



# Etat des forêts méditerranéennes 2013



Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ou du Plan Bleu aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO ou du Plan Bleu, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles de l'auteur/des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO ou du Plan Bleu.

E-ISBN 978-92-5-207538-7 (PDF)

© FAO 2013

La FAO encourage l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Sauf indication contraire, le contenu peut être copié, téléchargé et imprimé aux fins d'étude privée, de recherches ou d'enseignement, ainsi que pour utilisation dans des produits ou services non commerciaux, sous réserve que la FAO soit correctement mentionnée comme source et comme titulaire du droit d'auteur et à condition qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière que la FAO approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs.

Toute demande relative aux droits de traduction ou d'adaptation, à la revente ou à d'autres droits d'utilisation commerciale doit être présentée au moyen du formulaire en ligne disponible à [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) ou adressée par courriel à [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org). Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) et peuvent être achetés par courriel adressé à [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)

Crédit photo - Première de couverture: Iñaki Relanzón.

# Preface



Eduardo Rojas-Briales  
FO-ADG  
Département des Forêts de la FAO



Hugues Ravenel  
Directeur du Plan Bleu  
PAM/PNUE

Les écosystèmes forestiers et autres espaces boisés méditerranéens sont une composante importante des territoires. Ils contribuent de façon significative au développement rural, à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire des populations des territoires méditerranéens. Ils sont à la fois sources de bois, de liège, d'énergie, de nourriture, de revenus et de multiples autres biens et services environnementaux (*préservation de la biodiversité, conservation des eaux et des sols, fourniture d'espaces récréatifs, stockage de carbone*) souvent cruciaux pour de nombreux autres secteurs économiques de la région (*agriculture et alimentation, conservation des eaux et des sols, fourniture d'eau potable, tourisme, énergie*).

Les changements globaux affectent fortement le pourtour de la Méditerranée (*évolutions des sociétés et des modes de vie conjuguées aux changements climatiques*). Ces changements rapides hypothèquent l'avenir des écosystèmes forestiers et autres espaces boisés (*perte de biodiversité, augmentation des risques de feux de forêts, dégradation des bassins versants et accentuation des processus de désertification*) et remettent en cause la fourniture durable de ces multiples biens et services en faveur des populations.

Il devenait donc urgent de se doter d'un outil d'information et de suivi capable d'évaluer régulièrement ces changements et de communiquer sur des bases objectives et fiables avec les différents acteurs impliqués dans la gestion des écosystèmes forestiers méditerranéens. C'est dans cette perspective que les Etats membres du Comité sur les questions forestières méditerranéennes-*Silva Mediterranea* ont demandé à la FAO, lors d'une réunion organisée en avril 2010 à Antalya en Turquie, de préparer un Etat des forêts méditerranéennes

Suite à cette décision, le Secrétariat de la FAO a préparé des termes de références pour clarifier les modalités de préparation de ce premier Etat des forêts méditerranéennes (EdFM). Il a d'abord été convenu de valoriser les données déjà collectées au sein des institutions régionales et internationales dans le cadre d'autres processus d'évaluation environnementale comme l'Etat de l'environnement et du développement en

Méditerranée (Plan Bleu, 2009) ou l'Evaluation des ressources forestières mondiales réalisé tous les cinq ans par le Département des Forêts de la FAO (FAO, FRA 2010).

Il a également été proposé de privilégier la création d'une dynamique collective autour de ce premier Etat des forêts méditerranéennes en mobilisant systématiquement les institutions nationales, régionales et internationales pour la rédaction de plusieurs chapitres.

C'est ainsi que, sous la coordination des équipes du Plan Bleu et de la FAO, des institutions scientifiques (*EFIMED à Barcelone, CCR/EFFIS à ISPRA, INRA à Avignon, Centre de la recherche agricole à Arezzo...*), des institutions techniques (*Institut méditerranéen du liège, Haut Commissariat aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertification, Centre technique forestier de Catalogne, Office national des forêts en France ou Corpo Forestale dello Stato en Italie...*) et des Organisations non gouvernementales (*Réseau méditerranéen des forêts modèles, Association internationale forêts méditerranéennes ainsi que les bureaux pour la Méditerranée du Fonds mondial pour la nature et de l'Union internationale pour la conservation de la nature*) ont largement contribué aux différentes phases de rédaction et d'édition du contenu de cet Etat des forêts méditerranéennes.

Il a aussi été décidé que cette première version, "expérimentale", devait être une occasion de mieux analyser les insuffisances de certaines données et proposer des améliorations pour les futures collectes de données dans le cadre des différents processus d'évaluation environnementale. Nous sommes effectivement bien conscients que cette première version de l'Etat des forêts méditerranéennes est perfectible. Certaines données disponibles dans les rapports nationaux envoyés à la FAO dans le cadre de l'Evaluation des ressources forestières mondiales ne permettent pas toujours d'appréhender uniquement le type "Forêts méditerranéennes" et concernent donc également d'autres types d'écosystèmes forestiers (France, Italie, Espagne...).

Malgré ces difficultés, la structure globale de ce premier Etat des forêts méditerranéennes a pu être présentée et formellement approuvée par les Etats membres lors de la 21<sup>ième</sup> session du Comité sur les questions forestières méditerranéennes-*Silva Mediterranea* organisée à Antalya en février 2012.

Nous sommes aujourd'hui très fiers de présenter le résultat de ces trois années de travail de nos équipes respectives (Plan Bleu et Département des Forêts de la FAO) et nous tenons également à remercier personnellement tous les rédacteurs et autres contributeurs à cet ouvrage collectif (*près de cinquante personnes et plus de vingt institutions du pourtour de la Méditerranée ont été impliquées dans cette publication depuis avril 2010*).

La force de cette dynamique collective montre que la coopération régionale sur les forêts méditerranéennes est bien vivante et que la publication régulière à l'avenir (*tous les cinq ans*) d'un Etat des forêts méditerranéennes constituera un évènement fédérateur pour renforcer la mobilisation des acteurs impliqués dans la gestion des écosystèmes forestiers.

L'Etat des forêts méditerranéennes pourrait également devenir un instrument majeur pour une communication commune plus objective avec le grand public et un document de référence du Partenariat de collaboration pour les forêts méditerranéennes (PCFM) et tous les acteurs intéressés par le futures des forêts méditerranéennes et autres espaces boisés.



Eduardo Rojas-Briales  
FO-ADG  
Département des Forêts de la FAO



Hugues Ravenel  
Directeur du Plan Bleu  
PAM/PNUE

# Table des matières

Preface.....	i
List of acronyms .....	vi
Remerciements .....	viii
<b>1 Vers un développement durable en Méditerranée : des défis majeurs à relever .....</b>	<b>1</b>
Une fracture socio-économique entre les deux rives de la Méditerranée .....	3
Des pressions croissantes sur l'environnement.....	19
<b>2 Etat des ressources forestières dans la région méditerranéenne .....</b>	<b>35</b>
2.1. Situation des ressources forestières dans la région Méditerranéen.....	36
Extension des ressources forestières.....	37
Biodiversité des forêts dans les pays de la région méditerranéenne .....	45
Estimation de la surface des forêts méditerranéennes .....	49
Biodiversité dans les forêts méditerranéennes .....	55
2.2. Les perturbations biotiques et abiotiques dans les forêts de la région méditerranéenne .....	58
Feux de forêts en Méditerranée .....	58
Insectes ravageurs, maladies et autres perturbations .....	74
<b>2.3. Biens et services fournis par les écosystèmes forestiers méditerranéens..</b>	<b>83</b>
Production ligneuse dans les forêts de la région méditerranéenne.....	83
Les produits forestiers non ligneux .....	91
Les services environnementaux fournis par les forêts méditerranéennes ...	113
Les forêts méditerranéennes productrices de services écosystémiques sociaux .....	125
<b>2.4 Forêts urbaines et périurbaines dans la région méditerranéenne .....</b>	<b>129</b>
<b>3 Cadre juridique, politique et institutionnel.....</b>	<b>143</b>
<b>3.1 Cadre décisionnel et juridique .....</b>	<b>146</b>
Les politiques nationales .....	146
Conventions et accords internationaux relatifs aux forêts.....	148
Cadre institutionnel.....	149
Education et recherche .....	151
<b>3.2 Les politiques publiques .....</b>	<b>155</b>
Des politiques publiques spécifiquement forestières .....	156
Les politiques transversales .....	162
Conclusion générale.....	168

<b>4 Forêts méditerranéennes et changement climatique</b> .....	<b>171</b>
Biodiversité, ressources génétiques forestières et changement climatique.....	172
Gestion adaptative et pratiques de restauration des forêts méditerranéennes.....	183
La prévention des feux de forêts avec les nouvelles conditions climatiques .....	189
<b>Bibliographie</b> .....	<b>195</b>

## List of acronyms

..	non disponible
€	euro
\$	Dollar américain, sauf indication contraire
AGM	Direction Générale de Boisement et de Lutte contre l'Erosion
AIBT	Accord International sur les bois tropicaux
APCOR	Association Portugaise du Liège
ARYM	ancienne République yougoslave de Macédoine
CBD	Convention sur la diversité biologique
CCR	Centre commun de recherche
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CEC	Commission des Communautés Européennes
CEE	Commission économique pour l'Europe des Nations Unies
Cemagref	Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
CMDD	Commission méditerranéenne du développement durable
CO <sub>2</sub>	dioxyde de carbone
EdFM	Etat des Forêts Méditerranéenne
EE	Empreinte Ecologique
EFFIS	Système d'information européen sur les feux de forêts
EFIMED	Bureau régional de la Méditerranée de l'Institut Européen des Forêts
EUFORGEN	Programme européen de ressources génétiques forestières
EU ETS	European Union Emissions Trading Scheme
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation
FAOSTAT	Division statistique de la FAO
FNUF	Forum des Nations Unies sur les Forêts
FRA	Evaluation des ressources forestières mondiales
FSC	Forest Stewardship Council
FWI	Indice météorologique pour les feux de forêts
FUP	forêts urbaines et periurbaines
GDF	gestion durables des forêts
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIF/FIF	Groupe Intergouvernemental sur les Forêts/ Forum Intergouvernemental sur les Forêts
hag	hectares globaux per capita
ha	hectare
IDH	Indice de Développement Humain
b	inventaire forestier national
IUFRO	Union internationale des organisations de recherches forestières
m <sup>2</sup>	mètre carré
m <sup>3</sup>	mètre cube
MDP	Mécanisme pour un développement propre
MFR	matériels forestiers de reproduction

