

Le cèdre de l'Atlas au Maroc et l'avenir face aux processus de dégradations anthropiques et climatiques

par Mohamed ET-TOBI et Omar MHIRIT

Depuis une vingtaine d'années, de nombreux impacts liés au changement climatique et aux pressions anthropiques sont observés dans la cédraie marocaine : perte de vitalité, dépérissement, extension du chêne vert au détriment du cèdre, réduction de la croissance... Face à ces processus, quelles sont les actions et mesures mises en œuvre par le Maroc à travers son Programme forestier national et sa Stratégie évolutive 2020-2030 ?

La cédraie dans le contexte du changement climatique au Maroc

Tendances du climat des cédrailles vis-à-vis du changement climatique

Dans le contexte du changement climatique, les projections climatiques ont porté principalement sur les précipitations annuelles et les températures annuelles pour deux scénarios d'émission (scénario RCP 2.6 dit optimiste, et scénario RCP 8.5 dit pessimiste) et des échéances fixées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) dans son 5^e rapport (2013). Les projections des variations des précipitations et des températures aux horizons temporels 2046-2065 et 2081-2100 sont écartées ici ; seule, la période 2016-2035 est considérée afin de situer les tendances du climat de la cédraie dans le contexte général du Maroc et celui établi par le GIEC (Cf. Tab. I).

Selon la Troisième Communication nationale (ANON., 2016), le changement climatique est déjà en cours au Maroc. Au vu des tendances observées entre 1960 et 2005, les températures moyennes annuelles ont augmenté de 1,0°C à plus de 1,8°C et les précipitations ont enregistré une baisse variant entre 3 et 30%.

En termes de projection future et sur l'ensemble du pays, les précipitations seront marquées par une tendance à la baisse de 0 à 20% des cumuls annuels pour les périodes 2016-2035 (à l'exception toutefois des régions sahariennes : 0% à +10%) ; et les températures moyennes annuelles affichent une tendance à la hausse de 0,5 à 1°C à l'horizon

1 - Le mot « daya » en langue arabe correspond à étang naturel d'eau douce, approvisionnée ou non par les pluies.

Dayat Ifrah (nom propre) signifie « la daya de Ifrah ».

2020, et de 1 à 1,5 °C aux horizons 2050 et 2080.

Afin de situer la cédraie marocaine dans ce contexte, deux principales stations ont été retenues (Cf. Tab. II) :

– la station d'Ifrane (1660 m d'altitude) située au cœur du Moyen Atlas, caractérisant principalement les cédraies humides de la forêt d'Azrou et la forêt d'Ait Youssi (25 000 ha) dans la province d'Ifrane (MOKRIM, 2008) ;

– la station de Midelt représentative de l'ensemble du versant méridional du Moyen Atlas (Haut bassin de la Moulouya) et caractérisant les cédraies sèches de la forêt d'Aït Oufella (5 650 ha) qui s'étend entre 1750 et 2300 m d'altitude (RHANEM, 2011).

Les données météorologiques rapportées par ces deux auteurs cités ci-dessus corroborent le changement climatique récent observé au Maroc (CF. Fig. 1 et 2), et les variations enregistrées de température et de précipitations se situent dans les fourchettes des projections 2016-2035 du GIEC pour les deux scénarios RCP 2.6 et RCP 8.5 (Cf. Tab. I et Tab. II).

L'analyse de l'évolution des paramètres bioclimatiques dans les cédrailles dépérissantes du Moyen Atlas (station d'Ifrane et station d'Azrou) a dévoilé l'existence de cinq épisodes de sécheresse sur les douze qu'a connues le siècle dernier au Maroc, et celles-ci ont eu lieu durant la période 1982 à 1996 (MOKRIM, *op. cit.*). La fréquence des années

sèches a augmenté de 59 à 77% entre les périodes 1930-1980 et 1981-2006, accompagnée d'une tendance remarquable de la baisse de la neige plus marquée depuis les années 80, et la concentration des précipitations en hiver et leur baisse au printemps.

Réduction des ressources hydriques et des zones humides naturelles

Selon MOKRIM (*op. cit.*), l'évolution inter-annuelle du bilan hydrique (période 1981 à 2006), dans la zone de la cédraie, montre que ce bilan est largement déficitaire. La dynamique de l'eau dans le sol, appréciée à travers les prélèvements au niveau de la réserve hydrique des sols ou des dayas¹, durant ces 26 dernières années, est de l'ordre de 6344 mm à Dayet Ifrah (Azrou) et de 5486 mm pour Dayat Hachlaf. En d'autres termes, le niveau des dayas dans la zone des deux stations aurait baissé d'au moins 5,5 m à 6,3 m durant la période 1981-2006.

A plus large échelle, la surface totale des zones humides majeures du Maroc aurait régressé de 25% entre 1978 et 1999 (OZHM, 2014). Cette régression ne se limite pas au Maroc, puisqu'à l'échelle de la zone sud-ouest méditerranéenne, un constat dressé en 2018 évoque des pertes de zones humides naturelles de l'ordre de 500 km² pour 128 sites représentés dans cette évaluation (OZHM, 2018).

Tab. I (ci-dessous) :
Tendances générales du climat au Maroc face aux changements climatiques (GIEC, 2013 ; TCN, 2016).

Tab. II (en bas) :
Evolution des précipitations et des températures pour deux stations des cédrailles du Moyen Atlas.

Période	Scénarios	Région du Maroc	Tendances des variations des cumuls annuels des précipitations	Région du Maroc	Tendances des variations des températures moyennes annuelles
2016-2035	RCP 2.6	Ensemble du pays Excepté la moitié sud des régions sahariennes et oasis	-10% à -20% 0% à +10%	Ensemble du pays Excepté Quart sud-ouest (région Fighig, Ouarzazate et Tata)	+0,5°C à +1,0°C à +1,0°C
	RCP 8.5	Ensemble du pays Excepté l'extrême sud des régions sahariennes	0 % à -10% 0% à +10%	Ensemble du pays Excepté Quart sud-ouest (région Fighig, Ouarzazate et Tata)	+0,5°C à +1,0°C à 1,5°C

Station météorologique	Température annuelle moyenne (°C)				Précipitations annuelles moyennes (mm/an)			
	Série	Valeur initiale	Valeur finale	Variation (°C)	Série	Valeur initiale	Valeur finale	Variation (%)
Ifrane (Altitude 1660 m)	1958-2006	11	12	+1	1980-2006	1 000	894	-10,6
Midelt (Altitude 1508 m)	1957-2005	14,0	15,0	+1	1957-2005	225	161	-28

Fonctions sensibles et processus de vulnérabilité du cèdre

La problématique de gestion des ressources des forêts de cèdre de l'Atlas au Maroc se présente, de façon générale, en termes de déséquilibre entre les ressources naturelles d'une part (sols cultivables, eau de qualité, végétation ligneuse etc.) et, d'autre part, les besoins accrus des populations de montagne en croissance rapide, à la recherche d'une amélioration générale de leurs conditions de vie (MHIRIT 1999).

Espace multifonctions et multi-usages, les cédraies, sont soumises à des formes d'exploitation multiples à l'origine d'enjeux, écologiques, fonciers, socioéconomiques, dont la manifestation se traduit par le déboisement, la dégradation des milieux naturels (dédensification et déstructuration des forêts) et, de surcroît, par leur dysfonctionnement et par leur appauvrissement en biodiversité. La Fig. 3 schématise les processus de vulnérabilité du cèdre de l'Atlas.

