

Répartition spatiale des incendies dans la forêt de la Mâamora (Maroc) en fonction des facteurs humains et physiques

par Khalid CHERKI et Najib GMIRA

Cet article, très bien argumenté, concerne un problème qui fait partie des préoccupations de notre association. La forêt de la Mâamora au Maroc est un espace forestier, précieux aussi bien par son importance écologique que socio-économique. C'est pourquoi l'analyse de tous les facteurs mettant en péril sa durabilité doit être menée attentivement. Les résultats de ces travaux apporteront sans aucun doute des éléments aux responsables de la lutte contre les feux de forêt pour améliorer cette dernière.

Cet article a été publié en anglais dans la revue
Spanish Journal of Rural Development,
Vol. III (1): 87-102, 2012
<http://www.sjruraldevelopment.org>

Introduction

La forêt de la Mâamora présente une richesse naturelle précieuse, vue son importance écologique (subéraie sur sable, "poumon" de la métropole de Rabat...) et socio-économique (production de liège, parcours...). Le domaine forestier de la Mâamora est recouvert de peuplements naturels de chêne-liège, de matorrals et de peuplements artificiels (eucalyptus, acacia et pins) en mosaïque avec des terrains vides, et est considéré comme étant la subéraie la plus étendue du monde (NATIVIDADE, 1956). Mais cet espace forestier subit aujourd'hui une pression intense, mettant en cause sa durabilité. De ce fait, l'avenir de cette forêt est tributaire de la prise en compte de tous les facteurs de dégradation qui agissent parfois en synergie. Outre la pression anthropozogène exercée sur cette forêt, et les conditions écologiques globalement marginales, l'incendie constitue un facteur majeur de dégradation. La gravité de ce phénomène réside dans le fait qu'un seul incendie pourrait anéantir les efforts de plusieurs décennies.

En matière de prévention contre les risques d'incendies de forêts, un effort louable a été fourni par le Haut Commissariat pour les Eaux et Forêts et la Lutte contre la désertification (HCEFLCD) pour endiguer les menaces de ce fléau, à travers la mise en place d'un réseau de coupures de combustible et aussi la construction de tours de guet et l'installation de citernes d'approvisionnement en eau, sans oublier les travaux de sylviculture préventive et les actions d'information et de sensibilisation du grand public.

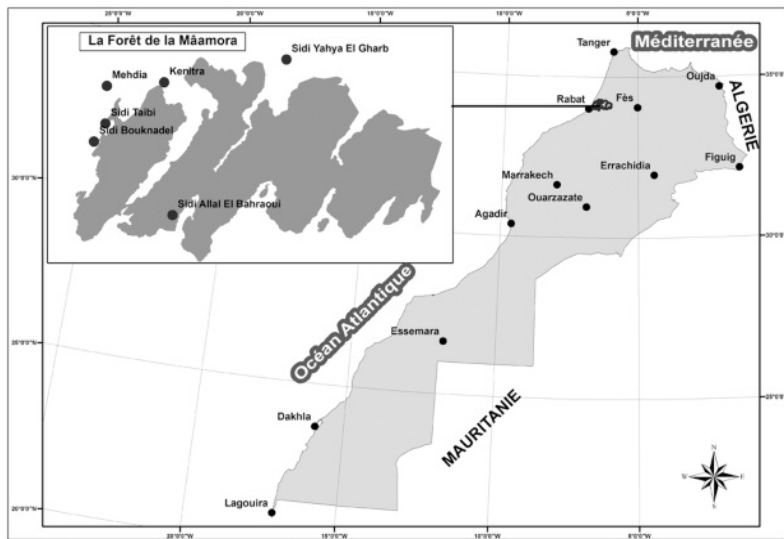
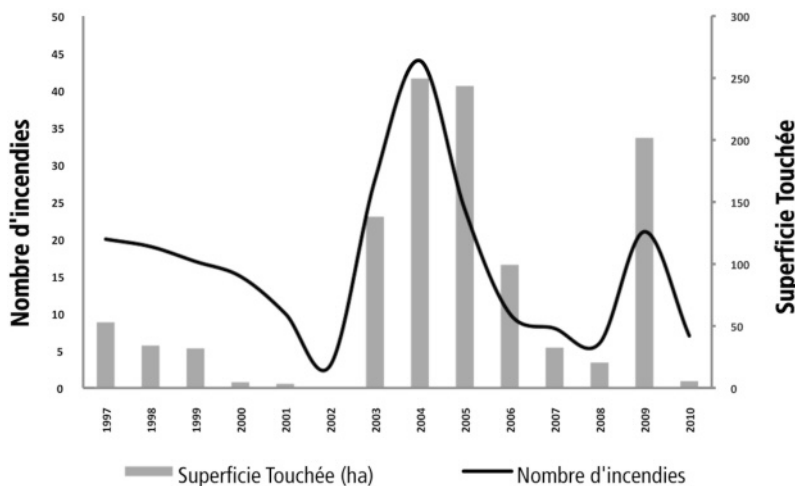


Fig.1 :

La situation géographique de la forêt de la Mâamora

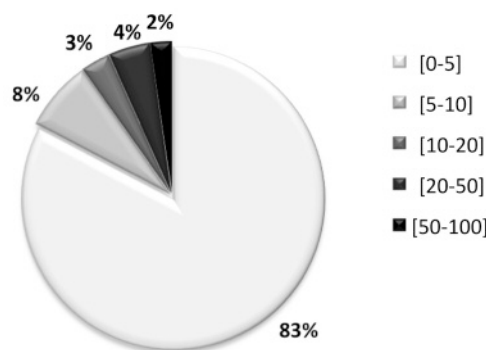
Classe de superficie (ha)	Superficie brûlée (ha)	%	Nombre d'incendies	%
[0-5]	173,41	15,50	193	83,19
[5-10]	122,64	10,96	17	7,33
[10-20]	95,36	8,53	7	3,02
[20-50]	355,74	31,81	10	4,31
[50-100]	371,33	33,20	5	2,16
Total	1118,48	100	232	100



Tab. I (en haut) : Répartition des incendies par classe de superficie

Fig. 2 (ci-dessus) : Evolution du nombre d'incendies et des surfaces de forêts brûlées dans la forêt de la Mâamora

Fig. 3 (ci-contre) : Répartition des incendies par classes de superficies (ha)



L'objectif principal de cette analyse est d'expliquer la répartition spatiale des incendies de forêts dans la Mâamora en fonction de plusieurs facteurs, à savoir : les zones d'interfaces homme-forêt, la nature du combustible, la topographie, l'activité humaine et les conditions écologiques du milieu. Ceci permettra de déceler les éventuelles interactions possibles entre la fréquence des incendies et les facteurs précités. Les données des incendies survenus dans la zone durant la période 1997-2010 constituent la base de cette analyse.

Zone d'étude et données sur les incendies

La forêt de la Mâamora s'étend sur une superficie de 133 500 ha, dont 64 000 ha de chêne-liège (Cf. Fig. 1). Elle occupe une place privilégiée en raison des rôles qu'elle joue sur les plans environnemental, économique et social.

Durant la période 1997-2010, 232 incendies ont été déclarés dans la forêt de la Mâamora, brûlant une superficie de 1118,5 ha ; soit une moyenne de 4,8 ha par incendie (HCEFLCD, 2010).

Evolution annuelle

Le graphique de la figure 2 fait état de l'évolution annuelle des incendies dans la Mâamora, il en ressort une variabilité inter-annuelle aussi bien en termes de nombre qu'en termes de superficies touchées, avec une augmentation en flèche durant la période 2003-2005.

