèmes forestiers littoraux.* Les Cahiers du Conservatoire du Littoral, n° 2, 147 p.

Jeffrey A., Cardille J.A., Ventura S.J., and Turner M.C., 2000. Environmental and social factors influencing wildfires in the upper Midwest, United States. *Ecological Applications*: Vol. 11, no. 1: 111–127.

Jin H., 2010. *Drivers of Global Wildfires — Statistical analyses.* Seminar series nr 175. Master degree thesis, Department of Earth and Ecosystem Sciences, Lund University, Sweden. 101 p. http://www.natgeo.lu.se/ex-jobb/exj_175.pdf

Kalabokidis K.D., 2000. Effects of wildfire suppression chemicals on people and the environment - a review. *Global Nest: the Int. J.*, vol. 2, No 2: 129-137.

Karakis G., et Ghosn D., 2008. Le problème des incendies de forêts en Méditerranée. *La lettre de veille du CIHEAM*, 2008. N°6.

Lampin-Maillet C., 2009. *Caractérisation de la relation entre organisation spatiale d'un territoire et risque d'incendie : Le cas des interfaces habitat-forêt du sud de la France.* Thèse de Doctorat en Géographie de l'Université de Provence, France: 300 p.

Lampin-Maillet C., Bouillon C., Long-Fournel M., Morge D., and Jappiot M. 2010. *Guide de cartographie et caractérisation des interfaces habitat-forêt.* Convention n° 2008 11 9 071 U du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer. 68 p.

Leone V., and Lovreglio R., 2003. Human fire causes: a challenge for modeling. In: Chuvieco E., Martin P. and Justice C. (Eds) *Innovative Concepts and Methods in Fire Danger Estimation* (Proceed. 4th Intern Workshop on Remote Sensing and GIS Applications to Forest Fire Management), pp. 90-95.
<http://www.fire.unifreiburg.de/fwf/Fire%20Danger%20Ghent%20Proceedings.pdf>

Leone V., Koutsias N., Martínez J., Vega-García C., Allgöwer B., and Lovreglio R., 2003. The human factor in fire danger assessment. In: Chuvieco, E. (Ed.), *Wildland Fire Danger Estimation and Mapping. The Role of Remote Sensing Data.* World Scientific Publishing, Singapore, pp. 143–196.

Liodakis S., Gakis D., Ahlqvist K., and Statheropoulos M., 2004. Pyrolysis of *Pinus halepensis* needles treated with fire retardants. *Ann. For. Sci.* 61: 551–555.

Littell J.S., Mckenzie D., Peterson D. L., and Westerling A. L., 2009. Climate and wildfire area burned in western U.S. ecoprovinces, 1916- 2003. *Ecological Applications*, 19 (4): 1003-1021. http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/journals/pnw_2009_littell001.pdf

Magdeleine C., 2003. *L'été 2003 le plus chaud depuis 500 ans ?* Notre-planete.info
http://www.notre-planete.info/actualites/actu_237_ete_2003_record_chaleur.php

Martinez J., Vega-Garcia C., and Chuvieco E., 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of Environmental Management* 90: 1241–1252.

M.E.D.D.E. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, 2010. *Le risque feux de forêt.* <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-risque-feux-de-foret.html>

Meddour-Sahar O., 2008. *Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou.* Thèse de Magister, INA, El Harrach, Alger, 275 p.

Meddour-Sahar O., Meddour R., et Derridj A., 2008. Les feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). *Les Notes d'analyse du CIHEAM*, n° 39, Septembre 2008, 11 p.

Meddour-Sahar O., Meddour R. et Derridj A., 2010. Les facteurs favorables aux incendies de forêt en région méditerranéenne. *Revue Campus*, Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, N°17 mars 2010,4-12 p.

M'hirit O., 1999. La forêt méditerranéenne : espace écologique, richesse économique et bien social. *Unasylva*, 197 (50).
http://www.fao.org/docrep/x1880f/x1880f03.htm#la_forêt_méditerranéenne:espace_écologique,richesse

Moreira F., Rego F.C., and Ferreira P.G., 2001. Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence. *Landscape Ecology*, 16: 557-567.

NASA-Earth Observatory, 2003. *Global Fire Monitoring.* http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards

Nedjraoui D., 2003. *Profil fourrager ALGERIE.* FAO, 30 p.
<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Algeria-French.pdf>

Nunes M.C.S., Vasconcelos M.J., Pereira J.M.C., Dasgupta N., and Alldredge R.J., and Rego F.C. 2005. Land cover type and fire in Portugal: do fires burn land cover selectively? *Landscape Ecology*, 20: 661-673.

OECD, 2009. *Environmental Performance Review - Greece.* 292 p.
<http://www.sourceoecd.org/environment/9789264060838>

Pausas J.G., and Keeley J.E., 2009. A Burning Story: The role of fire in the history of life. *BioScience*. 59: 593-601.

PNUE/PAM-Plan Bleu. 2009. *Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée.* PNUE/PAM-Plan Bleu, Athènes. 204 p.

Peyre S., 2001. L'incendie, désastre ou opportunité ? L'exemple des Pyrénées-Orientales. *Forêt Méditerranéenne*, XX, 2 : 194-199.

Quézel P., et Médail R., 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Ed. Elsevier S.A.S., Paris, 571 p.

Raffalli N., Picard C., and Giroud F., 2003. Forest Fires at the Urban/Wildland Interface in the South of France. In: *Proceedings of the International Scientific Workshop on Forest Fires in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe: an integral planning and management challenge*, May 15 & 16, 2003, Athens, Greece.
<http://www.fria.gr/WARM/chapters/warmCh02Raffalli.pdf>

Ramade F., 1997. *Conservation des écosystèmes méditerranéens : enjeux et prospective*. Plan Bleu, fascicule n° 3 - Ed. Economica, PNUE, Paris. 189 p.

Rego F., Alexandrian D., Fernandes P. and Rigolot E., 2007. Fire Paradox: An innovative Approach of Integrated Wildland Fire Management - A joint European initiative. In: *Proceedings 4th International Wildland Fire Conference*, Seville, Spain, 13-17 may 2007. Thematic session N°2. 15 p.

Regione Puglia , 2012. *Piano di prevenzione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2012-2014.*- Bollettino Ufficiale della Regione Puglia, 59: 12455-13042
<http://www.protezionecivile.puglia.it/public/news.php?extend.411>

Rowell A., and Moore P. F., 2000. *Global Review of Forest Fires.*_WWF/IUCN, Gland, Switzerland. 64 p. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2000-047.pdf>

Roy D.P., Boschetti L., Justice C.O., and Ju J., 2008. The collection 5 MODIS burned area product — Global evaluation by comparison with the MODIS active fire product. *Remote Sensing of Environment* 112 (2008): 3690–3707.

San-Miguel-Ayanz J., Barbosa P., Schmuck G., and Libertà G., 2002. Towards a coherent forest fire information system in Europe: The European Forest Fire Information System (EFFIS). In: *Forest fire research & wildland fire safety*, edited by D. X. E. Viegas, Rotterdam, Millpress: 27 p.

San-Miguel-Ayanz J., Carlson J. D., Alexander M., Tolhurst K., Morgan G., and Sneeuwjagt R., 2003. Current methods to assess fire danger potential. In: *Wildland fire danger estimation and mapping: the role of remote sensing data*, edited by E. Chuvieco (New Jersey; London: World Scientific), pp. 21-61.

Scarascia-Mugnozza G., Oswald H., Piussi P., and Radoglou K., 2000. Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management* 132: 97- 109.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2001. *Impacts of human-caused fires on biodiversity and ecosystem functioning, and their causes in tropical, temperate and boreal forest biomes*. Montreal, SCBD, 42 p. (CBD Technical Series no. 5).

Serttaş A., 2012. *Forest Fires in Turkey*. Project FUME; Projet FUME IAMZ poster , Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse, Espagne 13-17 février 2012.

Scott J.H., and Burgan R.E., 2005. *Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model.* Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 72 p.

Stocks B.J., Lawson B.D., Alexander M.E, Van Wagner C.E., McAlpine R.S, Lynham T.J. and Dube D.E, 1989. The Canadian Forest Fire Danger Rating System: An Overview. *Forestry Chronicle*, vol. 65, n° 6 : 450-457.

Tansey K., Grégoire J.M., Defourny P., Leigh R., Peckel J.F., Bogaert E.V., and Bartholome J.E., 2008. A new, global, multi-annual (2000–2007) burnt area product at 1 km resolution. *Geophysical Research Letters*, 35, L01401

T.A.P. Tunis Africa Press 2012. *Prés de 1450 ha touchés par les incendies chaque année*
<http://www.tap.info.tn/fr/fr/economie/agriculture-et-environnement/26878-pres-de-1450-ha-touchees-par-les-incendies-chaque-annee.htm>

Trabaud L., 1989. *Les feux de forêts. Mécanismes, Comportement et Environnement.* France Sélection, Aubervilliers, 278 p.

Ubysz B., and Szczygiel R., 2006. A study on the natural and social causes of forest fires in Poland. *Forest Ecology and Management* 234S: p. 13.

U.O.M. (University of Missouri), 2003. *What is a disaster?*
<http://www.system.missouri.edu/records/dpal.html>

Van Der Werf. G.R., Randerson J.T., Giglio L., Collatz G.J., Kasibhatla P.S., and Arellano A.F., 2006. Interannual variability in global biomass burning emissions from 1997 to 2004. *Atmospheric Chemistry and Physics* 6: 3423-3441.

Vélez R. (ed.) 1999 Protection contre les incendies de forêt : principes et méthodes d'action Zaragoz . *Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 26* CIHEAM-IAMZ. 118 p.

Vélez R., 1995. Les feux de forêt en Espagne en 1994. *Forêt Méditerranéenne*, XVI, 2 : 164-165.

Vélez R., 2008. Europe: Development and Fire. In: *Proceedings of the Second International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: A Global View.* U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station General Technical Report PSW-GTR-208: 213-219

Veron S.N., Jobbagy E.G., Di Bella C.M., Paruelo J.M. and Jackson R.B., 2012. Assessing the potential of wildfires as a sustainable bioenergy opportunity. *GCB Bioenergy*,
<http://www.biology.duke.edu/jackson/gcbb2012.pdf>

Viegas D.X., 1994. Some thoughts on the wind and slope effects on fire propagation. *International Journal of Wildland Fire* 4 (2): 63–64.

Viegas D.X., 1998. Forest fire propagation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A* 356: 2907–2928.

WWF, 2001. *Les forêts de Méditerranée, une nouvelle stratégie de conservation.* Rome. Italie, 15 p.

WWF-IUCN, 2007. *Forest fires in the Mediterranean:*

http://www.uicnmed.org/web2007/documentos/Background_med_forest_fires.pdf

Wiedinmyer C., and Neff J.C., 2007. Estimates of CO₂ from fires in the United States: implications for carbon management. *Carbon Balance and Management* 2007, 2: 10

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2203970/pdf/1750-0680-2-10.pdf>

Xanthopoulos G., 2006. 4.7 Fire Situation in Greece. In : Dimitrakopoulos A.P., and Mitsopoulos I.D., 2006 *Fire management working paper -Global Forest Resources Assessment 2005-Report on Fires in the Mediterranean Region.* FAO Working Paper FM/8/E: 23-24

CHAPITRE II - PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

1. Introduction

Le contexte méditerranéen présenté dans le chapitre précédent souligne l'importance du phénomène incendie de forêt et du risque qu'il génère sur l'ensemble du territoire, sur les hommes et leur environnement, en appauvrissant notre patrimoine naturel et la biodiversité. Les incendies engendrent des pertes matérielles et humaines auxquelles il faut ajouter les coûts élevés occasionnés pour les pouvoirs publics.

L'évolution prévisible de ce risque à moyen terme n'est guère favorable du fait des dynamiques actuelles d'occupation du sol dans les territoires concernés, et des conditions, liées au changement climatique qui bouleversent déjà les patrons des précipitations (Running, 2006). Ces bouleversements seront accompagnés d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes, surtout sécheresse, canicule et vagues de chaleur prolongées (Ryan, 2000).

2. Analyse du problème en Algérie

2.1. Les principales menaces sur la forêt

La forêt Algérienne se caractérise par un état de dégradation avancé, résultant des effets conjugués des incendies, du défrichement, des pacages, des constructions illicites ainsi que d'attaques parasitaires et d'autres facteurs de dégradation.

Nous proposons ici un CLD (causal loop diagram), c'est-à-dire un diagramme de boucles causales (Richardson et Pugh, 1981; Kim, 1992) (figure 14), pour visualiser les relations des variables importantes qui sont déterminantes dans la dégradation de la forêt en Algérie. Les nombreux facteurs concernés sont surtout politiques et socio-économiques, d'une part, et liés, d'autre part, à la planification et aux différentes options d'usage des sols.

L'action combinée de ces différents facteurs (feu, exploitation inconsidérée des pâturages, abattage des forêts, utilisation irrationnelle, consommation anarchique d'espace par étalement urbain ou *urban sprawl*¹, mise en culture) est préjudiciable aux forêts algériennes qui, non seulement ont régressé, mais ce qui en subsiste ne représente plus les forêts naturelles équilibrées d'autrefois, à cause de la dégradation générale qui les caractérise.

La figure 15 montre une surface forestière discontinue, morcelée, mitée par l'action humaine et avec une remarquable valeur de l'effet de marge (rapport du périmètre par rapport aux surfaces). L'effet de marge ou effet de lisière a une considérable influence sur le risque d'incendie, parce qu'il augmente d'une manière démesurée le périmètre sensible et donc facilite les échanges et les actions extérieures (Cochrane, 2001 ; Cochrane et Laurance, 2002 ; Broadbent *et al.*, 2008).

¹ **urban sprawl** : désigne le phénomène d'extension de plus en plus vaste et discontinue de l'urbanisation, entraînant de profondes modifications des structures urbaines et des déséquilibres sociaux et environnementaux (M.E.D.D.E, 2010)

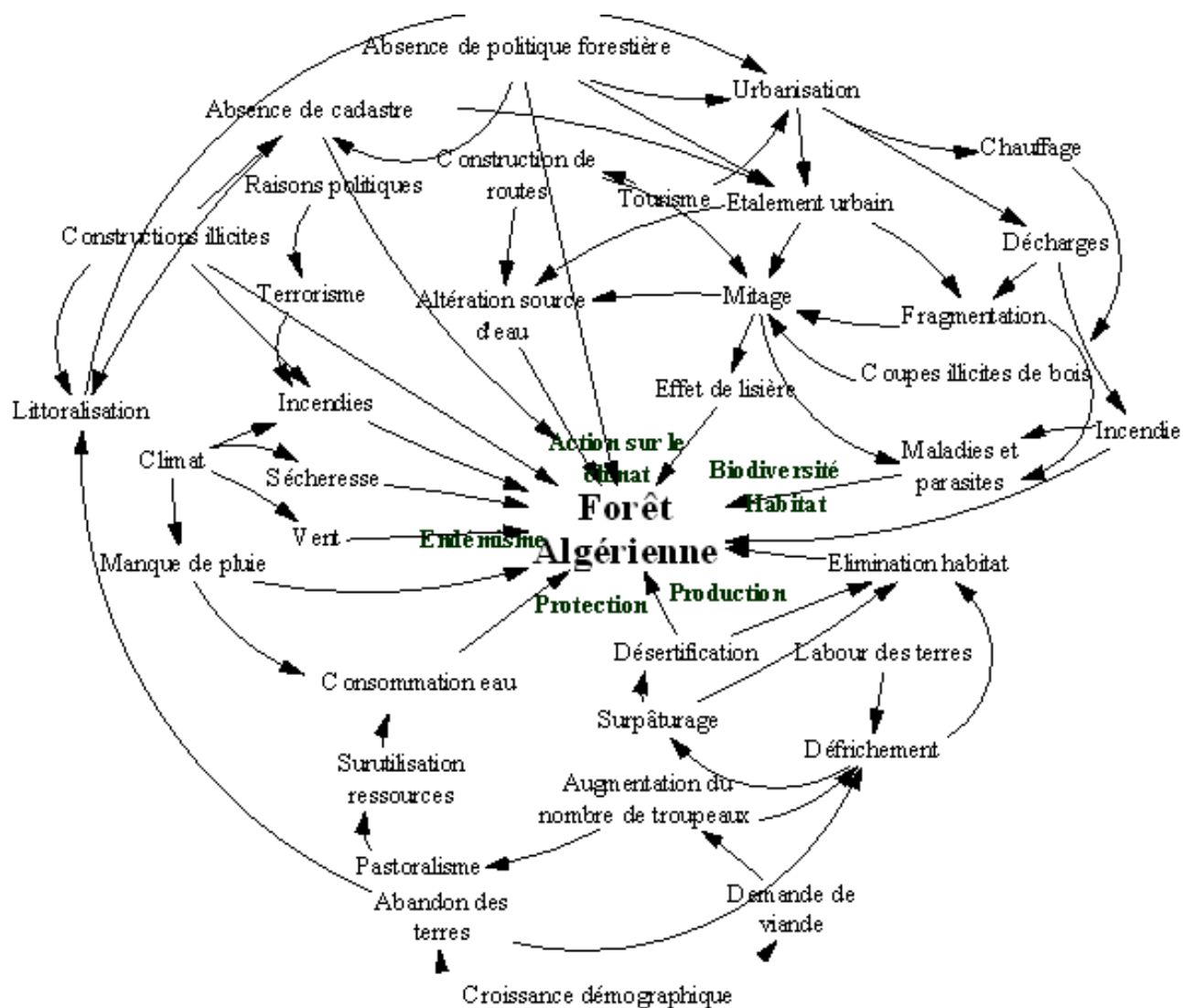


Figure 14. Multiplicité des facteurs qui agissent sur la dégradation de la forêt en Algérie (Meddour-Sahar, 2014)

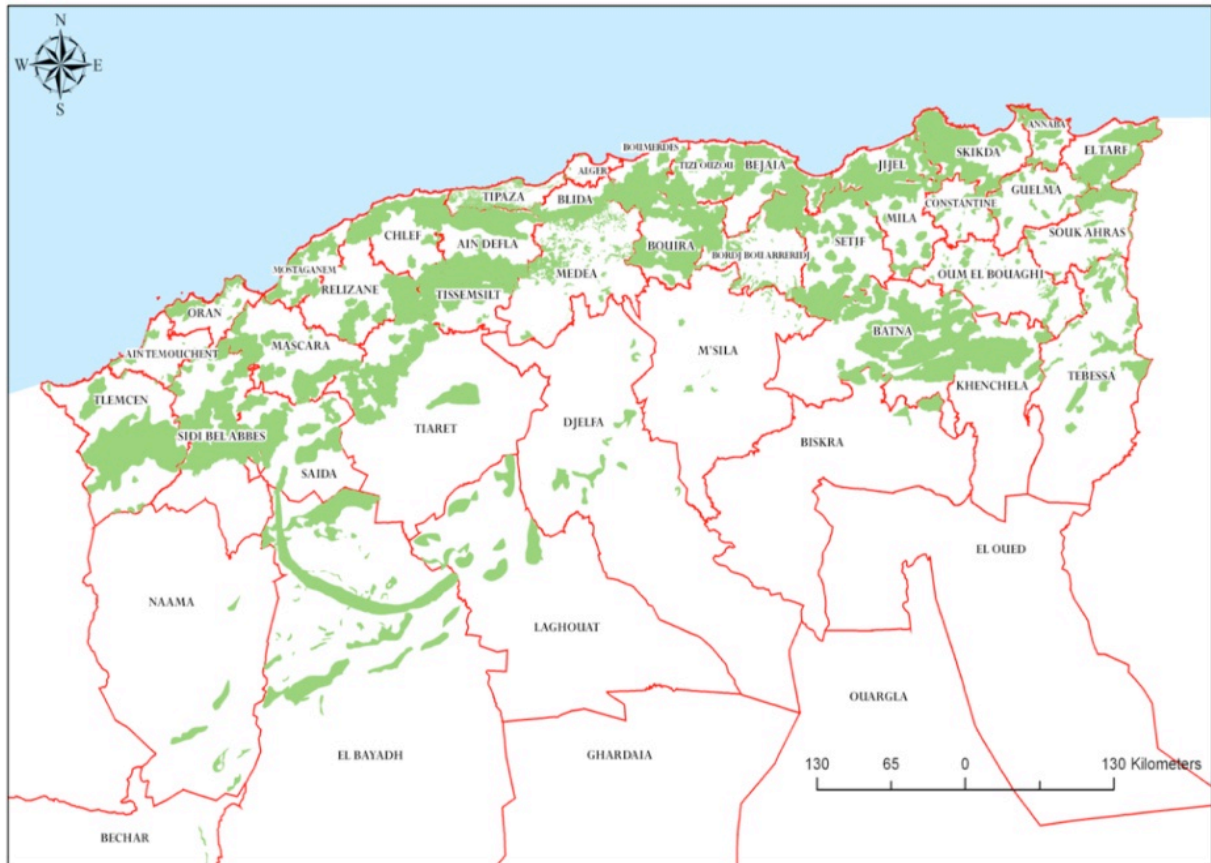


Figure 15. Répartition des forêts en Algérie (BNEDER, 2009)

2.2. Empreinte écologique et biocapacité

L'ensemble des actions de consommation exercées sur la forêt algérienne peuvent être récapitulées dans le concept d'empreinte écologique², qui mesure la demande des habitants sur la biosphère. Cette demande est exprimée en termes de superficie biologiquement productive nécessaire pour fournir tous les services de l'écosystème utilisés par cette population, qui à la fois sont tous inclus dans le terme biocapacité³.

Pour l'Algérie, l'empreinte écologique sur la forêt est de 0,13 hag par personne, tandis que la biocapacité est de 0,02 hag par personne en 2008 (GFN, 2011). Le déficit de forêt est passé de 0,12 en 1961 à 0,72 en 2008, avec une augmentation de 489 % (GFN, 2011). En terme simple, on consomme six fois plus la capacité de production de l'écosystème forestier.

Pour la même période, les valeurs de quelques pays en comparaison sont les suivantes (OIF, 2012) :

France : de 0,87 à 1,96 (127%)

² L'empreinte écologique : L'empreinte d'un pays est la somme de toutes les terres cultivées, les pâturages, les forêts et les zones de pêche nécessaires pour produire la nourriture, les fibres, le bois et le bois de chauffage qu'il consomme, pour fournir l'espace pour les infrastructures, et pour absorber les déchets qu'il émet (GFN, 2011).

³ Bio-capacité : la fourniture des ressources et des services écosystémiques (GFN, 2011).

Les deux sont mesurées en hectares globaux (hag). Un hectare global est un hectare biologiquement productif avec une productivité moyenne mondiale (GFN, 2011).

Grèce : de 0,37 à 2,76 (664%)
Liban : de 0,28 à 1,55 (313%)
Tunisie : de 0,15 à 0,81 (441%)

Dans une telle situation, les actions concomitantes de la désertification et des incendies, qui réduisent la biocapacité, ne font qu'empirer la situation du pays, qui est déjà parmi ceux considérés comme *débiteurs* de biocapacité, avec un rapport Empreinte/Biocapacité de 100 à 150 % ; il s'agit d'une condition qui pourrait influencer l'instabilité écologique et sociale du pays (GFN, 2011).

3. Objet de la recherche

En Algérie, la moyenne du nombre de feux est de 1.763 par an, et la moyenne des surfaces parcourues est d'environ 41.984 ha par an (période 1980-2012) (Meddour-Sahar *et al.*, 2013). Ceci correspond à 0,98 % par an de la surface forestière qui, à son tour, se limite à 1,76 % de la surface totale du pays (Nedjraoui, 2001).

Les facteurs naturels, comme la sécheresse, le vent, le relief et la combustibilité de la végétation qui déterminent l'ampleur et la propagation des incendies, seraient responsables du retour périodique des incendies, mais ils ne sont pas leur cause, qui est pour la majorité des situations, au niveau mondial, d'origine humaine. Au niveau Méditerranéen, les causes humaines représentent la prévalence, tandis que les causes naturelles (foudre) ne dépassent pas 20 % (Ganteaume *et al.*, 2009).

Malgré l'évidence de l'origine de la plupart des incendies, en Algérie on continue à retenir les causes naturelles comme responsables du déclenchement des feux (Ghazi, 2009).

L'objectif de la présente thèse est de remettre en cause ce modèle d'explication, notamment en s'interrogeant sur les responsabilités humaines, sur les errances de la politique de prévention, et en resituant la problématique du feu sur une longue durée historique. Pour cela, les objectifs que l'on s'est assigné sont d'étudier certains aspects particuliers du phénomène multithématique des feux de forêts en Algérie, en l'occurrence :

- 1) L'évaluation du risque incendie, compte tenu des données statistiques disponibles sur les feux historiques, dans l'optique d'en évaluer la géographie à divers niveaux (national et régional).
- 2) L'évaluation de la connaissance des causes.
- 3) L'analyse des politiques de prévention et de lutte menées, afin d'en comprendre les limites et d'envisager les moyens pour en renforcer l'efficacité.

3.1. Etat de la recherche

L'originalité des incendies de forêt, par rapport aux autres risques dits « naturels », est leur forte dimension anthropique, puisque la plupart des incendies allumés dans les milieux méditerranéens (95 %) le sont par la main de l'Homme (Le Houerou, 1987 ; Vélez, 1999 ; Peyre, 2001 ; Ganteaume, 2009). Le domaine de la recherche sur les feux de forêt est vaste et ses différents aspects sont traités par différentes institutions dans le monde. Mais peu de ces travaux s'intéressent à l'évaluation des causes des incendies de forêt et à la mise au point des stratégies de prévention pour la réduction du risque.

3.1.1. Les travaux de recherches

Les premières recherches approfondies sur le phénomène des incendies de forêts ont été indubitablement menées par les Anglo-saxons. Au Canada, c'est Wright (1932, 1933, 1937) qui a établi les premières bases du système canadien de prévision du danger en vigueur aujourd'hui. En parallèle, aux USA, des études physiques et mathématiques ont été menées sur les feux expérimentaux et ont conduit à la formule de Byram (1959) sur l'intensité du feu et successivement à la formulation des équations du comportement par Rothermel, une véritable étape historique (1973). L'évolution de la recherche en matière de feu de forêt aux USA peut être bien représentée par l'histoire du Centre de Recherches de Missoula, qui est le véritable temple mondial de la recherche sur le sujet (Smith, 2012).

Les recherches sur le risque lié aux feux de forêt ont été largement développées ces dernières décennies par différentes équipes de recherches dans le monde (Trabaud, 1980 ; Dagorne *et al.*, 1995 ; Vélez, 1999 ; Prestemon *et al.*, 2002 ; Chuvieco *et al.*, 2003 ; Camia *et al.*, 2004, etc.), notamment en région méditerranéenne française (Blanchi *et al.*, 2002 ; Jappiot *et al.*, 2001, 2002, 2003 ; Lampin-Maillet, 2009 etc.), mais dans le contexte écologique et social de l'Europe du Sud (évaluation des aléas et des enjeux). Ces approches se centrent surtout sur l'analyse et l'évaluation du risque incendie : inflammabilité et combustibilité de la végétation, évaluation du risque, cartographie des zones à risque (interface forêt-habitat), télédétection etc. (Lampin-Maillet *et al.*, 2009, 2010).

3.1.1.1. Les recherches sur les causes des feux de forêt

Les causes de départ de feu sont multiples et sont en général mal connues, quoique stratégiques ; leur connaissance permettrait de mettre en œuvre des actions de prévention ciblées et adaptées (Long *et al.*, 2008). Les premiers travaux sur la problématique socioéconomique et les causes des incendies de forêt ont vu le jour aux Etats-Unis à partir des années 60 (Hasbrough, 1961 ; Cole et Kaufman, 1963 ; Folkman, 1965 ; Christiansen et Folkman, 1971 ; Doolittle, 1972 ; Bertrand et Baird, 1975 ; Dunkelberger et Altobellis, 1975 ; Altobellis, 1983).

Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'analyse des causes des incendies dans l'Europe du sud (Leone et Vita, 1982 ; De Montgolfier, 1989 ; Leone, 1990 ; Alexandrian et Gouiran, 1992 ; Chonez, 1992 ; Vega-Garcia *et al.*, 1993, 1995 ; Vega-García, 1995, 1996 ; Vélez, 1999 ; Martínez *et al.*, 2004, 2009 ; Xanthopoulos *et al.*, 2006 ; Bassi et Kettunen, 2007 ; Ganteaume, 2009 etc.).

Dans ce contexte, quelques projets stratégiques de l'Union Européenne méritent d'être signalés :

Forest Focus qui vise à améliorer la connaissance des causes de départs de feux et leur localisation, afin de mieux cibler les actions de prévention. Dans ce cadre, le Cemagref d'Aix-en-Provence a été chargé d'une étude intitulée : « *Identification approfondie des causes de départ d'incendie de forêt, en vue de la mise en place d'une base de données géoréférencées* » (Convention DGFAR Forest Focus n° FF 2004-06).

L'un des objectifs du projet est de comparer les méthodes d'investigation sur les causes de départs de feux mises en œuvre chez les partenaires de l'Union Européenne. Un guide publié par Long *et al.* (2008) synthétise les différentes méthodes utilisées en Espagne, au Portugal, en Italie et en Australie, en suivant le travail de pionnier mené en Californie par Ford (1987)

et propose une adaptation de ces méthodes au contexte français. La démarche préconisée s'appuie sur la « Méthode des Preuves Physiques »⁴, démarche qui se veut objective et très hiérarchisée, de manière à ne rien laisser au hasard (Long *et al.*, 2008).

Par ailleurs, le schéma actuel de classification des causes de l'Union Européenne a une étendue limitée à un seul niveau regroupant quatre catégories (inconnues, intentionnelles, accidentelles/négligence et naturelles). La situation à ce niveau est donc très différente d'un pays à l'autre. Un guide pour une meilleure typologie des causes en Europe a été élaboré par Savazzi *et al.*, 2010. L'objectif est d'harmoniser les schémas de classification des causes de feux de forêt qui sont très hétérogènes selon les pays.

Par le biais de la méthode Delphi⁵ des enquêtes sur la perception des causes des incendies de forêt avec les experts ont été dirigés en Espagne (APAS, 2003 ; Dolz Reuss, 2005), et notamment en Italie, (Leone *et al.*, 2000, 2003, 2009 ; Leone et Lovreglio 2003 ; De Las Heras *et al.*, 2007 ; Lovreglio *et al.*, 2006, 2008, 2010 et 2012).

3.1.1. 2. Les recherches sur les politiques des feux de forêt

L'Union Européenne finance la recherche sur les incendies de forêt depuis la fin des années 80 par le biais de ses Programmes-Cadres (PC) de Recherche et de Développement technologique (Tableau 3). Depuis 1999, date du démarrage du 4ème PC, plus de deux douzaines de projets européens réunissant des partenaires de plus de 15 pays ont été financés avec l'aide de l'UE, pour un montant d'environ 23,5 millions €.

Les efforts consentis par l'UE et ses états membres pour résoudre le problème de la prévention des feux de forêt ont été considérables et ont porté sur la formation et la recherche. Néanmoins, ces efforts doivent aujourd'hui être renforcés en raison du changement climatique (Palutikof et Wigley, 1996 ; Pausas, 2004 ; Lavallo *et al.*, 2009).

On remarque que les travaux de recherche pour certaines thématiques (télédétection, comportement du feu, risque incendie, feux dirigés, régénération après incendie, etc.) se comptent par milliers, alors que ceux sur les politiques de prévention des feux de forêts sont rares ; à l'exception de quelques travaux ponctuels, peu de chercheurs (Bouisset, 1998, 2011 ; Bianchi, 2001, 2003 ; Aguilar, Galiana et Lázaro, 2005 ; Arnould et Calugaru, 2008 ; Herrero, Lázaro et Montiel, 2009 ; Montiel et Herrero, 2010, etc.) se sont intéressés à cette problématique stratégique.

⁴ Preuve physique : la méthode consiste à identifier et matérialiser les traces laissées par le feu, dans sa progression, sur la végétation et les objets et, à la recule, retrouver le point d'éclosion pour ensuite, par le cadre des indicateurs, identifier la cause de l'éclosion (Long *et al.*, 2008).

⁵ Delphi : est une méthode visant à organiser la consultation d'experts sur un sujet précis pour mettre en évidence les convergences et les consensus (pour plus de détail voir chapitre 3).

Tableau 3. Les projets de recherche sur les incendies de forêt en Europe

Nom du projet	Objectifs
SPREAD	Mieux connaître les phénomènes qui influencent les feux de forêt afin d'améliorer la gestion des incendies en Europe. http://www.algosystems.gr/spread/
FIREGUARD	Suivi des forêts pour la prévention et le contrôle des feux (à l'échelle de l'unité de gestion). http://dib.joanneum.at/fireguard/
FIRE TORCH	Utilisation du brûlage dirigé comme outil de gestion des écosystèmes méditerranéens. http://www.cindy.ensmp.fr/europe/firetorch/firetorch_fr.html
SALTUS	Améliorer la connaissance et la modélisation des sautes de feu et donc des feux secondaires. http://saltus.aix.cemagref.fr
FIRESTAR	Elaborer un système d'aide à la gestion du combustible et à la réduction du risque d'incendies dans les interfaces forêt/habitat méditerranéennes. www.eufirestar.org
FIRE PARADOX	Maîtriser le problème des incendies dans les espaces naturels par l'emploi raisonné du feu comme outil de travail dans la prévention et la lutte. http://www.fireparadox.org/ et http://fireintuition.efi.int/
PHOENIX	L'écologie du feu et la restauration des terrains parcourus par les feux. http://www.phoenix-efi.org
COST ACTION	Réseau de chercheurs et gestionnaires intervenant dans le domaine de l'écologie du feu et de la gestion forestière dans toute l'Europe. http://uaeco.biol.uoa.gr/cost/
PROTERINA-C	Evaluer l'impact de la variabilité des conditions climatiques sur le risque incendie et hydrogéologique dans les espaces naturels et urbains en Corse, Ligurie et Sardaigne. http://www.proterina-c.eu/
FIRE SMART	Analyser toutes les théories et les pratiques qui existent en Europe, en examinant les forces et les faiblesses de chaque système de prévention des incendies. www.firesmart-project.eu
FUME	Documenter et évaluer les changements dans l'utilisation des terres, couverture du sol, du climat ou d'autres facteurs survenus dans les dernières décennies qui touchent les feux de forêt. http://www.fumeproject.eu/

3.1. 2. Les travaux de recherches menés en Algérie

Des bilans sur les incendies de forêts en Algérie à l'échelle nationale, régionale ou locale existent également : Rebai, 1982 ; Grim, 1989 ; Madoui, 2002 ; Benderradji *et al.*, 2004 ; Meddour-Sahar *et al.*, 2008, 2010 ; Arfa *et al.*, 2009 ; Merdas *et al.*, 2010 ; Meddour-Sahar et Derridj, 2010. En fait, la plupart des études sur les causes des incendies en Algérie datent du XXe voire du XIXe siècle (Gravius, 1866 ; Thibault, 1866 ; Marc, 1916 ; Boudy, 1952).

Les travaux en matière de feux de forêt sont surtout axés sur l'écologie des écosystèmes forestiers affectés par le feu et la végétation post-incendie (Le Houérou, 1975, 1980). Plus récemment, quelques travaux relatifs surtout à la floristique ont vu le jour sur la subéraie (Wojterski, 1990 ; Ouelmouhoub et Benhouhou, 2007 ; Bekdouche *et al.*, 2008, 2011) et sur la pineraie (Moravec, 1990 ; Meddour, 1992 ; Madoui *et al.*, 2006).

Les travaux menés sur la cartographie du risque d'incendie de forêt à l'aide de la géomatique en Algérie se sont faits à l'échelle du massif forestier dans l'algérois et à l'ouest du pays en utilisant principalement l'indice de Dagorne (Missoumi et Tadjerouni, 2003 ; Belhadj-Aissa *et al.*, 2003 ; Yousfi *et al.*, 2005 ; Karoui *et al.*, 2005 ; Khader *et al.*, 2009 ; Guettouche *et al.*, 2011 ; Haddouche *et al.*, 2011).

Néanmoins, les questions de la prévention, de la compréhension des causes et de l'analyse des politiques publiques de lutte contre les incendies de forêt n'ont pas été étudiées en Algérie. On doit tout de même remarquer la présence d'équipes de recherches avancées, comme celle du laboratoire LEPM (USTO, Algérie), qui en collaboration avec l'Institut Universitaire des Systèmes Techniques et Industriels (IUSTI, France), travaille sur l'estimation du risque incendie à l'interface forêt-habitat (Zekri *et al.*, 2001, 2005).

3.2. Problématique et hypothèse de travail

3.2.1. Problématique

Les incendies des espaces ruraux et naturels, dont les incendies de forêt - Forêts, Maquis et Broussaille - sont une sous-catégorie, constituent un phénomène très complexe qu'il est difficile d'appréhender objectivement dans sa totalité. En effet, pour comprendre leur nature, leur fonctionnement et leur dynamique, il faut faire appel aux sciences du milieu naturel - écologie et physique - et aux sciences sociales - socio-économie-géographie, puisque il s'agit d'un phénomène généralisé, mais spécifique sur le plan local, à cheval sur l'espace rural et périurbain, à la croisée des domaines socio-économique et écologique, donc une véritable dimension constitutive des sociétés et des économies méditerranéennes (Arnould et Calugaru, 2008).

Inexplicablement, le phénomène des feux en Méditerranée est toujours associé (Vélez, 2000) aux cinq pays du *fire club* (Espagne, France, Grèce, Italie, Portugal), sans aucune mention des événements sur la partie sud (pays MENA) (Moreira *et al.*, 2011). Même l'Algérie, qui chaque année souffre d'énormes problèmes, n'est pas considérée dans ces statistiques. Par rapport à la modeste surface forestière de l'Algérie, à son état de dégradation élevé et surtout par rapport à l'avancement impressionnant des phénomènes de désertification, les incendies ont un poids énorme qui n'est pas suffisamment exprimé par les chiffres.

D'après la Carte de sensibilité à la désertification (voir figure 17 chapitre 3), la désertification menace 27,4 millions d'ha en Algérie, alors que 13 autres millions d'ha sont exposés au phénomène de l'érosion hydrique au niveau des bassins versants (Benslimane *et al.*, 2008). Les feux de forêt amplifient et aggravent ce bilan.

Dans le contexte du bassin méditerranéen, l'Algérie est l'un des pays où le problème des feux de forêts se pose avec acuité et dont l'impact exige une prise en compte des nouvelles tendances générales d'accroissement des surfaces parcourues, l'augmentation de la fréquence, de l'intensité et de la gravité des incendies et, enfin, de prolongation des périodes à haut risque.

Tout cela est la conséquence des phénomènes de mobilité interne et de dynamiques territoriales, des transformations induites par la croissance démographique, de l'évolution des sociétés rurales et du développement de l'urbanisation, surtout sur la zone littorale déjà à la limite de la saturation (Attané et Courbage, 2001 ; UNEP/MAP, 2009) et du changement climatique (Palutikof et Wigley, 1996 ; Piñol *et al.*, 1998 ; Pausas, 2004 ; Lavalle *et al.*, 2009).

Les feux de forêt en Algérie sont un phénomène anthropique qui dépend principalement du comportement social, que ce soit volontaire ou involontaire de l'Homme qui, par ses imprudences, ses maladresses, sa malveillance, les défauts de ses engins et de ses installations, est responsable de la quasi-totalité des feux. Cependant, la majorité des recherches sur les feux de forêt se limitent à l'aspect physique et biologique du phénomène ; comparativement très peu d'études se sont focalisées sur les facteurs socio-économiques ; les causes et les motivations de l'homme liées à un incendie demeurent presque inconnues, malgré la remarquable importance du phénomène.

En Algérie, en effet, les causes sont inconnues à 80 % (Meddour-Sahar et Derridj, 2012) ; leur connaissance apparaît alors encore insuffisante si l'on souhaite mettre en œuvre une politique de prévention efficace. En l'état, elle se traduit dans une organisation de prévention et de lutte incapable de s'adresser aux groupes sociaux responsables. Il faut donc mieux orienter les recherches dans ce sens.

Nous tenterons d'aborder cet aspect très peu étudié par l'entremise d'enquêtes quantitatives et qualitatives à propos des origines des feux de forêts ainsi que des stratégies adoptées par le pays. Les enquêtes sont, dans des pays qui ne disposent pas de statistiques nationales ou locales fiables, un des rares moyens d'obtenir des informations sur un aspect particulier (Bellefontaine *et al.*, 1997). C'est le cas des statistiques nationales pour les causes des feux de forêt en Algérie.

Il est opportun de rappeler que la protection des forêts contre l'incendie se subdivise en trois volets complémentaires :

- (1) la prévention qui vise à empêcher que le feu éclore et qui donc doit agir sur les causes de départ de feu ;
- (2) la prévision qui consiste à prendre des mesures adéquates pour anticiper l'incendie et limiter ses dégâts ;
- (3) la lutte qui cherche à éteindre l'incendie déclaré dans les plus brefs délais.

Malgré l'augmentation et l'amélioration des moyens techniques de lutte, les incendies de forêts sont de plus en plus nombreux chaque année. Nous ne sommes pas encore parvenus à réduire la surface totale des zones incendiées, à inverser la tendance des dernières décennies, ni à faire baisser le nombre d'incendies comme nous le souhaitons.

La complexité de la chaîne de commande et de contrôle est le maillon faible du dispositif de première intervention et lutte, et de plus « l'attitude » de l'acteur principal (Protection Civile) est strictement tournée vers la lutte au sens strict, avec aucune attention pour la prévention (peu de mesures en amont), à contre sens de l'orientation théorique acceptée et préconisée à l'échelle mondiale (Rego *et al.*, 2007 ; Arnould et Calugaru, 2008 ; Montiel et Herrero, 2010 ; EFIMED, 2012).

En réalité en Algérie, plutôt que de gérer le risque, on lutte seulement et quelques fois contre les flammes. La fréquence, l'intensité et l'étendue des sinistres causées par les incendies peuvent, au contraire, être réduites grâce à une gestion efficace des incendies, qui suppose la prévention des feux et la mobilisation stratégique et tactique des capacités d'intervention et d'extinction, orientées par la distribution géographique du risque dans le territoire.

3.2.2. Hypothèses de travail

L'objectif de ce travail est la détermination des causes des incendies de forêt en Algérie et l'étude des politiques publiques de gestion dont ils font l'objet.

La question principale posée par cette recherche doctorale est : *Que doit-on faire pour diminuer les incendies de forêt en Algérie ?*

La réponse à cette question suppose évidemment de bien cerner, d'une part, les caractéristiques des feux de forêt et, d'autre part, d'analyser les politiques publiques de lutte contre les incendies.

L'analyse spatio-temporelle détaillée des incendies de forêt est donc la première étape incontournable du travail :

- Quels sont les territoires qui brûlent ? Qu'est-ce qui brûle ? Quand se produisent les incendies ?
- Pourquoi observe-t-on une recrudescence des incendies ?

Nous formulons l'hypothèse que ces caractéristiques s'expliquent par des facteurs naturels (les territoires qui brûlent sont les régions les plus boisées et paradoxalement les plus humides, les incendies se produisent durant la saison estivale, etc.), qui agissent comme facteurs prédisposants en favorisant une série de facteurs anthropiques et socio-économiques qui, eux seuls, sont les facteurs déterminants qui déclenchent le phénomène.

La deuxième étape de cette recherche doctorale est la compréhension des origines des incendies de forêt.

En effet réfléchir à la recrudescence des incendies amène à poser la question de leurs causes.

Les questions posées sont : Quelles sont les causes des feux de forêt en Algérie ? (sont-elles naturelles ou anthropiques ?) Pourquoi et qui met le feu aux forêts algériennes ? Quel est le groupe social le plus impliqué ? Quelles sont les motivations ?

Nous devons souligner le fait que la plupart des classifications (sauf en Espagne) ne font pas la différence entre la « cause » et la « motivation », qui sont deux concepts différents. En effet, la *cause* d'un incendie reflète la façon dont il est généré par des événements naturels, ou par l'action de l'Homme, donc son origine. La *motivation* se réfère au pourquoi de son geste (Ganteaume *et al.*, 2009 ; Jackson et Fisher, 2001).

Nous émettons l'hypothèse que les causes sont liées aux activités humaines qui se déroulent dans la forêt et à proximité. En terme de motivation, les feux sont le résultat des différents groupes sociaux qui interagissent sur le territoire pour en tirer certains profits et/ou de la méconnaissance de l'importance et l'utilité de la forêt et l'extrême gravité de leurs actions.

La plupart des incendies sont dus à des motifs d'incivisme, au manque de culture environnementale, à la faiblesse des lois et de leur application, à l'absence des éléments de contrôle (absence du Cadastre, absence des investigations après le feu pour la recherche des auteurs) et donc à une impunité généralisée. A ces motifs, il faut ajouter les motifs des feux volontaires, dans leur majorité provoqués par la recherche du profit.

La méconnaissance des causes et des motivations représente un problème insurmontable pour orienter les actions de prévention, qui doivent tenir compte de la complexité et de la multiplicité des facteurs humains et sociaux, qui jouent un rôle dans l'augmentation des incendies.

La compréhension des facteurs anthropiques est essentielle pour améliorer la prévention des incendies de forêts et infirmer certaines thèses peu crédibles, qui soutiennent que les incendies sont dus à des causes naturelles, telles que les causes climatiques et ce à hauteur de 80 % des occurrences de feu (Ghazi, 2009), ainsi que l'effet de loupe des bris de verre mentionné par plusieurs responsables au niveau des médias⁶ après les incendies catastrophiques de l'été 2012.

Ces explications ne satisfont absolument pas la demande de connaissance des causes de ces destructions massives par les incendies que l'opinion publique exprime de plus en plus, et à laquelle il faut donner des explications rationnelles.

L'analyse des caractéristiques et des causes des incendies est alors à mettre en parallèle avec les politiques publiques de lutte contre les incendies.

S'agissant de l'Algérie, on analysera comment la protection des forêts est organisée :

- Dans quels cadres législatifs et institutionnels les politiques de protection des forêts s'inscrivent-elles ?
- Quels sont les objectifs prioritaires de ces politiques ?
- La recrudescence des incendies est-elle due à leur manque d'efficacité ?

⁶ Dans les quotidiens d'*El Watan*, *Liberté*, *Le Matin* etc. et même sur les chaînes de télévision comme France 24, où on a affirmé que « le manque de Canadairs, les décharges sauvages et les bouts de verre ont transformé la Kabylie en fournaise » (interview en date du 07/09/2012).

Nous émettons l'hypothèse qu'en Algérie ces politiques publiques présentent plusieurs points faibles :

- Les politiques sont trop cloisonnées et mal coordonnées : la maîtrise des feux de forêt et la limitation de leurs dégâts passent par une bonne implantation des infrastructures de défense des forêts contre les incendies (DFCI), limitant l'extension des feux et facilitant l'intervention des personnels chargés de la lutte.
- Les responsables concernés se contentent souvent d'attendre l'éclosion des incendies sans chercher à engager de véritables actions de prévention. Les interventions se déroulent alors d'une manière aléatoire sans aucune planification au préalable, selon le modèle «*stand-by*», basé sur l'attente du phénomène et sur la rapide mobilisation après son déclenchement des moyens humains qui attendent d'entrer en action.
- La multiplicité des acteurs, impliquant une mauvaise coordination et une lenteur dans les réactions au moment des émergences et des catastrophes.

Nous nous efforcerons donc de démontrer que la mise au point d'une politique de protection adéquate passe nécessairement par la mise en œuvre de plusieurs mesures :

Mesures organisationnelles

- L'attribution de l'entière responsabilité de la lutte à la Protection Civile, attribution actuellement mal partagée entre la Protection Civile et la DGF.
- L'analyse la plus exhaustive possible des causes des sinistres afin de renforcer la prévention.
- La définition d'une stratégie globale et concertée pour promouvoir des politiques basées sur le fait que la meilleure lutte contre les incendies est *la prévention* et que la meilleure prévention consiste à mieux entretenir les forêts et l'espace rural, en suivant le concept moderne de «*firesmart landscape management*» (Fernandes, 2010, 2013).

Mesures d'une meilleure prise en compte du contexte géographique et social

- La définition de priorités au bénéfice des zones les plus sensibles aux incendies de forêt.
- La mise en œuvre de stratégies préventives au niveau socio-économique permettant aux agriculteurs, aux éleveurs et aux forestiers, et en général à la population rurale, de continuer à mener leurs activités.
- La mise en œuvre de mesures de réanimation des zones rurales marginales, pour éviter le cercle vicieux du « feu/salaires ».

Références

- Aguilar S., Galiana L., and Lázaro A., 2009.** Analysis of Wildfire Risk Management From a Territorial Policies Perspective: Strengths and Weaknesses in the European Framework. *In Proceedings of the Third International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Common Problems and Approaches*. General Technical Report Psw-GTR-227: 261- 272. news.efi.int/files/attachments/.../apr_2010/psw_gtr227_en.pdf
- Alexandrian D., 1995.** En Ardèche, les causes de feux varient entre cantons voisins. *Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, 25 : 99-106.
- Alexandrian D., et Gouiran M., 1992.** Les causes d'incendie. Levons le voile. *Forêt méditerranéenne*, XIII, 1, 41-47. (publié aussi : *Revue Forestière Française*, XLII, n° spécial, 1990 : 33-41).
- Alexandrian D., et Esnault F., 1998.** *Politiques nationales ayant une incidence sur les incendies de forêt dans le Bassin Méditerranéen*. Réunion FAO, 28 au 30 octobre 1998, Rome, 15 p.
- Alexandrou C., 1995.** La situation chypriote. *Options Méditerranéennes, Série A. Séminaires Méditerranéens*, 25 : 55-59.
- Altobellis A., 1983.** *A survey of rural population density and forest fire occurrence in the South, 1956-1970*. Report S0-294. New Orleans, Southern Forest Experimental Station. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 4 p.
- APAS, 2003.** *Estudio Sociológico sobre la Percepción de la Población Española hacia los Incendio Forestales*. Asociación para la Promoción de Actividades Socioculturales. 33 p. <http://www.idem21.com/descargas/pdfs/IncendiosForestales.pdf>
- Arfa A.M.T., Benderradji M.E.H., et Alatou Dj., 2009.** Analyse des bilans des incendies de forêt et leur impact économique en Algérie entre 1985-2006. *New Medit*, 1 : 46-51. www.iamm.fr/ress_doc/opac_css/index.php?lvl=author_see...
- Arnould P., et Calugaru C., 2008.** Incendies de forêts en Méditerranée : le trop dit, le mal dit, le non dit. *Forêt méditerranéenne* T. XXIX, n° 3 : 281-296.
- Attané I., et Courbage Y., 2001.** Plan Bleu. La démographie en Méditerranée. Situations and projections. Paris, Economica. (Les Fascicules du Plan Bleu n°11) 27 p.
- Bassi S., and Kettunen M., 2007.** *Forest Fires: causes and contributing factors in Europe*. European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy. Study IP/A/ENVI/ST/2007-15. 49 p. http://www.europarl.gr/ressource/static/files/projets_pdf/forest_fires.pdf
- Bekdouche F., Derridj A., et Krouchi F., 2008.** Evolution après feu de la composition floristique de la subéraie de Mizrana (Tizi Ouzou, Algérie). *Rev. Sciences & Technologies*, série C, 28 : 19-29. www.umc.edu.dz/revue/C28...2008.../3_cst_57_06_bekdouche.pdf

Bekdouche F., Sahnoune M., Krouchi F., Achour S., Guemati N. et Derridj A., 2011. The contribution of legumes to post-fire regeneration of *Quercus suber* and *Pinus halepensis* forests in North-eastern Algeria. *La Terre et la Vie - Revue d'écologie*. Tome 66 n°1.

Bellefontaine R., Gaston A., et Petrucci Y., 1997. *Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches*, Cahier FAO Conservation 32. 316 p
<http://www.fao.org/docrep/w4442f/w4442f00.htm>

Belhadj-Aissa M., Belhadj-Aissa A., et Smara Y., 2003. Application du SIG et de la télédétection dans la gestion des feux en Algérie. *2nd FIG Regional Conference*, Marrakech, Morocco, décembre 2-5, 16 p.

Benderradji M.E.H., Alatou Dj., et Arfa A.M.T., 2004. Bilan des incendies de forêts dans le Nord-Est algérien. Cas de Skikda, Annaba et El Tarf, période 1990-2000. *New Medit*, N.3 : newmedit.iamb.it/edizioni_new_medit,229,229,2004,10,135,bilan-d

Benslimane M., Hamimed A., El Zerey W., Khaldi A., et Mederbal K., 2008. Analyse et suivi du phénomène de la désertification en Algérie du nord , *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 8, Numéro 3 : <http://vertigo.revues.org/6782>

Bertrand A.L., and Baird A.W., 1975. *Incendiarism in Southern Forest: a decade of sociological research*. Southern. For. Exp. Stat. Social Science Research Center at Mississippi University. Bulletin n° 838. Forest Service. U.S. Department of Agriculture.40 p.

Blanchi R., 2001. *Contribution méthodologique à la conception d'une politique publique en matière de prévention des risques naturels : application au plan de prévention des risques incendie de forêt*. Thèse de Doctorat École des Mines de Paris, 200 p.

Blanchi R., Robert F., et Guarnieri F., 2003. Première analyse du contenu et de la qualité des Plans de prévention des risques naturels (PPR) D'une complexité originelle à une pluralité fonctionnelle. *Les annales des mines, réalités industrielles* : 61-68.

BNEDER (Bureau National des Etudes du Développement Rural) 2009. *Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de synthèse nationale*, Alger. 85 p.

Boudy P., 1952. *Guide du forestier en Afrique du Nord*. Ed. Maison Rustique, Paris, 505 p.

Bouisset Ch., 1998. *Les incendies de forêts méditerranéens : limites, marges, frontières. Des seuils écologiques aux limites politico-administratives, du local à l'europpéen, un siècle de gestion des incendies en France, Espagne et Italie*. Thèse de Doctorat de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 376 p.

Bouisset Ch., 2011. PPR, urbanisation et risques d'incendie de forêt dans les Pyrénées-Orientales : méthodes, enjeux, débats, *Cybergeo : European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage*, article 551. p . <http://cybergeo.revues.org/24658>

Broadbent E.N., Asner P.G., Keller M., Knapp D.E., Oliveira P.J.C., et Silva J.N., 2008. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, 141: 1745-1757.

Byram G.M., 1959. Combustion of forest fuels. In: *Forest Fire Control and Use* (Ed. Davis K.P.) McGraw-Hill, New York : 61-89.

Camia A., Guglielmet E., Bovio G., Deshayes M., Lampin C., Salas J., Martínez J., Molina D., Carrega P., Fox D., Berolo W., Sabaté S., Vayreda J., Martín P., Martínez J., Conese C., Bonora L., Karteris M., Mallinis G., Sergiopoulos I. et Gitas I., 2004. *Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a "wall-less" Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region. Wildland Fire Danger and Hazards: a State of the Art.* Deliverable D-08-02 : 57 p.

Chonez C., 1992. Les causes d'incendies, entre mythe et réalité. In : Dossier « *Les causes d'incendies* ». Fondation pour la forêt méditerranéenne, 3 : 13-18.

Christiansen J., and Folkman W., 1971. *Characteristics of people who start fires... some preliminary findings.* Berkeley, Cal., Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. Research Note PSW-251. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. 5 p.

Chuvieco E., Allgöwer B., and Salas J., 2003. Integration of physical and human factors in fire danger assessment. In: Chuvieco E. Ed, 2003 - *Wildland Fire Danger Estimation and Mapping. The role of remote sensing data.* Series in remote sensing. Vol. 4, Singapore, World Scientific Publishing Co: 264 p.

Cochrane M.A., 2001. Synergistic interaction between habitat fragmentation and fire in evergreen tropical forests. *Conservation Biology* 15: 1515–1521.

Cochrane M.A., Laurance, W.F., 2002. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology* 18 : 311-325.

Cole L.W., and Kaufman H.F., 1963. *Socio-economic factors and forest fire in Mississippi counties.* Preliminary Report 14. Mississippi. USA: Mississippi State University Social Sciences Research Centre, 68 p.

Dagorne A., Duche Y., Foucault B., et Ottavi J.Y., 1995. De l'affichage du « risque feu de forêts » à la mise en œuvre d'un plan de zones sensibles aux incendies de forêts à Auribeau-sur-Siagne (Alpes-Maritimes). De la simulation à la modélisation grâce au système d'information géographique. *Forêt Méditerranéenne*, XVI, 2 : 153-158.

De Las Heras J., Salvatore R., Rodrigues M.J., Lovreglio R., Leone V., Giaquinto P., Notarnicola A., 2007. *Wildfire motivation survey through the Delphi method.* In: "Actas de la IV Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales", Sevilla (España) 13-18 May 2007. http://www.fire.unifreiburg.de/sevill2007/contributions/doc/SESIONES_Tematicas/ST4/Heras_et-AL_SPAIN_ITALY.pdf

De Montgolfier J., 1989. *Protection des forêts contre les incendies. Guide technique du forestier méditerranéen français.* Ed. CEMAGREF, Division des techniques forestières méditerranéennes, Aix-en-Provence, fiches 1 à 16.

Dimitrakopoulos A., 1995. Analyse des causes des feux de forêt en Grèce. *Options Méditerranéennes*, Série A. Séminaires Méditerranéens, 25 : 33-40.

Dimitrakopoulos A.P., and Mitsopoulos I.D., 2006. *Global forest resources assessment 2005. Report on fires in the Mediterranean Region.* Working paper FM/8/E, Forestry Department, FAO. Rome, 43 p.

Dolz Reuss M.L., 2005. State of the art of forest fire causes in Spain. Centre Tecnologic Forestal de Catalunya. In: *Proceed. II International Conference on Prevention Strategies of Fires in Southern Europe*: Barcelona, 9-11 may 2005. 182 p.

Doolittle M.L., 1972. *The dimensions of man-caused forest fire risk: a systematic assessment.* University of Washington: Ph.D. dissertation, University of Washington, Seattle, Washington, USA. 119 p.

Dunkelberger J.E., and Altobellis A.T., 1975. *Profiling the Woods-burner. An Analysis of Fire Trespass Violations in the South's National Forests.* Agricultural Experiment Station, Auburn University, Bulletin 469. 35 p.

EFIMED, 2012. The fight against forest fires: an inconvenient truth? *EFIMED network news.* Mediterranean Regional Office of the European Forest Institute.
<http://news.efi.int/newsletter/view/efimed-newsletter-august-2012/1044>

FAO, 2005. *Reducing forest fires by training local communities.*
http://www.ihb.de/fordaq/news/Reducing_forest_fires_local_communities_1632.html

Fernandes P.M., 2010. Creating fire-smart forests and landscapes. *Forêt Méditerranéenne.* XXXI, n° 4 : 417-422.

Fernandes P.M., 2013. Fire smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning*, 110: 175-182.

Ford R.T., 1987. *Investigation of Vegetation Fires. Fire Scene Investigation,* Fire Scene Investigation, Fresno, CA, 69 p.

Folkman W.S., 1965. *Residents of Butte County, California: Their Knowledge and Attitudes Regarding Forest Fire Prevention.* U. S. Forest Service Research Paper PSW- 25 Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station Berkeley, California, 32 p.
www.fs.fed.us/psw/publications/.../psw_rp025.pdf

Ganteaume A., 2009. Détermination des causes d'incendie de forêt et harmonisation des méthodes pour les rapporter. *Info DFCI, Bulletin du Centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie*, CEMAGREF, 63 : 6
www.ofme.org/documents/textesDFCI/revue/Infos_DFCI_63.pdf

Ganteaume A., 2009. De la cause de départ des feux à la prévention. Dossier incendie de forêt : connaître pour prévenir, *Forêt-entreprise* N° 185 : 17-18.
www.foretpriveefrancaise.com> ... > Librairie

Ganteaume A., Jappiot M., Long M., Lampin-Maillet C., Duche Y., Savazzi R., Bonora L., Conese C., Piwnicki J., Ubysz B., Szczygiel R., Galante M., Ferreira A., Suarez-Beltran J., 2009. *State of the art (Draft)*. Deliverable D 1.1. Contract number 384 340 "Determination of forest fire causes and harmonization for reporting them". European Commission.

Gaylor H.P., 1974. *Wildfires: Prevention and Control*. Robert J. Brandy Company Bowie, Maryland. 319 p.

Ghazi A., 2009. *Rapport National de Réflexion sur le Secteur des Forêts (atténuation)*. Programme des Nations Unies pour le Développement. 21 p.

GFN, 2011. *Algeria. Mediterranean Ecological Footprints Trend*.
http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Algeria.pdf

Gravius G., 1866. *Les incendies de forêt en Algérie leurs causes vraies et leurs remèdes*. Constantine, chez Louis Marie librairie, Paris. 99 p.

Grim S., 1989. Pré-aménagement et protection des forêts contre l'incendie. In : *Le pré-aménagement forestier*. Ministère de l'Hydraulique d'Algérie et Unité des Eaux et Forêts de l'Université catholique de Louvain-la-Neuve, Belgique, vol. 1 : 271-289.

Guettouche M.S. , Derias A., Boutiba M., Bounif M., Guendouz M., and Boudella A., 2011. "A Fire Risk Modelling and Spatialization by GIS," *Journal of Geographic Information System*, Vol. 3 No. 3: 254-265. doi: 10.4236/jgis.2011.33022.

Haddouche I., Benhanifia K., et Gacemi M., 2011. Analyse spatiale de la régénération forestière post-incendie de la forêt de Fergoug à Mascara, Algérie. *Bois et Forêts des Tropiques*. vol. 65/307: 23-31.

Hansbrough T., 1961. *A sociological analysis of man-caused forest fires in Louisiana*. Baton Rouge, Louisiana State University. Ph.D. Thesis. 297 p.

Jackson J.W., and Fisher, R.J., 2001. Keynote address, *Communities in Flames Conference, Balikpapan, Indonesia*. http://www.iucn.org/info_and_news/press/cifjackson.pdf.

Jappiot M., Blanchi R., et Guarnieri F., 2001. *SIG et modélisation dans le domaine de la prévention des incendies de forêt. Gestion spatiale des risques*. Hermès, Lavoisier, 287 p.

Jappiot M., Sauer S., Alibert N., et Philibert-Caillat C., 2002. Wildland /urban interfaces and fire risk. An automatic mapping. *IV International Conference Forest Fire Research*; Luso; 18/23 November 2002.

Jappiot M., Philibert-Caillat C., Borgniet L., Dumas E., et Alibert N., 2003. Analyse Spatiale des interfaces agricultures-forêts-urbain. *Ingénieries- Eau Agriculture Territoires, Numéro spécial, Risques naturels et aménagement du territoire* : 69-81.

Karoui M.S., Mahi H., et Yousfi D., 2005. Suivi des incendies de forêts par utilisation des images Alsat-1 (région de Sidi Bel Abbas - Algérie) et implémentation sur le programme

RANET, SETIT 2005, 3rd International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications, March 27-31, 2005 Tunisia.

Khader M., Benabdeli K., Mederbal K., Fekir Y., Gueddim R., et Mekkous B., 2009. Etude du risque incendie à l'aide de la géomatique : cas de la forêt de Nesmoth (Algérie). *Mediterranea Serie de Estudios Biológicos*. Época II N° 20 : 10-38

Kim D.H., 1992. Toolbox: Guidelines for Drawing Causal Loop Diagrams, *The Systems Thinker*, Vol. 3, 1: 5–6.

Lampin-Maillet C., 2009. *Caractérisation de la relation entre organisation spatiale d'un territoire et risque d'incendie : Le cas des interfaces habitat-forêt du sud de la France*. Thèse de Doctorat en Géographie de l'Université de Provence, France: 300.

Lampin-Maillet C., Jappiot M., Long M., Bouillon C., Morge D., and Ferrier J.P., 2010. Mapping wildland-urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the South of France. *Journal of Environmental Management*. 91: 732–741

Lampin-Maillet, C., Jappiot, M., Long, M., Morge, D., and Ferrier, J.P., 2009. Characterization and mapping of dwelling types for forest fire prevention. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33: 224–232.

Lavalle C., Micale F., Houston T.D., Camia A., Hiederer R., Lazar C., Conte C., Amatulli G., and Genovese G., 2009. Climate change in Europe. 3. Impact on agriculture and forestry. *Rev. Agron. Sustain. Dev.* 29:433–446.

Le Houérou, H.N., 1975. The natural pastures of North Africa: types, production, productivity and development. *Proc. Int. Symp. on Range Inventory and Mapping in Tropical Africa, Bamako, March 1975*: 41 56. Addis Ababa, International Livestock Centre for Africa (ILCA).

Le Houérou H.N., 1980. L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. 1ère partie. *Forêt Méditerranéenne*, II (1) : 31-44.

Leone V., Vita F., 1982. Incendi boschivi e marginalità economica: il caso della Puglia. *Cellulosa e Carta* 7/8 : 41-57.

Leone V., 1990. Causes socio-économiques des incendies de forêts dans la région de Bari (Pouilles, Italie). *Revue Forestière Française*, XLII, n° spécial : 332-336.

Leone V., Saracino A., Trabaud L., and Vélez R., 2000. Fire management and Prevention Policies in West Mediterranean Pine Forests. In : Ne'eman G. and L. Trabaud (eds.) *Ecology, Biogeography and Management of Mediterranean Pine Forest Ecosystems (Pinus halepensis and P. brutia)*. Backhuys Publishers , The Hague: 335-354.

Leone V., and Lovreglio R., 2003. Human fire causes: a challenge for modeling. In: Emilio Chuvieco, Pilar Martín and Chris Justice (Editors) *Innovative Concepts and Methods in Fire Danger Estimation*. 4th International Workshop on Remote Sensing and GIS Applications. Ghent, July 5-7 2003 : 89-98.

Leone V., Lovreglio L., Pilar Martín M., Martínez J., Vilar L., 2009. Chapter 11 Human Factors of Fire Occurrence in the Mediterranean. In: E. Chuvieco (Ed.) *Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009 : 149-170.

Long M., Ripert C., Piana C., Jappiot M., Lampin C., et Ganteaume A., 2008. *Guide technique, Amélioration de la connaissance des causes de départ de feu de forêt*. Convention DGFAR Forest Focus n° FF 2004-06. Juillet 2008. Département Gestion des Territoires, UR Ecosystèmes méditerranéens et risques, Groupement d'Aix-en-Provence. 3275 Route de Cézanne, CS 40061 13182 AIX-EN-PROVENCE Cedex 5. 105 p.
www.firesmart-project.eu:8080/jspui/.../Guide_Causes_Cemagref.pdf

Long M., Ripert C., Piana C., Jappiot M., Lampin-Maillet C., Ganteaume A., Alexandrian D., et Rouch L., 2009. Amélioration de la connaissance des causes d'incendie de forêt et mise en place d'une base de données géoréférencées, *Forêt Méditerranéenne* T. XXX, n° 3 : 224-229.

Lovreglio R., Leone V., Giaquinto P., and Notarnicola A., 2006. Wildfire Cause Analysis through Delphi Method: Four Case-Studies in Southern Italy. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, vol. 3 :-8-15.
<http://www.sisef.it/iforest/pdf/?id=ifor0521-003>

Lovreglio R., Rodrigues M..J, Silletti G., Leone V., 2008. Applicazione del metodo Delphi per l'analisi delle motivazioni degli incendi: il caso Taranto. *L'Italia Forestale e Montana* 5: 427-447.

Lovreglio R., Rodrigues M., Notarnicola A., and Leone V., 2010. From fire motives survey to prevention: the case of Cilento and Vallo di Diano National Park (Italy). In: *Proceedings VI Intern. Conf. Forest Fire Research*, Coimbra Nov. 2010, 354 p.

Lovreglio R., Marciano A., Patrone A., Leone V., 2012. Le motivazioni degli incendi boschivi in Italia: risultati preliminari di un'indagine pilota nelle Province a maggiore incidenza di incendi. *Forest@* 9: 137-147.
<http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0693-009>

Madoui A., 2002. Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. *Forêt Méditerranéenne*, t. XXIII, 1: 23-30.

Madoui A., Gehu J.M. et Alatou D., 2006. L'effet du feu sur la composition des pinèdes de *Pinus halepensis* Mill. dans le Nord de la forêt de Bou-Taleb, Algérie. *Ecologia Mediterranea*, Vol. 32 : 5-13.

Marc P., 1916. Les incendies de forêt en Algérie. In : *Notes sur les forêts de l'Algérie*. Typographie Adolphe Jourdan. Imprimeur libraire- Editeur, Alger 331 p.

Martínez J., Martínez Vega J., and Martín P., 2004. El factor humano en los incendios forestales: Análisis de factores socio-económicos relacionados con la incidencia de incendios forestales en España. In: Chuvieco, E., Martín, P. (Ed.): *Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales*. Madrid, CSIC, Instituto de

Economía y Geografía, pp. 101-142.

Martinez J., Vega-Garcia C., and Chuvieco E., 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of Environmental Management* 90 : 1241–1252.
<http://firesmart.gmv.es:8080/jspui/handle/123456789/370>

Mavsar R., and Plana E., 2007. Economic efficiency of different wildland fire prevention management schemes: a case study in Catalunya (NE Spain), In: *Actas de la IV Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales*, Sevilla (España) 13-18 May 2007.

M.E.D.D.E. (Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Environnement) 2010 *Etalement urbain*
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Quelques-definitions.html>

Meddour R., 1992. Régénération naturelle de *Cedrus atlantica* Man. et de divers pins après incendie dans l'arboretum de Meurdja (Algérie). *Foret Méditerranéenne* T. XIII, n°4 : 275-287.

Meddour-Sahar O., 2008. *Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou*. Thèse de Magister, Ina El Harrach, 275 p.
http://hpthese.ina.dz:8070/sdx/ina/ina/2008/meddour_s

Meddour-Sahar O., Meddour R., et Derridj A., 2008. Les feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). *Les Notes d'analyse du CIHEAM*, n° 39, 11 p.
<http://portail2.reseau-concept.net/Upload/ciheam/fichiers/NAN39.pdf>

Meddour-Sahar O., et Derridj A., 2010. Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sécheresse*,; 21, (3) : 187-195.

Meddour-Sahar O., et Derridj A., 2012. Bilan des feux de forêts en Algérie : Analyse spatiotemporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). *Sécheresse* ; 23, (2) : 133-141.

Meddour-Sahar O., Bouisset C., Derridj A., 2013. "La gestion du risque incendie de forêt en Algérie: des mesures curatives ou préventives ?", IVème Conférence Internationale sur les Stratégies de Prévention des Incendies de forêts, USSE - EFI Atlantic, Bordeaux, 7, 8 et 9 janvier 2013, pp. 67-80. <http://www.efiatlantic.efi.int/>

Merdas S., 2007. *Bilan des incendies de forêts dans quelques wilayas de l'Est algérien; cas de Bejaia, Jijel, Sétif et Bordj Bou-Arréridj*. Mémoire de Magistère, Université de Constantine, Alger 51p.

Moravec J., 1990. Regeneration of N.W. African *Pinus halepensis* forests following fire. *Vegetatio*, 87: 29-36.

Moreira F., Viedma O., Arianoutsou M., Curt T., Koutsias N., Rigolot E., Barbati A., Corona P., Vaz P., Xanthopoulos G., Mouillot F., Bilgili E., 2011. Landscape--wildfire interactions in southern Europe: implications for landscape management. *J Environ Manage.* 92(10):2389-402. Epub 2011 Jul 8.

Montiel C., and Herrero G., 2010. An overview of policies and practices related to fire ignitions at the European Union level. In: *Towards Integrated Fire Management-Outcomes of the European Project Fire Paradox*, European Forest Institute Research Report 23, 35-46.

Missoumi A., et Tadjerouni K., 2003. SIG et imagerie ALSAT 1 pour la cartographie du risque d'incendie de forêt. *Second FIG Regional Conference*, Marrakech, Morocco, décembre 2-5 2003, 14 p.

Nedjraoui D., 2001. Profil fourrage. ALGERIA.
www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/pasture/forage.htm.

Ofme. Observatoire régional de la forêt méditerranéenne.
www.ofme.org/liens-rubrique.php3?IDRub=8

Organisation Internationale de la Francophonie 2012 *Atlas de l'empreinte écologique et de la bio capacité des pays membres de la Francophonie. Préparer les économies pour la concurrence globale sur les ressources naturelles.* Institut de l'Energie et de l'Environnement de la Francophonie, 32p.

http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Francophonie_french.pdf

Ouelmouhoub S., et Benhouhou S., 2007. Evolution floristique des subéraies incendiées dans la région d'El Kala (Nord-est algérien). *Ecol. Medit.*, 33 : 85-94.

Palutikof J., and Wigley T., 1996. Developing climate change scenarios for the Mediterranean region. In: Jeftic L, Keckes S, Pernetta JC (eds) *Climate change and the Mediterranean*, vol 2. Arnold, London.

Pausas J.G., 2004. Changes in fire and climate in the Eastern Iberian Peninsula (Mediterranean Basin). *Glob. Chang.* 63:337-350.

Peixoto Da Eira J.M., et Natario R.M., 1995. Etude des causes des incendies de forêt dans sept communes de la région centre du Portugal. *Options Méditerranéennes*, Série A. Séminaires Méditerranéens, 25 : 79-98.

Peyre S., 2001. L'incendie, désastre ou opportunité ? L'exemple des Pyrénées Orientales. *Forêt Méditerranéenne*, XX, 2 : 194-199.

Piñol J., Terradas J., and Lloret F., 1998. Climate warming- wildfire hazard and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Clim. Chang.* 38 : 345-357

Prestemon J.P., Pye J.M., Butry D.T., Holmes T.P. and Mercer D.E., 2002. Understanding broad-scale wildfire risks in human-dominated landscape. *Forest Science*, 48 : 685-693.

Qualitystreet, 2013. <http://www.qualitystreet.fr/2008/03/04/methode-delphi-simple-et-efficace>

Quézel P., 1956. Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, N.S., 1 : 1-57.

Rebai A., 1982. *Les incendies de forêts dans la wilaya de Mostaganem (Algérie) : étude écologique et propositions d'aménagement*. Thèse de Doctorat de spécialité en Ecologie Méditerranéenne. Faculté des Sciences et Techniques de St.-Jérôme, Université d'Aix-Marseille III, 130 p.

Rego F., Alexandrian D., Fernandes P., and Rigolot E., 2007. Fire Paradox: An innovative Approach of Integrated Wildland Fire Management - A joint European initiative. In: *Proceedings 4 th International Wildland Fire Conference*, Seville, Spain, 13-17 may 2007. Thematic session N°2. 15 p.

Richardson G. P., and Pugh A.L., 1981. *Introduction to System Dynamics Modeling* Productivity Press. 413 p.
<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2000-047.pdf>

Running S.W. 2006. Is global warming causing more, larger wildfires? *Science* 313: 927-928.

Ryan K.C., 2000. Global change and wildland fire [Chapter 8], in J.K. Brown and J.K. Smith eds., *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora*. Ogden, UT, USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-42-vol. 2, 257 p.

Savazzi R., Duché Y., Ganteaume A., Piwnicki J., Galante M., Bento Gonçalves A., Ferreira A., Suarez-Beltran J., 2010. *Analysis of fire causes classification schemes adopted in Europe and elsewhere (Final Report)*. Deliverable D 2.2. Contract number 384 340 "Determination of forest fire causes and harmonisation for reporting them". European Commission-JRC, p 71.

Sebastián-López A., Hernando C.L., Planelles R., Buffoni A., Boström C., Alves R., Jappiot M., and San Miguel Ayanz J., 2011. EU-FIRESMART: Forest and land management options to prevent unwanted forest fires. *Wildfire . 5th International Wildland Fire Conference , South Africa*.
<http://www.fire.uni-freiburg.de/southafrica-2011.html>

Smith D.M., 2012. *The Missoula Fire Sciences Laboratory: A 50-year dedication to understanding wildlands and fire*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-270. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 62 p.

Trabaud L., 1980. *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigues du Bas Languedoc*. Thèse Doctorat ès Sciences, USTL, Montpellier, 291 p.

Thibault R., 1866. *Des incendies de forêt en Algérie : De leurs causes et des moyens préventifs et défensifs a leur opposer*. Constantine Librairie Guende Place du Palais; Paris Librairie Guallette 41 rue de Mazarine.73 p.

UNEP/MAP-Plan Bleu 2009. *State of the Environment and Development in the Mediterranean*, UNEP/MAP-Plan Bleu, Athens. 200 p.

Vega Garcia C., Woodard P.M., and Lee B.S., 1993. Geographic and temporal factors that seem to explain human-caused fire occurrence in Withecourt Forest, Alberta. En: *Proceedings of GIS'93 Symposium*, Vancouver, British Columbia : 115-119.

Vega García C., Woodard P.M., Titus SJ., Adamowicz W.L., and Lee B.S., 1995. A logit model for predicting the daily occurrence of human caused forest fires. *International Journal of Wildland Fire* 5 (2) : 101-111.

Vega-García C., Lee B., and Woodard T., 1996. Applying neural network technology to human-caused wildfire occurrence prediction. *AI Applications*. 10, 3 : 9-18.

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

Vélez R., 2000. *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias.* McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.U., Madrid : 1302 p.

Wright J.G., 1932. *Forest-fire hazard research as developed and conducted at the Petawawa Forest Experiment Station.* Can. Dep. Interior, Forest Serv. Forst-Fire Haz. Pap. No. 2. Reprinted as Inform. Rep. FF-X-5, Forest Fire Res. Inst., Can. For. Serv. 1967. Ottawa, Ontario; 63 p.

Wright J.G, 1933. *Forest-fire hazard tables for mixed red and white pine forests.* Can. Dep. Interior, Forest Service, Forest-Fire Haz. Pap. No. 3 Ottawa, Ontario; 18 p.

Wright J.G., 1937. *Preliminary improved Fire Hazard Index Tables for pine forests at Petawawa Forest Experiment Station.* Can. Dep. Mines and Resour., Dom. Forest Service. Ottawa. Ontario ; 42 p.

Wojterski T.W., 1990. Degradation stages of the oak forests in the area of Algiers. *Vegetatio*, 87 : 135-143.

Xanthopoulos G., Caballero D., Galante M., Alexandrian D., Rigolot E., and Marzano R., 2006. Forest Fuels Management in Europe. In: Andrews, P.L, Butler, B.W. (Eds.) *Proceedings of the Conference on "Fuels Management—How to Measure Success"*, March 28-30, 2006, Portland, Oregon, USA. USDA Forest Services, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO. RMRS-P-41, pp. 29-46.

Yousfi D., Zebbar Z. E., Kebir L. W., et Messaadi I., 2005. Inventaire des feux de forêt dans le nord de l'Algérie par utilisation des données satellite Alsat 1 (résumé). *Workshop International Télédétection et Systèmes d'Information Géographique "Information Spatiale et Développement Durable"*. 14 au 16 novembre 2005, Rabat, Maroc.

Zekri N., and Clerc J.P., 2001. Statistical and dynamical study of disease propagation in a small world network. *Phys. Rev. E* 64 056115.

Zekri N., Porterie B., Clerc J.P., and Loraud J.C, 2005. Propagation in a 2D weighted local small world network, *Phys. Rev. E* 71, 046121(1-5).

Zekri N., Porterie B., Clerc J.P., and Loraud J.C, 2005. Loraud, Simulation de feux réels sur un réseau de «Petit Monde», *JITH 2005, Journées Internationales de Thermique 2005*, Tanger.

Zouadia H., 2006. *Bilan des incendies de forêts dans l'Est algériens : cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk Ahras.* Mémoire de Magistère, Université de Constantine, Alger 155 p.

CHAPITRE III - DEMARCHE METHODOLOGIQUE

La multiplicité des outils de recherche employés dans ce travail de thèse, nous amène à les commenter ici en détail.

L'étude des différentes échelles géographiques constitue un angle d'approche indispensable de l'objet incendie de forêt. En effet, la perception du phénomène par les acteurs s'effectue à différentes échelles géographiques.

1. Cadre géographique

Plusieurs sites d'étude (différentes échelles d'unités territoriales, du national au local) ont été choisis pour la démarche de recherche.

L'étude traite des données au niveau national (pays) pour les chapitres 4, 8 et 9 ; le niveau de wilaya (Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes) pour les chapitres 5 et 7 et 8 et du niveau local (baladia) pour le chapitre 6 et 8. Cette progression suit le critère des NUTS¹ adopté par l'UE, pour d'éventuelles comparaisons.

1.1. Les wilayas du nord : un territoire sensible aux incendies de forêt (Site d'étude 1)

Avec 2,4 millions de km² de superficie, l'Algérie longe d'Est en Ouest la Méditerranée sur 1.200 km et s'enfonce du Nord au Sud sur plus de 2.000 km. Cet important espace abrite de grands ensembles géographiques (montagnes, hauts-plateaux, plaines fertiles et surtout le désert qui, à lui seul, occupe près de 80 % de la superficie totale). Elle compte seulement 1,76 % de terres forestières localisées en particulier dans la partie nord du pays (MADR, 2004).

Malgré sa réputation de pays méditerranéen, les zones du territoire qui reçoivent plus de 400 mm de pluie par an se limitent à une étroite bande d'un maximum de 150 km de profondeur à partir du littoral (figure 16).

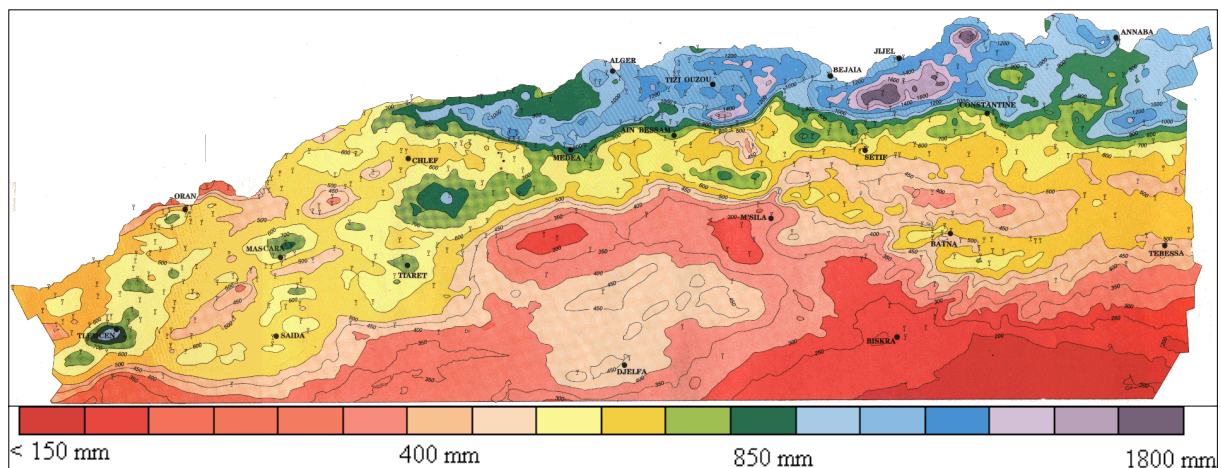


Figure 16. Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord (ANRH, 1993).

¹ NUTS : La Commission Européenne a subdivisé les pays de l'Espace Economique Européen (EEE) en régions appelées aussi « NUTS » (Nomenclature d'unités territoriales statistiques). Ces unités territoriales sont définies uniquement pour les besoins statistiques et ne constituent pas forcément des unités administratives officielles, mais souvent des groupements de ces unités administratives, en fonction de leur population résidente moyenne dans le pays correspondant (EC, 2003).