<b>MOC</b>	mécanisme de mise en œuvre conjointe
<b>MODIS</b>	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
<b>Mtep</b>	tonnes d'équivalent pétrole
<b>n.s.</b>	non significatif
<b>OCDE</b>	Organisation pour la coopération économique et le développement
<b>OMD</b>	Objectifs du Millénaire pour le Développement
<b>OMM</b>	Organisation météorologique mondiale
<b>OMS/Europe</b>	Organisation Mondiale de la santé/Bureau Régionale de l'Europe
<b>ONG</b>	organisation non gouvernementale
<b>ONU-HABITAT</b>	Programme des Nations Unies pour les établissements humains
<b>OWL</b>	autres espaces boisés
<b>PAN/LCD</b>	Plans d'Actions Nationaux de Lutte Contre la Désertification
<b>PFL</b>	programme forestier national
<b>PFNL</b>	produit forestier non-ligneux
<b>PIB</b>	Produit Intérieur Brut
<b>PNUD</b>	Programme des Nations Unies pour le Développement
<b>PNUE/MAP</b>	Programme des Nations Unies pour l'Environnement / Plan d'Action pour la Méditerranée
<b>PNM</b>	Pays du Nord de la Méditerranée
<b>PNS</b>	polymorphisme d'un nucléotidique simple
<b>PSEM</b>	Pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée
<b>PSM</b>	Pays du Sud de la Méditerranée
<b>RGF</b>	ressource génétique forestière
<b>SMDD</b>	Stratégie méditerranéenne pour le développement durable
<b>SNG</b>	séquençage de nouvelle génération
<b>TWh</b>	terawatt
<b>UE</b>	Union Européenne
<b>UICN</b>	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
<b>UNCCD</b>	Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification
<b>UN-REDD</b>	programme des Nations Unies pour la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation dans les pays en développement
<b>UPM</b>	Union pour la Méditerranée

## Remerciements

L'Etat des forêts méditerranéennes 2013 (EdFM 2013) représente un effort majeur du Secrétariat du Comité de la FAO pour les questions forestières méditerranéennes-*Silva Mediterranea*, du Plan Bleu, du Département des forêts de la FAO, des Etats membres du Comité *Silva Mediterranea*, des partenaires et de nombreux experts individuels qui ont donné gratuitement leur temps et leur expertise.

La FAO et le Plan Bleu sont très reconnaissants pour l'appui fournis par tous les intervenants, organisations et experts à titre individuels ou au nom de leurs organisations: sans leur aide précieuse, il n'aurait pas été possible de publier ce premier EdFM 2013.

La FAO et le Plan Bleu remercient

### ***Les auteurs principaux:***

Gillian Allard (FAO), Nora Berrahmouni (FAO), Christophe Besacier (FAO), Denis Boglio (CTFC), Marion Briens (Plan Bleu), Arnaud Brizay (UNECE/FAO), Andrea Camia (CCR), Lorenza Colletti (Italian State Forest Service), Michela Conigliaro (FAO), Remi D'Annunzio (FAO), Fulvio Ducci (CRA- Arezzo), Marion Duclercq (Plan Bleu), Jean-Luc Dupuy (INRA), Bruno Fady (INRA), Bertille Fages (FAO), Valentina Garavaglia (FAO), Michelle Gauthier (FAO), Jean-Pierre Giraud (Plan Bleu), Roland Huc (INRA), Santiago C. González-Martínez (INIA), Fabrice Gouriveau (CTFC), Carles Gracia (CREAF), François Lefèvre (INRA Avignon), Robert Mavsar (EFIMED), Edouard Michel (Plan Bleu), Marianne Milano (Plan Bleu), Beverly Moore (FAO), Sven Mutke (CIFOR-INIA), Bart Muys (EFIMED), Catherine Numa (IUCN-Med), Marc Palahi (EFI), Renaud Piazzetta (IML), Miriam Piqué (CTFC), Eduard Plana (CTFC), Francisco Rego (ISA), Eric Rigolot (INRA), Fabio Salbitano (Université de Florence), Giovanni Sanesi (Université de Bari), Jesús San-Migule-Ayanz (CCR), Maria Teresa Sebastià (CTFC), David Solano (CTFC), Marcos Valdebarrano (IUCN-Med), Remi Vayrand (AIFM), Giovanni Giuseppe Vendramin (IGV-CNR).

### ***Les experts et les organisations qui ont fourni de précieux commentaires:***

Gonzalo Anguita (FSC), Nora Berrahmouni (FAO), Christophe Besacier (FAO), Marion Briens (Plan Bleu), Arnaud Brizay (UNECE/FAO), Gérard Buttoud (Université de la Tuscia-Viterbo), Marco Caccianiga (Université de Milan), l'équipe FRA de la FAO et en particulier Remi D'Annunzio pour le travail fait pour la carte des forêts méditerranéennes, Diego Florian (FSC), Tracy Houston Durrant (CCR), Orjan Jonsson (FAO), Dominique Legros (Plan Bleu), Angelo Mariano (Italian State Forest Service), Andrea Camia (CCR), Vera Santos (FSC), Tatiana Sarmiento (AIFM), Alastair David Sarre (FAO), Florian Steierer (FAO), Paul Vantomme (FAO).

***L'équipe de révision et mise en page de la FAO et du Plan Bleu :***

Christophe Besacier (FAO), Roberto Cenciarelli (FAO), Jean-Pierre Giraud (Plan Bleu),  
Valentina Garavaglia (FAO), Alastair David Sarre (FAO).

**Traduction assurée par:** Christophe Besacier (FAO) and Alastair David Sarre (FAO).

Remerciements particuliers à Michelle Gauthier (FAO), décédée un mois avant la publication du rapport. Nos vœux vont vers sa famille et ses amis.

# 1



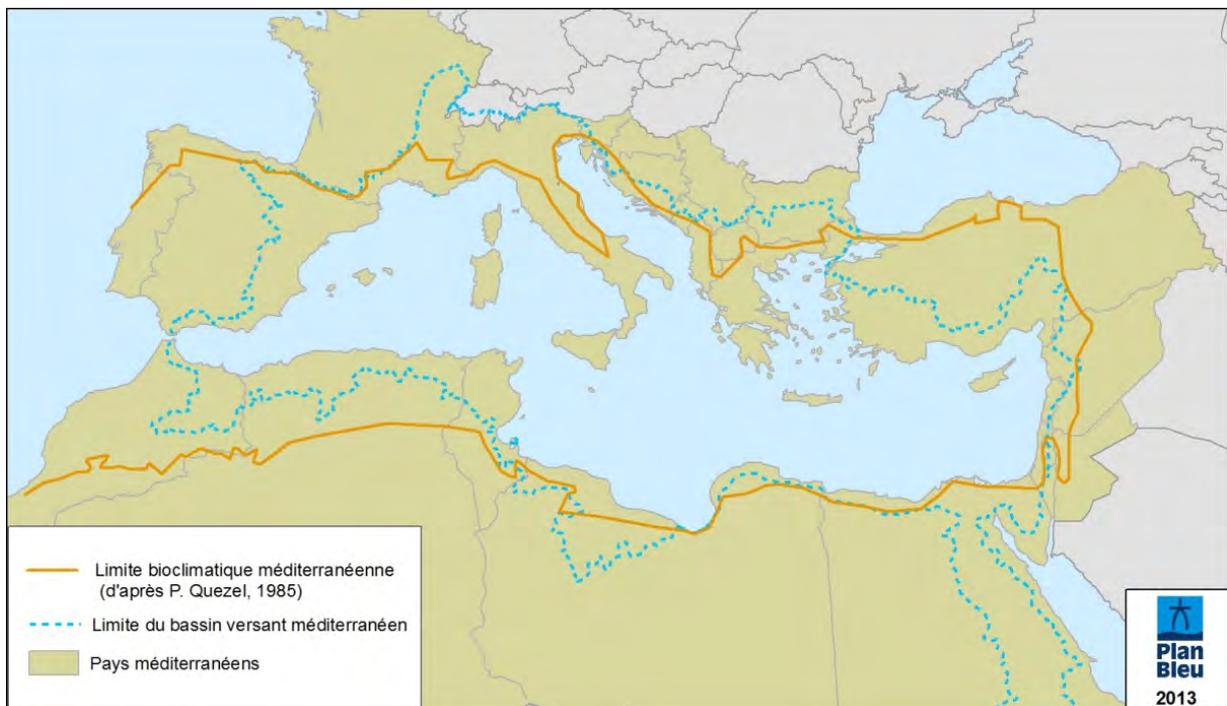
## **Vers un développement durable en Méditerranée : des défis majeurs à relever**

Dans la région méditerranéenne (Figure 1.1.), les problématiques du développement et de l'environnement sont intimement liées. Cette région, qui compte 507 millions d'habitants (2010) répartis sur trois continents et un patrimoine naturel et culturel très riche, est une "écorégion" dont le développement humain et économique est largement tributaire de ressources naturelles

**La région méditerranéenne en quelques chiffres, 2010**

- 6.5% des terres émergées
- 7.7% de la population mondiale
- 13.5% du Produit Intérieur Brut mondial (16.2% en 1990)
- 32% du tourisme international
- 60% de la population des pays pauvres en eau
- 7.7% des émissions CO<sub>2</sub>

parfois rares et d'un environnement vulnérable. Après des millénaires d'interactions entre écosystèmes et sociétés, les activités humaines soumettent désormais les ressources naturelles à des pressions très importantes, avec des disparités marquées entre rives Nord, Sud et Est de la Méditerranée. Ce chapitre est un tour d'horizon régional visant à informer sur les enjeux actuels liés aux écosystèmes terrestres et à en esquisser les contours futurs.