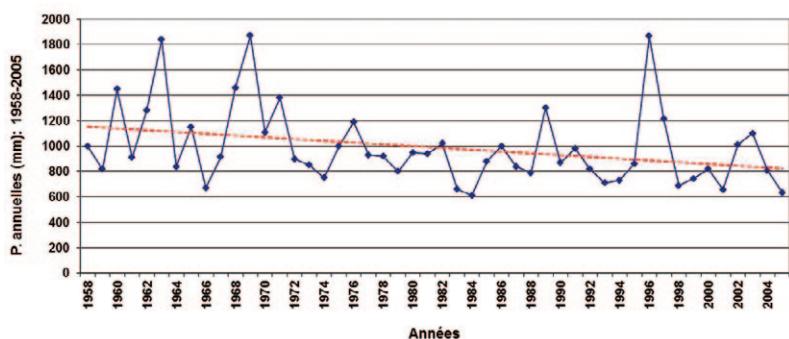
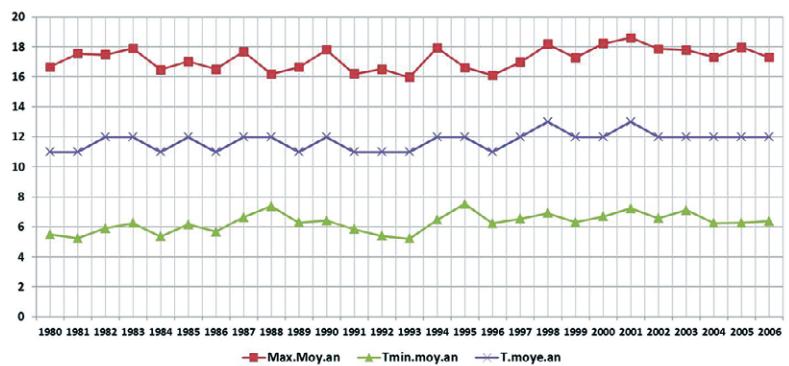
Dans ces forêts, les processus de dégradation sont souvent graduels et insidieux. Ils participent à la diminution de la productivité et de la valeur du capital forestier dans son rôle de production de biens et de services, de régulateur écologique ou encore de patrimoine génétique et à la transformation des habitats de l'écosystème. Dans ce cas, c'est le capital sol qui est en danger. L'érosion devient un facteur de dégradation souvent irréversible pour l'écosystème lui-même mais également pour les terres en aval, par la diminution de la fertilité et parfois la perte totale des terres arables.

Dans ce cadre de vulnérabilité de l'écosystème du cèdre, liée aux processus biophysiques

De haut en bas :

Fig.1 :

Evolution de la température moyenne annuelle maximale, minimale et moyenne à la station d'Ifrane (Altitude 1660 m) entre 1980 et 2006 (Mokrim, 2008).



Mode d'exploitation des ressources naturelles

- Surexploitation: Bois et produits forestiers non ligneux;
- Ecimage, ébranchage et mutilations des arbres en hiver;
- Surpâturage: 2 à 4 fois la charge,
- Surexploitation des nappes souterraines: agriculture et arboriculture de piémont, (baisse du niveau des zones humides Dayat Ifrah (Azrou) et Dayat Hachlaf(Ifrane) de 5,5 à 6,3 m durant la période 1981- 2006.

Processus de dégradation

- Défrichement des forêts et des zones tampons;
- Dégradation qualitative des forêts, et de la biodiversité;
- Erosion hydrique des sols;
- Adversités : ravageurs et maladies ;
- Perturbation du cycle de l'eau;
- Rupture du mode d'organisation et d'utilisation de l'espace rural (sédentarisation, conversion de l'espace pastoral, émigration; ...)

Une demande sociétale supérieure à l'offre écosystémique
Tendance au réchauffement (Pluie : -24% et Température moyenne +1°C) durant les dernières décennies : un phénomène révélateur et/ou amplificateur

Dysfonctionnement de l'écosystème :

Perte de stabilité, de vigueur et de potentiel productif

Fig. 3 :

Evolution des cumuls des pluies à la station d'Ifrane de 1958 à 2005 (Mokrim, 2008).

Fig. 3 :

Processus schématique de vulnérabilité des forêts de cèdre de l'Atlas.



Photo 1 :

Facteurs de dégradation des forêts : dépérissement d'un peuplement de cèdre de l'Atlas.

siques et anthropiques, le changement climatique peut être révélateur et/ou amplificateur de l'évolution de ces processus et des menaces pour l'écosystème et pour les populations qui en dépendent (MHIRIT et ET-TOBI, 2009 ; RHANEM 2011 ; LABHAR et LEBAUT, 2012). Les photos 1, 2 et 3 présentent une illustration des facteurs de dégradation des forêts de cèdre de l'Atlas.

L'impact combiné de l'action anthropique et des modifications climatiques probables est particulièrement important dans les forêts de cèdre de l'Atlas dont les massifs montagneux constituent le château d'eau du pays et qui concentrent, sur de faibles superficies (zonation altitudinale), la plus grande biodiversité du pays. A titre d'exemple, les forêts marginales ou de haute altitude ou à continentalité accentuée (ex. des massifs de cèdre du Bou Iblane, de Jbel Layachi, du Col du Zad dans le Moyen Atlas) sont en voie d'extinction puisque la dégradation des sols et un pâturage permanent rendent impossible la régénération des peuplements.

Impacts des processus de dégradation anthropiques et climatiques observés sur la cédraie au Maroc

Tab. III :

Perte foliaire du cèdre observée dans la cédraie d'Azrou (Assali, 2009).

Classe de perte foliaire	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Déficit normal	8	3	2	4	5	5
Déficit foliaire notable	84	85	83	81	78	84
Cèdres dépérisants	9	11	14	16	16	11

Suivi de la perte de vitalité des cèdres à l'aide du déficit foliaire

Le pourcentage de cèdres atteints de perte foliaire a été observé annuellement de 2003 à 2008 (ASSALI, 2009) au niveau des placettes d'un réseau spécifique de suivi du dépérissement mis en place au niveau de la forêt d'Azrou (Cantons de Michlifen et de Boutrouba). En effet, la perte foliaire (pourcentage d'aiguilles perdues) constitue une appréciation de la perte de vitalité des arbres forestiers. Les résultats de ces observations permettent de dresser un constat sur la perte de vitalité du cèdre à travers la propagation du dépérissement.

En 2003, le déficit foliaire (Cf. Tab. III) aurait affecté grossièrement 90% des sujets prospectés (addition des quotas des classes 2 à 5). De manière globale, le pourcentage de cèdres affectés de perte foliaire s'est accru au fil des ans, notamment dans la classe de déficit foliaire notable et la classe de cèdre dépérisant. Le pourcentage de cèdre dans la classe à « déficit foliaire notable » s'est globalement maintenu autour de 80% de 2003 à 2008. A l'exception de l'année 2008, le pourcentage de sujets des classes « cèdres dépérisants » s'est accru à partir d'une proportion de 9% en 2003 à une valeur de 16% en 2007. La perte de vitalité est également perceptible à travers les pourcentages annuels relevés dans la classe à « déficit normal » qui, à l'exception de l'année 2008, sont restés inférieurs à 5%.

Evolution spatiale du dépérissement du cèdre

L'apparition massive des dépérissements des forêts de cèdre date de l'été 2001 pour les forêts du Moyen Atlas (ANON., 2018). Les premiers travaux sur le dépérissement du cèdre au Moyen Atlas (ET-TOBI, 2006, 2007, 2008 ; DERRAK *et al.*, 2008 ; ET-TOBI *et al.*, 2009) ont permis d'évaluer l'importance du phénomène (Cf. Fig. 4).

Cette importance apparaît nettement à travers les 40% de cédraie atteinte de dépérissement et de mortalité observés sur une surface de 26 415 de peuplements de cèdre ; relevant de cinq massifs forestiers (Aghbalou Larbi, Senoual, Bekrit, Azrou, et Jbel Aoua Sud) totalisant ensemble 72 215 ha d'étendue forestière. L'intensité est néanmoins différenciée d'un massif à l'autre et varie en

fonction des potentialités des massifs : très importante pour la cédraie de Senoual (48%) et Aghbalou Larbi (62%), entre 31 et 33% pour les cédraies de Bekrit et Azrou, et relativement faible pour la cédraie de Jbel Aoua Sud (17%).

Rétrécissement de l'aire du cèdre et extension du chêne vert

Une étude concernant l'évolution récente de cédraies du Moyen Atlas central a été appréhendée au niveau de cinq massifs à travers une analyse diachronique (1987-2002) basée sur le traitement d'images satellite et de relevés de végétation et du milieu (LABHAR et LEBAUT, 2012). L'étude a conclu à un recul surfacique net du cèdre de l'Atlas observé entre 1987 et 2002 (LABHAR et LEBAUT, *op. cit.*).

Ce recul (Cf. Fig.5) a été évalué à (- 9 ha) pour le massif de Seheb, (- 103 ha) à Jbel Aoua Sud, (- 85 ha) pour la cédraie de Ain Kahla, et un recul record (- 424 ha) a été enregistré au niveau de la forêt de Ain Nokra. Une extension de +14 ha a toutefois été observée à Ras El Ma (tête de l'eau en langue arabe).