Répartition des incendies par classe de superficie

Du graphique de la figure 3, il ressort que plus de 80% de départs de feu ne dépassent pas une superficie de 5 ha, alors que les incendies de plus de 50 ha ne représentent que 2%.

Localisation spatiale

La carte de la figure 4 permet de montrer que les départs de feu sont répartis presque partout dans la forêt de la Mâamora, avec une concentration dans certaines zones. Ceci nous conduit à l'analyse de cette répartition spatiale en vue d'en dégager les éventuelles explications.

Analyse des données

Dans un premier temps, le travail consiste à comprendre la répartition spatiale des incendies en relation avec les zones d'habitations et d'infrastructures humaines limitrophes à la forêt (*douars*, routes). L'idée étant de voir comment évolue le nombre d'incendies selon l'éloignement ou le rapprochement des zones d'interface.

Douars (zones d'habitation)

Les statistiques disponibles ont montré que 67 *douars* sont localisés à l'intérieur et à la périphérie de la Mâamora (HCEFLCD, 2011). Pour étudier l'évolution du nombre d'incendies en fonction de la proximité des douars, une carte des zones tampons espacées de 100 m autour des douars a été créée à l'aide d'un Système d'information géographique (SIG), puis nous avons déterminé pour chacune de ces zones le nombre d'incendies rapporté à la superficie boisée de chaque zone (Cf. Fig. 5).

Les résultats de cette analyse sont synthétisés dans le tableau II, ci-dessous.

Ci-contre, de haut en bas :

Fig. 4 : Localisation spatiale des incendies dans la forêt de la Mâamora

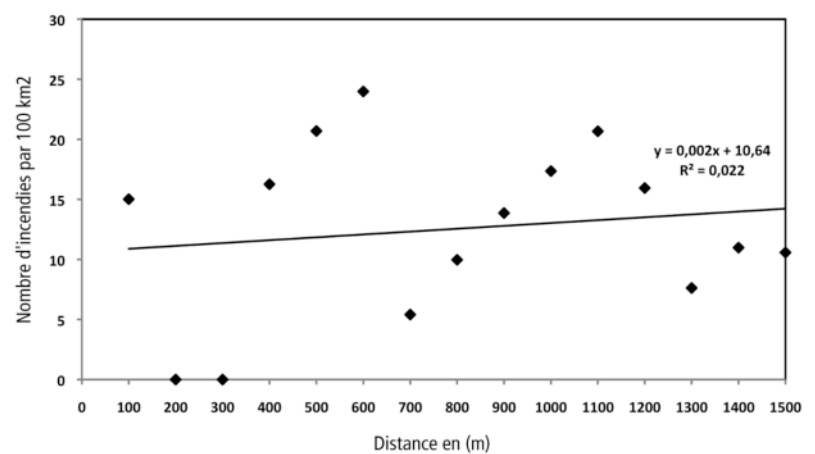
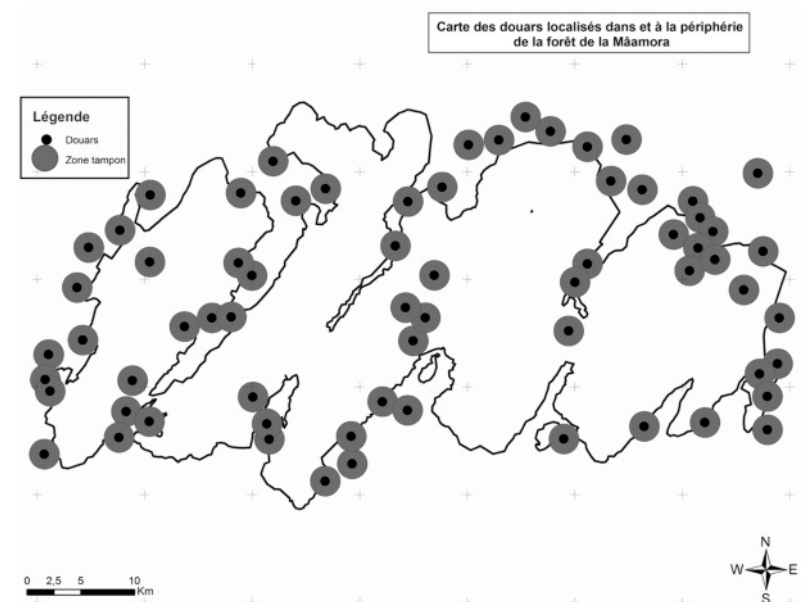
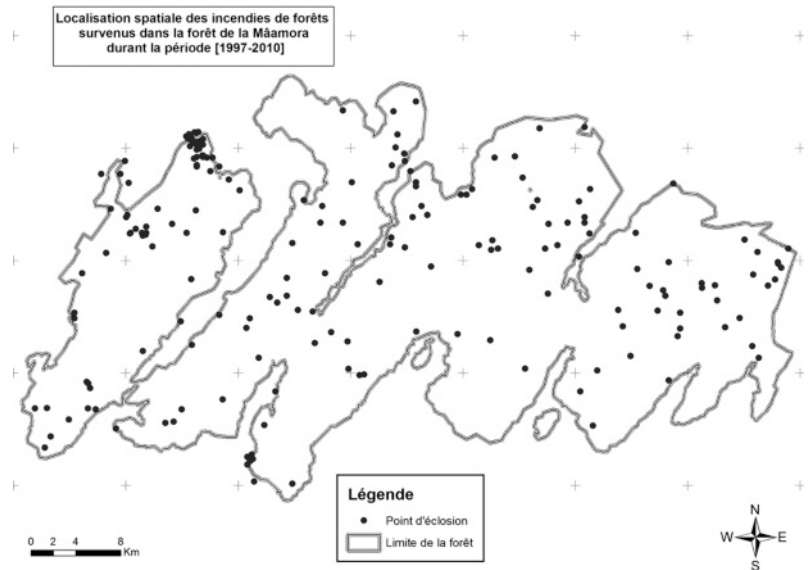
Fig. 5 : Carte des zones d'habitation limitrophes de la forêt de la Mâamora

Fig. 6 : Distribution du nombre d'incendies en fonction de la proximité aux zones d'habitation

Tab. II (ci-dessous) :

Répartition des incendies de forêt en fonction de la proximité aux zones d'habitation

Classe de distance (m)	Sup. boisée (ha)	Nombre d'incendies	Nombre d'incendies par 100 km ²
[0 - 100]	666	1	15
[100 - 200]	854	0	0
[200 - 300]	1033	0	0
[300 - 400]	1230	2	16
[400 - 500]	1450	3	21
[500 - 600]	1668	4	24
[600 - 700]	1849	1	5
[700 - 800]	2007	2	10
[800 - 900]	2165	3	14
[900 - 1000]	2305	4	17
[1000 - 1100]	2419	5	21
[1100 - 1200]	2509	4	16
[1200 - 1300]	2625	2	8
[1300 - 1400]	2733	3	11
[1400 - 1500]	2837	3	11