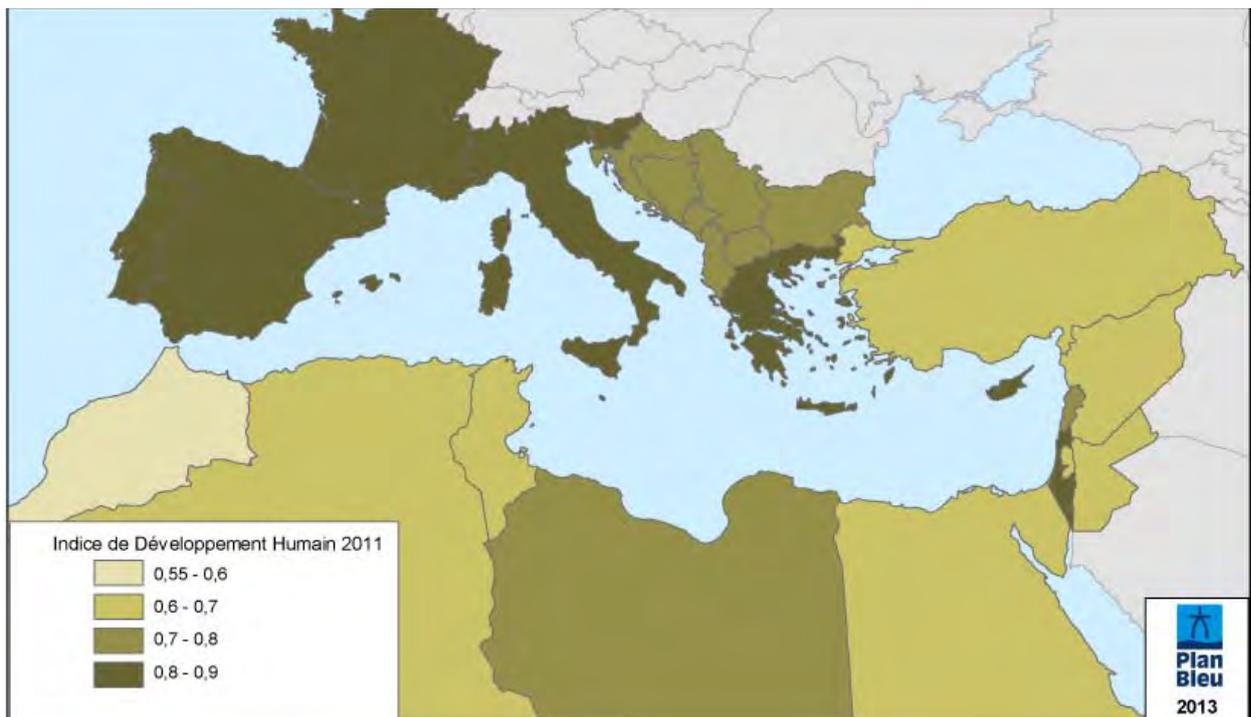
**Figure 1.1.** Pays de la région méditerranéenne, limite bioclimatique et du bassin versant méditerranéen.

Source : Plan Bleu d'après Ewing *et al.*, 2010.

## Une fracture socio-économique entre les deux rives de la Méditerranée

### *Développement humain*

L'Indice de Développement Humain (IDH), calculé avec des données sur l'espérance de vie, l'éducation et le Produit Intérieur Brut (PIB) par habitant, est un des indicateurs visant à mesurer le bien-être social. Dans la région méditerranéenne, cet indice permet de mettre en évidence des disparités importantes entre les pays notamment en termes de pauvreté (Figure 1.2).



**Figure 1.2.** Indice de Développement Humaine dans la région méditerranéenne, 2011.  
Source : PNUD, 2011.

L'IDH moyen en Méditerranée est de 0.76 en 2011. Il est supérieur à l'IDH moyen au niveau mondial, estimé à 0.68. Il progresse constamment dans tous les pays depuis 1990, mais les écarts restent très importants. Sur les données de 27 pays méditerranéens en 2011, 10 ont un IDH au-dessus de 0.80, et 8 sont en-dessous de 0.70. Israël, avec le meilleur indice de la zone Méditerranée (0.888), est ainsi au 17<sup>ème</sup> rang mondial, tandis que le Maroc est à la 130<sup>ème</sup> place avec 0.582 (sur un total de 187 pays). Cet indice révèle des niveaux de pauvreté encore élevés dans plusieurs territoires du Sud de la Méditerranée (Egypte, Palestine, République arabe syrienne, Maroc).

## *Des trajectoires de développement non durables*

L'Empreinte Ecologique (EE) mesure la surface biologiquement productive nécessaire pour produire les ressources consommées et absorber les déchets produits<sup>1</sup> par une population donnée (à travers son alimentation, son habitat, ses déplacements, etc.), compte-tenu des techniques et de la gestion des ressources en vigueur. L'EE est une surface exprimée en hectares globaux per capita (hag), c'est-à-dire en hectares ayant une productivité égale à la productivité moyenne globale.

La bio capacité, qui est aussi exprimée en hectares globaux, est la surface biologiquement productive réellement disponible et reflète la disponibilité des ressources naturelles. Elle représente le seuil de l'EE au-delà duquel l'utilisation des ressources n'est pas durable.

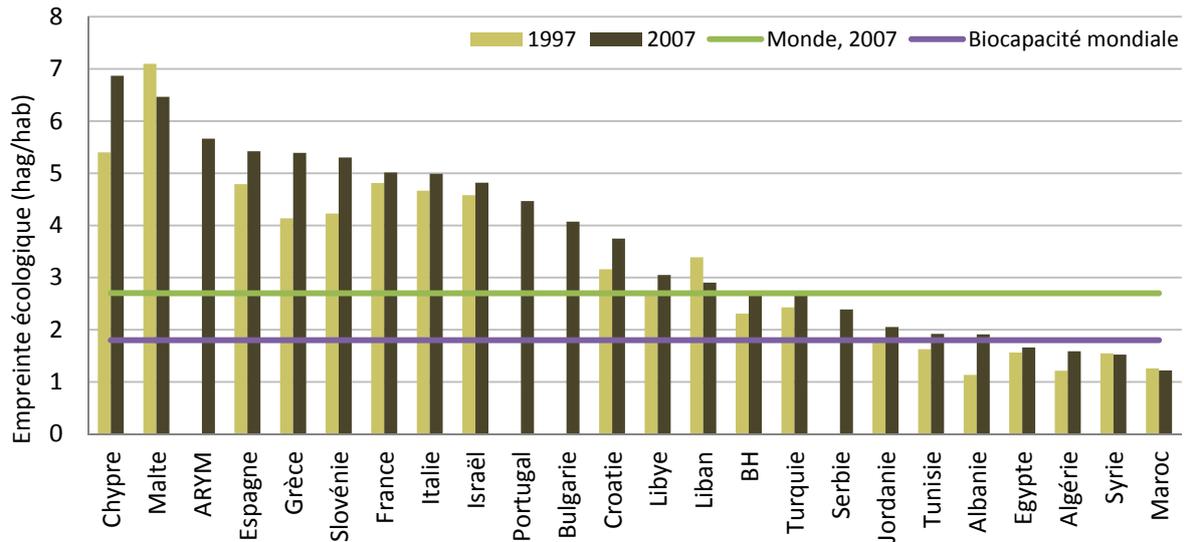
Mettre en regard l'EE (la "demande") avec la bio capacité (l' "offre") permet d'évaluer la pression exercée par une population sur les ressources naturelles et, par conséquent, d'estimer la durabilité environnementale de son mode de vie.

Pour la région méditerranéenne, la bio capacité était évaluée en 2008 à 1.3 hag par habitant, soit 16 pour cent de moins qu'en 1961 (1.5 hag par habitant). Cette valeur est inférieure à la bio capacité mondiale de 1.8 hag par habitant (2007).

L'EE moyenne méditerranéenne en 2008 était évaluée à 3.1 hag par habitant. Cette valeur est bien supérieure à la bio capacité de la région ainsi qu'à l'EE moyenne mondiale de 2,7 hag/hab. L'EE en Méditerranée s'est accrue de 52 pour cent entre 1961 (2.1 hag/hab) et 2008 (3.1 hag/hab). Cette augmentation est principalement liée à une hausse de 185 pour cent de la composante carbone de l'EE. Les composantes de l'EE relatives aux autres ressources naturelles n'ont pas évolué aussi fortement (+29 pour cent pour les terres agricoles, +23 pour cent pour les forêts, +20 pour cent pour les terrains bâtis, -6 pour cent pour les pâturages, -54 pour cent pour la pêche (Figure 1.3.).

---

<sup>1</sup> L'EE ne prend pas en compte certains impacts environnementaux tels que la pollution des sols et des ressources en eau due à des pratiques agricoles intensives ou à la production de déchets toxiques.



**Figure 1.3.** Empreinte écologique des pays de la région méditerranéenne, 1997 and 2007. Note : "Monde" représente l'empreinte écologique moyenne mondiale.

Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; BH = Bosnie-Herzégovine ; Syrie = République arabe syrienne.

Source : Plan Bleu d'après Ewing *et al.*, 2010.

Seuls 4 pays (Egypte, Algérie, République arabe syrienne, Maroc) se situent en-dessous de la limite de bio capacité en 2007 (Figure 1.3.), ils étaient 7 en 1997. Par ailleurs, entre 1997 et 2007, seuls 4 pays (Malte, Liban, République arabe syrienne, Maroc) ont vu leur empreinte écologique diminuer. Les chiffres sont cependant assez volatiles d'une année à l'autre. D'importantes disparités existent entre les Pays du Nord de la Méditerranée (PNM) (Figure 1.4.) et les Pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (PSEM). Les 12 pays ayant les EE les plus fortes sont des PNM, tandis que les 4 pays ayant les plus faibles EE sont des PSEM. Les PNM ont ainsi une EE moyenne de 4.69 hag/hab alors qu'elle est de 2.02 hag/hab pour les PSEM.