En Algérie, les conditions physiques des sols, ainsi que celles géomorphologiques, hydro-climatiques et socio-économiques, sont toutes favorables à l'accélération du processus de l'érosion. Une étude cartographique réalisée par l'Administration Forestière en 2009 a permis d'évaluer la sensibilité de ces terres à la désertification (figure 17) :

- La partie septentrionale non désertique couvrant 38 millions d'hectares (soit 16 % de la surface du pays) est gravement menacée.
- En particulier, les régions de bioclimats aride et semi-aride qui s'étendent au nord du Sahara sur 20 millions d'hectares (soit plus de 52 % de l'Algérie du Nord) sont menacées par une désertification accélérée.
- Un quart des terres de montagne est dégradé et peu couverte, ce qui comporte un risque permanent d'érosion.
- Près de 85 % de la surface totale des terres cultivables est soumise à une dégradation élevée intéressant 6 millions d'hectares (Saïdi, 1991).

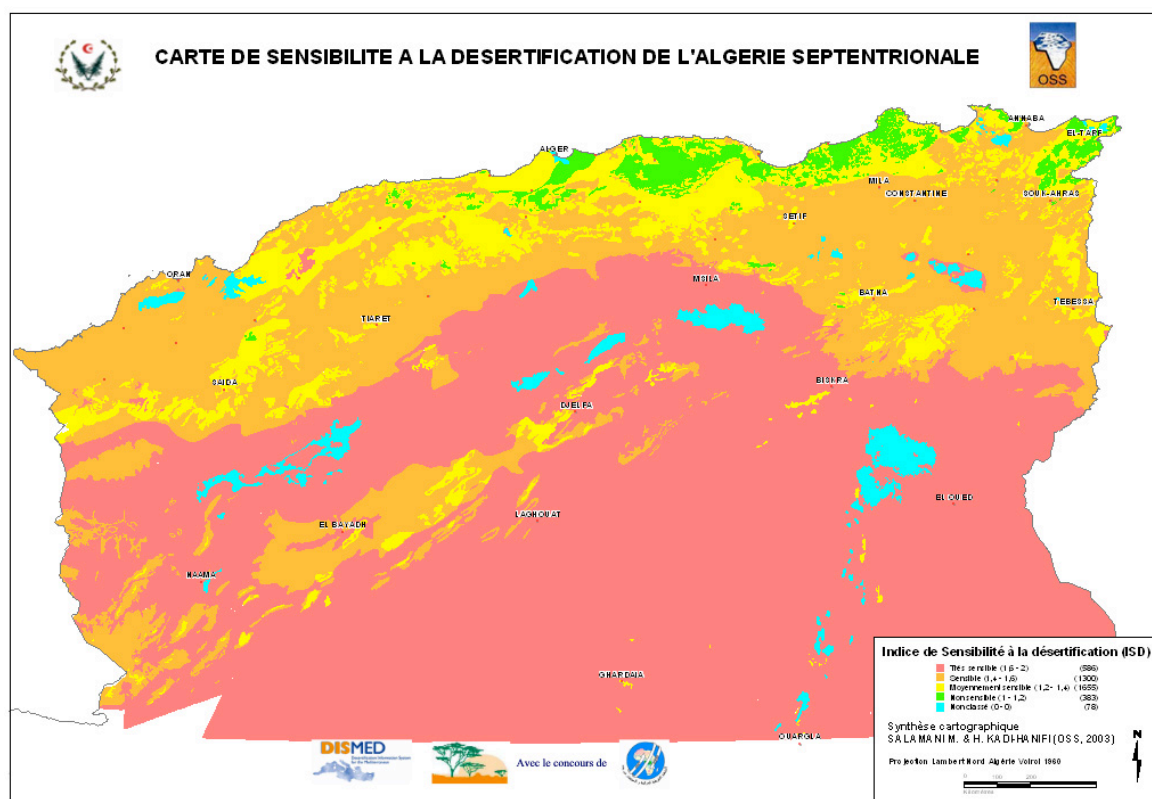


Figure 17. Carte de synthèse de la sensibilité à la désertification.

La population algérienne est estimée par l'ONS (2012) à 37,1 millions d'habitants (34,5 millions d'habitants au RGPH de 2008). Cependant, l'espace algérien est caractérisé par un très fort indice de concentration de la population. Près de 90 % de la population est concentré sur les 12 % de la partie nord du territoire (figure 18), d'où une densité moyenne de 245 habitants au km². Cette densité est réduite à moins de 1 habitant au km² dans la région du Grand Sud contre une moyenne nationale de 13 habitants au km² (Moulai, 2008).

L'autre tendance préoccupante est la croissance incontrôlée de la frange urbaine de la population. Alors que le secteur urbain ne comptait que 12 % de la population algérienne en 1960, il représente plus de 60 % en 2008. La population urbaine a été multipliée par cinq au cours des quatre dernières décennies (Moulai, 2008). La densité la plus élevée correspond à la

zone littorale, où la demande d'espace pour les nouvelles infrastructures urbaines (littoralisation) est très poussée (figure 19) (UNEP/MAP, 2001, 2008, 2009).

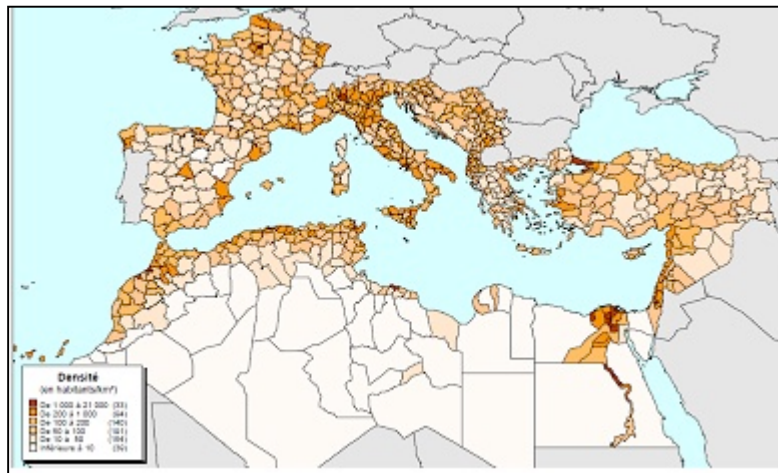


Figure 18. Densité de population dans les régions méditerranéennes (UNEP/MAP, 2001).

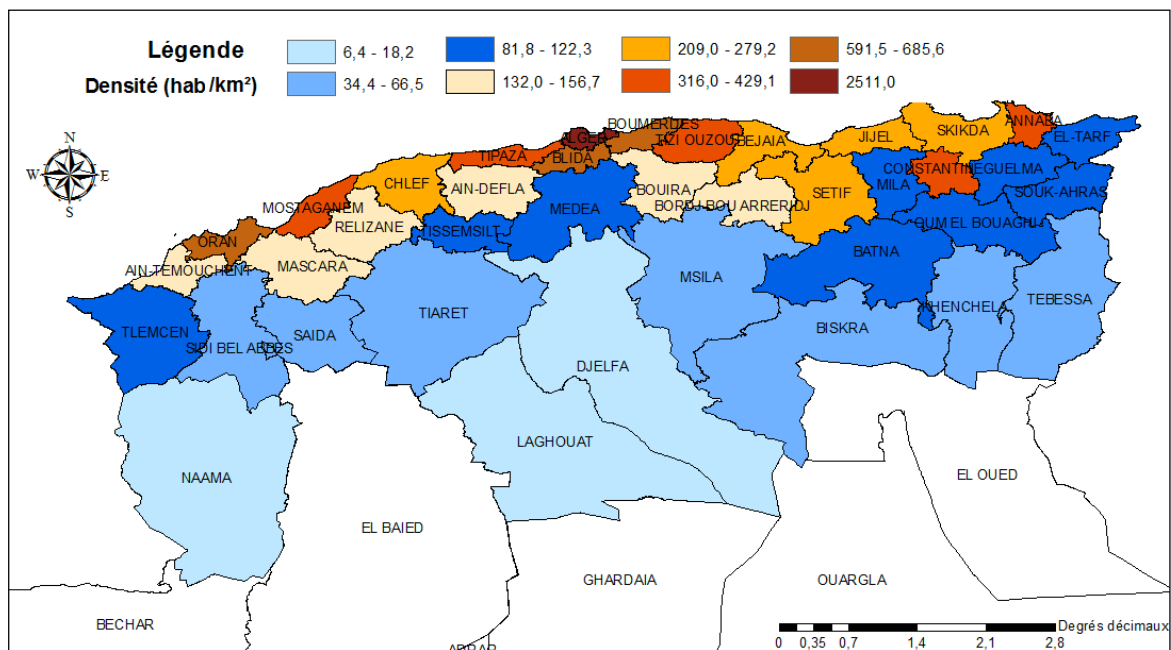


Figure 19. Carte de la densité de population (Les 40 wilayas du nord sensibles aux incendies, données ONS) (Meddour-Sahar, 2014).

La forêt algérienne est de type méditerranéen. Elle couvrait, il y a deux siècles, près de 5 millions d'hectares (Bensouiah, 2004). Le patrimoine forestier actuel couvre une superficie de 4.115.908 ha, dont 2.413.090 sont constitués de forêts dégradées (maquis et garrigues). Les forêts proprement dites (forêts) couvrent seulement 1.702.818 ha (soit 42% du total des formations forestières) (BNEDER, 2009). La surface est très modeste par rapport à la surface totale du pays, correspondant à un taux de boisement de 1,76 %, et elle est concentrée dans la partie Nord, qui avec les terres cultivées et les pâturages, représente la seule partie du Pays

avec un couvert végétal tangible. Cette couverture forestière est nettement insuffisante, compte tenu du taux moyen mondial qui est de 18 à 22 % (Aafi, 2007). En matière de statut juridique, la forêt algérienne est essentiellement domaniale, avec 82 % de la superficie forestière totale (Bensouiah, 2004).

Sur la figure 20 est reportée la variation de l'indice NDVI², qui permet de mesurer l'activité physiologique des plantes par le biais des valeurs de réflectance relevées par le radiomètre AVHRR du satellite NOAA ; les valeurs proche du 0 indiquent un manque total de réponse radiométrique par la chlorophylle et donc de couvert végétal (Rouse *et al.*, 1974).

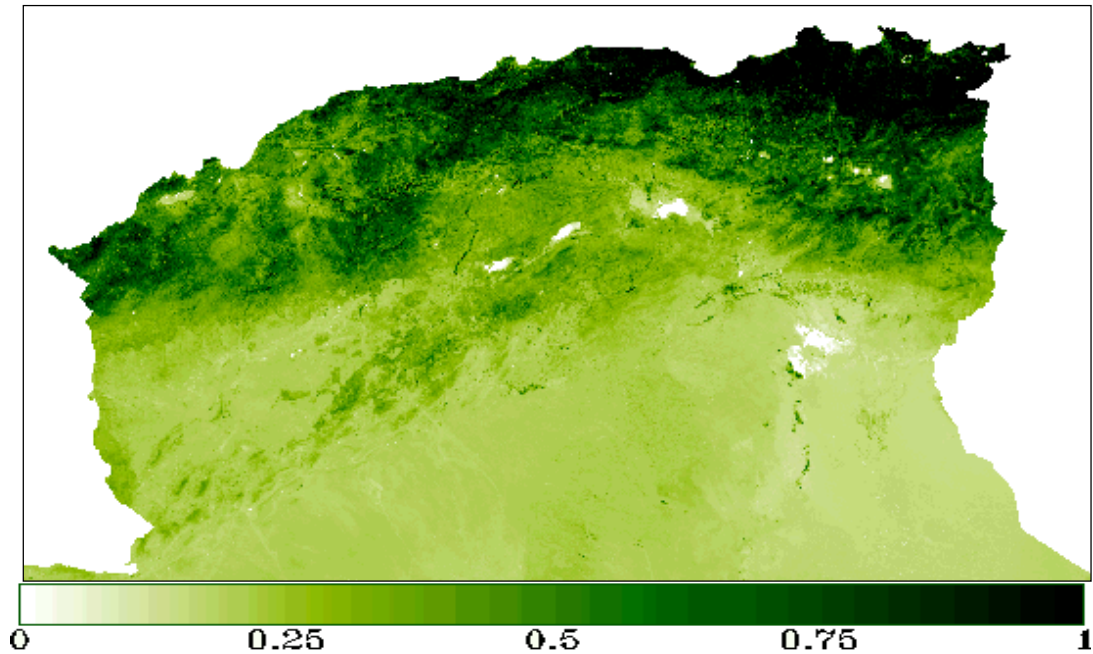


Figure 20. Cartographie de l'indice de végétation en 2004 (Benslimane *et al.*, 2008). Les valeurs maximales du NDVI (0,75-1) sont limitées à la partie nord du pays et traduisent la faiblesse du couvert végétal en Algérie.

1.2. Le Nord-Centre Algérien : une forêt anthropisée (Site d'étude 2)

Le choix des wilayas de (Tizi Ouzou, Bouira, Boumerdes) est raisonné par la forte présence humaine enclavée dans les massifs forestiers, avec un taux de boisement important et un relief accidenté. A cette forte présence humaine, on attribue un grand nombre de départs de feu.

La zone d'étude 2 se situe dans une tranche altitudinale remarquable, qui varie 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

²NDVI est élaboré à partir de la différence entre la réflectance de la végétation fournie par le capteur AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) du satellite NOAA, dans le proche infrarouge (canal 2 : 0,73-1,1 μm) et de celle obtenue dans le rouge (canal 1 : 0,55-0,68 μm), divisée par la somme de ces deux mêmes réflectances. Le résultat d'un NDVI prend la forme d'une nouvelle image, la valeur de chaque pixel étant comprise entre 0 (sol nu) et 1 (couvert végétal maximal). L'analyse de la palette de nuances s'étendant entre ces valeurs extrêmes (très peu fréquentes) renseigne l'observateur sur la densité de couvert et la quantité de biomasse verte (Hountondji *et al.*, 2004).

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 période prolongée et extrême de sécheresse, axée sur la période chaude et imposant à la végétation et au combustible en place un stress hydrique de durée variable (Daget *et al.*, 1988 ; Quézel et Médail, 2003 ; Le Houérou, 2004 ; Meddour, 2010). Cela favorise l'inflammabilité des végétaux combustibles en cas d'incendie et une rapide propagation du feu.

1.2.1. Les facteurs climatiques

Dans son ensemble, ce territoire reçoit beaucoup de précipitations, les moyennes annuelles dépassent 500-600 mm partout et plus de 1.000-1.100 mm sur les hauts reliefs, dont les versants sont bien exposés aux vents humides (Meddour, 2010).

La distribution mensuelle des pluies divise l'année en deux périodes distinctes :

- une période humide qui s'étend d'octobre à mai, période au cours de laquelle on enregistre plus de 90 % de la pluviométrie annuelle moyenne. Les précipitations se concentrent durant le semestre froid, entre novembre et avril dans tout le territoire de la zone d'étude. Le mois le plus arrosé est surtout janvier.

- une période sèche qui s'étale du mois de juin au mois de septembre, période au cours de laquelle on enregistre entre 3 et 10 % de la pluviométrie annuelle moyenne (500-600 mm). Le minimum pluviométrique estival est accentué partout en juillet-août, même dans la zone la plus arrosée. Les précipitations moyennes mensuelles de juillet, mois le plus sec, oscillent entre 1-3 mm.

Dans toutes les stations, la température moyenne mensuelle est supérieure à 20 °C pendant 4 mois par an (de juin à septembre). Le mois de septembre est généralement plus chaud que celui de juin. Certaines localités, comme Tizi Ouzou, Dellys et Issers connaissent même un cinquième mois chaud, celui d'octobre.

La température moyenne du mois le plus chaud est enregistrée presque partout en août, sauf à Bouira et Ain Bessam (en juillet). La température moyenne du mois le plus froid est toujours enregistrée en janvier, elle varie de 8 à 13 °C.

La prise en considération simultanée des pluies et des températures permettent d'identifier sur le climagramme de Bagnouls et Gausse une saison sèche qui est variable selon les stations de 3 à 5 mois (figure 21). Cette période de xéricité étalée au-delà de la période estivale, conjuguée à des valeurs très réduites d'humidité relative de l'air, représentent des causes prédisposantes des incendies.

A l'exception du versant sud semi-aride du Djurdjura, dans la wilaya de Bouira, le bioclimat de la zone d'étude est de type subhumide à humide selon la classification d'Emberger (1955).

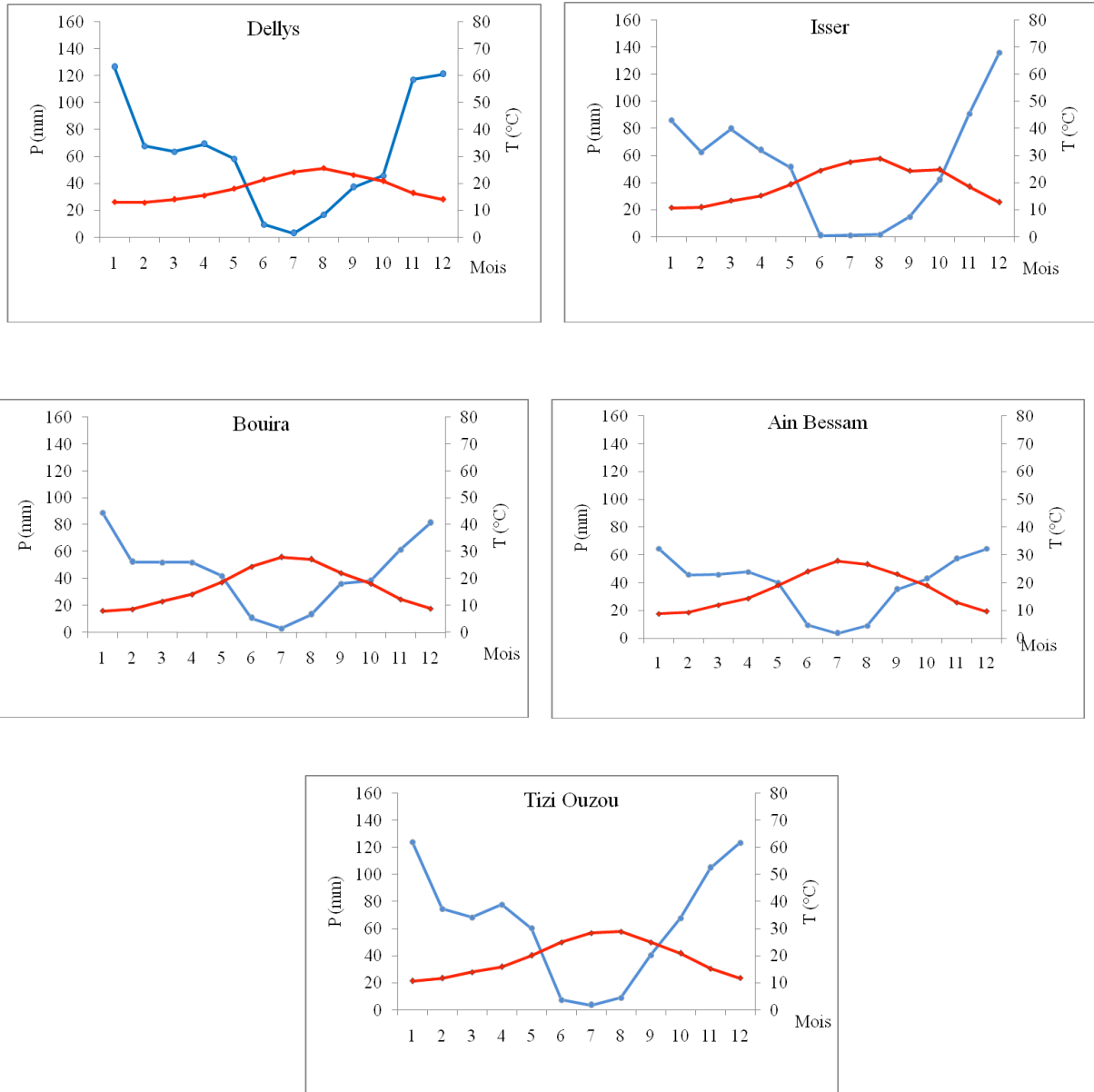


Figure 21. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen des stations de Bouira, Ain Bessem, Delys et Isser (1995-2010) et de Tizi Ouzou (1989-2010) (Meddour-Sahar, 2014).

1.2.2. L'occupation des terres

L'occupation des terres de la région d'étude se présente comme suit (figure 22 a, b et c):

- les terres forestières (forêts, maquis et reboisements) occupent une superficie totale de 183.467 ha (tableau 4), correspondant à un taux de boisement de 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 % ;
- les terres à alfa (*Stipa tenacissima*) occupent une superficie totale de 28.971 ha, correspondant à un taux de 3,2 % de la superficie totale de la zone d'étude, et se situent dans le sud de la wilaya de Bouira.

Tableau 4. Répartition des terres forestières (BNEDER, 2009)

Formations forestières	Surface (ha)	Taux (%)
Forêt	126.098	68,73
Reboisement	3.711	2,02
Maquis arboré	22.380	12,20
Maquis	31.278	17,05
Total	183.467	100

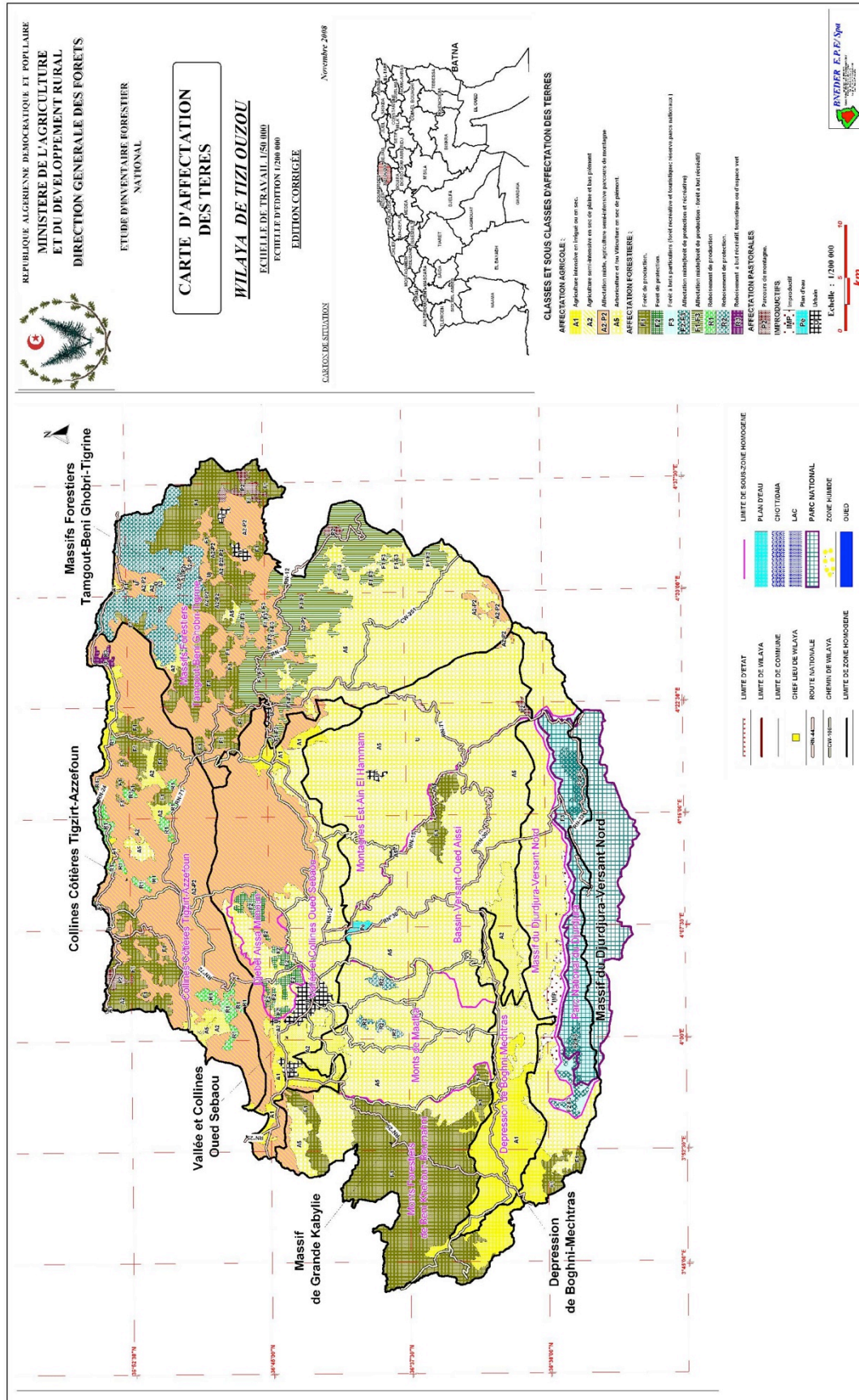


Figure 22.1. Carte de l'affectation des terres dans la wilaya de Tizi Ouzou (BNEDEP, 2009)

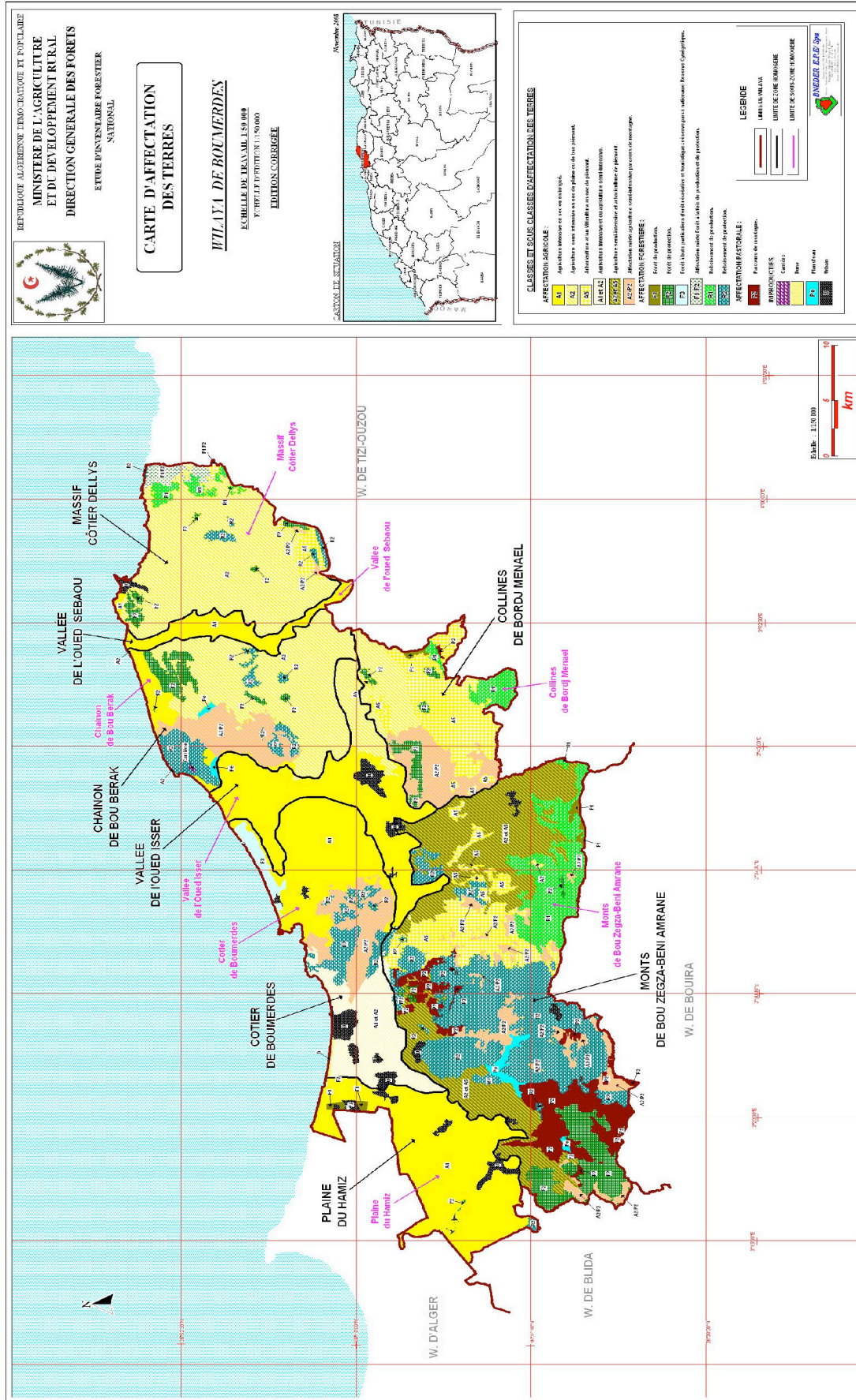


Figure 22.3. Carte de l'affectation des terres dans la wilaya de Boumerdes (BNEDER, 2009)

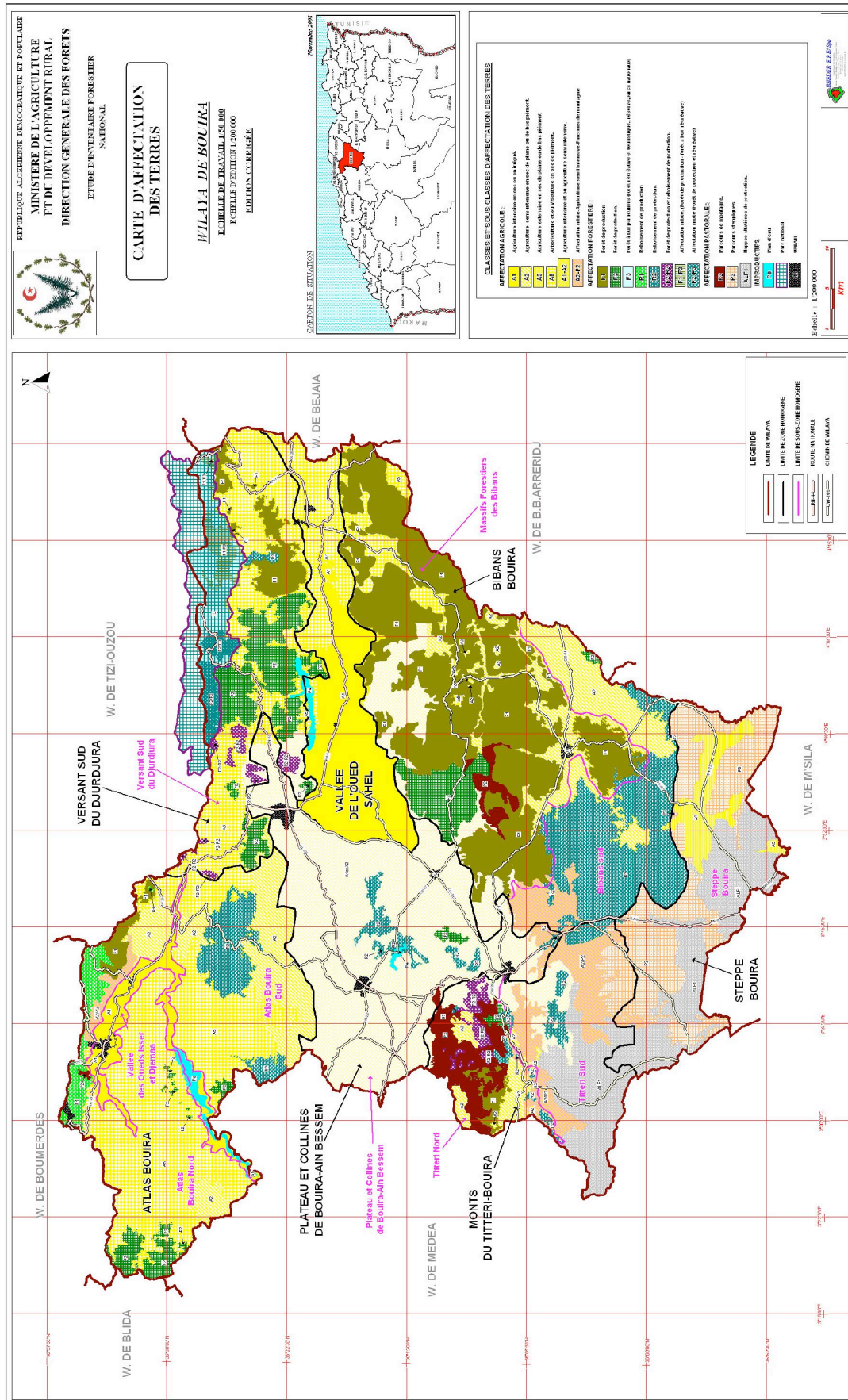


Figure 22.2. Carte de l'affectation des terres dans la wilaya de Bouira (BNEDER, 2009)

1.3. Communes de Haizer, Ain Zaouïa et Mizrana : une forêt en dégradation avancée (Site d'étude 3)

Notre choix est raisonné par le fait que les villages ciblés dans cette étude sont enclavés dans des massifs forestiers et que les forêts domaniales de Haizer (commune de Haizer), Boumahni (commune d'Ain Zaouïa) et Mizrana (commune de Mizrana) subissent une grande pression humaine, puisque la population est en contact permanent avec la forêt et vit de ses ressources naturelles. On a choisi ces communes comme territoire-laboratoire, en considérant qu'il serait intéressant d'analyser l'expérience acquise par les des riverains.

Les stations³ d'étude se trouvent sur le territoire des wilayas de Tizi Ouzou pour les communes d'Ain Zaouïa et Mizrana et de Bouira pour la commune de Haizer (de part et d'autre du massif du Djurdjura) (figure 50, chapitre 6); dans chaque commune, 3 villages ont été retenus pour l'étude.

La commune de Mizrana est située dans la partie Nord de la wilaya de Tizi Ouzou, elle comporte 28 villages et s'étend sur une superficie de 5.784 ha. La population est de 9.488 habitants, avec une densité de 168 habitants au Km². Les villages retenus pour l'étude sont Azroubar, Ouatouba, Tamazirt Ourabah.

La commune d'Ain Zaouïa est située dans la partie sud-ouest de la wilaya de Tizi Ouzou, elle comporte 29 villages et s'étend sur une superficie de 5.689 ha, avec une forte densité de 305 habitants au Km². Les villages retenus pour l'étude sont Adbagh, Ait Amar Moh, Igharviyen.

La commune de Haizer est située dans la partie Nord-Est de la wilaya de Bouira, elle comporte 21 villages et s'étend sur une superficie de 8.900 ha, avec une densité de 206 habitants au Km². Les villages retenus pour l'étude sont Guentour, El Mahsar, Slim.

2. Méthodes et outils

Ce paragraphe a pour objectif d'exposer les principales méthodes d'étude mises en œuvre dans cette étude et les outils utilisés. Ceci permettra de répondre à nos hypothèses de travail sur l'analyse des causes des incendies et l'identification des zones les plus sensibles aux incendies de forêt (zones rouges) et ainsi que les points faibles pouvant nuire à une gestion appropriée des forêts vis-à-vis des incendies afin de renforcer la prévention.

2.1. Données statistiques

2.1.1. Analyse descriptive

La démarche statistique comporte deux aspects : l'aspect descriptif ou exploratoire et l'aspect inférentiel ou décisionnel. Le but de la statistique descriptive ou exploratoire est de résumer, synthétiser, structurer l'information contenue dans les données. Elle utilise pour cela des

³ Station d'étude : pour plus de détail sur le site 3, se référer au chapitre 6

représentations de données sous forme de tableaux, de graphiques et d'indicateurs numériques.

C'est cette méthode exploratoire, qui nous paraît tout à fait adéquate dans le cadre de l'étude des incendies de forêts, que nous avons adoptée dans la suite de ce travail. Le phénomène ne peut être étudié qu'à partir du message écrit par les forestiers pour chaque incendie sur lesquels ils interviennent (Figure 23).

Le « message 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. Le message est ensuite transmis à la Conservation des Forêts puis à la DGF. L'ensemble des messages constitue la source première d'information sur les incendies du pays comme partout dans le monde.

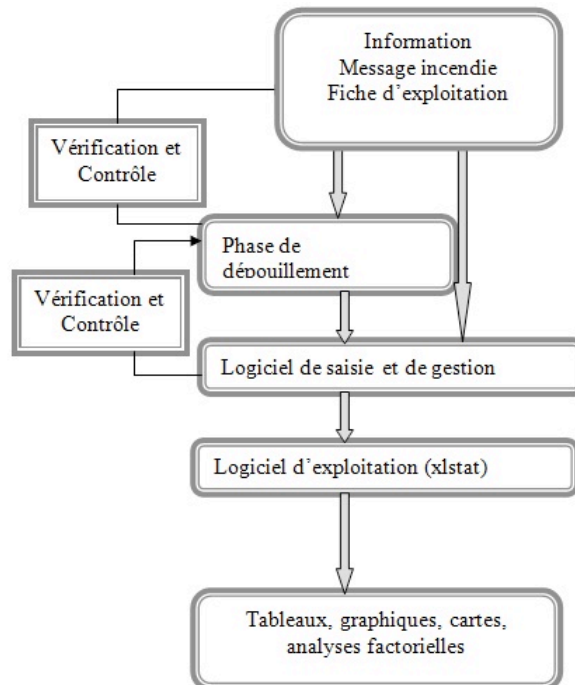


Figure 23. Chaîne de collecte et de traitement des données

Les données sur les feux de forêts figurant sur les rapports d'incendie, après leur exploitation systématique, fournissent des synthèses très intéressantes, tout en faisant appel à des méthodes informatisées (analyse des données, création d'une base de données, etc.).

L'outil statistique apporte une aide sur le bilan de la connaissance, en fournissant des données brutes, dont la qualité doit permettre la description, l'identification, la quantification et la compréhension de ces phénomènes, par l'analyse de leurs mécanismes et de leurs causes. Cela permet d'affirmer la stratégie à mener, dans la mesure où cette connaissance étudiée peut améliorer le choix des solutions techniques et l'affectation thématique ou géographique des moyens matériels et financiers (Van Effenterre, 1990).

Un des avantages considérables d'une analyse de données bien conçue, même si elle est relativement simple, réside dans la possibilité d'affiner et d'approfondir la compréhension du processus que nous croyions déjà connaître, en l'occurrence celui des incendies de forêts (Woodcock, 1995).

Les données recueillies sur les feux de forêts ont été classées selon le temps, l'espace, le type de végétation et leur surface. Elles sont saisies sur ordinateur afin d'être analysées et leur gestion est faite à l'aide du tableur Excel® 2007, qui est largement suffisant pour le calcul de moyennes et de pourcentages, du coefficient de variation, du coefficient de corrélation linéaire et plusieurs autres fonctions statistiques (équation de régression), ainsi que pour la création de divers graphiques.

Cette approche permettra de situer le problème dans le temps est donc de répondre à notre problématique de départ : Qu'est-ce qui brûle ? Quand se produisent les incendies ? etc.

2.1.2. Analyse multivariée

Afin de mieux comprendre le phénomène complexe des feux de forêts, on a eu recours à des traitements multifactoriels plus élaborés, telle que l'analyse factorielle des correspondances (AFC), pour croiser plusieurs types d'information (voir chapitre 6). On a utilisé pour cela les logiciels XLSTAT® et SphinxPlus²-V5.

L'AFC permettra de synthétiser l'énorme ensemble des données (40.200 données) recueillies dans les 9 villages ciblés avec les 300 personnes sondées (chapitre 6).

L'AFC peut en effet, sur différents types de données, décrire la dépendance ou la correspondance entre deux ensembles de caractères constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence et jouant un rôle symétrique (Dervin, 1988). L'AFC vise à rassembler en un ou plusieurs graphes (généralement moins de 4, et très souvent un seul), la plus grande partie de l'information contenue dans le tableau, en s'attachant, non pas aux valeurs absolues, mais aux correspondances entre les caractères, c'est-à-dire aux valeurs relatives (De Lagarde, 1983 ; Benzecri et Benzecri, 1984).

2.2. Risque d'incendie et statistique

2.2.1 Définition

De nombreuses définitions du risque d'incendie existent (Camia *et al.*, 2004). Dans la pratique, risque et aléa sont fréquemment confondus. Backmann et Allgöwer (2001), dans une synthèse bibliographique sur la terminologie employée en matière de feux de forêt, indiquent que l'emploi inapproprié des termes, comme aléa, danger, risque, peut occasionner des incompréhensions ayant des conséquences fatales, particulièrement dans le cas d'une application à une prise de décision. Malgré un effort de clarification de la définition du risque d'incendie (Marzano *et al.*, 2006), il existe toujours de nombreuses définitions à la fois pour l'aléa (*hazard*) et pour le risque (*risk*) (Hardy, 2005 ; Camia *et al.*, 2004).

Le risque d'incendie recouvre ainsi :

- L'aléa qui est la « probabilité qu'un phénomène naturel d'intensité donnée se produise en un lieu donné » (Blanchi *et al.*, 2002 ; Bachmann et Allgower, 2001).
- La vulnérabilité qui est le degré de perte d'un élément donné, ou d'un ensemble d'éléments, engendré par un phénomène donné d'un niveau d'intensité donné (Wilson *et*

al., 2005). Elle correspond ainsi aux « conséquences prévisibles d'un phénomène naturel d'intensité donnée sur les enjeux présents » (Jappiot *et al.*, 2000).

Blanchi *et al.*, (2002) proposent de définir chacune de ces deux composantes en éléments imbriqués du risque appliqué à l'incendie de forêt (tableau 5). Comme l'aléa et la vulnérabilité sont distribués spatialement, le risque est de fait, de nature spatiale et son évaluation doit prendre en compte à la fois le degré de risque et ses variations spatiales (Chen *et al.*, 2003).

Tableau 5. Définition du risque d'incendie (d'après Blanchi *et al.*, 2002)

RISQUE					
Aléa				Vulnérabilité	
Occurrence		Intensité		Enjeu	Parade
Probabilité d'éclosion	Probabilité d'incendie	Surface Menacée	Intensité de l'incendie		

Dans le cas de l'incendie, comme l'illustre le tableau 5, l'aléa est donc lui-même fonction de deux éléments : l'*occurrence* qui se caractérise par une probabilité d'éclosion et une probabilité d'incendie (probabilité qu'un incendie se propage en un lieu donné) et l'*intensité*. Ces deux éléments dépendent des facteurs naturels et anthropiques qui conditionnent le développement du phénomène.

La vulnérabilité est fonction de deux éléments : les *enjeux* et les *parades* (Blanchi *et al.*, 2002). Les enjeux sont les personnes, les biens, les activités qui peuvent être affectés par l'incendie, les parades sont les moyens mis en œuvre pour diminuer les dommages comme les actions de prévention (débroussaillage, coupure de combustible) ou les plans de lutte. Coburn *et al.*, (1994) insistent sur le fait que la distinction entre cette définition de la vulnérabilité et celle du risque est importante parce que le risque combine les pertes attendues pour tous les niveaux d'intensité du phénomène, tout en prenant en compte la probabilité d'occurrence du phénomène (Lampin-Maillet, 2009).

2.2.2. Evaluation du risque

Les premiers modèles de risque étaient basés sur la distribution binomiale et la distribution de Poisson, convenant pour des événements rares, puis sur les techniques de régression, la régression logistique principalement (Pérez et Lorenzo, 1995). Plusieurs auteurs ont utilisé cette technique pour obtenir des modèles prédictifs de déclenchement d'un incendie au niveau régional (Chuvieco *et al.*, 1999 ; Martinez *et al.*, 2004), local (Martin *et al.*, 2002 ; Pew *et al.*, 2001). D'autres études utilisent cette technique pour prédire la survenue quotidienne (Martell *et al.*, (1985, 1987); Loftsgaarden et Andrews (1992), Martin *et al.*, (2002)., Vega-Garcia *et al.*, (1995).

En général, les techniques d'évaluation du risque (Chuvieco, 2003) se développent selon les concepts suivants :

- L'évaluation des risques des catastrophes naturelles ou causées par l'homme devrait examiner la probabilité d'un danger de se produire (tornade, tremblement de terre, feu, éruption des volcans, etc.), et la vulnérabilité des zones susceptibles d'être touchées.

- A long terme, l'évaluation des dangers d'incendie se réfère à l'intégration des variables les plus stables, qui ont une incidence sur le déclenchement d'un incendie et/ou la propagation du feu.
- Les variables de risque les plus critiques sont les facteurs climatiques, la structure et la charge du combustible, les caractéristiques du terrain (topographie, pente, exposition, altitude) et les activités humaines (utilisation des terres, pratiques de loisirs...).

En supposant que les variables à inclure dans un indice global de danger sont déjà générées, le problème le plus critique est de mettre en place des critères cohérents pour bien combiner ces variables. L'intégration des variables de danger dans un seul indice de risque peut être réalisée par différentes techniques (Chuvieco, 2003):

- a) les modèles qualitatifs, où les poids arbitraires sont basés sur le jugement d'un expert;
- b) les indices quantitatifs, sur la base de l'évaluation multicritère ou des méthodes d'enquête ;
- c) les techniques de régression, où les méthodes d'estimation statistique sont utilisées pour expliquer l'occurrence des incendies ;
- d) les réseaux de neurones, conceptuellement similaires au modèle de régression ;
- e) les modèles physiques, fondés sur des bases météorologiques ou sur des modèles de propagation d'incendie.

L'un des objectifs de notre recherche est de montrer comment l'analyse et l'interprétation des statistiques relatives à un grand nombre d'incendies peuvent servir de base à la planification et à la prise de décision. En matière de prévention et de prévision, il s'agit de répondre à la question suivante : quels sont les secteurs prioritaires, compte tenu de la gravité du risque d'incendie ?

Les méthodes d'analyse spatiale ont été particulièrement exploitées dans nos travaux de recherche avec, en particulier, les Systèmes d'Information Géographique (ArcGIS© version 9.2) pour la réalisation de différentes cartes thématiques des risques incendie de forêt et l'infrastructure de DFCI (cf. chapitres 4, 5 et 8). La cartographie thématique du risque permettra de situer les territoires qui sont affectés par les incendies.

2.3. L'enquête qualitative et quantitative

Nous utiliserons également tout au long de cette étude des enquêtes quantitatives (par questionnaire) et qualitatives (par entretien), qui sont le meilleur moyen d'obtenir des informations sur un aspect particulier (Bellefontaine *et al.*, 1997), quand les statistiques nationales ou locales ne sont pas disponibles ou peu fiables.

Ces enquêtes permettront de répondre à nos questionnements sur les causes des feux de forêt en Algérie, sur les cadres législatifs et institutionnels dans lesquels s'inscrivent les politiques de protection des forêts.

L'enquête est une méthode d'obtention d'informations au service d'un ou de plusieurs objectifs, qui comporte trois phases principales (Aktouf, 1987 ; Javeau, 1988 ; De Singly, 1992 ; Berthier, 2002): la conception, la réalisation et l'analyse. Elle comporte des contraintes classiques: fournir le maximum d'informations de qualité dans des délais minimaux et au moindre coût.

« L'enquête scientifique ne cherche pas, en effet, à produire le chiffre qui parle de lui-même, elle veut avant tout rendre compte d'une activité ou d'une opinion en dévoilant les facteurs qui influent sur celle-ci » (De Singly, 1992, p.15).

2.3.1. La conception de l'enquête

Il s'agit, au regard d'un objectif donné, de définir l'information que l'on recherche, le niveau de précision acceptable, la nature et l'unité d'observation, la population ou la sous-population concernée, les variables et les caractères explicatifs associés à l'objectif principal, et le contexte dans lequel on va opérer.

Très souvent, on est d'ailleurs conduit à procéder à des pré-enquêtes, à confronter certaines options, à tester des démarches et/ou hypothèses.

2.3.2. Les bases de réalisation de l'enquête

La réalisation comporte de nombreux préalables qui relèvent de la théorie des enquêtes et des sondages, qui sont attachés à la spécificité du cas étudié (Pinto et Grawitz, 1969 ; Blanchet et Gotman, 1992 ; Ardilly, 1994 ; Lefèvre et Nourry, 2006 ; Schneider, 2004).

- a) *L'enquête par entretien ou interview* : c'est certainement la technique la plus couramment employée. Elle s'organise souvent autour d'un guide d'entretien entre un enquêteur et une personne ou un groupe de personnes.

Selon De Ketele et Roegiers (1996), Deslauriers (1987) et Blanchet et al. (1992), les différents types d'interviews sont :

- l'interview dirigée : la personne interviewée répond à des questions préparées et planifiées dans un ordre déterminé ;
- l'interview semi-dirigée où l'intervieweur prévoit quelques questions à poser en guise de point de repère ;
- l'interview libre : où l'enquêteur s'abstient de poser des questions visant à réorienter l'entretien.

La conduite d'entretien est une technique dont les objectifs sont souvent distincts de ceux des enquêtes plus formalisées. On l'utilise plus facilement pour obtenir des informations d'ordre qualitatif et elle peut être complémentaire de l'enquête par questionnaire. Elle demande avant tout une *expérience plus pointue du praticien pour être efficiente* et suppose beaucoup de temps et une population enquêtée plus restreinte. Certaines informations particulièrement complexes sont plutôt recherchées avec ce type d'entretien (Rosental et Murphy, 2001 ; Paille et Mucchielli, 2003 ; Duchesne et Haegel, 2004), qui permet de laisser les personnes interrogées s'exprimer plus librement et donc de mieux respecter leurs cadres de pensée, leur argumentaire et leur vocabulaire.

L'interview peut ne pas être individuelle, elle peut être aussi de groupe (ex : le *focus group discussing*)⁴ et les objectifs visés peuvent être très divers.

- b) *L'enquête par questionnaire* : elle comprend un ensemble de questions articulées entre elles, adressé à une même unité statistique et le plus souvent à un même niveau d'observation. La réalisation d'un questionnaire est un travail particulièrement délicat, car de sa structure dépend en grande partie la qualité de l'information recueillie et la facilité du traitement associé. Différentes techniques peuvent être utilisées dans un questionnaire. La première distinction courante est faite entre questions de type ouvert ou fermé. Dans le premier cas, l'interrogé est libre de sa réponse, dans le second, il a le

⁴Le *focus group discussing* est une technique d'entretien de groupe, un « groupe d'expression », qui permet de collecter des informations sur un sujet ciblé (Krueger, 2002).

choix entre plusieurs réponses prédéfinies. En dehors de ces deux types classiques, le questionnaire peut être beaucoup plus interactif. On peut être amené à demander à l'interrogé d'effectuer des classements dans des échelles de valeur (par ex. échelle de Likert, échelle sémantique, échelle mathématique ou échelle de Saaty) ou des regroupements entre des propositions (Quivy et Campenhoudt, 1988 ; De Singly, 1992).

« On peut définir les enquêtes quantitatives comme celles qui permettent de recueillir un ensemble d'éléments des informations comparables d'un élément à l'autre. C'est la comparabilité des informations qui permet ensuite le dénombrement et, plus généralement, l'analyse quantitative des données » (Boudon, 2010, 2012).

Dans la partie quatre de la thèse, nous allons aborder l'étude selon une double approche qualitative (entretien semi-dirigé) et quantitative (questionnaire). Nombreux sont les chercheurs (Tarrow, 1996 ; Mucchielli, 2009) qui ont mis en évidence l'utilité d'une approche mixte. Selon Angers (1996), les approches quantitatives et qualitatives sont, en effet, complémentaires et permettent d'établir un regard global, plus complet et riche des phénomènes étudiés (Théberge, 2006).

2.3.3. La réalisation pratique de l'enquête

La phase d'enquête proprement dite est un moment très délicat, puisqu'elle est basée sur une relation d'échange, parfois même de confiance entre enquêteur et enquêtés. Il faut expliquer en quoi cette enquête à un intérêt pour les interrogés, préciser à quoi elle va servir, garantir éventuellement la confidentialité de certaines données, etc. Quelques recommandations élémentaires et souvent de bon sens sont proposées (Dubois et Blaizeau, 1989):

- consacrer suffisamment de temps pour introduire le sujet ;
- enchaîner les questions par emboîtements successifs ;
- procéder par association d'idées ;
- éviter les questions trop longues ou complexes ;
- bien référencer les questions ;
- spécifier à qui s'adresse l'entretien ;
- réfléchir sur le moment et le lieu les plus propices à l'entretien ;
- employer le langage et les idées qui soient compatibles avec le niveau de culture des personnes sondées.

Pour toutes nos enquêtes, nous avons utilisé le logiciel Sphinx Plus²-V5. Le programme aide à organiser toutes les méthodes de collecte, d'analyse quantitative et qualitative.

2. 4. La méthode Delphi

La méthode Delphi, d'après le nom du fameux oracle dans l'ancienne Grèce, est un processus itératif mis au point dans les années 50, en pleine guerre froide, par Olaf Helmer et Norman Dalkey, des experts de la Rand Corporation dans le but de faire des prévisions sur de possibles actions militaires avec des bombes atomiques contre les dépôts de munition de Russie.

C'est un outil prospectif de type quali-quantitatif, consistant en l'agrégation d'opinions d'experts. Il s'agit d'une méthode pour « la sollicitation systématique et la collecte des jugements sur un sujet particulier à travers une série de questionnaires séquentiels conçus avec soin, entrecoupées d'informations synthétisées et un feedback d'opinions tirées des réponses antérieures » (Delbecq et al., 1975).

La méthode Delphi peut être utilisée quand il ya une connaissance incomplète d'un problème ou phénomène (Delbecq et al., 1975 ; Adler et Ziglio, 1996). La méthode peut être appliquée à des problèmes qui ne se prêtent pas à des techniques analytiques précises mais pourraient bénéficier des jugements subjectifs des individus sur une base collective (Adler et Ziglio, 1975 ; Buckley, 1994 ; Grisham, 2009) et de concentrer leur intelligence collective sur le problème en question (Linstone et Turoff, 1975). En outre, la méthode Delphi est utilisée pour enquêter sur ce qui n'existe pas encore (Czinkota et Ronkainen, 1997; Skulmoski et Hartman, 2002). La méthode Delphi est une méthode de recherche mature possédant une grande capacité d'adaptation.

La méthode Delphi est traditionnellement organisée par courrier (Cramer, 1990; Hsu, 2007) ; d'autres variantes de la méthode Delphi peuvent avoir lieu en ligne ou en face à face. Dans ce cas, l'anonymat disparaît, mais on peut le récupérer par le moyen de questionnaires anonymes.

La méthode Delphi utilise un questionnaire construit *ad hoc* faisant appel au jugement intuitif et aux connaissances d'un panel d'experts dispersés géographiquement, servant à faire des prévisions par l'expression d'opinions rationnelles sur des questions, où il n'existe pas de réponse absolue (Linstone et Turoff, 1975 ; Silverman, 1981 ; Lecklitner, 1984 ; Cramer, 1990 ;Skulmoski et al. ,2007).

La méthode Delphi comprend généralement plusieurs étapes (figure 24) :

- la spécification d'un thème ou un sujet objet d'une enquête ;
- la construction d'un questionnaire *ad hoc* pour la collecte des données ;
- la sélection d'un panel d'experts sur le sujet à l'étude ;
- la pondération des opinions des experts par le biais du questionnaire ;
- le résumé des données résultant de l'évaluation initiale;
- la communication des résultats de la pondération initiale des opinions à tous les répondants ;
- une réévaluation de l'avis des répondants, car ils ont été informés et leurs avis peuvent avoir été modifiés par leur connaissance des résultats antérieurs, y compris des commentaires des autres répondants pour soutenir leurs opinions ;
- une analyse, l'interprétation et la présentation des données et la rédaction d'un rapport final.

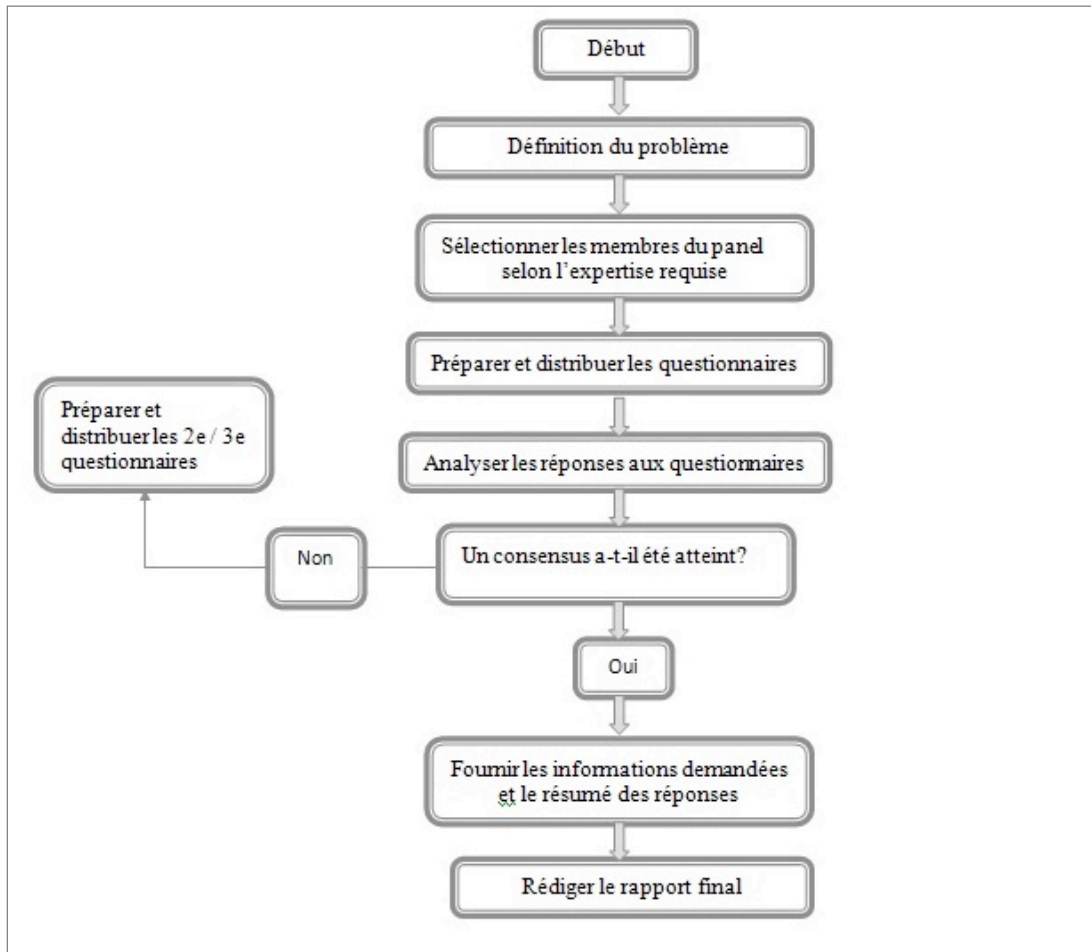


Figure 24. Diagramme du trajet de la méthode Delphi (Slocum, 2005).
Redessiné et traduit par nos soins.

Cette méthode a été utilisée par plusieurs auteurs pour l'étude de la perception par les experts des causes des incendies de forêt (Leone *et al.*, 2000, 2003, 2009 ; Leone et Lovreglio 2003 ; APAS, 2003 ; Dolz Reuss, 2005 ; De Las Heras *et al.*, 2007 ; Lovreglio *et al.*, 2006, 2010). Elle est utilisée pour la première fois dans ce travail pour l'étude des causes des incendies en Algérie.

2. 5. Analyse SWOT

L'analyse **SWOT** (*Strengths– Weaknesses – Opportunities –Threats*) ou **SLOT** (*Strengths – Limitations – Opportunities –Threats*) ou encore **AFOM** (*Atouts – Faiblesses – Opportunités – Menaces*) est un outil d'analyse stratégique. Il combine l'étude des forces et des faiblesses d'une organisation, d'un territoire, d'un secteur, etc., avec celle des opportunités et des menaces de son environnement, afin d'aider à la définition d'une stratégie de développement.

Une analyse SWOT est produite avec l'aide d'une matrice 2x2, dans laquelle on liste avec le maximum possible de détails les quatre catégories des facteurs concernés (figure 25) :

- les forces sont les aspects positifs internes qui contrôlent l'organisation ou le territoire, et sur lesquels on peut bâtir dans le futur ;
- les faiblesses sont les aspects négatifs internes, mais qui sont également contrôlées par l'organisation, et pour lesquelles des marges d'amélioration importantes existent ;

- les opportunités sont les possibilités extérieures positives, dont on peut éventuellement tirer partie, dans le contexte des forces et des faiblesses actuelles ;
- les menaces sont les problèmes, obstacles ou limitations externes, qui peuvent empêcher ou limiter le développement du territoire ou d'un secteur.

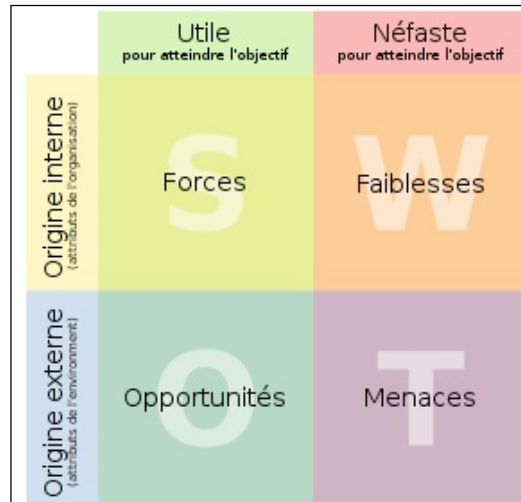


Figure 25. Matrice SWOT

Le but de l'analyse est de prendre en compte dans la stratégie, à la fois les facteurs internes et externes, en maximisant les potentiels des forces et des opportunités et en minimisant les effets des faiblesses et des menaces.

Cette analyse a été utilisée par plusieurs auteurs pour l'étude des politiques des incendies de forêts (Plana, 2005, 2010 ; Aguilar *et al.*, 2009 ; Herrero, 2009 ; FIRESMART, 2011). Dans notre recherche, elle permettra pour la première fois en Algérie de dresser les points faibles et les points forts du secteur des forêts vis-à-vis des incendies, ainsi que les opportunités et les menaces qui pèsent sur ce dernier.

2. 6. Le brainstorming et brainwriting

La technique du *brainstorming* (*remue méninges*) a été conçue en 1935 par Alex Osborn, comme méthode de réunion de groupe pour trouver un nombre important d'idées publicitaires et promotionnelles. Le brainstorming permet de créer de nouvelles idées, résoudre les problèmes, motiver et développer les équipes.

Le processus de brainstorming est suffisamment codifié dans ses pas essentiels comme suit :

- sélection d'un "facilitateur" dont la tâche est d'organiser et gérer la rencontre ;
- allouer un délai raisonnable pour la réunion ;
- veiller à ce que tout le monde présent dans la réunion participe ;
- écrire toutes les pensées et toutes les notes de la session ;
- assurer le suivi dans le temps ;
- assurer que le groupe exprime des idées ;
- après délai, recueillir et condenser les idées ;
- avec le groupe, évaluer et analyser les effets et la validité des idées (SWOT) ;

- élaborer et mettre en ordre de priorité les idées, en une liste plus finie où l'ensemble des actions ou des options.

Un brainstorming peut avoir lieu de manière distante par messagerie instantanée, téléphone, courriels ou Internet, à condition que les règles du jeu de la formule classique soient appliquées à la lettre.

La force du brainstorming distant repose sur :

- l'abondance des échanges — pour peu qu'ils soient rapides —, qui permet aux ressorts de la synergie d'agir pleinement ;
- le rapprochement simultané de personnes géographiquement, voire culturellement éloignées.

Notre approche (voir chapitre 9) a été réalisée via un questionnaire envoyé par courrier (postal) et ensuite, complétée par des contacts téléphoniques avec chaque répondant, elle peut être assimilable au *brainwriting*, qui est la forme écrite du *brainstorming* (Isacksen *et al.*, 2003 ; JRC 2007).

2.7. Nuage de mots (*Words cloud*)

Le « nuage de mots» (*words cloud*) est une sorte de condensé sémantique d'un document, dans lequel les concepts évoqués sont visualisés avec des tailles progressives (caractère de plus en plus grand), dans une forme différente (horizontale, verticale, diagonale), avec différentes couleurs permettant de faire ressortir leur importance. Les mots peuvent être par ordre alphabétique ou bien au choix.

La création de nuage de mots est une façon simple de cartographier des idées, des champs sémantiques, des concepts et d'évoquer des notions essentielles. Ce type de mode cartographique peut être utilisé en gestion de projet, pour de la formation, de l'analyse de texte ou du remue-méninge.

Le nuage de mots a connu une large popularité lors des dernières élections politiques aux Etats-Unis, parce qu'il a permis l'immédiate comparaison des discours du Président Obama par rapport à ceux de ses prédécesseurs et de ses rivaux (Kirkpatrick, 2009 ; Martosko, 2012 ; Camia, 2012) (figure 26).



Figure 26. Nuage des mots

Le nuage de mots permettra de saisir les concepts les plus fréquents et importants dans les suggestions des forestiers pour améliorer les stratégies de lutte dans le pays.

Références

- Aafi A., 2007.** *Etude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne-liège de la forêt de la Mamora.* Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, 192 p.
- Adler M., and Ziglio E., 1996.** *Gazing into the oracle: The Delphi Method and its application to social policy and public health.* London: Jessica Kingsley Publishers, 252 p.
- Adjlane N., Doumandji S.E., and Haddad N., 2012.** Beekeeping in Algeria: The factors threatening the survival of the honeybee *Apis mellifera intermissa*. *Cahiers Agricultures* Volume 21, 4: 235-241.
- Aguilar S., Galiana L., and Lázaro A., 2009.** Analysis of Wildfire Risk Management From a Territorial Policies Perspective: Strengths and Weaknesses in the European Framework. In *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Common Problems and Approaches*. General Technical Report Psw-GTR-227: 261- 272. http://news.efi.int/files/attachments/EFIMED%20Attachments/apr_2010/psw_gtr227_en.pdf
- Aktouf O., 1987.** *Méthodologie des sciences sociales et approche qualitative des organisations.* Presses de l'Université du Québec, 213 p.
- Angers M., 1996.** *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*, 2e éd. Montréal: Éditions CEC, 380 p.
- APAS, 2003.** *Estudio Sociológico sobre la Percepción de la Población Española hacia los Incendio Forestales.* Asociación para la Promoción de Actividades Socioculturales, 33 p. <http://www.idem21.com/descargas/pdfs/IncendiosForestales.pdf>
- Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) 1993.** *Carte Pluviométrique de l'Algérie du Nord, à l'échelle 1:500.000 et Notice Explicative.* ANRH, Algérie.
- Ardilly P., 1994.** *Les Techniques de sondage.* Paris, Technip, 393 p.
- Backmann A., and Allgöwer B., 2001.** A consistent wildland fire risk terminology is needed! *Fire Management Today*. 61, 4 : 28-33.
- Bellefontaine R., Gaston A., et Petrucci Y., 1997.** *Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches,* Cahier FAO Conservation 32. <http://www.fao.org/docrep/w4442f/w4442f00.htm>
- Benslimane M., Hamimed A., El Zerey W., Khaldi A., et Mederbal K., 2008.** Analyse et suivi du phénomène de la désertification en Algérie du nord. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 8 Numéro 3, <http://vertigo.revues.org/6782>
- Bensouiah R., 2004.** Politique forestière et lutte contre la désertification en Algérie. Du barrage vert au PNDA. *Forêt Méditerranéenne* t. XXV, n° 3 : 191-198.
- Benzecri J-P., et Benzecri F., 1984.** *Pratique de l'analyse des données. Analyse des correspondances et classification, exposé élémentaire.* Ed. Dunod, Paris. 466 p.

Berger A., 2000. *Media and Communication Research Methods*. California: Thousand Oaks, Coll. « Sage », 295 p.

Berthier N., 2002. *Les Techniques d'enquête en sciences sociales. Méthode et exercices corrigés*. Paris : Armand Colin, coll. « Cursus Sociologie », 254 p.

Blanchet A., et Gotman A., 1992. *L'Enquête et ses méthodes : l'entretien*, Paris : Nathan Université, 127 p.

Blanchi R., Jappiot M., and Alexandrian D., 2002. Forest fire risk assessment and cartography, a methodological approach. In *IV International. Conference on Forest Fire Research & Wildland. Fire Safety*. Coimbra. Portugal (D.X. Viegas, Ed.). Millpress, Rotterdam, Netherlands : 49.

BNEDER (Bureau National des Etudes du Développement Rural) 2009. *Plan national de développement forestier (PNDF) rapport de synthèse nationale*. Alger. 85 p.

Boudon R., et Fillieule R., 2012. *Les méthodes en sociologie*, Paris, PUF, coll. "Quadrige", 13 Edition 128 p.

Boudon R., 2010. *La sociologie comme science*. Paris, La Découverte, coll., « repères », 128 p.

Broadbent E.N., Asner P.G., Keller M., Knapp D.E., Oliveira P.J.C., and Silva J.N., 2008. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, 141 : 1745-1757.

Buckley C., 1995. Delphi: a methodology for preferences more than predictions. *Library Management*, Vol. 16 No. 7: 16-19.

Camia C., 2012. Obama, Romney use key words to convey vision. *USA Today On Politics*.09.07.2012.

<http://content.usatoday.com/communities/onpolitics/post/2012/09/barack-obama-mitt-romney-acceptance-speeches-word-clouds/1>

Camia A., Guglielmet E., Bovio G., Deshayes M., Lampin C., Salas J., Martinez J., Molina D., Carrega P., Fox D., Berolo W., Sabate S., Vayreda J., Martin P., Martinez J., Conese C., Bonora L., Karteris M., Mallinis G., Sergiopoulos I., and Gitas I., 2004. *Deliverable D 08-02: Wildland fire danger and hazards: a state of the art*, Eufirelab: Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a "wall-less" Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region 57 p.

Carrega P., 2005. Le risque d'incendie en forêt méditerranéenne semi-urbanisée : le feu de Cagnes-sur-Mer (31 août 2003). *L'espace géographique*. 4 : 305-314.

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*. Editions MATET Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 173 p.

Chen K., Blond R., and Jacobson C., 2003. Towards an integrated approach to natural hazards risk assessment using GIS with reference to bushfires. *Environmental Management* 31, 4 : 546-560.

Chuvieco E., Salas F.J., Carvacho L., and Rodríguez-Silva F., 1999. Integrated Fire Risk Mapping. In *E. Chuvieco (ed.) Remote Sensing of Large Wildfire in the European Mediterranean Basin*. Berlin. Springer-Verlag, 61-84.

Chuvieco E., Allgöwer B. and Salas J., 2003. Integration of physical and human factors in fire danger assessment. In *Chuvieco, E. (ed.) Wildland fire danger estimation and mapping. The role of remote sensing data*. World Scientific Publishing, Singapore, 197- 218.

Coburn A.W., Spence R.J.S., and Pmomonis A., 1994. *Vulnerability and risk assessment. Disaster management training Program*. UNDP/DHA. 70 p.

Cochrane M.A., 2001. Synergistic interaction between habitat fragmentation and fire in evergreen tropical forests. *Conservation Biology* 15: 1515–1521.

Cochrane M.A., and Laurance, W.F., 2002. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology* 18: 311-325.

Cramer R. H., 1990. Issues related to the education of gifted children in the United States: A Delphi study. *Digital Abstracts International*, 51 (05): 1574.

Czinkota M.R., and Ronkainen I.A., 1997. International business and trade in the next decade. Report from a *Delphi study*. *Journal of International Business Studies*, 28(4): 827 - 844.

Daget P., Ahdali L., et David P., 1988. Le bioclimat méditerranéen et ses modalités dans les pays arabes. *Biocénoses*, 3 (1-2) : 73-107.

Dalkey N. C., and Helmer O., 1963. An experimental application of the Delphi Method to the use of experts. *Management Science*, 9 (3): 458 - 468.

Delbeq A., Van de Ven A., and Gustafson D. H., 1975. *Group techniques for program planning: A guide to nominal group and Delphi processes*. Glenview, USA: Scott, Foresman and Company, 174 p.

De Ketele J.M., et Roegiers X., 1996. *Méthodologie du recueil d'informations. fondements des méthodes d'observation, de questionnaires, d'interviews et d'étude de documents*. Bruxelles, Paris, De Boeck-Université, 1996, 226 p.

Deslauriers J-P., 1987. L'analyse en recherche qualitative. *Cahiers de recherche sociologique*, 5(2) : 145-152.

Dervin C., 1988. *Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ?* ITCF, Institut Technique des Cultures et Fourrages, Paris, 75 p.

De Lagarde J., 1983. *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Dunod, 157 p.

De Singly F., 1992. *L'Enquête et ses méthodes : le questionnaire*. Paris : Nathan Université, coll. « Sociologie 128 », 128 p.

Dolz Reuss M.L., 2005. State of the art of forest fire causes in Spain.. In *Centre Tecnologic Forestal de Catalunya Proceed. II International Conference on Prevention Strategies of Fires in Southern Europe: Barcelona, 9-11 may 2005*, 182 p.

Dubois J.L., et Blaizeau D., 1989. *Connaître les conditions de vie des ménages dans les pays en développement*. Paris, Ministère de la Coopération, Tome 1: *Concevoir l'enquête*, 165 p.; Tome 2: *Collecter les informations*, 312 p.; Tome 3: *Analyser les résultats*, 175 p.

Duchesne S., et Haegel F., 2004. *L'enquête et ses méthodes. L'entretien collectifs*. Sociologie 128, Nathan Université, 126 p.

European Community 2003. *Regulation (EC) No 1059/2003 of the European Parliament and of the Council of 26 may 2003 on the establishment of a common classification of territorial units for statistics (NUTS)*.

<http://eurex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2003R1059:20110207:EN:PDF>

Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool., Fac. Sc. Univ. Montpellier, Bot.*, 7 : 3-43.

FIRESMART, 2011. *FireSmart Workshop II Policy Options for the Prevention of Forest Fires, 19th October 2011, 25 p.*

http://www.firesmart-project.eu/docs/workshop2/Presentaciones/FIRESMART_WS2_GMV.pdf

Grisham T., 2009. The Delphi technique: a method for testing complex and multifaceted topics. *International Journal of Managing Projects in Business* Vol. 2 No. 1: 112-130.

Hardy C.C., 2005. Wild land fire hazard and risk: Problems, definitions, and context. *Forest ecology and management*. 211: 73-82.

Herrero G., Lázaro A., and Montiel C., 2009. A Comparative Assessment of the European Forest Policies and Their Influence in Wildfire Management. General Technical Report PSW-GTR-227. In *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Common Problems and Approaches*. 273-282

http://news.efi.int/files/attachments/.../apr_2010/psw_gtr227_en.pdf

Hountondji Y.C., Ozer P., et Nicolas J., 2004. Mise en évidence des zones touchées par la désertification par télédétection a basse résolution au Niger. *Cybergeo : European Journal of Geography Environnement, Nature, Paysage*, article 291.

<http://cybergeo.revues.org/2761> ; DOI : 10.4000/cybergeo.2761

Hsu C.C., 2007. The Delphi Technique: Making Sense of Consensus. *Practical Assessment, Research et Evaluation*, Vol. 12, No 10: 1-8. <http://pareonline.net/pdf/v12n10.pdf>

Isaksen S.G., Dorval K.B., et Treffinger D.J., 2003. *Résoudre les problèmes par la créativité - La méthode CPS*, Paris, Éditions d'Organisation, 355 p.

Javeau C., 1988. *l'enquête par questionnaire. Manuel à l'usage du praticien*. Paris : Éditions de l'Université de Bruxelles, Les Éditions d'Organisation, 138 p.

Jappiot M., Blanchi R., et Alexandrian D., 2000. *Cartographie du risque d'incendie de forêt. Recherche méthodologique pour la mise en adéquation des besoins, des méthodes et des données*. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et Ministère de l'Environnement. Rapport final, 52 p.

JRC, 2005. *SWOT (Strengths Weaknesses Opportunities and Threats) Analysis. FOR-LEARN*. European Commission - JRC – IPTS.

http://forlearn.jrc.ec.europa.eu/guide/4_methodology/meth_swot-analysis.htm

JRC, 2005. *Brainstorming. FOR- LEARN*. European Commission - JRC - IPTS

http://forlearn.jrc.ec.europa.eu/guide/4_methodology/meth_crea_brainstorming.htm

Kirkpatrick M., 2009. Word Cloud Analysis of Obama's Inaugural Speech Compared to Bush, Clinton, Reagan, Lincoln's. *Readwrite*, 01.20.2009.

http://readwrite.com/2009/01/20/tag_clouds_of_obamas_inaugural_speech_compared_to_bush

Krueger R. A., 2002. *Designing and Conducting Focus Group Interviews* , 17 p.

<http://www.eiu.edu/~ihec/Krueger-Focus Group Interviews.pdf>

Lampin-Maillet C., 2009. *Caractérisation de la relation entre organisation spatiale d'un territoire et risque d'incendie : Le cas des interfaces habitat-forêts du sud de la France*. Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Provence, 321 p.

Lecklitner G. L., 1984. Protecting the rights of mental patients: A view of the future. *Digital Abstracts International*, 46 (01) : 306.

Lefèvre C., et Nourry A., 2006. Enquêter en sociologie et en démographie : questions de déontologie, de méthodes et de terrain. *Population*, Vol. 61 : 153-178.

Le Houérou H.N., 2004. An agro-bioclimatic classification of arid and semi-arid lands in the isoclimatic Mediterranean zones. *Arid land research and management*, 18: 301-346.

Leone V., Saracino A., Trabaud L., and Vélez R., 2000. Fire management and Prevention Policies in West Mediterranean Pine Forests. In *Ne'eman G. and L. Trabaud (eds.) Ecology, Biogeography and Management of Mediterranean Pine Forest Ecosystems (Pinus halepensis and P. brutia)*. Backhuys Publishers , The Hague: 335-354.

Leone V., and Lovreglio R., 2003. Human fire causes: a challenge for modeling. In *Emilio Chuvieco, Pilar Martín and Chris Justice (Editors) Innovative Concepts and Methods in Fire Danger Estimation. 4th International Workshop on Remote Sensing and GIS Applications. Ghent, July 5-7 2003*: 89-98.

<http://www.fire.uni-freiburg.de/fwf/Fire%20Danger%20Ghent%20Proceedings.pdf>

- Leone V., Lovreglio L., Pilar Martín M., Martínez J., and Vilar L., 2009.** Chapter 11 Human Factors of Fire Occurrence in the Mediterranean. In E. Chuvieco (Ed.) *Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg : 149-170.
- Linstone H.A., and Turoff M., 2002.** *The Delphi method techniques and applications* (digital version). 618 p. <http://is.njit.edu/pubs/delphibook/>
- Loftsgaarden D., and Andrews P.L., 1992.** *Constructing and testing logistic regression models for binary data: applications to the National Fire Danger Rating System*. GTR INT-286, USDA, Forest Service, Ogden.
- Louni D., 1994.** Les forêts algériennes, *Forêt Méditerranéenne* t. XV n° 1 : 59-63.
- Lovreglio R., Leone V., Giaquinto P., and Notarnicola A., 2006.** Wildfire Cause Analysis through Delphi Method: Four Case-Studies in Southern Italy. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, vol. 3 : 8-15. <http://www.sisef.it/iforest/pdf/?id=ifor0521-003>
- Lovreglio R., Rodrigues M., Notarnicola A., and Leone V., 2010.** From fire motives survey to prevention: the case of Cilento and Vallo di Diano National Park (Italy). In *Proceedings VI Intern. Conf. Forest Fire Research, Coimbra Nov. 2010*, 354 p.
- MADR, 2004.** *Le développement rural durable et la politique forestière*. Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural (Algérie). Dossier d’appui, N° 5, 8 p.
- Martell, D.L., Otukol S., and Stocks B.J., 1985.** A daily people - caused forest fire occurrence prediction model. *Proceedings of the Eighth Conference on Fire and Forest Meteorology. Detroit, Michigan. April 29 - May 2, 1985. L.R. Donoghue and R.E. Martin (Editors)*. Society of American Foresters. Bethesda, MD. pp. 208-215
- Martell D.L., Otukol S., and Stocks B.J., 1987.** A logistic model for predicting daily people caused forest fire occurrence in Ontario. *Canadian Journal of Forest Research* 17:394- 401
- Martín P., Bonora L., Conese C., Lampin C., Martínez J., and Salas J., 2002.** *Towards methods for investigating on wildland fire causes. Deliverable D-05-02*. EUFIRELAB, Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a “wall-less” Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region, 54 p. <http://eufirelab.org>.
- Martínez J., Martínez Vega J., and Martín P., 2004.** El factor humano en los incendios forestales: Análisis de factores socio-económicos relacionados con la incidencia de incendios forestales en España. In *Chuvieco, E., Martín, P. (Eds.): Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales*. Madrid, CSIC, Instituto de Economía y Geografía, pp. 101-142.
- Martosko D., 2012.** ‘Word cloud’ shows priorities of Obama convention speech. *The Daily Caller*, 09.06.2012. <http://dailycaller.com/2012/09/06/word-cloud-shows-priorities-of-obama-convention-speech/>

Marzano R., Bovio G., Guglielmet E., CamiaA., Deshayes M., Lampin C., Salas J., Martinez J., Molina D., Geronimo N., Carrega P., Fox D., Sabate S., Vayreda J., Martin P., Martinez J., Vilar L., Conese C., Bonora L., Tsakalidis S., Gitas I., and Karteris M., 2006 *Deliverable D 08-07 – Wildland Fire Danger and hazards: a state of the art*, . Eurofirelab: Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a “wall-less” Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region. 64 p. <http://www.eufirelab.org/>

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 Science Agronomique, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 397 p.

Moulai M.A., 2008. *Suivi de la stratégie méditerranéenne pour le développement durable, Développement Agricole et Rural, Etude Nationale Algérie, Volume 1 Plan Bleu* Centre d'Activités Régionales, Sophia Antipolis, 44 p.

Mucchielli A., 2009. *Dictionnaire des méthodes qualitatives*, Armand Colin, Paris, 3^e éd., 520 pages.

Paillé P., et Mucchielli A., 2003. *L’analyse qualitative en sciences humaines et sociales*, Paris, Armand Colin, 211 p.

Pew K.L., and Larsen C.P.S., 2001. GIS analysis of spatial and temporal patterns of human caused wildfires in the temperate rain forest of Vancouver Island, Canada. *Forest Ecology and Management*, 140 : 1-18.

Pinto G., et Grawitz M., 1969. *Méthodes des sciences sociales*, Paris, Dalloz, 995 p.

Plana E., Carlomagno E., and De Miguels S., 2005. Fire risk management, forest policy and territorial planning: comparative assessment and proposals for an integrated model, *Proceedings International Conference on Prevention Strategies of Fires in Southern Europe Barcelona may 9-11, 2005: 40*

Plana E., 2010. Integration of Fire Risk in Land Use Planning and Forest Management Tools in Catalonia (NW Spain), *Workshop report Assessment of Forest Fire Risks and Innovative Strategies for Fire Prevention*, 4–6 May 2010 Rhodes, Greece.

Plit F., 1983. La dégradation de la végétation, l'érosion et la lutte pour protéger le milieu naturel en Algérie et au Maroc. *Méditerranée*, Troisième série, Tome 49, 3 :79-88.

PNUE/PAM/Plan Bleu, 2001. *L’urbanisation en Méditerranée de 1950 à 1995*. Les cahiers du Plan Bleu, 145 p.

Quézel P., et Médail F., 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du Bassin méditerranéen*. Elsevier, Collection Environnement, Paris, 573 p.

Quivy R., et Van Campenhoudt L., 2011. *Manuel de recherches en sciences sociales*, Paris, Dunod, 261 p.

Rosental C., et Murphy C., 2001. *Introduction aux méthodes quantitatives en sciences humaines et sociales*. Collection « Psycho sup », Paris, Dunod, 176 p.

Rouse J.W., Haas R.H., Shell J.A., Deering D.W. and Harlan J.C., 1974. *Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. Final Report, Type III*, NASA/GSFC, Greenbelt, MD, 371 p.