En fonction de leur évolution surfacique récente, les paysages de la cédraie peuvent être classés en trois sylvofaciès suivants :

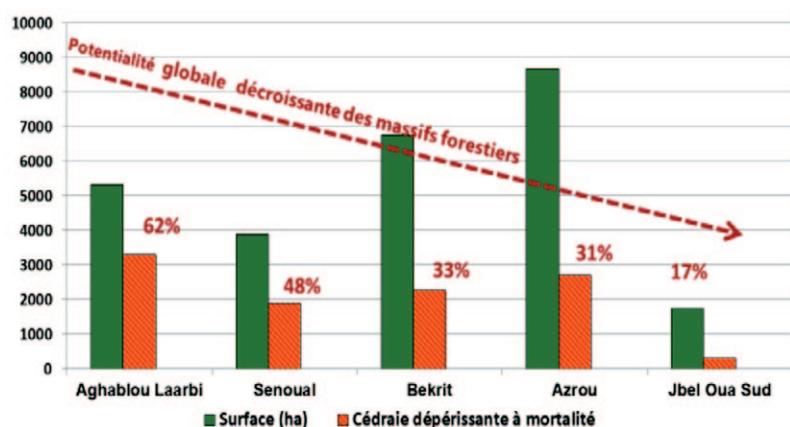
- sylvofaciès en évolution progressive : c'est le cas de la forêt de Seheb et celle de Ras El Ma, où le recouvrement global de la forêt a augmenté, mais les bordures sont figées ;

- sylvofaciès en régression lente : concerne la forêt de Jbel Aoua sud et celle d'Ain Kahla. La régression touche le cèdre suite aux phénomènes de dépérissement, d'émondage pratiqué par les bergers ou par l'écorçage des jeunes cèdres par le singe Magot ;

- sylvofaciès en régression rapide : observé dans la forêt d'Ain Nokra. Cette régression

Photo 2 :
Facteurs de dégradation des forêts de cèdre de l'Atlas : surpâturage de 2 à 4 fois la capacité de charge pastorale.

Fig. 5 :
Evolution spatiale de l'aire du cèdre et du chêne vert entre 1987 et 2002 pour cinq cédraies au Moyen Atlas, d'après Labhar et Lebaut (2012). Les valeurs positives en haut indiquent l'extension du chêne vert ; celles négatives (en bas) correspondent au recul surfacique du cèdre.



est due au dépérissement spectaculaire du cèdre sous les effets combinés de la continentalité et de la forte pression anthropique.

En parallèle à la régression du cèdre, la migration du chêne vert est caractérisée par

Fig. 4 (ci-dessus) :
Importance et extension du dépérissement observé pour les cédraies du Moyen Atlas (Et-tobi, 2007).

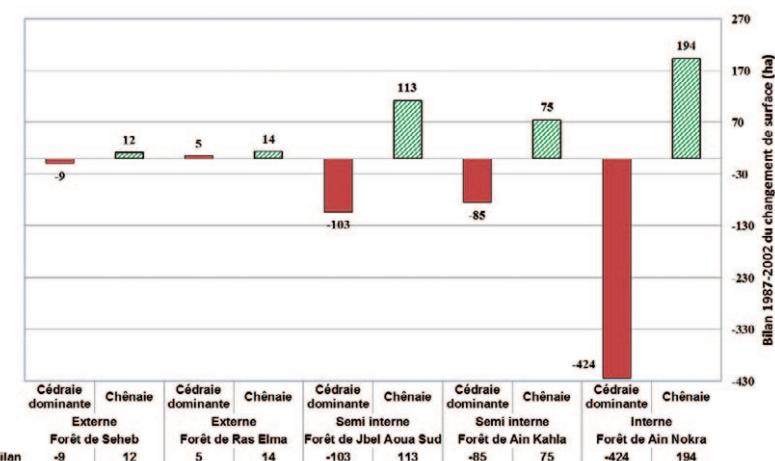




Photo 3 :

Facteurs de dégradations des forêts de cèdre de l'Atlas : exploitation et trafic illicites de bois de cèdre de l'Atlas.

une extension de la chênaie estimée à : +12 ha au niveau de la forêt de Seheb ; +14 ha dans la forêt de Ras El Ma ; +113 ha pour la forêt de Jbel Aoua sud ; +75 ha pour la forêt de Ai Kahla ; et +194 ha au niveau de la forêt Ain Nokra.

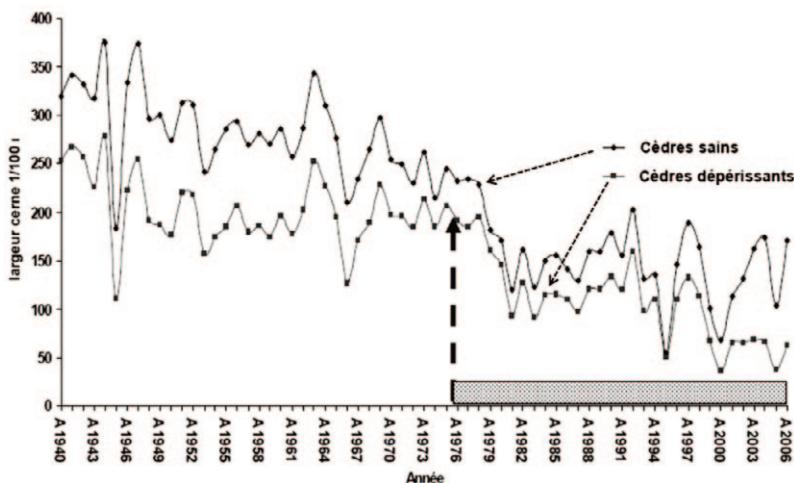
De manière générale, par rapport à une surface cédraie-chênaie (étudiée par cartographie diachronique) de l'ordre de 20 202 ha, le chêne vert aurait étendu son aire sur près de 408 ha en près de 15 ans (1987-2002), contre un recul global du cèdre estimé à 621 ha. Il faut souligner que ces surfaces ne sont pas continues.

Fig. 6 :

Evolution de la croissance des cèdres sains et des cèdres dépréssants au Moyen Atlas (Mokrim, 2008).

Réduction de la croissance du cèdre

L'effet des variations climatiques sur la croissance du cèdre au Moyen Atlas (MOKRIM 2008), appréhendé à travers une analyse



croisée bioclimatologie-dendrochronologie, a été examiné à travers l'analyse des variations de largeurs de cernes selon l'état de vitalité d'échantillons de cèdres sains et dépréssants de l'étage dominant et codominant dans divers peuplements des cédrailles d'Azrou et d'Ait Youssi au Moyen Atlas. Cette étude des relations entre la croissance annuelle des arbres et le climat récent constitue une approche historique pertinente vis-à-vis du changement climatique (Cf. Fig. 6).

La croissance des cèdres dépréssants confirme le changement observé du climat au Moyen Atlas (Tab. II, Fig. 1 et 2). La croissance du cèdre de l'Atlas se caractérise par une perte de vigueur de croissance de l'ordre de 30% observé sur le cerne moyen. La largeur du cerne moyen obtenue pour la période 1940-2006 a été de 2,01 mm, contre une moyenne de 1,40 mm pour la période 1976-2006. Cette perte de vigueur a été également corroborée par la concordance nette des chronologies d'épaisseurs de cernes et des classes de dépérissement ou degré de stress des arbres.

Impact général sur l'augmentation de la fréquence des feux de forêt

L'impact du changement climatique sur l'évolution des feux de forêt dans les cédrailles marocaines n'est pas à proprement-dit documenté de manière expérimentale. Toutefois, pour la zone rifaine au Maroc, il semble que le taux d'inflammabilité des arbres forestiers (HACHMI *et al.*, 2011) soit d'autant plus important que se conjuguent la diminution des quantités de pluies, l'augmentation des températures, la réduction de l'humidité de l'air et une disponibilité en biomasse de faible dimension (aiguilles < 25 mm).

Une classification de la sensibilité des espèces forestières du Maroc a été proposée dans ce cadre en quatre classes d'inflammabilité sur la base d'un indice d'inflammabilité (*Flammability Index*, FI). L'échelle d'inflammabilité dressée varie de moins de 0,5 pour la classe peu inflammable, à plus de 4,5 pour la classe hautement inflammable. Au sein de ce système, et avec un indice d'inflammabilité de 1,35, le cèdre de l'Atlas figure à la classe ($0,5 \leq \text{indice d'inflammabilité} < 1,5$) dite classe des « Espèces moins inflammables », où figure également le myrte commun (*Myrtus communis*).