**Figure 1.4.** Pays nord (PNM), est (PEM), sud (PSM) méditerranéens et limite bioclimatique méditerranéenne, 1985.

Source : FAO.

L'augmentation de l'EE dans la plupart des pays est un signe de l'accroissement de la pression sur les ressources naturelles liée à des modes et des niveaux de consommation non durables. Cela met également l'accent sur les difficultés à mettre en œuvre des politiques de développement durable avec des résultats effectifs observables sur le niveau de l'EE.

**Figure 1.5.** Comparaison entre les évolutions de l'Empreinte écologique (EE) et de l'Indice de Développement Humain (IDH) dans la région méditerranéenne, 2007.

Source : Plan Bleu d'après World Bank, 2011

On estime que la situation d'un pays est compatible avec le développement durable lorsque son IDH est supérieur à 0.8 et que son EE est inférieure à 1.8 hectares globaux par habitant (Figure 1.5.). En 2007, aucun pays méditerranéen, ni aucun autre dans le monde, ne se situe dans la zone dite "de développement durable" (IDH>0.8, EE<1.8). Entre 1997 et 2007, tous les pays ont vu augmenter leur IDH mais seuls deux ont réduit leur EE par habitant de manière significative (Malte et le Liban). Les EE relativement faibles du Maroc, de la République arabe syrienne, de l'Egypte et de l'Algérie, inférieures à la moyenne globale de 1.8 hag/habitant, sont essentiellement liées à l'aridité dans ces pays, à une forte dépendance des populations vis à vis des ressources naturelles et aux problèmes de pauvreté, reflétés par des IDH qui excluent ces pays de la zone de développement durable.

Le défi des pays ayant un IDH médian ou élevé, c'est-à-dire les pays des Balkans et des rives Sud et Est de la Méditerranée, est donc de poursuivre leur développement humain tout en prenant les mesures nécessaires pour maîtriser ou diminuer leur EE. L'enjeu pour les pays ayant un IDH très élevé, c'est-à-dire les pays membres de l'Union Européenne (UE) et Israël, est essentiellement de maintenir ce niveau de leur Indice de Développement Humain tout en réduisant leur EE.

### ***Démographie : stabilisation au Nord et transition au Sud et à l'Est***

La population totale des pays de la région méditerranéenne en 2010 était de 507 millions d'habitants, soit le double par rapport à la population de 1955 (Figure 1.6.). Cette croissance est principalement le fait des PSEM dont la population a plus que triplé entre ces deux dates (+238 pour cent). Ainsi, alors qu'en 1950 la population des PSEM représentait un peu plus du tiers de la population de la région, elle en représente aujourd'hui plus de la moitié, principalement du fait d'une forte natalité et de l'amélioration des conditions sanitaires.

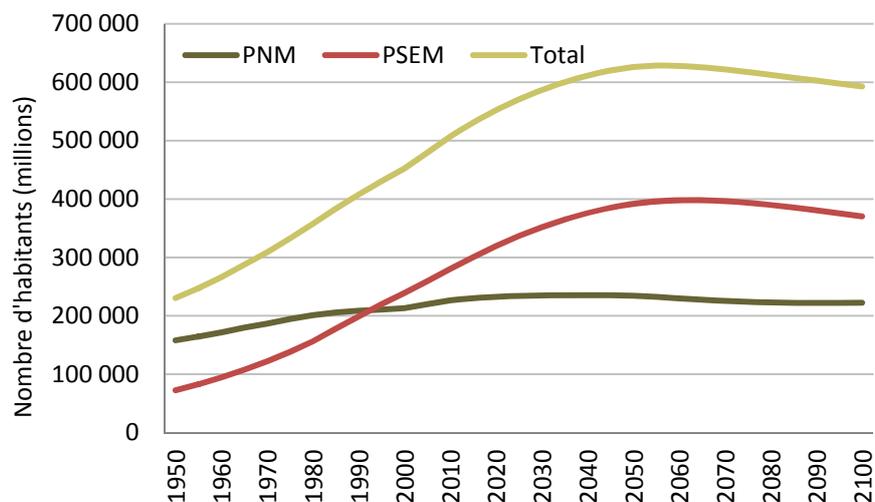
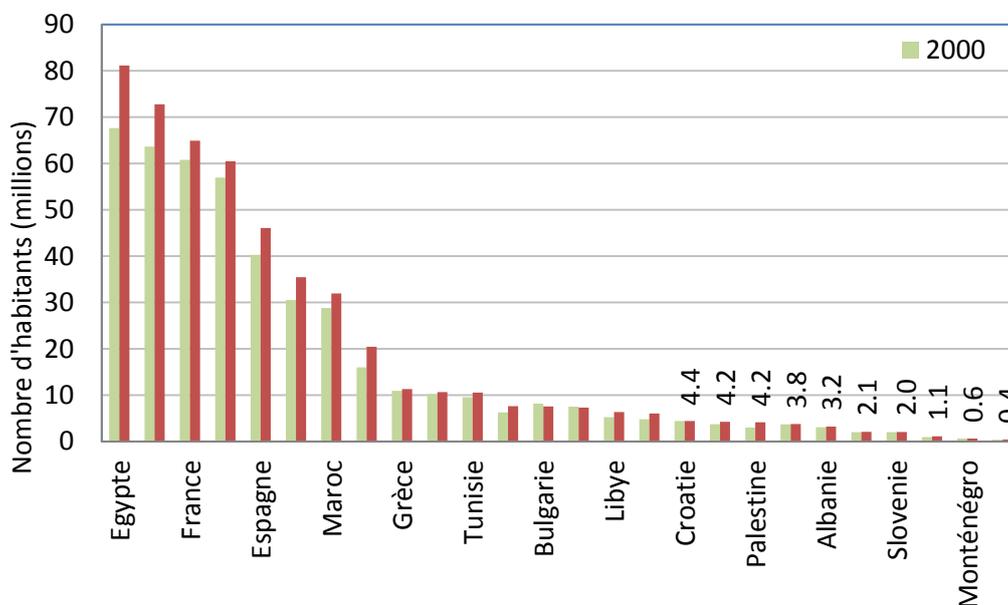


Figure 1.6. Population totale dans la région méditerranéenne : projection à 2100.

Source: Nations Unies, Département des Affaires Économiques et Sociales, Division de la Population, 2011.

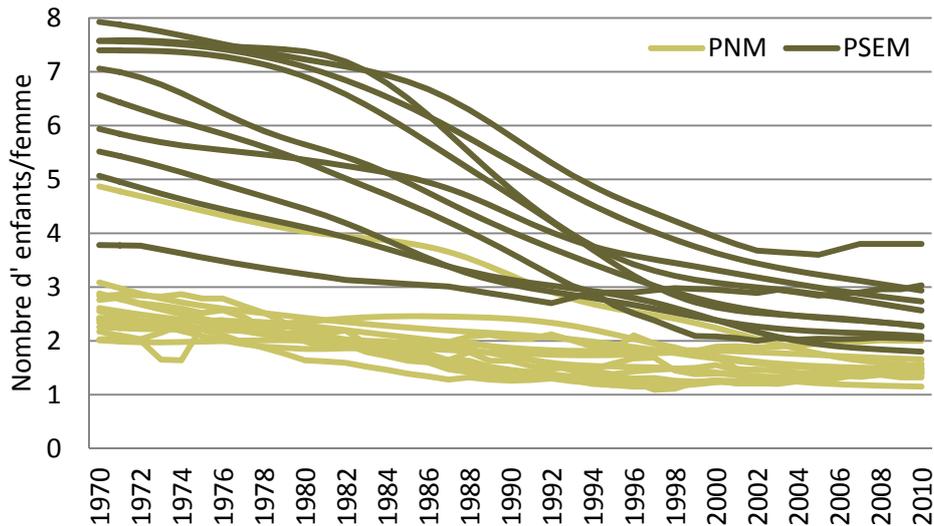
Les projections à 2100 indiquent que la population totale devrait continuer d'augmenter, principalement dans les PSEM, avant de se stabiliser et de décroître aux alentours de 2050 (Figure 1.7.). Ce devrait être le cas dès 2030 pour les PNM et seulement à partir de 2060 pour les PSEM.



**Figure 1.7.** Population totale par pays de la région méditerranéenne en 2000 et 2010.  
 Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; Syrie = République arabe syrienne.

Source: Nations Unies, Département des Affaires Économiques et Sociales, Division de la Population, 2011.

Les sept pays les plus peuplés (Egypte, Turquie, France, Italie, Espagne, Algérie et Maroc) concentrent les trois quarts de la population méditerranéenne, mais présentent des taux d'accroissement très différents (Figure 1.7. et 1.8.). Entre 2000 et 2010, du fait de l'amélioration des conditions de vie, on note de fortes augmentations (20 pour cent ou plus) dans la majorité des PSEM (Egypte, Israël, Jordanie, Libye, Syrie). Les taux d'accroissement de la population sont compris entre 11 pour cent et 20 pour cent dans les autres PSEM.



**Figure 1.8.** Nombre d'enfants par femme en âge de procréer dans les pays nord et sud-est de la région méditerranéenne.

Source: Nations Unies, Département des Affaires Économiques et Sociales, Division de la Population, 2011.