Saidi A., 1991. Erosion spécifique et prévision de l'envasement des barrages. *Actes du colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages*. Alger 1-3 décembre : 204-226.

Schneider D.K., 2004. *Balises de méthodologie pour la recherche en sciences sociales: matériaux de cours en plusieurs modules Module III: Les méthodes qualitatives (partie A) – planification*. <http://tecfa.unige.ch/guides/methodo/IDHEAP/>

Skulmoski G., and Hartman F., 2002. The Delphi method: Researching what does not exist (yet). *Proceedings of the International Research Network on Organization by Projects, IRNOP V Conference*, Renesse, the Netherlands.

Skulmoski G.J., Hartman F.T., and Krahn J., 2007. The Delphi Method for Graduate Research. *Journal of Information Technology Education*. Volume 6 : 1-21.
<http://bern.library.nenu.edu.cn/upload/soft/0-article/+03/JITEv6p001-021Skulmoski212.pdf>

Silverman A. S., 1981. Development of content areas and objectives for a curriculum in death and dying education for junior high school students. *Digital Abstracts International*, 42 (05), 1975. (UMI No. 8122977).

Slocum N., 2005. *Participatory Methods Toolkit. A practitioner's manual. Method: Delphi*: pp 109-120.
http://www.kbs-frb.be/uploadedFiles/KBS-FRB/Files/EN/PUB_1540_Toolkit_6_Delphi.pdf

Tarrow S., 1996. States and opportunities: the political structuring of social movements In: *D. McAdam, J. D. McCarthy, M. N. Zald (Eds.) Comparative perspective on social movements. Political opportunities, mobilizing structures, and cultural framings*, Cambridge University Press, Cambridge Studies in Comparative Politics: 41-61.

Théberge B., 2006. *La construction des problèmes publics en environnement : analyse de la controverse du Suroît*. Maîtrise en Sciences de l'Environnement. Université du Québec à Montréal, 156 p. www.archipel.uqam.ca/3509/1/M9654.pdf

UNEP/MAP, 2008. *The Blue Plan's sustainable development outlook for the Mediterranean*. UNEP/MAP-Plan Bleu. Sophia Antipolis, 23 p.

UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009. *State of the Environment and Development in the Mediterranean*, UNEP/MAP-Plan Bleu, Athens, 197 p.

Van Effenterre C., 1990. Prévention des incendies de forêts, statistiques et politiques. *Revue forestière française*, XLII, n° spécial : 20-32.

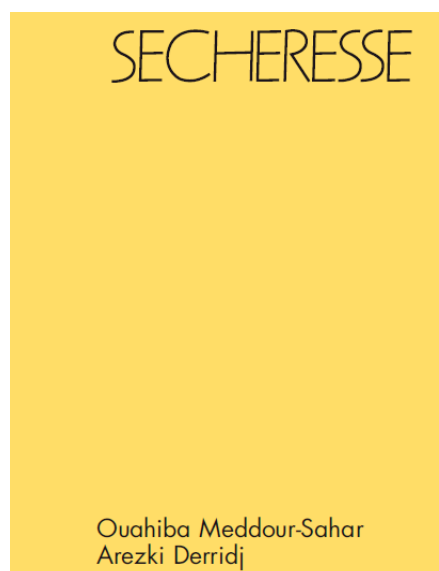
Vélez R., 1988. Aplicación de la predicción del peligro para prevención de los incendios forestales. Predecir para prevenir. *Documentos del Seminario ONU/FAO/OIT sobre metodos y equipos para la prevención de incendios forestales* : 79-88.

Vega-Garcia C.V., Woodard P.M., Titus S.J., Adamowicz W.L, and Lee B.S. .1995. A Logit Model for Predicting the Daily Occurrence of Human Caused Forest-Fires. *International Journal of Wildland Fire* 5 , 101–111.

Wilson K., Pressey R.L., Newton A., Burgman M., Possingham H., and Weston C., 2005. Measuring and incorporating vulnerability into conservation planning. *Environmental management*. 35, 5 : 527-543.

Woodcock J., 1995. L'utilité de l'analyse des données sur les feux de forêt : le cas d'Israël. *Options Méditerranéennes*, Série A. Séminaires Méditerranéens, 25 : 51-54.

**CHAPITRE VI - BILAN DES FEUX DE FORETS EN
ALGERIE : ANALYSE SPATIO-TEMPORELLE ET
CARTOGRAPHIE DU RISQUE**



Article de recherche

Sécheresse 2012 ; 23 : 133-41

Bilan des feux de forêts en Algérie : analyse spatio-temporelle et cartographie du risque (période 1985-2010)

Résumé

L'examen des informations relatives aux incendies de forêts sur plusieurs années permet de déterminer les caractéristiques spatiales et temporelles du risque d'incendie. L'un des objectifs de cette analyse des feux passés est de montrer comment l'étude et l'interprétation des statistiques relatives à un grand nombre d'incendies peuvent servir à l'élaboration des stratégies de prévention et de gestion des feux de forêts. L'analyse statistique exploratoire des feux passés, au niveau des 40 wilayas (départements) de l'Algérie du Nord, fait ressortir que l'Algérie est très touchée par les feux de forêts, avec un cumul de 42 555 feux, ayant parcouru une superficie forestière totale de 910 640 hectares durant la période 1985-2010. Les résultats obtenus montrent une temporalité marquée des feux, puisqu'ils surviennent en majorité en août et surtout dans le créneau horaire 12 h-16 h. L'évolution annuelle révèle la variabilité des feux de forêts et surtout des années catastrophiques, 1993, 1994, 2000 et 2007. Sur le plan spatial, il ressort que le phénomène des feux de forêts est bien localisé, quant à la gravité et à la récurrence des feux, dans les wilayas moyennes de la zone littorale et sublittorale montagneuse de la portion orientale la plus boisée du pays.

Mots-clés : Algérie, cartographie, feu de forêt, gestion des risques

**Assessment of forest fires in Algeria: Spatiotemporal analysis and risk mapping
(Period 1985-2010)**

Abstract

Analysis of information on forest fires over several years allows determining the spatial and temporal fire risk. One objective of this analysis of past fires is to show how the interpretation of statistics of a large number of fires can be used to develop strategies for prevention and management of forest fires. The exploratory statistical analysis of past fires in the 40 departments of northern Algeria revealed that Algeria is very touched by forest fires, with a total of 42555 fires, which burned a wooded area of 910 640 ha during the period 1985-2010.

The results show a temporality of wildfires, since they occur mostly in August and especially between 12-16 pm time period. The annual trend shows the variability of forest fires and especially the catastrophic years, 1993, 1994, 2000 and 2007. Spatially, it appears that the phenomenon of forest fires is very recurrent in the departments of the coastal zone and the sub-coastal mountains of the eastern portion of Algeria, which is the most forested.

Keywords: *Algeria, cartography, forest fire, risk, management.*

1. Introduction

La forêt algérienne apparaît comme une formation végétale ligneuse, dont les arbres sont en état de lutte continuelle contre la dégradation et la sécheresse (plusieurs mois secs consécutifs). Compte tenu des facteurs historiques et des pressions anthropiques qui la marquent et qui pèsent encore sur elle, cette forêt semble sur la voie d'une rapide évolution régressive et de son remplacement par les maquis et les broussailles.

Les zones forestières nationales sont actuellement dégradées au rythme de 45.000 à 50.000 ha annuellement, toutes formes de dégradation confondues. Cette régression de la surface forestière est à 90 % la conséquence des incendies de forêts (DGF, 1997).

D'autres facteurs de dégradation sont liés à la pauvreté du monde rural, qui induit le surpâturage, les coupes illicites et l'extension des terrains cultivés à la lisière des forêts. L'absence d'une gestion moderne sur le terrain contribue aussi à l'état actuel de déliquescence des forêts qui empêche le maintien et la durabilité du patrimoine forestier algérien (MATE, 2003).

Nous allons tenter par une approche statistique descriptive des données d'analyser l'évolution temporelle et spatiale des feux de forêts au niveau des 40 wilayas de l'Algérie du Nord, afin de déceler les tendances générales de cette évolution et en particulier de mettre en évidence s'il y a ou non aggravation des feux de forêts. Les résultats obtenus permettront une meilleure connaissance de ce facteur abiotique et pourront ainsi servir à une amélioration de la prévention et la gestion des feux de forêts.

L'évaluation de l'aléa incendie, basée sur les statistiques des feux historiques au niveau des 40 wilayas de l'Algérie du Nord, durant la période 1985-2010, permettra de faire ressortir les régions géographiques qui sont les plus sensibles au feu (dites zones rouges), où il faudra concentrer les actions de prévention et les moyens de lutte contre les incendies.

2. Site d'étude

L'Algérie qui couvre une superficie de 2.381.741 km² est le plus grand pays d'Afrique et s'étend entre les latitudes 18° et 38° Nord et entre les longitudes 9° Ouest et 12° Est. L'Algérie est divisée en 48 wilayas (départements) et 1.541 communes (figure 27). En 2011, la population était de 36,3 millions d'habitants.

Deux chaînes montagneuses importantes, l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, séparent le pays en trois types de milieux qui se distinguent par leur relief et leur morphologie. On distingue ainsi du Nord au Sud, le Système Tellien, les Hautes Plaines steppiques et le Sahara.

Le climat de l'Algérie est un climat méditerranéen typique, caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et de 6 mois et plus au niveau de l'Atlas Saharien (Bougadom, 1992). Tous les bioclimats méditerranéens sont représentés, depuis le per humide au Nord jusqu'au per aride au Sud, et depuis le froid jusqu'au chaud pour les variantes thermiques (Djellouli, 1990 ; Nedjraoui, 2001).

Les terres forestières occupent 4.115.908 ha (soit 16,7% de l'Algérie du Nord). Elles sont constituées à 58 % de maquis et maquis arborés, alors que les forêts et reboisements ne couvrent que 42 % du total des formations forestières. Les terres alfatières concernent 1 974 018 ha (BNEDER, 2009). Les principales essences forestières sont précisées au tableau 6.

Tableau 6. Surfaces des principales essences forestières en Algérie

Essences	Surfaces (ha)	%
<i>Pin d'Alep</i>	1.158.533	68
<i>Chêne liège</i>	349.218	21
<i>Chêne zèen</i>	43.922	3
<i>Cèdre</i>	32.909	2
<i>Pin maritime</i>	28.490	1
<i>Divers</i>	68.391	4
<i>Eucalyptus</i>	29.355	2

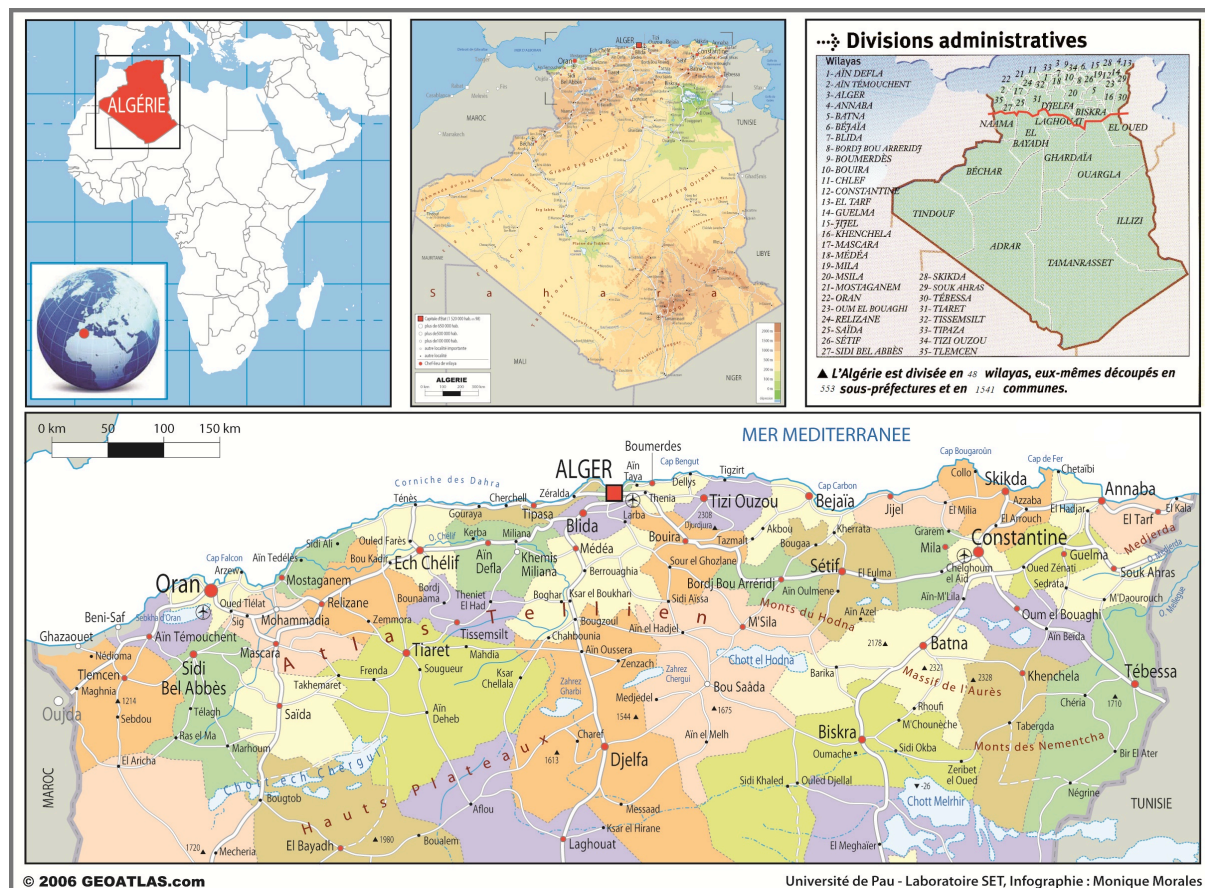


Figure 27. Situation géographique de la région d'étude, (Meddour-Sahar, 2012).

2.1. Le taux d'espace boisé des wilayas

A l'échelle nationale, on observe un taux de boisement très variable d'une wilaya à l'autre. Les taux de boisements retenus ici prennent en compte, tout autant les surfaces forestières, les maquis, que les broussailles ; ils sont évalués en pourcentage de la surface totale de la wilaya. Les wilayas les plus boisées d'Algérie se situent à l'Est et au Centre du pays (figure 28). On constate, en effet, que la wilaya la plus boisée d'Algérie est la wilaya d'El Tarf, avec un taux exceptionnel de 59 %. En seconde position, avec un taux qui dépasse 30 %, on trouve les 7 wilayas de Skikda, Jijel, Bejaia, Annaba, Tizi Ouzou, Aïn Defla et Blida. Dix autres wilayas présentent un pourcentage de boisement élevé (20-30 %), comme les wilayas de Tlemcen, Tissemsilt, Sidi Bel Abbès, Tipaza, Bouira et Guelma.

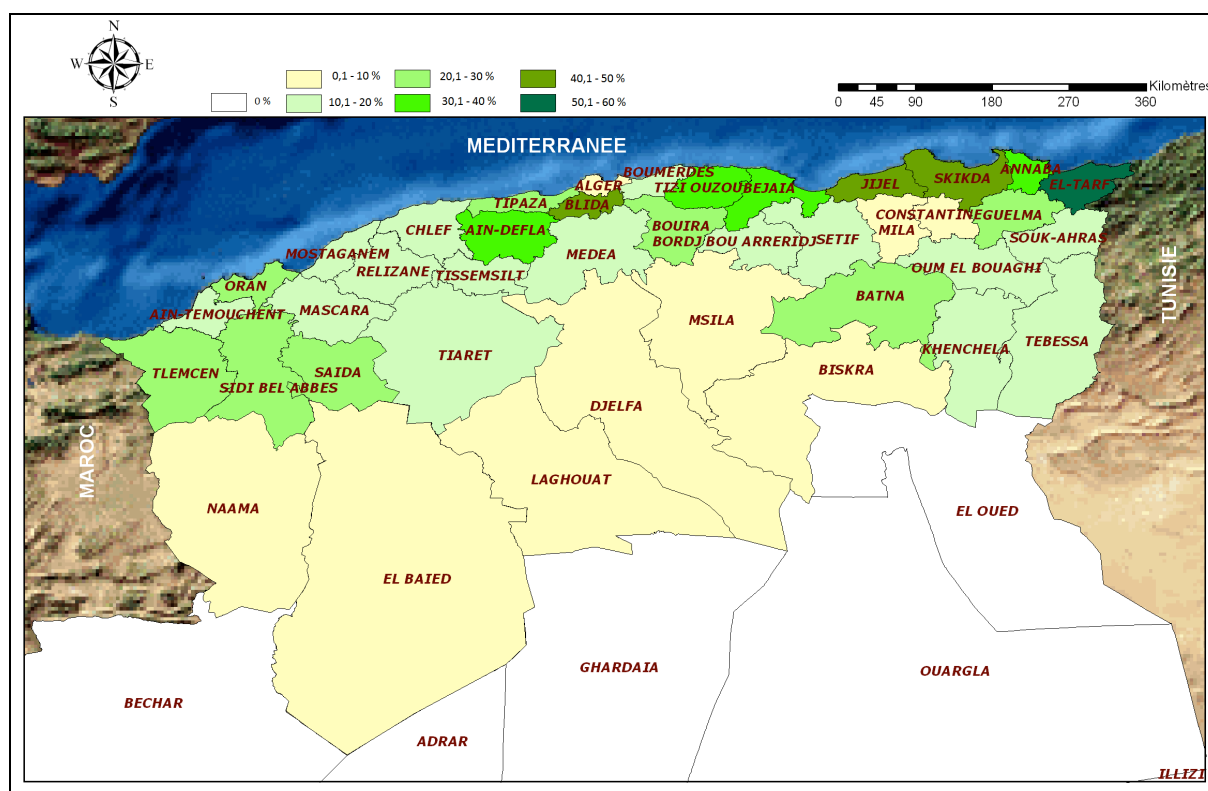


Figure 28. Taux de boisement des wilayas de l'Algérie du Nord (Meddour-Sahar, 2012).

3. Matériels et méthodes

Les données proviennent des archives et documents internes de la Direction Générale des Forêts qui dépend du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural ; données disponibles essentiellement sous forme de bilans d'incendies mensuel et annuel, dans des archives au format papier.

Les données recueillies (nombres d'incendies, surfaces incendiées, année, mois, heures, formation végétale, essences forestières, taille des feux, causes, wilayas) sur les feux de forêts sont saisies sur ordinateur à l'aide du tableur Excel 2007, qui permet le calcul de moyennes et

de pourcentages, du coefficient de corrélation linéaire, ainsi que la création de divers graphiques.

Sur le plan méthodologique, le phénomène incendie de forêts est habituellement caractérisé par trois paramètres, à savoir : la surface brûlée et le nombre de feux, exprimés par une moyenne annuelle ou une somme pour une période donnée, auxquels on adjoint souvent la surface unitaire par feu (ou feu moyen), qui est le rapport des deux premiers et surtout un indicateur de la gravité relative des incendies.

Pour la cartographie du risque incendie au niveau des 40 wilayas de l'Algérie du Nord, sur la base des statistiques des feux passées sur une période de 26 ans (1985-2010), nous avons utilisé deux types de risques, à savoir le risque fréquentiel (IRF) et le risque moyen annuel (RMA), à l'échelle des wilayas. Pour la réalisation de nos cartes de risques, nous avons fait appel au système d'information géographique ArcGIS 9.2.

Toutes les 40 wilayas de l'Algérie du Nord sont régulièrement touchées par les incendies de forêts, les 8 wilayas du Sud ne sont pas concernées, en raison de leur absence de couverture forestière.

Les notions de *forêt*, *maquis* et *broussailles* sont appréciées différemment par les forestiers de chaque wilaya, et il en va certainement de même pour les surfaces parcourues par les feux, voire même leurs nombres. Ainsi, les surfaces brûlées autant que les fréquences de feux doivent être comparées avec précaution. Toutefois, lorsqu'on parle de bilans nationaux (ou régionaux) et de moyennes, on peut tolérer une certaine approximation, mais toute autre utilisation nécessite un regard critique sur la fiabilité des données et la qualité de leur collecte (Van Effenterre, 1990).

3.1. Indice de risque fréquentiel (IRF)

Le risque d'incendie est défini comme le nombre le plus probable d'incendies sur un territoire donné, lors d'une année, période habituelle employée en statistique dans ce domaine. Mais, pour mesurer la gravité des incendies en région méditerranéenne, il est plus exact de ramener la fréquence moyenne annuelle des feux à la surface forestière totale, plus précisément à 10 000 ha de terrain boisé (Velez, 1999 ; Meddour-Sahar et Derridj, 2010 ; Dimitrakopoulos et Mitsopoulos, 2006; Chevrou, 1995).

L'indice de risque fréquentiel d'incendie (tableau 7), sera donc :

$$\text{IRF} = F_i / \text{SCM}$$

F_i : fréquence annuelle des incendies

SCM : Surface du massif forestier (ha)

Tableau 7. Mesure du risque fréquentiel

Degrés de risque	IRF
Très faible	≤ 1
Faible	1-2
Moyen	2 – 5
Elevé	5 – 10
Très élevé	10 – 20
Extrêmement élevé	> 20

3.2. Risque moyen annuel (RMA)

Pour mesurer le degré de gravité des incendies en région méditerranéenne, il est d'usage d'utiliser le risque moyen annuel, exprimé en pourcentage de la surface brûlée en moyenne chaque année par rapport à la superficie forestière du massif considéré (tableau 8), exprimée en pourcent par la formule suivante (De Montgolfier, 1989 ; Peyre, 2001):

$$RMA = SMA \times 100 / SCM$$

SMA : Surface moyenne incendiée par an (ha)

SCM : Surface du massif forestier (ha)

Tableau 8. Mesure du risque moyen annuel

Degrés de risque	RMA %	Délai moyen entre 2 incendies (ans)
Extrêmement faible	< 0,25	> 400
Très faible	0,25 – 0,5	200 – 400
Faible	0,5 – 1	100 – 200
Moyen	1 – 2	50 – 100
Elevé	2 – 4	25 – 50
Très élevé	4 – 8	12 – 25
Exceptionnellement élevé	> 8	< 12

4. Résultats et discussion

4.1. Analyse temporelle des feux passés

4.1.1. Evolution annuelle des nombres d'incendies et des superficies parcourues par le feu

Le nombre de feux pour la période 1985-2010 est de 42.555 feux au total, qui ont parcouru une superficie forestière totale de 910. 640 ha. Ce qui correspond à une moyenne annuelle de 1.637 feux et 35.025 ha de surface brûlée.

Le nombre des incendies varie suivant les années, entre un minimum de 595 feux en 1989 et un maximum de 3.439 en 2010. Treize années dépassent largement la moyenne annuelle (1 637 feux), comme par exemple en 1992, 1993 et 1994, ainsi qu'en 1999, où la fréquence a dépassé 2.000 feux/an, plus particulièrement en 1994 avec 2.322 feux. Des fréquences annuelles de feux très élevées se sont encore présentées pendant 6 années successives de 2005 à 2010. Pour les superficies parcourues par le feu, le maximum absolu est de 271.598 ha en 1994, et le minimum absolu de 3.237 ha en 1989.

La tendance générale de la fréquence annuelle des feux pour cette période est à la hausse (figure 29). A l'inverse, pour la surface incendiée, une légère tendance à la baisse est amorcée depuis 2001.

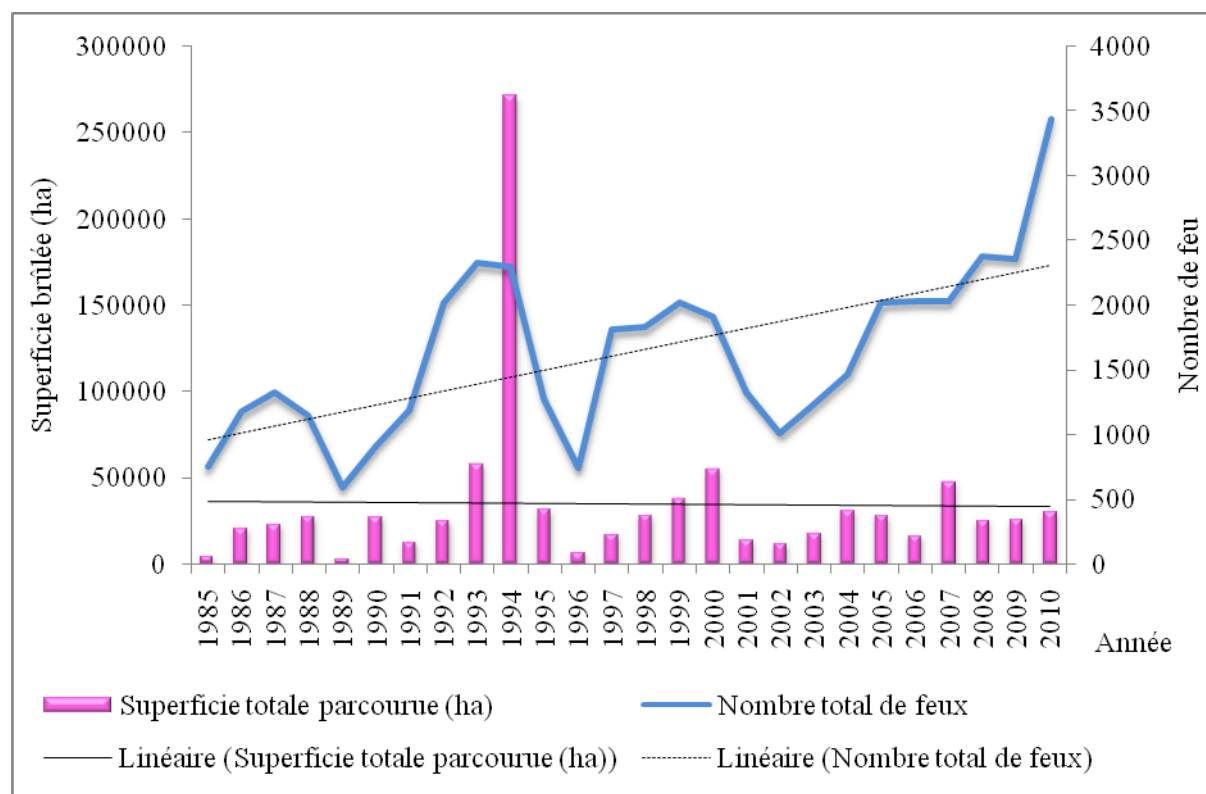


Figure 29. Evolution annuelle des nombres de feux et des superficies parcourues par le feu en Algérie (période 1985-2010).

La surface moyenne brûlée par feu varie entre 5,44 ha en 1989 et plus de 118 ha en 1994 (année qui a connu de grands feux), alors que la moyenne se situe à 19,87 ha/feu. A titre indicatif, pour la France le feu moyen est de 6 ha/feu (Alexandrian, 2008). Ce qui traduit une réactivité dans l'alerte et surtout dans l'intervention sur les dépôts de feux 3 fois plus rapide.

L'année 1994 est considérée comme une année noire à l'échelle nationale et même à l'échelle du bassin méditerranéen, comme par exemple en Espagne (Velez, 1995) ou en Corse (Ningre, 1996). Néanmoins, il est connu que dans les périodes de troubles politiques, les forêts paient toujours un lourd tribut aux incendies (Marc, 1916 ; Bensaid et al., 2006). Les désordres politiques sont effectivement, comme en Algérie, depuis 1992 à l'origine de plusieurs incendies ayant ravagé de vastes forêts, en particulier en Kabylie (Ramade, 1997).

4.1.2. Evolution mensuelle des nombres d'incendies et des superficies parcourues par le feu

Pour la période d'observation, l'évolution mensuelle des nombres de feux et des superficies brûlées, au total et en moyenne annuelle, est représentée au tableau 9. Le coefficient de corrélation linéaire entre la surface incendiée et le nombre d'incendies par mois est de 0,97. Il existe donc une très forte liaison positive significative entre ces deux facteurs (au seuil de 5 %), au niveau de l'Algérie du nord.

Le mois estival qui a enregistré le plus grand nombre d'incendies (39,66 %) et la plus grande surface incendiée (51,86 %) est le mois d'août. Ce bilan très lourd du mois d'août est la conséquence, du moins en grande partie, des conditions climatiques très favorables à l'occurrence et à la propagation des incendies, soit 28 ha par feu en moyenne (sécheresse prolongée et cumulée, sirocco fréquent et asséchant), sans compter l'afflux massif des vacanciers, les déplacements fréquents sur les routes et le grand nombre des négligences. Ce qui est également le cas du mois de juillet, qui enregistre 28,82 % du nombre total des feux, parcourant une surface équivalente à 28,39 % du total de la période de 26 ans, avec un feu moyen de 21 ha.

Tableau 9. Répartition mensuelle des nombres de feux et des superficies incendiées (Période 1985-2010)

Mois	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Total
Nombre total de feu	3.554	12.266	16.879	7.830	2.026	42.555
Moyenne annuelle du nombre de feu	137	472	649	301	78	1.637
Nombre de feu en %	8,35	28,82	39,66	18,40	4,76	100
Surface totale brûlée (ha)	43.195	258.557	472.249	106.660	29.975	910.639
Moyenne annuelle de la surface brûlée (ha)	1.661	9.944	18.163	4.102	1.152	35.024
Surface brûlée en %	4,74	28,39	51,86	11,71	3,29	100
Feu moyen	12	21	28	14	15	21

Le mois de septembre coïncide, dès les premières pluies, avec la préparation des champs au semis, qui se fait à l'aide du feu (écobuage, essartage). Cette pratique traditionnelle est habituelle en Algérie encore de nos jours. L'importance du nombre de feux (18,40 %) et des surfaces incendiées (11,71 %) durant ce mois s'expliquerait ainsi par l'imprudence lors de ces travaux agricoles (Meddour-Sahar, 2008). Par ailleurs, les incendies ne sont pas rares en

octobre (2 026 occurrences en 26 ans), il faut très souvent attendre les pluies automnales pour voir le danger diminuer. Or, ces pluies ces dernières années se font de plus en plus tardives. En tout cas, les feux du mois d'octobre (4,76 % en nombre) sont principalement des incendies volontaires allumés dans les terrains broussailleux dans le but de régénérer les parcours (feux pastoraux), il y a alors propagation accidentelle de l'incendie vers la forêt limitrophe (avec un feu moyen de 15 ha).

Enfin, le mois de juin a enregistré un nombre de feu (8,35 % du total), avec une surface brûlée de 4,74 % du total. C'est le mois qui présente le moins d'incendie après septembre, vu que l'effet cumulatif de la sécheresse n'a pas encore sévi et que l'influence humaine est moindre, puisque ce mois correspond à une période hors vacances. D'autre part, le mois de juin est toujours moins chaud que septembre en Algérie (Seltzer, 1946).

4.1.3. 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 13 et 14 %. L'hypothèse des feux se déclarant plus fréquemment lors des week-ends n'est donc pas vérifiée pour l'Algérie durant la période 1985-2010. L'occurrence des incendies est tout à fait comparable, selon les jours de semaine.

4.1.4. Evolution de la fréquence horaire des nombres d'incendies

Le tableau 10 montre qu'il y a une grande variation dans la répartition horaire des fréquences d'incendies. Mais, ces derniers se concentrent dans la tranche horaire allant de 10 à 18 h, avec près de 78,63 % du total. Le maximum est atteint entre 12 et 16 h, avec un total de 20.786 feux, soit 48,85 %. Ce qui correspond aux heures les plus chaudes de la journée et à une forte insolation (Seigue, 1985 ; Carrega, 1988). Par contre, pour la tranche horaire nocturne de 10 heures, allant de 20 à 6 h, on a une part infime de feux, soit 6,62 %. Ces incendies, enregistrés la nuit, dans des conditions climatiques relativement peu favorables, sont en général d'origine intentionnelle (Branka, 2001). Cette importante variation nyctémérale, entre le jour et la nuit, de la fréquence des feux est liée à la plus grande inflammabilité des végétaux et leur faible teneur en eau, conséquemment à l'évaporation des condensations nocturnes (Susmel, 1974).

Tableau 10. Evolution de la fréquence horaire des nombres d'incendies (Période 1985-2010)

Tranche Horaire	00 h à 06 h	06 h à 10 h	10 h à 12 h	12 h à 16 h	16 h à 18 h	18 h à 20 h	20 h à 24 h	Total
Nombre de feu	840	3.340	6.943	20.786	5.730	2.936	1.980	42.555
%	1,97	7,85	16,32	48,85	13,46	6,90	4,65	100,00
Risque	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé	Elevé	Modéré	Faible	

4.1.5. Importance des superficies parcourues par le feu selon les formations végétales

Sur cette période de 26 ans, ce sont les formations forestières qui sont les plus touchées par les incendies, avec une moyenne de 20.376 ha par an, soit 58 % de la superficie totale incendiée, ensuite, les maquis, avec 23 %, puis les broussailles 17 %. Les nappes alfatières sont également touchées par les incendies sur 312 ha par an, soit 0,89 %.

4.1.6. Importance des superficies parcourues par le feu selon les essences forestières

L'essence la plus touchée par le feu en Algérie est le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), avec 48,36 % du total de la surface brûlée (figure 30). Ce qui est logique, car cette espèce résineuse prédomine et représente 68 % du total de la superficie forestière de l'Algérie. Le pin d'Alep, qui se rencontre principalement dans les zones semi-arides et surtout dans la partie occidentale de l'Algérie, mais également au centre, est réputé pour sa grande inflammabilité et son sous-bois dense favorable à la propagation rapide du feu (Quezel, 1976).

Le chêne liège (*Quercus suber*) vient en seconde position, avec 34,33 % de surface brûlée au total. Là aussi, il est utile de relativiser puisqu'il occupe 21 % de la surface forestière totale, principalement dans le nord-est du pays. Son sous-bois encore plus dense est très inflammable et permet une progression rapide du feu. En Afrique du Nord de manière plus globale, les boisements les plus sensibles et les plus vulnérables sont ceux du chêne liège et du pin d'Alep (Boudy, 1948).

Les plantations d'eucalyptus, qui occupent en Algérie 2 % des terrains forestiers, enregistrent relativement aux autres essences naturelles d'importantes superficies incendiées, soit 2,93 % du total de la surface brûlée, et s'avèrent tout aussi sensibles au feu que la subéraie et la pineraie de pin d'Alep. L'eucalyptus, notamment *Eucalyptus globulus*, arbre introduit et très répandu, est une essence d'une grande sensibilité au feu car il contient une importante quantité d'huiles très inflammables dans son écorce (Varela, 2004).

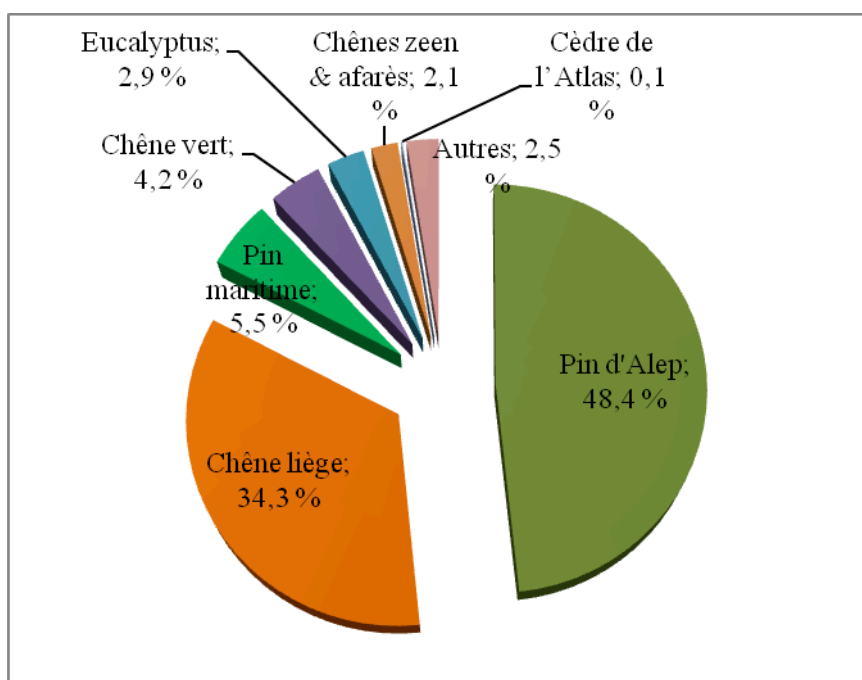


Figure 30. Importance des superficies parcourues par le feu selon les essences

4.1.7. Taille des feux

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.

D'autre part, un indicateur global de détérioration de l'espace naturel qui peut être pris en compte est cette même surface parcourue par le feu exprimée en hectares. Celle-ci correspond à l'étendue de terrain sur laquelle se développe l'incendie, on distingue ainsi une échelle de gravité à 4 niveaux : faible (0-10 ha), moyen (10-100 ha), élevé (100-500 ha) et très élevé (plus de 500 ha) (Lampin et Jappiot 2002).

On constate qu'une majorité des feux (soit 82,1 %) est maîtrisée avant que la surface brûlée n'atteigne ou ne dépasse 10 ha par feu. Cependant, 14,7 % des incendies échappent à la première intervention et affectent des superficies plus vastes, de 10 à 100 ha, et un taux cumulé de 3,2 % des feux touche des superficies plus vastes (> 100 ha). Enfin, les feux dramatiques (> 500 ha) représentent 0,6 % du total (soit 272 feux, dont 109 pour la seule année 1994).

4.1.8. Les causes des incendies de forêt

Pour la période de 1985-2010, les données disponibles montrent que la part des incendies d'origine inconnue est de 79,97 %, sur le total des incendies déclarés. Les incendies intentionnels, difficilement identifiables, représentent un taux important (16,47 %) pour le nombre de feux, bien que ce chiffre soit loin de la réalité, toutes les causes de cette nature n'étant pas déclarées. De nombreux incendies classés parmi les causes inconnues sont en fait imputables à des causes intentionnelles, parce que l'auteur de l'incendie n'a pas été arrêté ou qu'il n'y a pas eu de preuve évidente d'incendie de cette nature (Dimitrakopoulos, 1995).

Les incendies involontaires (accidents, imprudences) regroupent en Algérie diverses causes (régénération des parcours, incinérations des chaumes, chercheurs de miel sauvage, bergers, échappement de véhicules, fumeurs, etc.) et ne représentent que 3,56 % de l'ensemble des feux identifiés. Il convient de souligner que les chercheurs de miel sauvage peuvent mettre en péril les massifs forestiers, car la méthode traditionnelle et artisanale, qu'ils utilisent, consiste en la fumigation de l'essaim d'abeilles découvert dans un arbre, en mettant en flammes la base du tronc de l'arbre (Delacre et Tarrier, 2000). Un tel feu dégénère assez souvent en incendie de forêt plus ou moins incontrôlable.

Enfin, l'unique cause naturelle des incendies de forêt, la foudre, reste très rare et occulte en Algérie. Elle n'apparaît même pas dans les statistiques précitées (26 ans), même dans les régions montagneuses, à cause sans doute de la rareté des orages d'été. Ce qui est également le cas au Maroc, mais pas en Tunisie (Colin et *al.*, 2001 ; Ben Jamaa et Abdelmoula, 2004 ; Abdelmoula, 2005).

D'une façon générale, les causes avancées par les services des forêts en Algérie, et même ailleurs, sont spécialement les conditions climatiques, à savoir la faible hygrométrie et la sécheresse persistante, qui ont marqué ces dernières années (Meddour-Sahar, 2008).

L'explication de l'origine du feu de forêt par le seul fait climatique ne doit, néanmoins, pas être le seul argument à invoquer. Il faut répéter que quelle que soit l'intensité de la sécheresse ou la force du vent, il n'y a pas d'incendie s'il n'y a pas de mise à feu par accident, négligence ou volonté criminelle. Il ne faut pas confondre la cause d'ignition (mise à feu), avec les facteurs aggravants, sécheresse, sirocco, embroussaillement, qui sont des causes structurelles

(Favre, 1992). C'est pourquoi l'analyse doit s'atteler à cerner les différentes causes et à les quantifier afin d'orienter efficacement les moyens de prévention.

L'importance de la connaissance des causes n'est plus à démontrer, puisque connaître les origines potentielles des incendies, permet d'agir directement sur le risque. En France, par exemple, avec l'augmentation du nombre d'enquêtes effectuées par les agents de terrain, on note une amélioration de la connaissance des causes d'incendie, le pourcentage des causes certaines est passé de 13 à 24 %. Dans le même temps, avec l'introduction des causes supposées, les feux pour lesquels aucune information n'est disponible ont régressé de 73 à 43 % (Alexandrian, 2008).

4.2. Evaluation et cartographie du risque d'incendie à l'échelle des wilayas en Algérie

4.2.1. Indice de risque fréquentiel

A partir de l'étude historique des feux, il peut s'avérer pertinent de dresser des cartes de risque au niveau des wilayas, pour une période donnée. Il est ainsi possible d'analyser au vu des wilayas marquées par le passage répété des feux, de savoir s'il existe des zones plus sensibles (Esnault, 1995).

Effectivement, pour la période 1985-2010, il ressort de la cartographie du risque IRF que (figure 31) :

- Une quinzaine de wilayas est caractérisée par un degré de risque élevé à très élevé, correspondant à 5-20 feux en moyenne annuelle par 10.000 ha, comme par exemple, Jijel, Bouira, Souk Ahras, Bejaia, Chlef (5-10 feux/an), Tizi Ouzou et Blida (10-20 feux/an).
- Les wilayas de Boumerdes et de Tipaza, à la périphérie de la capitale, très convoitées sur le plan foncier, présentent un risque d'incendie extrêmement élevé (> 20 feux/an).

Cet ensemble de 18 wilayas, qu'il convient de classer en zone rouge est très hautement prioritaire dans le cadre de la prévention et de la gestion des feux de forêts. Ce sont en majorité des wilayas se situant sur le littoral oriental (El Tarf, Jijel, Bejaia, Annaba, Skikda) et central (Tizi Ouzou, Boumerdes, Alger, Tipaza). Les autres wilayas côtières d'Algérie, comme Ain Témouchent Mostaganem à l'ouest algérien, avec 2-5 feux/an, présentent un risque moyen. Ce qui témoignerait d'une pression anthropique moindre et d'une littoralisation relativement moins forte, du moins pour les données actuelles.

Les wilayas de l'arrière-pays tellien sont loin d'être épargnées, puisqu'elles sont nombreuses à être classées avec un risque, soit élevé (Blida, Tissemsilt, Souk Ahras, Bouira, Médéa, Ain Defla, Constantine), soit moyen (Bordj Bou Arreridj, Relizane, Guelma, Mila, Sétif, Oum El Bouaghi, etc.).

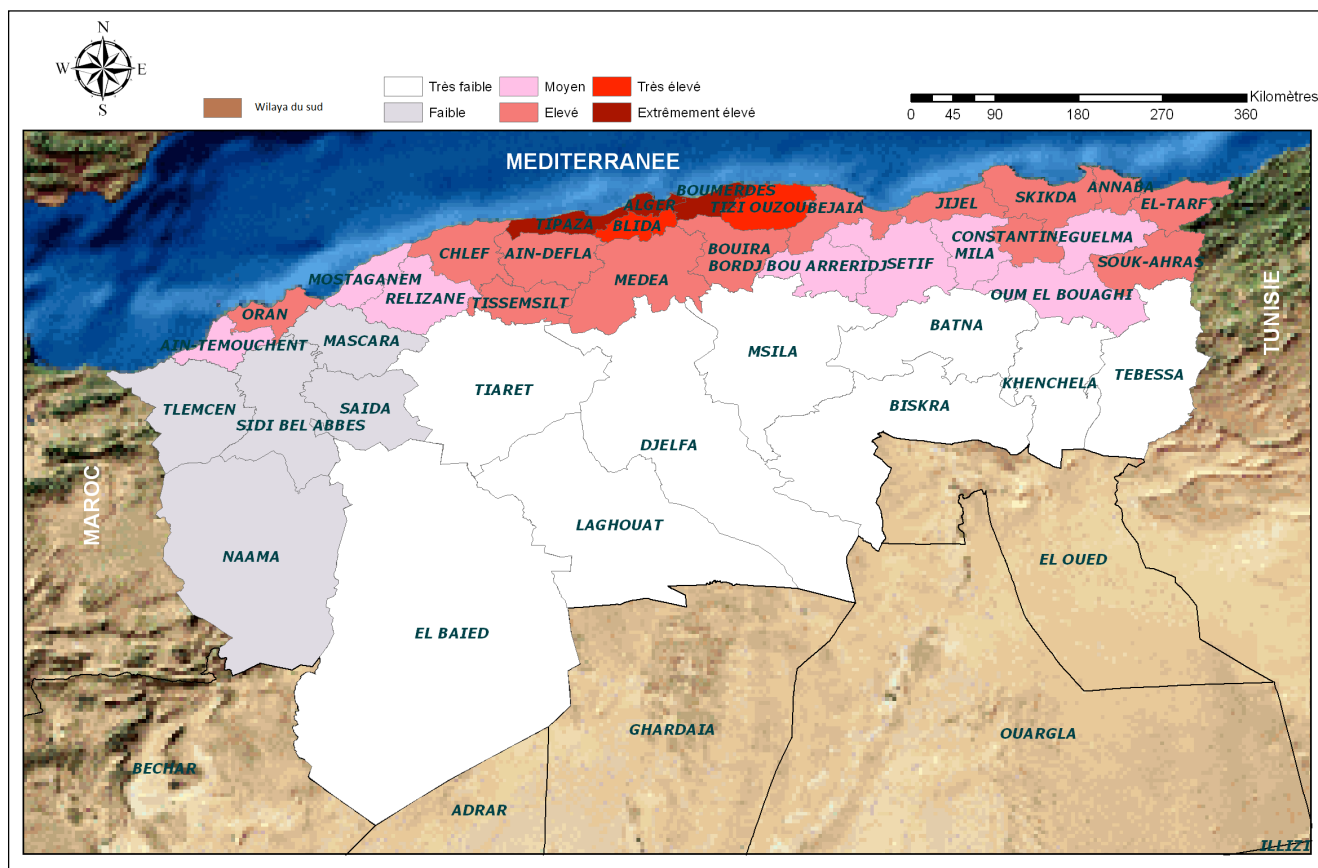


Figure 31. Indice de risque fréquentiel à travers les wilayas du nord (Meddour-Sahar, 2012).

4.2.2. Risque moyen annuel (RMA) ou degré de gravité du feu

Compte tenu de la surface boisée des différentes wilayas et des superficies moyennes brûlées annuellement, nous avons calculé le RMA (%), afin de pouvoir hiérarchiser celles-ci et faire ressortir des zones de forte récurrence du feu, prioritaires en matière d'intervention.

S'écartant du schéma général (risques faible et extrêmement faible, cas de 25 wilayas), les wilayas d'Annaba, Tizi Ouzou, Constantine, Bejaia et Boumerdes présentent un RMA élevé de 2-4 %. On constate par conséquent que les terrains boisés se situant dans les wilayas abritant les mégapoles d'Algérie, comme Constantine, Annaba et celles qui sont localisées à l'est d'Alger, dans l'axe des wilayas de Boumerdes, Tizi Ouzou et Bejaia, sont à déclarées systématiquement comme zone rouge (figure 32). Dans cette zone rouge, une périodicité des feux, de 25 à 50 ans sur la même surface boisée, peut empêcher, du moins localement, en conjugaison avec d'autres facteurs régressifs (surpâturage, coupes de bois), une reconstitution forestière et favoriser un emmaquisement des terrains incendiés.

Neuf wilayas, dont Tipaza, El Tarf, Skikda et Jijel, présentent un RMA moyen, puisque 1-2 % de leurs superficies boisées sont incendiés en moyenne annuellement. Ce qui implique une probabilité de passage du feu de 50 à 100 ans sur une même parcelle boisée.

Enfin, ces deux systèmes d'estimation du risque d'incendie, basés l'un sur la fréquence annuelle des feux pour 10 000 ha de forêts et l'autre sur la surface incendiée annuellement en % de la surface forestière totale (RMA), aboutissent à un classement analogue des wilayas en matière de danger d'incendie, puisqu'il y a une étroite corrélation entre ces 2 méthodes ($r = 0,51$). Les 8 wilayas les plus fréquemment touchées par les feux coïncident avec les mêmes wilayas, où les taux de surface brûlée sont les plus importants, en l'occurrence Constantine, Aïn Defla, Tipaza, Boumerdes, Tizi Ouzou, Bejaia, Jijel et El Tarf. Le même phénomène est constaté pour les communautés autonomes espagnoles (Dimitrakopoulos et Mitsopoulos, 2006).

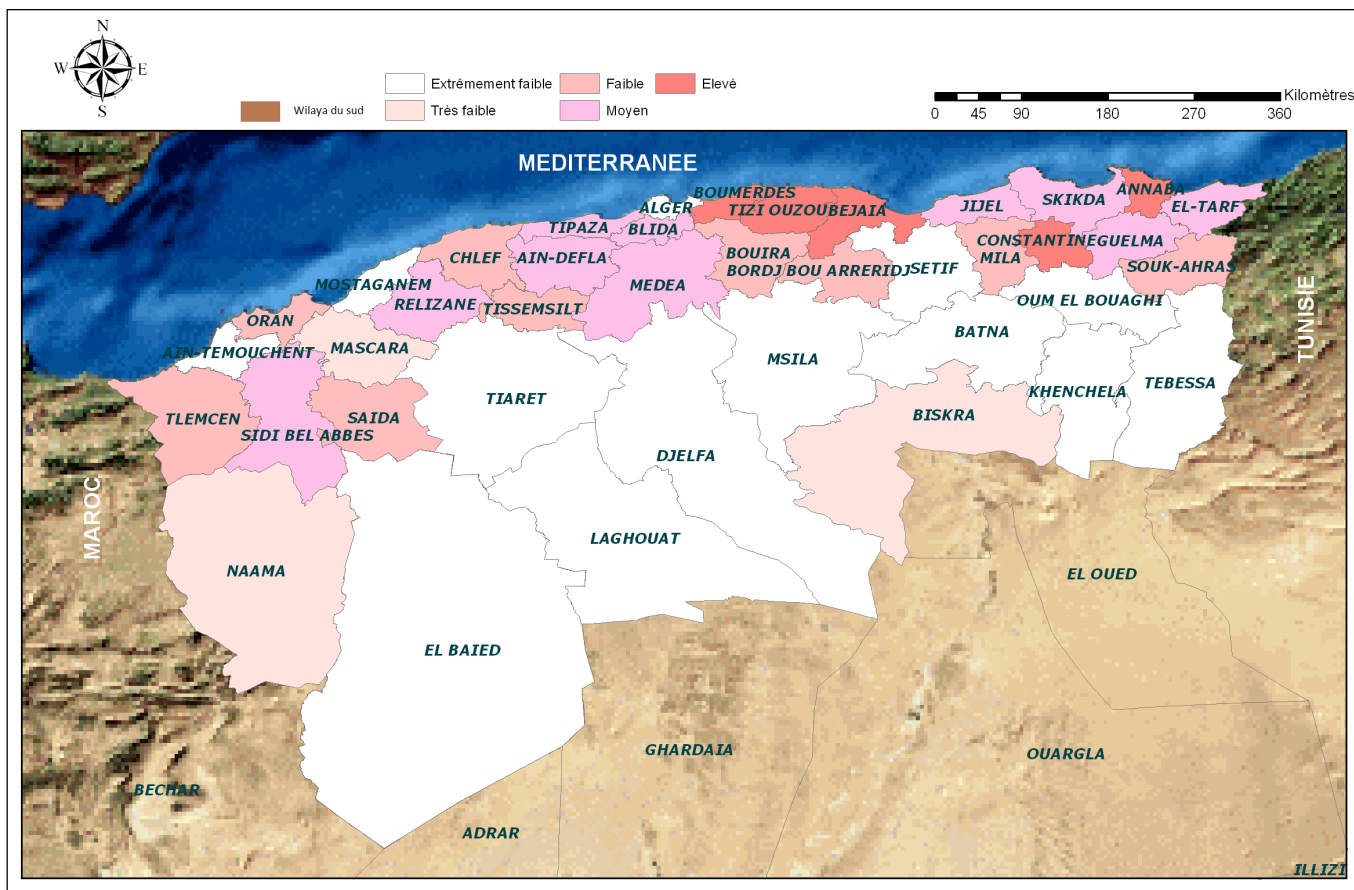


Figure 32. Risque moyen annuel à travers les wilayas du nord (Meddour-Sahar, 2012).

5. Conclusion

L'Algérie du nord, pour la période d'étude 1985-2010, est très touchée par les feux de forêt puisqu'elle enregistre un cumul de 42.555 feux, qui ont détruit une superficie forestière totale de 910.640 ha. Ce qui correspond à une moyenne annuelle de 1.637 feux et 35.025 ha de surface brûlée, malgré une forte variabilité interannuelle de ces paramètres.

Sur le plan temporel, les résultats révèlent que le mois estival qui a enregistré le plus grand nombre d'incendies (39,66 % du total) et la plus grande surface incendiée (51,86 %) est sans conteste le mois d'août. De plus, les incendies se concentrent dans la tranche horaire 10-18 h, avec près de 79 % du nombre total, mais sans aucune prépondérance significative pour un quelconque jour de la semaine.

A la lumière de ces résultats, il apparaît logique de canaliser les efforts de patrouille et de surveillance, durant cette période diurne de 8 heures (10-18 h) avec un maximum de surveillance entre 12-16 h, et plus spécialement durant le mois d'août, où une extrême vigilance est exigée, surtout aux abords des endroits fréquentés et des zones habitées. En retour, le gain (surface épargnée par le feu) escompté sera certainement des plus notables.

L'analyse des causes d'incendies et de leur importance relative en Algérie, met en évidence l'insuffisance des résultats acquis en matière d'identification des sources de dépôts de feux. Ceci montre les efforts qui doivent être entrepris pour cerner au mieux les causes des incendies de forêts et réduire au minimum leurs effets. Une recherche plus active des causes aurait certainement un effet de prévention marqué.

Spatialement, on note que les feux de forêts se concentrent surtout dans les wilayas littorales du nord-est algérien, de Tizi Ouzou à El Tarf, correspondant à la région du chêne liège kabyle (Boudy, 1952). Mais au delà du constat global, l'analyse de l'origine de la gravité des mises à feu met en évidence certaines spécificités de cette région et en particulier les relations entre le pastoralisme et les incendies. Ces wilayas, disposant d'un patrimoine subéricole important, sont fortement touchées par les incendies de forêt, ce qui peut s'expliquer par le fait que la région du nord-est du pays est la plus chargée en effectif de bétail et que la pression de l'activité anthropique y est très importante (DGF, 2002). Par exemple, dans le Parc national d'El Kala, en quelques années, l'augmentation des effectifs de bovins a été exponentielle, passant de 15.000 à 100.000 têtes (FOSA, 2000).

Enfin, la prévention plus que la lutte doit jouer un rôle primordial. Des études scientifiques doivent être menées et poursuivies, afin de déterminer et de cartographier le degré de sensibilité des différents peuplements forestiers et de gérer cette information par les nouvelles technologies.

D'autre part, la prévision devra tenir compte des facteurs socio-économiques locaux, en s'efforçant d'intégrer les populations riveraines aux activités forestières, dont les programmes seront intensifiés, organisés et planifiés grâce aux plans d'aménagement qui devront être élaborés (travaux sylvicoles, travaux d'entretien des pistes et des pare-feux, travaux de mise en valeur dans les pare-feux implantations fruitières, activités pastorales dans le respect des reboisements et mise en défens). Il s'agit de reconverter les populations enclavées et les populations riveraines en travailleurs permanents ou en bénéficiaires de droits d'usage directement intéressés à la production. La forêt devenant leur source de revenus, ils veilleront alors à sa sauvegarde au lieu de la dégrader.

Références

- Abdelmoula K.** *Evaluation de l'efficacité des réseaux de coupures de combustible sur la réduction du risque d'incendie à l'échelle du massif forestier.* Thèse Docteur en sciences, Université de Provence (Aix-Marseille I) France, 2005.
www.eufirelab.org/toolbox2/library/get_reference.php
- Alexandrian D.** Les statistiques "feux de forêt" de ces trente dernières années. *Forêt méditerranéenne* 2008 ; 29 : 377-384.
- Ben Jamaa MEH, Abdelmoula K.** Les feux de forêts dans la subéraie tunisienne. Colloque Vivexpo : le chêne liège face au feu. Perpignan, 2004. www.vivexpo.org
- Bensaid S, Gasmi A, Benhafied I.** les forêts d'Algérie de Césarée la romaine a ce jour, *Forêt Méditerranéenne* 2006 ; 27 : 267-274. www.foret-mediterraneenne.org/fr/catalogue
- Branka A.** *Etude comparée des incendies de forêts et de leur prévention dans les départements du Var et des Landes.* Mémoire de fin d'études, Université de Cergy-Pontoise, France, 2001. http://mediaforest.net/incendie/memoire_prevention.pdf
- Boudy P.** *Economie forestière Nord-Africaine. Milieu physique et humain.* Ed. Larose, Paris, Tome I, 1948.
- Boudy P.** *Guide du forestier en Afrique du Nord.* Ed. Larose, Paris, 1952.
- Bougadoum B.** Assistance météorologique à la prévention et à la lutte contre les incendies de forêts. In : Ciesla, W.M.Rijks D, eds. Séminaire « *Météorologie et incendies de forêts* », Rabat, 1991. Genève : Organisation météorologique mondiale, 1992.
- Bureau National des Etudes du Développement Rural (BNEDER).** Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de synthèse nationale. Alger : BNEDER 2009.
- Carrega P.** Climatologie des incendies de forêt dans les Alpes-Maritimes. *Revue Climats et Climatologie* 1988, n° spécial, 51-61.
- Chevrou R.** Quelques précautions à prendre en cas d'analyse statistique. *Options Méditerranéennes*, Série A. Séminaires Méditerranéens, n° 25. Montpellier : CIHEAM, 1995.
<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a25/CI000447.pdf>
- Colin PY, Jappiot M, Mariel A, Cabaret C, Veillon S, Brocchiero F.** Protection des forêts Contre l' incendie : Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen, FAO et CEMAGREF, 2001. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/Y2747f/>
- Delacre J, Tarrier M.** *Le Maroc, un royaume de biodiversité.* Ed. Ibis Press, Paris 2000.
De Montgolfier J. *Protection des forêts contre les incendies. Guide technique du forestier méditerranéen français.* Dix-huit fiches. Aix-en-Provence : Cemagref, 1989.
- Direction générale des forêts (DGF).** Avant-projet de la loi du code forestier, Alger : (DGF), 1997.

Direction Générale des Forêts (DGF). Bilan décennal des incendies de forêts en Algérie (1992-2001). Alger : DGF, 2002.

Dimitrakopoulos AP. Analyse des causes des feux de forêt en Grèce. *Options Méditerranéennes*, Série A. Séminaires Méditerranéens, n° 25 Montpellier: CIHEAM, 1995. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a25/CI000449.pdf>

Dimitrakopoulos AP, Mitsopoulos ID. *Global forest resources assessment 2005. Report on fires in the Mediterranean Region.* Working paper FM/8/E, Forestry Department, FAO: Rome, 2006. <http://www.fao.org/docrep/009/j7564e/j7564e00.htm>

Djellouli Y. *Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes.* Thèse Doctorat Sciences, USTHB, Alger, 1990.

Esnault F. L'intérêt d'une cartographie des feux de forêt. *Forêt Méditerranéenne* 1995 ; 16 : 159-163. www.foret-mediterraneenne.org/fr/catalogue

Favre P. Feux et forêts. Dossier « Les feux de forêt et la sécheresse en 1990 ». *Forêt méditerranéenne* 1992 ; 13 : 31-40. www.foret-mediterraneenne.org/fr/catalogue

FOSA. L'étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) Algérie. FAO, Rome, Italie 2000. <ftp://ftp.fao.org/docrep/003/X6771F00.pdf>

Lampin C, Jappiot M. Un prototype d'échelle de mesure de l'intensité d'un incendie de forêt. *Info DFCI, Bulletin du centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie* 2002 ; 49 : 6-7. www.aix.cemagref.fr/htmlpub/documentation/DFCI49.pdf

Marc M. *Notes sur les forêts de l'Algérie.* Typographie Adolphe Jourdan, Imprimeur - Libraire - Editeur, Alger, 1916.

Meddour-Sahar O. *Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou.* Thèse de Magister, INA El Harrach, Alger, 2008. http://hpthese.ina.dz:8070/sdx/ina/ina/2008/meddour_s

Meddour-Sahar O., Derridj A. *Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005).* *Revue Sécheresse*, 2010 ; 21, (3) : 187-195. doi : 10.1684/sec.2010.0249

26. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE). Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement. Alger : MATE, 2003.

Nedjraoui D. Profil fourrager 2001. www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/pasture/forage.htm.

Ningre JM. Les feux de forêts en France en 1996, des surfaces détruites exceptionnellement faibles. *Forêt Méditerranéenne* 1996 ; 17 : 321-322. www.foret-mediterraneenne.org/fr/catalogue

Peyre S. L'incendie, désastre ou opportunité ? L'exemple des Pyrénées Orientales. *Forêt Méditerranéenne* 2001 ; 20 : 194-199. www.foret-mediterraneenne.org/fr/catalogue

Quezel P. Les forêts du pourtour méditerranéen. Forêts et maquis méditerranéen. Ecologie, conservation et aménagement. Note technique du MAB/UNESCO 1976, Paris; 2 : 9-31.

Ramade F. *Conservation des écosystèmes méditerranéens : enjeux et prospective*. Plan Bleu, fascicule n° 3 - Ed. Economica, PNUE, Paris, 1997.

Seigue A. *La forêt méditerranéenne et ses problèmes*. Maisonneuve et Larose, éd., Paris, 1985.

Seltzer P. *Le climat de l'Algérie. Recueil des données météorologiques*. Institut de météorologie et de physique du globe, Alger. Eds. Masson et Larose, Paris, 1946.

Susmel L. Les incendies de la végétation en Sardaigne. *Revue Forestière Française* 1974, n° spécial, 1 : 64-78. <http://documents.irevues.inist.fr>

Van Effenterre C. Prévention des incendies de forêts, statistiques et politiques. *Revue forestière française* 1990, XLII, n° spécial : 20-32. <http://documents.irevues.inist.fr>

Varela MC. Le chêne-liège et les incendies de forêts : le cas portugais 2004. Colloque Vivexpo : le chêne liège face au feu. Perpignan, 2004. www.vivexpo.org

Velez R. Les feux de forêt en Espagne en 1994. *Forêt Méditerranéenne* 1995 ; 16 : 164-165. www.foret-mediterraneenne.org/fr/catalogue

Velez R. *Protection contre les incendies de forêt : principes et méthodes d'action*. Options Méditerranéennes, Série B : Études et Recherches N° 26, Zaragoza : IAMZ, 1999. www.iamm.fr/ressources.ciheam.org/om/pdf/a38/99600180.pdf

**CHAPITRE V - BILAN DES INCENDIES DE FORET DANS LE
NORD-CENTRE ALGERIEN ET CARTOGRAPHIE DU
RISQUE**

1. Introduction

Le présent chapitre présente les aspects de l'étude statistique exploratoire des feux de forêts dans les wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes pour la période 1985-2010.

Comme on l'a vu dans le chapitre quatre, la superficie totale parcourue en Algérie, durant la période 1985-2010, s'élève à 910.640 ha, réparti de façon inégale sur les trois régions forestières du Nord du pays (régions Est, Centre et Ouest). La région Nord-Est est en première position pour l'importance des superficies parcourues, avec 449.416 ha, représentant 49,35 % du total. La région Nord-Centre du pays vient en seconde position 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 %. Ceci est probablement lié à l'importance surfacique croissante des massifs forestiers du Nord-Ouest vers le Nord-Est du pays, région la plus boisée.

Le classement suivant le nombre de feux par région n'obéit pas à la même logique que celle des superficies parcourues. 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 hab./km², contre 170 hab./km² pour le Nord-Est et 162 hab./km² pour le Nord-Ouest.

La superficie moyenne parcourue par le feu est de 29 ha dans la région Nord-Ouest, de 25 ha dans la région Nord-Est et elle est près de deux fois moindre (15 ha) dans celle du Nord-Centre. La valeur élevée de cette surface moyenne dans la région Nord-Ouest est vraisemblablement due à plusieurs facteurs, à la lenteur de l'intervention, à la faiblesse du réseau routier, à l'éloignement des massifs forestiers des centres d'intervention et à la composition floristique des massifs forestiers, où dominent des espèces très combustibles, notamment le pin d'Alep (Benderradji *et al.*, 2004).

Notre choix s'est porté sur les wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes comme représentatives du Nord-Centre Algérien. 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.

L'évaluation du risque incendie au niveau des communes des trois wilayas, basée sur les statistiques des feux historiques durant la période 1985-2010, nous permettra de faire ressortir les zones les plus sensibles au feu, où il faudra concentrer les actions de prévention et les moyens de lutte contre les incendies.

2. Matériels et méthodes

2.1. Site d'étude

La zone d'étude se situe dans la région Nord-Centre Algérien (voir chapitre 3), avec les wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes (voir figure 54, chapitre 7)

2.1.1. Le taux d'espace boisé par communes dans la zone d'étude

Pour toute analyse du risque d'incendie, on doit connaître la surface forestière de chaque commune, pour réaliser une comparaison objective entre elles, puisque pondérée par ce paramètre. Le « taux de boisement » par communes prend en compte, tout autant les surfaces forestières, que celles des maquis et des broussailles ; il est évalué en pourcentage de la surface totale de la commune (Leroy, 1953 ; Meddour-Sahar et Derridj, 2010).

A l'échelle de la région étudiée, on observe ainsi un taux de boisement très variable pour le Nord-Centre (figure 33, 34 et 35). En moyenne, il est de 21 % pour les 144 communes de la zone d'étude (contre 16,4 % pour l'Algérie du Nord). On constate que 85 communes ont un taux de boisement supérieur à 20 %, que 36 d'entre elles, possèdent un taux d'espace boisé, oscillant entre 30 et 50 %, et que 23 communes dépassent 50 % de boisement.

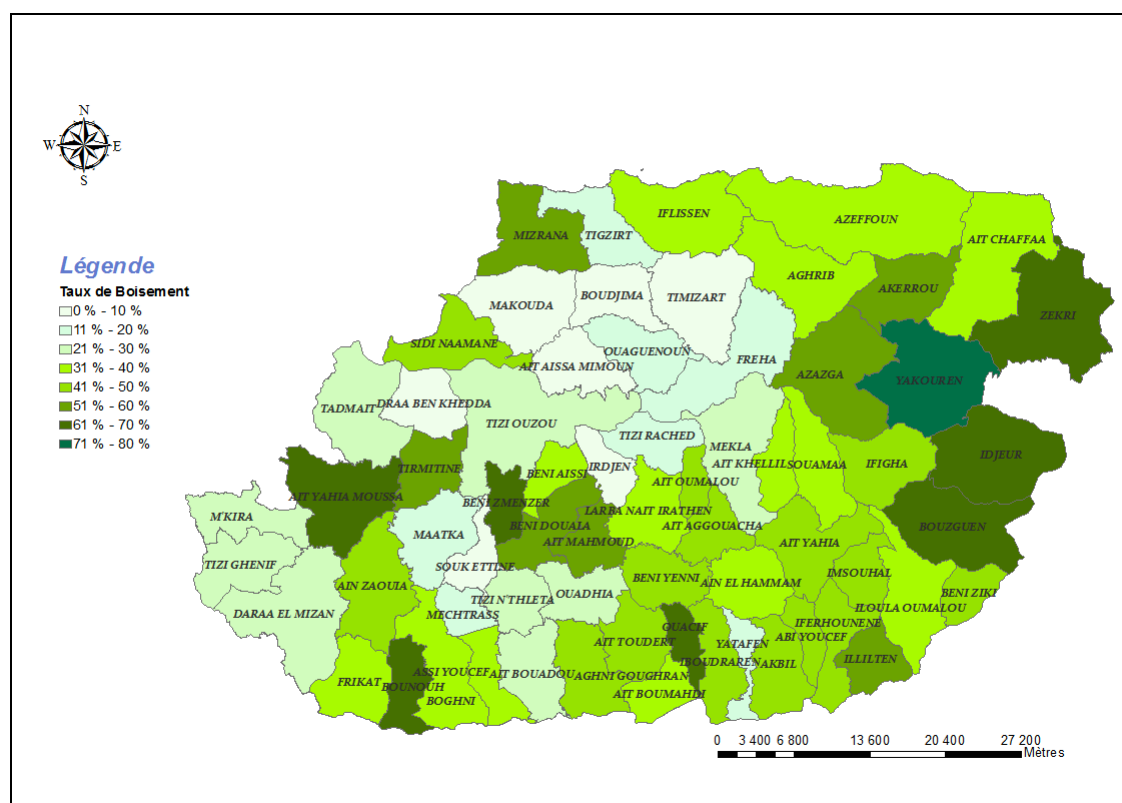


Figure 33. Taux de surface boisée des communes de la wilaya de Tizi Ouzou, (Meddour-Sahar, 2014).

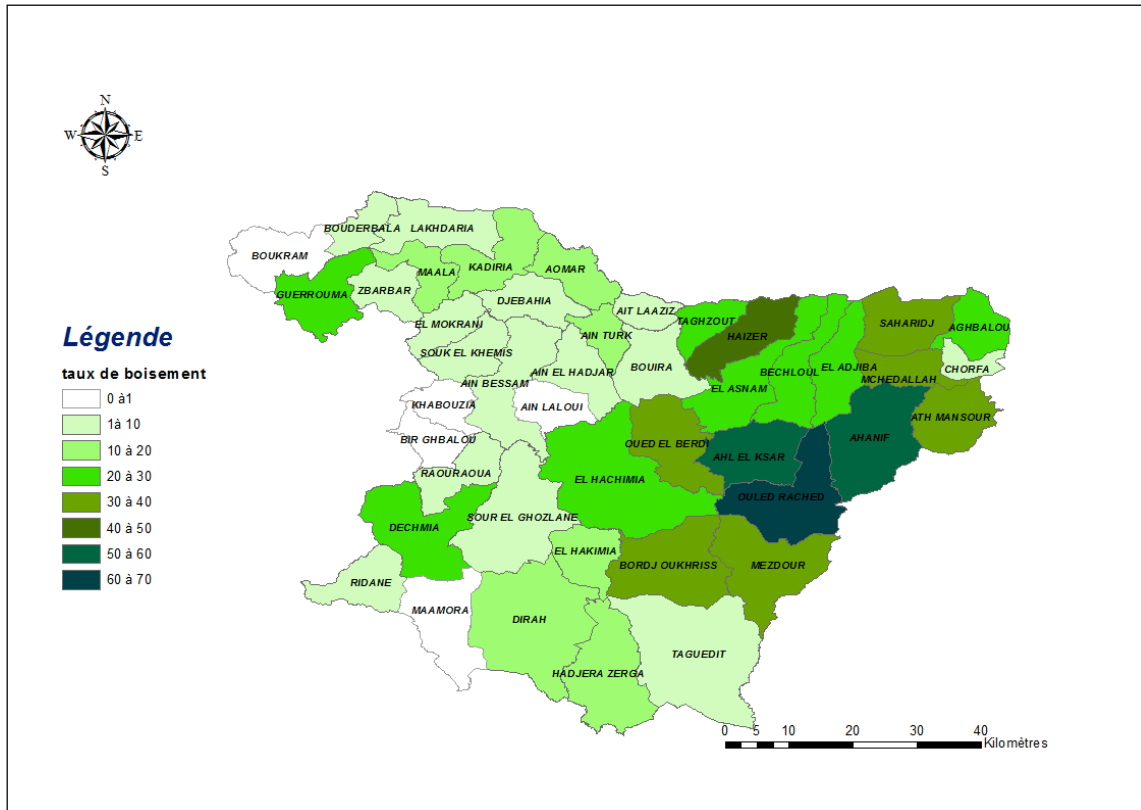


Figure 34. Taux de surface boisée des communes de la wilaya de Bouira,(Meddour-Sahar, 2014).

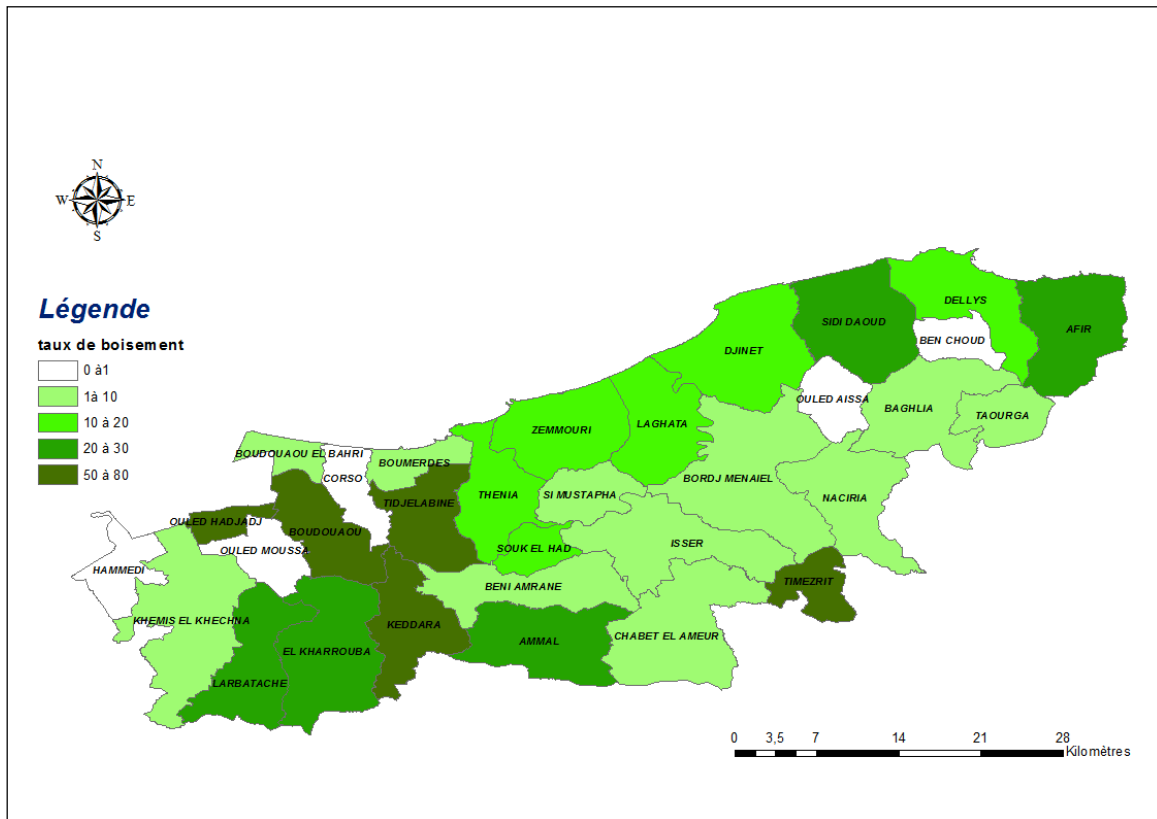


Figure 35. Taux de surface boisée des communes de la wilaya de Bumerdes (Meddour-Sahar, 2014).

2.2. Feux historiques

Les données utilisées dans ce travail proviennent des archives et documents des Conservations des Forêts des trois wilayas étudiées. Ils sont disponibles essentiellement sous forme de rapports détaillés¹ et de message d'incendies², dans des archives au format papier.

Le problème qui se pose pour le dépouillement des rapports d'incendie est le fait que chaque forestier remplit le formulaire à sa façon, sans respecter les informations demandées dans les instructions. Parfois, les observations étaient lacunaires et les agents qui saisissent les données sont restés au stade du formulaire rédigé à la main. Un rapport présente en moyenne plus de 30 % de lacunes, celles-ci variant dans l'espace et dans le temps. Le taux de rubriques non renseignées tend à augmenter au fil du temps sans parler des bilans entiers qui disparaissent suite aux conditions d'archivage désastreuses (moisissure, humidité, etc.) (figure 36).

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.



Figure 36. Etat des archives non informatisées dans les Conservations des Forêts,

2.3. Evaluation du risque

Pour la cartographie du risque incendie au niveau des trois wilayas, sur la base des statistiques des feux passés sur une période de 26 ans³ à l'échelle des 144 communes, nous avons utilisé deux types de risques, à savoir le *risque fréquentiel IRF* (Meddour-Sahar et Derridj, 2010, 2012) et le *risque moyen annuel RMA* (De Montgolfier, 1989). La méthodologie a été décrite dans le chapitre précédent. Bien que simple, 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

¹Le rapport détaillé : il est renseigné par le chef de Circonscription territorialement compétent et expédié au niveau de la Conservation des Forêts dans les 8 jours qui suivent l'incendie. Ce rapport définitif synthétise toutes les informations ; il mentionne les mêmes renseignements que ceux du message incendie, avec plus de précision, et d'autres renseignements tels que les coordonnées géographiques, le personnel ayant participé à la lutte, le matériel et les moyens d'alerte utilisés, etc.

²Message d'incendies : Voir définition en chapitre 3 p 68.

³ Le choix de la période 1985-2010 est fait par rapport au dernier découpage administratif des communes de 1984.

démarche tient au fait que les informations utiles à l'étude du risque seront cartographiées, en les rapportant à la première unité de gestion du territoire, la commune.

En plus, d'après la loi des grands nombres⁴, les observations recueillies en 26 ans (N=8.124 feux) tendent à la probabilité du phénomène.

Pour la réalisation de nos cartes de risques, nous avons fait appel au système d'information géographique ArcGIS 10.

3. Résultats et discussions

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

La figure 37 présente les données relatives au nombre des incendies et les surfaces touchées par les incendies dans l'ensemble des trois wilayas du Nord-Centre Algérien, au cours de la période 1985-2010.

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.

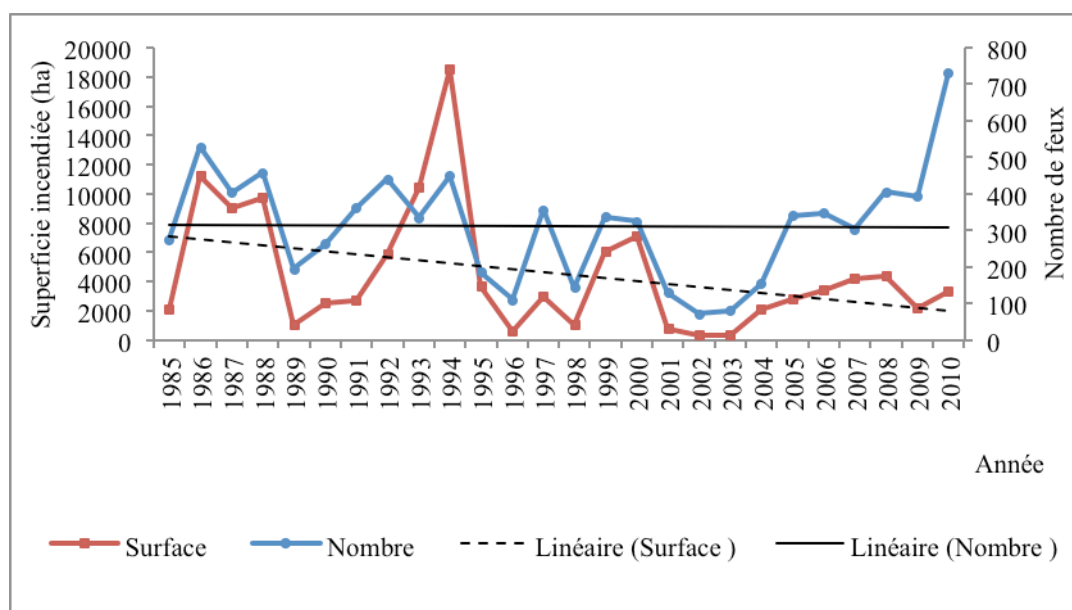


Figure 37. Evolution annuelle des nombres de feux et des superficies parcourues dans le Nord-Centre Algérien

⁴En statistiques, la loi des grands nombres (Loi de Bernoulli, 1713) exprime le fait que les caractéristiques d'un échantillon aléatoire se rapprochent d'autant plus des caractéristiques statistiques de la population que la taille de l'échantillon augmente.

La surface parcourue oscille considérablement d'une année à l'autre (CV- coefficient de variation - de 106,3% traduisant une forte variabilité interannuelle de ce paramètre), avec un maximum de 18.549 ha en 1994 et un minimum de 321 ha en 2002 (annexe 1).

La moyenne annuelle de la surface parcourue (Centre-Nord) est trompeuse, car une année sur trois est « faste » (moins de 4.700 ha parcourues) et une année sur 2,5 est « néfaste » (4.700 ha à 18.000 ha parcourues). Durant cette période de 26 ans, les 18 années fastes (en dessous de la moyenne) se répartissent sur l'ensemble de la période, alors que les 8 années néfastes 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 la « régression à la moyenne », c'est-à-dire 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

Cette observation a déjà été mise en évidence par Meddour-Sahar (2008). On enregistre 5 années fastes (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 un véritable *annus horribilis*, par suite d'une vague de chaleur prolongée qui a produit d'énormes dommages, surtout au Portugal, en Espagne et en Grèce (Bassi et Kettunen, 2007; San Miguel Ayanz *et al.*, 2013).

Le nombre de feux varie un peu moins d'année en année (CV = 46,97 %), avec un minimum de 72 en 2002 et un maximum de 730 en 2010. Le nombre de feux présente une tendance nettement à la hausse, plus spécialement à partir de 2005, avec 300 feux chaque année. A l'inverse, pour la surface parcourue une légère tendance à la baisse est amorcée depuis 2001. La même tendance est observée dans d'autres pays en Europe Méditerranéenne, par exemple l'Italie, l'Espagne et la Grèce (Blasi *et al.*, 2004 ; Vélez, 2008 ; Xanthopoulos, 2008).

Le feu moyen est de 14,64 ha, pour la période étudiée, et présente une forte fluctuation interannuelle (CV = 71 %). On enregistre deux valeurs maximales 41 ha/feu et 31 ha/feu, correspondant aux années les plus néfastes de 1994 et 1993 (annexe 1). La valeur minimale est enregistrée en 2010 soit 5 ha/feu.

3.1. 2. Analyse de la situation des incendies dans les wilayas d'étude

A partir des données collectées au niveau des wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes, nous allons mettre en évidence les disparités régionales (tableau 11).

Tableau 11. Principaux indicateurs des wilayas étudiées

Wilaya/Indicateur	Tizi Ouzou	Bouira	Boumerdes
Nombre incendie par 1.000 ha de surface boisée	2,21	1,03	2,63
Nombre incendie par 1.000 ha de surface territoriale	0,49	0,22	0,48
Nombre incendie par 1.000 habitants	0,13	0,13	0,09

Les valeurs moyennes obtenues pour la période retenue de 26 ans, et les tendances évolutives générales pour chacune des wilayas sont discutées dans les paragraphes qui suivent.

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 parcourue dans la région d'étude. Les courbes de tendances pour le nombre de feux et les surfaces parcourues indiquent une légère réduction (figure 38).