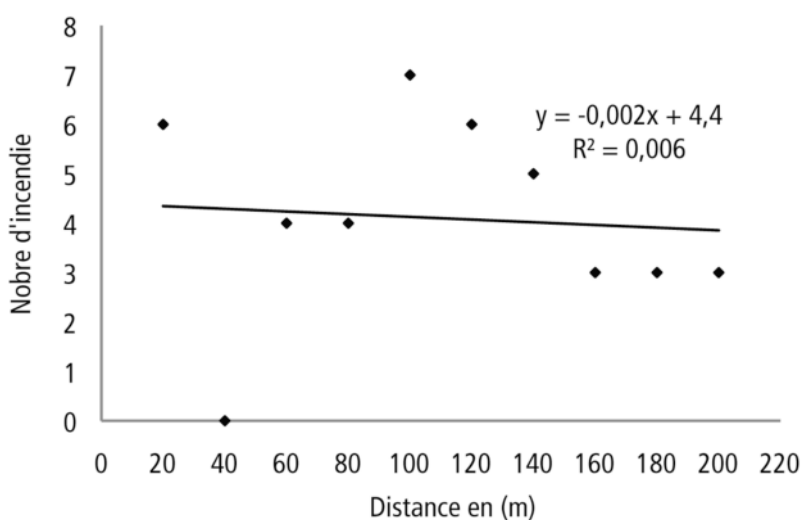
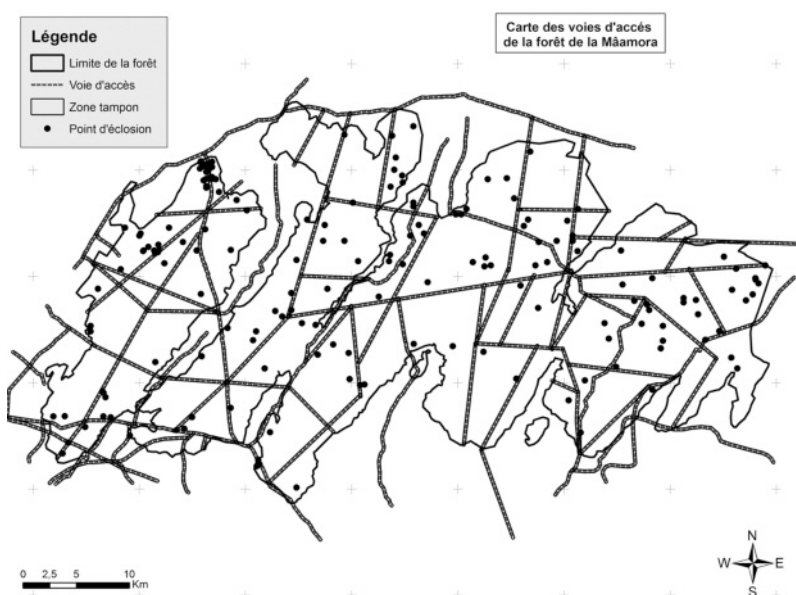


L'équation de régression (Cf. Fig. 6) qui explique l'évolution du nombre d'incendie en fonction de la proximité aux *douars* présente la forme suivante : $Y=0.002 X + 10.64$ avec un coefficient de détermination qui vaut 2%, ce résultat permet de déduire que la proximité des zones d'habitations en contact avec la forêt n'a pas d'influence sur l'occurrence des départs de feu.

Réseau routier

La forêt de la Mâamora est desservie par un réseau de routes et de pistes avoisinant les 830 km, soit une densité de 6,3 m par hectare (Cf. Fig. 7). Ce réseau joue non seulement un rôle de premier ordre dans la gestion de ce massif, mais il rend aussi très facile l'accès à la forêt ainsi que sa fréquentation par les visiteurs et, par conséquent, augmente et accroît les risques de déclenchement du feu par négligence. En vue d'étudier cette hypothèse, une carte des zones tampons espacées de 20 m autour des voies d'accès a été créée à l'aide du SIG et, par un simple croisement avec les points d'éclosion, nous avons déterminé le nombre d'incendies inclus dans ces zones, tout en tenant compte de la superficie boisée de chaque zone.

Les résultats sont résumés dans la figure 8. L'équation de régression qui explique l'évolution du nombre d'incendie en fonction de l'éloignement des voies d'accès a la forme suivante : $Y=0.054 X + 4.4$ avec un coefficient de détermination proche de 0,6%, ceci permet de montrer que les abords des voies d'accès en Mâamora ne constituent pas des secteurs privilégiés par les départs de feu.



Groupements végétaux

L'étude menée par AAFI en 2007 a mis en exergue la présence de neuf groupements végétaux dans la forêt de la Mâamora (Cf. Fig. 9).

De haut en bas :

Photo 1 :

Dépôt de liège dans la forêt de la Mâamora
Photo Tarik Janah

Fig. 7 :

Carte des voies d'accès desservant la forêt de la Mâamora

Fig. 8 (ci-contre) :

Distribution du nombre d'incendies en fonction de la proximité aux voies d'accès

Pour comprendre comment sont répartis les départs de feux entre les groupements végétaux, une jointure spatiale a été créée à l'aide du SIG, en vue d'attribuer à chaque incendie le groupement végétal dans lequel il s'est développé, un test khi-deux a été ensuite effectué afin d'évaluer le degré de dépendance entre la fréquence des incendies et la nature de la végétation, le tableau III résume les résultats obtenus.

La différence observée entre les deux colonnes A et B (valeurs attendues et valeurs réelles en termes de départs de feux) donne une valeur de Khi2 de 19,7 ; or pour le seuil critique de 0,05, le test Khi2 prend une valeur de 14, ceci montre qu'il y a une différence significative au seuil de 5% (0,05), ce qui nous permet de conclure que la répartition des départs de feux n'est pas aléatoire vis-à-vis des groupements végétaux. Le rapport entre le nombre d'incendies et la superficie de chaque groupement végétal fait ressortir que les feuillus, les sous-bois à base de *Cistus* Sp. et de *Thymelea* Sp. sont les plus touchés par les incendies.

Topographie (pente)

A partir du modèle numérique de terrain, la carte des pentes a été dérivée en utilisant le SIG. La carte obtenue a été ensuite convertie en format vecteur afin d'effectuer une jointure spatiale avec les points d'éclosions pour attribuer à chaque départ de feu la valeur de la pente qui lui correspond (Cf. Fig. 10 et Tab. IV).

L'application du test Khi-deux pour évaluer la différence entre le nombre d'incendies réel et celui attendu par rapport aux classes de pentes, a révélé que nous avons une différence significative au seuil de 5%, ce qui laisse dire que certaines classes de pentes sont sujettes à une forte pression d'incendies par rapport à d'autres. Dans notre cas, il s'agit bien des classes [0-2] et [7-10].

De haut en bas :

Fig. 9 :

Les groupements végétaux de la forêt de la Mâamora (Aafi, 2007)

Tab. III :

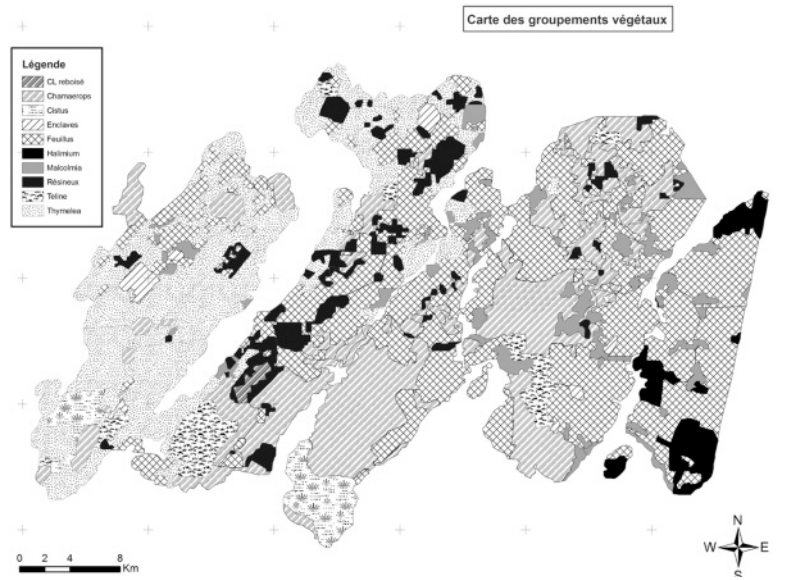
Distribution des incendies de forêt par rapport aux groupements végétaux