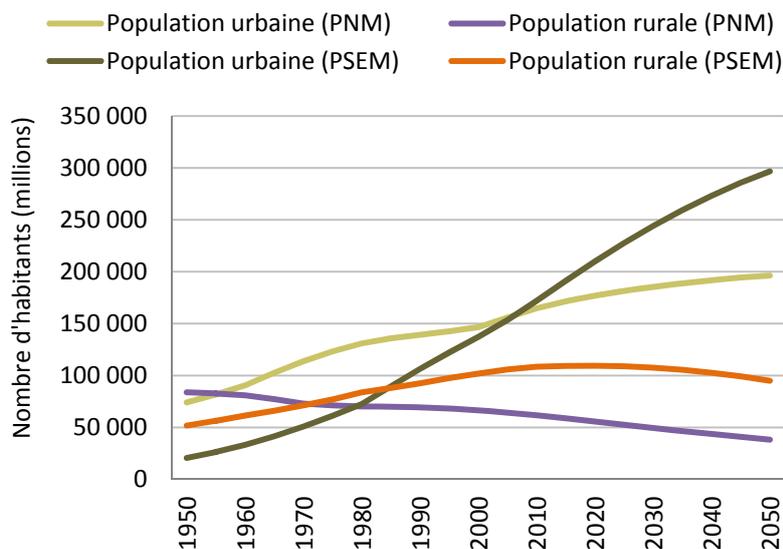
La dynamique est plus hétérogène dans les PNM. Jusqu'en 1990, la population augmentait dans tous les pays. Pour la plupart des pays, cette tendance s'est poursuivie, sauf en Bulgarie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Monténégro et Serbie. Ces pays ont vu leur population diminuer par rapport à 1990, principalement du fait d'une émigration importante avec l'ouverture du « rideau de fer ».

Ces dynamiques démographiques reposent sur des phénomènes en partie observables à travers les indices de fécondité (nombre d'enfants par femme en âge de procréer, Figure 1.8.) ainsi que la composition de la population en classes d'âges. L'évolution à la baisse de l'indice de fécondité apparaît ainsi particulièrement rapide dans les PSEM. En 2010, seuls 8 PNM se situent au-dessus du seuil de renouvellement des générations (2.05), alors qu'ils l'étaient tous en 1970 à l'exception de la Croatie et de Malte. Même si les taux d'accroissement démographiques sont très différents entre les PNM et les PSEM ils semblent néanmoins converger depuis 1970.

Les différences structurelles restent toutefois importantes : la population des PSEM est beaucoup plus jeune que celle des PNM. Ainsi, dans les PNM, la proportion des moins de 15 ans entre 1990 et 2010 est passée de 22.7 pour cent à 16.2 pour cent, tandis que celle des plus de 65 ans est passée de 10.8 pour cent à 15.3 pour cent. Ces tendances traduisent très clairement un vieillissement progressif de la population dans les PNM.

Dans les PSEM, la tendance est similaire mais de moindre ampleur, puisque la proportion des moins de 15 ans entre 1990 et 2010 est passée de 40.9 pour cent à 30.5 pour cent, et celle des plus de 65 ans de 4.1 pour cent à 5.5 pour cent. Si à long terme les différences devraient s'atténuer, la croissance démographique actuelle dans les PSEM n'est pas accompagnée par une création d'emplois assez dynamique pour intégrer tous les jeunes qui arrivent sur le marché du travail ce qui génère une importante pression sociale.

## Une extension urbaine continue, peu maîtrisée, et principalement littorale



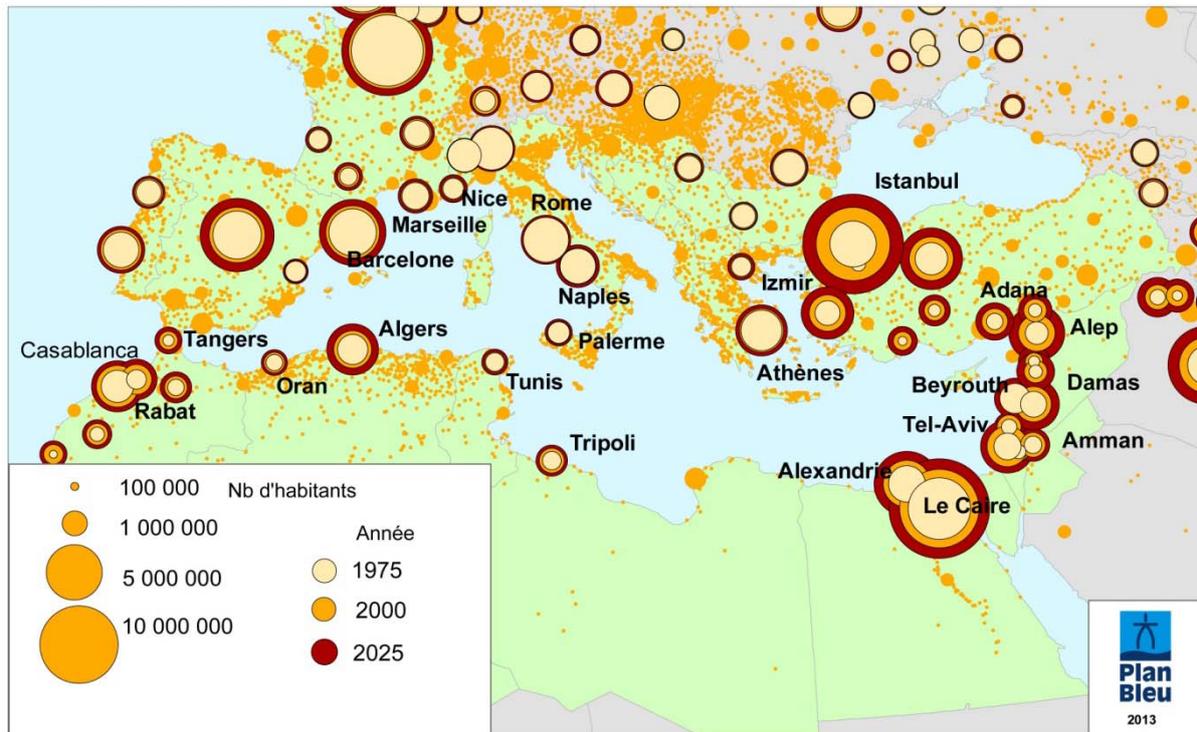
**Figure 1.9.** Evolution de la population urbaine et rurale dans la région méditerranéenne, 1950–2050  
Source: Nations Unies, Département des Affaires Économiques et Sociales, Division de la Population, 2011.

L'augmentation de la population concerne principalement les espaces urbains et littoraux. La population urbaine augmente dans les PNM comme dans les PSEM (Figure 1.9.), mais avec une intensité différente dans ces derniers, puisqu'elle a triplé entre 1950 et 2010. L'exode rural, causé en partie par l'attractivité économique et culturelle des centres urbains, provoque une diminution constante de la population rurale dans les PNM. Dans les PSEM, elle tend à se stabiliser et devrait aussi connaître une tendance à la diminution à partir de 2020.

Dans les PSEM, l'ampleur et le rythme de l'urbanisation, rarement planifiée et liée à une croissance démographique souvent galopante, dépasse la capacité des pays à répondre aux besoins des populations. Selon les pays et les agglomérations, entre 30 pour cent et 70 pour cent des citadins ne parviennent à construire leur logement qu'en recourant à des filières informelles de manière légale ou illégale. Ceci se traduit par un développement de zones d'extension non contrôlée en périphérie des grands centres urbains et par des conditions de vie extrêmement difficiles en terme d'accès à l'eau, à l'assainissement et aux autres services urbains de base.

La forte concentration des populations dans les villes engendre également des problèmes difficiles à gérer en termes d'emploi (chômage des jeunes à un niveau supérieur à 30 pour cent dans plusieurs pays), d'accès aux équipements et aux services essentiels (eau, assainissement) et de gestion des déchets ménagers. D'autre part, cette urbanisation s'opère en grande partie en zone littorale et de manière diffuse aux marges des centres urbains, ce qui aggrave la pression sur les ressources et la fragmentation, voire la destruction d'écosystèmes côtiers ou périurbains déjà vulnérables.

La Figure 1.10 montre la distribution et la croissance de la population dans la région méditerranéenne, spécialement dans le PSEM et les zone littorales.



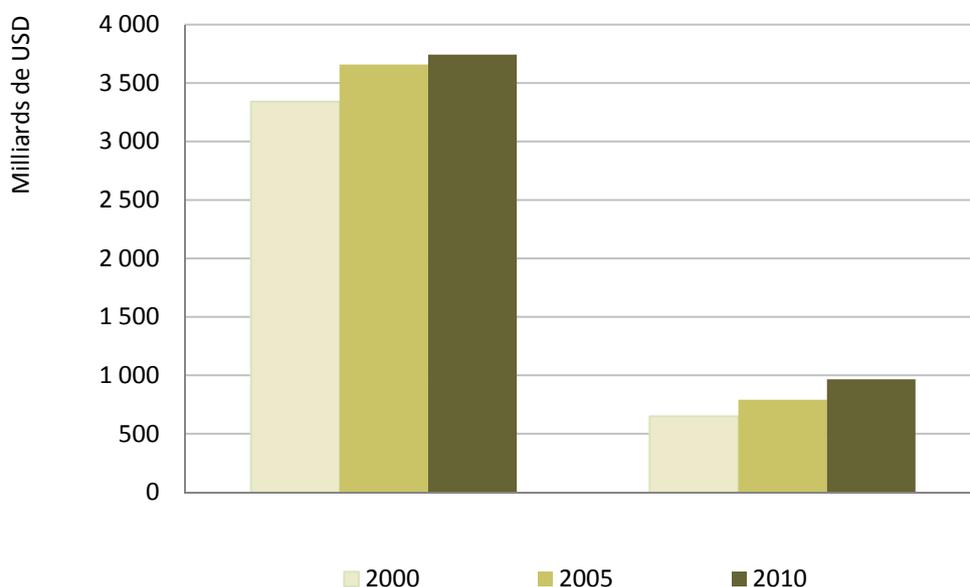
**Figure 1.10.** Distribution et croissance de la population dans les centres urbaines ou à proximité des zones littorales, dans la région méditerranéenne, 2011.

Source: Nations Unies, Département des Affaires Économiques et Sociales, Division de la Population, 2011.