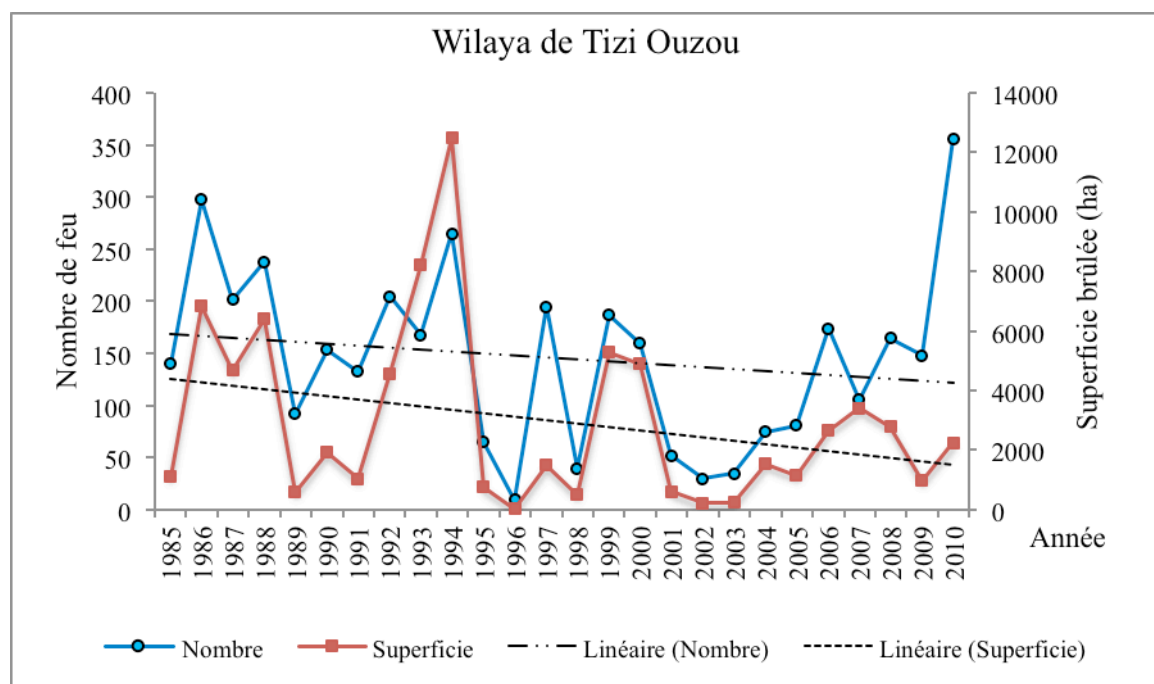


Figure 38. Variation annuelle des superficies parcourues et du nombre de feux dans la wilaya Tizi Ouzou.

Ainsi, deux valeurs extrêmement élevées sont enregistrées en 1993 (8.233 ha) et en 1994 (12.500 ha), soit respectivement 10,71 % et 16,27 % de la superficie parcourue au total durant la période 1985-2010. Ces deux années pèsent très lourd dans ce bilan et représentent 26,98 % des surfaces parcourues en 26 ans. L'année 1994 (en pleine *décennie noire*) peut être qualifiée de « *annus horribilis* » pour la campagne incendie dans la wilaya de Tizi Ouzou (Meddour-Sahar et Derridj, 2010), qui a été ravagée par les flammes, avec un nombre de feux considérable de 265, le double de la moyenne annuelle, et une superficie parcourue quatre fois supérieure à la moyenne annuelle de la période d'étude.

La wilaya de Bouira a enregistré un nombre moyen annuel de feux de 97, soit 31 % du total de la région d'étude, et une surface moyenne annuelle parcourue de 991 ha, soit 22 % du total de la région. Les surfaces parcourues sont à la hausse, mais le nombre de feux affichent une tendance à la diminution (figure 39).

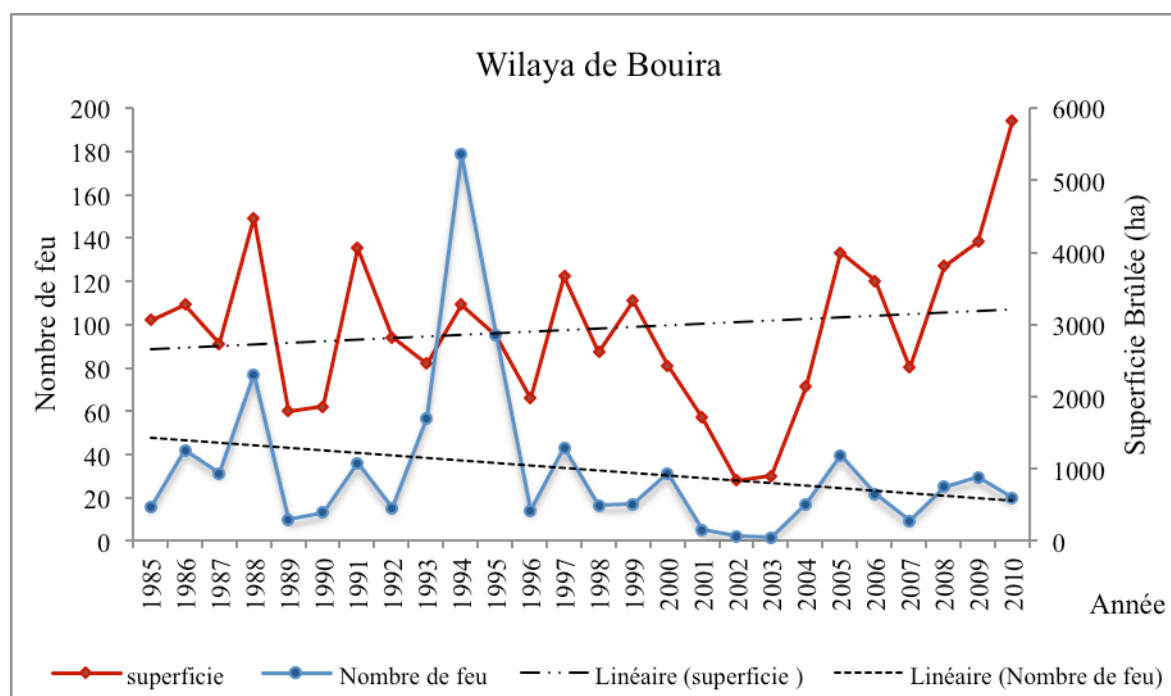


Figure 39. Variation annuelle des superficies parcourues et du nombre de feux dans la wilaya de Bouira

Pour Bouira l'année 1994 est aussi la plus touchée, car la superficie parcourue par le feu est de 5.348 ha, soit 20,76 % du total de la période. Vient ensuite l'année 1995, dont la superficie parcourue par le feu est de 2.847,94 ha, soit 11,05 %. 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.

La wilaya de Boumerdes a connu un nombre moyen annuel de feux de 70, soit 22 % du total de la région d'étude et une surface moyenne annuelle parcourue de 629 ha, soit 14 %. Le nombre de feux est en accroissement, mais les surfaces parcourues montrent une diminution apparente durant la période analysée (figure 40).

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 3.166,85 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.

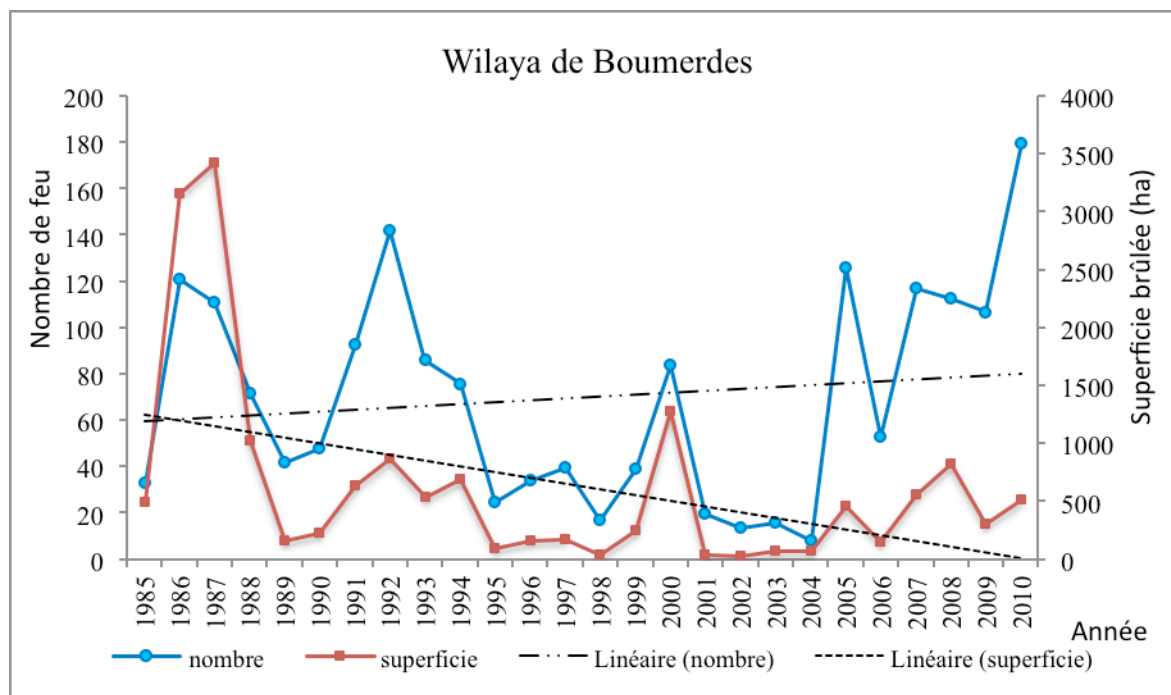


Figure 40. Variation annuelle des superficies parcourues et du nombre de feu dans la wilaya de Boumerdes.

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 wilayas, où la lutte paraît moins efficace (mauvaise 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 41). Ce qui rejoint les résultats de Meddour-Sahar et Derridj (2012) à l'échelle nationale, Merdas (2007) et Zouadia (2006), dans l'Est Algérien, ainsi que Meddour-Sahar et Derridj (2010) à Tizi Ouzou.

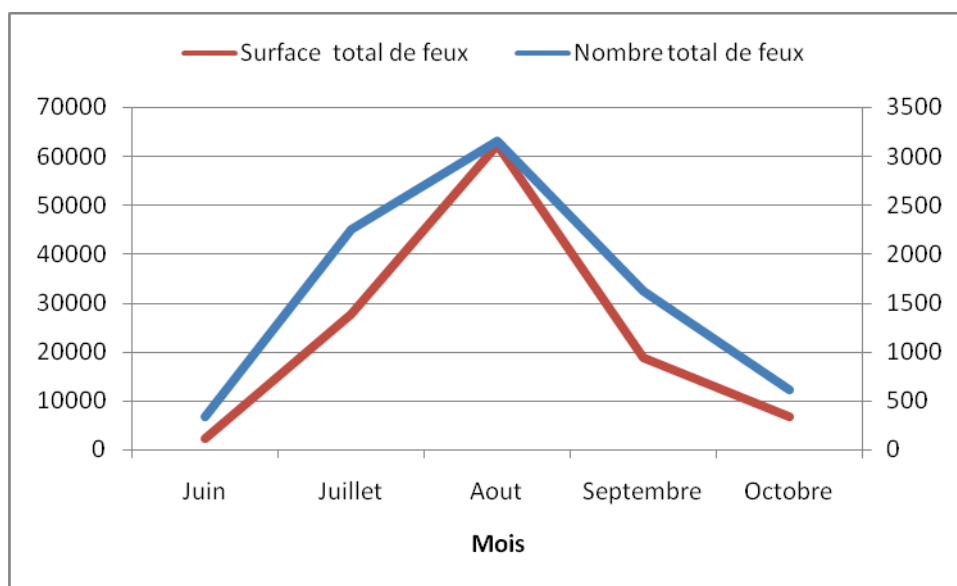
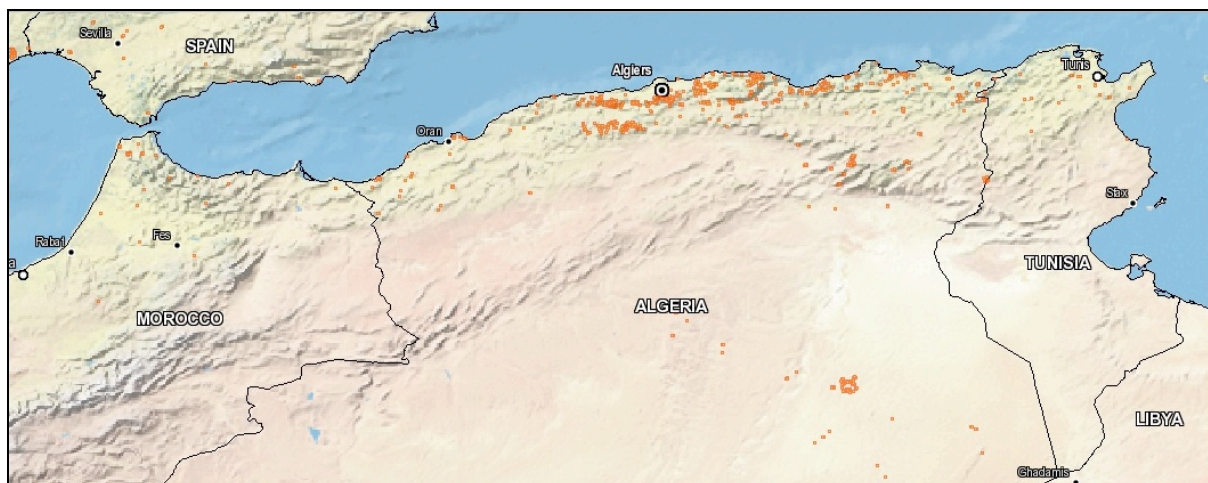


Figure 41. Distribution mensuelle du nombre d’incendies et des surfaces parcourues dans le Nord-Centre Algérien

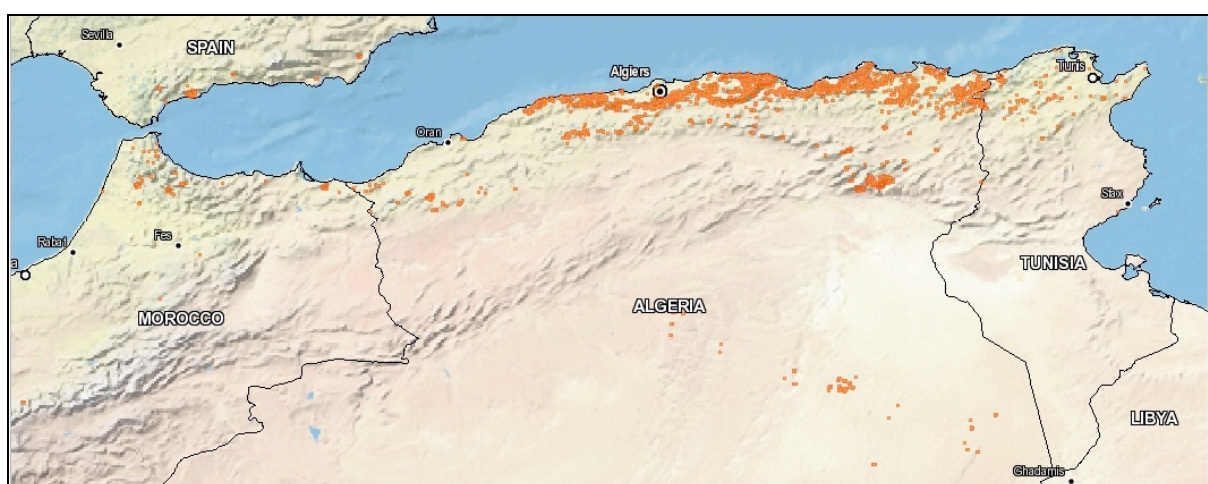
Les mois avec le « maximum de concentration » d’incendies se conforment à la distribution, que l’on observe dans tous le pays méridionaux de l’Union Européenne (Xanthopoulos, 2000 ; Blasi *et al.*, 2004 ; MMA, 2007; Gabban *et al.*, 2008). Ces mois correspondent à la période de maximum d’irradiation solaire, qui influence le degré d’humidité des combustibles (Viegas, 1998 ; Bernard and Bernard, 2007 ; Flatley *et al.*, 2011).

La répartition mensuelle des feux peut être observée sur les cartes des points d’éclosion, telles que les cartes disponibles sur le site de la NASA⁵ (figure 42 a, b, c) : on observe clairement l’augmentation des incendies au mois d’août et leur concentration sur la bande littorale.

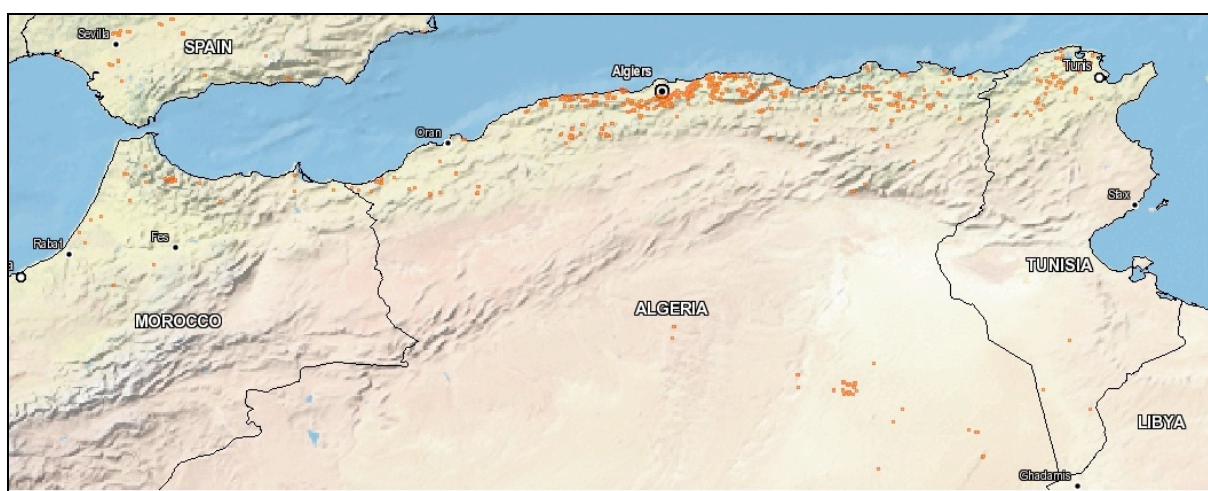
⁵(NASA FIRMS EOSDIS WEB FIRE MAPPER)
<http://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/firemap/>



a) Distribution mensuelle des points d'éclosion des feux du 01.07.2012 au 31.07.2012



b) Distribution mensuelle des points d'éclosion des feux du 01.08.2012 au 31.08.2012



c) Distribution mensuelle des points de d'éclosion des feux du 01.09.2012 au 31.09.2012

Figure 42. Distribution mensuelle des points d'éclosion des feux durant les mois de juillet, août et septembre de l'année 2012 en Algérie.

Le coefficient de corrélation linéaire entre la surface parcourue et le nombre d'incendies par mois est de 0,96. Il existe donc une très forte liaison positive significative entre ces deux facteurs (au seuil de 5 %), au niveau du Centre-Nord Algérien pour la période 1985-2010.

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 (Morandini, 1976 ; Chevrou, 1998), 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 (Blasi *et al.*, 2004 ; Regione Puglia, 2012) et l'Espagne (M.M.A., 2007).

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 %. 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 (Branka, 2001 ; Zouadia, 2006 ; Meddour-Sahar et Derridj, 2010). Cette répartition est conforme à la distribution générale horaire des feux dans les pays méditerranéens du bassin Nord (Italie, Espagne), avec un pic entre 12 et 15h (Blasi *et al.*, 2004; M.M.A., 2007).

3.1.6. Répartition des incendies de forêt suivant les formations végétales

Le feu est comme un «herbivore» qui sélectionne les différents types de végétation (Moreira *et al.*, 2001): la «consommation» des combustibles végétaux par le feu peut donc être considérée comme sélective, quand elle n'est pas proportionnelle à la disponibilité de la ressource elle-même (Mazzoleni *et al.*, 2001, 2009 ; Nunes *et al.*, 2005; Bajocco et Ricotta, 2008) et différente de celle qui serait prévue par une répartition aléatoire (Moreira *et al.*, 2001; Nunes *et al.*, 2005).

Certaines formations végétales sont « préférées » par l'incendie, tandis que d'autres sont sélectionnées négativement (Forman, 1997). L'analyse de la sélectivité des incendies est basée sur les mêmes méthodes utilisées en écologie, pour étudier la sélectivité d'une partie de l'habitat des animaux (Alldredge *et al.*, 1998).

Dans la zone d'étude, 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 %.

3.1.7. Répartition des incendies par essence

Les données confirment que certaines espèces sont plus touchées par le feu que d'autres. 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 43).

L'importante superficie parcourue dans les pineraies est liée aux caractéristiques du pin d'Alep, qui est une espèce très combustible, 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 (Quézel, 1976).

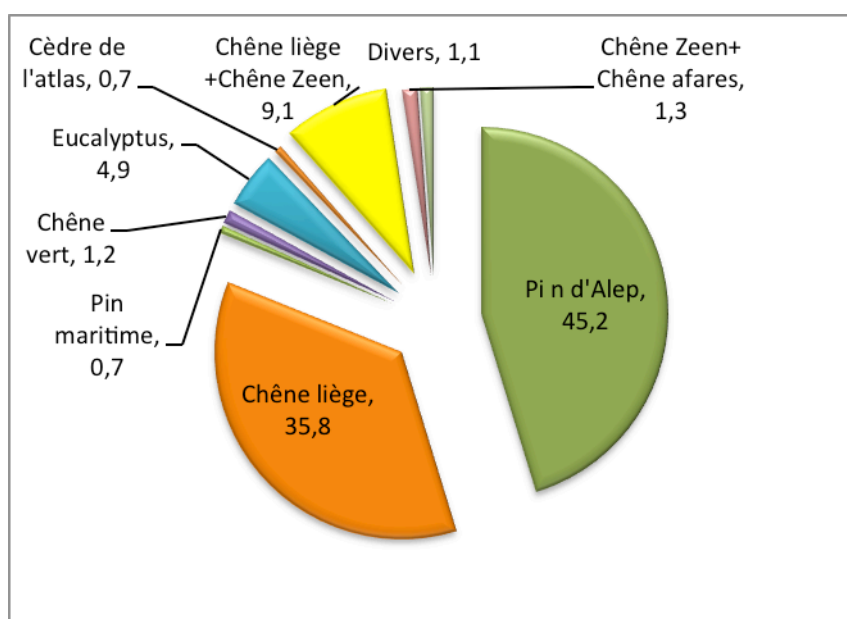


Figure 43. Les superficies parcourues par espèce dans le Nord-Centre algérien

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

Durant la période 1985 à 2010, dans les classes de superficie inférieures à 5 ha, on enregistre 5.087 feux, soit un taux cumulé de 66 % (Tableau 12). 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 (Branka, 2001 ; Chevrou, 2005).

Tableau 12. 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	1.561	3.526	1.109	1.143	210	173
Taux (%)	20,2	45,7	14,4	14,8	2,7	2,2

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. Ils sont un très grand impact sur l'écosystème, et posent une grande menace pour les vies humaines, la production économique et les infrastructures (Mc Alpine et Hirsch, 1999 ; Parisien *et al.*, 2004).

Plus en détail, la situation des grands feux par wilaya pour la période d'observation (1985-2010) peut être synthétisée comme suit :

Wilaya de Bouira

31 feux avec une surface de plus de 100 hectares (2,42 % du total) ont parcouru 8.284 ha (44,17 % du total) ; la surface maximum du plus grand feu a été de 2.500 ha (11/07/1994).

Wilaya de Boumerdes

12 feux avec une surface de plus de 100 hectares (1,23 % du total) ont parcouru 1.754 ha (14,96 % du total) ; la surface maximum du plus grand feu a été de 273 ha (25/08/2000).

Wilaya de Tizi-Ouzou

112 feux avec une surface de plus de 100 hectares (5,17 % du total) ont parcouru 38.303 ha (76,22 % du total) ; la surface maximum du plus grand feu a été de 3.000 ha (04/07/1993).

Toutefois, il faut signaler que dans une grande majorité des grands feux, il n'y a aucune intervention des services de lutte (car l'intervention est non autorisée, suite aux conditions sécuritaires qui prévalent dans la zone d'étude).

3.2. Evaluation du risque d'incendie à l'échelle des communes

Le zonage du risque d'incendie a été proposé en Californie par Frederick Law Olmstead Jr., dès 1930 comme moyen pour limiter les destructions des incendies de Malibu (Davis, 1995). La cartographie du risque d'incendie 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 globalement à l'échelle de la wilaya, soit ponctuellement à l'échelle communale. L'interprétation des éléments décrits dans la carte permet une meilleure spatialisation et visualisation du risque d'incendie et constitue un élément essentiel d'aide aux décisions.

3.2.1. Indice de Risque Fréquentiel (IRF) dans les wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes

L'évaluation du risque d'incendie⁶ est établie en fonction de la moyenne annuelle des feux enregistrés, sur une période d'observation de 26 ans, dans les communes de la wilaya de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes ramenée à 10.000 ha de surface boisée. Pour la période étudiée (1985-2010), l'indice de risque fréquentiel pour l'ensemble de la région d'étude est d'environ 12 % (risque très élevé).

De nombreux auteurs (Pinaudeau, 2005 et 2008; Arnould et Calugaru, 2008 ; Fernandes, 2008, 2010 et 2013 ; Costa Alcubierre *et al.*, 2011 ; Meddour-Sahar *et al.*, 2013 ; San Miguel Ayanz *et al.*, 2013) soutiennent qu'il serait plus rentable d'investir 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 44). 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.

⁶L'indice de risque fréquentiel d'incendie est : $IRF = Fi / SCM * 10.000$ (Meddour-Sahar et Derridj, 2012).

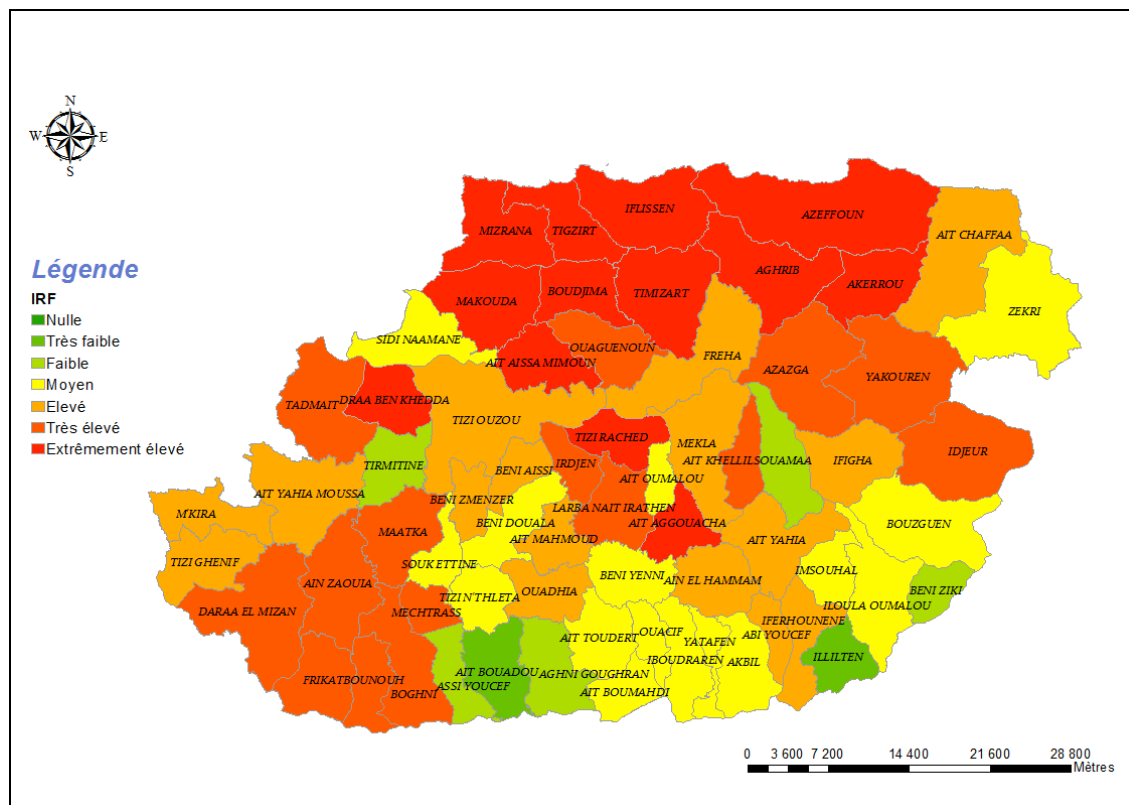


Figure 44. Indice de risque fréquentiel (IRF) à travers les communes de la wilaya de Tizi Ouzou, (Meddour-Sahar, 2014).

Cet ensemble de 13 communes, qu’il convient de classer « zone rouge »⁷, 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 ; Jollands *et al.*, 2011).

3.2.1.2. Indice de risque fréquentiel pour la wilaya de Bouira

La figure 45, de l’indice de risque fréquentiel pour les communes de la wilaya de 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 10.000 ha de surface boisée- 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 Ghbalou présentent un risque nul, vu l’absence de surface forestière.

⁷Zone rouge : zone très sensible au feu, où il faut réaliser le maximum de mesures préventives.

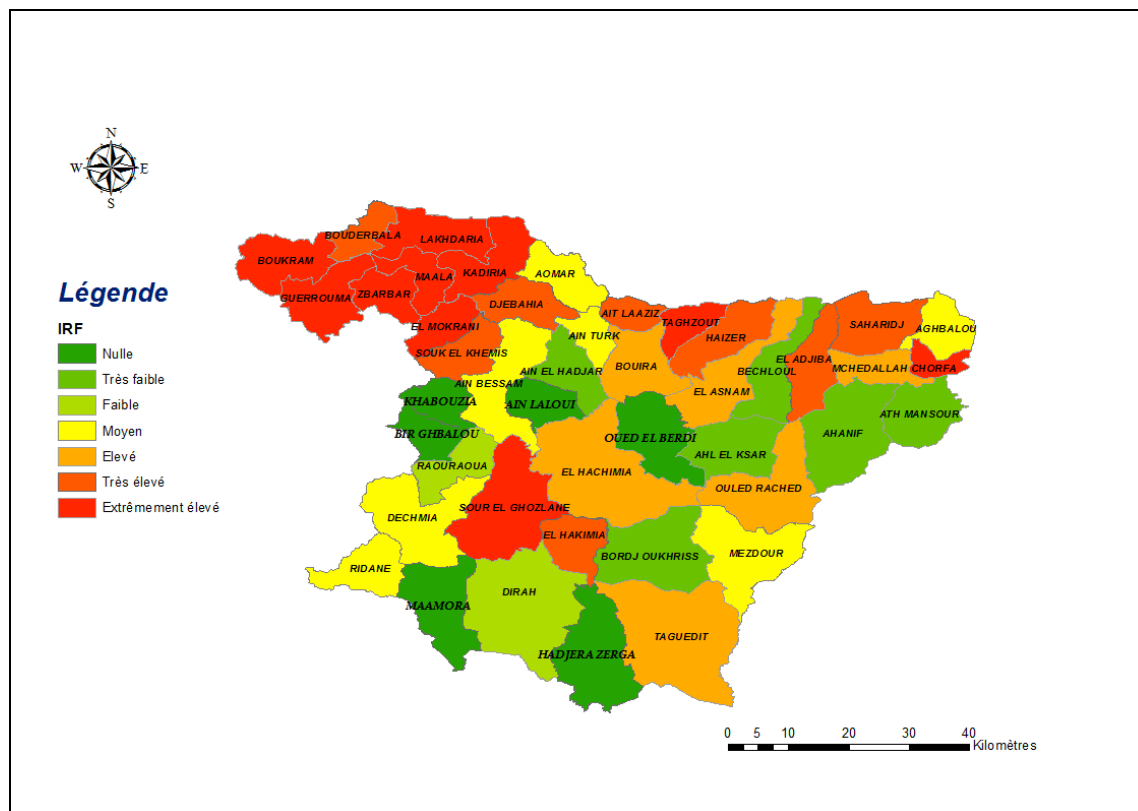


Figure 45. Indice de risque fréquentiel (IRF) à travers les communes de la wilaya de Bouira (Meddour-Sahar, 2014).

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.

Comme pour la wilaya de Tizi Ouzou, 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 1.000 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 46).

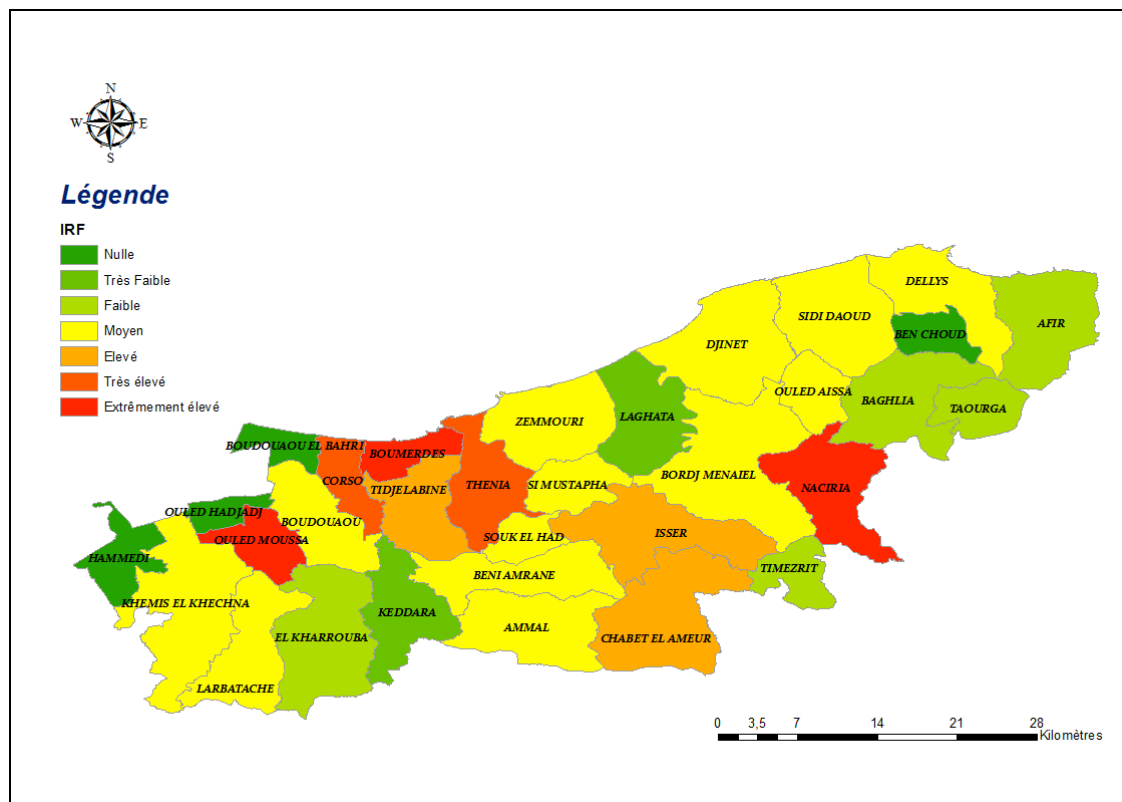


Figure 46. Indice de risque fréquentiel (IRF) à travers les communes de la wilaya de Boumerdes, (Meddour-Sahar, 2014).

3.2.2. Risque moyen annuel (RMA) dans les wilayas de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes

Compte tenu de la surface boisée des différentes communes et des superficies moyennes parcourues annuellement, nous avons calculé le Risque Moyen Annuel⁸, 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 (1985-2010), 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 % (Meddour-Sahar, 2012).

3.2.2.1. Risque moyen annuel dans la wilaya de Tizi Ouzou

Les risques faible, très faible ou extrêmement faible concernent un ensemble de 33 communes. A l'opposé, on trouve un groupe de 23 autres communes présentant des risques élevé, très élevé ou exceptionnellement élevé (figure 47). Ce sont les communes d'Aghrib, Akerrou, Iflissen, Béni Zmenzer et Tizirt, qui sont classées avec un degré de gravité « exceptionnellement élevé » (RMA > 8 %). On constate, qu'à l'exception de Béni Zmenzer,

⁸ Risque Moyen Annuel sera donc : $RMA = SMA \times 100 / SCM$ (De Montgolfier, 1989 ; Peyre, 2001) il est exprimé en %

toutes ces communes sont situées sur le littoral, et sont très convoitées pour les terrains de constructions ou plus couramment comme terrains de pacage.

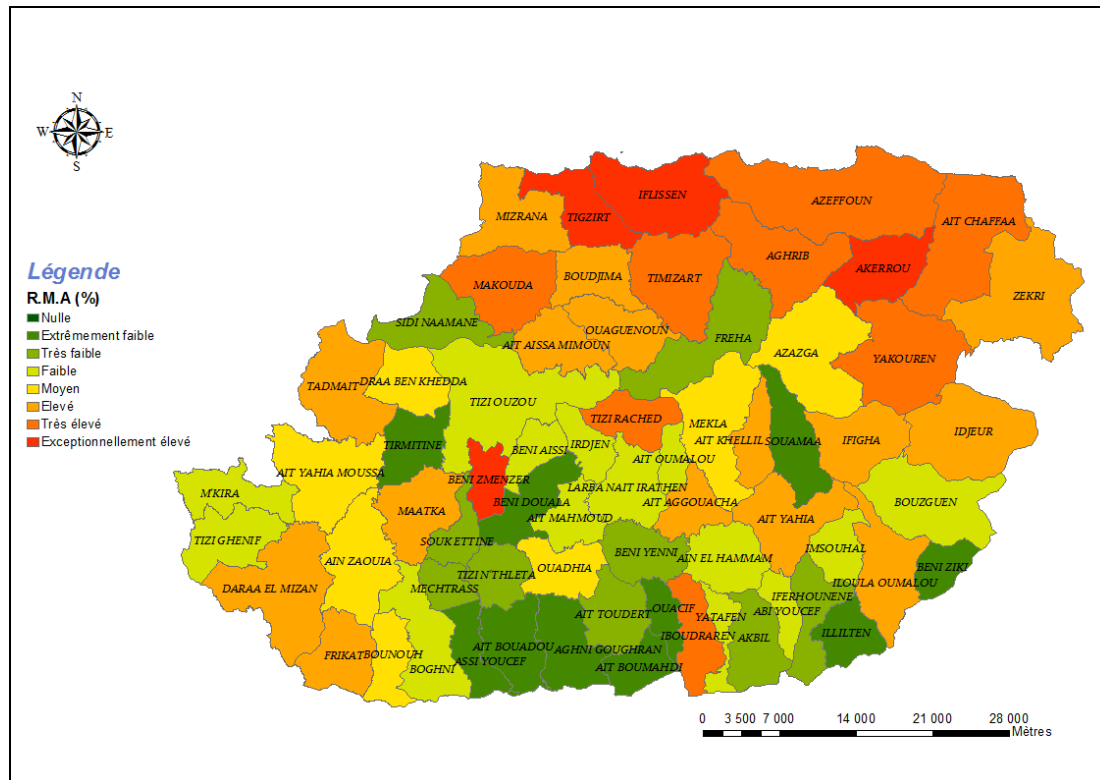


Figure 47. Risque moyen annuel (RMA) à travers les communes de la wilaya de Tizi Ouzou, (Meddour-Sahar, 2014)

3.2.2.2. Risque moyen annuel dans la wilaya 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 48). 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 %).

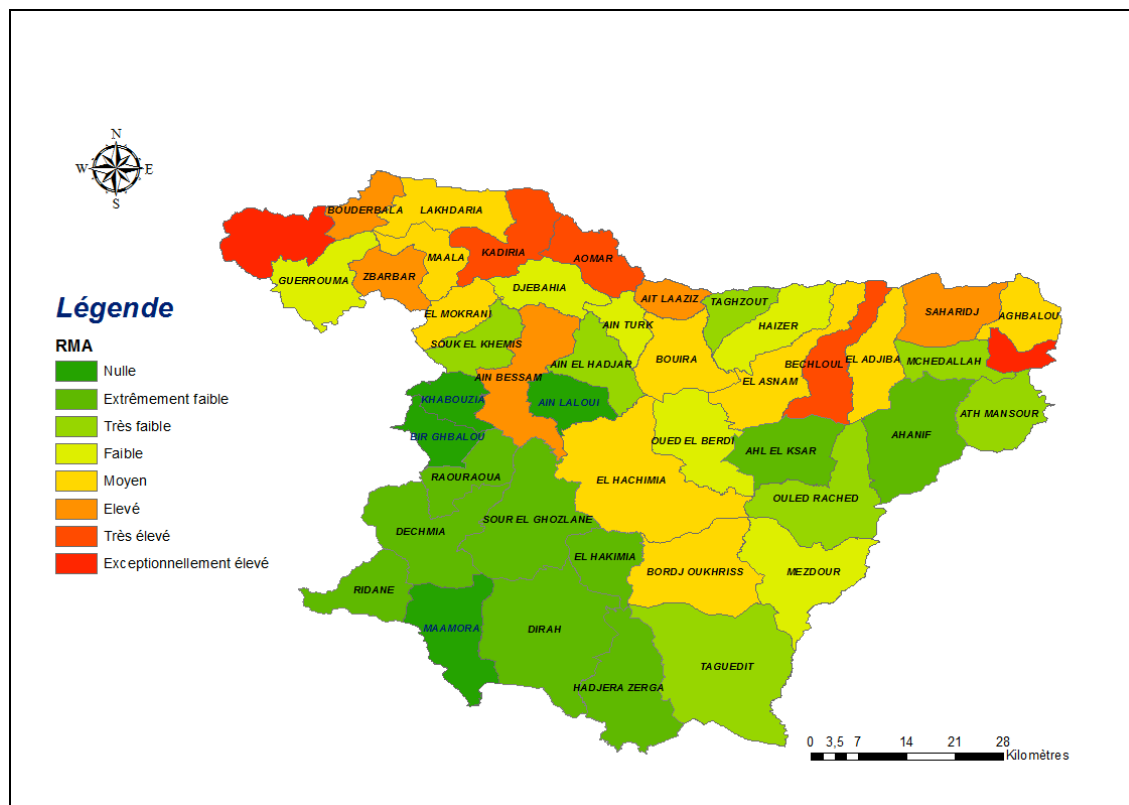


Figure 48. Risque moyen annuel (RMA) à travers les communes de la wilaya de Bouira, (Meddour-Sahar, 2014).

3.2.2.3. Risque moyen annuel dans la wilaya de Boumerdes

Les risques faible, très faible ou extrêmement faible concernent un ensemble de 10 communes (figure 49). A l'opposé, on trouve un groupe de 13 autres communes présentant des risques moyens. Ce sont les communes de Baghliia, Dellys, Chaabet El Ameur, Thenia, Sidi Daoud Boumerdes, Naciria, Tidjelabine et Ouled Moussa qui sont classées avec un degré de risque élevé ou très élevé ($2 < RMA < 8 \%$). Les communes présentant un risque élevé montrent des taux de boisement faibles, comme Ouled Moussa, Boumerdes, Naciria, etc.

Au niveau des différentes échelles géographiques, le même résultat est observé en Algérie tant au niveau des wilayas que des communes (Meddour-Sahar, 2012).

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 les plus touchées par les feux (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.

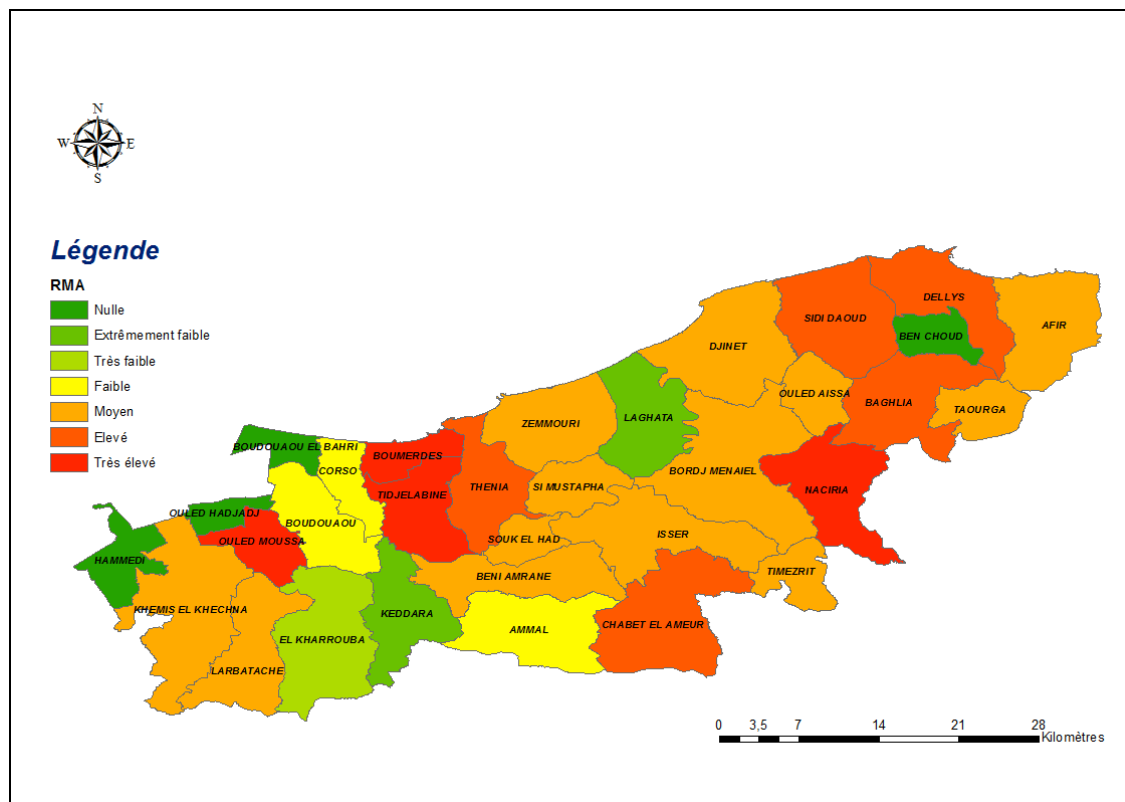


Figure 49. Risque moyen annuel (RMA) à travers les communes de la wilaya de Boumerdes (Meddour-Sahar, 2014)

4. Conclusion

Pour la période d'étude 1985-2010, la région Nord-Centre (Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes) enregistre un cumul de 8.124 feux, qui ont parcouru une superficie forestière totale de 118.965 ha. Ce qui correspond à une moyenne annuelle de 313 feux et 4.576 ha/an de surface parcourue, avec une forte variabilité interannuelle de ces paramètres. Le feu moyen est de 14,64 ha/feu. La tendance générale de la surface étant à la baisse, ce qui semble traduire une certaine efficacité de la lutte.

L'examen de l'évolution annuelle des superficies parcourues par le feu fait ressortir un maximum absolu de 18.549 ha en 1994, l'année la plus noire dans les statistiques sur les feux de forêts, aussi bien dans la région d'étude qu'à l'échelle nationale (Meddour-Sahar et Derridj, 2012). D'autre part, la fréquence des feux est considérable, avec une moyenne annuelle de 313 feux.

Sur le plan temporel, le mois estival qui a enregistré le plus grand nombre d'incendies (39,63 % du total) et la plus grande surface incendiée (53 % du total) est le mois d'août. Les incendies se concentrent dans la tranche horaire 10-18 h, avec près de 72 % du nombre total. 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 espèces les plus touchées par le feu sont le pin d'Alep (45 % des surfaces) et le chêne liège (36 %).

La wilaya de Tizi Ouzou est de loin la plus touchée par les feux. Cela est en grande partie lié à la forte densité des populations, localisées autour et à l'intérieur des massifs forestiers, et à la complexité des opérations de prévention et de lutte, en raison du relief très accidenté et de l'insuffisance des accès qui caractérisent cette wilaya fortement boisée.

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 (étalement urbain) et à l'importante densité des populations qui caractérise ces territoires et ses conséquences (consommation de denrées, de bois de chauffage, production de déchets etc).

On peut dire que par l'approche statistique descriptive les «zones rouges», où ont eu lieu les incendies les plus fréquents sont maintenant bien connues et cartographiées pour faciliter la gestion aux forestiers. Ceci permettra d'optimiser l'allocation des ressources destinées à la lutte contre les feux naissants et, plus spécifiquement, un programme adéquat d'actions dans le domaine de la prévention, dont le but fondamental est de réduire la fréquence des feux et la superficie parcourue.

Pour terminer, la prévision du risque spatial ou temporel est une préoccupation majeure, mais n'en est qu'à ses débuts tant en Algérie, que dans les wilayas étudiées.

L'abondance, la fréquence et l'ampleur des incendies dans la majorité des communes des trois wilayas d'étude, mais aussi dans l'ensemble du pays, nous autorise de les qualifier comme des véritables *agressions sociales*⁹ contre la forêt (EUROFOR, 1994).

Vis-à-vis de ce fléau, l'expérience des années 1994, 2007 et même 2012 a bien montré que ce n'est pas en multipliant les moyens lourds, les pare-feu, les points d'eau, les camions-citernes, que l'on peut lutter contre les incendies en général et contre les incendies de grande envergure en particulier (Benoit De Coignac, 1996 ; Chevrou, 1998, 2001 ; Pinaudeau, 2005 et 2008 ; Arnould et Calugaru, 2008 ; Fernandes, 2008, 2010 et 2013 ; Costa Alcubierre *et al.*, 2011 ; Meddour-Sahar *et al.*, 2013 ; San Miguel Ayanz *et al.*, 2013). Un contrôle plus efficace ne peut que passer à travers une différente organisation et allocation de ressources humaines, des nouvelles technologies, surtout l'emploi des feux tactiques lorsque le manque de réseau routier ne permet pas l'approche au front du feu et cependant l'emploi de l'eau qui est encore le moyen d'élection pour l'extinction.

Il faut porter un intérêt particulier aux feux de plus de 100 ha de superficie, car ce type d'événement démontre à chaque fois la fragilité du système actuel de prévision et de lutte contre les feux de forêts (Branka, 2001).

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, à une politique plus prévoyante, dans laquelle toutes les mesures de prévention et de lutte, de réseau DFCI, d'aménagement du territoire sont orientées vers une modification des actions et des comportements des personnes qui y habitent, selon le concept de gestion intégrée du feu (Gaylor, 1974). L'effort prioritaire devrait être de convertir des sujets passifs et inertes, sinon hostiles, comme les riverains, en sujets actifs participant aux secours.

⁹C'est l'ensemble de la détermination, la volonté, mais aussi de la pleine conscience qui animent l'auteur, dont la plupart des actes reste impunie et donc implicitement autorisé de réitérer ses actions.

Références

Arnould P., et Calugaru C., 2008. Incendies de forêts en Méditerranée : le trop dit, le mal dit, le non dit. *Forêt méditerranéenne* T. XXIX, n° 3 : 281-296.

Allredge J.R., Thomas D.L., McDonald L.L., 1998. Survey and comparison of methods for study of resource selection. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 3: 237-253.

Bajocco S., and Ricotta C., 2008. Evidence of selective burning in Sardinia (Italy): Which land cover classes do wildfires prefer? *Landscape Ecology*, 23: 241-248.

Barnett A.G., van der Pols J.C., and Dobson A.J., 2005. Regression to the mean: what it is and how to deal with it *Int. J. Epidemiol.* 34 (1): 215-220. doi: 10.1093/ije/dyh299
<http://ije.oxfordjournals.org/content/34/1/215.short>

Bassi S., and Kettunen M., 2007. *Forest Fires: causes and contributing factors in Europe.* European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy. Study IP/A/ENVI/ST/2007, 49 p.
http://www.europarl.gr/ressource/static/files/projets_pdf/forest_fires.pdf

Benderradji M.E.H., Alatou Dj., et Arfa A.M.T., 2004. Bilan des incendies de forêts dans le Nord-Est algérien Cas de Skikda, Annaba et El Tarf période 1990-2000.-*Forêt Méditerranéenne* t. XXV, n° 3 : 211-218

Benoit De Coignac G., 1996. La prévention des grands incendies de forêt. *Forêt Méditerranéenne*, XVII, 2 : 97-106.

Bernard M.L., and 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.
https://ams.confex.com/ams/7firenortheast/techprogram/paper_126829.htm

Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A., 2004. *Incendi e complessità ecosistemica - Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale.* Palombi editori, 353 p.
http://www.minambiente.it/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=argomenti.html%7CAree_naturali_protette.html%7CAttivita_antincendi_boschivi.html

Boni C., 2004. Il fenomeno degli incendi in Sardegna. In: *Regione Sardegna Atti del Convegno "Incendi boschivi e rurali in Sardegna. Dall'analisi delle cause alle proposte di intervento"*. Cagliari 14/15 maggio 2004: 9-17
http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_39_20050927125327.pdf

Bouisset Ch., 1996. Incendies de forêts : pour quoi et comment les espaces naturels méditerranéens sont-ils défendus ? *Géopoint 96 "La nature dans la géographie aujourd'hui"*,

Avignon : 23-24 mai 1996, pp.48-50.

Branka A., 2001. *Etude comparée des incendies de forêts et de leur prévention dans les départements du Var et des Landes.* Mémoire de fin d'études, Université de Cergy-Pontoise, UFR des Sciences Humaines, Département de Géographie, 89 p.

BNEDER (Bureau National des Etudes du Développement Rural) 2009. *Plan national de développement forestier (PNDF) rapport de synthèse nationale,* Alger.85p.

Chevrou R., 1998. Prévention et lutte contre les grands incendies de forêts. *Forêt Méditerranéenne*, XIX, 1:41-64.

Chevrou R., 2001. Le feu, un outil très dangereux. *Forêt Méditerranéenne*, XXII, 4 :371-374.

Chevrou R., 2005. *Pourquoi les incendies de forêts sont-ils si meurtriers ?* Ed. EDP science. Les Ulis Cedex A, France, 210 p.

Costa Alcubierre P., Castellnou Ribau M., Larrañaga Otxoa de Egileor A., Miralles Bover M., Kraus P.D. 2011. *Prevention of Large Wildfires using the Fire Types Concept.*EU Fire Paradox Publication, Barcelona, 83 p.
http://www.efi.int/files/attachments/publications/handbook-prevention-large-fires_en.pdf

Davis M., 1995. The Case For Letting Malibu Burn. *Environmental History Review*, Vol. 19, No. 2 : 1-36. <http://www.jstor.org/stable/3984830>.

De Montgolfier J., 1989. *Protection des forêts contre les incendies. Guide technique du forestier méditerranéen français.* Ed. CEMAGREF, Division des techniques forestières méditerranéennes, Aix-en-Provence, fiches 1 à 16.

EUROFOR 1994. *Section II.3.2.Les menaces et les agressions pesant sur les forêts dans le monde. L'Europe et la forêt*
[/http://www.europarl.europa.eu/workingpapers/agri/default_fr.htm](http://www.europarl.europa.eu/workingpapers/agri/default_fr.htm)

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* 26:195–209.
<http://web.utk.edu/~grissino/downloads/Flatley%20et%20al.%20Landscape%20Ecology.pdf>.

Fernandes P.M., 2008. Forest fires in Galicia (Spain): the out come of unbalanced firemanagement. *Journal of Forest Economics*, 14 : 155-157.

Fernandes P.M., 2010. Creating fire-smart forests and landscapes. *Forêt Méditerranéenne* t. XXXI, n° 4: 417-422.

Fernandes P.M., 2013. Fire smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning* 110 : 175-182.

Forman R.T.T., 1997. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions.* Cambridge University Press. Cambridge, UK. 652 p.

FOSA, 2000. *L'étude prospective du secteur forestier en Afrique. Algérie.* FAO, Rome, 60 p. www.fao.org/DOCREP/X6771F/X6771F02.htm

Gabban A., San-Miguel-Ayanz J., Viegas D.X., 2008. *Assessment of forest fire risk in European Mediterranean region: Comparison of satellite-derived and meteorological indices.* JRC Scientific and Technical Reports. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/8033/1/thesis-eu_report.pdf

Gaylor H.P., 1974. *Wildfires: Prevention and Control.* Robert J. Brandy Company Bowie, Maryland, 319 p.

Leroy R., 1953. L'emploi des statistiques forestières dans les monographies. *Revue de géographie alpine*, Volume 41, Numéro 41-4 : 629-666.

Jollands M., Morris J., and Moffat A.J., 2011. *Wildfires in Wales.* Farnham: Forestry Commission Wales. 107 p. <http://www.forestry.gov.uk/fr/wildfiresinwales#finalreport>

Martinez J., Vega-Garcia C., Chuvieco E., 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of Environmental Management*, 90 : 1241–1252.

Mazzoleni S., Bellelli M., Esposito A., Ricotta C., Di Pasquale G., Blasi C., 2001. Incendi e paesaggio vegetale: il caso del Cilento. *L'Italia Forestale e Montana*, 6: 417-429.

Mazzoleni S., Migliozi A., Ricotta C., Bajocco S., Di Pasquale G., Saracino A., 2009. Boschi di neoformazione e nuovi scenari di propagazione d'incendio. *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008.* Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 372-377.

Meddour-Sahar O., Meddour R., et Derridj A., 2008. Les feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). *Les Notes d'analyse du CIHEAM*, n° 39, 11 p. <http://portail2.reseau-concept.net/Upload/ciheam/fichiers/NAN39.pdf>.

Meddour-Sahar O., 2008. *Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou.* Thèse de Magister, INA El Harrach, Alger, 275 p.

Meddour-Sahar O., Derridj A., 2010. Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sécheresse*, 21, (3) : 187-195.

Meddour-Sahar O., Derridj A., 2012. Bilan des feux de forêts en Algérie : Analyse spatiotemporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). *Sécheresse* ; 23, (2) : 133-141.

Meddour-Sahar O., González Cabán A., Meddour R., Derridj A., 2013. Wildfire Management Policies in Algeria: Present and Future Needs. Public policies . González-Cabán,

Armando, tech. coord. pp 245-382. *Proceedings of the fourth international symposium on fire economics, planning, and policy: climate change and wildfires*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-245 (English). Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 405 p.
http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/

Merdas S., 2007. *Bilan des incendies de forêts dans quelques wilayas de l'Est algérien; cas de Bejaia, Jijel, Sétif et Bordj Bou-Arréridj*. Mémoire de Magister, Université de Constantine, 51p.

Mc Alpine R.S., et Hirsch K.G., 1999. An overview of LEOPARDS: the level of protection analysis system. *For. Chron.* 75: 615-621.

Ministerio Medio Ambiente, 2007. *Los incendios forestales en España durante el decenio 1996-2005*. 106 p
http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/defensa-contra-incendios-forestales/decenio_1996_2005_tcm7-19437.pdf

Morandini R., 1976. *Les problèmes de conservation, de gestion, de reconstitution des forêts méditerranéennes: priorités pour la recherche*. UNESCO, Note Technique du MAB nr. 2.

Nunes M.C.S., Vasconcelos M.J., Pereira J.M.C., Dasgupta N., Alldredge R.J., Rego F.C., 2005. Land cover type and fire in Portugal: do fires burn land cover selectively? *Landscape Ecology*, 20: 661-673.

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: 557-567.

Parisien M.A., Hirsch K.G., Lavoie S.G., Todd J.B., et Kafka V.G., 2004. *Saskatchewan fire regime analysis*. Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Edmonton, AB. Inf. Rep. NOR-X394.
http://nofc.cfs.nrcan.gc.ca/bookstore_pdfs/24912.pdf

Peyre S., 2001. L'incendie, désastre ou opportunité ? L'exemple des Pyrénées Orientales. *Forêt Méditerranéenne* ; 20 : 194-199.

Pinaudeau C., 2005. To win without battle or the defence against forest fires as a strategic option for the European Union. *International Conference on Prevention Strategies of Fires in Southern Europe Barcelona may 9-11, 2005*, 16 p.

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*, Paris. Note technique du MAB/UNESCO, 2 : 9-31.

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 : 12455-13042

<http://www.protezionecivile.puglia.it/public/news.php?extend.411>

San-Miguel-Ayanz, J., Moreno, M.J., Camia, A., 2013 . Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: Lessons learned and perspectives. *Forest Ecol. Manage.* in press
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.050>

Vélez Muñoz R., 2008. Control of Forest Fires as Part of the Spanish Forestry Plan. *In : González-Cabán, tech. Coord Proceedings of the Second International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy : A Global View.* Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-208, Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 720 p: 203-212.
http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr208en/psw_gtr208en_203-212_velez_munoz.pdf

Viegas D. X., 1998. Weather, fuel status and fire occurrence: predicting large fires. In: *Large Forest Fires, edited by J. M. Moreno (Leiden, Netherlands: Backhuys), 240 p.*

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

Xanthopoulos G., 2008. Who Should Be Responsible for Forest Fires? Lessons From the Greek Experience. *In :González-Cabán, Armando, tech. coord Proceedings of the Second International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: A Global View.* Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-208, Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 720 p: 189-201
http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr208en/psw_gtr208en_189-202_xanthopoulos.pdf

Zouadia H., 2006. *Bilan des incendies de forêts dans l'Est algériens : cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk Ahras.* Mémoire de Magistère, Université de Constantine, Alger 155 p.

**CHAPITRE VII - FIRE AND PEOPLE IN THREE RURAL
COMMUNITIES IN KABYLIA (ALGERIA): RESULTS OF A
SURVEY**

Fire and People in Three Rural Communities in Kabylia (Algeria): Results of a Survey

Ouahiba Meddour-Sahar¹, Raffaella Lovreglio², Rachid Meddour¹, Vittorio Leone³,
Arezki Derridj¹

¹Facultés Sciences Agronomiques et Biologiques, Department of Sciences Agronomiques B.P., Université
Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Tizi-Ouzou, Algeria

²Department of Agriculture, University of Sassari, Sassari, Italy

³Department of Crop Systems, Forestry and Environmental Sciences, University of Basilicata, Potenza, Italy
Email: o.sahar@yahoo.fr

Received September 29th, 2012; revised November 11th, 2012; accepted November 23rd, 2012

Résumé

Cette recherche vise à étudier l'origine des incendies de forêt dans trois communes des wilayas de Tizi Ouzou et Bouira, en Kabylie, chacune est composé d'une multitude de petits hameaux, qui se trouvent à proximité ou à l'intérieur des forêts domaniales. Le taux des causes inconnue est très élevé il est de 80 % en Algérie, avec un pic d'environ 99 % dans la zone d'étude qui est une des régions les plus boisée du pays, mais aussi la plus touchées par les incendies de forêt. Les trois communes présentent un taux de boisement assez élevé (40 % en moyenne), mais aussi une densité de population très élevée, jusqu'à 300 personnes au km² exerçant une énorme pression sur les forêts. L'enquête a été réalisée sur des personnes (N = 300) choisis au hasard dans neuf villages (tradarth) au moyen de questionnaires adhoc (134 réponses possibles) renseigné en face à face (entretiens individuels). L'analyse factorielle des correspondances a été utilisée pour traiter les données (300 x 134 réponses au total). Les incendies résultent essentiellement des causes volontaires (52,95 %) : les feux pastoraux pour renouvellement des pâturages (11,30 %), les incendies politiques que la sécurité utilise contre le terrorisme (11,24%), l'incinération des décharges non contrôlée (6,83%). Les feux de négligence sont de 41,79 %: jets de mégots de cigarettes (9,13%), les travaux agricoles (brûlage après nettoyage, brûlage des chaumes, 7,03 %), la reprise incendie (6, 83 %) et les activités forestières dans la forêt (6,31 %).

Mots-clés: *les motifs des incendies, folk, AFC, la Kabylie, le pastoralisme, les incendies politiques*

Abstract

This research was conducted to investigate about the causes of wildfires in three municipalities of the Tizi Ouzou and Bouira provinces, in Kabylia. Unknown forest fire causes account for 80% of total in Algeria, with a peak of about 99% in Kabylia, the most forested region in the country but also the most severely affected by wildfires. The three study areas exhibit a rather high forestry ratio (40 % on average) but also a very high population density, up to 300 people per km², living in a multitude of small hamlets, near or inside the domanial forests and exerting an enormous pressure on them. Survey was carried out on people (N= 300) randomly selected in nine hamlets (*thaddarth*) through ad hoc questionnaires (134 possible replies) filled with face-to face interviews. Factorial Correspondence Analysis was used to process data (300 x 134 replies in total). Fires result mainly voluntary (52.95 %) : pastoral fires to renew pastures (11.30 %), political fires as security counter-terrorism measure (11.24 %), uncontrolled garbage burning (6.83 %). Negligent fires account for 41.79 %: carelessly tossed cigarette butts (9.13 %), agricultural works (burning of cut bush, stubble burning, 7.03 %), restart of fire (6, 83 %) and forest activities in the forest (6.31%). Results depict a common core of fires due to the pressure on the domanial forests, on which traditional use of fire (pastoralism) and national security needs (counter-terrorism) dominate.

Keywords: Fire Motivations; Folk Crime; FCA; Kabylia; Pastoralism; Political Fire

1. Introduction

In the Mediterranean region more than 50,000 fires burn an estimated 600,000-800,000 hectares annually, about 1, 5% of total Mediterranean woodlands (Rowell & Moore, 2000; WWF-IUCN, 2007; Cemagref, 2009). Fires are particularly abundant in the northern rim of the Mediterranean, where France, Greece, Italy, Portugal and Spain contribute with a yearly average of 49,838 fires and 471,644 burned hectares (1980-2010) (JRC, 2010).

In the southern rim fires are less abundant in terms of numbers and burned surfaces, certainly due to different socio-economic conditions (Vélez, 1991), where the forest is a resource, for food, for fuel wood but mainly for grazing. Wildfires rarely naturally occur in the Mediterranean region where the only relevant natural cause of forest fires is lightning. Wildfires caused by lightning have a local character and are highly dependent on mesoscale atmospheric conditions (Petersen & Rutledge, 1998; Garcia-Ortega et al., 2011). Apart from those possible, but minimally important causes, fires reveal a strong impact of human actions.

Mediterranean region accounts the larger proportion of human caused fires in the world (95%) followed by South Asia (90%), South America (85%) and Northeast Asia (80%) (Leone et al., 2009).

Forest fire statistics are usually compiled by processing individual wild land fire reports collected after each event by the national Forest Services, Fire Departments or other similar governmental Agencies. Assessment of cause merely reflects the opinion of the reporting officer filling the fire report; secure determinations are therefore possible only when culprits are brought to justice (Leone et al., 2009). In the list of countries of southern Mediterranean rim affected by wildfires Algeria is the first best, with more than 1300 fires per year and 39,000 hectares burned (respectively 2.34% and 6.5% of the values for the whole Mediterranean; Meddour-Sahar, 2008). Algeria has one of the longest history of fire recording, together with Cyprus (Harris, 2007), since both coming from colonial experiences.

Changes in fire occurrence are evident throughout history of colonization, confiscation of communal land and the application of modern agricultural techniques that increased the amount of arable land (Davis, 2004; Bensaid et al., 2006; FAO, 2010).

The state-owned regime for forest and pasturelands and the settlement policies imposed by the colonial period, for instance, have brought extensive conflicts between pastoral groups and the public administration (Davis, op.cit). Rural incendiarism as protest against curtailing traditional use of common lands marked the second half of XIX century (Kuhlken, 1999), when collective fines, set against communities that continued to practice fire-driven agriculture despite a ban from French colonial authorities, were met with non-compliance and an increase in malicious fire raising (Holmes, 2007).

During the long and merciless independence war (1954-1962) fire was widely used in the scorch earth strategy by the French Army; more recently during the decade of severe political troubles of the Algerian Civil War, marked by terroristic activity, fire was among counter-terrorism measures and some forests have been destroyed to avoid giving refuge to armed groups (Bainem forest by Algiers, for example; Dridi, 2002). *“The situation in this area of the*

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

Mediterranean basin is particularly alarming and should be a priority for attention of the international community” (Bariteau in: Baskaran et al., 2001).

Causes of fire in Algeria are the result of high density of rural population (ranging from 40 to over 600 inhabitants per km² in the North Central region of the country), of growing demography, of rural exodus and countryside abandonment, of urban sprawl and increasing demand of building areas along the coast, of increasing production of home waste and of traditional forms of land use dominated by pastoralism.

In many cases the degradation of forested areas reflects a population accustomed to using forest as a free-for-all with scarce concern for forest preservation (Thirgood, 1981), and for this in strong contrast with Forestry Administration (Berchiche, n.d.). This adds to an adverse climate, with recurring droughts and long, increasingly hot summers with prolonged, severe heat waves, such as in 2012. This scenario is rather similar to other M.E.N.A. countries' with similar climatic and productive features, where rural populations maintain excessively high pressure on wooded lands, overexploiting firewood and over-grazing (FAO, 2012).

In Mediterranean countries a large fraction of the total number of forest fires remains unexplained. Algeria holds the record of unknown causes with nearly 80%, followed by Tunisia, 65%, Morocco, 55% and Turkey, 48%. The high percentage of unknown causes as in Algeria, makes it difficult the implementation of a prevention policy targeted to specific social groups or activities or behaviours (Meddour-Sahar & Derridj, 2012). Fire causes in Algeria were object of researches in the past (Gravius, 1866; Thibault, 1866; Marc, 1916; I.I.A., 1933; Boudy, 1952), but more recent information about them is very scarce and dramatically reflects the extremely high incidence of unknown fires which, in some provinces in Kabylia, such as Tizi-Ouzou, is close to 99 % (Meddour-Sahar & Derridj, 2010).

2. Methodology

In this paper we report the result of a survey on fire causes, carried out through interviews to people living in three fire prone areas in Kabylia (Algeria); they represent the powerless who usually have no voice and whose perspective or interpretation of the phenomenon could be different from foresters'. The 26 years time series analyzed (1985-2010), includes the "black decade" (1990-2000) of political instability which raged in the country.

2.1. Study area

Survey was carried out in three different rural *baladiyah*¹ (Mizrana, Ain Zaouia, Haizer), in the *wilaya* (province) of Tizi Ouzou and Bouira in Kabylia (figure 50), all of them marked by more or less severe fire history.



Figure 50. Map of the study areas in Kabylia , North Central Algeria

Kabylia communities live in the forest, which provides them with multiple resources: foodstuffs from poaching and gathering, honey, mushrooms, fodder, firewood, timber, cork, etc. (FAO, 2012), but rural populations maintain excessively high pressure on wooded lands. Official data from the Algerian Forest Administration of the two provinces (Tizi Ouzou and Bouira) permit to measure this high pressure: from 1999 to 2009 a total of 347 offenses were officially registered, even not always sanctioned to punish non compliant behavior.

Selected *baladiath* are representative of different situations (littoral, North part of Djurdjura massif, South face of Djurdjura massif). Each *baladiath* is formed by different *douar* or *thaddarth* (village) (21 to 28), sometimes at the edge of forested areas, in many cases inside

¹ *Baladiath* is the equivalent of municipality

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

the forest. The *douar* under study are mountain and forest hamlets, all of them in territories having a forestry ratio > 40%, thus among the most forested ones in the region.

Forests are highly degraded by fires and by the anthropic activities (illegal cutting and constructions, overgrazing, overexploitation, pollarding for fodder etc.).

Each *baladiyah* covers a surface roughly ranging from 5000 to 9000 hectares and is synthesized, in terms of geographic indicators, in Tables 13 and 14.

Table 13. The most relevant socio-economic indicators for the study areas

Indicator/Baladiyah	Mizrana	Ain Zaouïa	Haizer
Position	Littoral	North part of Djurdjura massif	South part of Djurdjura massif
Geographic coordinates	36°20' to 36°30'N 4°05' to 4°07'E		36°20'to36°30'N 3°55' to 4°10'E
Surface (ha)	5784	5677	8900
Number of villages	28	29	21
Population	9488	17372	18371
Population density per km²	168	305	206
Forest land (ha)	3595	2577	4827
Forestry ratio in %	72	48	56
Agricultural land (ha)	959	2211	3628
Pasture and rangelands (ha)	270	200	30
Unproductive land (ha)	200	400	80
Total agricultural land (ha)	5024	5388	8565
Sheep number	3128	2834	1632
Goats number	2395	1562	146
Cows number	326	345	993
Total livestock	8783	4741	2771
Livestock per km²	151.80	83.33	31.13
Land-use	Agro-sylvo- pastoral	Agro-sylvo-pastoral	Agro-sylvo-pastoral

Table 14. The most relevant forestry indicators for the study areas

Forest	Domanial forest of Mizrana	Domanial forest of Boumahni	Domanial forest of Haizer
Forest description	Open forest	Mediterranean scrubland	Open degraded and fragmented forest
Vegetation	Cork oak, Zeen oak	Cork oak, Wild olive, Aleppo pine	Aleppo pine, Holm oak, Cedrus atlantica.
Climate	Pluviometry: 800 to 1,200 mm/yr Subhumid	Pluviometry: 800 to 1,000 mm/yr Subhumid	Pluviometry: 700 to 1,000 mm/yr Subhumid
Middle mountain terrain (400-800 m)	76.31%	53.21%	62.95%
Class of dominant slope (> 25 %)	60%	69%	47%
Forest fires number (1985-2010)	182	78	208
Burned surface (1985-2010) ha	286	143	104
Burned surface in % of forested area (1985-2010)	3.06	2.13	0.83

2.2. Data and methods

Survey was conducted in a traditional method (self-administered survey; Leones, 1998) by distributing the purposely prepared questionnaires. Surveyor filled every questionnaire with a face-to-face interview, directly contacting each one of the household components. The questionnaire used simple, familiar, and unambiguous words. It is a closed-ended or fixed-item type; questions are multiple-choice with unordered response choices. The questionnaire includes 37 questions allowing 134 responses and is structured in four sections (annex 2):

- Demographic information (status, gender, residence and level of education, labor condition);
- Agro-forestry activities (type of activities, type and size of husbandry, livestock feeding);
- Knowledge about fires (size, damages, causes);
- Anthropic pressure on the forest (forests' condition, occupancy, garbage burning, needs for firewood, wood cutting, constructions, forest activities).

Survey was carried out in March-May 2010 in three villages for each *baladiyah*, where we found the support of local authorities, including the transport on the field and presentation to the village chiefs (Table 15). Surveyor (O.M.S. and her team) was always accompanied by a local key-informant, usually a member of the village committee who helped the surveyor to get in touch with the relevant villagers and above all to establish a relationship of trust.

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

At first some difficulties in contacting households arose and made necessary the intervention of village leaders to explain that surveyors were not sent by the government to investigate about offences in the forest, but emphasizing that their interest was directed to protect forest against fires.

Table 15. Number of sampled villages

Wilaya (Province)	Baladiyah (Town)	Thaddarth (Village)	Total household	Sample household
Tizi Ouzou	Mizrana	Azroubar	151	43
		Ouatouba	106	30
		Tamazirt Ourabah	96	27
		Total baladiyah of Mizrana	353	100
	Ain Zaouia	Adbagh	29	18
		Ait Amar Moh	48	29
		Igharviyen	80	53
		Total baladiyah of Ain Zaouia	157	100
Bouira	Haizer	Guentour	190	56
		El Mahsar	46	13
		Slim	105	31
		Total baladiyah of Haizer	341	100
Total			851	300

The target population for the survey consists of 100 individuals aged 15 and older of both sexes, for each *baladiyah*. The unit of observation is a household in the selected villages. Sampling plan and size for each village is reported in Table 15. At the household level, the sample of the interviewees was large enough in size in relation to the defined target population. The three *baladiyah* encompass a total of 78 villages; the choice of three villages for *baladiyah* (9 villages in total) therefore gave a sampling rate of 11.53%. Given the security constraints in the area (terrorism), the expected results and the specificities of the Kabylia village residents, a sample of nearly 300 individuals was decided, thus representing a sampling rate of 35.25 % (300 out of 851 households). Not having the availability of lists of inhabitants, a systematic sampling on the field was then applied in agreement with village leaders, by taking a household out of three for Mizrana and Haizer, and one out of two in Ain Zaouia. Sampling was very difficult in the absence of listing, and even on the field; contact also was difficult, since some families refused to participate in the investigation or were not at home. On the contrary, an open willingness came from University students, thus explaining the relatively high percentage of them among respondents (18.7%). A research whatever has never been carried out in those villages and their forests have no management plan.

3. Results

Data were processed using Sphinx plus² V5 survey and statistics software (www.lesphinx-developpement.fr/).

Sample is mainly composed of male (81.7%), rather young individuals (65.7% under 39 years), mainly living in the forest (48.7%) or near it (19%). This is specific for Kabylia but not for Maghreb, since in Tunisia and Morocco the similar percentage is no more than 10% (Colin & Jappiot, 2001).

Labor status is strongly characterized by unemployment (51%), followed by employment in Government (16%) and work in agriculture (14%), be it self-employment or wage work; the number of retired (8%) and students (8%) is low. In general, all people, even in official status of unemployed or employed, work their land, as it is usual in rural societies. People under observation have a rather low education level (illiterate account for 25.3%; primary and college school level for 37%, secondary school for 19%, University level for 18.7%). The latter percentage, however, marks the interest for high levels of education also in small rural communities and, in addition, the relevant attractive power by University in the backcountry.

Main activities (more than 50%) are olive growing and husbandry, followed by growing fruit trees and vegetables. Beekeeping is rather important (14.7%) based on a reduced number of beehives (the modal value 46.7% is less than 4 beehives). Independently from species (cattle, sheep, goats) number of stock units is low: the modal class is 0-5 stock units. Products are mainly for self-consumption (78.7%). Livestock is mainly fed in the forest (27.2%) or fed with a mixed regime (fodder and grazing in forest (42.6%). Replies on occupancy of forest by local residents were bivalent, balanced ones: benefic for 41.7%, detrimental for 39.3%, no opinion for 19%.

Heating and cooking is mainly based on LPG (89.7%), followed by wood (76.7%) and electricity (27%). Wood is mainly harvested (illegally too) in the forest (71.7%) or purchased (19.3%). A large majority of respondents (88%) complains about scarce effort by Forest Administration in providing them with firewood. Domestic garbage is destroyed on site, arguably by fire (51.7%), abandoned in the forest (50%) and thrown into landfills 9.3%.

Illegal wood cutting and illegal constructions are considered important by 11.3%, but of low importance by 60.63% of respondents. Surprisingly, only 36.7% of respondents or their families, though living in the forest or rather close to it, are involved in forestry works: cleaning (21.7%), fire fighting activities (21%), cork harvesting (21.7%). Forest is considered by far an advantage by 87.3% of respondents. Surveyed people express equivalent opinion about fires trend: increasing (45.7%), decreasing (45.3%) constant (only 9%). A great majority of surveyed people has seen a fire (90%), mainly of medium or large size (respectively 43.1% and 36.3%). Their opinion about fire damages mainly refers to crops (75.7%), fruit trees (52.3%), houses (22.3%) livestock (20.7%) and humans (only 2.3%). About forest fire causes, surveyed people were invited to declare presence or absence of the officially accepted causes, as proposed by Forest Administration. No question involved qualitative evaluation of the phenomenon.

3.1. Causes of forest fires

Percentage of causes results as follows:

- Natural: 0.74 %
- Accidental: 4.47 %
- Voluntary: 52.95 %
- Involuntary: 41.79 %

Percentages are well consistent with current literature, which often underlines an excess of emphasis given to voluntary fires (Vélez, 2000; Franco Irastorza & Dolz Reus, 2007). The main causes are reported in Table 16 here following (all *baladiath* merged):

Table 16. Decreasing frequency of forest fires motives

Main motives	%
Pasture renewal	11.30
Fires set for political reasons (security fires)	11.24
Cigarette remains	9.13
Pyromania	8.67
Agricultural works (burning of cut bush, stubble burning)	7.03
Illegal garbage dumping and burning	6.83
Restart of fire	6.83
Forest works (burning of cut bush)	6.31
All the others	< 6

Table 17. Fire motives in decreasing order of frequency in the three baladiah

Ain Zaouia		Mizrana		Haizer	
Motives	(%)	Motives	(%)	Motives	(%)
Fires set for political reasons	23.29	Pyromania	19.63	Illegal garbage dumping and burning	8.56
Restart of fire	15.22	Pasture renewal	18.06	Cigarette remains	8.44
Pasture renewal	12.73	Cigarette remains	15.45	Pasture renewal	7.58
Illegal garbage dumping and burning	10.56	Fires set for political reasons	14.40	Forest works	7.33
Forest works	6.21	Agricultural works	11.26	Children' s games	6.60
Agricultural works	4.66	Interest in land use changes	6.81	Agricultural works	5.99
Conflict related to land use	3.42	Conflict related to land use	5.76	Restart of fire	5.87
Cigarette remains	3.42	Forest works	4,19	Pyromania	5.75
Others	20.49	Others	1.57	Others	43.88

As evident from Tables 16 and 17, a few motives have a frequency $> 6\%$, but they strongly differ from a *baladiah* to another, thus confirming that, at every scale, fire is site and culture specific (Leone et al., 2003).

3.2. Factorial Correspondence Analysis (annex 3)

Given the relevant amount of information gathered by the survey (300 x 134), forest fires causes were explored also with the help of FCA (Factorial Correspondence Analysis) a technique which belongs to the family of multidimensional descriptive statistics (Maniatis, 2010). We present only significant results of analysis, and some representative scatter plots.

3.2.1. Municipalities, villages and causes

Ain Zaouia is more distant from the average (axes origin), whereas Mizrana and Haizer are symmetrically opposite to it. In Ain Zaouia, political fires are the more impressing motive, followed by fire restart; the latter motive, as already reminded, is closely related to security reasons which hamper the efficiency of fire fighting crews, thus confirming a sort of feedback with political fires.

Haizer is characterized by garbage burning, honey gathering, children's games, land use conflicts, followed by less important causes (brash burning, agricultural fires, tourists, machinery, power line arching, vehicle's muffling, hunting conflicts).

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

Mizrana has its distinctive trait in pastoralism, followed by cigarette remains, pyromania, land use change (it is a municipality rather close to coast, where housing boom is a reality).

Exploding the results in the nine villages, the mentioned matching is:

Ain Zaouia villages:

Ait Amar Moh and Igharbiyene are characterized by political fires and hunting interest, Adbagh by fire restart, conflicts with Administration.

Haizer villages:

Guentour stands out for garbage burning and conflict with Forest Administration, El Mahsar for land use conflicts and forest machinery, Slim for honey gathering and hunting conflicts.

Guentour and El Mahsar appear closer, therefore more similar and more involved with bush burning, whereas Slim is characterized by minor causes, such as machinery, hunting conflicts, land use conflict, agriculture and forest work by machinery.

Mizrana villages:

Mizrana, Tizi Ourabah and Outouba are involved with pastoralism and agricultural fires, in some opposition and rather distant from Azroubar which is characterized by pyromania, interest in land use and cigarette discarding.

For pyromania, present only in this context, probably the term was not well understood by respondents and merely mistaken for unknown as Franco Irastorza & Dolz Reus (2007) argue.

3.2.2. Location of villages

People dwelling villages inside the forest mainly refer to pyromania, but also to cigarette remains, to interest and/or conflicts for land use changes; two main causes dominate: pastoralism, which pertains to their culture and political reasons. People living outside the forest have a less concerned image of problems: they recall rather obvious and banal.

reasons: children's games, power line arching, tourists, vehicle's mufflers. In a rather intermediate position the replies of people who dwell villages close to the forest or at the edge of it: they mainly refer to forestry works, to restart of fire, to honey gathering, but with strong emphasis on burning of garbage, which is probably part of their familiar scenario.

3.2.3. Educational level

Municipalities and level of education form a rather compact cloud, rather distant from two causes which represent outliers: lightning, which is a rare event (within Algeria and all Maghreb) and interest in hunting, which is a forbidden activity now practiced only as poaching, therefore a rather risky one. In order of educational level, illiterate refer to restart of fire, tourists, forestry works, vehicles' mufflers, illegal dumping and burning of domestic waste. Primary and secondary school refer to honey gathering and change of land use. Middle school refers to political reasons and pastoralism and to less important leisure activities, cigarette remains, accident from agriculture and forestry works and machinery.