Fig.10 :

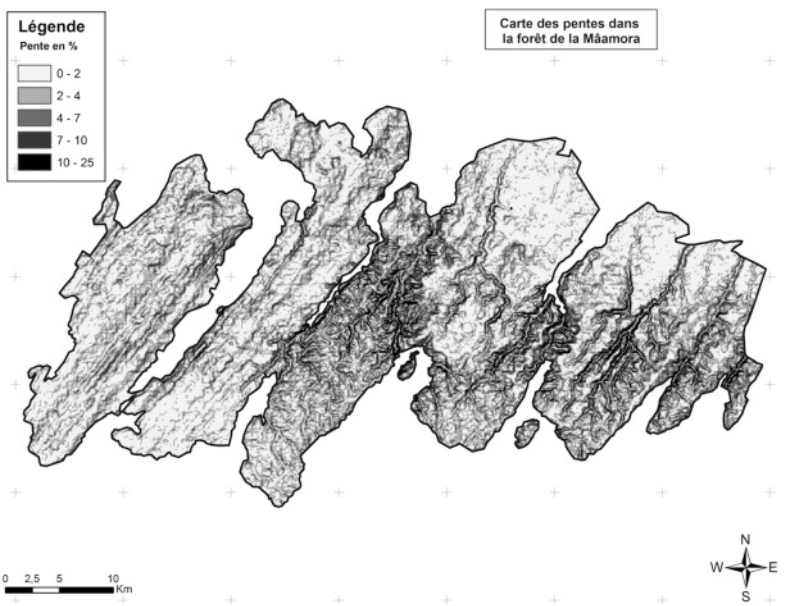
Les classes de pentes de la forêt de la Mâamora

Tab. IV :

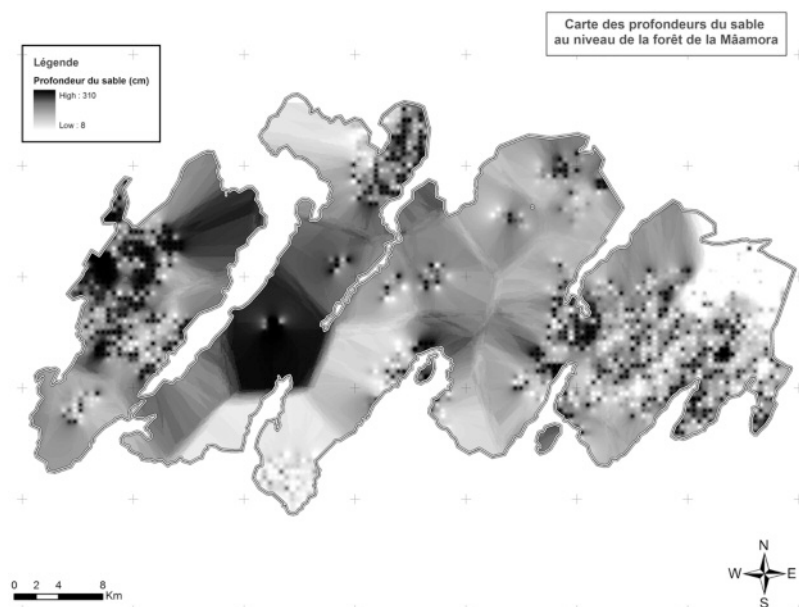
Répartition des incendies de forêt en fonction des classes de pentes



Groupements végétaux	Surface occupée (ha)	Nb. d'incendies		Sup. incendiée (ha)	
		A(%)	Nbr	B(%)	C(%)
Chamaerops	27 240	22	15	9	94
Cistus	3 842	3	7	4	17
Feuillus	44 123	36	68	42	246
Halimium	3 674	3	2	1	3
Malcolmia	6 086	5	10	6	96
Résineux	7 063	6	11	7	30
Teline	4 158	3	5	3	159
Thymelea	25 414	21	44	27	109
Total	121 599	100	162	100	753



Classes de pente	Surface occupée		Nb. d'incendies		Sup. incendiée	
	(ha)	(%)	Nb.	(%)	(ha)	(%)
[0 - 2]	77 699	56	133	66	688	72
[2 - 4]	35 247	25	45	22	219	23
[4 - 7]	18 773	14	15	7	30	3
[7 - 10]	5 286	4	7	3	7	1
[10 - 25]	1 935	1	2	1	7	1
Total	138 940	100	202	100	951	100



Classes de profondeur du sable (cm)	Surface occupée (ha)	A (%)	Nb. d'incendies		Sup. incendiée	
			Nb.	B (%)	(ha)	C (%)
[0 - 10]	1	0	0	0	0	0
[10 - 20]	1 292	1	3	2	35	4
[20 - 50]	9 380	7	14	8	27	3
[50 - 100]	28 547	21	27	16	151	17
[100 - 150]	52 141	38	58	33	364	42
[150 - 200]	33 890	24	49	28	252	29
[200 - 250]	13 458	10	23	13	45	5
[250 - 310]	1	0	0	0	0	0
Total	138 711	100	174	100	874	100



Sol

Les principaux types de sols qui prédominent dans la forêt de la Mâamora sont essentiellement du type sable sur argile (LEPOUTRE, 1965). Leur différenciation repose essentiellement sur trois critères à savoir :

- l'épaisseur des sables qui couvrent l'argile ;
- la nature des sables ;
- la transition plus ou moins brutale des sables à l'argile en profondeur.

Les sols de la Mâamora présentent une uniformité des conditions édaphiques, caractérisées par une couche sableuse plus ou moins profonde, reposant sur un plancher argileux à pente variable, les deux paramètres édaphiques (profondeur de la couche des sables et la pente du plancher argileux) influencent le bilan hydrique et, par conséquent, l'état des peuplements forestiers et leur régénération. Les données de la profondeur du sable et la pente du plancher argileux ont été fournies par la Direction régionale des eaux et forêt et de la lutte contre la désertification de Rabat-Salé-Zemmour-Zair.

Profondeur du sable

Le test khi-deux appliqué sur la profondeur du sable et la fréquence des incendies rejette leur indépendance, on note une concentration des départs de feux dans les zones ayant une profondeur moyenne (10 à 50 cm), Cf. Fig. 11 et Tab. V.

Pente du plancher argileux

L'application du test khi-deux a démontré qu'il y a une dépendance entre la pente du plancher argileux et la fréquence des incendies au seuil de signification de 5%, ainsi les secteurs dont la pente du plancher argileux varie entre 30 et 50 degrés sont les plus touchés par les feux de forêts (Cf. Fig. 12 et Tab. VI).