### *Un bilan démographique préoccupant, source de pressions sur l'environnement*

La démographie de la région méditerranéenne se caractérise par une augmentation de la population totale ainsi que par des disparités nationales importantes. Ces disparités semblent toutefois se réduire depuis quelques années. La tendance générale, plus marquée dans les PNM, est à la diminution de la natalité et au vieillissement de la population qui devrait conduire à une baisse de la population dans l'ensemble de la région à partir de 2050. A cette date, la population totale pourrait cependant avoir dépassé 626 millions d'habitants, soit une augmentation de 20 pour cent par rapport à 2010. Alors que dans les zones rurales, la tendance démographique générale pourrait être à la baisse dès 2015, la croissance démographique dans les zones urbaines, périurbaines et littorales, qui intensifie le mitage et la fragmentation des écosystèmes terrestres, demeure un défi crucial. De plus, les trajectoires de développement des pays méditerranéens apparaissent non durables.

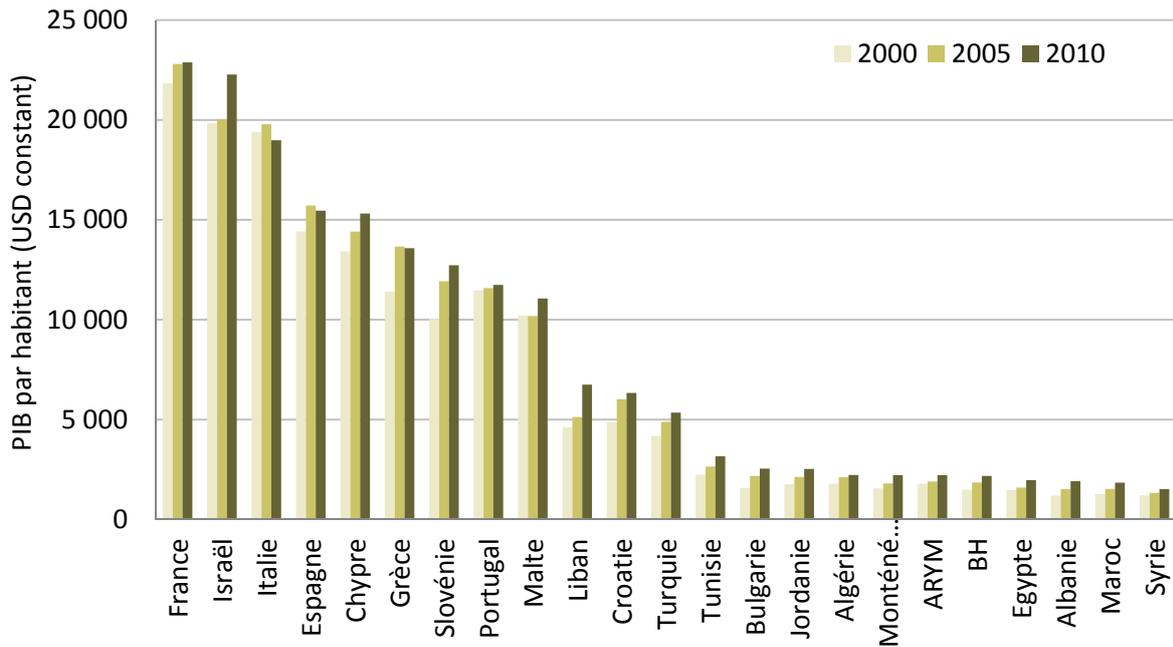
## Des richesses économiques croissantes mais mal réparties entre Nord et Sud



**Figure 1.11.** Produit Intérieur Brut (PIB) de la région méditerranéenne en 2000, 2005 et 2010.  
Source: Plan Bleu d'après Banque Mondiale, 2011.

Cette richesse est en augmentation constante dans les PNM comme dans les PSEM (Figure 1.11.) avec des disparités régionales importantes. Les PNM concentrent ainsi 80 pour cent de la richesse économique de la région en 2010. Cette proportion est aujourd'hui en légère diminution du fait d'un taux de croissance du PIB plus élevée dans les PSEM. Entre 2000 et 2010, le PIB a augmenté de 48 pour cent dans les PSEM alors qu'il ne s'est accru que de seulement 12 pour cent dans les PNM.

La figure 1.12. confirme ce constat de disparités entre PNM et PSEM. En effet, 9 des 10 pays ayant les PIB par habitant les plus élevés sont des PNM, tandis que 5 des 10 pays ayant les PIB par habitant les plus faibles sont des PSEM. Ces différences sont marquées : les PIB par habitant de Chypre et de la France sont respectivement 10 fois supérieurs aux PIB par habitant de la République arabe syrienne et de l'Algérie. Les pays des Balkans forment un ensemble intermédiaire. Les pays européens (Grèce et Slovaquie) ont un PIB annuel par habitant supérieur à 10 000 dollars et la Croatie affiche un chiffre supérieur à 6 000 dollars, alors que les autres pays ont des PIB par habitant comparables aux PSEM.



**Figure 1.12.** Produit Intérieur brut (PIB) par habitant dans la région méditerranéenne, 2000, 2005 and 2010

Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; BH = Bosnie-Herzégovine ; Syrie = République arabe syrienne.

Source: Plan Bleu d'après Banque Mondiale, 2011.

## *Un niveau de chômage problématique, en particulier pour les jeunes*

Les statistiques sur le chômage révèlent des situations socio-économiques assez différentes selon les pays (Figure 1.13). La situation de l'emploi dans l'ancienne République yougoslave de Macédoine, dans la Palestine et en Espagne est particulièrement critique avec des taux de chômage supérieurs à 20 pour cent. Dans la plupart des autres pays, les taux de chômage se situaient autour de 10 pour cent de la population active en 2010, bien au-dessus de la moyenne mondiale (estimée entre 6 pour cent et 7 pour cent). Le chômage des moins de 25 ans reste préoccupant dans la plupart des pays des deux rives de la Méditerranée (les taux en dessous de 20 pour cent font figure d'exceptions). Avec une population en augmentation, des taux de chômage élevés expriment des déséquilibres socio-économiques générateurs de tensions.

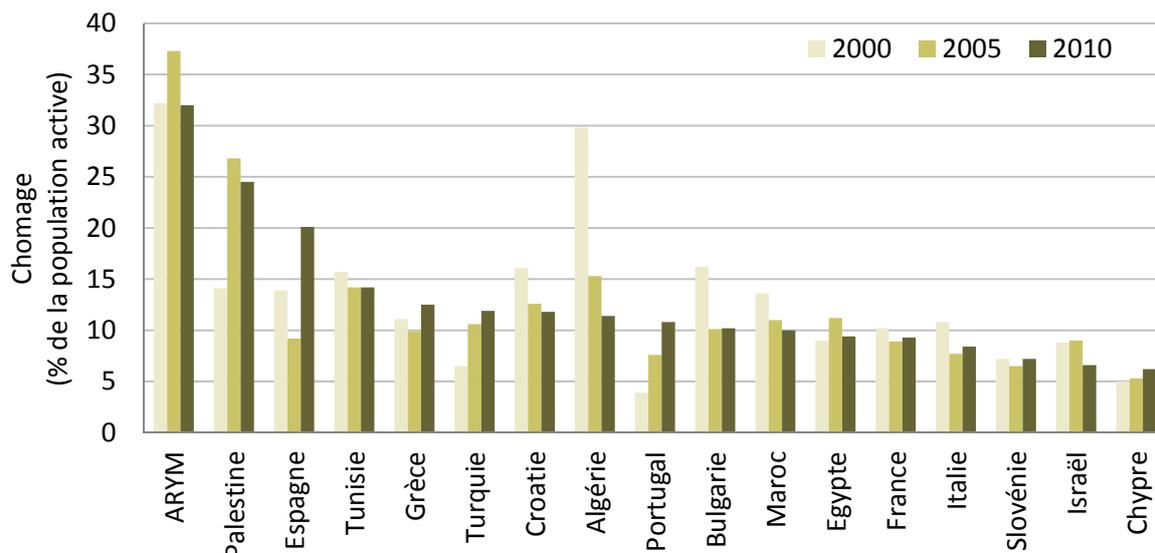


Figure 1.13. Chomage dans la région méditerranéenne, 2000, 2005 and 2010.

Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine.

Source: Plan Bleu, 2012.

### Vers une tertiarisation des économies

Dans la région méditerranéenne et, en particulier, dans les PNM, l'économie est de plus en plus dominée par les services. Elle s'opère dans ces derniers au détriment des secteurs agricole et industriel. Ainsi, en 1998, les services représentaient 60 pour cent du PIB pour atteindre 67 pour cent en 2008, pendant que l'agriculture passait de 10 pour cent à 6 pour cent et l'industrie de 30 pour cent à 27 pour cent.