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

The University level clearly refers to pastoralism and pyromania, together with power lines arching, interest and conflicts in land use. In such results we can argue that some importance have mass media, since the motives are rather “high” and echo the frequent analysis circulated by them, sometimes containing not acceptable fire cause hypothesis such as glass refraction or magnification (Belgacem, 2012).

In the replies by the University level respondents we cannot also exclude a sort of reactivity in altering their performance, probably to conform to the expectations of the surveyors. At the opposite, the group of illiterate and low education summoned their experience of livelihood and traditional, rural, pastoral culture.

Pastoralism and political fires are quite coincident with axes origin and close to middle age classes, mainly 40-49, which in part arguably recalls personal experiences of the black period. Medium age class 30-39 seems attracted by land use changes and conflicts. More aged class 50-59 and 60 and over, clearly refer to livelihood activities: pastoralism, honey gathering, i.e. the traditional activities of aged rural people.

3.2.4. Age classes

Analysis of age classes gives interesting result, though some classes are clustered: 30-39, 50-59, 60 and over are tightly grouped close to the origin of axes but under A1, whereas 20-29 and 40-49 are over the axe but symmetrically distant from axe A2. Rather distant from the cluster stays the younger class, > 20, which appears as an outlier. Younger respondents refer to leisure activities, as expected; aged 20-29 are closer to pyromania, rather close to garbage dumping and cigarette remains, arguably under the influence of mass media.

3.2.5. Scatter plots

Examples of scatter plots issued from FCA are here following (Figures 51 and 52).

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

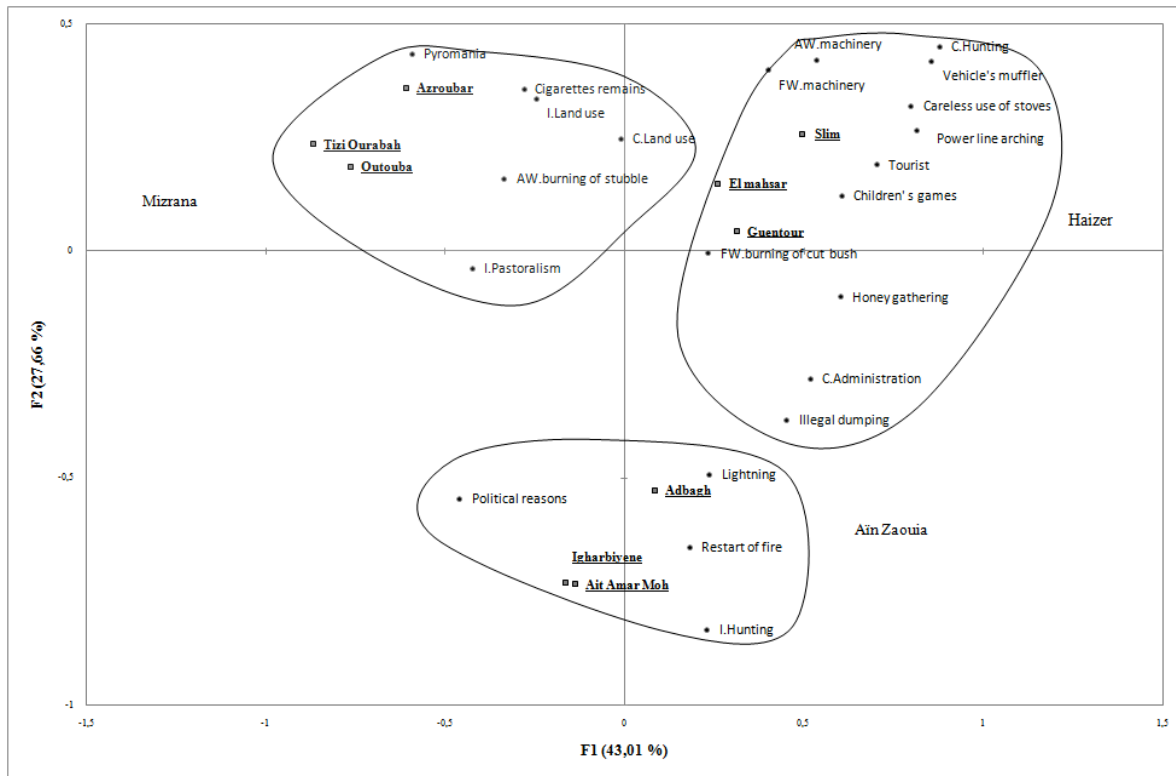


Figure 51. FCA scatter plot related to the nine villages and causes. A1 axe explains 43 % of variance, A2 explains 28 %.Correspondence of motivation with municipalities is rather evident

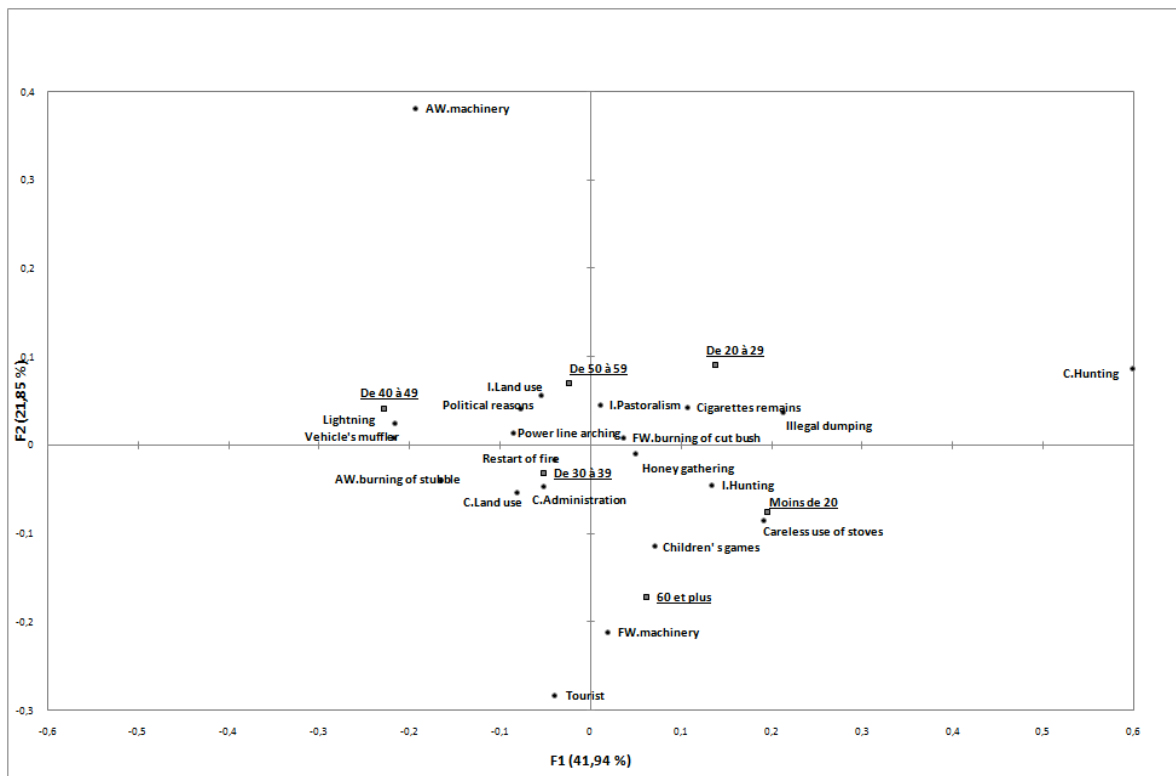


Figure 52. FCA scatter plot related to age classes of surveyed and causes. A1 axe explains 37 % of variance, A2 explains 27 %.

4. Discussion

Survey results about causes are commented in their order of importance as in Table 17 but only when exceeding a frequency of 4%. By far the most serious cause of forest fires attributed to the rural population is deliberate burning for grazing and land improvement.

4.1. The most relevant motivations

Pastoralism: Pastoral fires are a traditional practice all over the Mediterranean basin in areas where fire is the cheapest way to regenerate pastures invaded by shrub (Cemagref, 2004; Pyne, 1997). Range burning could be related to the high number of sheep in the country as a whole: in Algeria (with more than 25 millions livestock, 77% of which represented by sheep; FAO, 2012) demand for red meat is high and growing. In the 90's the country imported around 20% of all that it uses (Homewood, 1993). Now sheep meat represents 30% of the total meat production of Algeria (Dutilly-Diane, 2006). In general fire is not directly applied to the forests, but rather to marginal rangelands and shrub lands close to them. When vegetation is stressed after a long summer drought, easily fires get out of hand affecting the forest boundary (Meddour & Derridj, 2012). The tendency to increase range areas at the detriment of degraded forest cover is a real problem, observed in other Mediterranean countries (e.g. in Sardinia, Italy). Shepherds do not refrain from use of fire, even if this means risk for forests (Meddour-Sahar et al., 2012). Fire setting normally follows traditional rules, such as procedures, timing, and time of return on same site; therefore this practice could be defined as a cultural trait of the local populations.

Political fires are the most site specific and disquieting cause of wildfires for Algeria, mainly in Kabylia. The term refers to forest fires as a tool used by the State in its fight against *jihadi* combatants (UNHCR, 2001; Dridi, 2002; Kervin & Gèze, 2004; Rahal, 2012). During the Algerian war (1954–62) the French Army is reported having burned about 70% of forest in the Massif of Bou-Taleb (Madoui, 2000 and 2002) also using napalm to destroy insurgents in Movis forest (Ouarsenis forests; Sari, 1976). Burned forests in Oued Lardjem, Theniet el Had, Ain Antar still exhibit scars of burning by napalm.

Cigarette remains: carelessly tossed cigarette butts are responsible of roadside fires. Cigarettes, under normal conditions, do not start wild land fires unless the relative humidity is under 22%, it is windy, and a continuous, cured, finely-particulated fuel-bed exists (NWCG, 2005). Lack of roadside maintenance (through slashing or manual brush removal) increases fire hazard in summer, since roadsides are recognized as critical ignition start points (Romero-Calcerrada et al., 2008; Chapman & Balmain, 2004; Cardille et al., 2001). No specific roadside treatments (such as fire safety strips along roads i.e. "anti-cigarette strip"; FAO, 2001) to prevent the occurrence of fires and minimize the danger of fire spread are actually required for roads crossing forests or plantations in the area (Meddour-Sahar & Derridj, 2010).

Pyromania results with high frequency in general, and rather high, first best, in the *baladiyah* of Mizrana. The term is often improperly used as a synonym of arsonist (Istituto Medio Ambiente, 2003; Dolz Reus & Franco Irastorza, 2005; Lovreglio et al., 2010), or just an improper way to express "unknown" (Franco Irastorza & Dolz Reus, 2007). In a recent survey in Sardinia, carried out by Delphi technique, pyromania resulted among the main causes of fires in the province of Cagliari (Lovreglio, unpublished data). It is probable that the number of authentic pyromaniacs, who suffer an addictive behavior, is over-estimated as many fire-raisers if caught "red handed"

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

claim to be suffering from mental trauma in an attempt to escape a custodial sentence (Ashby, 2012).

Agricultural works refers to burning of cut bush or stubble burning, i.e. traditional systematic burning of stubble, for the preparation of the agricultural land for new sowing-purposes and the elimination of residues that restrict exploitation. Forest works are a rather common case of negligence, quite often related to old age of responsible, or imprudence; more rarely related to an overconfidence and boldness in manipulating fire.

Restart of fire can be caused by fire-fighters who do not ensure that the fire is completely out; the alarming conditions of insecurity in Kabylia, where terroristic groups are reported still active, could justify this apparently negligent behavior. Another reason could be the high number of fires which the fire crews must intervene on, therefore having no time enough for mopping-up any fire after it has been controlled (Meddour-Sahar et al., 2012).

Garbage burning is a direct consequence of extreme population density and type of settlements, which make garbage collecting rather difficult. The production of domestic waste in Algeria is estimated in 657,000 tons/year; (Benouar, n.d.), i.e. 0.50 Kg/hab/day (Dorbane, 2007). In the town of Tizi Ouzou the daily amount of domestic waste is estimated about 68.38 tons, corresponding to 0.81 kg/hab./day. In the wilaya of Tizi Ouzou a proliferation of illegal, uncontrolled dumps along roadside is reported, with the presence of only 30 controlled garbage dumping sites v. 1236 illegal ones (Meddour-Sahar & Derridj, 2010; D.P.A.T., 2011), i.e. an average of 18 sites per municipality. Dump sites are preferential points of fire start in forests (Djema & Messaoudene, 2009).

Interest in land use change mainly refers to fire used to change land use: from forested area to agricultural area or, more frequently, to building area. The latter is more evident in Mizrana, where demand of space for urbanization is very high. Such changes have no relevant obstacles given the lack of Land Cadastre and negligible fines for illegal behaviors. An increasing demand for housing can induce forest fires as an illegal means to increase the supply of available land (Gonzalez, 2007).

Children's games (with lighters, matches, small fireworks such as firecrackers or small amount of explosives) are currently reported in all countries, not therefore having any local character. Children cause fires out of curiosity or mischief; in the study area, fire is more probably a possible occasion to spend time together and relieve boredom, lacking other opportunities for free time.

Other fire causes exhibiting a frequency < 4% are just listed, without a commentary: Tourists (3.09%), Honey gathering and related use of smoke (2.83%), Vehicle's muffler (2.76%), Barbecue fires (2.04%), Power line arching (1.71%), Conflicts with Administration (1.31%), Hunting conflicts (0.85%), Interest in hunting (1.25%), Lightning (0.79%).

Just some comments for conflicts with Foresters and Forest Administration seem useful. Conflicts related to forest policy could be interpreted as a kind of reaction, for example, when reforestation is carried out at the expense of traditional extensive grazing lands, against the lack of negotiation with the population (Meddour-Sahar et al., 2012). Similar reactions by local populations against national programs of reforestation (the so called *Green Belt* of the '70s) were already reported (Vallejo, 2005).

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

Conflicts with foresters. The policy adopted by the Forest Administration often tends to further marginalize rural populations, which manifest themselves in the firing of forests against the application of a criminal jurisdiction and a colonial-style behaviour (Berchiche, n.d.). In those cases, though limited in frequency, fire can have a subtle but strong symbolism, because a patch of fire is a very visible and powerful claim.

Rural incendiarism is an expressive form of resistance, allowing a powerful statement to be expressed, with some livelihood benefits through freshly cleared land or regenerated pasture, while having fewer constraints than other forms of protest because of its anonymity and difficulty to be identified (Holmes, 2007).

4.2. Causes classification

For a classification of voluntary fires we adopted the classification by Douglas et al., (1992), which proposes six possible motives for arson: Vandalism, Excitement, Revenge or Protest, Crime Concealment, Profit, and Extremist. Douglas' classification was mainly conceived for urban fires but it well fits also with wild land fires (Leone & Lovreglio, 2003).

In the study case, ten possible motives after Douglas can be retrieved: Extremist: for political fires; Revenge or protest: for conflict related to land use, conflicts with foresters and Administration, hunting conflicts; Profit: for interest in land use and change in land use, for pastoral fires, for illegal garbage burning, for hunting.

For all the others, mainly involuntary fires, excluding pyromania classified as a mental addictive disorder (A.P.A., 2000) a possible unifying category is folk crime (Bankston & Jenkins, 1982). Many law violations in rural communities such as the violation of gambling, hunting and game laws, and woods burning fall in such category. Woods burning, like poaching, is deeply rooted in some rural cultures (Bankston & Jenkins, 1982; Forsyth & Marckese, 1993; Forsyth et al., 1998).

As a result these violations became accepted as normal behavior in some cultural settings. Setting fire on woods is a “*.custom (emphasis added by Authors) that has been predicated upon the assumption that timber is either an undesirable barrier to land use or, at best, an expendable commodity secondary in importance to other land uses. In the course of time...it has become accepted as normal behavior... Although fire setters may be few in number, they can practice fire setting with the assurance or at least the toleration of their activities because community members subscribe in some degree the beliefs and /or attitudes that motivate the fire setter*” (Bertrand % Baird, 1975, p. 6 and 11).

All this explained, behind the majority of motives for setting fire on woods in Kabylia some subsistence reasons exist (Emery & Pierce, 2005). Of course, the Penal Code of Algeria (Grim, 1989), is rather severe with fire setters, who are sentenced to hard labour jobs.

5. Conclusion and final remarks

Survey carried out in the three representative municipalities had the main scope to uncover motivations and drivers that lie behind wildfire in Kabylia. Of course we describe causes as perceived by local inhabitants and not by professionals of Forest Administration, since their statistics admit that the totality of fires is of unknown origin (99 % in Tizi Ouzou wilaya).

We decided to give voice to the inhabitants, therefore admitting and accepting that their responses are frank and truthful. Our results therefore concern truth-as-observed, not exact science (Jollands et al., 2011).

It is the first time that a similar survey is carried out in Algeria; at our knowledge, this procedure is not so common also in more advanced countries, where statistic are always compiled on the basis of the subjective knowledge of professionals charged of this task. The fire scenario of our survey depicts relationship among people, land and fire rather different from the rhetoric image reported in some classical books on forest fires in Algeria, for instance Gravius (1866) and Thibault (1866).

In our results forested areas are degraded by human overuse and impact, swarming with a myriad of people using fire in a more or less legal way. The forest is a place where to use fire for getting fodder to animals; to illegally extract stones, accelerating the operations by burning used tires; to use fire to relieve boredom; to dispose garbage and wastes and burning them: in short, gradually consuming the forest or eroding it.

Results highlight a complex reality, issued from a new style of life where people live in the backcountry but work (if they do so..) in towns and are therefore in some way obliged to find new ways of problems solving, where time saving is an imperative, and fire is the privileged tool.

We can synthesize as follows: the causes, as perceived by dwellers (we insist that they are perceived but not real) can be distinguished in a “common core”, represented by a cluster of negligent behaviors and scarcely important folk crimes; two more evident causes, represented by political fires and pastoralism, clearly dominate on them, whichever the criterion of analysis.

The negligent behaviors recall the anarchistic activities practiced in the Algerian forests (Djema & Messaoudene, 2009), results of the release of the rules of a former rural culture based on traditional behaviors, now no more consistent with changed style of life and age and/or education contrasts.

We propose here as a conclusion (figure 53) a CLD (Causal Loop Diagram; Richardson & Pugh, 1981; Kim, 1992), to visualize relationships of the most important variables which are behind causes in Algeria and in Kabylia.²

Though related to only three municipalities (i.e 2.67% of the 67 municipalities of Tizi Ouzou and 45 municipalities of Bouira; 0.0019% of the 1541 municipalities of Algeria), our result is well representative of Kabylia.

² A causal loop diagram consists of variables connected by arrows, denoting the causal influences among the variables. Diagram was drawn using *Vensim plus* software (www.vensim.com/software.html).

Partie III- chap. 6- Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey

We underline the importance of our survey, which for the first time measured the unknown causes, accounting for 99% in official statistics. Their importance must be considered in the scope of a new approach to fire fighting: from fire suppression, mainly oriented to emergency measures, therefore a “reactive” process, to a longer term policy of removing the structural causes (Biro, 2009; Vélez, 2008), then a more “pro-active” approach.

But if wildfires are to be tackled conclusively, then there is a need (Jollands et al., 2011) to address the root causes which lead to fire setting, properly targeting the social groups and concentrating efforts consistently with fire risks.

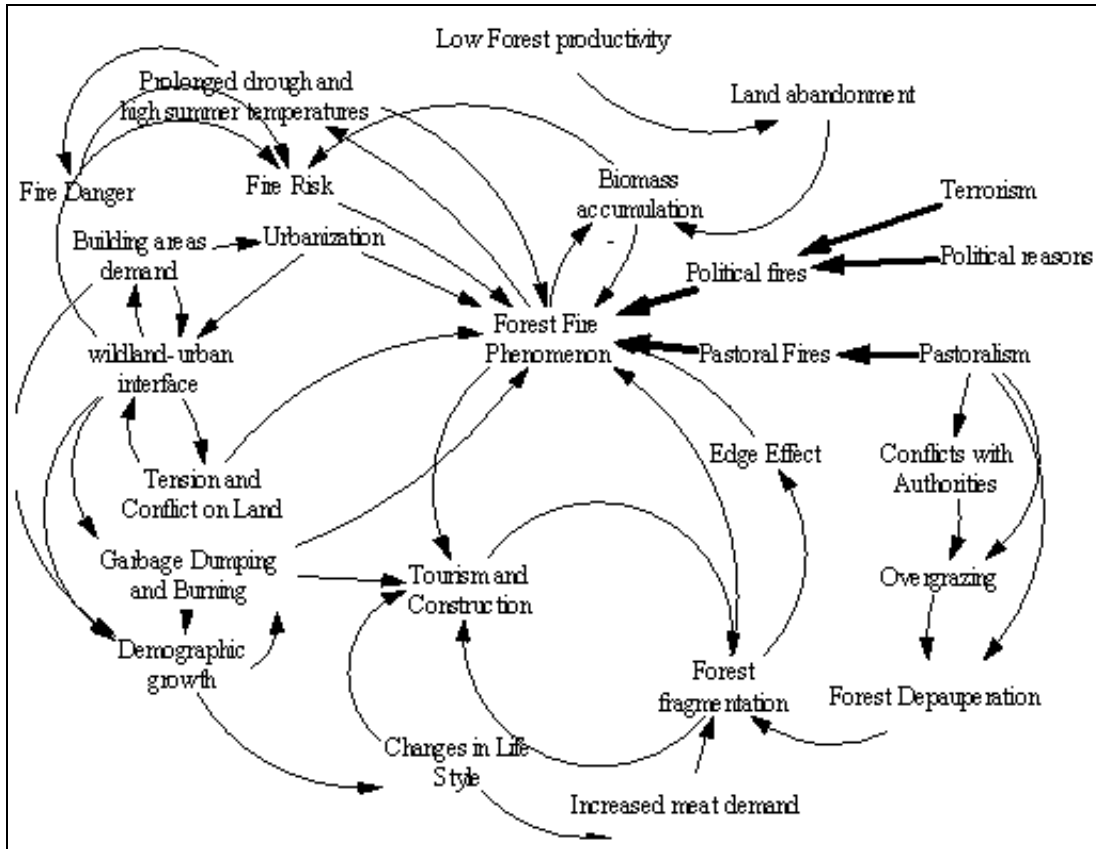


Figure 53. CLD of forest fires and causative agents (factors) for Kabylia and Algeria: the number of arrows visualizes the multiplicity and complexity of interrelated factor (Meddour-Sahar, 2013).

References

- American Psychiatric Association (2000).** *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed., text revision)*. Washington, DC, Author.
- Ashby P. (2012).** Spain's burning forests-fire-raising and pyromania. URL (last checked 6 June 2012). <http://suite101.com/article/spains-burning-forests-fire-raising-and-pyromania-a405886> .
- Bankston, W.B., & Jenkins, Q.A.L. (1982).** Rural crime in the south: An overview of research traditions and theoretical issues. *The Rural Sociologist* 2, 233-241.
- Baskaran, K.D., Bariteau, M., El-Kassaby, Y.A., Huoran, W., Kagayama, P., Kigomo, B.N., Mesén, F., Midgley, S., Nikiema, A., Patiño, V.F., Prado, J.A., Sharma, M.K., & Ståhl, P.H. (2002).** *Regional updates, prepared for the twelfth session of the FAO panel of experts on forest gene resources, Rome, Italy, 21-23 November 2001*. Forest Genetic Resources Working Papers, Working Paper FGR/34E. Rome: Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. URL (last checked 4 June 2012). <http://www.fao.org/DOCREP/005/AC646E/ac646e09.htm>
- Belgacem, D. (2012).** Le DG de la Protection Civile à "Liberté" "Nous avons engagé 15 000 hommes pour lutter contre les feux de forêt". URL (last checked 15 Septembre 2012) <http://www.liberte-algerie.com/actualite/nous-avons-engage-15-000-hommes-pour-lutter-contre-les-feux-de-foret-le-dg-de-la-protection-civile-a-liberte-184288>
- Benouar, D. (n.d.).** The need for an integrated disaster risk reduction management strategy in North African cities: A case study of urban vulnerability in Algiers (Algeria). URL (last checked 1 June 2012) <http://acds.co.za/uploads/jamba/vol1no1/benouer.pdf>.
- Bensaid, S., Gasmi, A., & Benhafied, I. (2006).** Les forêts d'Algérie de Césarée la romaine a ce jour. *Forêt Méditerranéenne*, 3, 267-274.
- Berchiche, T., (n .d.).** *La politique forestière et le développement rural*. (ronéotypé).
- Bertrand, A.L., & Baird, A.W. (1975).** *Incendiarism in southern forests: A decade of sociological research*. Washington, D.C., United States Department of Agriculture.
- Birot, Y. (2009).** *Living with wildfires: what science can tell us*. EFI Discussion 15, European Forest Institute
- Boudy P. (1952).** *Guide du forestier en Afrique du Nord*. Paris : La Maison Rustique.
- Cardille, J.A., Stephen, J., Ventura, S.J., & Turner, M.G. (2001).** Environmental and social factors influencing wildfires in the upper midwest, United States. *Ecological Applications*, 11, 111–127.

PARTIE III. CHAP. 6. FIRE AND PEOPLE IN THREE RURAL COMMUNITIES IN KABYLIA (ALGERIA): RESULTS OF A SURVEY

CEMAGREF (2004). Haute-Corse, Pastoralisme et incendie. *Info DFCI, Bulletin du Centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie*, 52, 1-8. URL (last checked 2 June 2012) <http://www.irstea.fr/>.

CEMAGREF (2009). Repeated fire and drought: a menace for Mediterranean forests. *Science Daily*, 26.

Chapman, S., & Balmain, A. (2004). *Reduced-ignition propensity cigarettes. A review of policy relevant information.* Commonwealth Department of Health and Ageing. URL (last checked 1 June 2012). [http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/1526AD854C903649CA256F8E0011ACBE/\\$File/smoking_rip.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/1526AD854C903649CA256F8E0011ACBE/$File/smoking_rip.pdf).

Clément, V. (2005). Les feux de forêt en Méditerranée: un faux procès contre Nature. *L'Espace Géographique*, 4, 289-304.

Colin, P.Y., & Jappiot, M. (2001). Politiques de prévention et de réhabilitation en réponse aux origines des incendies de forêt. Exemple de quatre pays du bassin méditerranéen (Chypre, Maroc, Syrie, Tunisie). *Info DFCI, Bulletin du Centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie*, 47, 1-5. URL (last checked 2 June 2012) <http://www.irstea.fr/>.

Davis, D. K. (2004). Eco-governance in French Algeria: Environmental history, policy and colonial administration. *Proceedings of the Western Society for French History*, 32, 328-345.

Direction Planification Aménagement Territoire (DPAT) (2011). Annuaire statistique de la wilaya de Tizi Ouzou, 2010. No 27.

Djemaa, A., & Messaoudene, M. (2009). The Algerian forest: Current situation and prospect. In M. Palahi, Y. Birot, F. Bravo, & E. Gorrize (Eds.) *Managing Mediterranean forest ecosystems for non-timber goods and services* (pp.17-28). EFI Proceedings No 57.

Dolz Reuss, M.L. (2005). State of the art of forest fire causes in Spain. *Proceedings of the II International Conference on prevention strategies of fires in Southern Europe*. Barcelona, 9-11 May 2005.

Dorbane, N. (2007). Contraintes de la gestion des déchets dans les villes algériennes: Cas de Tizi Ouzou. *Revue Campus*, 6, 4-16

Douglas, J.E., Burgess, A.W., Burgess, A.G., & Ressler, R.K. (1992). *Crime Classification Manual*. New York: Lexington Books.

Dridi, D. (2002). The army: Friends of the scorched earth. URL (last checked 6 June 2012) <http://www.algeria-watch.org/en/articles/2002/bainem.htm>.

Dutilly-Diane, C. (2006). *Review of the literature on pastoral economics and marketing: North Africa report prepared for the world initiative for sustainable pastoralism.* IUCNEARO. URL (last

PARTIE III. CHAP. 6. FIRE AND PEOPLE IN THREE RURAL COMMUNITIES IN KABYLIA (ALGERIA): RESULTS OF A SURVEY

checked 6 June 2012)

http://data.iucn.org/wisp/documents_english/north_africa_reports.pdf

Emery, M.R., & Pierce, A.R. (2005). Interrupting the “telos”: Locating subsistence in contemporary US forests. *Environment and Planning A* 37, 981 – 993. doi:10687A36263

FAO (2001). *International handbook on forest fire protection. Technical guide for the countries of the Mediterranean basin.*

FAO (2010). *Forests and climate change in the near east region. Forests and climate change. Working Paper 9.*

FAO (2012). *State of Mediterranean Forests (SoMF).* URL (last checked 5 April 2012) <http://www.fao.org/forestry/225560f888476830f6931aba4b886baea88af1.pdf>.

Forsyth, C.J., & Marckese, T.A. (1993). Folk outlaws: Vocabularies of motives. *International Review of Modern Sociology*, 23, 17-31.

Forsyth, C.J., Gramling, R., & Wooddell, G. (1998). The game of poaching: Folk crimes in southwest Louisiana. *Society and Natural Resources* 11, 25-38.

Franco Irastorza, I., & Dolz Reus, M.L. (2007). Análisis de la percepción de la sociedad ante el problema de los incendios forestales: Metodología y resultados. *Actas de la IV Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales*, Sevilla, 13-18 May 2007.

García Ortega, E., Trobajo, M. T., López, L., & Sánchez, J. L. (2011). Synoptic patterns associated with wildfires caused by lightning in Castile and Leon, Spain: *Natural Hazards and Earth System Science* 11, 851-863. doi: 10.5194/nhess-11-851-2011, 2011.

Gonzalez, A. (2007). Libertad, the housing boom and forest fires. URL (last checked 16 May 2012) <http://ssrn.com/abstract=1107120>

Gravius, G. (1866). *Les incendies de forêt en Algérie leurs causes vraies et leurs remèdes.* Constantine: Chez Louis Marie librairie Paris.

Grim, S. (1989). *Préaménagement et protection des forêts contre l'incendie.* Belgique: *Le préaménagement forestier.* Ministère de l'Hydraulique d'Algérie & Unité des Eaux et Forêts de l'Université catholique de Louvain-la-Neuve, 271-289.

Harris, S.A. (2007). *Colonial forestry and environmental history: British policies in Cyprus. 1878-1960.* PhD. Dissertation, Graduate School of the University of Texas. URL (last checked 16 April 2012). <http://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/3244/harris>.

Holmes, G. (2007). Protection, politics and protest: Understanding resistance to conservation. *Conservation & Society*, 2, 184-201.

Homewood, K.M. (1993). *Livestock economy and ecology in El Kala, Algeria. Evaluating*

PARTIE III. CHAP. 6. FIRE AND PEOPLE IN THREE RURAL COMMUNITIES IN KABYLIA (ALGERIA): RESULTS OF A SURVEY

ecological and economic costs and benefits in pastoralist systems. Pastoral Development Network Papers 35a. URL (last checked 1 April 2012).

<http://www.odi.org.uk/resources/details.asp?id=4467&title=social-economic-ecological-cost-benefit-analysis-pastoralism>.

I.I.A. (1933). *Enquête internationale sur les incendies de forêts*. Rome: Institute International d'Agriculture.

Instituto de Estudios del Medio (2003). *Estudio sociológico sobre la percepción de la población Española hacia los incendios forestales*. Asociación para la Promoción de Actividades Socioculturales. URL (last checked 10 April 2012)

<http://www.idem21.com/descargas/pdfs/IncendiosForestales.pdf>

Jollands, M., Morris, J, & Moffat, A.J. (2011). *Wildfires in Wales*. Farnham: Forestry Commission Wales. URL (last checked 16 June 2012)

<http://www.forestry.gov.uk/fr/wildfiresinwales#finalreport>

JRC (2010). *Forest Fires in Europe 2010*. Report No. 11. EUR – Scientific and Technical Research, 1831-9424. URL (last checked 16 March 2012)

<http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports/fire-reports>

Kervyn, J., & Gèze, F. (2004). *The organization of the forces of pressure*. Justice Commission for Algeria at the 32nd Session of the Permanent Peoples' Tribunal on human rights violations in Algeria (1992-2004). URL (last checked 16 April 2012)

http://www.algeria-watch.org/pdf/pdf_en/forces_repressure.pdf.

Kim, D. H. (1992). Toolbox: guidelines for drawing causal loop diagrams. *The Systems Thinker*, 3, 5–6

Leone, V., & Lovreglio, R. (2003). Human fire causes: A challenge for modeling. In E. Chuvieco, M. Pilar Martín and C. Justice (Eds.), *Innovative concepts and methods in fire danger estimation 4th international workshop on remote sensing and GIS applications* (pp. 89-98). Ghent, 5-7 July 2003 .

Leone, V., Lovreglio, L., Pilar Martín, M., Martínez, J., & Vilar, L. (2009). Chapter 11 human factors of fire occurrence in the Mediterranean. In E. Chuvieco (Ed.) *Earth observation of wildland fires in Mediterranean ecosystems* (pp.149-170). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Leones, J. (1998). A guide to designing and conducting visitor surveys.

URL (last checked 1 June 2012)

<http://ag.arizona.edu/pubs/marketing/az1056/az1056.html>

Lovreglio, R., Marciano, A., Patrone, A., & Leone, V. (2012). Le motivazioni degli incendi boschivi in Italia: risultati preliminari di un'indagine pilota nelle Province a maggiore incidenza di incendi. *Forest@* 9, 137-147. URL (last checked 26 June 2012)

<http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0693-009>

PARTIE III. CHAP. 6. FIRE AND PEOPLE IN THREE RURAL COMMUNITIES IN KABYLIA (ALGERIA): RESULTS OF A SURVEY

Madoui, A. (2000). Forest fires in Algeria and the case of the domanial forest of Bou-Taleb. *International Forest Fire News* 22, 9-15.

Madoui, A. (2002). Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. *Forêt Méditerranéenne* 1, 23-30.

Maniatis, P. (2010). Greek census 1981.A case of factorial correspondence analysis. *International Research Journal of Finance and Economics* 35, 99-111

Marc, P. (1916). *Les incendies de forêt en Algérie. Notes sur les forêts de l'Algérie.* Alger: Typographie Adolphe Jourdan. Imprimeur libraire- Editeur.

Meddour-Sahar, O. (2008). *Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie: approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou.* Thèse de Magister, INA El Harrach, Alger.

Meddour-Sahar, O., Meddour, R., & Derridj, A. (2008). Les causes des incendies de forêt en Algérie. *Technologie et Environnement*. URL (last checked 1 February 2012). www.recy.net/actualites/20080615-incendies-algerie. 8.

Meddour-Sahar, O., & Derridj, A. (2010). Le risque d'incendie de forêt, évaluation et cartographie (Wilaya de Tizi Ouzou, période 1986-2005). *Sécheresse*, 21, 187-195.

Meddour-Sahar, O., & Derridj, A. (2012). Bilan des feux de forêts en Algérie: Analyse spatiotemporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). *Sécheresse* 23, 133-141.

Meddour-Sahar, O., Meddour, R., Leone, V., Lovreglio, R., & Derridj, A. (2013). Analysis of forest fires causes and their motivations in north Algeria: the Delphi technique. *iForest-Biogeosciences and Forestry* (accepted).

NWCG (2005). *Wildfire Origin & Cause Determination Handbook* 1. URL (last checked 23 April 2012). <http://www.nwcg.gov/pms/pubs/pubs.htm>

Petersen, W.A., & Rutledge, S.A., (1998). On the relationships between cloud-to-ground lightning and convective rainfall. *Journal of Geophysical Research* 103, 14025–14040, doi:10.1029/97JD02064.

Pyne, S. (1997). *Vestal fire: An environmental history, told through fire, of Europe and Europe's encounter with the world.* Seattle and London: University of Washington Press.

Rahal, M. (2012). Fused together and torn apart stories and violence in contemporary Algeria. *History & Memory*, 24, 118-151.

Richardson, G. P., & Pugh, A. L. III (1981). *Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO.* Cambridge MA: Productivity Press.

PARTIE III. CHAP. 6. FIRE AND PEOPLE IN THREE RURAL COMMUNITIES IN KABYLIA (ALGERIA): RESULTS OF A SURVEY

Romero Calcerrada, R., Novillo, C.J., Millington, J.D.A., & Gómez Jiménez, I. (2008). GIS analysis of spatial patterns of human-caused wildfire ignition risk in the SW of Madrid (central Spain). *Landscape Ecology* 23, 341–354. doi:10.1007/s10980-008-9190-2

Sari, D. (1976). *L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie)*. Alger: Editions SNED
Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2001). *Impacts of human-caused fires on biodiversity and ecosystem functioning, and their causes in tropical, temperate and boreal forest biomes.*, CBD Technical Series no. 5 Montreal, SCBD

Thibault, R. (1866). *Des incendies de forêt en Algérie: De leurs causes et des moyens préventifs et défensifs à leur opposer*. Constantine : V Guende librairie, Place du Palais, ; Paris : E. Galette librairie, Thirgood, J. (1981). *Man and the Mediterranean forest: A history of resource depletion.*. New York: Academic Press.

UNHCR Algeria (2001). Country Report UNHCR/ACCORD. *7th European Country of Origin Information Seminar*, Berlin, 11-12 June 2001.

Vallejo, R. (2005). Chapter 45 Restoring Mediterranean forests. In S. Mansourian S., D. Vallauri, & N. Dudley (Eds.) *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees* (pp.313-319). New York: Springer. URL (last checked 8 April 2012)
http://www.bf.unilj.si/fileadmin/groups/2716/downloads/%C4%8Clanki_vaje/2.VS%C5%A0/Mansourian_Forest_restoration_landscapes.pdf

Vélez, R. (1991). Los incendios forestales y la política forestal. *Revista de Estudios Agro-sociales* 158 , 83-104.

Vélez, R. (coord.) 2000. *La defensa contra incendios forestales: Fundamentos y experiencias*. Madrid: McGraw Hill

Vélez, R. (2008). Europe: Development and Fire. *Proceedings of the Second International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: A Global View*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station General Technical Report PSW-GTR-208

WWF-IUCN (2007). Forest fires in the Mediterranean. URL (last checked 4 May 2012)
http://www.uicnmed.org/web2007/documentos/Background_med_forest_fires.pdf.

**CHAPITRE VII - ANALYSIS OF FOREST FIRES CAUSES
AND THEIR MOTIVATIONS IN NORTH ALGERIA: THE
DELPHI METHOD**

Analysis of forest fires causes and their motivations in North Algeria: the Delphi method

Ouahiba Meddour-Sahar¹, Rachid Meddour¹, Vittorio Leone², Raffaella Lovreglio³ and Arezki Derridj¹

(1) Department of Agricultural Sciences. University of Mouloud Mammeri, Boxe 17 RP Tizi Ouzou, 15000 (Algeria).

(2) Department of Crop Systems, Forestry and Environmental Sciences, University of Basilicata, viale dell' Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza (Italy) (retired).

(3) Department of Agriculture, University of Sassari, Via Cristoforo Colombo 1, 08100 Nuoro (Italy).

Corresponding author : osahar@hotmail.fr

Résumé

Les incendies de forêt en Algérie sont principalement causées par l'homme et dépendent directement de son comportement social, qu'il soit volontaire (malveillance) ou involontaires (négligence). Comprendre les raisons pour lesquelles il y a les mises à feu est donc un facteur crucial dans le but de prévenir ou de réduire leur incidence, de monter les efforts significatifs de prévention et pour concevoir des campagnes spécifiques de prévention des incendies.

Une technique prometteuse pour améliorer les connaissances sur les causes et les motivations des incendies, et surtout pour réduire la quantité de causes inconnues (comme dans le cas de l'Algérie, où la majorité d'entre elles sont d'origine inconnue) est la technique Delphi, un ensemble de procédures pour susciter et affiner les opinions d'un panel d'experts.

Dans trois études de cas, des wilayas côtières ou intérieures sensibles aux incendies (nord-centre de l'Algérie), la technique Delphi identifie comme une des principales causes des incendies volontaires l'utilisation traditionnelle du feu en agriculture, en foresterie, les motifs liés à des changements d'utilisation des terres et les conflits interpersonnels.

Pour les événements involontaires (négligence) les experts ont unanimement reconnu l'importance pertinente de la reprise du feu, les équipes de pompiers ne s'assurent pas de l'extinction total des feux (91,49%), l'utilisation négligente des feux agricoles, brûlage des chaumes en particulier (réponse 80,14%). Pour les incendies volontaires (malveillance), résultats mettent en évidence l'importance relative des feux allumés pour les changements d'utilisation des terres (77,30%), la pyromanie (67,38%) et la collecte de miel (62,41%). Les décharges sauvages et le brûlage des ordures ont été mentionnés par les experts dans les 3 zones d'étude.

Mots-clés: Algérie, méthode Delphi, causes incendies, les feux agricoles, les motifs, panel d'expert incendie.

Abstract

Forest fires in Algeria are mostly human caused and result from local social behavior, whether voluntary (arson) or involuntary (negligence). Understanding the reasons why fires start is, therefore, a crucial factor in preventing or reducing their incidence, in developing significant prevention efforts and in designing specific fire prevention campaigns.

The Delphi method is a promising tool for improving knowledge about how fire starts and why, and above all helps reduce the number of fires started by unknown causes, the majority type in Algeria. The Delphi method uses a set of procedures for eliciting and refining the opinions of a panel of experts on a particular subject of interest. This method was used in three case studies, in coastal or inner *wilayas* (provinces) selected from a highly fire-prone area in North-Central Algeria. Results showed the traditional use of fire in agriculture, in forestry, in situations related to land use changes and in interpersonal conflicts as major causes of voluntary fires.

For involuntary events (negligence), experts unanimously identified the importance of the restart of fire, caused by fire crews who do not ensure the mopping up of controlled fires (91.49%) and the negligent use of agricultural fires, particularly stubble burning (80.14%). For voluntary fires (arson), results highlight the importance of fires set for land use changes (77.30%), pyromania (67.38%) and honey gathering (62.41%). Illegal dumping and burning of garbage was also mentioned by responders in all study-areas.

Key-words: *Algeria, Delphi method, fire causes, agricultural fires, fire motivations, panel of fire experts, wilaya*

1. Introduction

Fire is the main cause of forest destruction in the countries of the Mediterranean Basin. About 50,000 fires sweep through 700,000 to 1 million hectares of Mediterranean forest, wooded land and other land each year, causing large economical and ecological damage, as well as loss of human life (Vélez 1999; Dimitrakopoulos and Mitsopoulos 2006). The Mediterranean basin is marked by a prevalence of human induced fires, i.e. about 95 % (FAO 2007).

The southern rim of the Mediterranean Basin is characterized by fewer forest fires than the northern one, but its forests are under the growing threat of climatic changes and of vigorously increasing human pressure, particularly near the coastal areas where populations concentrate; thus increasing the demand for fuel, meat, food and new lands for urban growth.

This translates into higher pressure on degraded wooded lands, accompanied by unsustainable overexploitation for fuel wood and overgrazing (FAO 2012) and increased wildfire risk. Fire adds its effects as a factor of degradation and of desertification in those countries, already historically characterized by a progressive loss of forest coverage.

In Tab. 18, we report the forest fire situation in Algeria compared to Southern Europe countries. The wildfire situation in Algeria results similar to or even worse than Greece's, which has a much more significant forested surface (6,500.000 ha of Greece's surface is wooded, of which 25.4% is occupied by regular forests).

Table 18- Forest fires in Southern Europe and Algeria (1985-2010)

Country	Burnt surface per yr (ha)	Number fires per yr
Algeria	35,025	1,637
France	21,323	3,771
Greece	32,856	1,308
Italy	77,262	7,867
Portugal	101,166	16,578
Spain	132,305	13,740

Source: European Commission, 2010.

1.1. Fires causes in Algeria (1985-2010)

Algeria has a long history of forest fires. National fire statistics cover about 160 years, dating back to 1853. Statistics show a severe depletion of forest resources; for example, from 1876-1962 (87 years), fires have affected 3,506.942 hectares (Meddour-Sahar and Derridj 2008b). Furthermore, during the period from 1853-2001 (148 years) 5,049.777 hectares were affected; a value close to the forested area of the country in the XIX century, about 5 million hectares in 1830, before French colonization (Megrerouche 2006).

Marc (1916) observes that catastrophic wildfire seasons (> 140.000 hectares per year) have a decadal frequency; he hypothesizes a relationship between after fire vegetation re-growth and burning by shepherds to reopen it to herds. Between 1853-2001, the average decadal area burned was 38,500 ha. Only two exceptions occurred: the 1912-1921 decade average was 64,746 ha, and the even higher 1956-61 decade average was 66,042 ha. This latter period

includes the Algerian war of independence (1956-62). Data confirm the exacerbation of the fire phenomenon in periods of political turbulence and troubles (Marc 1916).

During the Algerian war, many wildfires were actually voluntarily started as scorched earth policy, the military strategy of destroying anything useful to the enemy. Napalm bombing was also occasionally used by the French Air Army to force out revolutionary groups who sought shelter in the forests in an attempt to deprive them of food and cover (Cooper 2003).

Bombing was directed at Algerian guerilla units and used to destroy large numbers of villages, causing tremendous demoralizing effects. Such fires destroyed more than 70% of forest in Bou Taleb (Hodna mountains) by the end of the 1950s (Madoui 2000, 2002), and 220,000 ha in the Aures forests (Sari 1976). Meddour-Sahar et al. (2008) estimates that about 645,414 ha of forest burned during the independence war period.

The use of fire as a weapon has continued in recent years (starting in 1992) in counter-terrorism operations. For example, the Algerian government was implicated in the 2008 forest fires in eastern Algeria (CBS news 2008, Bekdouche 2010). By virtue of its long fire statistic history, Boudy (1952) identifies Algeria as the country where the first research on fire causes was developed.

According to the National Forest Inventory of 2003 (FAO 2010) the current situation of forest and other wooded land (OWL) in Algeria is dramatic. Forest and OWL cover a total of 4,177.000 hectares (1,492.000 and 2,685.000 respectively). This represents only 1,76 % of the country's total surface area (238,174.000 ha); whereas range area is 33,970.000 ha and desert, unproductive areas account for more than 80 % (about 190 million ha are occupied by the Sahara region) (Nedjraoui 2003). Only the northern, mountainous part of the country has a rather significant forestry coverage (about 16,4 %).

Climatic conditions are a significant contributory factor to the forest fire situation in Algeria. Prolonged summers (June to October) with nearly no rain and average daytime temperatures well above 30° C with daily peaks as high as 50° C like in In Salah (2005), reduce the moisture content of forest litter to less than 5%. Under these conditions, even a small addition of heat (lightning, a spark, a match, a cigarette butt) can be enough to start a violent conflagration. However, fires are rarely ignited by natural causes. For example, in Algeria, not a single fire has ever been reported as caused by lightning, the only possible natural fire cause. Human activities, either directly or indirectly, are exclusively the causes of wildfires. Our knowledge of fire is rather satisfactory regarding how, when and where fire occurs, but we have scarce knowledge of its origin. We still do not know enough about who starts wildfires and why: on the subject we have mainly lists of credible (and sometimes obvious) motives for starting fires (Leone et al. 2003; Lovreglio et al. 2010).

A feature of the phenomenon in Algeria is the relative predominance of causes classified as unknown. The statistical data for the 26-year period 1985 to 2010, for which we have almost complete information, show that unknown caused fires represent 79.79 % of all fires ("Unknown" fires are the fires for which no known cause could be determined and/or supposed) (see Table 19).

Table 19 - Forest fire causes through time in Algeria (in %)

Causes	1866-1915 Marc (1916)	1886-1945 Boudy (1952)	1979-1982 Rebai (1982)
Natural	n.r	n.r	n.r
Accidental	8	n.r	n.r
Negligence	32	50	27
Voluntary	23	20	16
Unknown	37	30	57

n.r. = no record

The recorded causes in the fire data do not reflect reality. In Algeria, it is commonly accepted that at least half of the fires attributed to unknown causes are either arson or security fires, which are purposely set by the Algerian Army as a counter terrorism measure; making it a rather difficult topic to address.

These fires are listed under unknown causes either because the arsonist was not arrested or because conclusive evidence of arson was not found (Dimitrakopoulos 1995). Again, this points to the urgent need to improve the capability to investigate fire causes.

A useful tool for improving the knowledge of causes and of fire motivations is the Delphi method. This paper reports the findings of the implementation of Delphi sessions in the Northern part of the country, demonstrating how it can help to produce enough precise and reliable statistics to help identify unreported fire causes.

2. Materials and methods

2.1. The Delphi method

The Delphi method was originally developed in the 1950's for a US sponsored military project (Dalkey and Helmer 1963, Linstone and Turoff 2002). The method is based on the perception and informed judgment of experts, i.e., on the principle that “a group of experts usually performs better than any one expert because the group possesses at least as much knowledge as its most knowledgeable member” (Henderson 2008)¹.

The Delphi method is an iterative process used to collect and distill the informed judgments of experts (Baughman 1989) using a series of questionnaires interspersed with feedback. The questionnaires are designed to focus on problems, opportunities, solutions or forecasts. Rowe and Wright (1999) characterize the classical Delphi method by four key features:

¹ This statement rationally explains the saying “two heads are better than one or...n heads are better than one” used by Dalkey (1972), one of the developers of Delphi method. Another attempt of transforming the saying in a more scientific statement is *Group versus individual performance: are N+1 heads better than one* (Hill 1982).

- Anonymity of Delphi participants: allows participants to freely express their opinions without undue social pressures to conform to others in the group. Decisions are evaluated on their merit, rather than on who has proposed the idea.
- Iteration: allows participants to refine their views in light of the progress of the group's work from round to round.
- Controlled feedback: informs participants of the other participant's perspectives and provides the opportunity for Delphi participants to clarify or change their views.
- Statistical aggregation of group response: allows for a quantitative analysis and interpretation of data.

The Delphi method has four distinct phases (Henderson 2008):

- Phase 1 explores the issue under discussion, with each individual contributing pertinent information and opinions.
- Phase 2 involves obtaining feedback on the issue and reaching an understanding of how the group views it – where the panel members agree or disagree.
- Phase 3 deals with disagreements and the underlying reasons for differences.
- Phase 4 the information is analyzed and there is a convergence of opinion.

In the field of forest fires, the Delphi method has been used to explore the current state of wild land fire communication (Clute 2000), in surveys of arson fires (ICONA 1995, APAS 2003, Dolz Reuss 2005), and in wildfire cause analysis in Italy (Leone and Lovreglio 2003, De Las Heras et al. 2007, Lovreglio et al. 2006, 2008 and 2010). The Italian State Forestry Service has recently carried out surveys in the most fire-prone provinces utilizing the Delphi method with rather satisfactory results (Lovreglio et al. 2012).

2.2. Study area

The study area consists of three North-Central Algeria *wilayas* (provinces) with more or less severe fire events: Tizi Ouzou, Bouira, and Boumerdes (Fig. 54). At the national level, Tizi Ouzou is among the three most affected *wilayas*, together with Skikda and Bejaia (Meddour-Sahar 2008). The *wilayas* areas vary in size from about 150,000 to 450,000 ha and are described by the geographic indicators in Table 20.

All study areas are mountainous territories with a typical Mediterranean climate pattern, where hot and dry summers are a predisposing fire factor. The physical conditions are favourable to forest and/or agro-sylvo-pastoral suitability in a balanced framework.

Forest types range from the wide forested complexes of Aleppo pine high forest of Bouira to the small surfaces of decimated forests of Boumerdes, represented mainly by Mediterranean maquis and some Aleppo pine forests, to some wide cork oak high forests in Tizi Ouzou.

Table 20- The most relevant indicators for the study areas

Indicator/Wilaya	Bouira	Boumerdes	Tizi Ouzou
Position	Inner area	Coastal area	Coastal area
Surface (ha)	446,745	145,616	295,793
Forested area (ha)	94,049	26,614	65,680
Forest (ha)	74,608 (79.30%)	4,144 (15.57%)	48,635 (76%)
Mediterranean maquis (ha)	18,042 (19.20%)	21,659 (81.38%)	13,957 (22%)
Plantations (ha)	1,399 (1.50%)	811 (3.05%)	1.501 (2%)
Forestry ratio	12%	18%	22%
Forest fires (average nr per yr 1985-2010)	97	70	145
Burned surface (average ha per yr)	991	629	2,956
Burned surface in % of forested area (1985-2010)	1.50	2.36	4.50
Sheep number	235,000	60,430	164,695
Goats number	26,000	7,554	51,789
Cows number	67,500	29,555	90,908
Total livestock	328,500	97,539	307,392
Livestock per km ²	74	72	86
Nr. of <i>baladiyah</i> (municipalities)	45	32	67
Population	728,290	801,068	1,133.349
Urban population	236,501	458,745	490.610
Rural population	491,789	342,323	643,188
Population density (people per km ²)	163.02	551.36	381.22
Land-use	Agriculture, forestry, pastoralism	Agriculture, forestry	Forestry, pastoralism
Relief	Rugged and rough territory	Coastal plane 60%, mountain 40%	Mountain 70%, coastal plane 30%
Erosion risk	Medium stability	Medium stability	Medium stability
Desertification risk	* partial	absent	Absent

* only 10 municipalities on the South exhibit desertification risk.

In many cases, degradation of such areas reflects a population accustomed to using forest as a *free-for-all* with little concern for forest preservation (Thirgood 1981). Most fires occur during the summer months (39.63 % in August, 28.31 % in July, 20.31% in September, 7.61 % in October and 4.14 % in June).

In the study areas, 8,124 fires burned 118,965 ha of forest land during the period 1985-2010. This represents 325 fires per 4, 758 ha annually, with an average area burned of 15 ha per fire (Fig.55).



Fig. 54 - Map of the studied areas

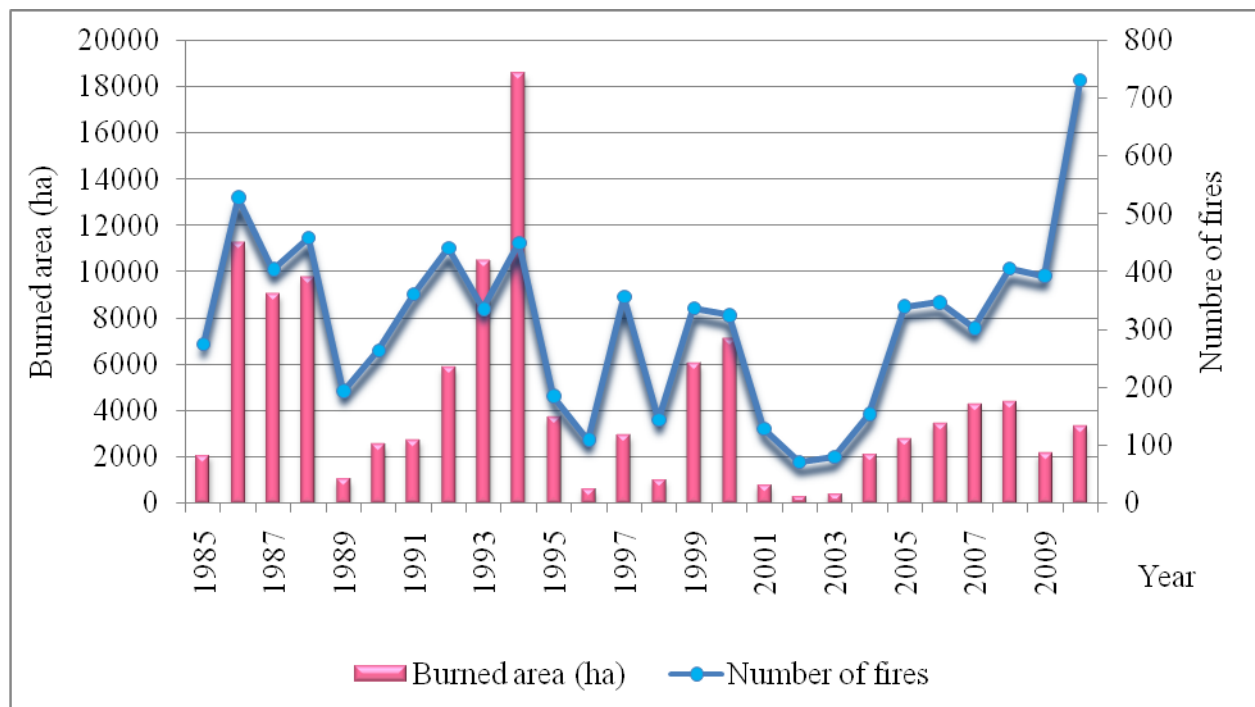


Fig. 55 - Number of fires and burned area in North-Central Algeria (1985-2010)

2.3. Experts' panel

The selection of Delphi participants directly influences the quality of the final results. Participants (or experts) in a Delphi study must have the background and experience concerning the target issue, be capable of helpful inputs, and be ready to revise their judgments (Hsu and Sandford 2007). In addition, they must correctly and seriously give their contribution.

The following four requirements for “expertise” are key features of participants involved in Delphi studies (Adler and Ziglio 1996):

- knowledge and experience with the issues under investigation;
- capacity and willingness to participate;
- time to participate; and
- communication skills.

The experts involved in our forest fires Delphi survey are the noncommissioned forest fire officers of the State Forestry Service working for the country General Directorate of Forests (DGF), an agency of the Ministry of Agriculture and Rural Development. These professionals are trained and competent within the specialized area of knowledge under investigation.

They are actually involved in compiling yearly forest fire statistics, which have been produced since the mid 1980s (Law 84 of 23/06/1984). Based on those statistics, funds for forest fire fighting are allocated to the most affected *wilayas*, and specific budgets are made available for defense infrastructures construction and maintenance (fire-breaks, water points, look-out towers etc.).

The number of experts for each study area is given in Tab. 4. The three panels of experts included a total of 141 respondents. The number of experts is well balanced among areas and, in addition, their number is well above the minimum of at least 10 (Delbecq et al. 1975).

The use of the questionnaire allows for anonymous responses, giving group members the freedom to express their opinions without feeling pressured by the wider group or dominant members. Actually, one of the main problems with people of the strongly hierarchical, military-like organization State Forestry Service, is avoiding negative group dynamics that may emerge; mainly superiority of rank, but also domination by key individuals, prestige of certain participants, and timidity of others. Anonymity partly reduces this problem.

2.4. Structured questioning

Structured questioning was achieved through the use of *ad hoc* questionnaires. Following our literature searches on the topic, we identified 29 causes of forest fires for Algeria, divided into three main categories: accidental, negligent, and deliberate (Annex 4).

The causes used for the Delphi sessions are more or less the same identified by Marc (1916), by Boudy (1952), and specifically for Algeria, in the International Fires Survey (IIA 1933). The only new cause identified is garbage dumping and burning.

The persistence of fire causes through time confirms that fires are site and culture specific (Leone et al. 2003).

Panel members were contacted via mail the first time, receiving the form reporting the list of causes. However, because a problem of non-mail response we successively established a face to face contact procedure. Though mail contact is still an accepted form of Delphi session (Skulmosky et al. 2007), it is now less frequently used because the availability of electronic communications.

In round one, participants were asked to preliminarily rate each of the 29 causes on a 1 to 5, Likert scale, with 1 being “strongly disagree” and 5 being “strongly agree” (Likert 1932).

In round 2, based on their perception and experience, experts were asked to identify the eight most relevant fire causes in their area of activity. These were selected from those in round 1 reaching a value of 5 on the Likert scale at least 60% of the time. We then asked them to rank the eight selected causes in decreasing order of importance from 1 (most important) to 8 (least important).

3. Results and discussion

3.1. Frequency

As a first interesting result, the frequency of illegal garbage dumping and burning, and the problem of fire restarts are very important in our study areas. Experts mention them as the most important causes 88% and 85% of the time respectively (Table 21). Garbage burning is related to the high population density of the study areas and is, in general, a cause of general concern for Algeria (Meddour-Sahar and Derridj 2010). Among causes in the voluntary category, the most frequent identified is related to interest in land use changes (77.30%), followed by causes referring to pasture renewal (67.38 %), wild honey gathering (62.41 %) and pyromaniacs (67.38 %) (see Tables 21 and 22, and Fig. 56).

Another interesting finding is that the majority of expert responses converge towards a rather limited number of causes (Fig.56). More than 60% of experts actually refer to involuntary causes, namely negligent restart of fire, agricultural use of fire, fires caused by smoking activities or accoutrements, including matches (vehicles, walkers).

The most frequent causes (frequency > 80 %) are related to the restart of fire followed by illegal garbage dumping and burning, and agricultural works (burning of cut bush). As can be seen in tables 21 and 22, the voluntary and involuntary categories (40% and 50% respectively) of fire causes are responsible for 90% of all fire starts in the country. This result is well coherent with the general opinion of experts, who claim an excess of emphasis attributed to voluntary fires (Vélez 2000).

Table 21- Study areas and fire causes in order of decreasing frequency

Bouira		Boumerdes		Tizi Ouzou	
Number of experts N=41		Number of experts N=47		Number of experts N=53	
Main motives	Frequency (%)	Main motives	Frequency (%)	Main motives	Frequency (%)
Restart of fire	97.55	Agricultural works (burning of cut bush, stubble burning)	95.74	Illegal garbage dumping and burning	90.56
Cigarette remains	95.11	Restart of fire	93.62	Restart of fire	84.90
Illegal garbage dumping and burning	92.67	Forest works (burning of cut bush)	82.98	Agricultural works (burning of cut bush, stubble burning)	75.58
Interest in land use changes	92.67	Illegal garbage dumping and burning	80.84	Cigarette remains	75.46
Agricultural works (burning of cut bush, stubble burning)	92.67	Interest in land use changes	80.84	Forest works (burning of cut bush)	73.58
Pasture renewal	87.88	Pasture renewal	78.71	Pyromania	67.38
Wild honey gathering	87.79	Cigarette remains	72.34	Interest in land use changes	62.37
Conflicts related to wildland ownership	82.92	Cigarette remains	72.34	Cigarette remains	62.25

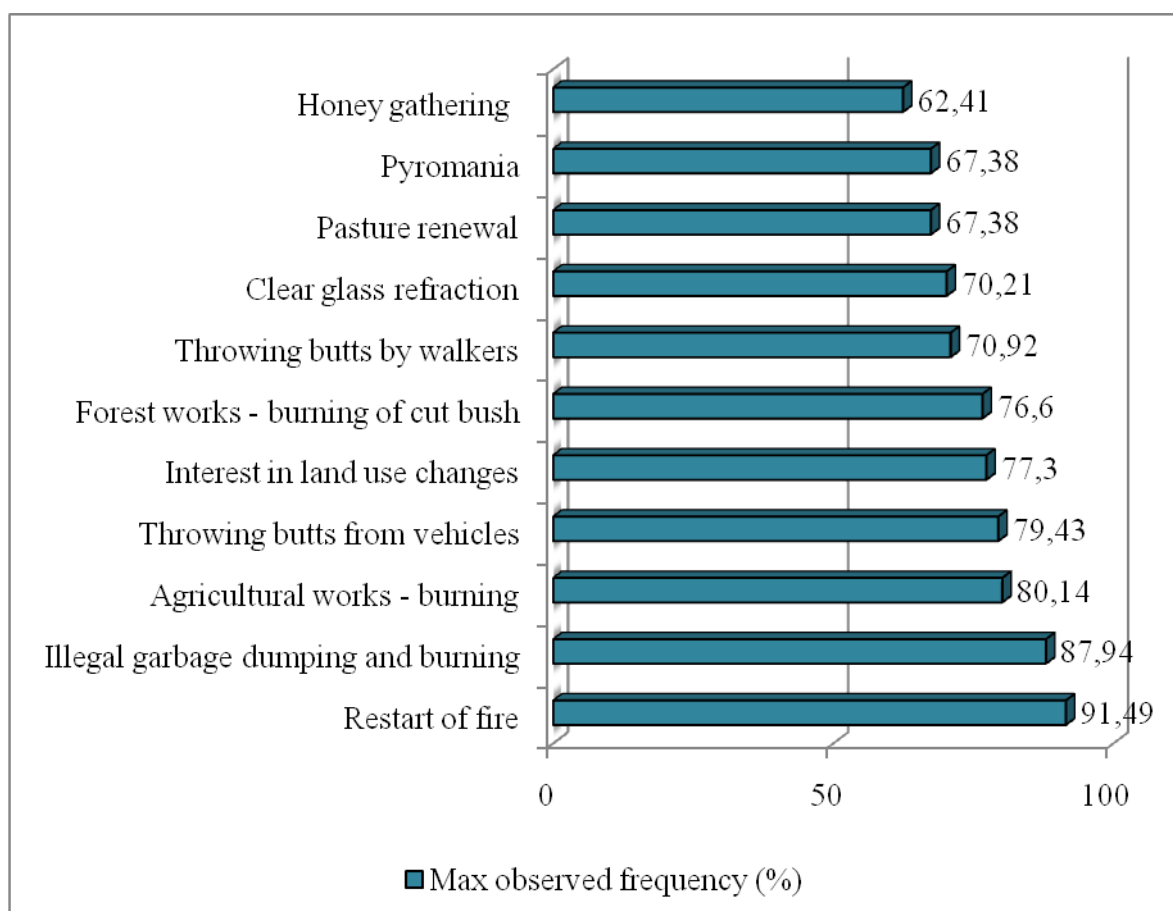


Fig. 56 - Increasing frequency of most relevant motives (all areas included)

3.2. Rank ordering

Within the category of causes of voluntary fires, defined as “the inner drive, reason or incentive that induces or prompts a specific behavior” (Rider 1980; O’Connor and Redsicker 1996), there are interesting results when looking at ranked causes (Table 22). For example, the panel of experts attribute the majority of fire ignitions to cultural (traditional) causes (agricultural works: burning of cut bush, stubble burning, pastoralism), followed by revenge (fires set for political reasons, conflicts with Public Administrations), personal interests (e.g., in land use changes) or social and/or interpersonal tensions (conflicts related to wild land ownership, conflicts related to forest policy). Their answers are rather homogeneous and convergent (a few causes account for 54% of all fire starts), despite the obvious difference of study areas (Table 22).

The experts considered only 11 out of 29 possible causes initially presented to them. The remaining 18 causes appear rather scattered, with few cases for each; results confirm the absolute unimportance of natural fires in the Algeria wildfires problem.

One possible explanation for the importance of the traditional agricultural use of fire as a source of wildfires is that farmers use it not only to eliminate crop stubble, but more importantly to push back the forest to make room for agricultural expansion. Thus, fires started in cultivated fields easily spread to nearby forests (Dimitrakopoulos 1995). In spite of the obvious risks, farmers often set fire to agricultural residues even when large out-of-control fires are burning in the same area (Vélez 1999).

Table 22- Rank-ordering (1 to 8) of most frequent fire causes in study areas

Rank-Order	Bouira	Boumerdes	Tizi Ouzou
1	Agricultural works (burning of cut bush, stubble burning)	Agricultural works (burning of cut bush, stubble burning)	Agricultural works (burning of cut bush, stubble burning)
2	Cigarette remains	Restart of fire	Illegal garbage dumping and burning
3	Illegal garbage dumping and burning	Forest works (burning of cut bush)	Interests in land use changes
4	Pastoralism	Illegal garbage dumping and burning	Cigarette remains
5	Interests in land use changes	Cigarette remains	Restart of fire
6	Wild honey gathering	Interests in land use changes	Forest works (burning of cut bush)
7	Restart of fire	Pastoralism	Pyromania
8	Conflicts related to wild land ownership	Wild honey gathering	Conflicts related to forest policy

In the Tizi Ouzou *wilaya*, the second highest cause reported by experts is illegal garbage dumping and burning. The North-Central part of the country is densely populated (on average 356 inhabitants per km²) and is characterized by the proliferation of illegal, uncontrolled dumps along roadsides. Consequently, the burning of waste at legal or illegal garbage dumping sites has increased at an alarming rate in recent years. In Tizi-Ouzou, the presence of more than 30 illegal garbage dumping sites, mainly along roads, has been reported (Meddour-Sahar and Derridj 2010). This cause is ranked third and fourth, respectively, for the Boumerdes and Bouira *wilayas*.

Many garbage dumping sites are located in nearby forest areas. Organic wastes generate methane, which is extremely flammable and can contribute to fire ignition that can contribute to the spread of forest fires (Dimitrakopoulos 1995).

In these cases, the use of fire to reduce the accumulation of garbage must be interpreted as a tough but inevitable *problem solving* solution by inhabitants, who have no other more sustainable alternative for waste disposal and are, therefore, obliged to eliminate their solid waste accumulation by fire or by directly throwing it in ravines or rivers; which can cause more serious health problems.

In the Boumerdes *wilaya*, the second highest cause of fire ignitions is the restart of fires, caused by firefighters' incomplete mop-up of controlled fires, leaving hot areas to reignite. A possible explanation for their apparently negligent behavior is the conditions of insecurity in the region, where terroristic groups are known to be rather active. Another possibility could be, as in Tizi Ouzou *wilaya*, the high number of fires that fire crews must respond to. They are overextended, and therefore have no possibility or enough time for mopping-up any fire after it has been controlled.

In Algeria, forest firefighting crews are seasonally paid and are made up of about twenty people from local communities and a foreman. All crews fall under the responsibility of a fire officer on duty in DGF. In general, these crews are not properly equipped. This can also be a contributing factor to the problem of lack of mop-up in controlled fires (Meddour-Sahar 2012 b).

Foresters are the first to intervene after a fire alarm; Firemen and Civil Protection officers can also intervene, the latter much better equipped.

Negligent disposal of cigarettes (throwing of butts or matches from vehicles and/or by walkers) is a rather transversal cause of fire starts and is the second highest cause in the Bouira province. This negligent, careless behavior of individuals is very frequent and generates fire outbreaks, especially along the tourist routes in Algeria. This cause could be in some way reduced by regular campaigns, aimed to increase awareness of the problem by rural and urban population.

Forest fire as a means to change land use patterns in Algeria is aggravated by the absence of a national Cadastre (maps showing a land ownership and use), the high percentage of public land which is more prone to invasions, the lack of regional planning, the lack of severe punishment to arsonists, and most likely also fostered by increasing demand of space to build.

In the study area, an important source of forest fires is the traditional and deliberate burning of forest lands by the rural population for improving ranges for grazing animals. When this coincides with high climatic risks, forest fires are practically unavoidable (Vélez 1999). Range burning is a very traditional practice all over the Mediterranean basin, and most recently in Algeria is related to the high number of sheep in the country as a whole: 77% of more than 25 million livestock (FAO 2012). The tendency to increase range areas at the expense of degraded forest coverage is a real problem; the same is observed in other Mediterranean countries (e.g., island of Sardinia, Italy). Shepherds do not refrain from the use of fire to reach their goals, even if this means risking forests, which are overgrazed and degraded. Other concerns also contribute to this problem. For example, in Sardinia, the European Union (EU) subsidy allocation provides an incentive to increase the number of animals, without considering the biological capacity of the grazing areas used (Bassi and Kettunen 2007) or the potential of aggravating the wildland fire problem.

The Tizi Ouzou *wilaya* is the only study area in which the cause over conflicts related to forest policy is observed; though present at a low level, it has local importance. This could be interpreted as a reaction to reforestation projects carried out at the expense of traditional, extensive grazing lands, especially when considering the lack of negotiation with the local population at the beginning of the project. This kind of behavior was previously reported in the 1970s when local populations protested against wide national programs of reforestation known as the *Green Belt*, which were considered an obstruction to pastoral activities and a destruction to natural *alpha* pastures (Vallejo 2005). Local reactions were appeased when the program was revised and reshaped, providing employment to people during its implementation.

Similarly, from the 1860s until as late as 1956, *Imazighen* (the historical indigenous inhabitants of Maghreb area. “Berber” is a more common label for the group) and Arab residents of Algeria utilized incendiarism to protest colonial expropriation of communal lands, setting fire to state-controlled forestland, which was a major resource for the colonial cork industry (Lauermann 2009).

Gathering honey from wild bee colonies (honey hunting) is usually done by disorientating and subduing the bees with smoke, obtained from dry cow dung slowly burning at the base of trees (Delacre and TARRIER 2000). Honey gathering may be considered part of the lives of the world's last remaining hunter/gatherers, often on the outskirts of the farming world (Bradbear 2009). Such use of fire can produce an uncontrolled propagation and consequent wildfires.

Special reference must be made to pyromaniacs (frequency 67.38%), which received a relatively high frequency, but ranked low in terms of importance in only one of the study areas. The term "pyromaniac" is commonly misused everywhere as a synonym of arsonist, not only in Algeria, but also in other countries (APAS 2003, Dolz Reuss 2005, Lovreglio et al. 2010). No work has been done in the country about the social conditions or any particular event that trigger pyromaniac activities affecting the incidence of pyromaniac-caused fire starts.

4. Conclusions and final remarks

We must preface this section by stating that the results of the study represent only the collective, informed opinion of the experts participating in the Delphi Panel, but that, at this time, there is no alternative mean to produce better information.

Forest fire in itself is not a problem, but an intrinsic factor of ecosystem disturbances when it develops within its natural regime. However, it is also a cultural tool used in all traditional rural societies for multiple purposes, including land management. Its improper use is the most conditioning factor for Mediterranean forest management and a symptom of serious social and territorial problems of the forest system in many cases.

Considering that human action is the main cause of fires in Algeria, knowing the causes of fires is a crucial factor in designing policies and programs for wildfire prevention.

Prevention requires a shift in the approach to fire fighting from fire suppression, based mainly on investments for emergency measures, to a long-term policy of removing the structural causes of fire starts (Biro 2009).

The high percentage of fires reported under unknown causes in Algeria (79.97 %), is a serious obstacle for the development of any policy/program aimed at reducing the number of fire events by targeting specific social groups, activities or behaviors.

In this study we applied a Delphi method in three sites of Northern-Central Algeria to identify the most relevant fire causes. Study results confirm that the causes of forest fires in the Northern-Central Region of the country are substantially invariable through time, because they are mainly related to local culture and traditions (Lovreglio et al. 2010).

From the study findings we can confidently conclude that the majority of fire occurrences in the northern-central region is principally due to unsuitable and negligent use of fire in agriculture, conflictive behaviors, and/or social tensions. Additionally, in all three study sites illegal garbage dumping and burning is considered a frequent and important cause of fires.

In synthesis, the Delphi method applied results depict fire setting in the context of a very traditional, rural society characterized by a poor *problem solving* ability similar to other cases observed by the authors in Italy (Lovreglio et al. 2010). Typically, interpersonal problem solving ability is significantly related to the socio-cultural level of the subjects. From our

results, fire represents a preferential solution that resolves problems such as grass renewal, land for cultivation or space for urban growth. etc. immediately, but are deemed inadequate by modern cultural and social standards.

Ranking the causes of fire starts in order of importance and relevance in Algeria permits us to establish priorities when designing policies or programs of actions to address them. For each of the causes, a series of prevention measures can be imagined, discussed and verified.

Acknowledgements

We thank all experts (foresters) that graciously accepted to participate in this study and the two anonymous reviewers for their careful reading of the paper and their helpful comments. We thank Dr. Armando González-Cabán, USDA FS, Pacific Southwest Research Station, Riverside, who helped improve the quality and readability of the revised manuscript and Dr. Kristy Schuster for accurate text revision.

References

Adler M, Ziglio E (1996). *Gazing into the oracle: The Delphi Method and its application to social policy and public health*. London: Jessica Kingsley Publishers.

APAS (2003). *Estudio Sociológico sobre la Percepción de la Población Española hacia los Incendio Forestales*. Asociación para la Promoción de Actividades Socioculturales [online 4 Octobre 2012] URL: <http://www.idem21.com/descargas/pdfs/IncendiosForestales.pdf>

Bassi S, Kettunen M (2007). *Forest Fires: causes and contributing factors in Europe*. European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy. Study IP/A/ENVI/ST/2007-15. [online 13 April 2012] URL: http://www.europarl.gr/ressource/static/files/projets_pdf/forest_fires.pdf

Baughman, MJ (1989). Effective use of the Delphi process. *Discovering new knowledge about trees and forestry*, pp.69-76 (Leary R.E comp.). St. Paul, MN: US For. Serv., Gen. Tech. Rep. NC-GTR-135, North Central Forest Experiment Station

Bekdouche F (2010). *Evolution après feu de l'écosystème subéraie de Kabylie (nord algérien)*. Thèse Doctorat en Agronomie, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. [online 4 September 2012] URL: http://www.ummto.dz/IMG/pdf/These_Bekdouche_cle07bf75.pdf accessed

Birot Y (2009). *Living with wildfires: what science can tell us*. EFI Discussion 15, European Forest Institute, 82 p.

Boudy P (1952). *Guide du forestier en Afrique du Nord*. Ed. Maison rustique, Paris, 505 p.

Bradbear N (2009). *Bees and their role in forest livelihoods*. FAO Non-Wood Forest Products, 19 [online 4 October 2012] URL: <http://www.fao.org/docrep/012/i0842e/i0842e00.htm>

CBS News (2008). Al Qaeda In The Maghreb Claims Algerian Govt. Behind Forest Fires [online 04 September 2012] URL: http://www.cbsnews.com/8301-502684_162-4450747-502684.html

Clute O (2000). A Perspective from Wildland Fire Communicators. [online 4 June 2010] URL: http://www.nifc.gov/preved/comm_guide/wildfire/fire_14.html

Cooper T (2003). Algerian War, 1954–1962. *ACIG Journal* [online 4 July 2012] URL: http://www.acig.org/artman/publish/article_354.shtml

Dalkey NC, Helmer O (1963). An experimental application of the Delphi Method to the use of experts. *Management Science*, 9(3): 458 - 468.

Dalkey NC (1972). The Delphi method: an experimental application of group opinion. *Studies in the quality of life* (Dalkey NC, Rourke DL, Lewis R, and Snyder D eds.) pp. 13-54. Lexington, MA: Lexington Books.

Delacre J, Tarrier M (2000). *Le Maroc, un royaume de biodiversité*. Paris: Editions Ibis

Press

Delbecq AL, Van de Ven AH, Gustafson DH (1975). *Group techniques for program planning. A guide to nominal group and Delphi processes.* Glenview, IL: Scott, Foresman, and Company, 174p.

De Las Heras J, Salvatore R, Rodrigues MJ, Lovreglio R, Leone V, Giaquinto P, Notarnicola A (2007). Wildfire motivation survey through the Delphi method. In: *Actas de la IV Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales*, Sevilla 13-18 May 2007 [online 4 June 2012] URL: http://www.fire.unifreiburg.de/sevill2007/contributions/doc/SESIONES_Tematicas/ST4/Heras_et-AL_SPAIN_ITALY.pdf

Dimitrakopoulos A (1995). Analyse des causes des feux de forêt en Grèce. *Options Méditerranéennes, Série A. Séminaires Méditerranéens*, 25: 33-40.

Dimitrakopoulos AP, Mitsopoulos ID (2006). *Global forest resources assessment 2005. Report on fires in the Mediterranean Region.* Working paper FM/8/E, Forestry Dept., FAO Rome, 43 p. [online 4 June 2012] URL: <http://www.fao.org/docrep/009/j7564e/j7564e00.htm>

Dolz Reuss ML (2005). State of the art of forest fire causes in Spain. In *Proceedings of "II International Conference on Prevention Strategies of Fires in Southern Europe"* (Centre Tecnologic Forestal de Catalunya) Barcelona 9-11 May 2005: pp. 148

European Commission (2010). *Forest fires in Europe 2009.* Report N° 10, pp 1-88. [online 4 June 2012] URL: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/11111111/16019> accessed

FAO (2007). *Situation des forêts du monde (synthèse mondiale). Partie 1 : progrès vers la gestion durable des forêts.* pp. 4-13 and 64-72. [online 4 January 2012] URL : <http://www.fao.org/docrep/009/a0773f/a0773f00.htm>

FAO (2010). *Global Forest Resources Assessment 2010. Main Report*, 341p [online 4 May 2012] URL: <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en>

FAO (2012). *State of Mediterranean Forests (SoMF)* [online 4 May 2012.] URL: <http://www.fao.org/forestry/22556-0f888476830f6931aba4b886baea88af1.pdf>

Henderson A (2008). *Using the Delphi method to estimate population size and demographics in emergency food security assessments (EFSAs).* Emergency Food Security Assessments (EFSAs) World Food Program Technical guidance sheet n°. 10 [online 10 April 2012] URL: http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/manual_guide_proced/wfp197300.pdf

Hill GW (1982). Group versus individual performance: Are N+ 1 heads better than one? *Psychological Bulletin*, 91: 517-539. [online 6 April 2012] URL: <http://psycnet.apa.org/journals/bul/91/3/517/> doi: 10.1037/0033-2909.91.3.517

Hsu CC, Sandford BA (2007). The Delphi Technique: Making Sense Of Consensus.

Practical Assessment. *Research and Evaluation* 12(10): 1-8 [online 11April 2012] URL: <http://pareonline.net/pdf/v12n10.pdf>

ICONA (1995). *Motivaciones de los incendios forestales intencionados*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA

IIA (1933). *Enquête Internationale sur les incendies de forêts*. Rome: Institute International d'Agriculture, pp. 457.

Lauermann J (2009). Amazigh nationalism in the Maghreb. *The Geographical Bulletin*, 50: 37-55
[online 16. April 2012] URL : <http://www.gammathetaupsilon.org/the-geographical-bulletin/2000s/volume50-1/article3.pdf>

Leone V, Lovreglio R, Martinez Fernandez J (2002). Forest fires and anthropic influences: a study case (Gargano National Park, Italy). *Forest fire research and wildland fire safety* (Viegas DX ed.) Rotterdam: Millipress, pp.11-28.

Leone V, Koutsias N, Martínez J, Vega-García C, Allgöwer B, Lovreglio R 2003. The human factor in fire danger assessment. *Wildland Fire Danger Estimation and Mapping. The Role of Remote Sensing Data*. pp. 143–196. (Chuvieco E, ed.), Singapore, World Scientific Publishing,.

Leone V, Lovreglio R (2003). Human fire causes: a challenge for modelling. In: *Innovative Concepts and Methods in Fire Danger Estimation. Proceedings of the 4th Intern Workshop on Remote Sensing and GIS Applications to Forest Fire Management* (Chuvieco E, Martin P and Justice C Eds.), Ghent-Belgium, 5-7 June 2003, pp. 90-95
[online 6. April 2012] URL: <http://www.fire.unifreiburg.de/fwf/Fire%20Danger%20Ghent%20Proceedings.pdf>

Likert R (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology* 140: 1–55

Linstone HA, Turoff M (2002). *The Delphi method techniques and applications (digital version)*, pp. 618 [online 3 June 2007] URL: <http://is.njit.edu/pubs/delphibook/>

Lovreglio R, Leone V, Giaquinto P, Notarnicola A (2006). Wildfire cause analysis through Delphi method: Four case-studies in Southern Italy . *iForest-Bioscience and Forestry*, vol. 3: 8-15
[online 4 June 2012] URL: <http://www.sisef.it/iforest/pdf/?id=ifor0521-003> doi: 10.3832/ifor0521-003.

Lovreglio R, Rodrigues MJ, Silletti G, Leone V (2008). Applicazione del metodo Delphi per l'analisi delle motivazioni degli incendi: il caso Taranto. *L'Italia Forestale e Montana* 5: 427-447. - doi: 10.4129/IFM.2008.5.04

Lovreglio R, Rodrigues M, Notarnicola A, Leone V (2010). From fire motives survey to prevention: the case of Cilento and Vallo di Diano National Park (Italy). In: *Proceedings of the VI International Conference on Forest Fire Research* (Viegas DX ed.) Coimbra-Portugal 15-18 November 2010, pp. 301

Lovreglio R, Marciano A, Patrone A, Leone V, (2012). Le motivazioni degli incendi boschivi in Italia: risultati preliminari di un'indagine pilota nelle Province a maggiore incidenza di incendi. *Forest@* 9: 137-147. [online 26 June 2012] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0693-009>.