L'occurrence des feux de forêt a nettement augmenté depuis 1960, atteignant en moyenne annuelle près de 200 feux en 1990, et 433 incendies en 2015 (Cf. Fig. 7). Cette tendance est toutefois accompagnée d'une diminution de la superficie moyenne brûlée respective de 3700 ha/an à 2 850 ha/an, soit une baisse de 25% (ANON., 2018).

Comportement des insectes ravageurs du cèdre

Dans le cadre de l'étude des causes du déclin du cèdre au Moyen Atlas (ANON., 2017), l'analyse entomologique dressée par MOUNA (2008, 2009) au niveau de deux forêts du Moyen Atlas (cédraie d'Azrou et cédraie d'Ait Youssi dans la province d'Ifrane) a identifié une population de 38 espèces d'insectes dont l'embranchement est rattaché à trois principaux ordres, et répartis sur 10 familles, et dont l'activité affecte divers organes du cèdre de l'Atlas.

Sur l'ensemble des insectes du cèdre au Moyen Atlas, seule l'espèce *Phaenops marmottani* Frm., un coléoptère xylophage de la famille des Buprestidae, est identifiée en stade de « gradation » ; les autres espèces sont classées à l'état « latent ». Cette espèce s'est avérée un ravageur primaire redoutable, qui attaque les arbres en pleine vitalité, et participe activement au phénomène de déclin du cèdre (Cf. Photos 4).

D'autres travaux de recherches menés au Maroc au sujet de modifications apparentées aux changements climatiques concernant certains aspects de modes de vie d'insectes ravageurs d'essences forestières ont été rapportés par ILMEN et BENJELLOUN (2013). Parmi ces changements, sont décrits, en particulier, le déplacement altitudinal et la hausse du voltinisme (GHAIOULE, 1994 ; LIEUTIER et GHAIOULE, 2005), et l'évolution de leur statut (MOUNA, 2009).

Spécifiquement au cas du cèdre de l'Atlas, le déplacement altitudinal a été observé pour la processionnaire (*Thaumetopea bonjeani*), un insecte défoliateur, dans les années 1940 du siècle dernier sur des cédraies de basses altitudes (AGENJO 1941 cité par ILMEN et BENJELLOUN, 2013). Les défoliations occasionnées par cette espèce ont été relevées plus tard en 2005 à une altitude de 2100 par LIEUTIER et GHAIOULE (2005) à l'occasion d'investigations sur des cédraies situées sur le Jbel Lakraâ dans le Rif.

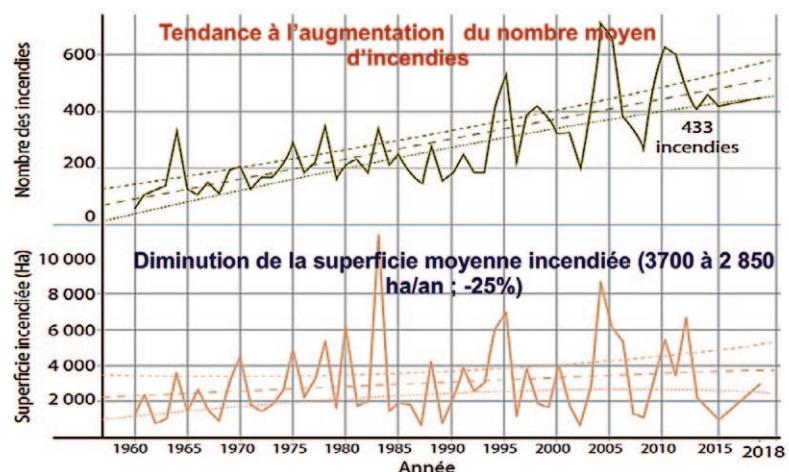
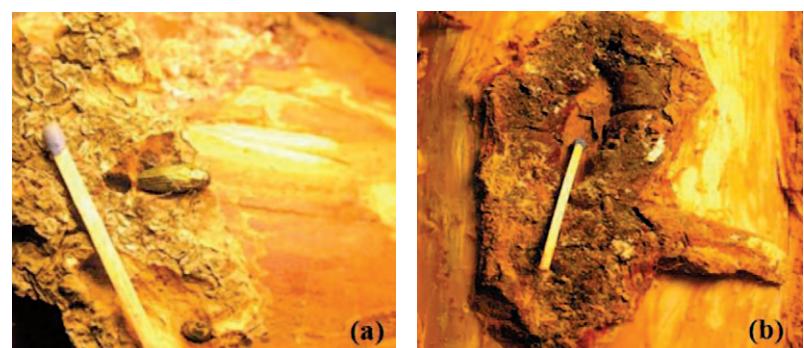


Fig. 7 :
Evolution de la fréquence et des superficies incendiées au Maroc (Anon., 2018).

L'évolution du statut ou ordre de phytophagie (ordre de colonisation ou succession) a été observée (MOUNA, 2009) chez *Phaenops marmottani* Frm. L'insecte, classé ravageur rare de deuxième et troisième rang, ne s'attaque habituellement qu'à des cèdres affaiblis, préalablement colonisés par d'autres ravageurs primaires. Toutefois, au début de l'année 2000, ce bupreste est cité au niveau des cédraies du Moyen Atlas comme principal ravageur observé en plein développement sur tous les cèdres en voie de déclin, et également sur un grand nombre de cèdres ne présentant aucun symptôme d'affaiblissement.

Il semblerait que cette évolution soit liée à la disponibilité de la nourriture d'arbres affaiblis, elle-même liée au stress hydrique. La durée du cycle biologique connu de l'espèce est de 12 à 14 mois, mais l'augmentation des températures pourrait contribuer à un raccourcissement de ce cycle et, par conséquent, à l'augmentation des effectifs du ravageur et à l'élargissement du potentiel d'arbres hôtes (MOUNA, *op. cit.*).

Photos 4 :
Attaques de *Phaenops marmottani* sur cèdre au Moyen Atlas (Mouna, 2009).
(a) Sortie de l'adulte ;
(b) Localisation de la réaction de l'arbre entre l'écorce et l'aubier.



Orientations et éléments de programme pour une gestion durable du cèdre de l'Atlas face aux processus de dégradation

Les éléments de programme relatifs au cèdre de l'Atlas s'inscrivent dans les orientations stratégiques du secteur forestier définies par le Programme forestier national 2000-2020 (PFN), actualisé et reconduit dans le cadre de la Stratégie 2020-2030 du secteur forestier, adoptée récemment par le gouvernement. Des actions et mesures sont entreprises en vue d'infléchir les processus de dégradation, d'anticiper et d'intégrer l'adaptation au changement climatique dans la stratégie d'aménagement et de gestion des écosystèmes forestiers en général et des cédraies en particulier. Ces éléments de programme sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

Mise en place du Réseau national d'aires protégées

Le Département des Forêts a élaboré, dès 1996, et mis en œuvre, en cohérence avec l'agenda 21 de la CNUED (1992), l'Etude nationale sur les aires protégées et le plan directeur qui en est issu (ANON., 1995). Ce plan s'est traduit par la mise en place d'un réseau de 154 unités spatiales différentes en tant que Sites d'intérêt biologique et écologique (SIBE) dont : 6 parcs nationaux, 2 parcs naturels, 146 réserves naturelles, (108 du domaine continental et 38 du domaine littoral).

Ce plan est conforté par un cadre législatif et réglementaire approprié (la Loi 22-07 relative aux aires protégées promulguée par le Dahir n° 1-10-123 du 3 Chaabane 1431 (16 juillet 2010). Principale avancée, en matière de protection de la biodiversité, cette loi a créé cinq catégories d'aires protégées (parc national, parc naturel, réserve biologique, réserve naturelle et site naturel) où sont interdites ou réglementées plusieurs catégories d'activités, y compris la chasse, la pêche, l'extraction de matériaux, la construction d'ouvrages. Elle établit aussi que les aires protégées doivent être dotées, en collaboration avec les collectivités locales dont elles relèvent, d'un plan d'aménagement et de gestion qui fixe les objectifs de la protection,

l'exercice du droit d'usage ainsi que les mécanismes de surveillance et de suivi.