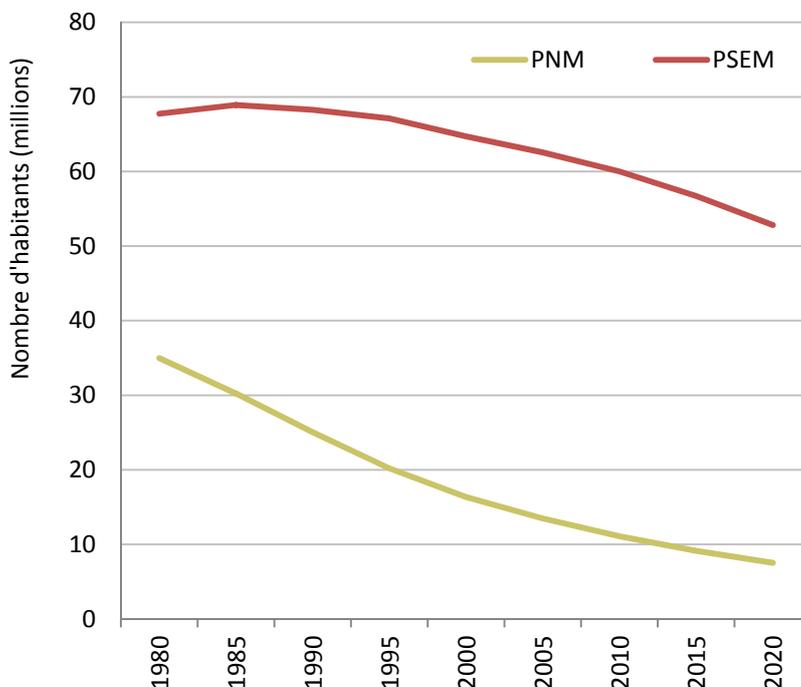
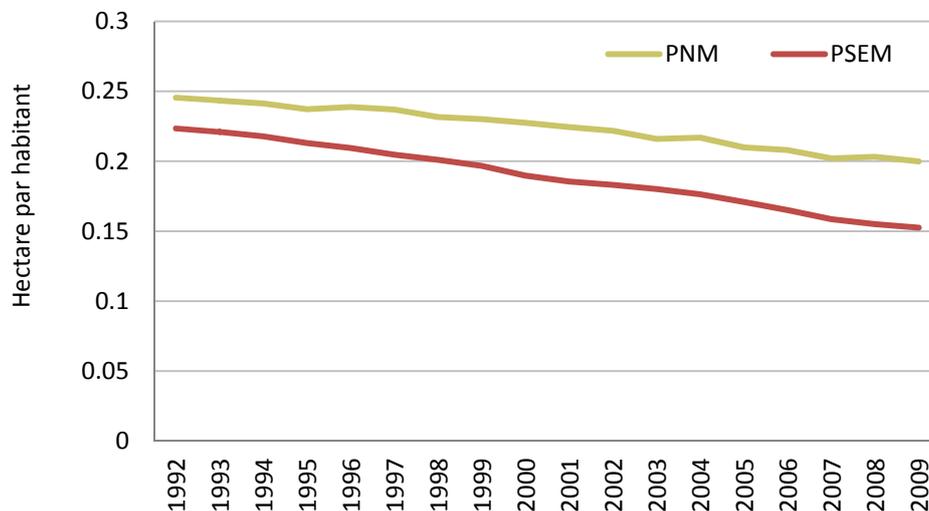


Figure 1.14. Population agricole des pays Nord (PNM) et du Sud-Est (PSEM) méditerranéens : projection à 2020

Source : FAOSTAT, 2012.

Dans les PSEM, l'industrie et les services progressent également au détriment de l'agriculture. Ainsi, de 1998 à 2008, la part de l'industrie dans le PIB des PSEM est passée de 32 pour cent à 35 pour cent, les services de 54 pour cent à 55 pour cent, alors que la part de l'agriculture évoluait de 14 pour cent à 10 pour cent.

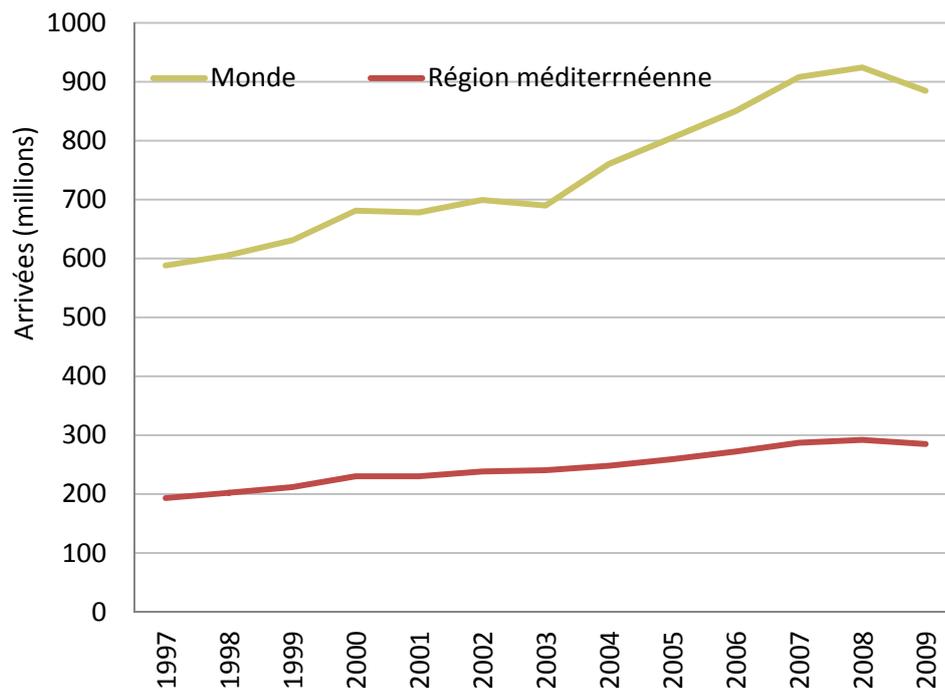
Dans les PNM comme dans les PSEM, l'agriculture est moins dynamique que les autres secteurs de l'économie, quand bien même les valeurs ajoutées qu'elle dégage sont en augmentation. L'exode rural vers les villes apparaît dans les données démographiques. La population agricole est en diminution constante, dans les PNM depuis les années 1960 et, dans les PSEM, depuis le milieu des années 1980 (Figure 1.14.). Dans les PNM, elle a ainsi diminué de moitié entre 1995 et 2010 pour atteindre seulement 11 millions de personnes. Dans les PSEM, après avoir commencé à décliner en 1985 (69 millions de personnes), elle est descendue à 60 millions de personnes en 2010, tendance qui pourrait s'accroître pour atteindre seulement 53 millions en 2020.



**Figure 1.15.** Evolution de la surface des terres arables par habitant dans les pays nord (PNM) et du sud-est (PSEM) de la région méditerranéenne: 1992 – 2009.

Source: FAOSTAT, 2012.

Avec une population totale en forte augmentation, principalement urbaine, la problématique agricole se traduit également en termes de pressions sur les terres arables (Figure 1.15). Dans les PNM, la surface des terres arables représentait seulement 2.5 pour cent de la superficie totale des pays en 2009. Dans les PSEM, souvent beaucoup plus arides, les terres arables ne représentaient à la même date que 0.6 pour cent de la superficie totale des pays. La surface de terres arables par habitant ne cesse de décroître : elle a diminué de moitié en 40 ans.



**Figure 1.16.** Arrivées de touristes dans la région Méditerranéenne, 1997-2009.

Source: Plan Bleu d'après Banque Mondiale, 2010.

Le tourisme est un secteur économique emblématique dans la région méditerranéenne. Les arrivées de touristes dans la région ont augmenté de 100 millions (+ 50 pour cent) au cours des dix dernières années et représentaient 32 pour cent du chiffre mondial en 2010 (Figure 1.16.). Les dépenses des touristes représentent entre 1.5 pour cent et 2 pour cent du PIB des pays de la région méditerranéenne, un chiffre constant mais avec de grandes disparités nationales et locales. Ainsi, par exemple, en 2010, les dépenses des touristes étrangers ont constitué 13 pour cent du PIB du Liban contre 0.7 pour cent en Turquie. Cependant, dans ce dernier pays, on note des disparités régionales très marquées puisque le tourisme représentait en 2011 plus de 60 pour cent du PIB du district d'Alanya dans la Province d'Antalya.

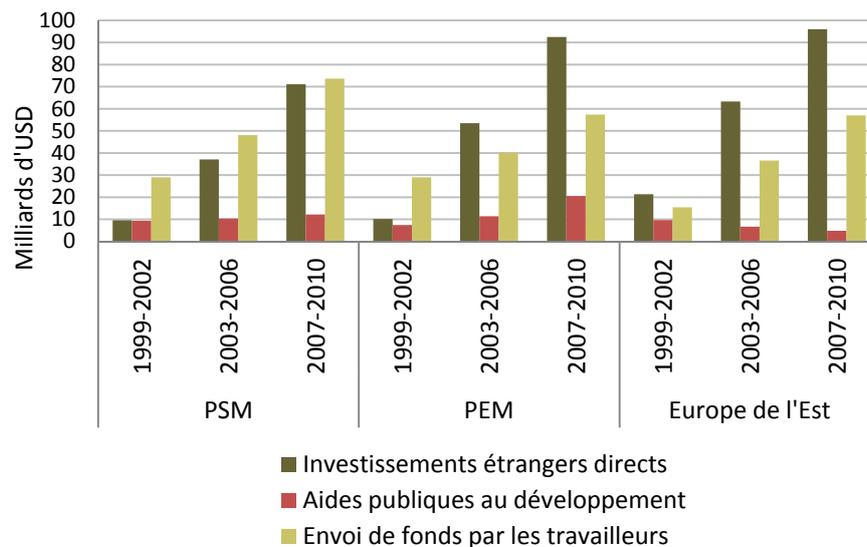
Le tourisme méditerranéen se caractérise également par la prédominance de trois pays : la France, l'Espagne et l'Italie. En 2010, ces trois pays ont accueilli près de 60 pour cent des arrivées de touristes (respectivement 26 pour cent, 18 pour cent et 15 pour cent) et 70 pour cent des dépenses touristiques réalisées.

Si le secteur touristique permet une redistribution directe de richesse via les emplois qu'il génère, il est cependant tributaire des difficultés économiques et, dans les PSEM, des situations politiques. La richesse et les emplois créés dans le tourisme ne profitent également pas toujours à la population locale, le recours à des saisonniers étrangers étant une pratique fréquente en Méditerranée.

## Des économies interdépendantes

L'interdépendance économique entre les PNM et les PSEM se traduit traditionnellement par la dépendance du Nord aux ressources énergétiques du Sud, et la dépendance du Sud aux flux financiers venant de l'étranger (hors investissements directs). En plus des investissements, les PSEM et les pays d'Europe de l'Est (Balkans hors Grèce) bénéficient d'apports de l'étranger à travers les mécanismes d'aides publiques et les transferts de fonds par les travailleurs résidant à l'étranger. Ces flux financiers sont des leviers économiques importants, et traduisent des degrés variés de dynamisme et de dépendance économiques (Figure 1.17). Ainsi, les investissements étrangers sont les principaux flux financiers pour les pays de l'Europe de l'Est. En revanche, dans les Pays du Sud de la Méditerranée (PSM), les transferts de fonds par les personnes résidant à l'étranger restent la source de revenu principale sur la période 2007 – 2010 même si leur importance relative diminue.