Madoui A (2000). Forest fires in Algeria and the case of the domanial forest of Bou-Taleb, Setif. *International Forest Fire News* 22: 9-15

Madoui A (2002). Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. *Forêt méditerranéenne*, t. XXIII, 1: 23-30

Marc P (1916). *Les incendies de forêt en Algérie. Notes sur les forêts de l'Algérie.* Alger : Typographie Adolphe Jourdan Imprimeur libraire- Editeur, pp. 331

Meddour-Sahar O (2008). *Contribution à l' étude des feux de forêts en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou.* Thèse de Magister, Ina El Harrach, Alger 275 p. [online 4 June 2012] URL: http://hpthese.ina.dz:8070/sdx/ina/ina/2008/meddour_s

Meddour-Sahar O, Meddour R, Derridj A (2008a). Les feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). *Les Notes d'analyse du CIHEAM*, 39, 11 p. [online 14. Avril 2012] URL : <http://portail2.reseau-concept.net/Upload/ciheam/fichiers/NAN39.pdf>.

Meddour-Sahar O, Meddour R, Derridj A (2008b) Historique des feux de forêts en Algérie. Analyse statistique descriptive (période 1876-2005). *Revue Campus, Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou*, 10: 43-53. [online 10 April] URL: http://www.ummto.dz/IMG/pdf/rev10_cle0c2c7a.pdf

Meddour-Sahar O, Derridj A (2010). Le risque d'incendie de forêt, évaluation et cartographie (Wilaya de Tizi Ouzou, période 1986-2005). *Sécheresse*, 21, (3) : 187-195. [online 10 April 2012] URL: http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/sec-e-docs/00/04/5C/7E/article.phtml

Meddour-Sahar O, et Derridj A (2012). Bilan des feux de forêts en Algérie: Analyse spatiotemporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). *Sécheresse* 23: 133-141

Megrerouche R (2006). *Sensibilité de la végétation forestière aux incendies: Cas de la forêt domaniale de Chettabah -Ain Smara- Constantine.* Mémoire de Magistère en Ecologie et Environnement, Université de Constantine, pp. 106 [online 8 April 2012] URL: <http://bu.umc.edu.dz/theses/biologie/MEG4802.pdf>

Nedjraoui D (2003). *Profil fourrager.ALGERIA. F.A.O.* [online 6 April 2012] URL: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Algeria-French.pdf>

O'Connor JJ, Redsicker DR (1996). Arson motives and pathology. *Practical Fire and Arson Investigation Second Edition* (O'Connor JJ, Redsicker DR eds.). Boca Raton: CRC Press

[online 10 April 2012] URL: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9781439831991.ch2>
DOI: 10.1201/9781439831991.ch2

Rebai A (1982). *Les incendies de forêts dans la wilaya de Mostaganem (Algérie) : étude écologique et propositions d'aménagement.* Thèse de Doctorat de spécialité en Ecologie Méditerranéenne. Faculté des Sciences et Techniques de St.-Jérôme, Université d'Aix-Marseille III, pp. 130

Rider AO (1980). The firesetter: A psychological profile. *FBI Law Enforcement Bulletin*, vol. 49: 7-23.[online 12 April 2012] URL: <http://www.firefocus.net/Profiling.htm>

Rowe G ,Wright G (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15(4): 353 – 375 [online 08 April 2012] URL: <http://www.forecastingprinciples.com/files/delphi%20technique%20Rowe%20Wright.pdf>

Sari D (1976). *L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie).* Alger: Editions SNED, pp. 224

Skulmoski GJ, Hartman FT, Krahn J (2007).The Delphi Method for Graduate Research. *Journal of Information Technology Education*, Volume 6: 1-21.
[online April 2012] URL: <http://bern.library.nenu.edu.cn/upload/soft/0-article/+03/JITEv6p001-021Skulmoski212.pdf>

Thirgood J (1981). *Man and the Mediterranean Forest: A History of Resource Depletion.* New York: Academic Press.

Vallejo R (2005). Restoring Mediterranean forests. *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees* (pp 313-319) (Mansourian S,Vallauri D, Dudley N eds., in cooperation with WWF International) New York: Springer [online (April 2012] URL: http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2716/downloads/%C4%8Clanki_vaje/2.VS%C5%A0/Mansurian_Forest_restoration_landscapes.pdf

Vélez R (1999). The Red Books of Prevention and Coordination: A General Analysis of Forest Fire Management Policies in Spain. In *Proceedings of the symposium on fire economics, planning, and policy: bottom lines* (González-Cabán A and Omi PN technical coordinators) San Diego, CA April 5- 9. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Gen. Tech. Rep PSW-GTR-173: pp 171-177
[online 5 April 2012] URL: http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr173/psw_gtr173.pdf

Vélez R (2000). *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias.* Madrid McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.U., pp 22-42.

**CHAPITRE VIII - POLITIQUES DE GESTION DES
INCENDIES EN ALGERIE: BESOINS ACTUELS ET FUTURS**

1. Introduction

Les politiques de gestion des incendies dans le Bassin Méditerranéen s'appuient fortement, sinon exclusivement sur la phase de l'extinction des incendies. Elles ne semblent pas suffisamment reliées aux problèmes socio-économiques et à la gestion efficace de l'espace rural (Bouisset, 1996, 2001 ; Fernandes *et al.*, 2008 ; MCPFE, 2010 ; Goldammer, 2002), mais à l'objectif immédiat de l'extinction du feu. C'est donc une approche plutôt lointaine de la philosophie du *firesmart forest landscape management*, qui préconise une action concertée et généralisée de prévention de l'espace rural par la modification des combustibles (Fernandes, 2013).

Les cinq pays du *fire-club* (l'Espagne, la France, la Grèce, le Portugal et l'Italie) ont dépensé en moyenne un total de 2.500 millions d'euros par an dans la lutte contre les incendies, dont 60 % alloués pour couvrir les coûts liés à l'extinction, alors que seulement 40 % sont investis dans d'autres activités y compris la prévention (EFIMED, 2012). Tout cela est lié au remarquable coût des activités d'extinction, qui représentent une dépense d'environ 2.300 € pour chaque intervention, comme moyenne (JAG, 2007).

Dans ces pays, en dépit des investissements pour améliorer les moyens d'extinction, principalement basés sur d'importantes flottes aériennes, le phénomène des incendies continue de se caractériser par une tendance à la hausse, avec un intervalle de plus en plus réduit entre les années dramatiques (Xanthopoulos *et al.*, 2006) et avec une augmentation des feux de grande surface, les *megafires* supérieur à 500 ha (Costa Alcubierre *et al.*, 2011 ; Saint-Miguel-Ayanz *et al.*, 2013).

Il est maintenant reconnu que des politiques de courte durée de lutte contre l'incendie devraient être remplacées par « *des politiques à long terme visant à agir sur les causes structurelles des incendies et l'intégration des stratégies de gestion du feu et des forêts* » (Vélez, 2008 ; EFI, 2010).

L'Algérie s'aligne sur ces pays, parce que son dispositif DFCI est basé sur la même logique : privilégier fortement la phase d'extinction. Seigue (1985) note à propos de l'efficacité du dispositif de protection, que c'est dans les statistiques qu'il faut chercher la réponse. L'analyse des équipements existants et l'indication de leur degré d'efficacité peuvent orienter le gestionnaire dans l'élaboration d'un plan plus efficace de protection des massifs forestiers contre les incendies (Grim, 1989 ; Ningre, 1996).

Nous proposons dans ce chapitre d'analyser les principales caractéristiques du dispositif DFCI en Algérie, à travers les enquêtes menées avec les principaux acteurs (forestiers, pompiers et collectivités locales). Nous tenterons, dans un second temps, une évaluation des performances du dispositif mis en place actuellement dans les wilayas étudiées, par l'entremise d'une analyse multivariée des données pyrologiques et infrastructurelles.

Notre but est de montrer les difficultés rencontrées par les acteurs, les limites du dispositif et d'envisager les moyens pour en renforcer l'efficacité.

2. Données et méthodes

En l'absence de données détaillées (des sources officielles) et de travaux de recherche antérieurs sur la gestion des incendies, nous avons été amenés à privilégier une approche empirique. Les incendies et leur gestion constituent un sujet sensible dans le contexte politique et social algérien, ce qui ne facilite pas les investigations. L'absence d'archivage systématique fait que les sources documentaires sont à la fois dispersées, très disparates et parfois incomplètes, sinon inexistantes comme ceux d'ordre financier. Des enquêtes de terrain se sont donc avérées indispensables dans le cadre d'une approche multiscale, du national au local. La recherche a été menée durant l'année 2011 en deux étapes :

- l'analyse des documents juridiques et politiques (les bilans statistiques, les plans de gestion des feux de forêt, les rapports, les textes législatifs etc.) obtenus auprès de la DGF et des différentes structures techniques régionales ou locales ;
- une enquête qualitative par entretiens semi-directifs auprès d'une centaine des principaux acteurs gestionnaires des incendies (annexe 5) : forestiers, pompiers et collectivités locales, puis une enquête par questionnaire (voir chapitre 9) auprès des forestiers.

Les objectifs des enquêtes étaient d'identifier les principes de gestion, les points faibles des politiques de lutte, la perception que les acteurs ont des incendies et de leur gestion. Ces entretiens étaient structurés autour de trois thèmes : prévention et prévision ; organisation ; stratégie de lutte.

Les entretiens semi-directifs ont permis d'atteindre un compromis entre la non directivité complète et le besoin de donner à l'entretien une certaine orientation en fonction de l'objet d'étude (Blanchet *et al.*, 1992 ; De Singly, 1992).

La collecte des données a été réalisée à partir d'un guide d'entrevue élaborée par nos soins, comportant un nombre restreint de « questions thématiques » (Berger, 2000) et un ensemble de questions secondaires, afin d'aborder des thèmes non touchés spontanément par les interviewés.

Les enquêtes se sont déroulées selon deux échelles géographiques :

a) A l'échelle nationale

Les enquêtes ont été réalisées avec les chefs de Service (au nombre de 28) des wilayas sensibles aux incendies et les responsables (6) au niveau de la DGF (Annexe 6). Nous avons aussi ciblé les 40 responsables des CF, mais seuls 28 ont répondu (taux de réponse 70 %).

b) A l'échelle locale (Tizi Ouzou, Bouira, Boumerdes)

Nous avons réalisé une enquête à l'échelle de ces trois wilayas sensibles aux incendies avec les différents acteurs concernés par le PFF. Les professionnels ont été sélectionnés en fonction de leur appartenance à des groupes qui participent à la gestion ou à la lutte contre les feux de forêt. Trois types de professionnels ont été choisis : les forestiers, la protection civile et les collectivités locales. Ces dernières, moins connues dans la gestion des incendies de forêt, fondent principalement leurs actions sur la coordination des moyens de lutte. Les membres des deux premières structures ont été recrutés à partir des listes fournies par les administrateurs. Sur la base de ces listes, les forestiers et pompiers ont été contactés au hasard. L'ensemble des personnes contactées a accepté l'entretien. Les responsables des collectivités locales ont été sélectionnés par l'intermédiaire de réseaux de connaissance. Toutes ces personnes ont été rencontrées sur leur lieu de travail. Au total, 70 personnes ont participé à cette étude.

La moyenne d'âge des personnes interviewées, majoritairement des hommes (97,1 %), est de 46 ans, s'échelonnant de 35 à 58 ans. Ce sont pour la moitié des responsables au niveau des collectivités locales (N = 33), des forestiers (N = 17), des pompiers (N = 20) (Annexe 7).

3. Résultats

La politique de contrôle du risque incendie de forêt en Algérie se base sur trois types d'actions : la prévention, la prévision et la lutte. Nous donnons ci-dessous une description de chacune de ces activités.

3.1. La législation

Pour mieux comprendre la situation actuelle, il nous semble nécessaire de faire un bref aperçu sur les événements historiques et leurs retombées.

3.1.1. La période coloniale

Elle s'est caractérisée par l'apparition et l'application de la législation spécifique à l'administration et à la gestion des forêts algériennes, calquée sur la législation française :

- la loi 1838 : considère que les terres algériennes sont des terres vacantes, appartenant à l'Etat ;
- la loi 1851 : considère les terres forestières comme un bien de l'Etat ;
- la loi 1863 : loi de « *Senatus consulte*¹ », qui intègre toutes les terres susceptibles d'être à vocation forestière et interdit l'utilisation des forêts par la population autochtone ;
- la loi 1874 : interdit les pâturages pendant une période de six ans après tout incendie de forêt et ratifie la mise sous séquestre des biens privés (Bedrani, 1992). Le déclenchement de l'incendie étant considéré comme un acte d'hostilité envers la France, exposait son auteur à des mesures de réquisition (Sari, 1976). La loi représenta donc un véritable outil de domination des populations locales (Kuhlken, 1999 ; Dumoulin, 2009).
- la loi 1885 : prévoyait des amendes très lourdes pour tout paysan suspecté d'avoir commis une contravention.
- la loi 1903 : face à l'exploitation désordonnée des forêts, les autorités coloniales prirent la décision d'appliquer en Algérie le Code Forestier en vigueur en France, conçu pour des zones à faible densité de population et pour cela peu applicable à l'Algérie. Cette loi fut suivie par une série de textes ne différant entre eux que par le degré de sévérité des sanctions applicables aux contrevenants.

La mise en place de multiples réglementations coercitives envers la population indigène et la soumission à l'Etat de la quasi totalité des forêts, de même que de très importantes terres arables ont totalement perturbé le système agro-sylvo-pastoral indigène (Kalaora et Savoye, 1986 ; Corvol, 1987 ; Bouisset, 1998 ; Clément, 2005 ; Puyo, 2008 ; Dumoulin, 2009), et s'accompagnèrent d'une recrudescence des incendies. Le feu devint l'une des formes de protestation des ruraux contre la remise en cause de leurs droits séculaires (Amouric, 1992). Le service forestier, de son côté, s'acharnait contre les riverains en recourant au principe de la responsabilité collective de la population, après chaque incendie.

¹ Senatus consulte : Loi du 22 avril 1863 dite « de l'indigénat » relative, entre autres, à la constitution de la propriété en Algérie, dans les territoires occupés par les Arabes. Elle favorisa la propriété individuelle, principalement au profit des colons et des grandes sociétés capitalistes.

Des milliers d'hectares de forêts ont été ainsi détruits en 1863, 1865, 1873, 1881, 1892, 1894, 1902 et 1903, par des vagues d'incendies en rapport avec une législation très sévère et son application inflexible par le service forestier (Kuhlken, 1999 ; Puyo, 2008), qui apposait un régime formaliste, autoritaire et tracassier (Dumoulin, 2009).

3.1.2. La période de l'Algérie indépendante

L'ordonnance n° 75-29 de juillet 1975 a abrogé toute législation française encore en vigueur y compris la loi forestière de 1903. De 1975 à 1984, les juges appliquaient le code pénal.

La loi 84-12, portant Régime Général des Forêts, a comblé le vide juridique d'un secteur national vital. Elle est la première loi spécifique aux forêts promulguée en Algérie et se démarque totalement de l'objectif de 1903, puisqu'elle établit que « *rien n'est interdit, tout est réglementé* ». Elle donne à l'administration forestière la mission de gérer et d'administrer le Fond Forestier National (FFN), qui se trouve en grande partie en terrain de montagne. Cependant, cette loi ne tient pas assez compte de l'intégration des populations et des méthodes participatives pour les intéresser au devenir de l'espace qu'elles occupent.

Concernant le plan réglementaire, la DGF, en collaboration avec les autres organismes concernés par la prévention et la lutte contre les feux de forêt, met en exécution les dispositions législatives et réglementaires des textes suivants :

- la loi 84/124 du 23 juin 1984, qui, en application de ses articles 19, 20 et 23 rend nécessaire la participation des différentes structures de l'Etat dans la lutte contre les feux de forêts, fixe les obligations de certains organismes pour l'exécution ;
- le décret 80-184 du 19 juillet 1980, modifié et complété, portant mise en place des organes de coordination des actions de protection des forêts ;
- le décret 81-387 du 26 décembre 1981, déterminant les compétences et les attributions de la commune et de la wilaya dans le secteur de forêts et de la mise en valeur des terres ;
- le décret 85/231 du 25 août 1985, fixant les conditions et modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophe ;
- le décret 85-232 du 25 août 1985, fixant les conditions et modalités de prévention des risques en cas de catastrophes ;
- le décret 87-44 du 10 février 1987, fixant les règles et les normes de prévention contre les feux de forêts dans le Domaine Forestier National et à proximité ;
- le décret 87-45 du 10 février 1987, portant l'organisation et la coordination des actions en matière de lutte contre les feux de forêts dans le Domaine Forestier National ;
- le décret 301-07 du 27 septembre 2007, modifiant et complétant le décret 80-184 du 19 juillet 1980 portant mise en place des organes de coordination des actions de protection des forêts.

La loi forestière algérienne a identifiée la prévention comme priorité absolue, mais très peu de textes d'application ont vu le jour pour l'enrichir et la compléter. C'est pour cela que l'Administration des Forêts a procédé à un réaménagement de ses instruments juridiques de gestion des forêts, notamment par l'élaboration d'un code forestier national qui attend d'être promulgué.

Les résultats de l'enquête dénoncent le fait que la loi forestière algérienne est dépassée surtout au niveau des amendes qui ne sont pas réévaluées. Cette situation va avoir une influence sur l'autorité du forestier et la non application des textes sur le terrain.

Un chef de service témoigne par exemple que lorsque le forestier interpelle un délinquant, celui-ci lui présente sa carte d'identité sans hésitation pour être verbaliser tellement les amendes sont dérisoires. Les forestiers dénoncent également la passivité de la loi vis-à-vis des structures qui n'exécutent pas les mesures préventives (aucune sanction).

3.2. Information et sensibilisation du public et des usagers des forêts

La prévention vise, entre autres, à modifier convenablement les comportements humains, en informant et en sensibilisant la population. Un des objectifs majeurs de l'information est d'expliquer pourquoi il faut protéger la forêt et comment la protéger.

La DGF mène chaque année des initiatives de sensibilisation de novembre à juin (annexe 8.1).

Les principales formes de sensibilisation sont :

- information du public;
- conférences et journées portes ouvertes sur l'Administration Forestière ;
- éducation en milieu scolaire et concours de dessins ;
- distribution de plants forestiers pour le reboisement ;
- distribution d'affiches, dépliants, prospectus et autocollants ;
- installation de panneaux interdisant de faire du feu ;
- animation et participation à des émissions télédiffusées ;
- animation des séances radiophoniques sur les chaînes nationales et locales ;
- publication dans plusieurs quotidiens nationaux, d'appel aux populations pour observer plus de vigilance ;
- animation par les imams de mosquées, de prêches et causeries religieuses lors de la prière du vendredi ;
- campagnes d'information sur les marchés hebdomadaires, avec distribution d'affiches et d'autocollants ;
- rencontres de sensibilisation de proximité en direction des populations riveraines par les projets de proximité de développement rural intégré (PPDRI) ;
- information de proximité, au profit des villageois, à travers une caravane nationale animée par des officiers et agents de la protection civile en étroite collaboration avec les forestiers.

Les résultats de l'enquête expliquent que cette grande variété des actions de sensibilisation non ciblée et généraliste, cache la méconnaissance des forestiers et des autres acteurs des motifs réels des incendiaires, comme nous l'avons déjà vu dans les chapitres 6 et 7. Ceci rejoint la réflexion de Seigue (1982) qui écrit : « *nous présumons les causes mais les connaissons mal, ainsi que de la personnalité des incendiaires en sorte que faute de pouvoir viser quelques cibles précises nous faisons alors du tir tous azimuts* ».

3.3. La prévention dans les zones limitrophes à la forêt

Les dispositions suivantes régissent l'utilisation du feu dans les forêts ou dans leur voisinage entre le premier juin et le 31 octobre :

a) les habitations situées à l'intérieur et jusqu'à une distance de 500 mètres des limites du DFN (Domaine Forestier National) doivent être entourées d'une bande de protection de dix mètres de large, dépourvue de toute végétation secondaire. Dans les limites de cette bande, les arbres fruitiers sont épargnés et les sujets de l'essence principale sont élagués au tiers (1/3) minimum inférieur (Article 4 du décret n° 87/44) ;

b) les constructions (écoles et unités socio-économiques), chantiers et autres installations, doivent être entourés d'une bande de protection de vingt cinq mètres dépourvue de toute végétation et autre matière inflammable ;

c) les décharges autorisées doivent être sécurisées par une bande de protection de cinquante mètres, selon l'article 15 du décret n° 87/44. De plus un gardiennage doit être assuré, l'incinération interdite et un matériel d'intervention (citerne d'eau, petit outillage) doit être entreposé sur les lieux pour parer à toute éventualité.

Les décharges sauvages sont les lieux actifs de départ de beaucoup d'incendies (Djemaa et Messaoudene, 2009 ; Meddour-Sahar et Derridj, 2010).

3.4. Le réseau de surveillance et d'alerte et son efficacité (voir annexe 8.2)

La surveillance des zones forestières constitue une des actions majeures de la prévention. Cette surveillance, renforcée en été, est assurée par des moyens terrestres : les tours de guet, appelées en Algérie « *postes de vigies* » et les BMF (Brigades Mobiles Forestières). Les moyens aériens sont absents en Algérie.

Pour la réalisation de nos cartes du dispositif DFCI, nous avons fait appel au système d'information géographique ArcGIS 10, sur la base des statistiques de l'année 2010 de la DGF.

3.4.1. Les postes de vigies

La surveillance est assurée par 375 postes de vigies, avec un effectif de 822 éléments (Annexe 8.3). Ce nombre est insuffisant par rapport à la superficie forestière à surveiller, parce que la norme théorique est de un poste de vigie pour 7.000 ha de forêt (BNEDER, 2009).

Vingt-huit wilayas ont une densité inférieure à la norme, parmi elles des wilayas très sensibles aux incendies, notamment : El Taref (0,16), Tipaza (0,28), Jijel (0,56), Tizi Ouzou (0,65) et Bejaia (0,66) (figure 57). Quatre wilayas, Oran, Ain Témouchent, Tissemsilt et Blida présentent une densité dans la norme. Par contre, Mostaganem, Boumerdes, Constantine et Mila dépassent la norme préconisée par le BNEDER, avec 2 postes de vigie pour 7.000 ha.

La durée d'observation est comprise entre juillet et fin octobre. En fonction des conditions météorologiques, le dispositif est modulable dans le temps. La surveillance est assurée de 10 h à 18 h, c'est-à-dire dans la tranche horaire de l'alerte de 85 % des incendies répertoriés de 1985 à 2010 (Meddour-Sahar et Derridj, 2012).

L'implantation de nouveaux postes serait nécessaire surtout dans les wilayas les plus touchées par les incendies, telles que Tizi-Ouzou, Sidi Bel Abbes, Skikda, Annaba, Jijel et Bejaia, qui présentent des valeurs en dessous de la norme.

Les problèmes de sécurité entravent l'aménagement et la surveillance des massifs. La plupart des forestiers interrogés soulignent ainsi que beaucoup de postes de vigie fixes ne sont pas utilisés pour cette raison. La surveillance se fait par des riverains qui habitent en plein massif forestier sur les crêtes (postes itinérants), d'où la difficulté de donner du matériel de transmission à des vacataires.

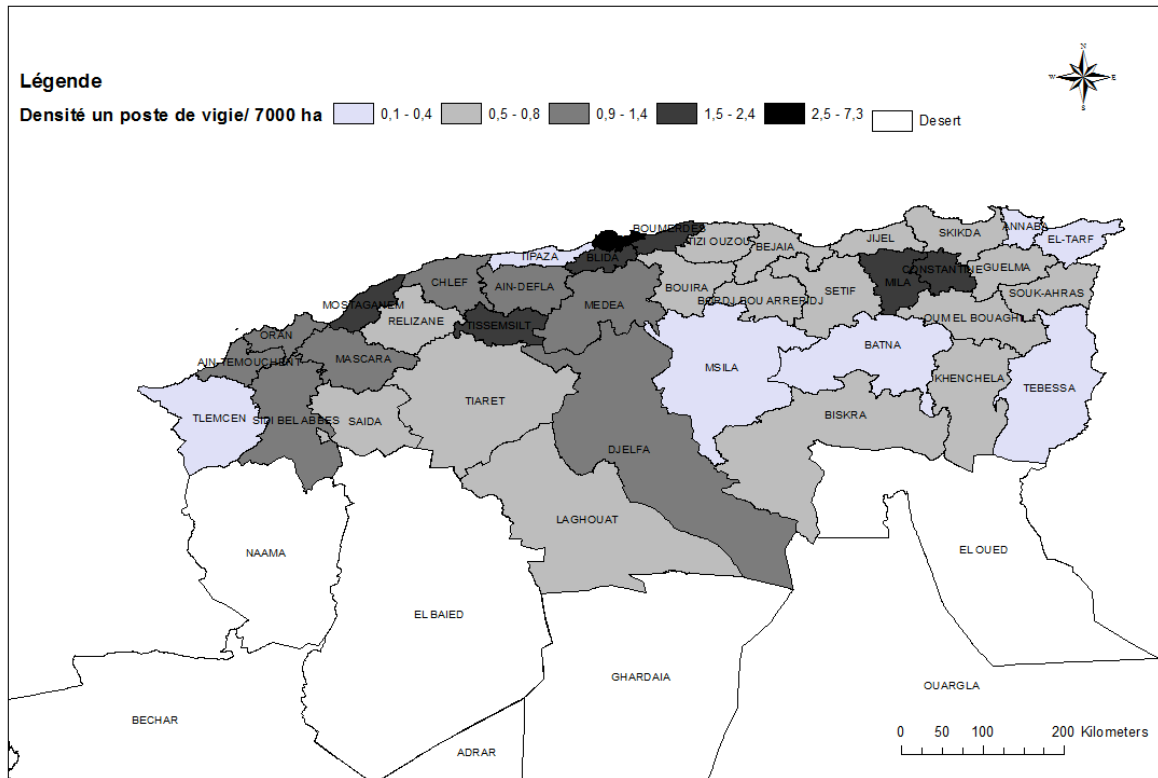


Figure 57. Densité des postes de vigie pour 7.000 ha de forêt selon les wilayas (Meddour-Sahar, 2014).

3.4.2. Les brigades mobiles forestières

Les BMF ont un rôle de *surveillance*, de *dissuasion* et de *première intervention*. Ces patrouilles, équipées de véhicules tout terrain et de matériels de transmission, reçoivent des secteurs de surveillance précis (zone à risque). Les patrouilles devraient généralement être composées de deux à cinq agents. La durée d'une patrouille est de 8 heures (10 à 18 h) ; elle peut être activée la nuit. La DGF mobilise 456 BMF, avec un effectif de 2.229 éléments. Ce dispositif est renforcé durant chaque saison estivale par la présence de plusieurs chantiers de travaux forestiers impliqués dans la mission de surveillance et d'alerte. Une moyenne annuelle de 1.400 chantiers avec un effectif global de 42.000 ouvriers sont mobilisés chaque année à travers l'ensemble des forêts (Annexe 8. 2).

A la lecture de la figure 58, il n'y a que six wilayas qui respectent la norme théorique d'une BMF /5000 ha de forêt ; ce sont : Bouira, Mila, Blida, Mostaganem, Boumerdes et Ain Témouchent. Dans les autres wilayas, la faible présence de BMF pourrait entraîner des retards dans la première intervention, donnant lieu à des incendies parfois non maîtrisables. Les forestiers rapportent, cependant, que plusieurs BMF sont formées seulement de trois personnes, y compris un forestier, par manque de personnel. Ils rapportent aussi le manque de chauffeurs pour conduire les nombreux véhicules (CCFL) qui restent sous-utilisés.

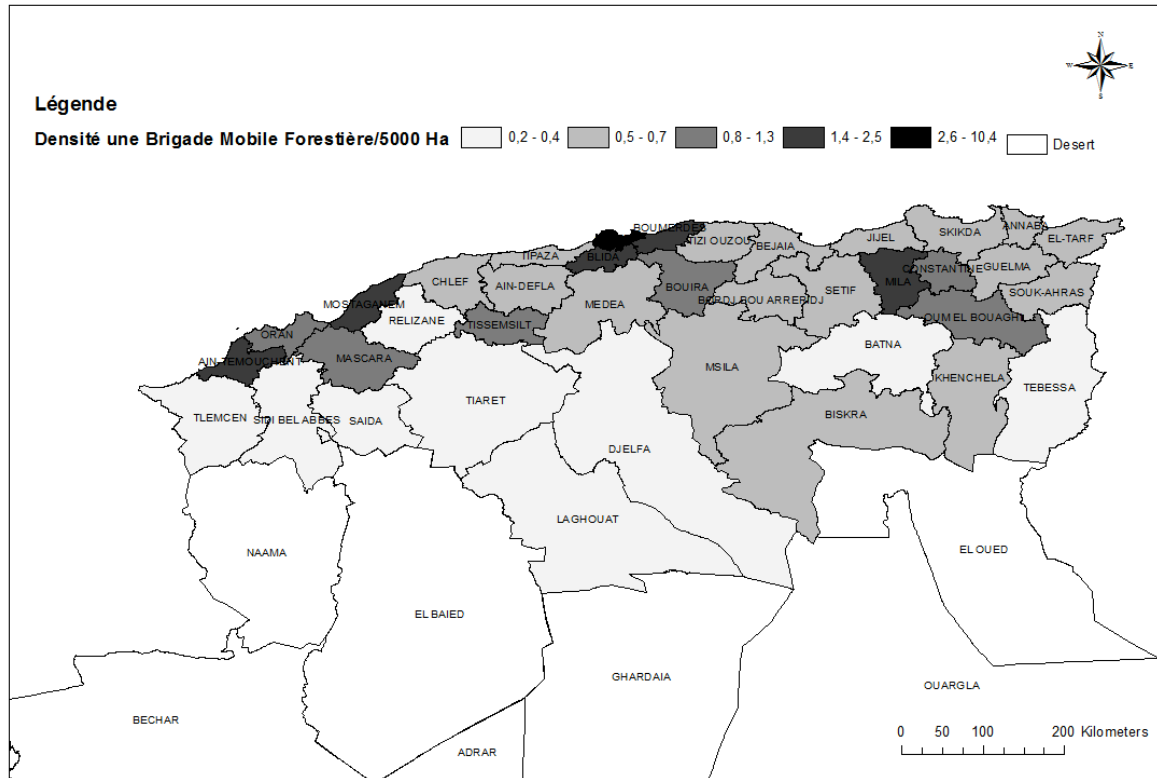


Figure 58. Densité des BMF pour 5.000 ha de forêt selon les wilayas (Meddour-Sahar, 2014).

3.4.3. Origines de l’alerte et de la détection des feux

L’origine de l’alerte est le résultat de plusieurs intervenants et organismes. La figure 59 représente la part de chaque intervenant dans le cadre de l’alerte durant la période 1985-2010.

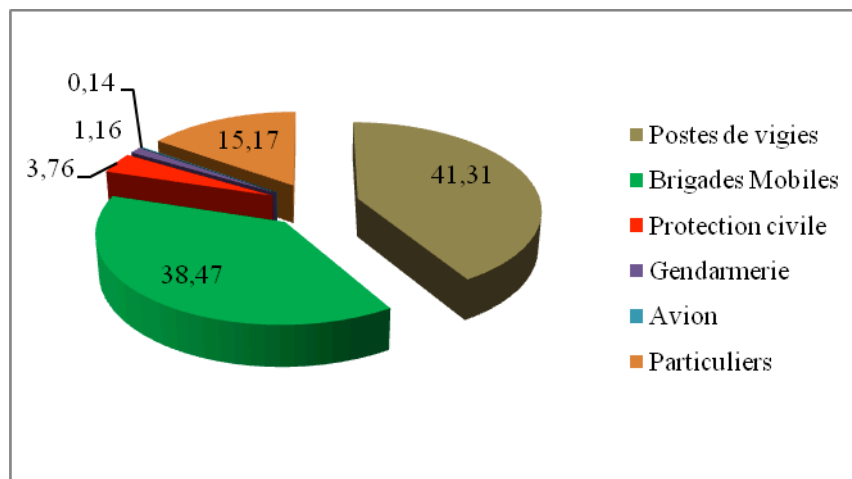


Figure 59. Distribution des pourcentages d’incendies par intervenants dans la détection et l’alerte à l’échelle nationale (période 1985-2010)

On constate que près de 80 % des alertes proviennent des dispositifs forestiers de surveillance. La première alerte est donnée effectivement par les guetteurs des postes de vigie (41,31 % des feux).

Les BMF ont décelé 38,47 % du nombre total des feux. Ceci traduit la complémentarité des deux moyens terrestres de surveillance. Une part non négligeable des feux prend naissance à proximité des axes routiers et corrobore l'assertion que près de 50 % des incendies commencent aux abords des voies de circulation (Vélez, 1999 ; Jollands *et al.*, 2011).

Les autres intervenants (collectivités locales, protection civile) sont peu contributifs dans l'alerte et la détection des feux (5 %). La population riveraine et les particuliers ne signalent des fumées suspectes que dans 15,17 % des cas. Cela signifie que la forêt n'est pas suffisamment intégrée dans le développement rural et les méthodes de gestion n'incitent point les populations locales à contribuer à une protection plus durable des forêts.

3.5. Infrastructure de DFCI et son évaluation quantitative

Les aménagements DFCI se limitent à trois types d'équipements : les pistes d'accès, les pare-feu et les points d'eau (Annexe 8.4).

3.5. 1. Le réseau de pistes forestières

Le réseau de pistes forestières présente un total de 37.933,51 km, pour une surface forestière totale de 4.115. 908 ha, soit une densité moyenne de 1 km par 100 ha de forêt. On est loin de la norme théorique de 2 km pour 100 ha de forêt (BNEDER, 2009).

On remarque, cependant, que la longueur des pistes est mal répartie selon les wilayas, elle varie entre 0,3 km /100 ha à Saida et 1,76 km /100 ha à Mostaganem. Vingt wilayas (52,63 %) ont une densité inférieure à 1 km par 100 ha de forêt et parmi elles, des wilayas très sensibles aux feux, telles que Tipaza (0,86), Tlemcen (0,78), El Tarf (0,76), Bejaia (0,75), Annaba (0,63), Skikda (0,62) et Ain Defla (0,58).

Dix huit wilayas (74,36 %) ont une densité égale ou supérieure à 1 km par 100 ha de forêt, parmi elles on retrouve Mostaganem, Bouira, Mila, Sidi Bel Abbes, Ain Témouchent, Boumerdes, Jijel, Khenchla et Souk Ahras. Selon les enquêtes, le manque en voies d'accès, du moins localement dans certains massifs forestiers, auquel s'ajoute l'absence d'entretien et la pénétrabilité très réduite des massifs, rend difficile la lutte contre les feux.

Selon l'avis des forestiers et des pompiers de terrain, il est presque impossible aux intervenants, appelés à prendre une pompe dorsale de 20 kg au moins et à faire à pied une distance de plus d'un km, d'atteindre au plus près possible le front d'un feu naissant. En plus, lorsque l'intensité du feu dépasse un certain seuil (450 kWm^{-1}), l'intervention directe avec la pompe et l'eau n'a aucune efficacité et représente seulement un risque inutile (Trabaud, 1989). Abbas (2012) signale que 30 % des pistes situées dans les massifs forestiers les plus sensibles sont impraticables.

Cet état de fait trouverait, selon les acteurs interviewés, sa solution dans, d'une part, la création de pistes de jonction pour éviter les grands détours et surtout faciliter l'évacuation des secours en cas de danger, et d'autre part, dans l'entretien régulier des pistes pour faciliter l'accès aux véhicules de tout tonnage.

Même si ces densités normées doivent être augmentées, cependant, on ne peut nier une amélioration du niveau d'équipement au cours de ces dernières années. Ces chiffres sont des moyennes et par conséquent, ne donnent qu'une idée générale. En effet, si certaines wilayas peuvent au vu de la densité être très bien pourvues, d'autres, par contre, le sont beaucoup moins (figure 60). Sur ces dernières, proportionnellement très nombreuses, autant certaines seront difficiles à aménager pour des raisons paysagères, techniques ou politiques (centre et est algériens), autant pour d'autres de nouvelles pistes complémentaires pourraient être

Abbas (2012) estime que 53,5 % des pare-feu situés dans les massifs forestiers les plus sensibles aux feux de forêts ne sont pas entretenus. Selon l’avis des forestiers et des pompiers, les pare-feu sont dans l’ensemble non aménagés et non entretenus ; ils sont rapidement recolonisés par la végétation herbacée et ligneuse. Or, il faut les entretenir souvent et éliminer toute végétation qui peut provoquer ou augmenter le risque de départ et de propagation des incendies. En fait, le débroussaillage des pare-feu n’est efficace que peu de temps, 2 ou 3 ans, et leur entretien pose des problèmes financiers.

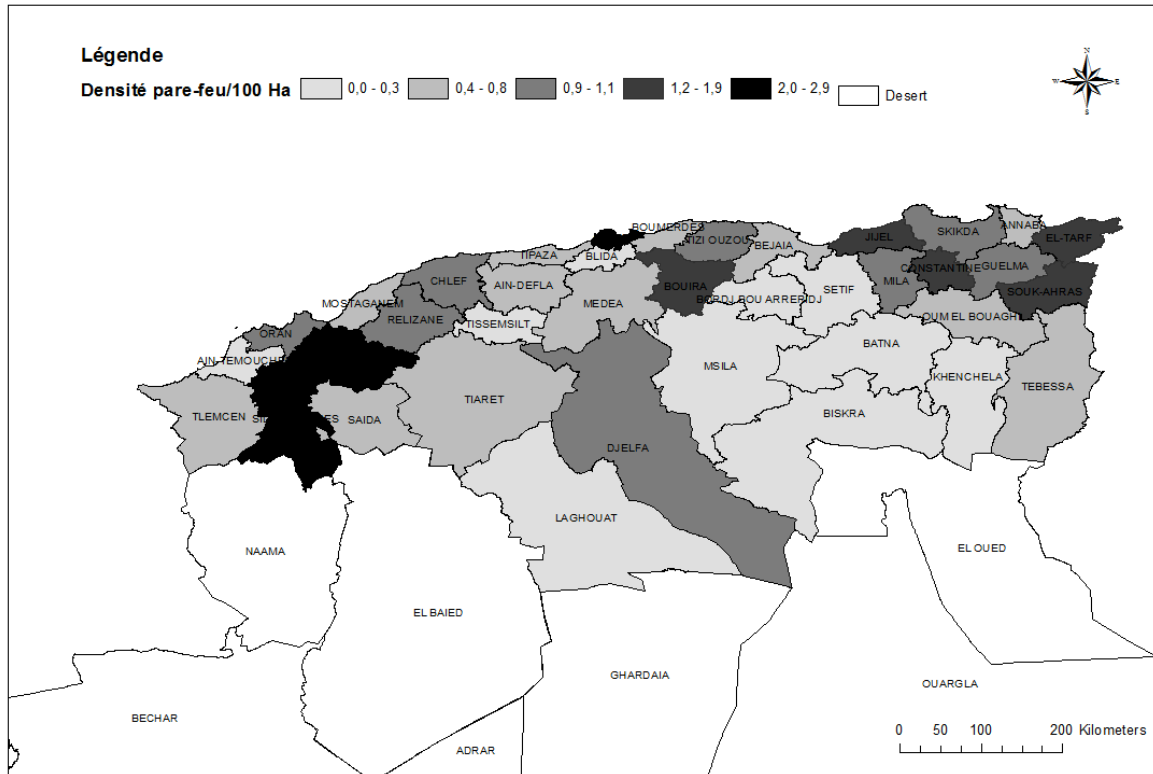


Figure 61. Densité des pare-feu en ha pour 100 ha de forêt selon les wilayas (Meddour-Sahar, 2014).

Pour cela, plutôt qu’ouvrir de nouveaux pare-feu, dont le déficit est estimé à 49.000 ha, si l’on tient compte du taux préconisé en région méditerranéenne (2 ha/100 ha selon Abbas, 2012), il faudrait intégrer le réseau existant avec des discontinuités appelées *coupures de combustibles*. Contrairement aux pare-feu, ces dernières présentent un réel obstacle à la propagation d’un incendie, par plantation d’arbres fruitiers entretenus en vergers, qui sont moins combustibles.

Alexandrian (1988) affirme qu’en France, les pare-feu n’ont été repérés par les pompiers, lors de la lutte anti-incendie, que dans 5 % seulement des feux, c’est-à-dire qu’ils sont peu utilisés en pratique comme base d’appui.

Les options prioritaires de la politique de défense devraient se baser davantage sur la gestion spatiale du risque, par la juxtaposition de parcelles boisées, parcelles débroussaillées et parcelles agricoles et la compartimentation des massifs forestiers par des coupures de combustible (Rigolot et Scheffmann, 2002 ; Fayein, 2003 ; Brosse-Genevet, 2003 ; Rigolot et Morvan, 2003 ; Afxantidis *et al.*, 2006 ; Fernandes, 2010).

3.5. 3. Le réseau de points d'eau

La DGF indique l'existence de 1.627 points d'eau, soit une densité de 0,40 point d'eau pour 1.000 ha de forêt. Cette valeur est en deçà de la norme théorique d'un point d'eau (citerne en béton d'une capacité minimale de 50 m³) pour 1.000 ha de forêt (BNEDER, 2009). Les citernes sont alimentées par captage de source, plus rarement par des puits.

Seules 6 wilayas répondent aux normes préconisées (figure 62) et la couverture en points d'eau est relativement faible.

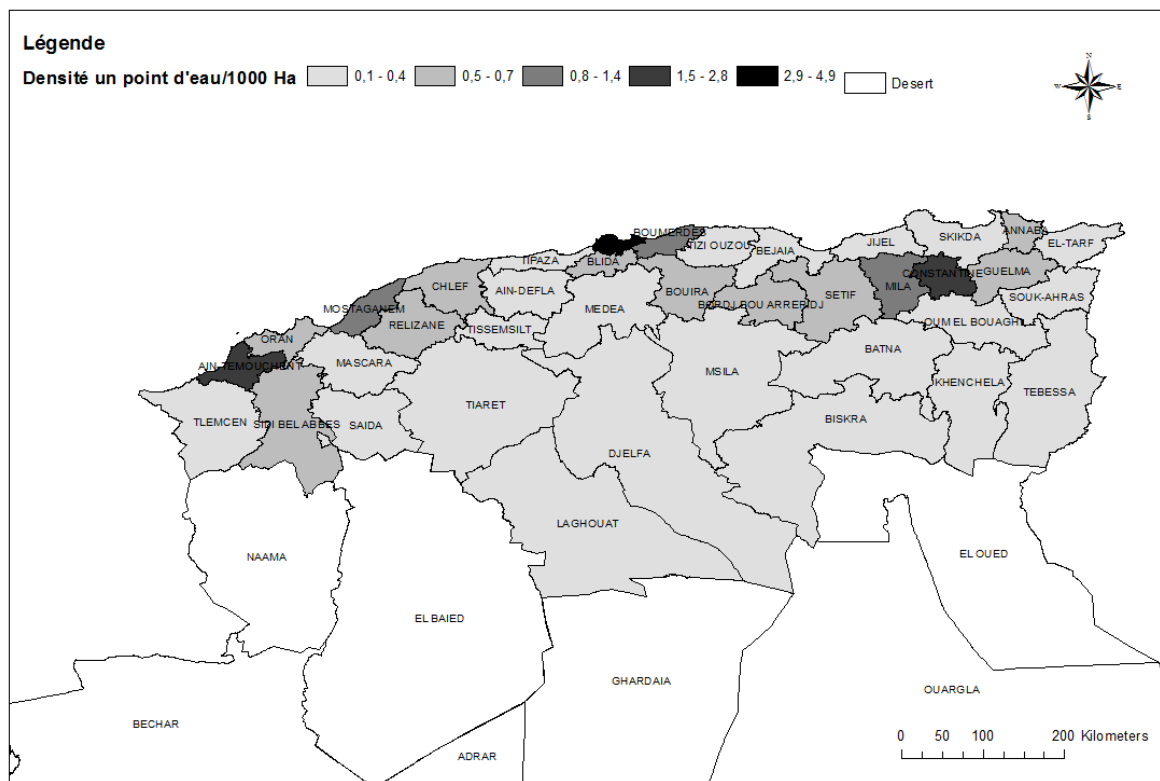


Figure 62. Densité des points d'eau pour 1.000 ha de forêt selon les wilayas (Meddour-Sahar, 2014).

Au vu des résultats, des efforts en construction et aménagement de points d'eau sont encore à réaliser, notamment dans les wilayas les plus sensibles. Par ailleurs, il a été signalé par la protection civile lors de nos entretiens, la nécessité d'aménager des places de manœuvre autour des points d'eau afin d'en faciliter leur utilisation.

Toutefois, selon Alexandrian (1988), les points d'eau aménagés en forêt sont très peu employés pour l'extinction des feux (moins de 10 %), contrairement aux bornes d'incendie fixes installées dans les villages (utilisées dans 66 % des feux).

3.5.4. Mise en évidence des liaisons entre les paramètres pyrologiques et l'infrastructure de DFCI

Une analyse multivariée des données (ACP), entre les paramètres pyrologiques et ceux de l'infrastructure de DFCI, peut nous permettre une évaluation de l'efficacité du dispositif mis en place actuellement dans les wilayas étudiées. La matrice de corrélation montre les liaisons

significatives, au seuil de 5 %, qui existent entre les paramètres pyrologiques et les variables de l'équipement de DFCI (tableau 23).

Tableau 23. Matrice de corrélation (Pearson) entre les variables pyrologiques et celles de l'équipement de DFCI

Code	Variabes	NTF	SBT	FM	RMA	IRF
NTF	Nombre total de feux	1				
SBT	Superficie parcourue totale (ha)	0,79	1			
FM	Feu moyen (ha)	-0,02	0,42	1		
RMA	RMA %	0,64	0,64	0,29	1	
IRF	IRF	0,55	0,20	-0,20	0,70	1
TBMF	Nombre total BMF	0,46	0,39	-0,02	0,02	0,03
DBMF	Densité BMF	-0,12	-0,26	-0,33	-0,12	0,02
TPV	Nombre total poste vigie	0,21	0,22	0,05	0,03	-0,02
DPV	Densité poste vigie	-0,09	-0,23	-0,16	0,07	0,08
TPO	Nombre total point d'eau	0,10	0,36	0,41	0,23	-0,04
DPO	Densité point d'eau	-0,17	-0,16	0,06	0,23	0,05
TPI	Longueur totale des pistes (km)	0,11	0,33	0,33	-0,06	-0,17
DPI	Densité de piste (km/100 ha)	-0,04	-0,09	-0,09	-0,04	0,02
TPF	Surface totale Pare-feux (ha)	0,23	0,52	0,48	0,11	-0,14
DPF	Densité des pare-feux (ha/100 ha)	0,15	0,35	0,43	0,21	-0,08
STF	Superficie forestière de la wilaya (ha)	0,13	0,35	0,25	-0,10	-0,21

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha = 0,05 (ddl =15 ; r = 0,48)

Les 5 paramètres pyrologiques présentent plusieurs corrélations significatives positives entre eux, comme par exemple celles qui existent entre la superficie parcourue cumulée et le nombre total des feux NTF ($r = 0,79$), et entre ce dernier paramètre et les indices de risque RMA et IRF (0,64 et 0,55 respectivement).

Par contre, cette matrice de corrélation, entre les paramètres pyrologiques et ceux du dispositif de DFCI, ne révèle aucune corrélation significative. Ceci s'explique par le fait que le dispositif de défense est réparti selon des logiques administratives et politiques. Il ne répond pas à des préoccupations scientifiques (géographie du risque). Ce qui rejoint les résultats de notre enquête et la cartographie de l'infrastructure de DFCI.

Cependant, on constate que la surface totale des pare-feux (TPF) est corrélée significativement et positivement aux paramètres du feu SBT et FM (0,52 et 0,48 respectivement). Ce résultat confirme les témoignages des experts qui insistent sur le fait que de nombreux feux ont éclos à partir des pare-feux. Qui au lieu de représenter des lignes de discontinuité du combustible offrent de véritables conditions de propagation facile de l'incendie (ils ne sont pas entretenus et sont donc très embroussaillés).

On enregistre également des corrélations négatives (non significatives au seuil de 5 %) entre les variables pyrologiques et les densités de l'infrastructure de DFCI (DPV, DPO, DPI, DBMF). Par exemple, les nombres de feux (NTF) et les superficies totales parcourues (SBT) sont d'autant plus élevés que le réseau de DFCI est faible au niveau d'un massif forestier donné.

Selon la figure 63, on observe que la densité des pare-feu est corrélée positivement avec les surfaces parcourues et le feu moyen. Ce qui signifie que le risque propagation d'un feu est

aggravé par la densité d'un réseau de pare-feu non entretenu et de dimension insuffisante (50 m), qui à l'évidence ne joue pas leur rôle initial, comme déjà dit.

Il ne faut pas non plus oublier les éventuels impacts négatifs des pistes et des pare-feu, tels que l'ouverture des massifs aux potentiels imprudents et malveillants. Les routes et pistes forestières, facilitent l'intervention des moyens de lutte, mais permettent la pénétration automobile et l'augmentation du risque (De Montgolfier, 1986 ; Ramade, 1997).

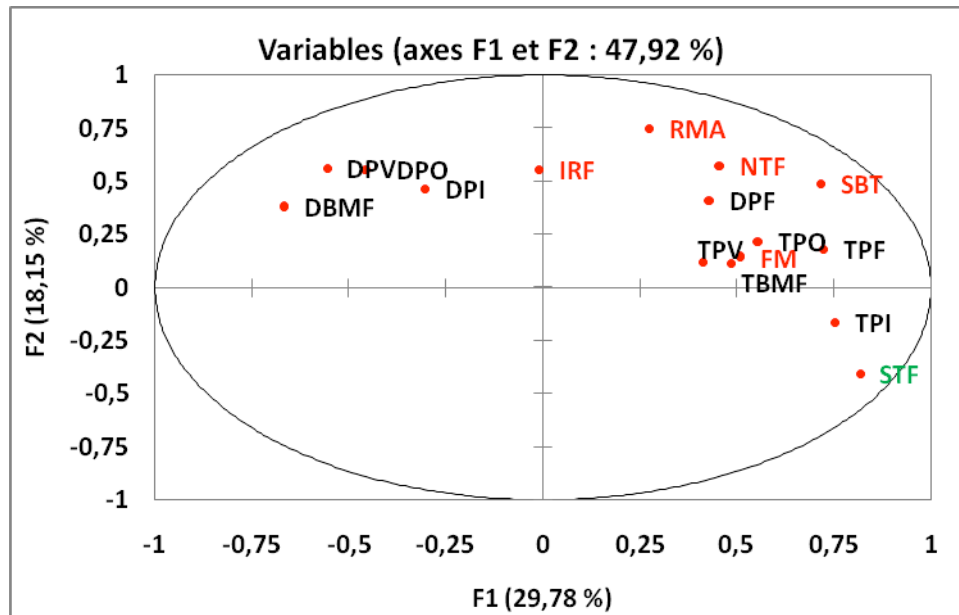


Figure 63. Cercle des corrélations existant entre les 16 variables analysées (plan factoriel 1-2)

3.6. Organisation

Le dispositif de protection défini par la loi 84-12 est identique dans chacune des wilayas, daïras et communes sensibles au risque d'incendie². Les principaux acteurs sont la protection civile et le service forestier (DGPC et DGF). La responsabilité de la lutte est déléguée à la première, tandis que l'administration forestière intervient généralement pour la première intervention et est en charge des opérations de protection et d'aménagement. Si les tâches opérationnelles sont aux mains des pompiers et des forestiers, toute une série d'autres intervenants (les communes, la Direction des travaux publics, la Direction des services agricoles, etc.) évoluent autour de la forêt avec des responsabilités souvent mal définies et une implication inégale (Meddour-Sahar et Bouisset, 2013) . Ce qui n'est pas propre à l'Algérie. Bouisset (1998, 2001) avait déjà signalé la prolifération des acteurs du dispositif incendie en France et en Espagne.

² Au niveau de chaque wilaya existe un comité qui gère les opérations :

- Le Comité Opérationnel Permanent de Wilaya (COP) : met en application les mesures définissant le Plan Feu de Forêt (PFF).
- Les Comités Opérationnels de Daïra (COD) : constituent le premier maillon de la mise en œuvre des actions et des tâches de la prévention et de la lutte contre les feux de forêts.
- Les Comités Opérationnels Communaux (COC) : exécutent les recommandations, mesures et directives des organes supérieurs du dispositif.
- Les Comités des Riverains (COR, Bénévoles) : constitués par les habitants limitrophes aux massifs forestiers, ils sont chargés d'assurer la transmission de l'alerte et d'organiser les premières interventions.

L'Etat, par l'application du décret N° 87/44, fixe les obligations de nombreux organismes pour l'exécution des mesures préventives contre les incendies dans le domaine forestier national et à proximité (figure 64), à savoir :

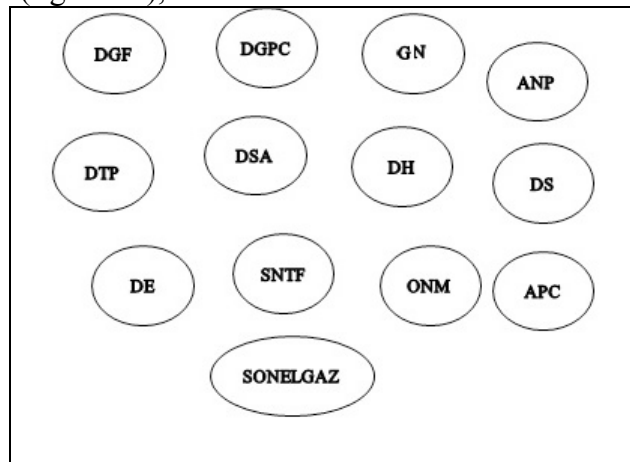


Figure 64. Sigles des nombreux organismes impliqués dans les mesures préventives

- La Direction Générale des Forêts (DGF)

La DGF joue un rôle dans le domaine de la protection et le maintien des forêts en tant que détenteur des prérogatives de puissance publique. L'incendie de forêt est géré en deux étapes :

- la pré-campagne qui consiste dans la préparation et la mobilisation d'un dispositif de lutte ;
- la post-campagne qui consiste dans l'établissement des bilans et l'évaluation des dégâts, pour ensuite entamer une opération de reconstitution du patrimoine par le biais du reboisement.

- La Direction Générale de la Protection Civile (DGPC)

La mission principale de la Direction Générale de la Protection Civile est la « protection des personnes, des biens et de l'environnement ». Elle est chargée de la prévention, de la protection et de la lutte contre les incendies.

- La Gendarmerie Nationale (GN)

Les agents de la GN ont la mission de veiller au respect des règles de prévention en milieu forestier en accord avec les services de la Protection Civile et de l'Administration des Forêts. Les agents de la GN avec la collaboration des forestiers prennent toutes les mesures pour réunir les éléments permettant d'identifier les auteurs du sinistre. En cas d'un acte volontaire, ils devront entamer les poursuites qui s'imposent.

- L'Armée Nationale Populaire (ANP)

En cas de sinistre important, le wali peut faire appel à des détachements de l'Armée Nationale Populaire, en particulier à ceux du Génie (conformément à l'article 25 du décret n° 87.45). L'ANP peut contribuer aux opérations de lutte contre l'incendie en mettant les moyens à la disposition du COP de wilaya.

- La Direction des Travaux Publics (DTP)

Les Services des Travaux Publics sont tenus de procéder au désherbage sur une largeur d'au moins cinq mètres de part et d'autre des routes traversant les zones à risque de propagation d'incendie.

- La Direction des Services Agricoles (DSA)

Les services chargés de l'agriculture doivent donner des instructions à toutes les unités de production agricole d'équiper leurs engins d'un système anti-étincelles. Les exploitants agricoles sont tenus de réaliser des bandes de cinq mètres de largeur, dépourvues de toute végétation et matière combustible, autour des terrains agricoles limitrophes à la forêt et présentant des risques d'incendies.

- La Direction de L'Hydraulique (DH)

Pour permettre aux organismes (DPC et CF) d'intervenir efficacement et rapidement, une réserve d'eau de sécurité doit être laissée dans les réservoirs et châteaux d'eau, et les bouches d'incendies doivent être opérationnelles.

- La Direction de la Santé (DS)

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 d'organisation, pour mettre en place les moyens sanitaires nécessaires.

- La Direction de l'Education (DE)

La Direction de l'Education doit organiser des cours dans les écoles et lycées, portant sur la nécessité de protéger la forêt.

- La Société Nationale de l'Electricité et du Gaz (SONELGAZ)

La SONELGAZ est tenue d'ouvrir et d'entretenir chaque année, des bandes de protection dépourvues de toute végétation sur une largeur de quinze mètres sous les lignes de haute tension. Si un travail doit être effectué sur des installations électriques, les services de la SONELGAZ devront prendre les dispositions nécessaires pour empêcher toutes déclarations d'incendie et alerter les services de la Protection Civile.

En cas de feu de forêt, les services de la SONELGAZ devront interrompre la distribution du courant électrique des lignes traversant la partie incendiée ou menacée, cela sur demande du président du Comité Opérationnel Permanent de wilaya (COP).

Les gérants des stations de service et des dépôts de gaz sont tenus de procéder au nettoyage sur une bande d'au moins quinze mètres tout autour de leurs installations.

- La Société Nationale des Transports Ferroviaires (SNTF)

La SNTF est tenue de procéder au nettoyage de l'emprise du rail et sur une largeur de cinq mètres au minimum de part et d'autre, des voies et tronçons de voies ferrées dans les zones à risque.

- Office National de Météorologie (ONM)

Une information générale sur les journées à risque (canicule) est assurée par les messages spéciaux d'alerte et alarme de l'Office National de Météorologie.

- Les Communes (APC)

Assurent :

- la protection des villages en réalisant une bande de 50 mètres de largeur autour de ces derniers ;

- l'entretien des chemins communaux et toutes autres voies d'accès à l'intérieur et à moins de 500 mètres du DFN, par le nettoyage des accotements sur cinq mètres de part et d'autre.

- Les Dairates

Le chef de daïra en sa qualité de président du Comité Opérationnel de Daïra (COD) doit s'assurer, au courant des mois de mai et juin :

- de l'exécution des travaux préventifs ;
- de la tenue de permanences de jour comme de nuit par des éléments capables de prendre des décisions ;
- de l'actualisation du PFF de chaque commune ;
- que le matériel figurant dans les plans des communes soit disponible et puisse être mobilisé à tout moment.

Pour s'assurer de l'observation des dispositions, une commission de contrôle, qui est mise en place par arrêté du wali, se déplace d'une manière inopinée sur tous les organismes concernés.

Parmi toutes les institutions citées plus haut, aucune d'elles n'utilise comme mesure de prévention *les feux dirigés* dans les débroussaillments, technique méconnue dans le pays.

Lors de nos entretiens avec les forestiers et les pompiers, nous avons suggéré l'introduction du brûlage dirigé, mais 95 % des personnes sondées ont refusé catégoriquement l'utilisation de cette technique en Algérie, en justifiant que les conditions climatiques, la végétation et la réaction de la population vis-à-vis de cette technique sont totalement différentes par rapport au pays de la rive nord de la Méditerranée qui ont expérimenté le brûlage dirigé.

Les réticences à cette technique sont dues surtout :

- à l'absence de formation spécifique au brûlage dirigé.
- aux problèmes de responsabilité juridique en cas d'accident (feu échappant au contrôle).

Les travaux réguliers d'entretien et de débroussaillage sont le plus souvent insuffisants. Comme le montre le tableau 24, faute de moyens et de réelle volonté politique de la part des structures concernées seule une faible partie des travaux envisagés est réellement effectuée.

Tableau 24. Taux de réalisation des travaux préventifs à l'échelle nationale pour l'année 2010

Travaux	Prévu (km)	Réalisé (km)	Taux de réalisation (%)
Entretien accotements par la DTP	5.378,50	1.522,04	28,30
Entretien sous les lignes de haute tension par la SONELGAZ	1.493,52	184,20	12,33
Bande débroussaillée autour des exploitations agricoles, DSA	6.330,46	1.185,60	18,73
Entretien des accotements des voies ferrées par la SNTF	421,00	63,70	15,13

Source : Direction Générale des Forêts, 2011

Les experts interrogés considèrent que la pluralité des acteurs du dispositif incendie constitue un obstacle pour la coordination des interventions. Elle représente une condition défavorable surtout lorsqu'il s'agit des grands incendies qui nécessitent une intervention rapide et efficace de la part des acteurs dans le déploiement des moyens.

Par exemple, les forestiers et les pompiers se retrouvent seuls sur le terrain à gérer le problème. Quelquefois les moyens indiqués dans le PFF ne sont pas disponibles sur le terrain.

3.7. La lutte

La lutte contre un incendie nécessite souvent la mobilisation de nombreux combattants. La population locale participe parfois au combat contre les incendies, surtout lorsque le feu menace ses biens. Cependant, il est nécessaire que des personnels spécialisés dans la lutte (protection civile, forestiers) soient responsables des opérations (Annexe 8.5). Ces personnels ont en effet une bonne connaissance du feu, disposent de moyens spécifiques, sont organisés en structures opérationnelles et développent une stratégie de lutte adaptée au contexte de l'incendie (Colin *et al.*, 2001 ; Chevrou, 2005).

3.7.1. Personnel spécialisé

Les forestiers sont en charge de la première intervention. La lutte est fondée sur le recrutement temporaire, de juin à octobre, d'ouvriers non qualifiés qui n'ont aucune formation sur la lutte. Ces personnels sont organisés en équipes d'une vingtaine de membres, placés sous l'autorité d'un chef de groupe (un forestier). Les équipes sont elles-mêmes sous la responsabilité d'un technicien permanent de la Conservation des Forêts (CF).

Les ouvriers ne disposent pas de combinaison de sécurité. Ils ne sont dotés que d'outils individuels de lutte (pelle, pioche, batte à feu et pompes dorsales).

La protection civile est constituée de fonctionnaires qui interviennent sur tous les types d'accidents, y compris les feux urbains et les incendies de forêt. Bien que très particulière sur le plan technique, la lutte contre les incendies de forêt, qui n'a pas de spécificité juridique, fait partie des missions des pompiers au même titre que les feux urbains ou le secours aux personnes accidentées. Certains forestiers de terrain indiquent que les pompiers n'ont pas reçu de formation spécifique pour les feux de végétation, qui demandent des techniques d'attaque appropriées. Un responsable témoigne, par exemple, que l'utilisation du *contre-feu* dans une wilaya du Centre a très mal tournée provoquant des dégâts importants.

En général, les actions de lutte se basent sur l'emploi de l'eau, sans addition de retardants. Certains anciens forestiers (plus expérimentés) sont suffisamment habiles dans l'utilisation du *contre-feu*, c'est-à-dire du feu volontairement déclenché comme outil tactique pour maîtriser les grands incendies (Miralles *et al.*, 2010). Cette habileté devrait être mieux exploitée et diffusée, parce que la lutte basée sur l'emploi de l'eau a deux points faibles : la disponibilité des points d'eau et la possibilité d'accès rapide sur le périmètre en flammes. Lorsque cela est impossible, c'est sur le *feu tactique* qu'il faut s'appuyer, surtout dans les opérations d'extinction des grands feux (Castellnou *et al.*, 2010 ; Xanthopoulos, 2012).

3.7.2. Personnel non spécialisé

Les ouvriers travaillant en forêt, pour l'exploitation forestière ou la levée du liège, sont souvent réquisitionnés pour aider à la lutte.

La population locale participe activement à la lutte de façon obligatoire ou spontanée, surtout quand leurs biens sont en danger. L'emploi de cette dernière devrait cependant être limité, car celle-ci n'est pas formée et les équipements dont elle dispose sont souvent rudimentaires. Elle ne possède généralement pas d'équipements de protection, donc sa possibilité d'intervention est forcément limitée aux incendies de surface, de faible intensité. La population locale est, tout de même, très habile (savoir ancestral) dans l'emploi du feu. Ce savoir ancestral de l'usage du feu (*traditional ecological knowledge*, TEK) devrait être davantage exploité (Ribet, 2002) pour les raisons déjà mentionnées.

3.7.3. Renfort

Lorsqu'un incendie prend trop d'ampleur et devient difficilement maîtrisable, d'autres types de personnels peuvent intervenir en renfort. L'ANP peut intervenir en mettant les moyens à la disposition du COP.

3.7.4. Les stratégies de lutte

Les stratégies de lutte en Algérie reposent sur deux objectifs principaux :

- maîtriser les éclosions au stade initial par les forestiers ;
- limiter l'extension des incendies qui n'ont pas pu être éteints au stade initial par la protection civile.

Les premières interventions sont assurées par les BMF locales, en théorie dans les 10 premières minutes sur les feux naissants. Elles sont dotées d'un véhicule tout terrain, équipé d'un réservoir d'eau de 600 l et d'une motopompe haute pression, de matériel individuel de lutte (pelle, pioche, batte à feu et pompes dorsales) et d'une radio. Ces brigades alertent systématiquement la protection civile et les autorités locales (CF, APC, Daïra) du lieu du départ de l'incendie.

La protection civile, qui a la mission de combattre tous les sinistres (entre autres les feux de forêts), déploie des moyens importants et encadre en coordination avec les Brigades Forestières, les opérations de lutte contre les feux de forêts. Quand l'incendie prend de l'ampleur, les colonnes mobiles de la protection civile sont mobilisées pour renforcer les interventions de la wilaya sinistrée.

3.7.5. Les moyens matériels

La DGF mobilise chaque année une moyenne de 20 camions ravitailleurs en eau et de 40 camions citernes feux de forêt moyens.

La DGPC intervient par des moyens terrestres armés par les équipes de sapeurs-pompiers (5.800 éléments sur les 35.000 à l'échelle nationale), composés d'engins porteurs d'eau (800 camions) de capacité pouvant aller jusqu'à 18.000 litres, assistés de véhicules pour l'acheminement des équipes d'intervention et de véhicules logistiques (camions PC, atelier, ambulances, véhicules de reconnaissance et de liaison...).

4. Discussion et recommandations

L'analyse du dispositif de protection contre les incendies montre l'éclatement des compétences et la multiplicité des intervenants pour la gestion d'un problème à cheval sur l'espace rural et périurbain, à la croisée des domaines socio-économique et écologique. La coopération et la coordination entre les nombreux acteurs et services concernés aux différentes échelles semblent une difficulté majeure (Bouisset, 1998 ; Arnould et Calugaru, 2008).

L'analyse des entretiens menés avec les différents acteurs à l'échelle nationale et locale a décelé un ensemble de déficiences auxquelles se heurtent les politiques actuelles de défense et qui réduisent leur efficacité face à la gravité actuelle du problème.

Sur la base des résultats de notre enquête, nous énumérons dans les tableaux 25, 26 et 27 une série de difficultés qui touchent les programmes de gestion des incendies (prévention, lutte et restauration forestière) et proposons des recommandations pour leurs résolutions.

Tableau 25. En termes de prévention

Difficultés rencontrées	Recommandations
Manque d'esprit civique et participatif des citoyens en matière d'environnement.	Sensibilisation et éducation au respect de la nature et de l'environnement.
Manque de considération pour les forestiers qui revendiquent la restitution de leurs signes formels.	Redonner l'autorité aux forestiers aussi avec les signes formels (arme, menottes).
Prise de conscience insuffisante des riverains sur le risque des incendies de forêt.	Campagnes de sensibilisation ciblées sur le thème des décharges sauvages et de l'emploi inadapté du feu.
Actions de sensibilisation épisodique.	Elaboration par des structures spécialisées de campagnes de communication ciblées.
Manque d'application des textes réglementaires régissant les mesures préventives.	Application des actions préventives relevant des organismes concernés (SONELGAZ, SNTF, DTP, DSA, etc.).
Coordination intersectorielle presque absente (les forestiers et les pompiers se retrouvent seuls sur le terrain).	Effort de sensibilisation pour une meilleure coordination.
Manque de formation pour l'application de la police judiciaire.	Formation permanente des cadres forestiers.
Absence d'équipes pluridisciplinaires formées dans la recherche des causes.	Création et formation d'équipe de recherche des causes (Gendarmes, Forestiers, Policiers etc.)
Insuffisance des poursuites contre les auteurs d'incendies.	Priorité aux poursuites contre les auteurs d'incendies, révision des peines prévues sur le plan financier.
Absence de cadastre (constructions illicites).	Cadastrer les forêts domaniales.
Incendies répétés dans les wilayas côtières.	Réalisation d'études socio-économiques et d'analyse des phénomènes.
Infrastructure non entretenue et inadaptée.	Entretien des infrastructures et plan de réalisation à moyen terme.
Insuffisance de la surveillance à caractère préventif et dissuasif.	Recrutement des APF, augmentation de la surveillance mobile à une BMF pour 5.000 ha
Absence de méthodologie homogène pour le calcul de l'indice de danger.	Utilisation de l'indice FWI dans la prédiction locale du danger d'incendie.
Absence de bases de données informatisée d'où mauvaise tenue des archives.	Création et emploi de fiche informatique, en suivant le format général de l'UE.
Brûlages sans précautions des chaumes et des broussailles.	Autorisation préalable des brûlages par une réglementation appropriée.

Tableau 26. En matière de lutte

Difficultés rencontrées	Recommandations
Délais d'intervention, insuffisance des moyens de communication et du matériel léger.	Acquisition de moyens complémentaires de première intervention et de ravitaillement en eau ; amélioration communications ; véhicules avec GPS.
Insuffisance des moyens humains d'intervention.	Postes budgétaires supplémentaires pour pallier au déficit d'agents d'exécution.
Inaccessibilité de certains massifs forestiers (terrains accidentés).	Moyens aériens pour le transport du personnel et le bombardement en eau.
Insuffisance des effectifs forestiers pour la permanence et la première intervention.	Recrutement des vacataires parmi les riverains.
Non spécialisation des APF ainsi que le personnel vacataire.	Formation permanente du personnel forestier.
Manque de combinaison de sécurité pour les opérateurs d'extinction.	Introduire et rendre obligatoire l'emploi des combinaisons de sécurité.
Absence d'analyse de comportement du feu lors des incendies de moyenne et de grande taille.	Emploi des logiciels de simulation du comportement du feu.
Insuffisance des comités de riverains.	Susciter et encourager la création de comités de riverains par l'inscription de PPDR.
Manque de formation des riverains quant à la lutte.	Formation de base pour les bénévoles auprès de la PC.
Organisation de la lutte non différenciée pour les petits et les grands feux.	Dispositif opérationnel adapté à la taille du feu.
Difficultés de repérage des infrastructures sur le terrain.	Géoréférencement des infrastructures et leurs cartographie.
Réalisation de l'infrastructure DFCI sans consulter la PC utilisatrice de cette dernière.	Associer la PC aux programmes de DFCI.

Tableau 27. En matière de restauration forestière des zones incendiées

Difficultés rencontrées	Recommandations
Absence d'opérations sylvicoles.	Application de la sylviculture préventive.
Entreprises forestières non qualifiées.	Professionnalisation de ces entreprises.
Manque d'attention aux aspects écologiques.	Choix des essences par rapport à leur résistance passive et résilience après le passage du feu.

La mise en œuvre de ces actions minimales pourrait favoriser l'efficacité du dispositif incendie pour mieux répondre aux actuels et futurs problèmes des incendies de forêt en Algérie.

5. Conclusion

L'effort consacré durant les dernières années afin d'améliorer la situation est significatif en termes de personnel, de matériel et de ressources financières. Cependant, les résultats, non seulement sur le nombre de feux et la superficie parcourue, mais la perte des vies humaine, indique clairement qu'il existe un besoin d'amélioration, notamment en ce qui concerne la connaissance et l'organisation du programme de gestion des incendies.

La politique des incendies de forêt en Algérie privilégie la lutte *stricto sensu* : tout vise à réduire les conséquences des incendies déclarés et non à empêcher qu'ils éclosent. Il s'agit d'un modèle d'organisation dépassé, par rapport à la tendance générale récente d'accorder plus d'importance aux activités de prévention. C'est l'approche commune à la totalité des pays méditerranéens, qui ont privilégié la formation de véritables *forces de frappe*, selon un modèle idéal d'inspiration militaire (Delogu, 2013).

Sur le terrain, l'essentiel des moyens est consacré à la lutte contre les feux déclarés et les aménagements DFCI sont principalement destinés à la surveillance et aux interventions d'urgence. La Direction Générale des Forêt possède, en effet, un réseau important de pistes forestières (37.933 Km), de pare-feux (32.556 ha) et 1.627 points d'eau. La surveillance se fait par 375 postes de vigie et 456 brigades forestières mobiles.

Cette politique centrée sur la lutte peut apparaître relativement efficace à court terme, puisque malgré l'augmentation du nombre de feux, les surfaces parcourues moyennes diminuent légèrement. Elle s'avère toutefois incapable d'enrayer les grands incendies, parce que l'équipement de certains massifs demeure insuffisant. Ainsi, par exemple, le réseau de pistes forestières, avec une densité moyenne de 1 km/100 ha de forêt, est loin de la norme théorique de 2 km/100 ha (BNEDER, 2009). Même chose pour les pare-feux dont la densité moyenne de 0,79 ha/ 100 ha de forêt est elle aussi très nettement inférieure à la norme théorique de 2,5 ha/ 100 ha. Les travaux réguliers d'entretien et de débroussaillage sont également le plus souvent insuffisants.

La distribution des infrastructures de DFCI ne répond pas non plus à la géographie du risque, mais elle est fortement liée et conditionnée par les politiques locales. Les moyens sont distribués de façon « équitables », mais sans tenir compte des différences de sensibilités aux incendies. Le dispositif de défense, réparti selon des logiques administratives et territoriales, est donc finalement plus proche de la géographie de la population que de celle de la végétation et du risque d'incendie (Meddour-Sahar et Bouisset, 2013).

La mise en évidence des structures intervenant est impressionnante. A toutes les échelles spatiales se développent des organismes, dont on peut légitimement se demander s'ils sont complémentaires ou s'ils font doublon, sinon ralentissent le processus de décision qui doit être rapide, décisive et efficace (Meddour-Sahar *et al.*, 2013a). Ce qui rejoint les travaux de plusieurs auteurs (Bouisset, 1998, 2001 ; Blanchi, 2002 ; Arnould et Calugaru, 2008).

La responsabilité de la lutte est déléguée aux responsables des services de secours et d'incendie lors des interventions et souvent à l'administration forestière pour la première intervention, les opérations de protection et d'aménagement. Cette répartition des compétences génère des problèmes de coordination. Sur le terrain, on constate un déploiement des moyens trop faiblement corrélés à la géographie réelle du risque.

Références

- Abbas M., 2012.** Prévention des incendies de forêts en Algérie. Présentation orale lors de l'atelier *sur les incendies de forêts en région méditerranéenne, Batna du 03 au 05 Décembre 2012*. medfeuxalgerie.ctfc.cat/docs/3ABBAS/Atelier_Batna_2012%20Abbas.pdf
- Afxantidis D., Castelli L., Perchat S., et Rigolot E., 2006.** Les coupures de combustibles face aux feux. Retour d'expérience. *La feuille et l'aiguille*, 63 : 3.
- Alexandrian D., 1988.** L'apport des statistiques dans la prévention des incendies. In : *Séminaire sur les méthodes et matériels à utiliser pour prévenir les incendies de forêt*, Valence, Espagne, 29 septembre-4 octobre 1986. ICONA, Madrid, pp. 89-93.
- Amouric H., 1992.** *Le feu à l'épreuve du temps : témoins et arguments*. Narration, Aix, 1992, 256 p.
- Arnould P., et Calugaru C., 2008.** Incendies de forêts en Méditerranée : le trop dit, le mal dit, le non dit. *Forêt Méditerranéenne* T. XXIX, n° 3: 281-296.
- Bedrani S., 1992.** *Les terres publiques en Algérie. Aperçu sur la législation et les modes d'utilisation par les animaux*. CREAD. 19 p.
- Berger A.A., 2000.** *Media and Communication Research Methods : An Introduction to Qualitative and Quantitative Approaches*. Coll. « Sage ».Californie: Éditions Thousand Oaks, 360 p.
- Blanchet A., Gotman A., et De Singly F., 1992.** *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*, Paris : Nathan Université, 127 p.
- Blanchi R., Jappiot M., and Alexandrian D., 2002.** Forest fire risk assessment and cartography, a methodological approach. In *IV International. Conference on Forest Fire Research & Wildland. Fire Safety*. Coimbra. Portugal (D.X. Viegas, Ed.). Millpress, Rotterdam, Netherlands : 49.
- Boudy P., 1952.** *Guide du forestier en Afrique du Nord*. Ed. Larose, Paris, 505 p.
- Bouisset C., 1996.** Incendies de forêts : pour quoi et comment les espaces naturels méditerranéens sont-ils défendus ? *Géopoint 96 "La nature dans la géographie aujourd'hui"*, Avignon : 48-50.
- Bouisset C., 1998.** *Les incendies de forêts méditerranéens : limites, marges, frontières. Des seuils écologiques aux limites politico-administratives, du local à l'europpéen, un siècle de gestion des incendies en France, Espagne et Italie*. Thèse de doctorat de l'Université d'Avignon en Géographie, 376 p.
- Bouisset C., 2001.** La gestion du risque d'incendie de forêt en France et en Espagne : acteurs, échelles et territoires d'intervention, *Pré-actes du colloque international Risques et territoires, ENTPE, Vaulx-en-Velin*, vol. 2 : 7-18.

Brosse-Genevet E., (coord.) 2003. *Gestion des cistaies sur coupures de combustible*. Réseau Coupures de combustible - Éd. de la Cardère Morières, 85 p.

Bureau National des Etudes du Développement Rural (BNEDER) 2009. *Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de synthèse nationale*. 87 p.

Castellnou M., Kraus D., Miralles M., Delogu G. 2010., 5.2 *Suppression Fire Use in Learning Organizations*. In Sande Silva J., Rego F., Fernandes P. and Rigolot E. (eds.) *Towards Integrated Fire Management –Outcomes of the European Project Fire Paradox*

Chevrou R., 2005. *Pourquoi les incendies de forêts sont-ils si meurtriers ?* Ed. EDP SCIENCE. Les Ulis Cedex A, France, 210 p.

Clément V., 2005. Les feux de forêt en Méditerranée: un faux procès contre Nature. *L'Espace Géographique*, 4, Tome 3 : 289-304.

Colin P.Y., Jappiot M., Mariel A., Cabaret C., Veillon S., et Brocchiero F., 2001. *Protection des forêts contre l'incendie : Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen*, FAO et CEMAGREF. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/Y2747f/>

Costa Alcubierre P., Castellnou Ribau M., Larrañaga Otxoa de Egileor A., Miralles Bover M., and Kraus P.D., 2011. *Prevention of Large Wildfires using the Fire Types Concept*. EU Fire Paradox Publication, Barcelona, 83 p.
http://www.efi.int/files/attachments/publications/handbook-prevention-large-fires_en.pdf

Corvol A., 1987. *L'homme aux bois – Histoire des relations de l'homme et de la forêt. XVII^e-XX^e siècle*. Paris, Fayard. 585 p.

Delogu M.G., 2013. *Dalla parte del fuoco. Ovvero il paradosso di Bambi*. Edizioni Il Maestrale; 207 p.

De Montgolfier J., 1989. *Protection des forêts contre les incendies. Guide technique du forestier méditerranéen français*. Ed. CEMAGREF, Division des techniques forestières méditerranéennes, Aix-en-Provence, fiches 1 à 16.

De Singly F., 1992. *L'enquête et ses méthodes: le questionnaire*. Paris: Nathan Université, coll. « Sociologie 128 », 128 p.

Djemaa A., Messaoudene M., 2009. The Algerian forest: Current situation and prospect. In: Palahi M., Birot Y. Bravo F., Gorrize E.(eds.) *Managing Mediterranean Forest Ecosystems for non-Timber Goods and Services*. EFI Proceedings No 57: 17-28.

Dumoulin J., 2009. Les relations entre l'armée et l'administration forestière en Algérie du début de la colonisation au début du XXe siècle. *Forêt méditerranéenne* t. XXX, n° 3 : 267-276.

EFI, 2010. *A Mediterranean Forest Research Agenda – MFRA*. European Forest Institute, Joensuu. http://www.efi.int/files/attachments/press_releases/mfra_2010-202

EFIMED, 2012. *The fight against forest fires: an inconvenient truth?* EFIMED network news. Mediterranean Regional Office of the European Forest Institute.
<http://news.efi.int/newsletter/view/efimed-newsletter-august-2012/1044>

Fayein M., 2003. *Elaboration d'un outil d'accompagnement de projets d'aménagements pour la prévention des incendies de forêt.* Mémoire d'Ingénieur Agronome, INA Paris-Grignon . 74 p.

Fernandes P.M., 2010. Creating fire-smart forests and landscapes. *Forêt Méditerranéenne*. XXXI, n° 4 : 417-422.

Fernandes P.M., 2013. Fire smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning*, 110: 175-182.

Fernandes, P., J. Vega, E. Jiménez, and E. Rigolot. 2008. Fire resistance of European pines. *Forest Ecology and Management*, 256: 246-255.

Goldammer G.J., 2002. Forest Fire Problems in South East Europe and Adjoining Regions: Challenges and Solutions in the 21st Century. Paper presented at *International Scientific Conference "Fire and Emergency Safety" 31 October - 1 November 2002, Sofia, Bulgaria*. 13 p. <http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/SEEurope/Paper-GFMC-Goldammer-web%20version>.

Grim S., 1989. *Pré-aménagement et protection des forêts contre l'incendie.* In *Le pré-aménagement forestier*. Ministère de l'Hydraulique d'Algérie et Unité des Eaux et Forêts de l'Université catholique de Louvain-la-Neuve, Belgique, vol. 1: 271-289.

JAG (Joint Arson Group), 2007. *Wales Arson Reduction strategy.* Welsh Assembly Government.
<http://wales.gov.uk/dsjlg/publications/fire/arsonstrategy/walesarsonreductionstrategy>

Jollands M., Morris J., and Moffat A.J., 2011. *Wildfires in Wales. Report to Forestry Commission Wales. Forest Research, Farnham*, 107 p.
<http://www.forestry.gov.uk/fr/wildfiresinwales#finalreport>

Kalaora B., et Savoye A., 1986. *La forêt pacifiée*, Paris, l'Harmattan, 132 p.

Kuhlken R., 1999. Settin' the Woods on Fire: Rural Incendiarism as Protest. *Geographical Review*, Vol. 89, No. 3: 343-363.

MCPFE (Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe) 2010. *Assessment of Forest Fire Risks and Innovative Strategies for Fire Prevention Workshop report.* Rhodes, Greece, 4–6 May 2010. 45 p.
http://www.foresteurope.org/documentos/FOREST_EUROPE_Forest_Fires_Report.pdf,

Meddour-Sahar, O., Derridj, A., 2010. Le risque d'incendie de forêt, évaluation et cartographie (Wilaya de Tizi Ouzou, période 1986-2005). *Sécheresse*, 21 (3) : 187-195.

Meddour-Sahar O., et Derridj A., 2012. Bilan des feux de forêts en Algérie : Analyse spatiotemporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). *Sécheresse*, 23 (2): 133-141.