Des parcs nationaux du cèdre de l'Atlas

Le plan directeur des aires protégées, intégré dans le PFN, accorde une importance primordiale à la conservation et au développement durable de la cédraie. Ce plan a identifié et mis en place au sein de la cédraie 21 SIBE dont le parc national d'Ifrane (création : 2004 ; superficie : 51800 ha), celui de Talassemtane (création : 2004 ; superficie : 58950 ha), celui de Haut Atlas oriental (création : 2004 ; superficie : 55250 ha) auxquels s'ajoute le parc national du Tazekka (création : 1950 ; superficie : 580 ha, étendu en 2004 sur une superficie de 13700 ha) et 10 zones humides. Plus tard, fut créé le parc national de Khénifra (création : 2008 ; superficie : 202700 ha). La Fig. 8 présente la situation géographique des parcs nationaux du cèdre du Maroc

Ces parcs disposent d'une structure et d'un plan de gestion qui définit les aménagements et les actions à réaliser dans le temps et dans l'espace, entre autres : la restauration des habitats et des espèces, la valorisation du patrimoine culturel, l'appui aux usagers à travers des actions génératrices de revenus, le suivi scientifique, etc. Ce plan est basé sur un système de zonage, en vigueur dans la gestion des parcs nationaux, pour mieux assurer une utilisation rationnelle des ressources naturelles. Le plan d'aménagement et de gestion du parc national d'Ifrane est décrit en détail dans ANON., 2007.

Des zones humides de la cédraie

L'un des éléments marquant des paysages des écosystèmes du cèdre est sans nul doute représenté par les zones humides (ZH). Une dizaine sont d'importance internationale, avec une superficie de l'ordre de 1700 ha, sur les 25 ZH du pays, inscrits dans la liste de la Convention Ramsar des zones humides (AMCDD, 2018)

La Stratégie nationale pour les Zones humides (2015-2024), élaborée par le département des forêts (DAKKI *et al.*, 2015) constitue un guide de planification et d'orientation qui vient soutenir la concrétisation de la stratégie nationale des aires protégées. Elle est assortie d'un programme d'action conséquent coordonné et suivi par un Comité national des zones humides institué à cet effet.

La Réserve de biosphère du cèdre de l'Atlas

L'UNESCO a accordé le label « Réserve de Biosphère » à l'aire de répartition du cèdre de l'Atlas (Lima, Pérou, 24 mars en 2016). Cette réserve s'étend sur une surface de 1 375 000 ha, couvrant la région du Moyen et du Haut Atlas oriental où elle compte une population d'environ un million d'habitants. Elle englobe les trois parcs nationaux d'Ifrane, du Haut Atlas Oriental et de Khénifra, sur une superficie d'environ 500 000 ha en plus d'une vingtaine de SIBE terrestres et aquatiques du Moyen Atlas.

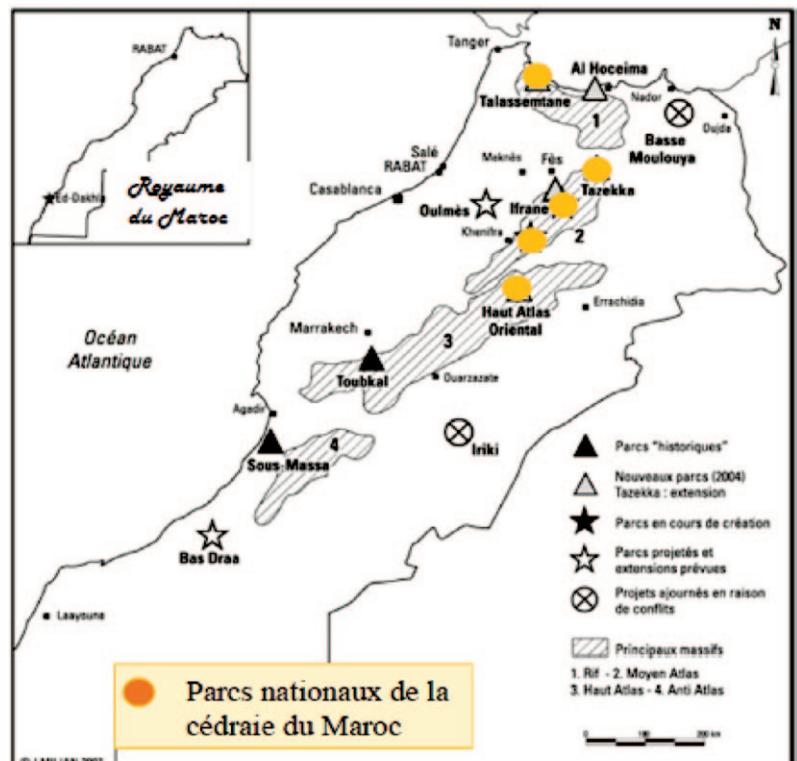
La Réserve de biosphère, qui rassemble plus de 70% de l'aire de distribution du cèdre de l'Atlas, se propose de promouvoir un modèle de développement durable moyen-nant la conservation et l'utilisation rationnelle des ressources naturelles par les communautés locales et le développement de l'innovation et de la recherche scientifique en faveur de la gestion durable de cet espace.

L'aménagement forestier concerté : une approche multifonctionnelle pour la gestion des forêts de cèdre

Malgré l'effort consenti pour l'élaboration des plans d'aménagements, qui s'apparentent au modèle des forêts tempérées, l'objectif de durabilité — rendement soutenu et pérennité de la forêt — n'a été que partiellement atteint face à un écosystème qui continue à jouer un rôle de premier ordre sur le plan social et sylvopastoral.

L'aménagement forestier concerté est fondé sur les principaux problèmes identifiés dans ces zones rurales de montagne, en particulier : la dégradation continue en qualité des ressources naturelles, la faiblesse des revenus des ménages, l'isolement et le manque d'accès à l'information et l'insuffisance des infrastructures de base. Ce type d'aménagement, expérimenté durant la première décennie du siècle, se veut une approche fondée sur l'association des usagers à l'ensemble des étapes de son élaboration : conception, identification des unités socio territoriales, négociation, planification, dimensionnement, réalisation, gestion, suivi et évaluation des actions.

Cette approche intègre, à l'échelle du massif forestier, les objectifs de préservation des formations naturelles et de conservation de



la biodiversité, les besoins des populations riveraines, en particulier sylvopastoraux, et les objectifs de développement socio-économique en périphérie des massifs. La fig. 9 schématise le processus et décomposition de l'aménagement forestier concerté.

Ainsi, les directives d'aménagement de l'espace forestier et périforestier sont élaborées sur la base du diagnostic de la situation actuelle et de la concertation avec les usagers organisés en commissions locales des forêts. Dans ce cadre, le plan de gestion traduit les directives en actions programmées dans le temps et dans l'espace. La programmation est faite sur la base de « paquets d'actions » identifiés à partir du diagnostic participatif dans un cadre cohérent qui prend en compte les zones forestières et périforestières.

Pour appuyer les efforts entrepris dans ce cadre, en matière de régénération, de reconstitution des cédraies et de préservation de leur biodiversité, la gestion des mises en défens s'est fondée sur l'implication et la responsabilisation des populations usagères, organisées en associations ou en coopératives sylvopastorales, à travers une incitation financière, sous forme de compensation des mises en défens, de l'ordre de 250 DH/ha, (équivalent 30 dollars US).

Fig. 8 :
Situation géographique des Parcs nationaux du cèdre du Maroc.