De haut en bas :

Fig. 11 :
Carte des profondeurs de sable (cm)

Tab. V :
Répartition des incendies de forêt en fonction des classes de profondeurs du sable

Photo 2 :
Parcours en forêt dans la Mâamora
Photo Tarik Janah

Météorologie (pluviométrie)

La quantité de pluies reçue dans les différents secteurs de la Mâamora, agit sur plusieurs plans en liaison avec les incendies de forêts. D'une part elle régit en grande partie la charge du combustible qui se développe notamment au niveau des strates basses, d'autre part elle contribue significativement dans le bilan hydrique du sol, qui a un impact direct sur la teneur en eau de la végétation. Il semble donc indispensable de voir comment sont répartis les départs de feux par rapport aux différentes valeurs de pluviométrie.

Le tableau VII renferme les données pluviométriques des différentes stations météorologiques implantées dans la Mâamora, ces données ont été fournies par le Centre de la recherche forestière au Maroc.

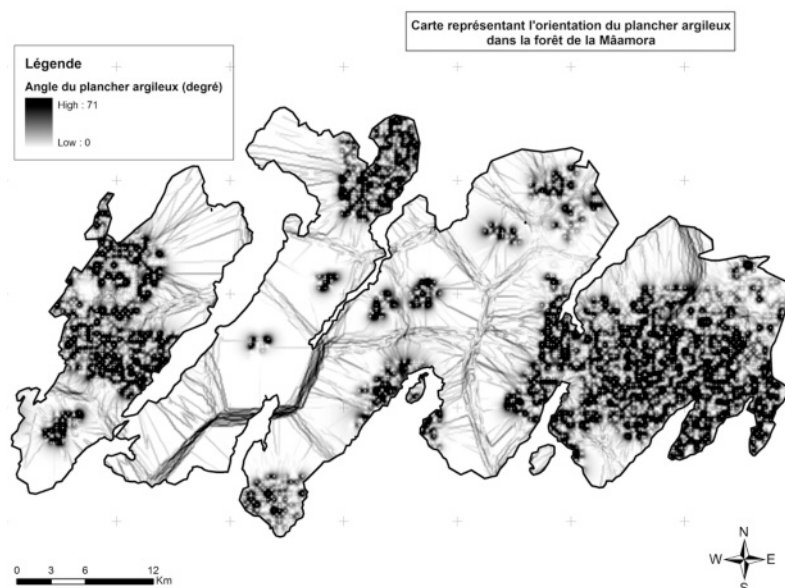
Afin d'avoir des valeurs pluviométriques sur tout le territoire de la forêt de la Mâamora, nous avons fait appel à la géostatistique. Ceci a permis d'obtenir les valeurs manquantes à partir des données des stations météorologiques. Le résultat est présenté au niveau de la carte de la figure 13.

Le ratio entre la superficie brûlée et la superficie occupée par chaque classe de pluviométrie a fait ressortir que ce sont les zones qui sont moyennement arrosées qui sont beaucoup plus touchées par les incendies de forêts ; ceci peut s'expliquer par le fait que dans les zones moins arrosées la strate basse n'est pas assez abondante, et qu'au niveau des zones les plus arrosées celle-ci est assez abondante, mais elle reste relativement humide. Ce constat ne peut être confirmé que par une analyse de la répartition saisonnière des précipitations dans la forêt de la Mâamora (Cf. Tab. VIII).

L'activité pastorale

La forêt de la Mâamora assure l'alimentation d'un cheptel qui compte au total 336 518 ovins et 90 553 bovins (HCEFLCD, 2011). Elle est partagée en dix parcs pastoraux qui correspondent à des groupements ethniques différents (Cf. Fig. 14 et Tab. IX).

L'équation de régression qui explique la liaison entre la fréquence des départs de feux et le degré de surpâturage au niveau de chaque parc pastoral se présente comme suit : $Y = -42,06 X + 120,3$, le coefficient de détermination étant proche de 61%, ceci indique qu'il y a une forte corrélation négative entre la fréquence des incendies et le



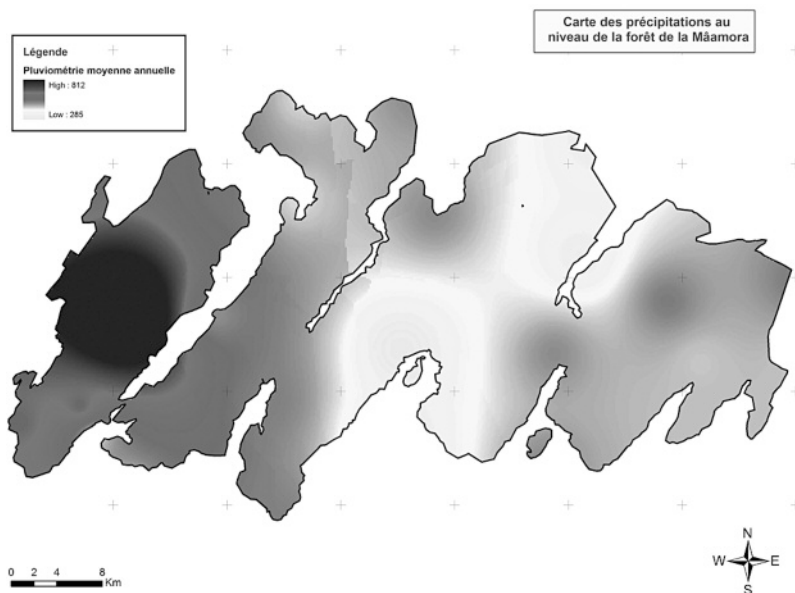
Classes d'orientation du plancher argileux (degré)	Surface occupée (ha)	(%)	Nb. d'incendies Nb.	(%)	Sup. incendiée (ha)	(%)
[0 - 5]	84 753	61	104	60	581	66
5 - 10]	22 948	17	25	14	64	7
[10 - 20]	19 550	14	24	14	125	14
[20 - 30]	7 573	5	10	6	44	5
[30 - 40]	2 919	2	9	5	34	4
[40 - 50]	823	1	2	1	26	3
[50 - 60]	122	0	0	-	-	-
[60 - 71]	22	0	0	-	-	-
Total	138 710	100	174	100	874	100

Fig. 12 (en haut) : Carte des pentes du plancher argileux

Station	Long.	Lat.	Pluviométrie moyenne annuelle (mm)
Ain Assou	-6.12	34.11	305.22
Ain Kablia	-6.27	34.13	361.7
Ain Johra	-6.22	34.06	285.3
Ain Sbaa	-6.33	34.14	412.9
Arjat	-6.37	34	364.61
Blad Dendoun	-6.38	34.08	811.7
Cherrat	-6.07	34.08	406.9
Dar Salam	-6.2	34.13	396.7
Dar Ben Hssin	-6.13	34.06	396.4
Mechraa El ketane	-6.32	34.07	396
Mehdeya	-6.4	34.16	408.7
Sidi Chouari	-6.05	34.05	370
Sidi Amira	-6.4	34.03	472.8
Smento Sud	-6.29	34.04	403.1

Tab. VII : Les pluviométries moyennes enregistrées dans les stations météorologiques de la Mâamora [1997-2010]

Tab. VI (ci-dessous) : Répartition des incendies de forêt par classes de pentes du plancher argileux



Classes de précipitations (mm)	Surface occupée		Nb. d'incendies		Sup. incendiée	
	(ha)	(%)	Nb.	(%)	(ha)	(%)
[286 - 350]	2522	7	17	16	134.5	14
[350 - 400]	73539	55	36	34	398.7	42
[400 - 450]	2284	17	29	27	296.7	31
[450 - 500]	9703	7	11	10	71.5	8
[500 - 550]	3120	2	10	9	12.5	1
[550 - 600]	2922	2	4	4	36.5	4
Total	134090	100	107	100	951	100

Fig. 13 (en haut) :