Meddour-Sahar O., González Cabán A., Meddour R., Derridj A., 2013. Wildfire Management Policies in Algeria: Present and Future Needs. Public policies. In González-Cabán, Armando, (tech. coord.). *Proceedings of the fourth international symposium on fire economics, planning, and policy: climate change and wildfires*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-245 (English) pp 245-382. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 405 p.

http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/

Meddour-Sahar O., González Cabán A., Meddour R., Derridj A., 2013. Políticas de Manejo de Incendios Forestales en Argelia: Necesidades Presentes y Futuras. .In González-Cabán, Armando, (coord. Tech.) *Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales* : 410-425. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.

Meddour-Sahar O., Bouisset C., Derridj A., 2013. "La gestion du risque incendie de forêt en Algérie: des mesures curatives ou préventives ?", IVème Conférence Internationale sur les Stratégies de Prévention des Incendies de forêts, USSE - EFI Atlantic, Bordeaux, 7, 8 et 9 janvier 2013, pp. 67-80. <http://www.efiatlantic.efi.int/>

Meddour-Sahar O. et Bouisset C., 2013. Les grands incendies de forêt en Algérie : problème humain et politiques publiques de gestion des risques ? « *Les grands incendies en Méditerranée, Quelle réponse aux désastres environnementaux ?* », n° 122 de la revue *Méditerranée*, in press.

M'Hirit O., 1999. La forêt méditerranéenne : espace écologique, richesse économique et bien social. *Unasylva*, 197 (50).

Miralles M., Kraus D., Molina D. , Loureiro C., Delogu G., Ribet N., and Vilalta O., 2010. Improving Suppression Fire Capacity. In *Towards Integrated Fire Management- Outcomes of the European Project Fire Paradox (Silva JS, Rego F, Fernandes P, Rigolot E eds)*. Research Report 23, European Forest Institute , Joensuu, Finland : 203-215.

Ningre J.M., 1996. Les feux de forêts en France en 1996, des surfaces détruites exceptionnellement faibles. *Forêt Méditerranéenne*, 17 : 321-322.

Puyo J.Y., 2008. Le premiers temps de la mise en valeur coloniale des subéraies algériennes- le triste épisode des concessions privées. *Acte du colloque Vivexpo, L'Homme et le Liège* : 92-102.

http://www.gessa-ex.es/documentos/publicaciones/suberaie_Algerie.pdf

Ramade F., 1997. *Conservation des écosystèmes méditerranéens : enjeux et prospective*. Plan Bleu, fascicule n° 3 - Ed. Economica, PNUE, Paris. 189 p.

Ribet N., 2002. La maîtrise du feu un travail "en creux" pour façonner les paysages. In D. Woronoff (dir.), *Travail et paysages*, Paris, Éditions du CTHS, Actes du 127e Congrès du CTHS « Le travail et les hommes », Nancy 15-20 avril 2002 : 167-198.

http://www.ecoanthropologie.cnrs.fr/pdf/Ribet_Trav-Paysa.pdf

Rigolot E., et Scheffmann C., 2002. *Evaluation de l'efficacité des coupures de combustible à dire d'experts.* Wildfire Prevention Strategies of Southern Europe Forests: Forum of Wildfire Risk Management Professionals, Bordeaux (FRA), /01/31 to /02/02. Collection Actes. Ed. Préventiques, Bordeaux : 133-152

Rigolot E., et Morvan D., 2003. Evaluation de l'efficacité des coupures de combustible par deux approches : dire d'experts et modélisation. *Forêt méditerranéenne* XXIV, n°4 : 403-418.

San-Miguel-Ayanz, J., Moreno, M.J., Camia, A., 2013. Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: Lessons learned and perspectives. *Forest Ecol. Manage.* 294 :11-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.050>

Sari D., 1976. *L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie).* Ed. SNED, 224 p.

Seigue A., 1982. *L'organisation de la protection contre les incendies dans la forêt méditerranéenne française. Le bilan de la campagne 1981.* *Forêt méditerranéenne*, T IV (1) : 55-60.

Seigue A., 1985. *La forêt méditerranéenne et ses problèmes.* Maisonneuve et Larose, éd., Paris, 1985, 502 p.

Trabaud L., 1989. *Les feux de forêts, mécanismes, comportement et environnement.* Edition France – Sélection, 278 p.

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

Vélez Muñoz R., 2008. Europe: Development and Fire. In *Proceedings of the second international symposium on fire economics, planning, and policy: a global view.* Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-208. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station: 213-220.
http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr208en/psw_gtr208en_213-220_vezlez_munoz.pdf

Xanthopoulos G., 2012. Evolution of the forest fire problem in Greece and mitigation measures for the future. In *G. Boustras and N. Boukas (Eds.) Proceedings of the 1st International Conference in Safety and Crisis Management in the Construction Tourism and SME Sectors (1stCoSaCM)Nicosia, Cyprus, 24-28 June 2011.*Boca Raton, Brown Walker Press.

Xanthopoulos G., Caballero D., Galante M., Alexandrian D., Rigolot E., Marzano, R., 2006. Forest fuels management in Europe, 29-46. In *Andrews, Patricia L.; Butler, Bret W., comps. 2006 Fuels Management – How to Measure Success: Conf. Proc., 28-30 March, Portland, OR, USA.* Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station., Fort Collins, CO. RMRS-P-41, 809 p.Presse 736-747.

**CHAPITRE IX – RETOUR D’EXPERIENCE DES
FORESTIERS ALGERIENS SUR LA PREVENTION DES
INCENDIES DE FORET : RESULTATS D’ENQUETE**

1. Introduction

L'analyse des causes dans les chapitres 6 et 7 a mis en évidence, par l'emploi des différentes méthodes, l'action principale sinon exclusive de l'Homme, comme responsable des incendies et la multiplicité de ses motivations, qui sont liées aux activités, et à la culture des populations (Meddour-Sahar *et al.*, 2013 b).

En connaissant les causes, on peut essayer de modifier les comportements, les habitudes, donc réaliser les mesures de prévention, qui sont considérées comme l'approche la plus efficace et la plus économique pour maîtriser le phénomène (Rego *et al.*, 2007 ; Herrero *et al.*, 2009 ; Goldammer *et al.*, 2009). Les incendies de forêt résultent majoritairement du développement socio-économique (Clément, 2005 ; Koulelis et Mitsopoulos, 2009) et du changement des modes de vie.

De plus, la protection des forêts contre les incendies entraîne une consommation conséquente de ressources publiques. Mais, au regard des sommes investies chaque année, l'on doit admettre l'appréciation incertaine de la mise en œuvre et des résultats des politiques d'intervention (Vaiss, 2007). D'où notre intérêt à analyser les politiques de prévention en Algérie, pour en vérifier l'état de mise en œuvre.

L'analyse a été appuyée sur la remarquable expérience des techniciens forestiers, qui sont l'un des groupes les plus impliqués dans la gestion des incendies de forêts, aussi bien dans le domaine forestier que dans le domaine des territoires ruraux. Leur expérience est incontournable, si l'on veut comprendre et évaluer le dispositif incendie dans son application concrète sur le terrain.

Ce type d'approche nous a permis de décrire le phénomène par le biais de la voix des experts en complément des tableaux statistiques officiels (nombre de feux, superficies brûlées, etc.), des cartes, des récits et des déclarations des administrations concernées, des documents administratifs descriptifs et rapports. L'information officielle est inexistante sur le volet des bilans économiques et de l'évaluation de l'efficacité des campagnes anti-incendie.

Notre étude cherche à mettre en évidence d'une façon originale, à travers le vécu des acteurs, la réalité autour du problème de la protection contre les incendies avec une approche que l'on peut décrire comme « bottom-up » ou approche « ascendante » ('venue du bas'). Cette enquête quantitative vient compléter l'enquête qualitative déjà présentée dans le chapitre 8.

2. Données et méthode

2.1. Panel des experts

La recherche sur les points forts et les points faibles du système de prévention des incendies en Algérie a été principalement basée sur deux lignes directrices :

- l'analyse des documents juridiques et politiques obtenus auprès de la DGF et les enquêtes qualitatives, comme on l'a déjà vu dans le chapitre 8.
- l'enquête quantitative auprès des experts.

Pour mener l'enquête quantitative, nous avons préparé un questionnaire *ad hoc* inspiré du projet FIRESMART Europe¹, qui a été notre principale source d'information (Annexe 9). Ce projet, reprend à son tour, le nom du programme de sécurité-incendie *Intelli-feu*² (FIRESMART) qui a été lancé en Alberta (Canada), à la fin des années 1990, dans le but de sensibiliser le public et de faire connaître les solutions au problème de vulnérabilité des collectivités en zones d'interface (Hirsch, 2006).

Le questionnaire a été adressé aux gestionnaires des forêts à l'échelle nationale, qui représentaient le panel d'experts. Un expert est « *une personne non seulement instruite, mais qui s'est aussi confrontée à l'expérience pour identifier et résoudre des problèmes dans un domaine donné ou pour aider à les résoudre* » (Landry et Banville, 2002 ; Dubois *et al.*, 2006). Nos experts sont les forestiers dont l'activité professionnelle consiste à travailler pour la prévention des incendies et/ou la gestion de la forêt. Ils ont une connaissance complète et exhaustive des incendies de forêt dans leurs wilayas, ainsi que de la réalité socio-économique locale. Les forestiers ont été sélectionnés selon leur fonction et/ou leurs grades. Ils occupent un poste de responsabilité en rapport avec la prévention des feux de forêt sur leur territoire de gestion (chef de Circonscription, chef de District et chef de Bureau Protection). Le questionnaire a été envoyé par la poste à 400 forestiers, qui appartiennent aux 40 wilayas du Nord Algérien (figure 65). Nous avons ciblé 10 responsables par wilayas, dont l'activité est en relation directe avec le service protection des incendies.

Au total, on a reçu 228 réponses, dont 92 réponses émanent de la région Centre du pays (40,35 %), 90 réponses de la région Est (39,47 %) et 46 réponses de la région Ouest (20,18 %). On constate que ce sont les régions les plus touchées par les incendies (Centre et Est) qui ont participé le plus activement à l'enquête (voir les cartes de risque chapitre 4). La wilaya qui a répondu le plus est Tizi Ouzou, suivi par Bejaia et Mila (figure 65).

Le pourcentage élevé de réponses enregistrées en Kabylie démontre l'intérêt et la sensibilité des forestiers qui travaillent dans les wilayas à risque.

¹ FIRE SMART Europe: est un projet européen financé par le septième programme-cadre (7ème PC) et axé sur la prévention des incendies de forêt. Les objectifs du projet sont la collecte systématique des approches pratiques et théoriques en matière de prévention des incendies de forêt en Europe et l'identification des obstacles qui limitent son efficacité

² Le programme Intelli-feu au Canada offre des renseignements qui aident les communautés et les propriétaires à prendre des mesures et à protéger leurs biens ainsi que les ressources naturelles adjacentes contre la menace que représentent les incendies.

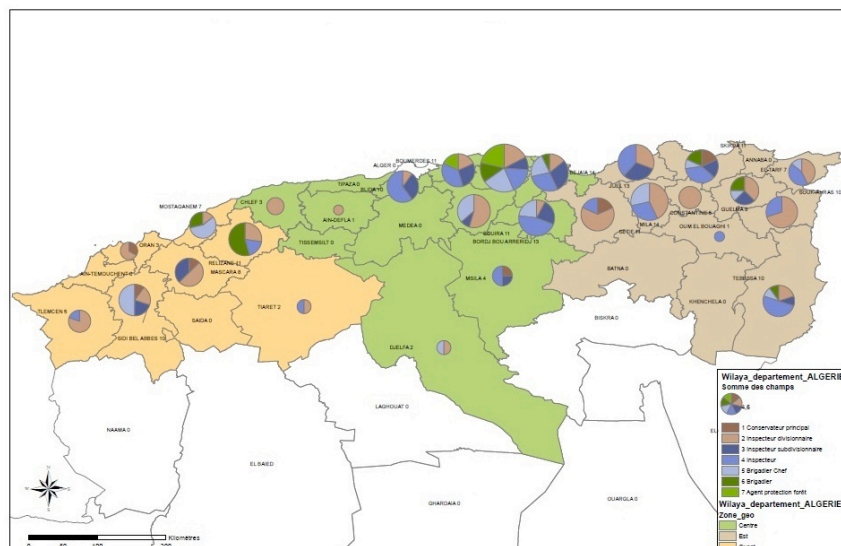


Figure 65. Le nombre de questionnaires renseignés par wilayas (Meddour-Sahar, 2014).

2.2. Le questionnaire

Le questionnaire (Annexe 9) comporte 72 questions relatives à la gestion actuelle des feux de forêt en Algérie. Il se structure autour de sept rubriques, dont six avec des questions fermées et la dernière avec une question ouverte :

- 1) les informations socioprofessionnelles (genre, âge, expérience, grade, territoire) ;
- 2) la gestion des incendies de forêt ;
- 3) la prévention des incendies de forêt ;
- 4) l'ensemble des techniques et des activités visant à la prévention et la lutte ;
- 5) les conflits possibles gênant la prévention ;
- 6) les causes des incendies ;
- 7) les suggestions pour améliorer les stratégies de prévention et de lutte (cette rubrique sera traitée séparément).

Les rubriques 1 et 3 sont formulées sous forme de questions à échelle mathématique, tandis que les rubriques 2, 4, 5 sont des questions à échelle sémantique. Le questionnaire nous a permis de récolter 16.416 réponses et d'analyser un total de 228 personnes sur 400 qui ont accepté de participer à l'enquête. Le taux de réponse (57 %) que nous avons obtenu est très élevé. Ceci pourrait être interprété comme l'expression de l'intérêt à participer et être activement impliqué à une initiative originale et jamais menée dans le pays.

3. Résultats

3. 1. Les informations socioprofessionnelles

3.1.1. Genre, âge, expérience et grade

La moyenne d'âge des personnes interviewées, majoritairement des hommes (222/228), est de 46 ans, s'échelonnant de 23 à 59 ans, ayant une expérience moyenne de 21 ans et qui varie de

1 à 35 ans. Tous les grades sont représentés dans l'enquête avec une majorité (33 %) pour le grade d'Inspecteur Divisionnaire (équivalent à l'Ingénieur d'Etat en Foresterie).

La presque totalité des réponses (97 %), provenant de sujets masculins, affirme que le travail du forestier reste presque exclusif à ce genre. Les données indiquent une structure plutôt âgée, dans laquelle la retraite est proche pour la plupart du personnel, avec un problème évident de perte des expériences acquises.

3. 1.2. Unités territoriales

Nous avons réparti le questionnaire en unités territoriales (Conservations, Circonscriptions³ et Districts), l'unité la plus représentée est la Circonscription (42 % de réponses), suivie de près par le District (40 %). Les Circonscriptions et les Districts sont la cheville ouvrière du secteur forestier, et 82 % des réponses proviennent des agents de terrain. Ce fait, à notre avis, est important car il traduit les expériences vécues de ces experts et leurs perceptions des problèmes d'organisation.

3. 2. La gestion des incendies de forêt

On a synthétisé dans le tableau 28, les résultats sur la gestion des incendies, en utilisant la moyenne des valeurs de la réponse sur une échelle mathématique de 1 à 10

Les réponses aux questions 9 et 14, avec une moyenne élevée, indiquent l'importance remarquable du secteur forestier d'un point de vue socio-économique (8,16), en considérant les sérieux impacts négatifs sur l'environnement (8,31). En matière de prévention, les experts ont une bonne impression sur l'efficacité des campagnes de sensibilisation (7,56), tandis qu'ils expriment un avis plutôt modeste (6,80) quant aux enquêtes sur les causes. Ce dernier point n'est pas perçu comme crucial pour reformuler l'organisation de contrôle des incendies en se basant sur la prévention.

La réponse à la question 24 sur « *la gestion des combustibles forestiers peut réduire l'ampleur des grands feux de forêt* » obtient une moyenne modérée (6,86). La réponse indique bien un manque d'action de prévention sylvicole et donc d'expérience sur le sujet.

Sur le plan de l'organisation du service de lutte, les moyennes sont plus modérées par rapport aux précédentes et soulignent trois points cruciaux :

- le problème de la formation du personnel (6,63) ;
- le manque de connaissances scientifiques appliquées à la lutte (6,24) ;
- la mauvaise répartition des compétences et responsabilités des différents acteurs concernés (6,19).

Ce dernier point, qui présente la valeur minimale, se rattache à l'observation qui a été faite en chapitre 8 par les experts sur la multiplicité des acteurs.

³ La Circonscription forestière est une structure administrative et technique issue du découpage territorial fait par les Services Forestiers. La Circonscription est la première unité de gestion du patrimoine forestier après la Conservation située au niveau de la wilaya. Elle correspond aux limites de daïra et est découpée en District, eux même répartis en Triages.

Tableau 28. Gestion des incendies de forêt (réponses aux questions 9 à 25 avec leur moyenne relative sur une échelle de 1 à 10).

Questions	Moyenne relative
9 - A votre avis, dans quelle mesure le secteur forestier est-il important d'un point de vue socio-économique ?	8,16
10 - A votre avis, dans quelle mesure les incendies de forêt sont-ils importants d'un point de vue socio-économique ?	6,57
11 - A votre avis, dans quelle mesure y a t-il des facteurs techniques déterminants qui entravent la prévention des incendies de forêt ?	5,91
12 - À votre avis, dans quelle mesure les politiques forestières influent-elles sur la prévention des incendies de forêt?	6,57
13 - A votre avis, dans quelle mesure les actions de prévention sont-elles efficaces ?	7,56
14 - A votre avis, dans quelle mesure les incendies de forêt ont-ils un impact d'un point de vue environnemental et écologique ?	8,31
15 - A votre avis, dans quelle mesure les enquêtes sur les causes des incendies permettent-elles d'améliorer la prévention des incendies de forêt ?	6,80
16 - A votre avis, dans quelle mesure le manque de connaissances scientifiques est-il un obstacle à la prévention des incendies de forêt ?	6,24
17 - A votre avis, dans quelle mesure le grand public a-t-il une perception réelle des causes des incendies ?	5,59
18 - A votre avis, dans quelle mesure y a t-il des facteurs juridiques déterminants qui gênent la prévention des incendies de forêt ?	4,40
19 - A votre avis, dans quelle mesure la prise de conscience actuelle et les campagnes de sensibilisation sont-elles efficaces pour prévenir les incendies de forêt ?	6,67
20 - A votre avis, dans quelle mesure les compétences et les responsabilités des différents acteurs impliqués dans la prévention des incendies de forêt sont-elles définies ?	6,19
21 - A votre avis, dans quelle mesure les conflits d'intérêts entre les différents agents sociaux gênent-ils la gestion et la prévention des incendies de forêt ?	5,17
22 - A votre avis, dans quelle mesure les actions des différents agents impliqués dans la prévention des incendies sont-elles coordonnées ?	5,50
23 - A votre avis, dans quelle mesure la formation du personnel sur la prévention des incendies est-elle appropriée?	6,63
24 - A votre avis, dans quelle mesure la gestion des combustibles forestiers peut-elle réduire l'ampleur (nombre d'occurrences, surface incendiées et impact) des grands feux de forêt ?	6,86
25 - A votre avis, dans quelle mesure y a t-il des facteurs économiques déterminants qui entravent la prévention des incendies de forêt ?	5,13

3.3. La prévention des incendies de forêt

Les réponses en matière de prévention sont issues des questions 26 à 43, posées avec une échelle de Likert, exprimée par cinq différentes nuances d'accord ou pas (Likert, 1932) (tableau 29, figure 66).

Tableau 29. Prévention des incendies de forêt (réponses aux questions 26 à 43, avec les pourcentages correspondants aux 5 nuances). Echelle de Likert : 1 = Pas du tout d'accord, 2 = Pas d'accord, 3 = Neutre, 4 = D'accord, 5 = Entièrement d'accord.

Questions	1 + 2	3	4 + 5
26. Il est nécessaire de prévoir une législation et des recommandations spécifiques pour la prévention des incendies à l'interface forêt-habitat.	2,62	6,11	90,83
27. Les forêts domaniales sont gérées correctement pour la prévention des incendies de forêt.	48,47	13,1	37,99
28. L'augmentation de la valeur des activités forestières et des produits forestiers diminue le problème des incendies de forêt.	20,96	12,23	66,37
29. Les progrès sur les connaissances scientifiques et technologiques peuvent être appliqués à la prévention des incendies de forêt.	5,68	5,24	88,64
30. L'augmentation financière sur la prévention multiplie son efficacité.	6,55	10,92	82,1
31. Les forêts privées sont gérées correctement en ce qui concerne la prévention des incendies de forêt.	58,52	23,58	17,47
32. Les mesures répressives et les enquêtes policières et judiciaires se traduiront par une diminution des incendies de forêt.	32,31	13,54	53,71
33. La formation du personnel technique chargé de la prévention des incendies de forêt intègre le progrès scientifique et technologique.	11,35	7,42	80,78
34. La prévention des incendies de forêt est plus efficace que l'extinction des incendies de forêt.	3,93	1,75	93,89
35. La sensibilisation de la population rurale diminue le problème des incendies de forêt.	3,05	4,37	92,14
36. Les campagnes de sensibilisation sont correctement dirigées vers les « agents causaux » des incendies de forêt.	38,43	19,21	41,92
37. Le transfert des connaissances scientifiques à la gestion de la prévention des incendies de forêt est approprié.	26,2	25,76	47,6
38. Une planification adéquate de l'utilisation des terres forestières joue un rôle avantageux de prévention des incendies de forêt.	4,37	12,66	82,53
39. Les travaux de recherche liés à la prévention des incendies de forêt sont adaptés aux besoins de gestion.	31,44	22,27	45,85
40. Les subventions et les aides économiques aux forestiers contribuent à la prévention des incendies de forêt.	18,78	13,54	67,25
41. Les informations diffusées par les médias sur les problèmes des feux de forêt sont véridiques.	38,86	18,34	42,36
42. La formation du personnel technique est adaptée pour la prévention des incendies de forêt.	41,05	14,85	43,67
43. La récurrence des incendies de forêt exige un changement dans les politiques forestières pour intégrer l'utilisation du feu dans la gestion forestière.	15,72	17,9	65,93

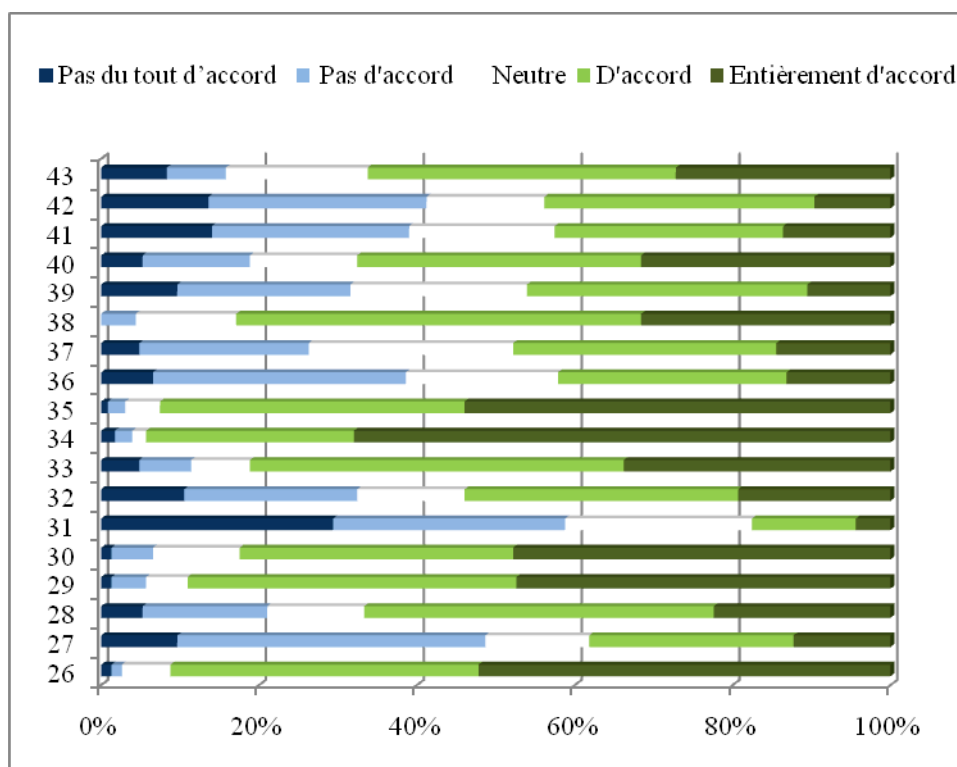


Figure 66. Prévention des incendies de forêt

La valeur la plus élevée est attribuée par les experts à la prévention, qui serait plus efficace que l'extinction des incendies de forêt (93,89 % pour les réponses 4 + 5). Cette valeur très élevée, nous semble importante parce que « *une généralisation empirique ou une communication est jugée objective, vraie ou confirmée, s'il y a un large consensus à ce sujet par un groupe d'experts* » (Mitroff et Turoff, 1975).

Soulignons que cette réponse situe les forestiers algériens sur le même niveau de perception du problème que dans les autres pays, où la prévention est considérée comme l'approche à suivre avec priorité (Montiel et Herrero, 2010 ; Molina *et al.*, 2010 ; Xanthopoulos, 2012 ; EFIMED, 2012).

Les réponses aux questions 27 et 31 montrent l'opinion convergente des experts sur le fait que les forêts domaniales et privées ne sont pas gérées correctement en ce qui concerne la prévention des incendies de forêt (48,47 %). Ceci rejoint les résultats de l'enquête menée en Europe par Sébastian-Lopez *et al.* (2011).

Les réponses à la question 36 mettent en évidence que les campagnes de sensibilisation sont perçues comme correctement ciblées vers les « agents causaux » des incendies de forêt (41,92 %). Ces campagnes sont plutôt génériques et s'ajoutent aux mauvaises informations (ou désinformation) diffusées par certains mass-médias (38,86 %), qui amènent à considérer les incendies comme une inéluctable calamité. Ce qui n'invite pas la population à être plus vigilante mais plutôt à accepter le phénomène avec une attitude fataliste (Jollands *et al.*, 2011).

Le manque de formation du personnel ou la formation inadaptée sont perçus comme positifs avec 43,67 % et un pourcentage presque équivalent juge la formation négativement (41,05 %). De même, la recherche scientifique est considérée nécessaire, si elle est appropriée. Mais, dans l'état actuel, elle est perçue comme abstraite et peu adaptée aux exigences opérationnelles (45,85 %). Le progrès technologique est considéré comme important et la formation du personnel devrait en faire emploi (respectivement 88,64 % et 80,78 %).

Les interviewés sont presque unanimes sur la nécessité des campagnes de sensibilisation ciblées et non tout azimut (92,14 %). Ils confirment aussi la précédente observation sur l'exigence de normes législatives et réglementaires plus modernes, surtout en matière de prévention dans les zones d'interface (93,89 %), qui sont de plus en plus nombreuses.

La planification adéquate de l'utilisation des terres forestières pourrait jouer un rôle favorable dans la prévention (82,53 %), dont l'efficacité pourrait être améliorée par une dotation financière appropriée (82,1 %). Ces affirmations ne correspondent pas à la modeste efficacité attribuée aux seules subventions et aides économiques au Service des Forêts (67,25 %).

Des réponses favorables sont enregistrées en matière de changement des politiques forestières pour intégrer l'utilisation du feu dans la gestion forestière (65,93 %) et l'augmentation de la valeur des activités forestières et des produits forestiers pour diminuer le problème des incendies de forêt (66,37 %). Même si les incendies prospèrent en milieux marginaux, les solutions, d'après l'avis des experts, ne seraient pas favorisées par des investissements.

3.4. Infrastructure DFCI

L'infrastructure DFCI (pistes et points d'eau) ainsi que le système de surveillance et de détection sont très bien notés, soit plus de 6/10 (figure 67). Les opérations sylvicoles classiques, autant que l'ouverture et l'entretien des pare-feu sont bien appréciées par les forestiers. En outre, les systèmes de prévision météorologique et la prévision du risque d'incendie sont convenablement notés.

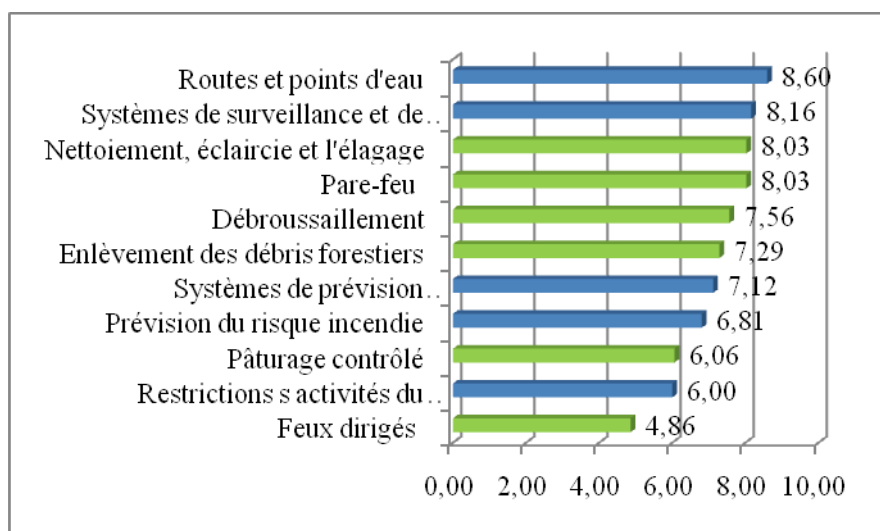


Figure 67. Réponses à la question pourriez-vous noter de 1 à 10 l'ensemble des techniques et des activités visant à la prévention des incendies de forêt (En bleu les infrastructure DFCI et en vert toutes les pratiques de sylviculture de prévention).

Par contre, les nouvelles techniques (Miralles *et al.*, 2010) de gestion du combustible (pâturage contrôlé, feux de gestion, tels que les *feux dirigés* ou les *feux tactiques*) méconnues par le forestier algérien, sont mal notées ; même chose pour la mise en place des restrictions sur les activités du grand public.

3.5. Les conflits possibles

Les conflits possibles qui pourraient influer sur la prévention des incendies de forêt se résument aux conflits entre *éleveurs et forestiers* et conflits entre les *résidents* dans les zones d'interface des forêts et les *administrations publiques* (figure 68).

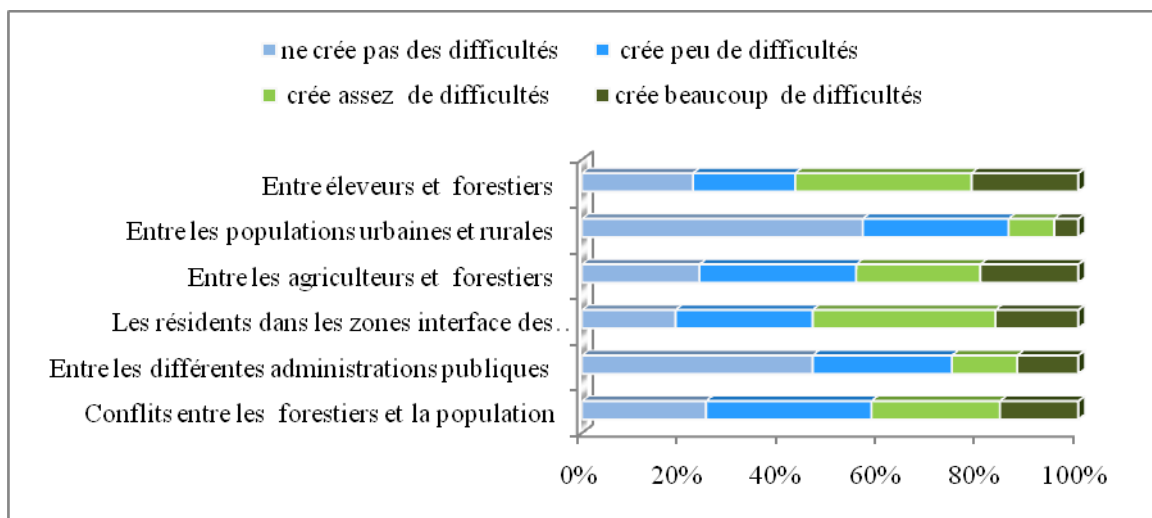


Figure 68. Conflits possibles (en pourcentage de différentes options de réponse)

Les conflits, peuvent être classés dans deux groupes fondamentaux :

- conflits entre les différents groupes d'acteurs (entre populations urbaines et rurales), mais aussi à l'intérieur d'un même groupe socioprofessionnel (entre résidents) ;
- conflits entre la population et l'Etat, ce dernier représenté par les forestiers. Dans ce cas (conflits entre éleveurs, agriculteurs, populations et forestiers), il s'agit vraisemblablement des conflits liés à certaines formes d'interdiction qui marquent les espaces classés comme les forêts, les parcs, où les intérêts des riverains et de l'Etat sont divergents (ou bien l'historique conflit entre logique forestière et logique pastorale, où convergent des conflits de communautés professionnelles mais surtout d'usages du territoire⁴). Ces résultats de

⁴ Les conflits entre riverains et forestiers en Algérie sont historiquement présents et bien connus dès la création du service forestier, en 1836 (Lapie, 1928 ; Plit, 1983 ; Letreuch-Belarouci, 1995 ; Sari, 1976 ; Bedrani, 1992 ; Kuhlken, 1999 ; Davis, 2004 ; Ford, 2008 ; Sivak, 2008 ; Dumoulin, 2009).

En Algérie, les forestiers essayaient de sauver les forêts par un très lourd système d'interdictions appliqué avec une rigueur excessive, pour lequel ils furent même accusés de tous les maux dont souffrait la colonie et même de préparer une insurrection arabe par leurs erreurs et leurs maladroites (Lapie, 1928 ; Berchiche, 1986). Comme mesure de rigueur, on peut citer qu'en 1878 le total des amendes infligées par le Service forestier était de 164.908 F. (Dumoulin, 2009) et qu'avant la seconde guerre mondiale, le service forestier infligeait annuellement 60.000 amendes en Algérie contre 17.000 en France (respectivement 20,6 et 1,6 amendes par 1.000 ha de superficie boisée) (Plit, 1983).

l'enquête rejoint les travaux de certains auteurs (entre autres Taylor, 1994 et 1997 ; Thieba, 1997 ; Ribet, 2002).

3.6. Les causes des incendies en Algérie

Un autre résultat remarquable de nos enquêtes est l'analyse des causes, telles qu'elles sont perçues par les experts et reportées dans la rubrique 6 du questionnaire. Les causes ont été introduites sous forme d'une liste simplifiée comprenant 11 questions et en demandant aux experts leur degré d'accord au sujet de leur importance, selon une échelle sémantique de 1 à 4 (figure 69).

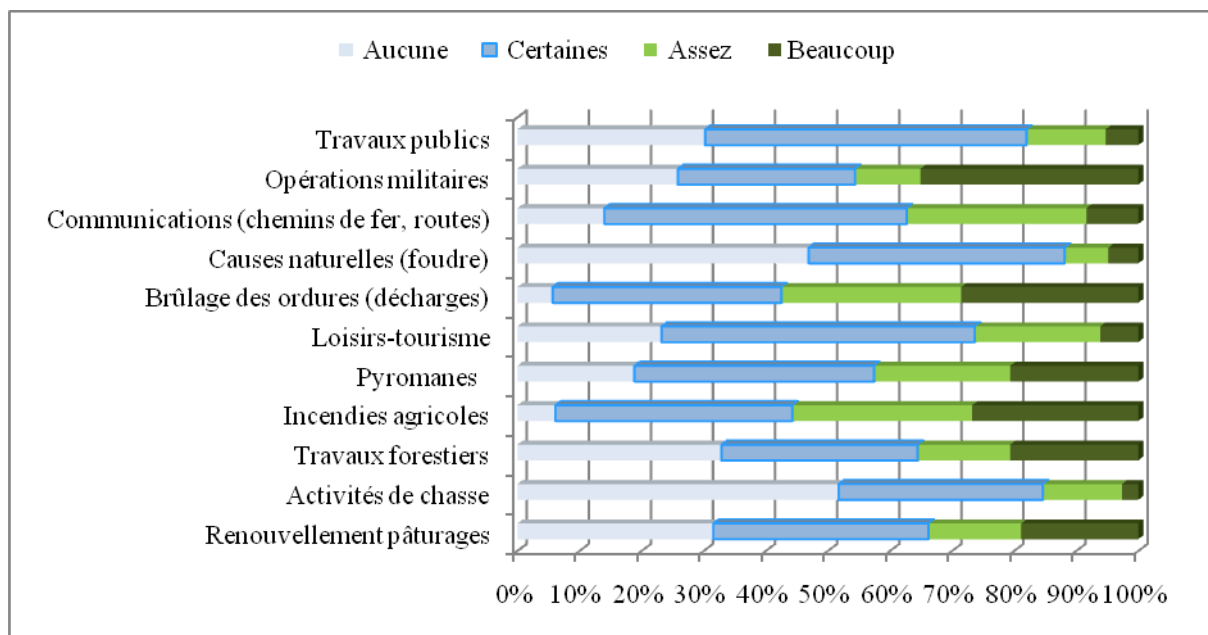


Figure 69. Causes des incendies de forêt et leur importance selon les réponses des experts

Quoique limitée dans le nombre des causes, la liste permet d'identifier les points critiques dans l'analyse des possibles causes de feu de forêts en Algérie. La valeur maximale de la notation « assez + beaucoup » est attribuée aux brûlages des ordures (57,2 %), suivi par ordre d'importance estimée selon les experts par les incendies d'origine agricole (55,46 %) (suite aux brûlages des chaumes et des broussailles par des agriculteurs et des éleveurs, sans précautions) et celles relatives aux opérations militaires (45,41 %). Toutes les autres causes qui seraient de moindre importance.

Pour la première fois, au niveau national, les résultats de l'enquête donnent des chiffres aux différentes motivations et comportements ou actions imprudentes. Ce qui rejoint les résultats déjà observés aux chapitres 6 et 7 lors des enquêtes au niveau régional et local.

3.7. Les suggestions des forestiers pour améliorer les stratégies de lutte

Le questionnaire incluait au point 7 (cf. § 2.2) une réponse libre de la part des personnes contactées. Il s'agit d'une session de *brainstorming*, le procès de stimulation et récolte d'idées d'un groupe d'experts, qui sont invités à s'exprimer librement sans aucune règle ni contrainte, sauf un délai raisonnable, en laissant après au modérateur la tâche d'analyser, d'évaluer et de condenser les résultats.

Un résultat important est l'ensemble des suggestions pour améliorer le service DFCl, que les experts ont été invités à introduire dans cette partie du questionnaire. La quantité d'information récoltée est difficile à synthétiser sans perdre la variété et le détail de l'information même. Nous avons cependant décidé de présenter deux exemples de réponse (encadrés 1 et 2), envoyés par des bureaux de protection des forêts, mais non mentionnés pour respecter l'anonymat (aucune correction ou modification n'a été apportée aux réponses, laissées dans leurs formes d'origine avec leur spontanéité et même leurs erreurs, s'il y en a).

Encadré 1. Suggestion des forestiers de la Conservation de X

- élaboration d'une nouvelle loi forestière ;
- institution de texte réglementaire obligeant les différentes administrations à réaliser les travaux préventifs pour permettre la diminution des risques d'incendies ;
- mise en application effectif des deux décrets à savoir le 44/87 et 45/87 du 10/2/1987 ;
- au niveau des zones a relief accidenté, une lutte aérienne s'avère indispensable ;
- associer les riverains des forêts à la gestion de ce patrimoine ;
- créer de l'emploi permanent dans le secteur des forêts ;
- relief accidenté = intervention aérienne ;
- sensibilisation de la population rurale, renforcement des moyens d'interventions, formation des personnels forestiers, indemnisation ;
- il n'y a aucune stratégie tant que le peuple n'a aucun respect pour la nature et l'environnement et même les pouvoirs publics n'ont aucune vision stratégique pour ce secteur ;
- mettre en œuvre un dispositif de lutte et de surveillance efficace ;
- prévoir des formations de recyclage du personnel forestier affecté dans le cadre de la lutte contre les incendies de forêts ;
- campagne de sensibilisation à initier en direction de populations résidentes à proximité des massifs forestiers , implication des collectivités locales et les organismes retenus dans le plan de prévention et de lutte contre les incendie de forêts ;
- renforcer les moyens de prévention matériels et financiers, consolider et améliorer les textes législatifs, donner les moyens financiers pour l'information et la sensibilisation de la population ;
- création de petites unités forestière qui seront opérationnelles à longueur d'année installées en plein massif forestier dotées de matériel de première intervention (surveillance et lutte préventive) ;
- revoir la politique de déploiement de la Protection Civile dans les zones forestières et son implication réelle et inconditionnelle dans les incendies de forêts ;
- mettre en place des programmes de développement des terrains de parcours pour les éleveurs ;
- créer de l'emploi permanent dans le secteur des forêts.

Encadré 2. Suggestion des forestiers de la Conservation de Y

- une bonne politique forestière ;
- promulgation du code forestier ;
- améliorer la législation forestière ;
- améliorer les conditions de vie des citoyens ;
- sensibilisation des villages limitrophes aux forêts ;
- associer les associations et les riverains dans la prévention ;
- multiplier les travaux sylvicoles ;
- que le forestier fasse uniquement le travail de forestier, les PPDR pour les services agricoles ;
- inclure les services de sécurité dans le dispositif (enquête, audition) ;
- un travail en collaboration avec la protection civile et les collectivités locales pour mener une bonne campagne de prévention ;
- multiplier les moyens de lutte en zones rurales ;
- formation du personnel sur la sensibilisation, la prévention et la lutte contre les incendies;
- revoir à la hausse et consacrer plus de crédits dans le chapitre alloué à la prévention des feux de forêts;
- ouvrir la régie, qui permettra l'exécution des travaux préventifs tels que le nettoyage des accotements le débroussaillage, l'entretien des pistes, des TPF et des points d'eau;
- dans la plus part des cas, la première intervention assurée par la brigade mobile forestière (BMF) ne diffère pas de l'intervention proprement dite des secours, assurée par les unités de la protection civile et ce suite au manque d'accessibilité et de l'éloignement des intervenants (BMF et unité de protection civile). De ce fait, nous suggérons une amélioration du dispositif législatif, visant à :
- multiplier l'installation des unités de la protection civile à travers le territoire de la wilaya et ce à raison d'au moins une unité avec plusieurs brigades CCFLL par Daïra ;
- réaliser en totalité et dans les délais, tout les travaux de prévention et par l'ensemble des organismes retenus par le plan Feux de Forêts;
- impliquer davantage les autorités locales par l'installation d'une unité d'intervention par commune, dotée d'une permanence indéfectible et d'une brigade d'intervention initiée à la lutte contre les incendies, et équipée d'un CCFLL ou à défaut de citerne tractable, de pompes dorsale et d'outillage manuel ;
- Une gestion plus rigoureuse des décharges contrôlées et l'éradication des dépotoirs ;
- améliorer la logistique du personnel forestier intervenant dans le dispositif de prévention et de lutte contre les feux de forêts;
- renforcer les structures de l'administration des forêts en moyens humains et matériels suffisants;
- revoir le découpage territorial et créer des structures (circonscriptions, districts et triages) adaptées et en mesure de prendre en charge les préoccupations des populations et des territoires (protection et développement du patrimoine forestière national, renouveau rural,...);
- élaboration des plans d'aménagement pour l'ensemble des forêts domaniales ;
- élaboration d'un fichier identifiant l'ensemble des forêts privées, afin d'impliquer davantage les propriétaires dans la gestion et la préservation de ce patrimoine;
- réaliser des recherches et des études scientifiques sur le risque feux de forêts.

Nous avons essayé de synthétiser les résultats généraux sous forme simplifiée dans un tableau de mots clés significatifs que l'on retrouve dans les réponses. Pour cela, on a fait appel au logiciel *TEXT FIXER* (<http://www.textfixer.com/>), auquel on a soumis l'ensemble des réponses épurées des mots d'emploi commun (auxiliaires, verbes, prépositions, adverbes, etc.). Au total, on a 5.488 termes employés dans l'analyse, dont 5.305 sont considérés par le logiciel.

Le tableau 30 de fréquence ou d'*occurrence*⁵ des mots, nous donne, en nombre absolu et en pourcentage par rapport au nombre total des mots retenus, les différents concepts évoqués par les experts dans l'optique de l'amélioration du service DFCI. Le tableau 3 a été dressé en nous limitant aux vocables ayant une fréquence relative de plus de 0,50 %.

Tableau 30. Fréquence des termes cités dans les suggestions des forestiers

Mots	Fréquence	%
Forêts	192	3,57
Forestiers	120	2,23
Sensibilisation	116	2,15
Prévention	116	2,15
Incendies	106	1,97
Lutte	96	1,78
Forestière	72	1,34
Intervention	67	1,24
Aménagement	65	1,21
Travaux	64	1,19
Feux	58	1,08
Pare-feu	57	1,06
Moyens	45	0,84
Riverains	44	0,82
Poste de vigie	43	0,80
Pistes	37	0,69
Point d'eau	37	0,69
Moyens humains et matériels	36	0,67
Population	35	0,65
Formation	32	0,59
Entretien	30	0,56
Création	30	0,56

On constate, par les chiffres, l'importance relative des vocables *sensibilisation* et *prévention* (2,15 %) par rapport à celui de la *lutte* (1,78 %), suivi un peu plus loin par l'ensemble de l'infrastructure DFCI (dans l'ordre *pare-feu*, *postes de vigie*, *pistes*, *points d'eau*, tous avec un pourcentage inférieur à 1,06 %). Ces données confirment une fois de plus, que la préférence

⁵ L'occurrence d'un mot est égale au nombre de fois où ce dernier apparaît dans un texte. Cette notion est utilisée pour mesurer l'indice de densité d'un terme dans un texte.

des forestiers algériens pour les concepts de prévention et de sensibilisation est bien cohérente avec l'approche qui préconise les actions permanentes de prévention plutôt que des mesures de suppression d'urgence (Herrero *et al.*, 2009 ; Montiel et San-Miguel, 2009 ; Moreira *et al.*, 2011 ; Jollands *et al.*, 2011 ; Xanthopoulos, 2012 ; Gonçalves Ferreira, 2013 ; Picardo Nieto, 2013 ; Micillo, 2013).

Pour synthétiser les résultats d'une façon graphique, on a tracé le *nuage des mots* pour l'ensemble des réponses, dans lequel la taille des termes est l'expression de leur importance relative (figure 70). Le nuage a été tracé en imposant un maximum de 50 vocables, par le biais du logiciel *WORDLE* (<http://www.wordle.net/>). Dans le nuage de mots, les termes les plus répétés dans un texte sont les plus grands et les moins répétés sont les plus petits.

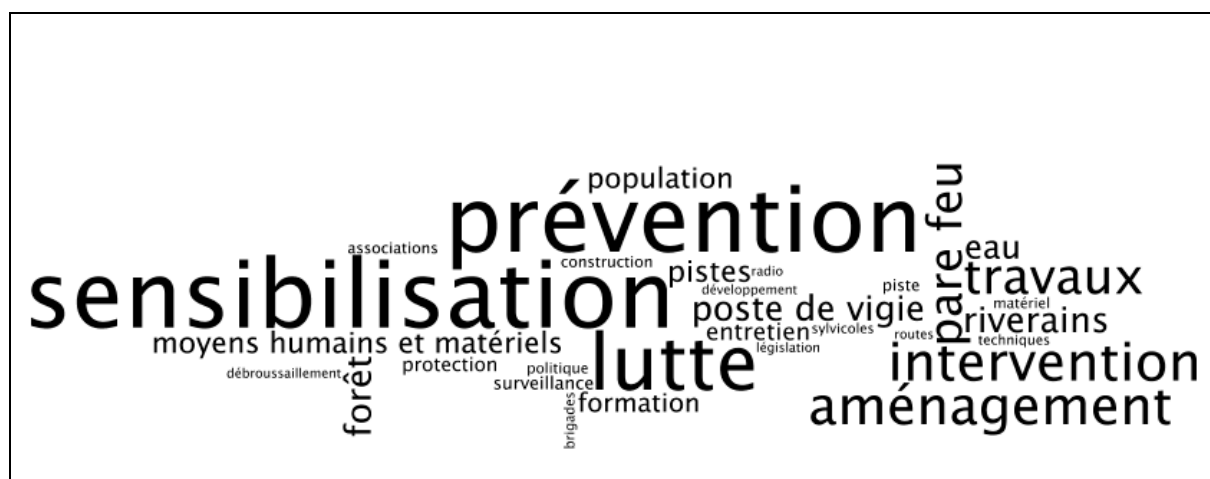


Figure 70. Le nuage de mots les plus fréquemment cités (Meddour-Sahar, 2014).

Dans le graphique, l'accent est mis sur la prévention et sensibilisation, plutôt que sur la lutte. Cette observation rejoint les résultats des travaux de plusieurs auteurs (Arnould et Calugaru, 2008 ; Vélez, 2008 ; Herrero *et al.*, 2009 ; Montiel et San-Miguel, 2009 ; Moreira *et al.*, 2011

4. Discussion

4.1. Causes

Le problème de la prévention des incendies de forêt dans la plupart des pays méditerranéens est un problème essentiellement social, car l'homme y a un rôle majeur (Benoit de Coignac et Bonnier, 2000).

L'analyse des causes peut aider à déceler les tendances, la concentration, les répétitions liées à la géographie humaine et sociale. Il y a une vaste panoplie d'outils à utiliser (enquêtes, méthode Delphi, *focus groups*, etc.) pour réaliser une connaissance adéquate du problème, qui est incontournable pour chaque décision relative à la planification du dispositif et son aspect budgétaire. L'absence en Algérie d'un programme institutionnalisé d'enquêtes sur les causes des incendies réduit l'efficacité potentielle des programmes de prévention, par manque d'actions ciblées sur les groupes humains (Meddour-Sahar *et al.*, 2013c). Cette absence est en contraste avec l'orientation générale des institutions qui mettent en évidence l'importance d'une telle analyse (FAO-UNESCO, 1987 ; FAO, 2008).

- Les mesures qu'il est possible d'adopter pour combler cette insuffisance sont : élaborer des manuels et des directives spécifiques pour l'analyse et la nomenclature des causes d'incendie à l'image de celle établie par le CEMAGREF pour l'ensemble des pays européens (Ganteaume *et al.*, 2009 ; Camia *et al.*, 2012, Ganteaume *et al.*, 2013).
- Évaluer et concevoir des mesures de prévention des incendies en fonction de l'analyse des causes des incendies dans le temps, y compris l'élaboration de plans de prévention des incendies, qui répondent à la réalité sociale du territoire (Delogu, 2013).

4.2. Législation

Il faut restaurer et étoffer le cadre juridique et insérer le secteur des forêts dans les stratégies de développement national. La réforme de l'appareil législatif actuel s'impose, et le problème des incendies doit être considéré, comme facteur de déséquilibre territorial et d'accélérateur de la désertification.

Un autre aspect non marginal, c'est la codification et l'attribution des responsabilités aux structures concernées, pour éviter la duplication qui en diminue l'efficacité et trouver, au contraire, une coordination fonctionnelle respectueuse des professionnalités, des expériences et des spécialisations.

4.3. Planification

Planifier les activités de maîtrise des incendies n'est pas seulement augmenter le nombre des véhicules 4 x 4 et décider le meilleur déploiement des moyens techniques et ressources, mais aussi l'intégration dans cette activité d'autres initiatives qui se déroulent dans le même domaine, dans l'optique d'une économie d'échelle.

Tout cela passe par la rédaction des plans de défense à moyen terme (5 à 10 ans), qui doivent dépasser l'actuelle forme plutôt simplifiée de document qui se limite à rappeler les modalités réglementaires et organisationnelles de la lutte. Un plan DFCI à l'heure actuelle consiste seulement dans une liste des arrêtés d'ouverture et de clôture de la campagne de lutte, ainsi que celui portant mise en place des postes de vigie, des comités opérationnels de lutte à différents niveaux (COP, COD, COC et COR), et le recueil des moyens humains et matériels à mobiliser par chaque organisme.

Un plan de défense doit être surtout un instrument d'analyse et de diagnostic du problème, et après, d'identification des lignes directrice d'action, par rapport aux différents niveaux de risque identifiés par zones homogènes et de leur planification dans l'espace et dans le temps (Blanchi, 2001 ; Blanchi *et al.*, 2003). Son caractère d'instrument de diagnostic doit s'appuyer sur une meilleure évaluation de chaque incendie en termes de surfaces parcourues, à réaliser avec les instruments GPS et non par une estimation visuelle comme cela se fait actuellement. Les PPF devraient s'intégrer dans les instruments de planification du territoire et être complétés aussi par une section budget.

Dans la planification, il faut inclure aussi la création d'un réseau de prévision météo du danger, en utilisant les stations météo déjà existantes, quelle qu'en soit l'agence gestionnaire, en les ajoutant là où elles sont nécessaires pour améliorer le quadrillage.

L'indice de danger doit être intégré comme outil habituel pas seulement dans le déploiement des moyens de lutte, mais aussi dans la gestion préventive de toutes les activités d'emploi du feu en agriculture au niveau territorial. Dans l'attente d'un système national efficace et

homogène, on peut travailler sur les prévisions EFFIS par l'UE, qui couvre le Nord du pays (Abbas, 2012).

Les politiques sont d'autant plus difficiles à mettre en œuvre, qu'elles doivent concilier principe de précaution, prévention, et pression urbaine toujours plus forte dans les régions littorales. Les risques semblent devoir augmenter pour l'avenir (Devos, 2008). Enfin, nous pouvons indiquer l'intégration de la population dans les programmes de défense et de développement, aussi par le biais des PPDR, afin de les intéresser et impliquer durablement à la préservation du patrimoine, dans l'esprit d'une foresterie sociale.

Les mesures structurelles doivent être aussi mise en place pour valoriser la production forestière. Dans le même sens, des mesures incitatives à faire ou non certaines activités traditionnelles doivent être mise en place.

Le dernier point se heurte à un certain immobilisme en milieu rural, mais le respect de la tradition ne peut pas justifier certaines pratiques désormais non soutenables, en premier lieu le brûlage incontrôlé des résidus agricoles et des ordures.

4.4. Sensibilisation

La sensibilisation, destinée à réveiller l'attention des personnes en milieu rural sur les risques pour leurs vies, biens et économies, ne peut plus être un ensemble non coordonné d'actions isolées, qui bien que louables, sont hélas presque incapables de donner un résultat.

Elle doit être appuyé par un financement conséquent pour mener à bien les campagnes à long terme et soutenu dans le temps, impliquant les différents secteurs économiques (tourisme, agriculture, élevage). Les campagnes doivent être confiées à des structures spécialisées dans la communication sociale et la propagande. Il ne s'agit pas de stimuler la propension à l'achat des biens, mais de stimuler un comportement cohérent vis-à-vis des problèmes que le passage du feu comporte à tous les niveaux.

Elle doit être aussi ciblée sur la culture de la population rurale et des communautés locales, en employant leur langage et en faisant appel, par exemple, aux leaders locaux d'opinion (sages), qui doivent devenir les récepteurs, intermédiaires et facilitateurs des messages. On remarque ici le rôle possible des forestiers de genre féminin, qui pourraient plus facilement entrer en syntonie avec les femmes des campagnes et des villages.

La sensibilisation doit être orientée sur la mise en évidence du rôle crucial de certaines ressources dans les économies locales, plutôt que sur des concepts de conservation peu compréhensibles et abstraits par rapport au niveau de culture des communautés.

4.5. Formation

La formation est destinée à améliorer les connaissances techniques opérationnelles de gestion pour accroître l'efficacité des actions de lutte. Elle doit être récurrente et pas occasionnelle, ciblée sur les différents grades des hiérarchies et doit intégrer l'expérience pratique en évitant de la marginaliser. Surtout les agents de terrain doivent y trouver un complément et une valeur ajoutée à leur savoir faire.

Une attention particulière doit être adressée au DOE (Directeur des Opérations d'Extinctions), parce que c'est à lui que revient la compétence en matière de décision sur le terrain, y compris les décisions difficiles, telles que l'évacuation, mais surtout la responsabilité pénale (par exemple l'accident de travail).

La formation doit valoriser et transmettre sur la réalité du pays, les résultats déjà acquis dans d'autres situations, tels que l'adoption routinière d'instruments d'aide à la décision (logiciels de simulation du comportement du feu, etc.).

4.6. Organisation

Le service des forêts doit être restitué à son rôle historique dans la planification et gestion des forêts et, pour cela, il faut davantage le doter en ressources humaines et financières. Il faut ajouter aussi la restitution de leur rôle institutionnel aux forestiers, rôle qui s'alimente d'aspects formels (arme, menottes, uniforme) et d'outils juridiques, qui ne doivent être indirectement incitatifs de l'impunité, tels que l'actuelle insuffisance des sanctions. Un rôle qui redonne dignité au service doit, de l'autre côté, s'accompagner par une approche respectueuse des riverains, pour oublier les situations historiques outrageuses et oppressives d'utilisation du pouvoir se traduisant en conflits (Lapie, 1928 ; Plit, 1983 ; Berchiche, 1986 ; Dumoulin, 2009).

En outre, une meilleure coordination entre les différents acteurs (Ministères, administrations, entreprises, etc.) est nécessaire, pour éviter les duplications, mais également les manques.

Il nous semble important que le service des forêts et celui de la protection civile soient mieux coordonnés en termes des responsabilités, chaîne de commande, compétences, mais aussi de formation.

4.7. Dispositif DFCI

Le dispositif actuel reprend le modèle de l'époque coloniale se limitant aux points d'eau, pare-feu et pistes. Le même constat est fait en Tunisie par Abdelmoula (2005).

Sur le terrain, la répartition des centres de secours relève d'une logique urbaine et leur aire d'intervention ne tient pas compte des formes d'usage du sol dans l'espace rural. Comme on l'a vu dans le chapitre 8, la distribution des infrastructures de DFCI ne répond pas non plus complètement à la géographie du risque. La densité des pistes forestières varie de 0,3 km/100 ha à Saïda à 1,76 km /100 ha à Mostaganem. Vingt wilayas ont une densité inférieure à 1 km par 100 ha de forêt et parmi elles, des wilayas très sensibles aux feux, comme Tipaza, Tlemcen, El Tarf, Bejaïa, Annaba, Skikda et Ain Defla. A l'inverse, dix-huit wilayas ont une densité égale ou supérieure à 1 km par 100 ha de forêt. Parmi elles, des wilayas faiblement sensibles aux incendies de forêts. Dans certains cas, il s'agit de wilayas touristiques ou de premier rang dans l'organisation territoriale, comme Ain Temouchent, Mostaganem, Oran ou Constantine, et pour cela privilégiées dans la réalisation d'infrastructures « visibles ». Le même constat peut être fait pour les autres infrastructures de DFCI. Le dispositif de défense, réparti selon des logiques administratives et territoriales, est donc finalement plus proche de la géographie de la population que de celle de la végétation et du risque d'incendie.

Le dispositif de DFCI issu de la planification devrait consister dans le déploiement stratégique et tactique des ressources sur le terrain, suite à l'analyse du risque. Il doit aussi accorder une priorité à la prévention, dans l'optique d'un contrôle de première intervention du territoire continue et dissuasif, plutôt que suivre le schéma rigide du système de réponse à l'alarme (Vélez, 1999 ; Castellò Vidal et Tehas Puig, 2003).

Les ressources humaines doivent considérer avec attention le recrutement des riverains, pour augmenter le degré de participation, sans créer le redoutable phénomène des intérêts que la participation payante à la lutte peut entraîner.

Les infrastructures déjà existantes doivent être valorisées et actualisées, pas seulement par l'entretien nécessaire, mais aussi par la diversification. Par exemple, le pâturage réglementé dans les bandes coupe-feu, la culture avec des céréales ou arbres fruitiers pour accroître le degré d'implication des bergers et riverains.

L'une des avancées dans le domaine de l'aménagement des massifs forestiers est le recours aux *coupures de combustible* (Duché et Rigolot, 2000). Par ces dernières, on sort de l'archétype du « pare-feu », dont l'objectif exclusif serait la limitation des surfaces brûlées, en reconnaissant finalement que l'atténuation des effets du feu sur l'écosystème ou sur d'autres enjeux est une fonction opérationnelle souvent plus réaliste (Rigolot, 2008). L'entretien des coupures peut être assuré de manière pérenne par une activité agricole, dont la production soit peu combustible, et cette approche doit être encouragée. Le *brûlage dirigé* pourrait être une autre technique à introduire, mais adaptée aux différents contextes (modèles territoriaux) : les zones rurales abandonnées, les friches urbaines, les friches rurales, et surtout les zones d'interface.

4.8. Reboisements

Comme déjà vu en chapitre 2, une partie remarquable de la surface forestière de l'Algérie est composée de reboisements, tels que les grands projets de plantation réalisés comme mesures de lutte contre la désertification (Bensaid, 1995 ; Bensaid *et al.*, 1998 ; Bensouiah, 2004 ; Vallejo, 2005).

Les nouvelles superficies boisées doivent s'inspirer du critère de « *wildland partitioning* » (Xanthopoulos *et al.*, 2006) (figure 71), pour répartir la surface forestière totale dans une pluralité de petites surfaces, en partageant pour cela le risque (Perchat et Rigolot, 2005).

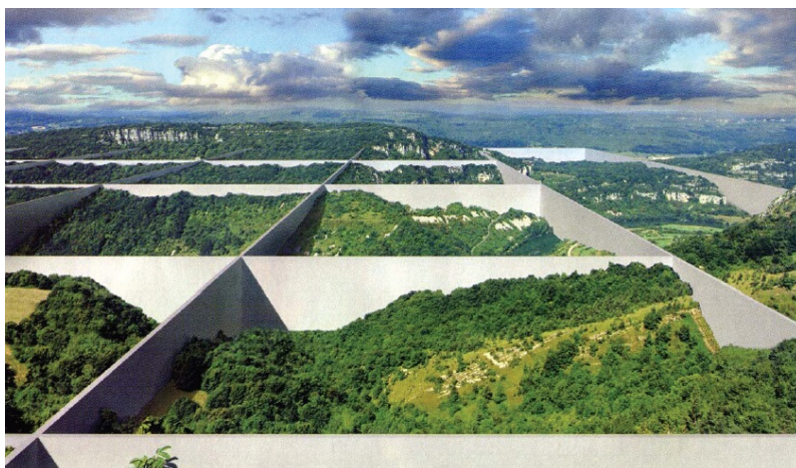


Figure 71. Image idéale et explicative du concept de *wildland partitioning* (Xanthopoulos *et al.*, 2006)

Dans l'optique de la prévention, ces opérations sur une grande échelle doivent considérer l'impact sur l'Homme, pour éviter de nouveaux conflits possibles entre riverains et l'autorité de contrôle, qui pourraient amorcer le cercle vicieux des incendies de représailles contre les inévitables amendes (Kuhlken, 1999 ; Davis, 2004 ; Ford, 2008).

4.9. Sylviculture préventive

La prévention par la sylviculture (Velez, 2000) est insérée dans les principales mesures de prévention des incendies dans la « Déclaration d'Athènes », adoptée à la Conférence de l'UNESCO à Athènes en 1988 (MIO, 2002).

Il s'agit d'une approche préventive basée sur la gestion du combustible dans les zones les plus sensibles et la réduction substantielle de ces combustibles au niveau du paysage. En réduisant le risque d'inflammation des cimes et, pour cela, le comportement potentiel des incendies, on rend plus facile les opérations d'extinction tout en rendant les forêts et les paysages plus durables et avec une plus grande résilience. Au surcroît, la gestion du combustible est considérée comme la mesure préventive la plus importante afin que les forêts méditerranéennes soient capables de s'opposer au changement climatique (Rigolot, 2008 ; Kolström *et al.*, 2011).

La sylviculture peut convenablement contribuer à combler les retards dans les soins aux peuplements, ce qui représente d'autre part un moyen efficace pour le recrutement des riverains (Vélez, 2000).

4.10. Reconstitution

Le feu ne détruit pas entièrement tous les arbres, qui peuvent être simplement léchés par les flammes. Les premières mesures qui s'imposent consistent à évaluer les chances de survie des arbres résiduels. Cette évaluation permettrait un choix judicieux des techniques sylvicoles les plus appropriées à appliquer (Medjahdi Letreuch-Belarouci, 2009). Ces dernières doivent respecter les stratégies de régénération des différentes espèces et se baser sur le respect de leur écologie (Moreira *et al.*, 2012).

Sans recourir à l'utopie des espèces peu ou pas inflammables (inexistantes), dans la reconstitution, il faut privilégier le choix des espèces, comme les feuillus, plus résilientes et résistantes au passage du feu, en essayant d'intégrer la nouvelle surface dans l'économie locale et ses activités, surtout l'élevage.

5. Conclusion

Notre analyse par questionnaire est d'une importance remarquable, parce qu'elle est faite par les mêmes sujets qui ont pour tâche institutionnelle, entre autres, celle des statistiques des incendies de forêts, donc par des experts, capables d'avoir à la fois une vision globale et une capacité à analyser la situation, et de disposer d'une base de connaissances théoriques du domaine et d'un savoir pratique en interaction.

On doit aussi souligner l'originalité de notre étude qui, pour la première fois, a exploré le monde insondable, en Algérie comme ailleurs, de l'organisation étatique contre les incendies, domaine réservé des forestiers. Les résultats de notre questionnaire montrent que ces derniers sont bien conscients de l'importance vitale du secteur forestier, qui impose des actions efficaces contre le feu, et des impacts négatifs sur l'environnement. Ils estiment cependant que la prévention est le meilleur choix stratégique pour faire face au problème des incendies.

En matière de prévention, les experts expriment de bonnes impressions sur l'efficacité des campagnes de sensibilisation, auxquelles toutefois ils reprochent le manque d'action ciblée vers les groupes sociaux impliqués. Une appréciation plutôt modeste est réservée aux enquêtes sur les causes ; pour ces dernières, ils placent en premier lieu les travaux agricoles.

Sur le plan de l'organisation du service de lutte, les réponses soulignent trois points cruciaux :

- le manque de connaissances scientifiques appliquées à la lutte ;
- la mauvaise répartition des compétences et responsabilités des différents acteurs concernés ;
- le manque de formation ou la formation inadaptée du personnel sur la gestion des feux de végétation.

La recherche scientifique est considérée comme nécessaire, notamment dans le recyclage des cadres forestiers, si elle est appropriée, mais en l'état actuel, elle est perçue comme abstraite aux exigences opérationnelles. En effet, les personnes sondées expriment une certaine perplexité au sujet de la recherche dans le secteur forestier. Ils regrettent que les études réalisées ne soient pas rentabilisées, ni divulguées dans le secteur utilisateur, qui au contraire souhaite une meilleure coordination et synergie entre les institutions.

L'instabilité politique des dernières années n'a pas favorisé la situation des forêts algériennes. Par conséquent pour les experts les forêts ne sont pas convenablement gérées. L'insuffisance des textes d'application sur le terrain et le manque d'éducation du citoyen envers la nature rend les tâches du forestier plus difficiles.

Les interviewés expriment l'exigence de normes législatives et réglementaires plus modernes et actuelles, surtout en matière de zones d'interface, qui sont de plus en plus nombreuses.

Les forestiers tiennent, enfin, au dispositif actuel qui est considéré comme bon dans l'ensemble, mais sont réticents à l'utilisation du feu comme outil d'extinction ou de prévention (brûlage dirigé et contrôlé). La non-acceptation envers ces techniques est due notamment aux manques d'information et de formation sur cet aspect et surtout en matière de prévision du comportement du feu.

L'accent doit être mis sur les actions permanentes de prévention plutôt que des mesures de suppression d'urgence (Velez, 2008 ; Arnould et Calugaru, 2008 ; Herrero *et al.*, 2009 ; Montiel et San-Miguel, 2009 ; Moreira *et al.*, 2011).

Les stratégies de prévention doivent être dynamiques, évoluant en fonction du contexte socio-économique et les changements climatiques, et également adaptées aux différentes situations territoriales, en prenant en considération tous les facteurs importants, tels que la valeur de la forêt, le système administratif, le niveau territorial pour la planification, la dynamique spatiale et socio-économique et le développement urbain.

Parmi les possibles et multiples mesures de prévention, il serait souhaitable d'engager une politique de valorisation des productions directes (bois, liège, gemme, plantes médicinales...) ou indirectes (élevage, tourisme...) de la forêt méditerranéenne (AIFM, 2002), pour mieux impliquer les riverains dans la défense de leur cadre de vie.

Tout cela trouve quelques obstacles dans la participation de la « société civile » et des structures politico-économiques nationales et locales dans la maîtrise des incendies, qui demeure très modeste. Les politiques actuelles ne s'intègrent que trop peu dans une réflexion plus globale sur l'aménagement du territoire et les transformations territoriales induites par la croissance démographique, l'évolution des sociétés rurales et le développement de l'urbanisation (Meddour-Sahar *et al.*, 2013).

Références

Abbas M., 2012. Prévention des incendies de forêts en Algérie. Présentation orale lors de l'Atelier sur les incendies de forêts en région méditerranéenne, Batna, du 03 au 05 Décembre 2012. www.eufirelab.org/toolbox2/library/get_reference.php

Abdelmoula K., 2005. *Evaluation de l'efficacité des réseaux de coupures de combustible sur la réduction du risque d'incendie à l'échelle du massif forestier.* Thèse Docteur en Sciences, Université de Provence (Aix-Marseille I) France 200 p.

AIFM (Association internationale des forêts méditerranéennes) 2002. Problématique de la forêt méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, hors série, no 1, 191 p.

Arnould P., et Calugaru C., 2008. Incendies de forêts en Méditerranée : le trop dit, le mal dit, le non dit. *Forêt méditerranéenne*, T. XXIX, n° 3 : 281-296.

Bedrani S., 1992. *Les terres publiques en Algérie. Aperçu sur la législation et les modes d'utilisation par les animaux.* CREAD. 19 p.

Benoit De Coignac G. et Bonnier J., 2000. Le rôle des associations dans la définition d'un modèle de développement durable de la forêt méditerranéenne, pour la prévention des incendies en France. *Forêt méditerranéenne*, t. XXI, n° 4 : 559-562.

Bensaid S., 1995. Bilan critique du Barrage vert en Algérie. *Sécheresse*, 6 : 247-55.

Bensaid S., Hamimi S., et Tabt W., 1998. La question du reboisement en Algérie. *Sécheresse*, 9 (11) : 5-11.

Bensouiah R., 2004. Politique forestière et lutte contre la désertification en Algérie. Du barrage vert au PNDA. *Forêt Méditerranéenne*, t. XXV, n° 3 : 191-198.

Berchiche T., 1986. *Contribution à l'étude socio-économique de la forêt algérienne.* Thèse Magister, INA , Alger, 254 p.

Blanchi R., 2001. *Contribution méthodologique à la conception d'une politique publique en matière de prévention des risques naturels. Application au plan de prévention des risques incendie de forêt.* Thèse de l'École des Mines de Paris. p

Blanchi R., Robert F., et Guarnieri F., 2003. Première analyse du contenu et de la qualité des Plans de prévention des risques naturels (PPR) D'une complexité originelle à une pluralité fonctionnelle. *Les Annales des Mines : Réalités industrielles* : 61-68.

Camia A. , Durrant T., and San Miguel-Ayanz J., 2012. *Harmonized classification scheme of fire causes in the EU adopted for the European Fire Database of EFFIS -Executive report.* Luxembourg: Publications Office of the European Union, EUR 25923, Scientific and Technical Research series, 49 p.

Castellò Vidal J.I., et Tehas Puig A., 2003. Análisis multicriterio aplicado al estudio del riesgo de propagación de un incendio forestal. *Salamandra. Notes sur les feux de forêts* 1 : 66-76.

Clément V., 2005. Les feux de forêt en Méditerranée: un faux procès contre Nature. *L'Espace Géographique*, 4, Tome 3 : 289-304.

Davis D.K., 2004. Eco-Governance in French Algeria: Environmental History, Policy, and Colonial Administration. *Proceedings of the Western Society for French History*, Vol. 32: 328-345.

Delogu M.G., 2013. *Dalla parte del fuoco. Ovvero il paradosso di Bambi*. Edizioni Il Maestrale; 207 p.

Devos P., 2008. Prévention des incendies : nouveau contrat entre société et propriétaires ? Journée d'étude « Forêt et incendies » organisée par le GHFF, Paris, 27 janvier 2007. *Groupe d'Histoire des Forêts Françaises. Bulletin d'information* N° 27: 14.

D.G.E., 2001. *Projet national ALG/98/G31. Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques*, 131 p.

Drine I., 2011. *Climate Change Compounding Risks in North Africa*. Working Paper No. 2011/32. UNU World Institute for Development Economics Research (UNU-WIDER), 19 p.

Dubois S., Mohib N., Oget D., Schenk E., et Sonntag M., 2006. Connaissances et reconnaissance de l'expert. *Les Cahiers de l'INSA de Strasbourg*, 1: 69-108.

Duché Y., et Rigolot E., 2000. Conception des coupures de combustible : mises au point préliminaires. In *Rigolot, E. et Costa, M. (coord.) Conception des coupures de combustible. Réseau Coupures de combustible, RCC n°4 - Éd. de la Cardère Morières* : 17-19.

Dumoulin J., 2009. Les relations entre l'armée et l'administration forestière en Algérie du début de la colonisation au début du XXe siècle. *Forêt méditerranéenne* t. XXX, n° 3 : 267-276.

EFIMED 2012. *The fight against forest fires: an inconvenient truth?* EFIMED network news. Mediterranean Regional Office of the European Forest Institute.
<http://news.efi.int/newsletter/view/efimed-newsletter-august-2012/1044>

Elasha B.O., 2010. *Mapping of Climate Change Threats and Human Development Impacts in the Arab Region*. United Nations Development Programme Regional Bureau for Arab States Arab Human Development Report Research Paper Series, 51 p.

FAO, 2008. *Report: Workshop on forest fires in the mediterranean region: Prevention and regional cooperation, Sabaudia, Italy*. 22 p.

FAO-UNESCO, 1987. *The Athens Declaration, adopted at the International Symposium for the Formulation of an Effective Strategy for the Prevention of Forest Fires in the Mediterranean Region, Athens, 8-12 April 1987*.

FIRESMART, 2011. *Forest and Land Management Options to Prevent Unwanted Forest Fires*. GA 243840 PROJECT Work-shop 2nd 19th October, p

Ford C., 2008. Reforestation, Landscape Conservation, and the Anxieties of Empire in French Colonial Algeria. *The American Historical Review* 2 : 341-362.

Ganteaume A., Jappiot M., Long M., Lampin-Maillet C., Duche Y., Savazzi R., Bonora L., Conese C., Piwnicki J., Ubysz B., Szczygiel R., Galante M., Ferreira A., and Suarez-Beltran J., 2009. *State of the art*. Deliverable D 1.1. Contract number 384 340 "Determination of forest fire causes and harmonization for reporting them". European Commission. p

Ganteaume A., Camia A., Jappiot M., San-Miguel-Ayanz J., Long-Fournel M., Lampin C., 2013. A Review of the Main Driving Factors of Forest Fire Ignition Over Europe. *Environmental Management* 51: 651–662.

Giannakopoulos C., Le Sager P., Bindi M., Moriondo M., Kostopoulou E., and Goodess C.M., 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming, *Glob. Planet. Change*, 68 (3) : 209-224.
doi:10.1016/j.gloplacha.2009.06.001

Goldammer J.G., Statheropoulos M., and Andreae M., 2009. Impacts of vegetation fire emissions on the environment, human health, and security: a global perspective. In: *Bytnerowicz, A., Arbaugh, M., Riebau, A., Andersen, C. (Eds.), Wildland Fires and Air Pollution. Developments in Environmental Science*, vol. 8. Elsevier, Amsterdam : 32-36.

Gonçalves Ferreira A., 2013. DFCI in South Portugal: UNAC's Experience and the role of the Rural Development Program (EAFRD) - *IVth International Conference Strategies on Forest Fire Prevention in the Southern European Forests Bordeaux, 9-13 Fevr. 2013-02-27*.
<http://www.efiatlantic.efi.int/>.

Herrero G., Lázaro A., and Montiel C., 2009. A Comparative Assessment of the European Forest Policies and Their Influence in Wildfire Management.. In *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Common Problems and Approaches*, General Technical Report PSW-GTR-227. pp. 273-282
http://news.efi.int/files/attachments/.../apr_2010/psw_gtr227_en.pdf

Hirsch K.G., 2006. *Stratégie canadienne en matière de feux de forêt: synthèses générales : analyses et perspectives* / K.G. Hirsch et P. Fuglem. Monographie électronique en version PDF http://www.ccfm.org/pdf/cwfs_Analysis_F_web.pdf

Jollands M., Morris J., and Moffat A.J., 2011. *Wildfires in Wales*. Report to Forestry Commission Wales. Forest Research, Farnham, 107 p.
<http://www.forestry.gov.uk/fr/wildfiresinwales#finalreport>

Koulelis P., and Mitsopoulos L., 2009. A Study of the Socioeconomic Factors Influencing Wildfire Occurrence in Mediterranean Basin Countries. In *Proceedings of the Third*

International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Common Problems and Approaches. General Technical Report PSW-GTR-227: 314-320.
news.efi.int/files/attachments/.../apr_2010/psw_gtr227_en.pdf.

Kuhlken R., 1999. Settin' the Woods on Fire: Rural Incendiarism as Protest. *Geographical Review* Vol. 89, No. 3: 343-363.

Landry M., and Banville C., 2002. Repères pour la formulation des problèmes organisationnels complexes. *Revue Gestion*, 19 (4) : 127-147.

Lapie G., 1928. La sylviculture française dans la région méditerranéenne. *Annales Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy*, pp 29-105.

Letreuch Belarouci N., 1995. *Réflexion autour du développement du forestier : les zones à potentiel de production*. O.P.U. Algérie 69 p.

Likert R (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology* 140: 1-55.

Medjahdi Letreuch-Belarouci A., Letreuch-Belarouci N., Benabdeli K., et 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*, XXX, 3 : 231-235.

Meddour-Sahar O., Lovreglio R., Meddour R., Leone V., Derridj A., 2013 b. Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria): results of a survey. *Open Journal of Forestry*, 3: 30-40. doi: 10.4236/ojf.2013.31006.

Meddour-Sahar O., González Cabán A., Meddour R., Derridj A., 2013 c. Wildfire Management Policies in Algeria: Present and Future Needs. Public policies .In González-Cabán, Armando, (tech. coord.). *Proceedings of the fourth international symposium on fire economics, planning, and policy: climate change and wildfires*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-245 (English) pp 245-382. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 405 p.
http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/

Meddour-Sahar O., González Cabán A., Meddour R., Derridj A., 2013. Políticas de Manejo de Incendios Forestales en Argelia: Necesidades Presentes y Futuras. .In González-Cabán, Armando, (coord. Tech.) *Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales*, Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-245 : 410-425. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 405 p.

Micillo G., 2013. Example from the Province of Imperia, Italie. *IVth International Conference "Strategies on Forest Fire Prevention in the Southern European Forests"* Bordeaux, 9-13 Fevr. 2013.

Miralles M., Kraus D., Molina F., Loureiro C., Delogu G., Ribet N., and Vilalta O., 2010. Improving suppression fire capacity. Chapter 5.3. In *Towards Integrated Fire Management-*

Outcomes of the European Project Fire Paradox (Silva JS, Rego F, Fernandes P, Rigolot E eds). Research Report 23, European Forest Institute, Joensuu, Finland: pp 203-215.

MIO (Mediterranean Information Office) 2002. *The Athens Declaration on Forest Fires* (1987). http://www.mio-ecsde.org/Publications/Other/agreed/2_agr.htm

Mitroff I., and Turoff M., 1975. Philosophical and methodological foundations of Delphi. In *The Delphi Method: Techniques and Applications* (Linstone H. & Turoff M. eds). Addison-Wesley, Reading, MA, pp. 17–35.

Molina D., Castellnou M., García-Marco D., and Salgueiro A., 2010. Improving fire management success through fire behaviour specialists. In *Towards Integrated Fire Management-Outcomes of the European Project Fire Paradox* (Silva JS, Rego F, Fernandes P, Rigolot E eds). Research Report 23, European Forest Institute, Joensuu, Finland, pp. 105-119. http://www.mio-ecsde.org/Publications/Other/agreed/2_agr.htm

Montiel C., and Herrero G., 2010. An overview of policies and practices related to fire ignitions at the European Union level. In *Towards Integrated Fire Management- Outcomes of the European Project Fire Paradox* (Silva JS, Rego F, Fernandes P, Rigolot E eds). Research Report 23, European Forest Institute, Joensuu, Finland, pp 35-46.

Montiel C., et San-Miguel-Ayanz J., 2009. Acting on Wildfire Risk: What Practices, Strategies and Policies - Policy Analysis Reveals the Need for New Approaches. In *Birou Yves, editor. Living with wildfires: what science can tell us*. Joensuu (Finland): European Forest Institute, Discussion Paper 15, pp. 63-70.

Moreira F., Arianoutsou M., Corona P., and de las Heras J. (eds.), 2012. *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*, Managing Forest Ecosystems 24, Springer, Dordrecht, 329 p.

Moreira F., Viedma O., Arianoutsou M., Curt T., Koutsias N., Rigolot E., Barbati A., Corona P., Vaz P., Xanthopoulos G., Mouillot F., and Bilgili R. 2011. Landscape wildfire interactions in southern Europe: Implications for landscape management. *Journal of Environmental Management* 92 : 2389- 2402.

Perchat S., et Rigolot E., 2005. *Comportement au feu et utilisation par les forces de lutte des coupures de combustible touchées par les grands incendies de la saison 2003*. Réseau Coupures de combustible, N. 9. Éd. de la Cardère Morières, 55 p.

Picardo Nieto Á., 2013. Forest Fire Prevention in Castilla y León In “*The Forest Action Plan, Plan 42 & other actions*” *IVth International Conference “Strategies on Forest Fire Prevention in the Southern European Forests”* Bordeaux, 9-13 Fevr. 2013

Rego F., Alexandrian D., Fernandes P. and Rigolot E., 2007. Fire Paradox: An innovative Approach of Integrated Wildland Fire Management - A joint European initiative. In: *Proceedings 4th International Wildland Fire Conference, Seville, Spain, 13-17 may 2007. Thematic session N°2*. 15 p.

Ribet N., 2002. La maîtrise du feu un travail "en creux" pour façonner les paysages. In *D. Woronoff (dir.), Travail et paysages, Paris, Éditions du CTHS, Actes du 127e Congrès du CTHS « Le travail et les hommes », Nancy 15-20 avril 2002* : 167-198.

Rigolot E., 2008. Prévention : de l'équipement des massifs au brûlage dirigé en passant par la dent du mouton. *Forêt méditerranéenne t. XXIX, n° 4* : 399-406.

Sari D., 1976. *L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie)*. Ed. SNED, 224 p.

Sebastián-López A, Hernando Lara C., Planelles R. , Buffoni A. , Boström C. , Alves R. , Jappiot M. , and San Miguel Ayanz J., 2011. EU-FIRESMART: Forest and land management options to prevent unwanted forest fires. *Wildfire. 5th International Wildland Fire Conference, 9-13 May 2011, South Africa*.

Sivak H., 2008. *Law, Territory, and the Legal Geography of French Rule in Algeria : The Forestry Domain, 1830-1903*. Dissertation, PhD in Geography, UCLA, University of California, The Gustav E. von Grunebaum Center for Near Eastern Studies, Los Angeles, 323 p.

Taylor D.A., 1994. Lorsque les conflits intéressent les forêts. *Unasylva*, 217 : 48-49.

Taylor D., 1997. Seeing the forests for more than the trees. *Environmental Health Perspectives*, 105 (11): 1186-1191.

Thieba D., 1997. Conflits et gestion des ressources naturelles. In *Becker C. et Tersiguel P. (éds.), Développement durable au Sahel*. Dakar/ Paris, Sociétés, Espaces, Temps / Karthala, 1997 : 73-87.