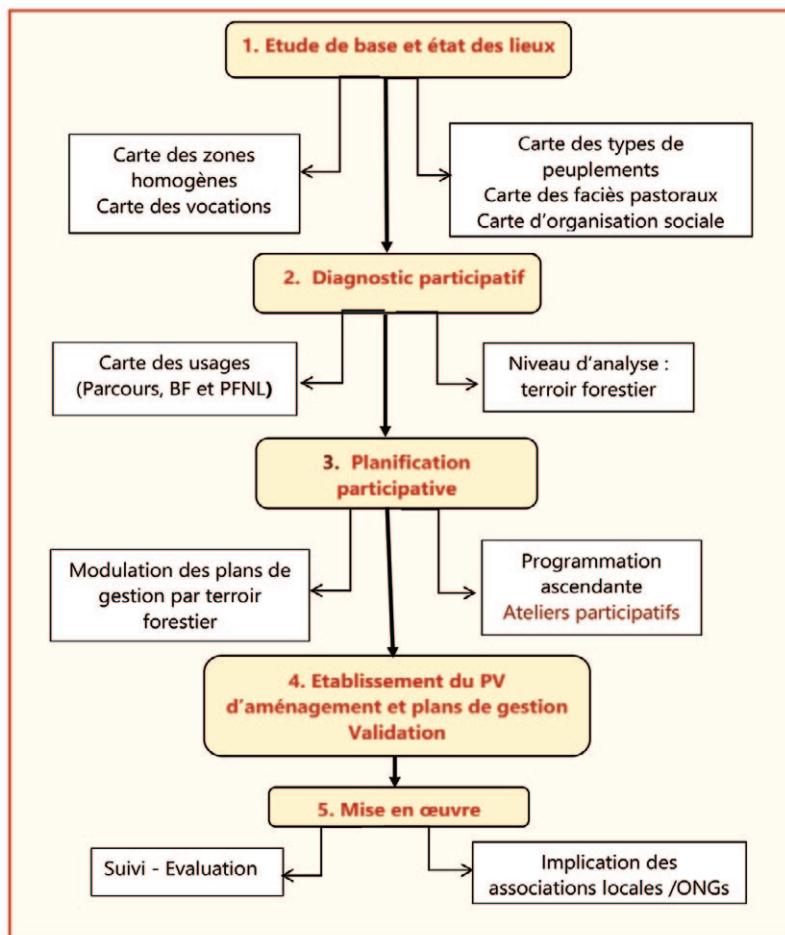
Cette incitation est budgétisée, pour la première fois, au titre de l'année 2005, pour un programme de 12 000 ha, en particulier dans la cédraie du Moyen Atlas. En 2018, elle a porté, sur 97 670 ha au profit de 166 associations d'usagers dans différentes régions forestières du pays et mobilisé un budget de 25 Millions de dirhams.

L'évaluation préliminaire des premières expériences d'aménagement concerté, dans deux massifs forestiers à dominante cèdre (la forêt d'Ifrane au Moyen Atlas central et la forêt de Bab Berred - Chefchaouen dans le Rif occidental) est concluante tant sur le plan écologique que sur le plan sylvopastoral ou sur celui des infrastructures socio-économiques. Cette approche et son évaluation sont analysées en détail par ailleurs (BENZYANE *et al.*, 2009).

Prévention et gestion des risques

Fig. 9 :

Processus et décomposition de l'aménagement forestier concerté
(Adapté d'après Benzyane *et al.*, 2009).



fortes et répétées. De même, la probabilité d'une aggravation du risque d'incendie doit retenir l'attention et demeurer prioritaire. De ce fait, les risques sanitaires sur les arbres et les peuplements de cèdre, ainsi que les risques d'incendie de ces forêts constituent les deux axes principaux de cette orientation de la politique forestière.

Mise en place d'un réseau de surveillance et de suivi de la santé des cédraies au Moyen Atlas

Les interrogations sur l'impact du changement climatique planétaire imposent, comme dans de nombreux pays, la mise en place de dispositifs d'évaluation et de suivi de l'état de santé des forêts. C'est dans ce contexte que le Département des Forêts a élaboré, dès 2007, la stratégie nationale de surveillance et de suivi de la santé des forêts assortie de plusieurs manuels techniques pour son application (ANON., 2009 ; ASSALI, 2009). Cette stratégie est mise en œuvre, dans une première étape, au niveau de la région du Moyen Atlas, zone d'extension du cèdre, avant de l'étendre progressivement à l'échelle nationale avec une priorité aux régions à haute potentialité forestière.

L'élément marquant de cette stratégie demeure l'installation du réseau systématique de la santé des forêts dès 2007-2008 ; dont le réseau spécifique axé sur le dépérissement du cèdre au Moyen Atlas comme zone pilote (Cf. Tab. III).

Mise en place d'un dispositif de prévention, d'alerte et de lutte contre les feux de forêts

L'élaboration d'outils de prédiction permettant d'évaluer le danger et d'anticiper sur le risque d'incendie au Maroc constitue une modification majeure dans la gestion des feux de forêt et, plus particulièrement, des cédraies. La gestion forestière a ainsi enregistré un progrès technologique qualitatif à travers l'élaboration de cartes de prédiction du risque d'incendie de forêt. Le principe et la méthodologie d'élaboration de ces outils d'aide à la décision est décrite en détail dans (BENABID, 2007 ; ALEXANDRIA et ROUCHDI, 2008).

Deux types de cartes de risque sont actuellement en usage au niveau des services forestiers : les cartes statiques qui reposent sur les composantes stables du risque d'in-

cendie et sont principalement destinées à l'aménagement et les cartes dynamiques, essentiellement destinées à l'opérationnel, qui prennent en compte l'évolution spatio-temporelle des conditions météorologiques quotidiennes. Les cartes de risque, statiques et dynamiques, sont élaborées, à l'échelle 1/200 000, pour chaque unité de gestion au niveau provincial.

Une application, domiciliée sur le web, permet de produire et de diffuser tous les jours et pendant quatre mois (juin à septembre), les cartes du risque d'incendie aux partenaires institutionnels impliqués dans la lutte contre les feux de forêts. L'information apportée par ces cartes constitue un outil d'aide à la décision utile à chaque niveau.

Quoique la tendance du nombre moyen d'incendies soit en augmentation, ce dispositif a permis de réduire la superficie moyenne incendiée au niveau national, de 3 700 ha/an durant la période 1960-2003 à 2 850 ha/an en 2018 (Cf. Fig. 7).

Révision et adaptation des plans d'aménagement et de gestion des forêts de cèdre dépérissant du Moyen Atlas

Les études et recherches à caractère pluridisciplinaire entreprises durant la période 2005-2010 (ET-TOBI, 2006, 2007, 2008 ; DERRAK *et al.*, 2008 ; ET-TOBI *et al.*, 2009, CHOURAICHI, 2009, ANON. 2017) ont permis d'appréhender et de caractériser le lien des causes et des symptômes pouvant expliquer le phénomène de dépérissement observé et définir une stratégie de gestion et de protection de la cédraie sous forme d'outils de gestion à court, à moyen et à long terme. Ces études ont porté sur les forêts d'Azrou et d'Aït Youssi, (province d'Ifrane), d'une surface de 23 500 ha, qui constituent un échantillon représentatif de la cédraie du Moyen Atlas.

Les analyses et synthèses thématiques effectuées ont mis en évidence plusieurs facteurs contribuant au dépérissement du cèdre pour conclure que le dépérissement est le produit d'un cumul de stress de plusieurs facteurs sur plusieurs années (cf. encadré ci-contre). Cependant, les analyses statistiques multidimensionnelles combinant plusieurs groupes de variables (santé des arbres, milieu, dendrométrie, dégâts et dommages phytosanitaires et anthropiques) ont permis de dégager deux facteurs discriminants principaux

Facteurs contribuant au dépérissement du cèdre de l'Atlas

- Modifications climatiques à tendance xérique : sécheresse récurrente depuis plus trois décennies :
 - * Tendance à l'augmentation des températures : (1981-2006) (+1°C)
 - * Baisse de précipitations de 24 % entre les périodes (1930-1980) et (1981-2006)
 - * Fréquence des années sèches de 59 à 77 %
 - * Tendance à la baisse de la neige, plus marquée depuis 1981
- Action déterminante du substrat et de la topographie sur le bilan hydrique du sol en forte liaison avec le dépérissement.
- Fréquence et gradation du xylophage *Phaenops marmottani* sur les classes de dépérissement et sur les arbres morts, Attaque des arbres en pleine vitalité.
- Action prépondérante de la sylviculture: densité, composition des peuplements, couvert... Le dépérissement s'aggrave à mesure que s'accroît le matériel sur pied et que parallèlement les conditions de station deviennent contraignantes.
- Tempérament délicat du cèdre : forte évapotranspiration, besoins en eau excessifs (espèce opportuniste sur le plan hydrique).
- Action anthropique très forte : écimages, ébranchage et mutilations des arbres, parcours excessif (2 à 4 fois la charge, séjour en forêt plus long 8 à 10 mois au lieu de la saison estivale 3 à 4 mois).

qui prédisposent le cèdre au dépérissement dans les conditions de réchauffement climatique et de dégradation anthropique: le couple densité-régime hydrique largement conditionné par le couple substrat-profoundeur du sol (ANON., 2017).

Sur cette base, sont élaborés les outils, nécessaires pour la mise en œuvre de stratégies d'intervention à court, moyen et long terme, en particulier :

- la typologie de l'état phytosanitaire du cèdre (ET-TOBI *et al.*, 2006);
- la carte des densités de peuplements (ET-TOBI, 2008)
- la carte de sensibilité du cèdre au dépérissement dans cette zone à partir d'un indice combinant les caractéristiques édaphiques (CHOURAICHI, op.cit.).