Précipitations moyennes

Tab. VIII (ci-dessus) :

Répartition des incendies de forêt par classe de pluviométrie

Tab. IX (ci-dessous) :

Répartition des incendies par parc pastoral (HCEFLCD, 2011)

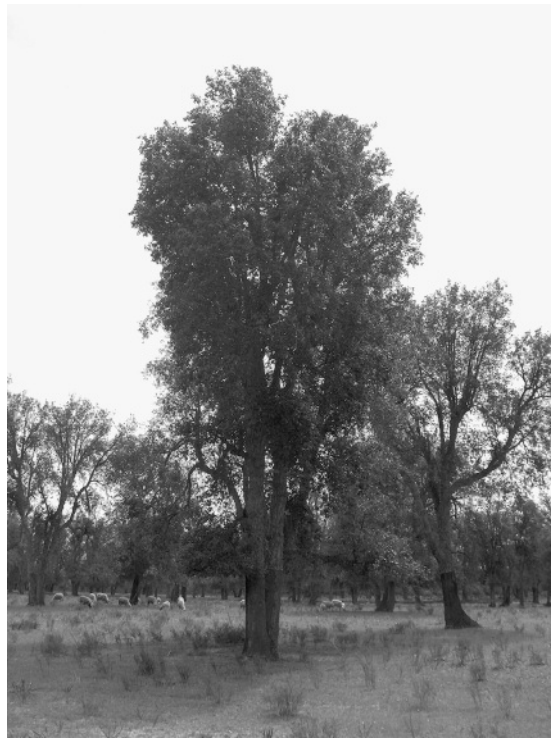
Parcs pastoraux	Surface occupée		Degré de surpâturage	Nombre d'incendies		
	en ha	en %		unités	%	/1000ha
Ameur- Hsine sehoul	14 471	11	93,19	17	10	1,17
Ait Ali ou Lahcen	17 628	13	76,64	17	10	0,96
Kotbiyine	8 811	7	91,65	8	5	0,91
Mzeufra	9 833	7	79,84	4	2	0,41
Khazazna	15 227	12	74,23	14	8	0,92
Messaghra	2 977	2	91,33	2	1	0,67
Ameur Haouzia	23 389	18	-	51	29	2,18
Ameur seflia	17 191	13	48,98	27	16	1,57
Sfafa	10 048	8	83,73	15	9	1,49
Oulad yahya	12 233	9	66,06	19	11	1,55
Total	131 808	100		174	100	

Distance de l'océan en (km)	Sup. occupée (ha)	Sup. brûlée (ha)	Nb de feux	Nb de feux par 100 km ² boisée
1	4	0	0	0
2	317	47,71	2	63
3	918	0,37	2	22
4	812	0	0	0
5	1018	39,92	4	39
6	1337	4,76	4	30
7	1613	10,5	2	12
8	1749	8,1	2	11
9	1911	1,5	1	5
10	2022	0,07	4	20
11	1829	11,97	7	38
12	2043	0,02	1	5
13	2099	0,10	2	10
14	2122	86,77	2	9
15	2305	64,20	3	13
16	2301	10,23	16	70
17	2396	4,87	7	29
18	2407	6,5	3	12
19	1787	0,005	1	6
20	2043	10,18	2	10
21	1583	10,02	5	32
22	1749	4	1	6
23	1877	2,51	2	11
24	2354	9,59	4	17
25	3111	2	2	6
26	3331	1	1	3
27	2491	7,45	4	16
28	2865	65,30	1	3
29	2867	2,78	4	14
30	2803	0,22	2	7
31	2555	2,3	2	8
32	2505	15	1	4
33	2186	8,80	4	18
34	2097	56,3	5	24
35	2249	19,6	5	22
36	2185	6	2	9
37	1868	1,03	2	11
38	1717	0	0	0
39	1756	0,08	2	11
40	2225	0,32	1	4
41	2077	3,50	2	10
42	2444	6	4	16
43	3000	3,6	1	3
44	2625	1	1	4
45	2648	1,08	2	8
46	2608	4,84	3	12
47	2529	0,39	4	16
48	2469	0,3	1	4
49	2733	7	1	4
50	1996	6,25	4	20
51	2555	6,00	3	12
52	2555	1	1	4
53	2441	0	0	0
54	2187	62	2	9
55	1761	116	3	17
56	2086	1,02	1	5
57	1999	0,5	1	5
58	1673	2,38	4	24
59	1826	6,00	3	16
60	1885	0	0	0
61	1898	16,98	2	11
62	1796	1,75	2	11
63	1901	6,5	2	11
64	1309	3,14	1	8
65	1362	44,00	2	15
66	1306	4,48	3	23
67	1618	3,35	2	12
68	1450	42,91	3	21
69	661	0,029	1	15

Tab. X (ci-dessus) : Evolution des incendies de forêt en fonction du gradient de continentalité

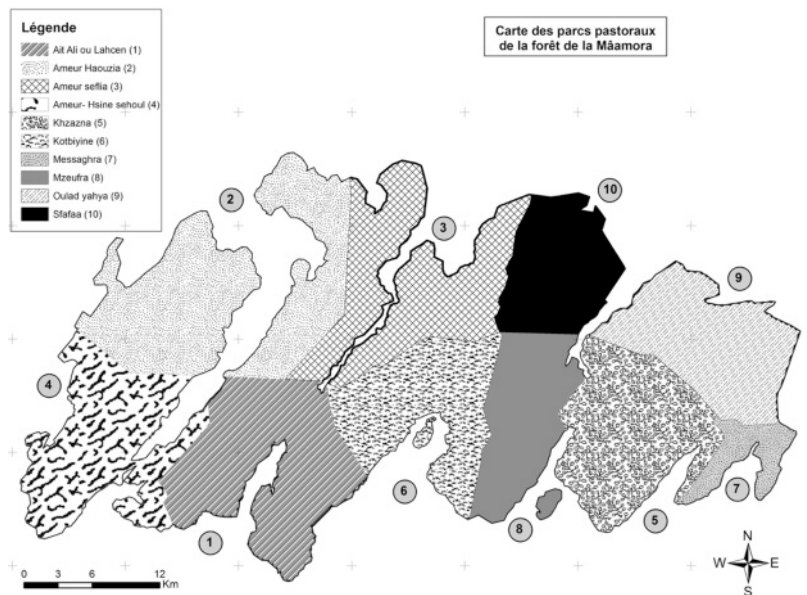
La continentalité

L'humidité relative de l'air est un paramètre important qui détermine le pouvoir évaporant de l'atmosphère, pour assurer une bonne alimentation en eau à la végétation, une même quantité de précipitations aura incontestablement une plus grande efficacité que dans une région chaude. Plus on s'éloigne de l'océan, plus l'humidité relative de l'air diminue ce qui conduit à une augmentation de l'évapotranspiration et, par la suite, rend la végétation et le milieu plus secs et plus vulnérables au feu. L'étude de cet aspect au niveau de la forêt de la Mâamora a nécessité le découpage de la carte de celle-ci en bandes de 1 km, puis de calculer la superficie boisée de chaque bande ainsi que le nombre d'incendies et la superficie brûlée. La carte (Cf. Fig. 16) illustre la répartition des points d'éclosion des incendies en fonction du gradient de continentalité. Les résultats de cette analyse sont repris dans le tableau X.



La détermination de la force de liaison entre la continentalité et les départs de feux s'est faite en analysant le nuage de points résultant de la représentation graphique de l'évolution du nombre d'incendies par 100 km² boisés en fonction de l'éloignement de l'océan (Cf. Fig. 17).