Vaiss P., 2007. *Articuler les niveaux territoriaux de l'action publique. La politique de sécurisation du territoire contre les incendies de forêts*. Thèse de Doctorat en Sociologie Institut d'Etudes Politiques de Paris, Ecole Doctorale des Sciences Po, 345 p.

Vallejo, R., 2005. Chapter 45. Restoring Mediterranean forests. In *S. Mansourian S., D. Vallauri, & N. Dudley (Eds.) Forest restoration in landscapes: beyond planting trees* 313-319. New York: Springer.

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

Vélez R., 2000. *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.U., Madrid : 1302 p.

Wilson C.C., 1976. Detection and control of forest fires for the protection of the human environment, *Project 0206-74-003, Publ. M/LO788/E/1.78/1/70, FAO, Rome*.

Xanthopoulos G., 2012. Evolution of the forest fire problem in Greece and mitigation measures for the future. In G. Boustras and N. Boukas (Eds.) *Proceedings of the 1st International Conference in Safety and Crisis Management in the Construction Tourism and*

SME Sectors (1stCoSaCM)Nicosia, Cyprus, 24-28 June 2011. Boca Raton, Brown Walker Press.

Xanthopoulos G., Caballero D., Galante M., Alexandrian D., Rigolot E., and Marzano, R., 2006. Forest fuels management in Europe 24-46. In *Andrews, Patricia L.; Butler, Bret W., comps. 2006 Fuels Management – How to Measure Success: Conf. Proc., 28-30 March, Portland, OR, USA.* Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO. RMRS-P-41, 809 p.

DISCUSSION ET CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif principal de cette thèse était l'analyse du risque, l'étude des causes, l'évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion des incendies de forêt en Algérie. Pour cela, nous avons procédé à des enquêtes quantitatives et qualitatives auprès des différents acteurs, ainsi qu'à l'analyse de documents officiels qui ont été mis à notre disposition.

Pour la première partie de cette recherche, nous avons mis en évidence que par l'approche statistique descriptive, les zones sensibles, où ont eu lieu les incendies les plus fréquents, sont maintenant bien connues et cartographiées pour faciliter la gestion aux forestiers. Cette connaissance du risque à l'échelle de la wilaya peut faciliter la tâche aux décideurs au niveau central, pour une répartition adéquate des budgets (relatifs notamment aux aménagements de DFCI dans les wilayas et les communes les plus touchées par les incendies de forêt), basée sur des critères objectifs et non sur des critères purement administratifs sinon politiques.

Pour la deuxième partie de ce travail, la recherche a été menée à l'aide de trois enquêtes quantitatives qui montrent que la majorité des origines des incendies sont due principalement à une utilisation inappropriée et négligente du feu en agriculture, aux comportements conflictuels et aux tensions sociales. En outre, quelque soit le critère d'analyse et d'échelle, les causes les plus évidentes sont représentées par le pastoralisme, les travaux agricoles, les décharges sauvages, la reprise d'incendie et les feux politiques.

Pour la troisième partie de ce travail, nous avons observé que malgré l'augmentation et l'amélioration des moyens de lutte, les incendies de forêts sont de plus en plus nombreux. Cet état de fait est notamment imputable à des politiques publiques focalisées surtout sur la lutte et non sur la prévention.

En conclusion, nous avons procédé à une analyse SWOT pour mettre en évidence les points forts et les points faibles de la gestion forestière.

1. Analyse spatiotemporelle et géographie du risque

Sur le plan temporel, nos résultats à l'échelle nationale révèlent que pour la période étudiée (1985-2010), l'Algérie a connu un grand nombre de feu par an : en moyenne 1.637 feux, qui ont parcouru une surface de 35.025 ha, avec une fluctuation interannuelle et périodique des pics très accentuée. Les incendies semblent refléter une réalité sociale et politique (Davis, 2004 ; Ford, 2008).

Au niveau de la région Nord-Centre (Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes), on a enregistré une moyenne annuelle de 325 feux et 4.758 ha de surface parcourue. Le feu moyen est de 19,87 ha/feu à l'échelle nationale et de 14,64 ha/feu pour la région Nord-Centre. Ce qui implique une probable meilleure réactivité dans cette région, où les habitations sont à proximité des massifs, augmentant sensiblement le risque.

Le nombre de feu présente une tendance nettement à la hausse. A l'inverse, pour la surface parcourue une légère tendance à la baisse est observée, traduisant une certaine efficacité de la lutte. Cette constatation est un fait commun avec d'autres pays de la rive nord de la Méditerranée, par exemple l'Italie, l'Espagne et la Grèce (Blasi *et al.*, 2004 ; Velez, 2008 ; Xanthopoulos, 2008).

Le mois qui a enregistré le plus grand nombre d'incendies (39,66 %) et la plus grande surface parcourue (51,68 %) est le mois d'août. Malgré des échelles géographiques différentes, des taux similaires sont observés au niveau de la région Nord-Centre, avec 39,63 % pour le nombre et 53 % pour la surface.

Les incendies se concentrent dans la tranche horaire 10-18 h, avec 78 % du nombre total ; le maximum est enregistré entre 12-16 h (48 %), au niveau national et régional, mais sans aucune prépondérance significative pour un quelconque jour de la semaine.

La forêt représente la formation végétale la plus sensible au feu (58 %), comparativement aux maquis et « broussailles ». L'essence la plus touchée par le feu à l'échelle nationale est le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.).

Une majorité des feux (soit 80 %) est maîtrisée avant que la surface parcourue n'atteigne ou ne dépasse 10 ha par feu, faute d'une détection et une intervention rapide. Cependant, certains incendies échappent à la première intervention et affectent des superficies plus vastes, de 100 ha et plus, dits grands feux (Meddour-Sahar et Derridj, 2012). En effet, on se rend compte que depuis les dernières années, les bilans lourds sont le fait de ces grands feux. Quoique ne représentant que 3,96 % des feux, ils ont parcouru 59,88 % de la surface dans la région Nord-Centre. Ils ont un très grand impact sur les processus de l'écosystème et sont une grande menace pour les valeurs humaines, la production et les infrastructures surtout dans l'interface forêt-habitat (Parisien *et al.*, 2004 ; Costa Alcubierre *et al.*, 2011).

Les années avec des surfaces importantes se succèdent durant la période étudiée (1993, 1994, 2000, 2007), avec un temps de retour très rapproché sur les dernières périodes, en totale analogie avec tous les pays de la rive nord du bassin méditerranéen (EC, 2010, 2011), suite aux changements climatiques à la multiplication des étés caniculaires (Hansen *et al.*, 2012 ; Stefanon, 2012) et aux troubles politiques dans certains pays (Ramade, 1997 ; Skouras et Christodoulakis, 2011, 2013).

La dynamique des surfaces parcourues semble en effet bien répondre, aussi bien en Algérie, comme en Grèce, à Chypre et en Turquie et plus récemment en Tunisie et en Galice (Espagne), à l'observation que les années de troubles et d'instabilité politique et sociale s'accompagnent d'accroissement du phénomène (Kailidis, 1991 ; Papastavrou, 1992 ; Alexandrou, 1995 ; Dimitrakopoulos, 1995 ; Bilgili, 1997 ; Iliadis *et al.*, 2002 ; Bilgili, 2005 ; Deback, 2013 ; San Miguel *et al.*, 2013).

Suite à nos résultats, il serait souhaitable sur le plan opérationnel de concentrer les efforts de patrouille et de surveillance, durant la période diurne 10-18 h, avec un maximum de surveillance entre 12-16 h, et plus spécialement durant le mois d'août, où une extrême vigilance est exigée, surtout dans les zones d'interfaces et là où le *risque*, c'est-à-dire la prédisposition au feu (Haight *et al.*, 2004 ; Finney, 2005 ; Tutsch *et al.*, 2010) et le *danger*, c'est-à-dire la facilité de propagation (Arpaci *et al.*, 2010) atteignent des valeurs critiques.

Les grands incendies restent un problème, car ils sont le fait d'une conjonction de facteurs différents, tels que le vent, la sécheresse, la fréquentation du public et autres (Chevrou, 1998, 2001 ; Branka, 2001 ; Favre et Schaller, 2004 ; Pyne, 2007 ; Gomes et Radovanovic, 2008 ; Moreira *et al.*, 2011 ; Williams *et al.*, 2011). Il est cependant nécessaire de mieux connaître les causes pour essayer de mener des actions plus efficaces, quoique non résolutes sur le plan de l'organisation de la lutte.

Sur le plan spatial, les situations entre wilayas s'avèrent très divergentes et certaines d'entre elles sont particulièrement touchées par les incendies de forêts, à l'image des wilayas littorales du Nord-est algérien et plus spécialement la région Kabyle disposant d'un patrimoine subéridique important.

La région Nord-Centre est très touchée aussi, cela est en grande partie lié à la forte densité des populations, localisées autour et à l'intérieur des massifs forestiers, et à la complexité des

opérations de prévention et de lutte, en raison du relief très accidenté et de l'insuffisance des accès qui caractérisent ces wilayas fortement boisées. Les configurations de contact entre espaces naturels et anthropiques posent des problèmes majeurs en terme de gestion territoriale (Caballero *et al.*, 2007 ; Lampin-Maillet, 2009, 2010 ; Xanthopoulos *et al.*, 2012).

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, à cause d'une biomasse combustible croissante, car en zone d'interface aucune forme de gestion n'est appliquée (Cohen, 2004 ; Xanthopoulos, 2004 ; Caballero *et al.*, 2007 ; Herrero, 2009 ; Lampin-Maillet *et al.*, 2009, 2010 ; Galiana-Martin, 2011 ; Xanthopoulos *et al.*, 2012).

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 qui rejoint nos résultats au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou (Meddour-Sahar et Derridj, 2010). Ce constat est vraisemblablement lié à l'emploi malveillant du feu pour récupérer rapidement les surfaces destinées à l'urbanisation (étalement urbain), qui se fait au détriment de la conservation de l'environnement. L'incendie comme action prodromique de l'urbanisation illégale est un phénomène suffisamment théorisé (Gonzalez, 2007) et connu (Dimitrakopoulos, 1995 ; Bassi et Kettunen, 2008).

Nous soulignons l'importance de la connaissance des zones sensibles (ou *rouges*) 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).

2. Causes des incendies de forêt en Algérie

Les conditions d'apparition des incendies dépendent de causes humaines qui ne sont pas bien déterminées. Les statistiques officielles algériennes admettent en effet que 80 % de causes sont inconnues (Berchiche, 1986 ; Meddour-Sahar, 2008 ; FAO, 2012) et pour les 20 % restants, elles tendent à proposer des interprétations, comme « l'origine naturelle » du phénomène ou bien « les conditions climatiques », dont l'action comme facteur déclenchant est inexistante. Les grandes chaleurs, les conditions d'humidité et de vent concourent à l'ampleur des incendies, mais ne peuvent être considérées comme étant l'origine des incendies (Berchiche, 1986 ; Clément 2004 ; Good *et al.*, 2008 ; Meddour-Sahar, 2008 ; Moreira *et al.*, 2011 ; Meddour-Sahar, 2012).

Il faut toutefois reconnaître que les causes inconnues ne sont pas exclusives à l'Algérie, mais sont une réalité transversale au niveau méditerranéen (Alexandrian *et al.*, 1999 ; Dimitriou *et al.*, 2001 ; Challot, 2004 ; Gomes et Radovanovic, 2008), où quatre pays de l'UE dépassent le seuil des 60 % et les autres pays MENA sont à des niveaux similaires.

Nos enquêtes sur les causes ont porté sur des échelles géographiques différentes : la première est au niveau de trois communes forestières (Meddour *et al.*, 2013c), la deuxième est au niveau des trois wilayas du centre (Meddour *et al.*, 2013d), la troisième au niveau des 40 wilayas du Nord (chapitre 9).

Nous soulignons l'importance de nos enquêtes, qui ont essayé de proposer des données quantitatives sur les causes inconnues, non basées sur les chiffres officiels. On a choisi l'approche *bottom up* en donnant la parole respectivement aux riverains (2010) et aux experts forestiers (2011).

C'est la première fois, à notre connaissance, que des études similaires sont menées en Algérie. Cette procédure n'est pas si fréquente non, plus dans les pays les plus avancés, où des

statistiques sont toujours établies sur la base des connaissances subjectives des professionnels chargés de cette tâche (forestiers, protection civile, gendarmes) et toujours sur la base des rapports incendies, qui sont obligatoires après chaque intervention sur le terrain.

Nos résultats issus de l'enquête avec la population dans trois communes forestières révèlent que les incendies résultent essentiellement de causes volontaires (52,95 %) : les feux pastoraux pour le renouvellement des pâturages (11,30 %), les feux politiques (11,24 %), l'incinération des décharges non contrôlées (6,83 %). Les feux de négligence sont représentés dans l'ordre par les jets de mégots de cigarettes (9,13 %), les travaux agricoles (brûlage après nettoyage, brûlage des chaumes ; 7,03 %), la reprise d'incendie (6,83 %) et les activités forestières dans la forêt (6,31 %).

Les résultats de l'enquête avec les experts à l'échelle des wilayas du Nord-Centre de l'Algérie, identifient comme principales causes :

Pour les événements involontaires (négligences), l'importance de la reprise du feu, car les équipes de pompiers ne s'assurent pas de l'extinction totale des feux (91,49 %), l'utilisation négligente des feux agricoles, le brûlage des chaumes en particulier (80,14 %).

Pour les incendies volontaires (malveillance), l'importance relative des feux allumés pour les changements d'utilisation des terres (77,30 %), la pyromanie (67,38 %) et la collecte de miel (62,41 %). Les décharges sauvages et le brûlage des ordures ont été mentionnés par les experts dans les trois zones d'étude.

L'enquête menée avec la collaboration des forestiers à l'échelle nationale a mis en évidence : l'importance des brûlages des ordures (57,2 %), suivis par les incendies d'origine agricole (55,46 %), suite aux brûlages sans précautions des chaumes et des broussailles par des agriculteurs et des éleveurs, et les causes relatives aux opérations militaires (45,41 %).

Le tableau 31 nous présente les résultats des trois enquêtes d'une façon purement qualitative et descriptive.

Tableau 31. Synthèse des résultats des causes (nombre de personnes sondées)

Niveau local (300)	Niveau régional (141)	Niveau National (228)
Pastoralisme	Reprise d'incendie	Décharges sauvages
Feux pour raisons politiques	Décharges sauvages	Travaux agricoles
Jets de mégots	Travaux agricoles	Opérations militaires
Travaux agricoles	Jets de mégots	Pyromanes
Décharges sauvages	Occupation du sol	Chemins de fer, routes
Reprise d'incendie	Travaux forestiers	Travaux forestiers
Travaux forestiers	Débris de verre	Pastoralisme
Occupation du sol	Pastoralisme	Touristes
Touristes	Pyromanes	Travaux publics
Chercheurs de miel	Chercheurs de miel	Activités de chasse
Conflit avec l'administration	Politique forestière	Foudre

En remplacement des causes inconnues dans les bilans officiels de l'administration forestière, les enquêtes révèlent que la majorité des départs de feu sont dues à des motifs culturels (tradition ancestrale du brûlage des chaumes et pastoralisme), aux conflits (conflits relatifs à la politique forestière, feux provoqués pour des raisons politiques) ou aux tensions sociales

(conflits relatifs à la propriété de la forêt). Les réponses semblent plutôt homogènes en dépit de la différence qui existe entre les différentes zones d'étude et l'échelle d'analyse.

Les causes des incendies surviennent sans aucun doute suite à des forces sociales complexes, environnementales, politiques et économiques, dont l'importance est susceptible de varier selon le pays ou la région.

Les résultats de nos enquêtes confirment cette variabilité d'une région à l'autre, bien que certaines motivations soient communes et récurrentes ; ils confirment aussi que les causes des incendies de forêts sont sensiblement invariables dans le temps, car ils sont principalement liés à la culture et aux traditions locales.

En synthèse, les résultats montrent que le feu est appliqué dans le contexte d'une société rurale, très traditionnelle, caractérisée par une mauvaise capacité de résolution de ses problèmes. Le feu représente une solution préférentielle, qui résout à court terme les problèmes, tels que le renouvellement de l'herbe, le défrichage pour la récupération des terres pour l'agriculture ou pour l'urbanisation, etc., mais par un choix qui est en contraste avec les standards modernes culturels et sociaux. Ce qui rejoint les résultats des travaux de Lovreglio *et al.*, 2006, 2010). Les interactions entre la nature et la société sont nombreuses (Arnould, 2001) et la récurrence des incendies de forêt en est une des conséquences (Amat *et al.*, 2004).

A partir de nos résultats, les incendies se confirment comme le produit d'interactions multiscalaires entre des processus physiques, climatiques et humains qui peuvent difficilement être abordés expérimentalement à petite échelle (Mangiavillano, 2008, 2011).

4. Analyse des stratégies de gestion des incendies de forêt

L'ensemble de l'information recueillie par les questionnaires et les entretiens avec les experts, sur le problème des incendies de forêt, nous permet de faire une analyse à caractère général. L'analyse du problème, tel qu'il est perçu par les experts, nous présente un ensemble de difficultés face à la gravité réelle des incendies. L'analyse a été menée (Tableau 32) par la *SWOT analysis* déjà décrite en chapitre 2.

Notre analyse SWOT révèle un fort déséquilibre entre les 4 catégories, on constate que les points de force sont minoritaires et il y a plus de points négatifs que d'aspects positifs.

Des stratégies de gestion différentes peuvent être envisagées à l'égard de possibles combinaisons logiques de l'analyse SWOT, par exemple :

- une stratégie SO, dans laquelle les forces existantes sont utilisées pour tirer parti des opportunités (cas idéal peu réalisable),
- la stratégie WO, qui vise à réduire les faiblesses et à se préparer à tirer parti des opportunités (cas possible),
- une stratégie ST où les forces existantes sont utilisées pour réduire les menaces (cas difficile à réaliser),
- une stratégie WT dans laquelle réduire les points de faiblesse et les menaces (cas possible).

Nous recommandons pour l'Algérie la stratégie WO et, en voie subordonnée, la stratégie WT.

Tableau 32. Matrice SWOT (AFOM) du secteur forestier et des incendies de forêts en Algérie (Meddour-Sahar, 2014).

Strength/ Atouts	Weakness /Faiblesses
<ol style="list-style-type: none"> 1. Territoire avec une importante vocation forestière à valoriser. 2. Surface forestière en augmentation. 3. Programme de reboisement de 1.245.900 ha sur 20 ans avec un effort d'investissement de 133 millions de \$ US. 4. Présence de formations forestières endémiques avec de bonnes potentialités d'évolution, en majorité à l'intérieur des aires protégées. 5. Remarquable importance des forêts appartenant à l'Etat (forêts domaniales). 6. Tendance à l'expansion de l'aménagement forestier. 7. La forêt élément stratégique contre la désertification. 8. PPDR pour la stabilisation des populations et la création d'emplois. 9. Importance croissante de la télédétection dans la planification des territoires (ASAL). 10. La forêt comme axe productif (agriculture-élevage-forêt). 11. Production des bois et produits forestiers non ligneux. 12. Industrie de transformation de liège. 13. Externalités positives (biodiversité, lutte contre l'érosion, qualité du paysage, etc.). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formations forestières très altérées par la pression anthropique. 2. Absence de gestion moderne des forêts. 3. Absence de sylviculture préventive. 4. Absence de réglementation du pâturage en forêt. 5. Législation non appliquée sur le terrain. 6. Inapplication des mesures préventives. 7. Amendes très modestes, sans valeur dissuasive. Insuffisance des poursuites contre les auteurs. 8. Retraite des forestiers sans nouveau recrutement. 9. Manque de personnel forestier formé dans la lutte. 10. Manque de qualification de la main d'œuvre forestière saisonnière. 11. Prolifération des comités (COP, COD, COC, COR). Coordination intersectorielle presque absente. 12. Manque d'entretien des infrastructures DFCI. 13. Inadaptation de la répartition des moyens à la géographie du risque. 14. Absence de cadastre (constructions illicites). 15. Absence des outils d'aide à la décision. 16. Archives non informatisées. 17. Insuffisante connaissance des causes. 18. Concentration des incendies dans les wilayas côtières. 19. Protection limitée à la lutte. 20. Retard dans la première intervention. 21. Manque des moyens humains pour la surveillance dissuasive. 22. Absence de stations météorologiques dans les zones forestières. 23. Campagnes de sensibilisation génériques. 24. Prise de conscience insuffisante des riverains. 25. Insuffisance des comités de riverains.

Opportunities / Opportunités	Threats /Menaces
<ol style="list-style-type: none"> 1. Possibilité d'améliorer les conditions des forêts existantes par le biais de la sylviculture et des aménagements forestiers. 2. Plans d'aménagement pour toutes les forêts domaniales et leurs applications sur le terrain. 3. Les forêts représentent de grandes potentialités pour le développement d'un tourisme soutenable. 4. Les forêts peuvent être aménagées de manière à valoriser la production en bois et liège. 5. La rationalisation du pâturage pour le rendre compatible avec la sauvegarde des forêts et en plus assurer la création d'emploi et de revenus pour les riverains. 6. Qualification de la main d'œuvre forestière comme facteur de développement des entreprises forestières. 7. Améliorer la formation et les connaissances des combattants des feux. 8. Formation continue du personnel technique. 9. Utilisation experte tactique et préventive du feu dans la gestion forestière. 10. Approbation du Code Forestier. 11. Législation pour l'interface forêt-habitat. 12. La recherche et la communication peuvent favoriser le développement du secteur. 13. Suivi des incendies par des enquêtes policières et judiciaires rigoureuses. 14. Choix des politiques non limitées à l'acquisition des moyens d'extinction. 15. Finalisation du Cadastre Forestier. 16. Subventions et aides économiques à la DGF dédiées à la prévention. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etat avancé de dégradation des forêts. 2. Désertification en progression. 3. Exode rural et rurbanisation. 4. Etalement urbain dans les zones d'interface. 5. Forêts littorales, cible d'incendie criminel. 6. Coupes et constructions illicites. 7. Feux d'interface. 8. Nombre croissant des incendies. 9. Fréquence croissante des grands feux. 10. Pression importante des loisirs sur les zones naturelles. 11. La forêt un bien n'appartenant à personne : "<i>res nullius</i>"¹ dans l'esprit du citoyen moyen. 12. Emploi non réglementé de la ressource forestière. 13. Conflit traditionnel entre pâturage et forêt. 14. Surcharge pastorale dans les forêts. 15. La perte de la profession forestière. 16. Perte des traditions ancestrales dans l'emploi du feu.

A l'avenir, le problème des incendies va prendre de l'ampleur et des feux importants restent probables en Algérie.

Ce pronostic est soutenu par les effets conjugués de trois facteurs défavorables :

¹ *res nullius* : expression juridique latine : bien appartenant à personne.

- Une forte croissance démographique et le développement induit des habitations dans (ou en périphérie) les espaces naturels sensibles au feu par rapport à un étalement urbain incontrôlé.
- Une augmentation et accumulation de la biomasse combustible par manque d'aménagement dans certains espaces boisés.
- Les changements climatiques attendus pour l'Algérie à l'horizon 2020. En effet, on prévoit une hausse de la température de 0,85 à 1,05°C et une baisse moyenne des précipitations de 8 à 13 % pour la saison d'été (MATE, 2001).

Cela nous indique la nécessité d'adopter des politiques différentes pour faire face à un problème qui va s'aggraver de plus en plus au niveau méditerranéen (Drine, 2011 ; FAO, 2011 ; Giannakopoulos *et al.*, 2011 ; Dury *et al.*, 2011). Face à cette prévision, on doit constater que l'actuel modèle de défense adopté par l'Algérie se révèle peu efficient et sera totalement inefficace face à un scénario où les grands feux devraient se multiplier.

L'évaluation de la dimension socio-environnementale des incendies de forêt et la compréhension de son cadre structurel, nous offrent les éléments clés pour une définition des politiques de prévention et de lutte. Les possibles stratégies de lutte peuvent être encadrées dans les trois scénarios suivants :

Scénario de lutte : c'est le modèle actuel adopté dans le pays, qui se base sur la détection et la lutte. Il repose essentiellement sur l'augmentation des moyens humains et matériels ainsi que des infrastructures de DFCI. Malgré l'option sectorielle, c'est le meilleur scénario en termes de *rentabilité politique*. Traditionnellement, il a prévalu dans le discours politique et dans l'opinion publique, et les investissements économiques basés sur cette justification ont aussi eu une tendance positive à la croissance principalement après les années catastrophiques (2007, 2012).

Scénario de prévention active : basé sur l'augmentation des mesures de prévention directe (le débroussaillage le long des routes et chemin de fer, la formation dans le secteur des forêts, etc.) et des infrastructures de prévention (les pare-feu, les points d'eau, les pistes forestières). Il apparaît comme une réaction à des moyens limités pour faire face à la lutte contre les incendies. En dépit de ses coûts élevés d'entretien et de son efficacité limitée, sa *rentabilité politique* est assez élevée, sans se focaliser sur les causes sous-jacentes des incendies de forêt. Il est capable de diminuer la vulnérabilité des écosystèmes forestiers. Grâce à des mesures de prévention et de l'infrastructure de DFCI, il remplace ou amplifie la présence de l'activité agricole sur le territoire et son effet de modification du paysage.

Scénario de prévention passive : basé sur la promotion d'activités agro-forestières dans le cadre du développement en milieu rural, comme élément principal de gestion du paysage. Il diminue fortement la vulnérabilité des écosystèmes et le taux des incendies d'origine accidentelle de manière durable, car il axe son action sur les causes sous-jacentes. C'est le scénario qui nécessite une coordination entre les principaux acteurs, mais avec des résultats à long terme. Il a besoin d'un engagement politique fort et déterminé à cause de son haut *risque* mais faible *rentabilité* politique à court terme.

De nos jours, pratiquement toutes les politiques de prévention et de lutte comprennent des éléments des trois scénarios et il semble logique de penser que tous sont nécessaires. Néanmoins, il faut une meilleure intégration des trois scénarios dans le cadre des stratégies globales pour faire face aux causes sous-jacentes des incendies. Afin d'atteindre cet objectif, il ya aussi un fort besoin de coordination institutionnelle. Au-delà de la participation de la société rurale, l'intégration de la société urbaine dans la discussion sur les mesures visant à

réduire la vulnérabilité des écosystèmes forestiers est un passage essentiel pour améliorer la viabilité politique des propositions et s'attaquer aux causes sous-jacentes.

Les feux de forêt en étant le résultat, entre autres, de la marginalisation du monde rural, la solution à long terme ne peut être que dans la planification. Il est nécessaire que l'aménagement du territoire et la planification puissent promouvoir la cohésion sociale dans le cadre d'une solidarité transversale. Cependant, il faut offrir à la société rurale les mêmes opportunités qu'à la société urbaine, pour assurer la viabilité des activités productives dans le monde rural et la fixation de la population dans ces terres comme élément primaire de la prévention.

À court terme, quelques mesures liées à ce défi global devraient être adressées à la prévention plutôt qu'à l'extinction. En ce sens, il conviendrait de promouvoir les activités liées à :

- La sensibilisation, qui doit essayer de susciter une prise de conscience autonome des riverains et leur implication plus active dans les activités de lutte, dans laquelle ils ne peuvent plus rester spectateurs passifs, mais doivent jouer un rôle actif de participation. Il faut leur expliquer les raisons des actions forestières et la façon dont elles aident à prévenir les incendies. La sensibilisation doit aussi avoir comme cible prioritaire, l'emploi imprudent du feu en agriculture et surtout celui des décharges sauvage. Il ne faut pas seulement diffuser les messages de contenu répressif pendant les périodes de risque élevé, mais aussi des messages d'incitation
- Accorder plus d'importance au niveau conceptuel et économique pour la gestion forestière en tant que moyen de prévention (débroussaillage, éclaircies, etc.). Ces moyens nécessitent un budget inférieur à celui investi dans la lutte et pourraient en plus contribuer à améliorer la qualité de nos forêts. Ce qui en augmenterait l'intérêt économique et la promotion du réseau social et rural, surtout parce qu'ils sont basés sur l'emploi de main d'œuvre en milieu rural.
- Ces actions en forêt ne doivent pas représenter un fait isolé, mais doivent être intégrés dans un plan global d'aménagement du territoire et des lignes directrices générales à tous les massifs.
- Des infrastructures comme le compartimentage des forêts pourraient être utiles, mais à l'apparence, elles ne sont pas les bienvenues à cause de leurs coûts d'exécution et d'entretien. Tout de même, l'exécution de coupures agricoles ou d'actions ponctuelles, telles que le débroussaillage le long de routes, des chemins de fer et des actions adressées à promouvoir des obstacles naturels contre le feu (tels que le nettoyage de la végétation sous les lignes électriques), devraient être considérées comme des actions obligatoires de maintenance.

Face à une réalité sociale marquée par une demande croissante d'usage des forêts, la prévention du risque d'incendie pourrait être un argument pour favoriser la gestion forestière et les activités agricoles qui permettent de conserver ces milieux. C'est-à-dire, prendre en compte la gestion du risque d'incendie non plus comme un problème, mais comme une chance pour le développement des zones rurales, avec des arguments sociaux, écologiques et économiques entièrement justifiés.

Tous cela suppose une véritable révolution culturelle vis-à-vis d'une forêt méditerranéenne trop souvent victime d'images négatives (Clément, 2005), mais dont l'importance n'est pas suffisamment comprise.

5. Perspectives

Ce travail nous ouvre aussi quelques perspectives de recherche pour approcher la politique du feu d'une manière plus fine, celle de la prévention, qui a été préconisée, entre autres, lors de la III^e Semaine Forestière Méditerranéenne (2013), qui s'est tenue à Tlemcen en Algérie.

La prévention est un concept multiple ciblé, entre autres, pour favoriser la résilience des écosystèmes forestiers et autres espaces boisés méditerranéens face aux changements globaux, à travers la mise en œuvre des axes stratégiques suivants :

- Promouvoir la prévention des feux de forêts en intégrant l'évolution des risques liés au changement climatique en cours dans le pourtour de la Méditerranée ;
- Restaurer les territoires forestiers dégradés.

Une attention particulière devrait être accordée aux nouveaux territoires à risque, tels que l'interface forêt-habitat, où des mesures préventives spécifiques doivent être prises en considération. Une recherche dans ce sens dans les wilayas où les habitations sont enclavées dans les massifs serait très intéressante, notamment en Kabylie.

Il faut s'intéresser de plus près aux grands incendies dans un souci de modélisation du phénomène. On souligne l'importance d'une telle approche parce qu'il s'agit d'un phénomène non maîtrisable destiné à s'aggraver en Méditerranée.

Il faut cibler les enquêtes sur les différentes catégories impliquées dans l'emploi du feu, et s'intéresser au savoir ancestral des riverains à l'utilisation du feu (*traditional ecological knowledge*, TEK ; Ribet, 2002), dans l'optique de récupérer et d'exploiter ce savoir dans les nouvelles techniques de lutte (par ex. l'utilisation des feux dirigés).

L'identification des causes, qui est le pilier d'une nouvelle politique basée sur la prévention, commence avec le repère du point d'éclosion par des méthodes, telles que la Méthode des Preuves Physiques (Long *et al.*, 2008, 2009). Cette méthode pourrait être appliquée dans un premier temps à titre expérimental au niveau du canton forestier pour les incendies de surface importante (> 50 ha) et ensuite généralisée dans le pays, parce qu'elle représente entre autres, un excellent instrument de dissuasion.

Références

- Alexandrian D., Esnault F., et Calabri G., 1999.** Feux de forêts dans la région méditerranéenne. Analyse des tendances des feux de forêt en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. *Unasylyva*, 197, 50 : 35-41.
- Alexandrou C., 1995.** La situation chypriote = The situation in Cyprus. In *Chevrou R. (ed.), Delabraze P. (ed.), Malagnoux M. (ed.), Velez R. (ed.). Les incendies de forêt en région méditerranéenne : constitution et utilisation des bases de Données. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n° 25 :55-59.*
- Amat J.P., Arnould P., et Hotyat M., 2004.** Forêts, incendies et tempêtes : des risques récurrents ? In, sous la direction de *Gabriel Wackermann (coord.) La géographie des risques.* Paris, Ellipses: 501 p.
- Arnould P., 2001.** Les forêts entre nature et société, coordination et introduction. *Bulletin des géographes français, géographie* : 107-110.
- Arpaci A., Vacik H., Formayer H., and Beck A., 2010.** *A collection of possible Fire Weather Indices (FWI) for alpine landscapes.* ALP FFIRS, Alpine Forest Fires Warning System, 29 p.
- Bassi S., and Kettunen M., 2008.** *Forest Fires: Causes and contributing factors in Europe.* European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy. Study IP/A/ENVI/ST/2007-15. 49 p.
http://www.europarl.gr/ressource/static/files/projets_pdf/forest_fires.pdf
- Berchiche T., 1986.** *Contribution à l'étude socio-économique de la forêt algérienne.* Thèse Magister, INA, Alger, 254 p.
- Bilgili E., 1997.** Forests and Forest Fires in Turkey. *International Forest Fire News* 17 : 15-21.
- Bilgili E., 2005.** Fire management and associated public policies in Turkey. *International Forest Fire News* 33: 62-69.
- Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A., 2004.** *Incendi e complessità ecosistemica - Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale.* Palombi editori, 353 p.
http://www.minambiente.it/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=argomenti.html%7CAree_naturali_protette.html%7CAktivita_antincendi_boschivi.html
- Branka A., 2001.** *Etude comparée des incendies de forêts et de leur prévention dans les départements du Var et des Landes.* Mémoire de fin d'études, Université de Cergy-Pontoise, UFR des Sciences Humaines, Département de Géographie, 89 p.
- Caballero D., Beltrán I., and Velasco A., 2007.** Forest fires and wildland-urban interface in Spain: types and risk distribution. In *Proceedings of the "IV International Wildland Fire Conference", May 13-17, 2004, Seville, Spain.*

Challot A., 2004. Forêt méditerranéenne et incendies dans l'histoire. *Forêt Méditerranéenne*, XXV, 4 : 249-258.

Chevrou R., 1998. Prévention et lutte contre les grands incendies de forêts. *Forêt Méditerranéenne*, XIX, 1 : 41-64.

Chevrou R., 2001. Le feu, un outil très dangereux. *Forêt Méditerranéenne*, XXII, 4 : 371-374.

Chevrou R., 2005. *Pourquoi les incendies de forêts sont-ils si meurtriers ?* Ed. EDP Science. Les Ulis Cedex A, France, 210 p.

Clément V., 2004. La France méditerranéenne en feu : retour sur les incendies de forêts de l'été 2003 . *Géoconfluences. Brève - n° 5*. 5 p.
<http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/breves/2004/5.htm>

Clément V., 2005. Les feux de forêt en Méditerranée : un faux procès contre Nature. *L'Espace Géographique*, 4, Tome 3 : 289-304.

Cohen J.D., 2004. Preventing Residential Fire Disasters During Wildfires. In *Proceedings of the International Workshop on "Forest Fires in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe: an integral planning and management challenge"*, May 15-16, 2003, pp. 5-11; Athens, Greece. G. Xanthopoulos, editor. National Agricultural Research Foundation, Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology, Athens, Greece, 239 p.

Costa Alcubierre P., Castellnou Ribau M., Larrañaga Otxoa de Egileor A., Miralles Bover M., and Kraus P.D., 2011. *Prevention of Large Wildfires using the Fire Types Concept*. EU Fire Paradox Publication, Barcelona, 83 p.
www.efi.int/files/attachments/publications/handbook-prevention-large-fires_en.pdf

Davis D.K., 2004. Eco-Governance in French Algeria: Environmental History, Policy and Colonial Administration. *Proceedings of the Western Society for French History*, vol. 32 : 328-345.

Deback Z., 2013. *Les forêts, martyres de la révolution ?* Tunisie Kalima.
<http://www.kalima-tunisie.info/fr/News-Les-forets-martyres-de-la-revolution-item-2044.html>

Dimitriou A., Mantakas G., and Kouvelis S., 2001. *An analysis of key issues that underlie forest fires and shape subsequent fire management strategies in 12 countries in the Mediterranean basin*. Final report prepared by Alcyon for WWF Mediterranean Programme Office and IUCN, 66 p.
http://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/meeting140504_wwfsecondocument.pdf

Dimitrakopoulos A., 1995. Analyse des causes des feux de forêt en Grèce. In *Chevrou R. (ed.), Delabrazé P. (ed.), Malagnoux M. (ed.), Velez R. (ed.). Les incendies de forêt en région méditerranéenne : constitution et utilisation des bases de données. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens* 25 : 33-40.

Drine I., 2011. *Climate Change Compounding Risks in North Africa*. Working Paper No. 2011/32. UNU World Institute for Development Economics Research (UNU-WIDER), 19 p.

- Dury M., Hambuckers A., Warnant P., Henrot A., Favre E., Ouberdous M., and François L., 2011.** Responses of European forest ecosystems to 21st century climate: assessing changes in interannual variability and fire intensity. *iForest-Biogeosciences and Forestry* 4: 82-99. <http://www.sisef.it/iforest/show.php?id=572>
- European Commission, 2011.** *Forest Fires in Europe 2010*. EUR 24910 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 92 p.
- European Commission, 2012.** *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa*. EUR 25483 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 108 p.
- FAO, 2011.** *Les forêts et le changement climatique dans la région du Proche-Orient*. Les forêts et le changement climatique. Document de travail 9, 79 p.
- Favre C., et Schaller P., 2004.** Les grands incendies de l'été 2003. Bilan et analyse de la lutte. *Forêt Méditerranéenne*, XXV(4) : 279-282.
- Finney M.A., 2005.** The challenge of quantitative risk analysis for wildland fire. *For. Ecol. Manage.* 211 (1-2) : 97-108.
- Ford C., 2008.** Reforestation, Landscape Conservation, and the Anxieties of Empire in French Colonial Algeria. *American Historical Review*, April : 341-362.
- Galiana-Martin L., 2011.** The wildland-urban interface: a risk prone area in Spain. In : *Proceedings of the 5th International Wildland Fire Conference, Sun City, South Africa, 9-13 May 2011*. http://www.wildfire2011.org/material/papers/Luis_Galiana-Martin.pdf
- Giannakopoulos C., Le Sager P., Bindi M., Moriondo M., Kostopoulou E., and Goodess C.M., 2009.** Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming, *Glob. Planet. Change*, 68 (3) : 209-224.
doi:10.1016/j.gloplacha.2009.06.001
- Gomes J.F.P., and Radovanovic M., 2008.** Solar activity as a possible cause of large forest fires. A case study: Analysis of the Portuguese forest fires. *Science of the total environment* 394: 197-205 doi:10.1016/j.scitotenv.2008.01.040.
- Gonzalez A., 2007.** *Libertad, The Housing Boom and Forest Fires*. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1107120> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1107120>.
- Good P., Moriondo M., Giannakopoulos C., and Bindi M., 2008.** The meteorological conditions associated with extreme fire risk in Italy and Greece: relevance to climate model studies. *International Journal of Wildland Fire*, 17 : 155-165,
- Haight R.G., Cleland D.T., Hammer R.B., Radeloff V.C., and Rupp T.S. 2004.** Assessing fire risk in the wildland-urban interface. *J. For.* 102(7): 41-48.
- Hansen J., Sato M., and Ruedy R., 2012.** Perception of climate change. *PNAS Early Edition*:1-9. <http://sciences.blogs.liberation.fr/files/pnas-2012-hansen--canicules.pdf>

Herrero G., 2009. Assessment of the Growing Importance of Wildland-Urban Interfaces in Fire Risk Management: WUI Regional Patterns in Spain. In *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Common Problems and Approaches*, Gen. Tech. Rep. Psw-Gtr-227: 238-248.
news.efi.int/files/attachments/.../apr_2010/psw_gtr227_en.pdf

Iliadis L.S., Papastavrou A.K., Lefakis P.D., 2002. A heuristic expert system for forest fire guidance in Greece. *J. Environ. Manage.* 65 (3) : 327-36.

Kailidis D.S., 1991. Forest fires in Greece. In *Proceedings Seminar on Forest Fire Prevention, Land Use and People, Athens 29.10 à 2.11.1991*: 27-40.

Lampin-Maillet C., Jappiot M., Long M., Morge D., and Ferrier J.P., 2009. Characterization and mapping of dwelling types for forest fire prevention. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33 : 224–232.

Lampin-Maillet C., Jappiot M., Long M., Bouillon C., Morge D., and Ferrier J.P., 2010. Mapping wildland-urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the South of France. *Journal of Environmental Management*. 91 : 732–741.

Long M., Ripert C., Piana C., Jappiot M., Lampin-Maillet C., et Ganteaume A., 2008. *Amélioration de la connaissance des causes de départ de feu de forêt*. Convention DGFAR Forest Focus n° FF 2004-06, Guide technique, 105 p.

Long M., Ripert C., Piana C., Jappiot M., Lampin-Maillet C., Ganteaume A., Alexandrian A., et Rouch L., 2009. Amélioration de la connaissance des causes d'incendie de forêt et mise en place d'une base de données géoréférencées. *Forêt Méditerranéenne* t. XXX, n° 3 : 221-228.

Lovreglio R., Leone V., Giaquinto P., and Notarnicola A., 2006. Wildfire Cause Analysis through Delphi Method: Four Case-Studies in Southern Italy. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, vol.3: 8-15. <http://www.sisef.it/iforest/pdf/?id=ifor0521-003>

Lovreglio R., Rodrigues M., Notarnicola A., and Leone V., 2010. From fire motives survey to prevention: the case of Cilento and Vallo di Diano National Park (Italy). In *Proceedings VI Intern: Conf. Forest Fire Research, Coimbra Nov. 2010*, p. 301.

Mangiavillano A., 2008. *Multiscalarité du phénomène feu de forêt en région méditerranéenne française de 1973-2006*. Thèse de Doctorat Géographie Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 485 p.

Mangiavillano A., et Dauphiné A., 2011. Les incendies de forêt méditerranéens : un système critique auto-organisé modélisé en géographie, *L'Espace géographique*. 3 (40) : 263-279.

MATE, 2001. *Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques*. *Projet national ALG/98/G31*. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. 129 p.

Meddour-Sahar O., 2008. *Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou.* Thèse de Magister, INA El Harrach, Alger, 275 p.

http://hpthese.ina.dz:8070/sdx/ina/ina/2008/meddour_s ;

Meddour-Sahar O., Meddour R., et Derridj A., 2008. Les feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). *Les Notes d'analyse du CIHEAM*, n° 39, 11 p.

<http://portail2.reseau-concept.net/Upload/ciheam/fichiers/NAN39.pdf>.

Meddour-Sahar O., et Derridj A., 2010. Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sécheresse*, 21, (3) : 187-195.

Meddour-Sahar O., et Derridj A., 2012. Bilan des feux de forêts en Algérie : Analyse spatiotemporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). *Sécheresse* 23, (2) : 133-141.

Meddour-Sahar O., Bouisset C., Derridj A., 2013. "La gestion du risque incendie de forêt en Algérie: des mesures curatives ou préventives ?", IVème Conférence Internationale sur les Stratégies de Prévention des Incendies de forêts, USSE - EFI Atlantic, Bordeaux, 7, 8 et 9 janvier 2013, pp. 67-80. <http://www.efiatlantic.efi.int/>

Meddour-Sahar O., González Cabán A., Meddour R., Derridj A., 2013 a. Wildfire Management Policies in Algeria: Present and Future Needs. Public policies .In González-Cabán, Armando, (tech. coord.). *Proceedings of the fourth international symposium on fire economics, planning, and policy: climate change and wildfires.* pp 245-382. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-245 (English) 405 p.

http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/

Meddour-Sahar O., González Cabán A., Meddour R., Derridj A., 2013 b. Políticas de Manejo de Incendios Forestales en Argelia: Necesidades Presentes y Futuras. .In González-Cabán, Armando, (coord. Tech.) *Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales* : 410-425. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-245 (Spanish) 405 p.

Meddour-Sahar O., Lovreglio R., Meddour R., Leone V., Derridj A., 2013 c. Fire and people in three rural communities in Kabylia (Algeria) : results of a survey. *Open Journal of Forestry*, 3 : 30-40. Doi : 10.4236/ojf.2013.31006.

<http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?paperID=27362&>

Meddour-Sahar O., Meddour R., Leone V., Lovreglio R., Derridj A., 2013 d. Analysis of forest fires causes and their motivations in North Algeria: the Delphi method. *iForest Biogeosciences and Forestry*, (26) : 247-254.

<http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor0098-006>

Moreira F., Viedma O., Arianoutsou M., Curt T., Koutsias N., Rigolot E., Barbat A., Corona P., Vaz P., Xanthopoulos G., Mouillot F., and Bilgili E., 2011. Landscape-wildfire interactions in southern Europe : Implications for landscape management. *Journal of Environmental Management* 92 : 2389-2402. DOI :10.1016/j.jenvman.2011.06.028.

National Wildfire Coordinating Group (NWCG), Fire Investigation Working Team U.S.A. 2005. *Wildfire Origin & Cause Determination Handbook*. NWCG Handbook 1 PMS 117p. <http://www.nwcg.gov/pms/pubs/nfes1874/nfes1874.pdf>

Papastavrou A.C., 1992. Social, economic, cultural and legislative aspects of forest and wildland fires in Greece. Forest fire risk and management. In *Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazard course, Porto Karras, Kalkidiki, Greece , 27 May to 4 June 1992* .EUR 16719: 295-325.

Parisien M.A., Hirsch K.G., Lavoie S.G., Todd J.B., and Kafka V.G. 2004. *Saskatchewan fire regime analysis*. Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Edmonton, AB. Inf. Rep. NOR-X-394. 49 p.

Pyne S.J., 2007. Megaburning: The Meaning of Megafires and the Means of the Management. *4th International Wildland Fire Conference, 13-17 May, Seville, Spain* http://www.wildfire07.es/doc/cd/INTRODUCTORIAS_ST/Pyne_ST1.pdf

Ramade F., 1997. *Conservation des écosystèmes méditerranéens : enjeux et prospective. Plan Bleu, fascicule n° 3* - Ed. Economica, PNUE, Paris- nouvelle édition mise à jour et complétée, 144 p.

Ribet N., 2002. La maîtrise du feu un travail "en creux" pour façonner les paysages. In *D. Woronoff (dir.), Travail et paysages, Paris, Éditions du CTHS, Actes du 127e Congrès du CTHS « Le travail et les hommes, Nancy 15-20 avril 2002* : 167-198.

San-Miguel-Ayanz J., Moreno M.J., and Camia A., 2013. Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: Lessons learned and perspectives. *Forest Ecol. Manage.* 294 : 11-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.050>

Skouras S., Christodoulakis N., 2011. *Electoral misgovernance cycles: evidence from wildfires and tax evasion in Greece Hellenic Observatory*, European Institute GreeSE Paper No 47, 43 p. <http://www2.lse.ac.uk/europeanInstitute/research/hellenicObservatory/pdf/GreeSE/GreeSE47.pdf>

Skouras S., and Christodoulakis N., 2013. Electoral misgovernance cycles: evidence from wildfires and tax evasion in Greece. *Public Choice* Febr.: 1-27 <http://link.springer.com/article/10.1007/s11127-013-0071-0>

Stefanon M., D'Andrea F. Drobinski P., 2012. Heat waves and droughts in Mediterranean: contributions of land-atmosphere coupled processes on mesoscale. *Environ. Res. Lett.* 7 014023 (9 p). doi:10.1088/1748-9326/7/1/014023.

Tutsch M., Haider W., Beardmore B., Lertzman K., Cooper A.B., and 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: 2104–2114.

Vélez Muñoz R., 2008. Europe: Development and Fire. In *Proceedings of the second international symposium on fire economics, planning, and policy: a global view. Gen. Tech.*

Rep. PSW-GTR-208. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station : 213-220.

http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr208en/psw_gtr208en_213-220_velez_munoz.pdf

Williams J., Albright D., Hoffmann A.A., Eritsov A., Moore P.M., Mendes De Morais J.C., Leonard M., San Miguel-Ayanz J., Xanthopoulos G., and Van Lierop P., 2011. Findings and implications from a coarse-scale global assessment of recent selected mega-fires. In *FAO at the Vth International Wildland Fire Conference. Sun City, South Africa, 9-13 May 2011*: 27-40. Forestry Department, Fire Management Division Working Paper FM/27/E, Food and Agriculture Organization of the United Nations
<http://www.fao.org/docrep/014/am663e/am663e00.pdf>

Xanthopoulos G., 2004. Factors affecting the vulnerability of houses to wildland fire in the Mediterranean region. In *Proceedings of the International Workshop on "Forest Fires in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe: an integral planning and management challenge"*, May 15-16, 2003, Athens, Greece. G. Xanthopoulos, editor. National Agricultural Research Foundation, Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology, Athens, Greece: 85-92

Xanthopoulos G., 2008. Who Should Be Responsible for Forest Fires? Lessons From the Greek Experience. In *González-Cabán, Armando, tech. Coord. Proceedings of the Second International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: A Global View. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-208*, Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture: 189-201
http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr208en/psw_gtr208en_189-202_xanthopoulos.pdf

Xanthopoulos G., Bushey C., Arno C.L, and Caballero D., 2012. Characteristics of Wildland-Urban Interface areas in Mediterranean Europe, North America and Australia and differences between them. In *G. Boustras and N. Boukas (Eds.) Proceedings of the 1st International Conference in Safety and Crisis Management in the Construction Tourism and SME Sectors (1st CoSaCM) Nicosia, Cyprus, 24-28 June 2011*. Boca Raton, Brown Walker Press, 702 – 734.

ANNEXES

Annexe 1. Evolution annuelle des nombres de feux, des surfaces parcourues et du feu moyen dans le Nord-Centre Algérien

Année	Nombre de feux	Surface parcourue (ha)	Feu moyen (ha)
1985	275	2.089	8
1986	528	11.257	21
1987	404	9.046	22
1988	459	9.749	21
1989	194	1.050	5
1990	264	2.556	10
1991	361	2.757	8
1992	441	5.898	13
1993	336	10.467	31
1994	450	18.549	41
1995	185	3.718	20
1996	110	622	6
1997	357	2.969	8
1998	144	1.043	7
1999	337	6.035	18
2000	325	7.108	22
2001	129	803	6
2002	72	321	4
2003	81	379	5
2004	154	2.131	14
2005	340	2.801	8
2006	347	3.466	10
2007	303	4.258	14
2008	405	4.367	11
2009	393	2.169	6
2010	730	3.357	5
Total	8.124	118.965	
Moy./an	324,96	4.759	15
Ecart type	152,63	5.058	10
CV%	46,97	106,29	71

Annexe 2. Survey of forest fires perception among residents in forested areas of Kabylia (2010)

Survey of forest fires perception among residents in forested areas of Kabylia (2010) (Meddour-Sahar Ouahiba)

1. STATUS

1.1. Sex:

a- Male..... b- Female.....

1.2. Age :

1.3. Residence :

a- Municipality..... b- Village.....

c- Forest.....

c.1. Outside the forest..... c.2. At the edge of the forest..... c.3. Inside the forest.....

1.4. Level of education:

a- Illiterate..... b- Primary school..... c- College

d- Secondary school e- University.....

2. AGRO FORESTRY ACTIVITIES

2.1. What kind of agro forestry activities do you practice? (more than one reply is admitted):

a- Olive growing..... b- Fruit trees..... c- Vegetables.....

d- Husbandry..... e- Beekeeping f- Poultry farming.....

2.2. The products from this activity are intended for: (more than one reply is admitted):

a- Family consumption..... b- Sale.....

2.3. Live stock units:

2.3.1. Cattle

a- 0 to 5..... b- 5 to 10..... c- 10 to 20 d- more than 20.....

2.3.2. Sheep

a- 0 to 5..... b- 5 to 10..... c- 10 to 20 d- more than 20.....

2.3.3. Goats

a- 0 to 5..... b- 5 to 10..... c- 10 to 20 d- more than 20.....

2.3.4. Number of beehives

2.3.5. Number of henhouses.....

2.4. How do you (or your family) feed your livestock?

a- Graze in the forest b- Forage..... c- Forest and forage

3. KNOWLEDGE ABOUT FOREST FIRES

3.1. Do you feel that the number of forest fires in your municipality is:

a- Increasing..... b- Decreasing..... c- Constant.....

3.2. Have you ever seen a forest fire?

a- Yes..... b- No

3.3. How large was it?

a- Less than 10 ha..... b- 10 to 100 ha..... c- more than 100 ha.....

3.4. Do you think that fire can damage (more than one reply is admitted)?

a- Buildings b- People c- Crops.....

e- Livestock..... f- Fruit trees.

4. ON YOUR OPINION, WHAT CAUSES OF FOREST FIRE ARE PRESENT IN YOUR MUNICIPALITY? (Yes or no for each item)

- 4.1. Natural origin.....
 - Lightning.....

- 4.2. Accidental.....
 - Power line arching.....
 - Vehicle's muffler.....

- 4.3. Voluntary fires
 - 4.3.1. Motivated by conflicts.....
 - Conflict related to land use.....
 - Conflict related to hunting.....
 - Conflict related to Administration.....
 - Fires set for political reasons.....

 - 4.3.2. Motivated by search of profit or interest.....
 - Interest in land use changes.....
 - Interest in hunting.....
 - Interest or profit in pastoralism.....
 - Honey gathering and related use of smoke.....
 - Illegal dumping and burning of garbage.....

- 4.4. Involuntary
 - 4.4.1. Due to professional works.....
 - Forest works (machinery).....
 - Forest works (burning of cut bush).....
 - Agricultural works (machinery).....
 - Agricultural works (burning of stubble or pruning remains or other remains).....
 - Restart of fire.....

 - 4.4.2. Due to private activities
 - Careless use of stoves.....
 - Children's games.....
 - Tourists.....
 - Cigarettes remains.....

- 4.5. Mental disorder
 - Pyromania.....

5. ANTHROPOGENIC PRESSURE ON THE FOREST

- 5.1. What is the condition of the forest of your municipality?
a- Good.....b- Acceptable.....c- Degraded.....
- 5.2. Do you consider that occupancy of the forest by the local residents is :
a-Harmful.....b- Benefic.....c-No opinion.....
- 5.3. The domestic garbage from your community is:
a- Thrown into landfills.....
b- Destroyed on site.....
c- Abandoned in the woods.....
- 5.4. Heating and cooking of your family depend on:
a- Electricity.....b- Fuel- wood.....c- Gas.....
- 5.5. If wood, where does it come from?
a- Purchased.....b- Harvested in the forest.....
- 5.6. Does the Administration of Forests meet your needs for fuel-wood?
a- Yes.....b- No.....

5.7. Do you think that illegal wood cutting in the forest is of :

a- Low importance..... b- Medium importance..... c- High importance.....

5.8. Do you think that illegal constructions in the forest are of :

a- Low importance..... b- Medium importance..... c- High importance.....

5.9. Are you and/or your family members involved in different forestry work?

Yes..... No.....

a- Harvesting cork

b- Sylvicultural activities

c- Reforestation.....

d -Management forest roads.....

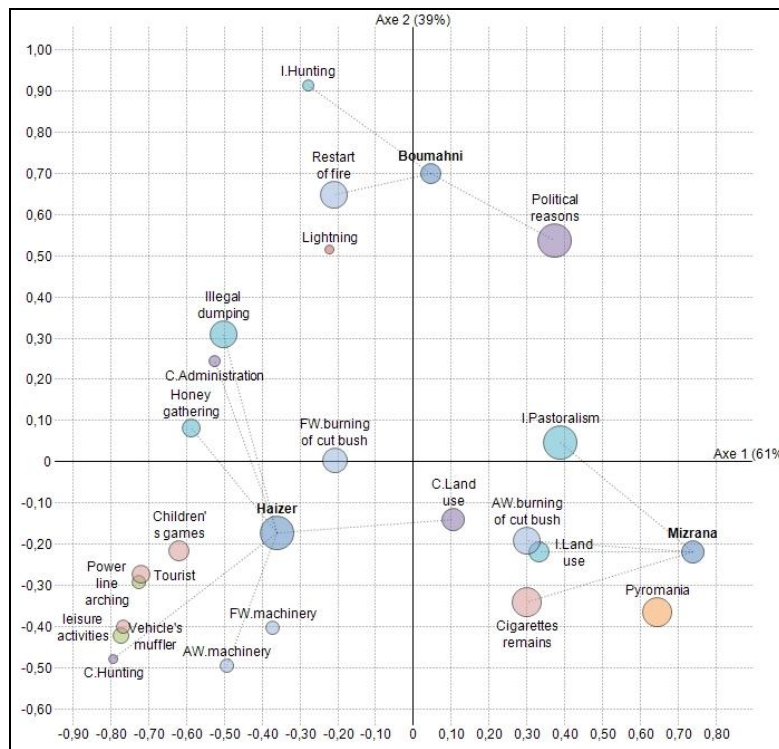
e- Management firebreaks.....

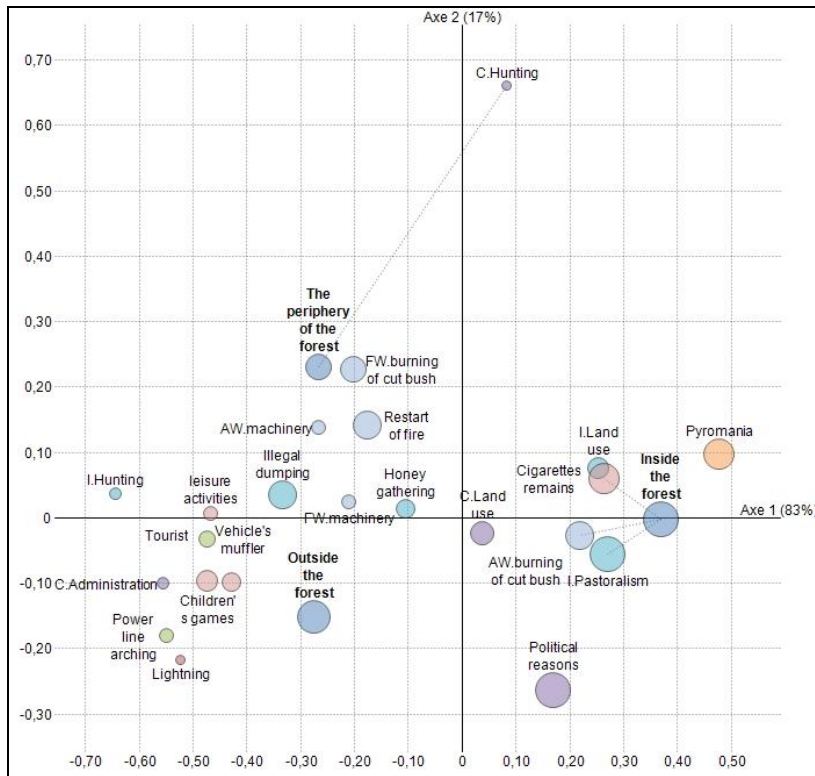
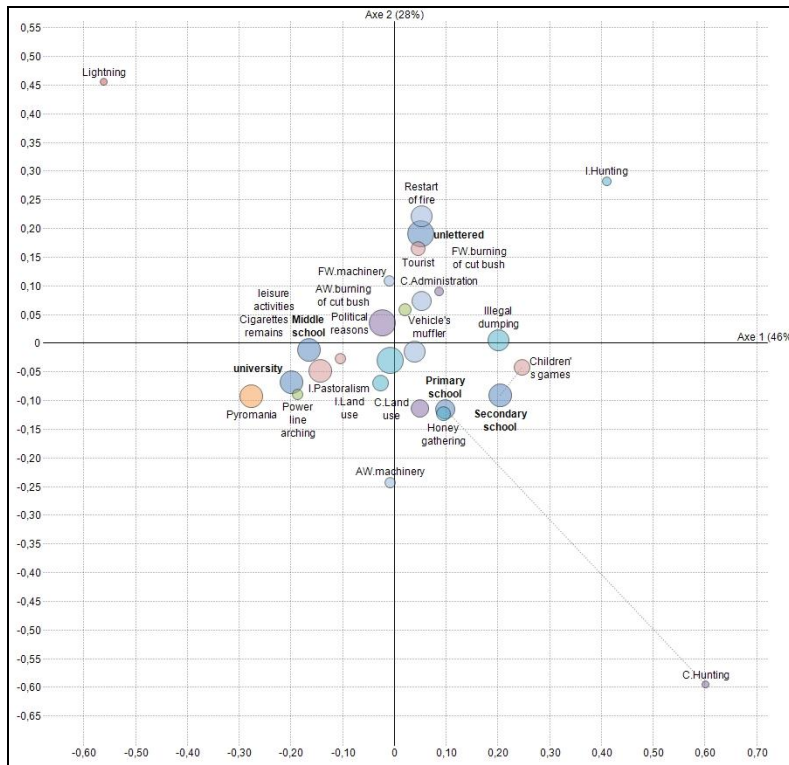
f- Firefighting crews

5.10. Do you consider that the presence of the forest in your area is an advantage for you?

Yes..... No.....

Annexe 3. Factorial Correspondences Analysis (Municipalities, location of villages and educational level)





Annexe 4. List of forest fire causes identified for Algeria, divided into three main categories: accidental, negligent, and deliberate (Meddour-Sahar Ouahiba)

Natural origin

1. Lightning

Accidental

2. Power line arching
3. Vehicle's muffler
4. Clear glass refraction

Voluntary fires

i) motivated by conflict

5. Conflict related to land use
6. Conflict related to hunting
7. Conflict related to administration
8. Conflicts related to wild land ownership
9. Conflicts related to forest policy: reforestations in communal areas; restrictions of local use in protected areas (national and natural parks).
10. Fires set for political reasons

ii) motivated by search of profit or Interest

11. Interest in land use changes
12. Interest in hunting
13. Interest or profit in pastoralism (pasture renewal or improvement)
14. Honey gathering and related use of smoke
15. Fires set to chase off wild animals (wild boars).
16. Fires set to create jobs in fire fighting or in reforestations
17. Illegal dumping and burning of garbage

Involuntary

i) due to professional works

18. Forest works (*machinery*)
19. Forest works - burning of cut bush
20. Agricultural works (*machinery*)
21. Agricultural works (burning of cut bush; stubble burning etc.)
22. Restart of fire

ii) due to private activities

23. Careless use of stoves
24. Children's games
25. Campfire in forest (leisure activities)
26. Cigarettes remains (Throwing butts by walker)
27. Cigarettes remains (Throwing butts from vehicles)
28. Illegal dumping and burning of garbage

Mental disorder

29. Pyromania

Annexe 5. Les guides d'entretien (Meddour-Sahar Ouahiba)

Annexe 5.1. Entretien avec les responsables du Service de la Protection de la Faune et de la Flore au niveau National et des cadres de la Direction Générale des Forêts (34 personnes).

1. la prévention

Information et sensibilisation, le cadre législatif.

2. la prévision

La détection (BMF, poste de vigie).

Équipements de terrain : routes, pistes, points d'eau.

Sylviculture préventive

Compartimentation de l'espace : pare-feu.

Techniques de débroussaillage.

Peut-on utiliser le brûlage dirigé, les feux tactiques, pâturage contrôlé pour minimiser les dégâts ?

3. plan de prévention feu forêt PFF

On peut dès lors se demander quelle est la qualité de ces documents, quel est le contenu des PFF ?

4. les relations avec les différents partenaires

Les organes de coordinations prévus par le plan « feux de forêts » conformément aux dispositions du décret exécutif n° 07-301 du 27/09/07 modifiant et complétant le décret N° 80.184 du 19/07/80, (wilaya, daïra, commune, conservation des forêts, protection civile) et les autres directions tels que DTP, DSA, APC, SONELGAZ, SNTF et autres.

5. la lutte

La stratégie, les acteurs de la lutte, le matériel de lutte.

6. les propositions à apporter pour une meilleure gestion de la campagne des feux de forêt au niveau de la commune (Prévention, prévision et lutte).

Annexe 5.2. Entretien avec les cadres des daïras et des communes (Boumerdes, Bouira, Tizi Ouzou 2011) (33 personnes)

1. **la détection** (l'alerte) des feux se fait par qui en premier lieu ?

2. les travaux préventifs (**débroussaillage**) prévus par le décret 87-44 du 10/02/1987, relatif à la prévention contre les incendies dans le domaine forestier, ne sont que partiellement réalisés par les communes et daïras, Pourquoi ? ou se situe le problème ?

3. est-ce que le **débroussaillage** aux alentours des maisons en forêt situées à l'intérieur et jusqu'à une distance de 500 mètres des limites du domaine forestier national est fait par les propriétaires ? sont-ils conscients du danger ?

4. est-ce que **les organismes** prévus par le décret 87-44 du 10/02/1987, relatif à la prévention contre les incendies dans le domaine forestier, réalisent les tâches qui leur incombent au niveau des massifs forestiers de votre commune ? (DTP, DSA, SONELGAZ, SNTF, les forestiers).

5. en cas de feu de forêt dans votre commune, est-ce que **les moyens humains et matériels** qui sont mis dans le plan feu de forêt de la commune sont opérationnels sur le terrain ? Est-ce qu'ils sont suffisants ?

6. est-ce que le canevas du **plan feux de forêts** que doit établir la commune est bon ou bien il faut le revoir et l'améliorer ? est-ce qu'il est applicable sur le terrain ?

7. en cas de feu catastrophique est-ce que vous avez eu recours à ce **plan feux de forêt** ?

8. quel est votre avis quand dans **les bilans de fin de campagne** on trouve que certains COD et COC ne répondent pas en cas d'incendie et que les forestiers et la protection civile se retrouvent seuls sur le terrain.

9. absence des **permanences** au niveau des communes, quel est votre avis ?

10. est-ce que vous avez les **moyens humains et matériels** nécessaires pour la lutte au niveau de votre commune ? la lutte se fait généralement par qui ? (forestier, protection civile, population).

11. est-ce que c'est vrai que la protection civile intervient **que si les biens et personnes** sont menacés, et non pour sauver le patrimoine forestier ?

12. est-ce que dans votre commune, vous avez déjà recensé des arrestations **pour délits incendie** ?

13. est-ce que les textes de **loi** concernant les feux de forêt répondent aux besoins de gestion de la campagne ?

14. selon vous quelles sont les solutions ou améliorations à apporter pour une meilleure gestion de la campagne des feux de forêt au niveau de la commune ? (Prévention et lutte).

Annexe 5.3. Entretien avec les agents de la protection civile : (Boumerdes, Bouira, Tizi Ouzou, 2011) 22 personnes

1. **les relations internes** : coopération avec les autres centre de secours (de la wilaya ou non) ; les relations avec la hiérarchie.
2. **les relations externes** : avec les élus et les collectivités locales ; avec les autres professionnels (forestiers).
3. quel est la part du risque incendie dans le travail de la protection civile ?
4. quelles sont les mesures préventives qui sont prise par la protection civile dans le cadre de prévention et de la lutte contre les feux de forêt ?
5. les pare-feu, sont ils efficaces ? Est ce que vous les avez utilisés dans la lutte pour le stationnement de vos moyens ? De part votre expérience est ce que vous avez assisté à un feu qui s'est arrêté parce qu'il avait un pare-Feu ?
6. le réseau DFCI répond-il aux normes pour la lutte ?
7. qui donne l'alerte ?
8. le personnel de lutte est spécialisé ou non ?
9. les moyens pour la première intervention sont ils disponibles?
10. est-ce que généralement vous maîtrisez l'incendie à l'éclosion ?
11. comment vous faites pour limiter les incendies qui n'ont pas pu être arrêter au stade initial ?
12. l'organisation et la coordination se font par qui ?

Annexe 5.4. Entretien avec les Forestiers: (Boumerdes, Bouira, Tizi Ouzou, 2011) 17 personnes

1. les relations internes : coopération avec les autres chefs de circonscriptions ; les relations avec la hiérarchie.
2. les relations externes : avec les élus et les collectivités locales ; avec les autres professionnels (pompiers).
3. quelles sont les mesures préventives qui sont prises par les forestiers dans le cadre de prévention et de la lutte contre les feux de forêt ?
4. le réseau DFCI répond-il aux normes pour la lutte ?
5. qui donne l'alerte ?
6. le personnel de lutte est spécialisé ou non ?
7. les moyens pour la première intervention sont ils disponibles?
8. est-ce que généralement vous maîtrisez l'incendie à l'éclosion ?
9. comment vous faites pour limiter les incendies qui n'ont pas pu être arrêté au stade initial ?
10. l'organisation est la coordination se font par qui ?
11. la communication : le réseau de transmission (Radio)
12. les causes des incendies de forêt dans votre territoire : volontaire (malveillance), involontaire (négligence, accidentelle)

Annexe 6. Liste des personnes interviewées au niveau National

Annexe 6.1. Entretien avec les responsables de la Direction Générale des Forêts

N°	wilaya	Grade	Durée de l'entretien (min)
1	Alger	Directeur de la Protection	20
2	Alger	Sous Directeur Protection	120
3	Alger	Chef de Bureau Protection	40
4	Alger	Ingénieur d'Etat, Bureau Protection	30
5	Alger	Sous Directeur Développement Rural	90
6	Alger	Directeur de la Gestion	30

Annexe 6. 2. Entretien téléphonique avec les responsables du Service de la Protection au niveau des Wilayas (28 personnes)

N°	Fonction	Wilaya	Durée de l'entretien (min)
1	Chef de service	Jijel	40
2	Chef de service	Skikda	240
3	Chef de bureau	Ain Defla	30
4	Chef de service	Tipaza	120
5	Chef de bureau	Tlemcen	20
6	Chef de service	Sétif	65
7	Chef de service	Bordj Bou Arreridj	60
8	Chef de service	Boumerdes	30
9	Chef de service	Relizane	37
10	Chef de bureau	Saida	25
11	Chef de service	Sidi Bel Abbes	30
12	Conservateur	Ain Temouchent	15
13	Chef de bureau	Médea	25
14	Chef de bureau	Mostaganem	35
15	Chef de service	Constantine	15
16	Chef de service	Chlef	40
17	Chef de bureau	Blida	30
18	Chef de bureau	M'Sila	70
19	Chef de bureau	Tizi Ouzou	60
20	Chef de service	Tizi Ouzou	120
21	Chef de service	Oum El Bouaghi	20
22	Chef de service	Khenchla	25
23	Chef de service	El Taref	65
24	Chef de bureau	Tissemsilt	50
25	Chef de bureau	Guelma	15
26	Chef de service	Guelma	20
27	Chef de service	Batna	25
28	Chef de service	Tissemsilt	15

Annexe 7. Liste des personnes interviewées au niveau Local (Boumerdes, Bouira, Tizi Ouzou, 2011)

Annexe. 7. 1. Liste des personnes interviewées au niveau des APC

N°	Wilaya	APC	Fonction	Durée de l'entretien (min)
1	Bouira	Lakhdaria	Premier adjoint du maire	30
2	Bouira	M'chedallah	Chef de service	35
3	Bouira	El Hachimia	Premier adjoint du maire	40
4	Bouira	Ain Bessam	Premier adjoint du maire	35
5	Bouira	Bouira	Premier adjoint du maire	30
6	Bouira	Sour El Ghozlane	Premier adjoint du maire	40
7	Bouira	Bechloul	Premier adjoint du maire	30
8	Boumerdes	Naceria	Premier adjoint du maire	50
9	Boumerdes	Thenia	Premier adjoint du maire	40
10	Boumerdes	Isser	Premier adjoint du maire	40
11	Boumerdes	Bordj Menail	Premier adjoint du maire	40
12	Boumerdes	Boudouaou	Premier adjoint du maire	50
13	Tizi Ouzou	Tizi Ouzou	Délégué au Maire	50
14	Tizi Ouzou	Azazga	Secrétaire général	45
15	Tizi Ouzou	Tigzirt	Adjoint Secrétaire général	30
16	Tizi Ouzou	Azeffoun	Cadre administratif	25
17	Tizi Ouzou	Draa El Mizan	Secrétaire général	30

Annexe. 7.2. Liste des personnes interviewées au niveau des Daïras

N°	Wilaya	Daïra	Fonction	Durée de l'entretien (min)
1	Bouira	M'chedallah	Secrétaire Général	40
2	Bouira	El Hachimia	Secrétaire Général	30
3	Bouira	Ain Bessem	Secrétaire Général	30
4	Bouira	Bouira	Secrétaire Général	20
5	Bouira	Sour el Ghozlane	Secrétaire Général	25
6	Boumerdes	Boudouaou	Secrétaire Général	30
7	Boumerdes	Thenia	Secrétaire Général	20
8	Boumerdes	Isser	Secrétaire Général	40
9	Boumerdes	Naciri	Secrétaire Général	25
10	Tizi Ouzou	Tizi Ouzou	Secrétaire Général	25
11	Tizi Ouzou	Draa Ben Khedda	Secrétaire Général	55
12	Tizi Ouzou	Azazga	Administrateur	30
13	Tizi Ouzou	Tigzirt	Chef de daïra	20
14	Tizi Ouzou	Azeffoun	Secrétaire Général	40
15	Tizi Ouzou	Draa El Mizan	Secrétaire Général	25

Annexe. 7.3. Liste des personnes interviewées au niveau des Unités de Protection Civile

N°	Wilaya	Unité	Grade	Durée de l'entretien (min)
1	Bouira	USPC	Capitaine	40
2	Bouira	UPPC	Lieutenant	45
3	Bouira	USPC	Sous lieutenant	35
4	Bouira	DPC	Capitaine	40
5	Boumerdes	UPPC	Lieutenant	20
6	Boumerdes	UPPC	Sergent	30
7	Boumerdes	UPPC	Lieutenant	25
8	Boumerdes	UPPC	Lieutenant	30
9	Boumerdes	UPPC	Sous lieutenant	60
10	Boumerdes	UPPC	Capitaine	55
11	Boumerdes	USPC	Lieutenant	70
12	Boumerdes	USPC	Capitaine	50
13	Boumerdes	USPC	Capitaine	40
14	Boumerdes	USPC	Capitaine	50
15	Tizi Ouzou	DPC	Capitaine	60
16	Tizi Ouzou	UPPC	Capitaine	25
17	Tizi Ouzou	USPC	Capitaine	30
18	Tizi Ouzou	USPC	Capitaine	65
19	Tizi Ouzou	USPC	Lieutenant	40

Annexe. 7. 4. Liste des personnes interviewées au niveau des Administrations Forestières

N°	wilaya	Fonction	Durée de l'entretien (min)
1	Bouira	Chef de Circonscription	45
2	Bouira	Chef de Circonscription	80
3	Bouira	Chef de Circonscription	90
4	Boumerdes	Chef de Circonscription	60
5	Boumerdes	Inspecteur Subdivisionnaire	40
6	Boumerdes	Chef de Service Protection	30
7	Boumerdes	Inspecteur Subdivisionnaire	90
8	Boumerdes	Chef de Bureau	90
9	Boumerdes	Conservateur Principal	90
10	Boumerdes	Chef de Triage	90
11	Boumerdes	Chef de Circonscription	60
12	Tizi Ouzou	Chef de Circonscription	43
13	Tizi Ouzou	Chef de Circonscription	41
14	Tizi Ouzou	Chef de Circonscription	30
15	Tizi Ouzou	Chef de District	25
16	Tizi Ouzou	Chef de Triage	50
17	Tizi Ouzou	Chef de bureau	35

Annexe 8. Dispositif DFCI

Annexe 8.1. Différentes actions de sensibilisation en Algérie



Annexe 8.2. BMF de détection et de première intervention



Annexe 8.3. Postes de vigies (structure métallique et en dur)



Annexe 8.4. Les équipements de DFCI des forêts domaniales de Tizi Ouzou, Bouira et Boumerdes : pistes forestières de 3 m de large, pare-feu à sol nu de 50 m de large et citernes en béton de 50 m³



Pare-feu (Tizi Ouzou)



Pare-feu non entretenu (Tizi Ouzou)



Point d'eau (Bouira)



Point d'eau (Tizi Ouzou)



Piste forestière non entretenue (Boumerdes)



Piste forestière entretenue (Bouira)

Annexe 8.5. La lutte contre les incendies par les forestiers et les pompiers. Les ouvriers occasionnels (dans l'ellipse rouge) mais aussi les forestiers ne sont pas dotés de combinaison de sécurité de couleur rouge orange ou jaune, qui permet de bien résister à l'action des flammes et d'être facilement repéré en cas d'accident.



**Annexe 9. QUESTIONNAIRE SUR LA PRÉVENTION DES INCENDIES
DE FORÊT EN ALGERIE (Meddour-Sahar Ouahiba)**

A. Informations socioprofessionnelles

1. Individus.....
 2. Quel est votre sexe? Féminin Masculin
 3. Quel est votre âge ?.....

Tout d'abord, nous vous demandons de remplir certaines questions liées à **votre travail / activité professionnelle.**

4. Combien d'années d'expérience avez-vous?
 5. Quel est votre grade ou fonction?.....
 6. Code de votre commune.....
 7. Quel est votre territoire administratif de compétence?
 Wilaya.....
 8. Dans quelle unité territoriale travaillez-vous ?

Conservation	
Circonscription	
District	

B. la gestion des incendies de forêt

Maintenant, pour commencer par l'objet du questionnaire, nous allons soulever certaines questions liées aux incendies de forêt au **niveau National et ou Local** (selon territoire de compétence). S'il vous plaît, pourriez-vous les noter de **1 à 10?** Entre **1** = valeur nulle et **10** = valeur maximale.

9. A votre avis, dans quelle mesure le secteur forestier est important d'un point de vue socio-économique?	
10. A votre avis, dans quelle mesure les incendies de forêt sont importants d'un point de vue socio-économique ?	
11. A votre avis, dans quelle mesure ya t-il des facteurs techniques déterminants qui entravent la prévention des incendies de forêt?	
12. À votre avis, dans quelle mesure les politiques forestières influent sur la prévention des incendies de forêt?	
13. A votre avis, dans quelle mesure les actions de prévention sont efficaces?	
14. A votre avis, dans quelle mesure les incendies de forêt ont un impact d'un point de vue environnemental et écologique?	
15. A votre avis, dans quelle mesure les enquêtes sur les causes des incendies permettent d'améliorer la prévention des incendies de forêt?	
16. A votre avis, dans quelle mesure le manque de connaissances scientifiques est un obstacle à la prévention des incendies de forêt?	
17. A votre avis, dans quelle mesure le grand public à une perception réelle des causes des incendies?	
18. A votre avis, dans quelle mesure y a t-il des facteurs juridiques déterminants qui gênent la prévention des incendies de forêt?	
19. A votre avis, dans quelle mesure la prise de conscience actuelle et des campagnes de sensibilisation sont elles efficaces pour prévenir les incendies de forêt?	

20. A votre avis, dans quelle mesure les compétences et les responsabilités des différents acteurs impliqués dans la prévention des incendies de forêt sont définies?	
21. A votre avis, dans quelle mesure les conflits d'intérêts entre les différents agents sociaux gênent la gestion et la prévention des incendies de forêt?	
22. A votre avis, dans quelle mesure les actions des différents agents impliqués dans la prévention des incendies sont coordonnées?	
23. A votre avis, dans quelle mesure est appropriée la formation du personnel sur la prévention des incendies?	
24. A votre avis, dans quelle mesure la gestion des combustibles forestiers peut réduire l'ampleur (nombre d'occurrences, surface incendiées et l'impact) des grands feux de forêt?	
25. A votre avis, dans quelle mesure y a-t-il des facteurs économiques déterminants qui entravent la prévention des incendies de forêt?	

C. la prévention des incendies de forêt

Maintenant, nous allons faire certaines déclarations plus spécifiquement liées à la prévention des incendies de forêt. Nous aimerions connaître votre opinion à leur sujet.

S'il vous plaît, répondez à chaque énoncé ci-dessous. Gardez à l'esprit que :	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Neutre	D'accord	Entièrement d'accord
1 = Pas du tout d'accord, 2 = Pas d'accord, 3 = Neutre, 4 = D'accord, 5 = Entièrement d'accord.					
26. Il est nécessaire de prévoir une législation et des recommandations spécifiques pour la prévention des incendies à l'interface forêt-habitat.					
27. Les forêts domaniales sont gérées correctement pour la prévention des incendies de forêt.					
28. L'augmentation de la valeur des activités forestières et des produits forestiers diminue le problème des incendies de forêt.					
29. Les progrès sur les connaissances scientifiques et technologiques peuvent être appliqués à la prévention des incendies de forêt.					
30. L'augmentation financière sur la prévention multiplie son efficacité.					
31. Les forêts privées sont gérées correctement en ce qui concerne la prévention des incendies de forêt.					
32. Les mesures répressives et les enquêtes policières et judiciaires se traduiront par une diminution des incendies de forêt.					
33. La formation du personnel technique chargé de la prévention des incendies de forêt intègre le progrès scientifique et technologique.					
34. La prévention des incendies de forêt est plus efficace que l'extinction des incendies de forêt.					
35. La sensibilisation de la population rurale diminue le problème des incendies de forêt.					
36. Les campagnes de sensibilisation sont correctement dirigées vers les « agents causaux » des incendies de forêt.					
37. Le transfert des connaissances scientifiques à la gestion de la prévention des incendies de forêt est approprié.					
38. Une planification adéquate de l'utilisation des terres forestières joue un rôle avantageux de prévention des incendies de forêt.					
39. Les travaux de recherche liés à la prévention des incendies de forêt sont adaptés aux besoins de gestion.					
40. Les subventions et les aides économiques aux forestiers contribuent à la prévention des incendies de forêt.					

41. Les informations diffusées par les médias sur les problèmes des feux de forêt sont véridique.					
42. La formation du personnel technique est adaptée pour la prévention des incendies de forêt.					
43. La récurrence des incendies de forêt exige un changement dans les politiques forestières pour intégrer l'utilisation du feu dans la gestion forestière.					

D. Ensemble des techniques et des activités visant à la prévention et la lutte

Ci-dessous, nous vous présentons un **ensemble de techniques et des activités visant** à la prévention des incendies de forêt.

S'il vous plaît, pourriez-vous noter de **1 à 10**? Entre **1** = nulle pour la prévention et **10** = la valeur maximale de la prévention.

44. Systèmes de surveillance et de détection.	
45. Les feux dirigés ou contrôlés.	
46. Prévision des risques et risque d'incendie.	
47. Débroussaillage.	
48. Mise en place des restrictions sur les activités du grand public.	
49. Pare-feu (TPF).	
50. Pâturage contrôlé.	
51. Enlèvement des débris forestiers.	
52. Routes et points d'eau.	
53. Nettoyement, éclaircie et élagage.	
54. Systèmes de prévision météorologique.	

E. Conflits possibles gênants la prévention

Souvent, il est entendu que les **conflits pourraient influencer sur la gestion correcte de la prévention des incendies de forêt**.

A ce sujet, pourriez-vous noter de 1 à 4 à quel point les conflits suivants gênent la gestion et la prévention des incendies de forêt? avec 1 = ne crée pas des difficultés, 2 = crée peu de difficultés, 3 = crée assez de difficultés, 4 = crée beaucoup de difficultés	ne crée pas des difficultés	crée peu de difficultés	crée assez de difficultés	crée beaucoup de difficultés
55. Les conflits entre les forestiers et la population.				
56. Les conflits entre les différentes administrations publiques.				
57. Les conflits entre les résidents dans les zones d'interface des forêts et les administrations publiques.				
58. Conflits entre agriculteurs et propriétaires forestiers (publics et privés).				
59. Les conflits entre les populations urbaines et rurales.				
60. Les conflits entre éleveurs et propriétaires forestiers (publics et privés).				

Pour citer cette thèse

Meddour-Sahar O., 2014. *Les feux de forêt en Algérie : Analyse du risque, étude des causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion.* Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 256 p.