Ces résultats sont déclinés ensuite en plans opérationnels et en guides d'orientation pour les gestionnaires. L'élaboration des guides de sylviculture proposés (MHIRIT et BELGHAZI 2008) est fondée sur :

- les niveaux de potentialités des milieux définis,
- l'intensité du dépérissement défini par indices et la carte de sensibilité au dépérissement, et la carte des densités,
- le zonage du Parc national d'Ifrane qui inclut les massifs étudiés classés en zone naturelle protégée, sanctuaire naturel et zone de gestion des ressources naturelles,

- le mode de traitement illustré dans cette étude par la structure du peuplement (régulière ou irrégulière),
- le parcellaire existant des forêts étudiées.

Les actions sylvicoles proposées concernent les interventions qui ont une action directe sur le dépérissement, en particulier : les types, nombre et techniques de coupes, les modalités d'exécution des coupes des dépérissants, les modalités d'utilisation des normes de densité et de traitement du chêne vert, les techniques de martelage des coupes et les techniques de reconstitution de la cédraie.

Création du Centre national de gestion des risques climatiques forestiers

Dans cette évolution, la nécessité de renforcer le cadre institutionnel de l'adaptation aux changements climatiques s'impose. Elle donne lieu, en 2016, à la création du Centre national de gestion des risques climatiques forestiers (CNGRCF).

Ce Centre a pour mission, d'une part, l'établissement, la supervision et le suivi à l'échelle nationale, des programmes de prévention contre les feux de forêts et les risques phytosanitaires et, d'autre part, la diffusion et le partage de l'information pour une lecture coordonnée, la prise en charge des questions conjoncturelles de gestion épidémiologique et de dépérissements forestiers. De manière générale, cette nouvelle structure du département des forêts vise à développer l'expertise nationale en matière de gestion des risques d'incendies et de santé de forêts.

Conclusion générale : quel avenir pour les forêts de cèdre de l'Atlas au Maroc ?

L'écosystème du cèdre de l'Atlas est exceptionnel et présente des intérêts multiples ; sa capacité à résister au climat et à la pression humaine a été démontrée par le passé, comme en témoignent les vestiges et les reliques encore présents. Toutefois, les projections climatiques convergent aujourd'hui vers des changements rapides et intenses au cours des prochaines décennies, susceptibles de générer des impacts significatifs sur les

forêts de cèdre (raccourcissement de la période de croissance, réduction du nombre de saison de végétation, modification du comportement de la faune entomologique, etc.) qui deviendraient particulièrement vulnérables si, en parallèle, la pression croissante de l'action anthropique n'est pas atténuée. Dans ce contexte, l'état de santé des forêts de cèdre, et notamment celles du Moyen Atlas, demeure très préoccupant depuis le début du siècle et laisse planer de nombreuses interrogations sur l'avenir de cet écosystème.

Cette inquiétude a justifié pleinement les programmes mis en place et les mesures prises par les pouvoirs publics depuis plus de trois décennies. La première initiative phare est la mise en place, dès 1996, d'un réseau national d'aires protégées, principale avancée en matière de protection de la biodiversité, que nous avons décrite plus haut. Cette initiative est couronnée par la création de la Réserve de biosphère du cèdre de l'Atlas en 2016 sur une surface de 1 375 000 ha qui rassemble plus de 70% de l'aire de distribution marocaine du cèdre de l'Atlas.

Le programme d'études et de recherches pluridisciplinaires, les dispositifs de prévention, d'alerte et d'intervention mis en place, et l'approche multifonctionnelle et participative que portent l'élaboration et la mise en œuvre de l'aménagement concerté constituent d'autres éléments de programme en faveur du cèdre. La reconstitution de la cédraie a également été mise en place à travers des programmes composés essentiellement d'actions de mise en défens, de régénération et de plantation, d'amélioration sylvopastoral et de développement socioéconomique local.

Grâce à cette dynamique, on peut concevoir de manière optimiste, que l'avenir du cèdre au Maroc ne semble pas menacé, du moins dans les blocs du Rif et du Moyen Atlas central (70% de la surface totale de la cédraie). Cependant, certains massifs du Haut Atlas oriental et du Moyen Atlas oriental, plus continentaux, affichent actuellement un état de stress critique (raccourcissement et interruption de la période de croissance principalement) en raison de l'impact combiné d'une sécheresse récurrente accentuée et d'une forte dégradation du milieu (Cf. Fig. 4). Toutefois, le programme de reconstitution et de réhabilitation de ces milieux (OUCHKIF, 2014) mis en œuvre, dès 2008, contribuerait, certes, au renouveau de ces forêts.

Face à des scénarios projetés moins optimistes, la nécessité de poursuivre et de renforcer la conservation et la gestion au mieux des ressources du cèdre s'impose par principe de précaution. Ce choix peut valablement s'inscrire dans la politique forestière définie actuellement comme Stratégie Forêts du Maroc 2020-2030. Les options et orientations devraient cibler la diversité à tous les niveaux (gènes, espèces, communautés, et paysages), traduite à travers les pratiques sylvicoles, d'aménagement et de restauration en mesure d'assurer la résilience de l'espèce et des habitats, mais aussi le contrôle et l'atténuation des pressions tendancielles d'origine anthropique qui favorisent la vulnérabilité à la variabilité du climat.

M.E.T., O.M.

Bibliographie

- Alexandrian D. et Rouchdi M. 2008 : Élaboration des cartes de risques aux incendies de forêts ; rapport de mission. Convention FAO/UTF/MOR/028/MOR Appui à la mise en œuvre du programme forestier national. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification, Rabat, Maroc.31p.
- AMCDD, 2018 : Les zones humides au Maroc. Pour une meilleure gouvernance. Association marocaine pour le climat et le développement durable janvier, 2018. 11p. www.amcdd.com
- Anon., 1995 : Etude sur les Aires Protégées. Rapport synthèse et définition d'une stratégie pour la mise en œuvre. Administration des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols. Rabat (Maroc); 110p.
- Anon., 2007 : Plan d'aménagement et de gestion du Parc National d'Ifrane. BRL ingénierie; 66p.
- Anon. 2009 : Santé des forêts au Maroc. Stratégie nationale de surveillance et de suivi de la santé des forêts. Manuels techniques, Edit. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la désertification. Rabat, Maroc; 228p.
- Anon. 2016 : Rapport. 3^e Communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Royaume du Maroc. Ministère Délégué auprès du Ministre de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement Chargé de l'Environnement ; Janvier 2016, 285 pages.
- Anon., 2017 : Etude des causes du dépérissement de la cédraie du Moyen Atlas. Edit. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Rabat, Maroc. 124p. <http://www.eauxetforets.gov.ma/Pages/Publications.asp> (2017).
- Anon., 2018 : Bilan d'activités. Département des Eaux et Forêts. Contrats Programmes 2018. Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts ; 28 pages. <http://www.eauxetforets.gov.ma/Pages/Publications.aspx>
- Assali F. , 2009 : Etudes de cas sur l'évaluation de la dégradation des forêts : Surveillance et suivi de la santé des forêts au Maroc . Évaluation des ressources forestières; Document de travail, FAO, Rome; 27p.
<http://www.fao.org/3/k8271f/k8271f00.pdf>
- Benabid A., 2007 : Description de la Composition et de la Structure des Types de Combustibles, rapport de mission. Élaboration des cartes de risques aux incendies de forêts; rapport de mission. Convention FAO/UTF/MOR/028/MOR Appui à la mise en œuvre du Programme forestier national. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification, Rabat, Maroc.30p.
- Benzyane M., Naggar M., et Mille G., 2009 : L'aménagement concerté et les enjeux de développement durable de la cédraie. 3^{es} Assises de la Recherche Forestière: L'écosystème cédraie un enjeu stratégique pour le développement. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*, Tome (spécial) 41, pp: 145-161.
- Chouraichi A., 2009 : Evaluation de la relation entre les paramètres physiques, chimiques et hydriques du sol et le dépérissement du cèdre dans la région du Moyen Atlas et élaboration de l'indice de sensibilité (IS) du cèdre au dépérissement. *Annales de la recherche forestière au Maroc*, Tome (41) 3 ; pp. 78-94.
- Dakki M., Menioui M., Amhaouch Z., 2015 : Stratégie Nationale et plan action 2015-2024 pour les Zones Humides du Maroc. Edit. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Rabat, Maroc p. 54. <http://www.eauxetforets.gov.ma> Publications.
- Derrak M., Mhirit O., Mouflih B., et Et-tobi M., 2008 : Influence de la densité et du type de peuplement sur le dépérissement du cèdre à Sidi MGuild (Moyen Atlas marocain). *Forêt méditerranéenne* t. XXIX, n° 1, mars 2008 ; 23-32.
- Et-tobi M., 2006 : Approche multidimensionnelle des relations « état sanitaire- station - sylviculture » pour l'étude du dépérissement des cédrailles (*Cedrus atlantica* Man.) au Moyen Atlas en vue d'élaborer un modèle sylvicole de prévention phytosanitaire. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Agronomiques, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat ; 191 pages.
- Et-tobi M., 2007 : Description et analyse des conséquences du phénomène de dépérissement : Forêts de Ain Leuh, Senoual, Jbel Aoua Sud, Bekrit, Aghbalou Laarbi, Azrou. Rapport Etude du dépérissement du cèdre de la province d'Ifrane. HCEFLCD, DREF-MA (Meknès, Maroc).
- Et-tobi M., 2008 : Inventaire dendrométrique et phytosanitaire du cèdre de l'Atlas. Etude des causes de dépérissement de la cédraie du Moyen Atlas (SPEF, Ifrane). Convention FAO/UTF/MOR/028/MOR. « Appui à la mise en œuvre du programme forestier national » Etude des causes dépérissement de la cédraie du Moyen Atlas. HCEFLCD, Rabat (Maroc) , 77 p. + ann.
- Et-tobi M., Mhirit O., et Mhamdi A., 2006 : Dépérissement du cèdre de l'Atlas : concept et diagnostic phytosanitaire. In : *Le cèdre de l'Atlas : mémoire du temps*, M'hirit O. édit., Édit. Mardaga / La croisée des chemins, Hayen / Casablanca, pages : 235-244.
- Et-tobi M., Mhirit O., Mhamdi A., Benzyane M., 2007 : Réflexions et propositions pour l'élaboration d'un modèle sylvicole de protection phytosanitaire.