Le graphique de la figure 17 révèle que le coefficient de détermination est proche de 51%, ce qui laisse dire qu'on est face à une forte corrélation positive entre la fréquence des incendies et l'effet de la continentalité dans la forêt de la Mâamora ; les secteurs les plus reculés par rapport à l'océan sont plus affectés par les feux de forêts.

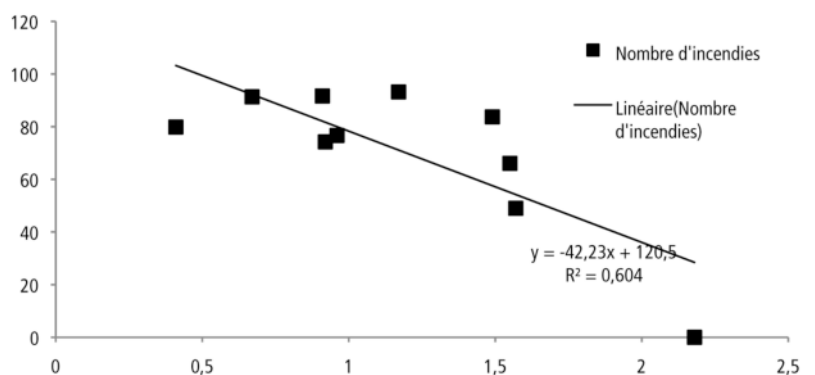


De haut en bas :

Photo 3 :
Parcours en forêt dans la Mâamora
Photo Tarik Janah

Fig. 14 :
Les parcs pastoraux (HCEFLCD, 2011)

Fig. 15 :
Nombre d'incendies en fonction du degré de surpâturage des parcs pastoraux



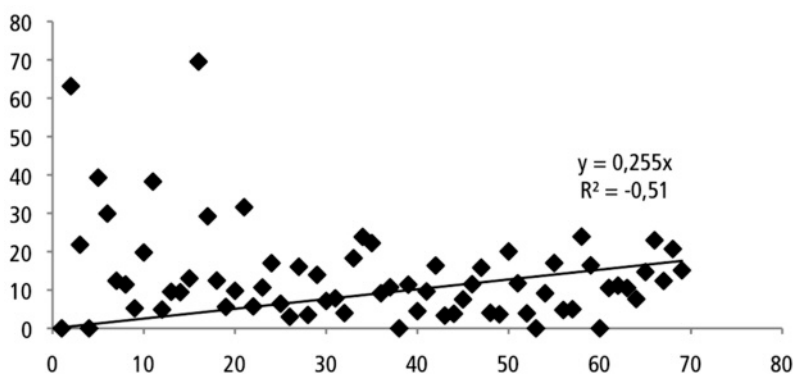
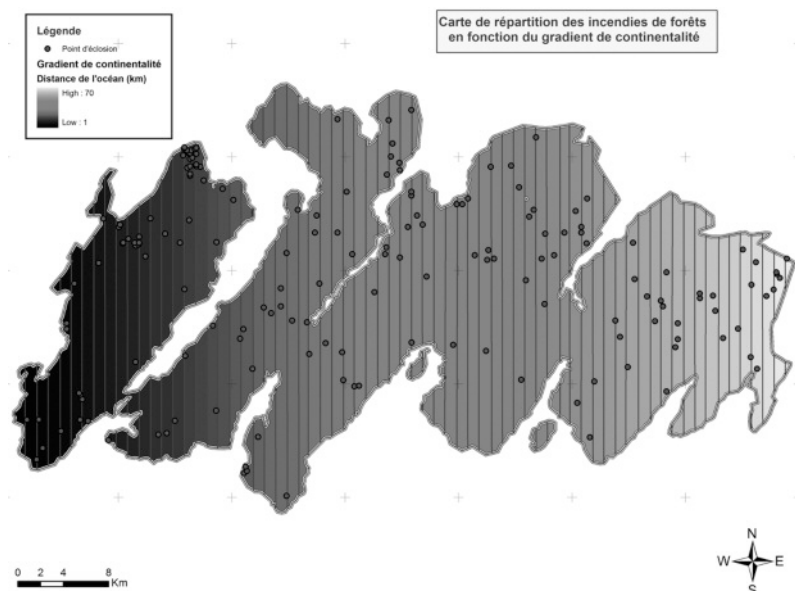


Fig.16 (en haut) :
Carte de répartition des incendies par rapport au gradient de continentalité

Fig.17 (ci-dessus) :
Evolution du nombre d'incendies en fonction de la continentalité

La gestion des incendies de forêts

Dans l'objectif de diminuer le nombre d'incendies ainsi que les superficies touchées, le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, en partenariat avec l'ensemble des intervenants concernés, notamment la Protection civile, la Gendarmerie royale, les Forces armées royales, les Forces auxiliaires, les Autorités locales, le ministère de l'Equipement et du Transport, l'Office national des aéroports, met en œuvre annuellement un programme d'action, de prévention et de lutte contre les incendies de forêts (HCEFLCD, 2010).

En matière de lutte contre les incendies de forêts le HCEFLCD se base sur l'anticipation et la mobilisation préventive des moyens de lutttes, notamment des véhicules de première intervention. Il est à signaler que le

HCEFLCD dispose d'une application Web qui permet de gérer le risque d'incendies de forêts, ainsi les cartes reprenant ce risque sont élaborées chaque jour d'une manière automatique, ces cartes sont consultables via internet avec des droits d'accès qui sont alloués à l'ensemble des partenaires.

La présente étude serait d'un grand apport pour les gestionnaires forestiers en vue de mieux gérer les risques d'incendies dans la forêt de la Mâamora, dans la mesure où il a permis d'identifier les zones prioritaires qui doivent faire l'objet d'actions de prévention adéquates.

Conclusion

Au terme de cette étude qui avait pour objectif une analyse approfondie de l'occurrence des incendies dans la Mâamora, il apparaît que les zones d'interfaces hommes-forêts ne constituent pas des espaces qui favorisent l'éclosion des feux. Les travaux de prévention qui visent la résorption des conditions de déclenchement des incendies ne doivent pas se limiter uniquement aux zones d'interface, mais doivent être opérés d'une manière sélective en prenant en considération d'autres facteurs. Comme cela a été mis en exergue lors de l'analyse, la charge de combustible et sa teneur en eau (notamment de la strate basse) restent les facteurs prépondérants qui régissent en grande partie, aussi bien l'occurrence que la propagation des incendies de forêts. Cette charge de combustible, elle aussi, est inéluctablement liée à d'autres variables : la quantité de précipitations reçues qui, en principe, pourrait améliorer le bilan hydrique des sols si elle est combinée avec des paramètres édaphiques favorables ; une faible épaisseur moyenne des sables et une pente moyenne du plancher argileux faible également. Lorsque les éléments précités sont réunis, une autre variable va intervenir pour orienter différemment l'évolution du combustible, il s'agit de la continentalité. Ainsi, dans les zones les plus éloignées de l'océan, le combustible devient plus sec augmentant ainsi la vulnérabilité aux incendies. Quant aux pluies reçues, non seulement la quantité importe, mais aussi la répartition saisonnière ; certes cette quantité joue en faveur du développement du combustible et, par conséquent, peut favoriser l'éclosion du feu, elle peut avoir aussi un effet bénéfique en améliorant la teneur en eau de

la végétation si elle coïncide avec la période de passage de la saison printanière à la saison estivale.