Mohamed ET-TOBI
Ingénieur en chef principal des Eaux et Forêts, Docteur es Sciences agronomiques,
chercheur-enseignant, Ecole nationale forestière d'ingénieurs ENFI BP. 315
Salé, Maroc
Mail :
m_tobim@yahoo.fr

Omar MHIRIT
Ingénieur civil des forêts
Professeur émérite
Mail : mhiritomar@gmail.com

- nitaire des cédraines marocaines. International meeting of cork (*Quercus suber* L.) and cedar (*Cedrus atlantica* Endel) Rabat, Morocco; 22-25 October, 2001, pp 103-120.
- Et-tobi M., Mhirit O., et Benzyane M., 2009 : Changements climatiques, dégradations et déperissements : Arguments et nouveaux outils pour une réforme de la sylviculture des cédraines au Maroc. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*, Tome 41 (Numéro spécial : 3^{es} Assises de la recherche forestière au Maroc : L'écosystème cédraie : un enjeu stratégique pour le développement régional) ; 41 :27-47.
- Ghaioule D., 1994 : Etude biologique et écologique des insectes scolytidae (Coleoptera) ravageurs des principales essences des reboisements résineux au Maroc. Thèse de Doctorat. Université Mohamed V, Rabat, Maroc.
- GIEC, 2013 : Changements climatiques 2013 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (Etat de New York), États-Unis d'Amérique.
- Hachmi M., Sesbou A., Benjelloun H., El Handouz N., Bouanane F., 2011 : A simple technique to estimate the flammability index of Moroccan forest fuels. *Journal of Combustion*, Volume 2011, Article ID 263531, 11 pages. Doi:10.1155/2011/263531
- Ilmen R., et Benjelloun H., 2013 : Les écosystèmes forestiers marocains à l'épreuve des changements climatiques. *Forêt méditerranéenne* t. XXXIV, n° 3, septembre 2013 ; pages : 195-208
- Labhar M. et Lebaut S., 2012 : Les cédraines du Moyen Atlas central (Maroc): structure et dynamique actuelle. *Revue AFN Maroc* N°6-8 Juin 2012.
- Lieutier F., Ghaioule D., 2005: *Entomological research in Mediterranean forest ecosystems*. Editors F. Lieutier, D. Ghaioule ; INRA Editions, Science update (Paris), ISSN 1159-554X ; France, 276 pages.
- Mhirit O., 1999 : Le cèdre de l'Atlas à travers le réseau Silva mediterranea «Cèdre». Bilan et perspectives. *Forêt méditerranéenne*, t. XX n° 3, novembre 1999.
- Mhirit et, Belghazi, 2008 : Guides de sylviculture à l'usage des gestionnaires (forêt d'Azrou et forêt d'Ait Youssi Amerkla), Convention FAO/UTF/MOR/028/MOR. Appui à la mise en œuvre du programme forestier national. Etude des causes déperissement de la cédraie du Moyen Atlas. HCEFLCD, Rabat. 38p.
- Mhirit O. et Et-Tobi M., 2009 : Les écosystèmes forestiers face au changement climatique. Situation et perspectives d'adaptation au Maroc. Institut Royal des Etudes Stratégiques (IRES), Rabat (Maroc). 209p.
- Mokrim A., 2008 : Etude bioclimatologique et dendrochronologique. Etude des causes de déperissement de la cédraie du Moyen Atlas (SPEF, Ifrane). Convention FAO/UTF/MOR/028/MOR. Appui à la mise en œuvre du programme forestier national. Etude des causes déperissement de la cédraie du Moyen Atlas. HCEFLCD, Rabat (Maroc).
- Mouna M., 2008 : Analyse et diagnostic entomologique du cèdre de l'Atlas. Etude des causes de déperissement de la cédraie du Moyen Atlas (SPEF, Ifrane). Convention FAO/UTF/MOR/028/MOR. Appui à la mise en œuvre du programme forestier national. Etude des causes déperissement de la cédraie du Moyen Atlas. HCEFLCD, Rabat (Maroc).
- Mouna M., 2009 : *Phaenops marmottani* Fairmaire (Coleoptera Buprestidae), xylophage primaire pour le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Man.). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, 2009, n° 31 (2), 85-90.
- Ouchkif J., 2014 : Projet Meghraoua et Bouiblane et Projet Tamjilt pour la conservation de la cédraie et valorisation de la biodiversité. Direction régionale des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification du Nord-Est; Mai 2014. Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la désertification. Rabat, Maroc
- Rhanem M., 2011 : Aridification du climat régional et remontée de la limite inférieure du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) aux confins de la plaine de Midelt (Maroc). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, 2011, volume V ; pages : 143-165.

Résumé

Les tendances climatiques des cédraines se situent dans les fourchettes des projections climatiques 2016-2035 du GIEC pour le Maroc. Elles sont caractérisées par une augmentation de la fréquence des années sèches, une tendance à la baisse des précipitations et la réduction des ressources hydriques et zones humides naturelles. De même, les processus de dégradation des forêts s'identifient à une demande sociétale supérieure à l'offre écosystémique combinée avec la tendance au réchauffement. Depuis 2001, plusieurs impacts sont observés dans la cédraie marocaine, dont essentiellement la perte de vitalité par perte foliaire, une extension spatiale du déperissement, l'extension du chêne vert au détriment du cèdre pour certains massifs, une réduction notable de la croissance et l'accroissement des incendies en zone rifaine. A cela s'ajoute l'apparition de modifications du comportement de certains insectes, en l'occurrence *Phaenops marmottani*, un bupreste en gradation au Moyen Atlas. Face à ces processus, les stratégies évolutives « Programme Forestier National 2000-2020 et Stratégie 2020-2030 » ont permis de lancer des actions et mesures dont les plus importantes sont résumées dans le présent article. Il s'agit, entre autres, de la mise en place du Réseau National d'Aires Protégées et de la Réserve de la biosphère du cèdre de l'Atlas, du développement de l'aménagement forestier concerté, de la révision et l'adaptation des plans d'aménagement et de gestion des cédraines déperissantes. Ces éléments, soutenus par un arsenal institutionnel et réglementaire, ont permis d'assurer une meilleure conservation et valorisation des cédraines dans un cadre participatif et partenarial.