Par ailleurs, on ne peut pas se passer du constat important, révélé par l'analyse, de la liaison avec l'activité pastorale, qui peut être assimilée à un désherbage ou un débroussaillage naturel, si elle est bien dosée. Il est donc du ressort des gestionnaires d'entreprendre les travaux de débroussaillage de la strate basse lorsqu'elle est fortement développée, ces travaux doivent être plus intense dans la Mâamora orientale et aussi au niveau des groupements végétaux les plus inflammables, particulièrement ceux où les cistes sont dominants.

En définitive, afin d'élaborer des cartes statiques plus fiables qui indiquent le risque d'incendies de forêt, il est souhaitable d'actualiser les données de la biomasse végétale à un rythme annuel pour tenir compte des changements qui se produisent d'une année à l'autre, en faisant appel à la télédétection. Dans le même ordre d'idées, il est intéressant de construire des modèles de prédiction permettant de prévoir le développement du couvert végétal en fonction de la pluviométrie.

K.C., N.G.

Remerciements

Les auteurs tiennent à adresser leurs vifs remerciements aux professeurs Abdelmalek Benabid et Zineb Benrahmoune Idrissi, et aussi au Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la désertification au Maroc.

Références bibliographiques

Aafi A., 2007. Etude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne-liège de la forêt de la Mâamora, Thèse de Doctorat d'Etat Es-Science Agronomiques, I.A.V Hassan II, Rabat, 190 p.
Alexandrian D. et Rouchdi M. 2006. Cartographie du risque d'incendies de forêts au Maroc. Rapport Mission-FAO, UTF/MOR/028. 46 p.
Benabid A., 2007 : Description de la Composition et de la Structure des Types de Combustibles, « Appui à la mise en œuvre du programme forestier national, Élaboration des cartes de risques aux incendies de forêts du Nord du Maroc », 14 p.



Photo 4 :

Un poste vigie dans la forêt de la Mâamora
Photo Tarik Janah

DREFNO, 2005. (Direction Régionale des Eaux et Forêts du Nord-Ouest) : Forêt de la Mâamora. Plan de sauvegarde et de développement de la forêt de la Mâamora, Kénitra.
DREFNO, 2006. (Direction Régionale des Eaux et Forêts du Nord-Ouest) : Dossier base de la Mâamora, DREFNO/SEAFBV/Kenitra ; 2006, 62 p.
DREFNO, 1992. (Direction Régionale des Eaux et Forêts du Nord-Ouest) : Plan de gestion de la subéraie de la Mâamora, 1992-2011.
DREFNO, 1992. (Direction Régionale des Eaux et Forêts du Nord-Ouest) : PV d'aménagement de la subéraie de la Mâamora, 1992-2011.
HCEFLCD, 2010 : Rapport annuel des incendies de forêts, 18 p.
HCEFLCD, 2011 : Procès verbal d'aménagement de la forêt de la Mâamora, 2011.
Natividade J., 1956. Subériculture. Edition française de l'ouvrage portugais.

Dr. Khalid CHERKI
Pr. Najib GMIRA
Laboratoire de Biodiversité et des Ressources Naturelles
Faculté des sciences
Université Ibn Toufail (LBRN)
Kénitra, Maroc
Mél : khalidcherki@gmail.com

Résumé

L'incendie de forêt reste incontestablement un des facteurs de dégradation les plus dévastateurs dans le bassin méditerranéen, lequel est caractérisé par une végétation très inflammable et des conditions climatiques chaudes et sèches. Le Maroc, pays du pourtour méditerranéen, n'est pas épargné par ce fléau, avec 3000 ha de forêts qui partent annuellement en fumée, cette situation est aggravée par les difficultés de régénération et de restauration des espaces, marqués par une vulnérabilité naturelle de la forêt telle que celle de la Mâamora. Pour répondre à cela, la conception d'un plan d'aménagement anti-feux visant à conférer à la forêt de la Mâamora une immunité élevée contre les incendies, nécessite non seulement une connaissance approfondie du milieu, mais aussi une analyse appropriée du phénomène « incendie ». La présente étude qui se penche sur le diagnostic et l'analyse des incendies survenus en Mâamora, a permis de constater que les zones d'interface homme-forêt (routes, douars, etc.) n'ont pas d'influence sur l'occurrence des incendies. Il ressort également que l'activité pastorale, pratiquée d'une certaine façon, pourrait jouer un rôle important dans la diminution des risques d'incendies. En outre, l'étude révèle que la charge de combustible représente le facteur prépondérant qui régit à la fois l'éclosion des incendies et leur propagation, cette charge étant étroitement liée à la qualité de la station (sol et pluviométrie).

Mot-clés : Mâamora, Incendies de forêts, Analyse spatiale, interface homme-forêts, facteurs écologiques

Summary

Distribution patterns of wildfire in the Mâamora forest (Morocco) as a function of human and physical factors

Forest fires are unquestionably the main disturbance and the most devastating factor in the deterioration affecting forests and woodlands, especially in the Mediterranean basin where species are highly inflammable and climatic conditions are hot and dry. Morocco as a Mediterranean country is not spared by this phenomenon, with 3,000ha of forest burned out every year. This situation is aggravated by the low rate of regeneration and restoration of areas such as the Mâamora which displays a naturally vulnerable ecosystem. To mitigate this situation, the establishment of an effective management plan for forest fire prevention requires not only an intimate knowledge of environment but also a perfect analysis of the wildfire phenomenon. Therefore, in this study we have focused our diagnosis on the analysis of previous fires that occurred in the past in the Mâamora forest. The study highlights the fact that human-forest interface areas (roads, villages) have no influence on the occurrence of wildfire. Also we show that grazing carried out in a well-balanced way can play a key role in reducing the fire hazard. In addition, the study reveals that fuel load is the major factor that governs both outbreaks of wildfire and its spread. This load is closely related to the characteristics of a site (soil and rainfall).

Key words : Mâamora, wildfire, Spatial analysis, interface men-Forest, ecological factors

Resumen

Distribución espacial de los incendios forestales en el bosque de la Mâamora (Marruecos) en función de los factores humanos, ecológicos y biofísicos

El incendio forestal es, sin duda, uno de los factores de degradación más devastadores en la cuenca del Mediterráneo que se caracteriza por una vegetación altamente inflamable y un clima cálido y seco. Marruecos, país típicamente mediterráneo, no está a salvo de aquella amenaza, con 3000 hectáreas de bosques al año que se queman. Esta situación está agravada por las dificultades en términos de recuperación y restauración en especial por la vulnerabilidad natural del bosque tal como el de Mâamora. Para responder a esto, el diseño de un plan de gestión y de lucha contra el fuego, destinado a dar a la selva de la Mâamora un alto nivel de inmunidad contra el fuego, no sólo requiere un conocimiento profundo del medio ambiente, sino también un análisis adecuado del fenómeno "Fuego". El presente estudio, centrado en el diagnóstico y el análisis de los incendios en la Mâamora, mostró que las áreas de bosque de la interfaz hombre-bosque (carreteras, adueros, etc.) no influyó en el brote de incendios. También está claro que la actividad pastoral, practicada de alguna manera determinada, podría desempeñar un papel importante en la reducción de los riesgos de incendio. Además, el estudio encontró que la acumulación de combustible es el factor principal que determina tanto el brote como la propagación de los incendios. Aquella acumulación está estrechamente relacionada con la calidad del sitio (suelo y lluvia).

Palabras clave: Maamora, incendios forestales, análisis espacial, los bosques de interfaz humana, los factores ecológicos