Ils sont particulièrement élevés au Maghreb et contribuent à l'équilibre des comptes extérieurs. Cependant, ils peinent à être orientés vers des investissements productifs et sont surtout utilisés pour des biens de consommation ou immobiliers.



**Figure 1.17.** Flux financiers entrant dans les pays du nord (PNM) méditerranéens et des rives Sud et Est (y inclus en Europe de l'Est), 1999–2002, 2003–2006 et 2007–2010.

Source: Plan Bleu d'après Banque Mondiale, 2011.

La proportion relative des aides publiques diminue: elle constituait 18 pour cent des entrées d'argent entre 1999 et 2002 dans les PSEM et 105 pour la période 2007-2010. Cette diminution de la proportion des aides publiques et des sommes envoyées par les travailleurs émigrés, bien que ces dernières demeurent très importantes, au profit des investissements directs, dessine le profil d'économies de plus en plus dynamiques et capables de générer des revenus.

L'Union Européenne est le principal partenaire économique des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée et, en particulier, du Maghreb. Ces fortes interdépendances devraient

continuer de croître avec des interconnexions énergétiques, gazières et électriques qui renforceront encore les liens entre les deux rives de la Méditerranée.

### ***Intégration Nord/Sud : entre priorités de libre-échange et objectifs de développement durable***

En Méditerranée, des conflits et autres déstabilisations ont affecté plusieurs sous-régions du Proche-Orient et des Balkans. Au Nord de la Méditerranée, l'intégration dans l'Union européenne de plusieurs pays riverains a permis d'importants progrès en termes de paix, de démocratie et d'intégration économique et politique. Le processus d'intégration qui se construit au Nord n'a pas d'équivalent au Sud et à l'Est. En dépit de plusieurs initiatives, cette région reste affectée par la persistance de conflits et par l'absence d'une coopération régionale structurée.

Le Partenariat euro-méditerranéen ou "Processus de Barcelone" a été initié en 1995 avec des objectifs ambitieux : la création d'une "zone de stabilité et de prospérité partagée". Cependant, cette coopération euro-méditerranéenne, intégrée depuis 2003 à la nouvelle politique européenne de «voisinage», reste à renforcer en termes de moyens et d'engagements réciproques pour avoir un véritable effet d'entraînement. Jusqu'en 2008, le Partenariat euro-méditerranéen a été surtout centré sur la sécurité, la libéralisation du commerce avec pour objectif la création d'une zone de libre-échange et des approches bilatérales. Il n'a malheureusement pas suffisamment intégré les questions d'environnement et de développement durable dans ses priorités et financements.

Etablis sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, le Plan d'Action pour la Méditerranée (1975) et la Convention de Barcelone (Convention pour la protection de la *Méditerranée contre la pollution* - 1976) constituent le cadre institutionnel de la coopération régionale axée sur la protection de l'environnement et le développement durable. Ces dispositifs régionaux qui ciblaient à l'origine la pollution de la mer ont été élargis en 1995 aux problématiques du développement durable (énergie, transport, tourisme, développement rural, etc.).

Cette dynamique s'est renforcée en 1996 avec la création de la Commission méditerranéenne du développement durable (CMDD). La CMDD est un organe consultatif, conçu comme un forum de dialogue, d'échange et de propositions à l'intention des Parties contractantes et de leurs partenaires. Elle se compose de 36 membres et comprend des représentants de réseaux d'autorités locales, d'acteurs socio-économiques, et des ONG qualifiées en matière d'environnement et de développement durable. Les Parties contractantes de la Convention de Barcelone ont demandé en 2001 à la CMDD d'élaborer une Stratégie méditerranéenne pour le développement durable (SMDD) qui a été adoptée en 2005.

L'orientation vers un développement durable est donc de plus en plus affichée comme une priorité, notamment à travers la SMDD. L'intégration progressive des préoccupations environnementales dans les objectifs de développement économique est présentée avec les objectifs suivants :

- contribuer à promouvoir le développement économique en valorisant les atouts des territoires méditerranéens ;
- réduire les disparités sociales en réalisant les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) et renforcer les identités culturelles ;
- changer les modes de production et de consommation non durables et assurer une gestion durable des ressources naturelles ;
- améliorer la gouvernance aux échelles locale, nationale et régionale.

Les sept domaines d'action de la SMDD identifiés comme prioritaires sont : la gestion intégrée des ressources et des demandes en eau; la gestion plus rationnelle de l'énergie avec l'utilisation accrue des sources d'énergie renouvelables et l'adaptation aux effets du changement climatique, ainsi que son atténuation; la mobilité durable, grâce à une gestion appropriée des transports; le tourisme durable, secteur économique porteur; le développement agricole rural durable incluant la gestion durable des ressources forestières; le développement urbain durable et la gestion durable de la mer, du littoral et des ressources marines.

En renforcement de ces initiatives lancées dans le cadre du Processus de Barcelone, l'Union pour la Méditerranée (UPM) a été initiée en 2008 avec pour objectif de renforcer la visibilité politique de cette intégration régionale et de la faciliter dans les domaines de l'eau, de l'environnement, des transports, de l'énergie, de l'éducation, de la recherche et du soutien aux petites entreprises. Elle compte 44 membres : tous les pays de l'Union Européenne (UE) et les pays riverains de la Mer Méditerranée, ainsi que la Jordanie, la Mauritanie et la Ligue Arabe. La Libye est un pays observateur.

## Des pressions croissantes sur l'environnement

Avec une population en augmentation, particulièrement forte au Sud et à l'Est, une exploitation croissante des ressources naturelles et des ressources en eau ainsi que l'exacerbation des risques naturels liés au changement climatique, les pressions sur l'environnement sont aujourd'hui au cœur des problématiques de développement en Méditerranée.

Les écosystèmes naturels terrestres de Méditerranée, riches en biodiversité notamment endémique, connaissent au Nord un retour plus ou moins vigoureux de la forêt du fait de l'abandon de terres agricoles marginales et d'importantes campagnes de reboisement. Au Sud, les pressions sur ces écosystèmes forestiers demeurent encore très fortes, notamment au Maghreb, en raison du défrichement et de la mise en culture de terres marginales, de la surexploitation du bois de feu et du surpâturage. Étroitement intégrés à l'économie locale et régionale depuis l'Antiquité, les usages traditionnels des espaces boisés et pastoraux sont donc de plus en plus délaissés au Nord mais encore essentiels au Sud. Les services écosystémiques fournis par ces espaces sont de plus en plus reconnus : protection des eaux et des sols, lutte contre l'érosion et la

Environ 18% des espèces méditerranéennes sont menacées d'extinction.

Cinq espèces de chênes endémiques de la méditerranée sont menacées d'extinction.

Les Aires Protégées sont inégalement distribuées dans la région avec plus de 90% localisées dans le Nord de la région méditerranéenne.

désertification, fourniture d'espaces récréatifs, séquestration de gaz à effet de serre et protection de la biodiversité. Ces services sont cependant menacés par: la surexploitation au Sud, les risques de feux de forêts croissants au Nord en raison du recul du pâturage et de l'embroussaillage ainsi que de l'accroissement de la longueur et de l'aridité des périodes sèches lié au changement climatique.

Les empreintes écologiques et, plus généralement, les trajectoires de développement des pays méditerranéens montrent des signes préoccupants de non-durabilité. Ci-après sont décrits les points clés situant le niveau des pressions sur les ressources et indiquant les principaux facteurs de risque.

## ***Une biodiversité menacée***

La région méditerranéenne est un environnement très complexe en fonction de multiples facteurs tels que le climat, la géomorphologie, les sols, l'hydrologie et l'usage des terres. Il est estimé qu'environ 25000 espèces de plantes sont présentes dans la région (Myers *et al.* 2000), et qu'environ 60 pour cent sont endémiques (Thompson *et al.* 2005). Cette région est donc considérée comme un point chaud de la biodiversité mondiale puisqu'elle englobe une forte concentration d'espèces endémiques et connaît une perte exceptionnelle de leurs habitats. Le Tableau 1.1. montre l'importance de cet endémisme ainsi que le niveau des menaces actuelles sur la biodiversité végétale dans la région méditerranéenne.

Les écosystèmes méditerranéens ont été fortement modifiés par les activités humaines pendant des millénaires. Cependant l'impact de ces activités humaines a été différent entre le Nord et le Sud. Le modèle économique de développement actuel accroît les pressions sur l'environnement. Des pertes conséquentes de biodiversité affectent aujourd'hui le potentiel économique en réduisant le bien-être des populations humaines (santé, alimentation et autres services éco systémiques) et en limitant leurs options futures. Les enjeux prioritaires pour la conservation de la biodiversité doivent également prendre en compte les inégalités en termes de développement économique entre les pays de la région méditerranéenne.

La pression sur les écosystèmes et la biodiversité est particulièrement liée au tourisme, à la concentration urbaine dans les zones côtières, au développement de l'agriculture intensive, à la surexploitation des ressources naturelles, au surpâturage et à l'abandon des pratiques agricoles traditionnelles. Certains effets générés par ces activités peuvent être aisément estimés comme les changements dans la couverture végétale ou la perte d'habitat naturels. Cependant les impacts liés à la pollution générée par les activités humaines sur la biodiversité et les écosystèmes sont plus difficiles à identifier et à quantifier.

Il est estimé que seulement 5 pour cent de la végétation d'origine reste relativement intacte dans la région méditerranéenne. D'après la liste rouge de l'UICN, environ 124 espèces végétales présentes dans les écosystèmes forestiers de la région méditerranéenne sont menacées d'extinction. Par exemple, deux espèces de chênes endémiques de la région méditerranéenne (*Quercus pauciradiata* et *Quercus orocantabrica*) sont classées comme en "Danger Critique" (Oldfield et Eastwood 2007).

Des études récentes (par exemple Cuttelod *et al.* 2009) réalisées au niveau de la région méditerranéenne, montrent qu'environ 18 pour cent des espèces de différents groupes taxonomiques sont menacées d'extinction (Tableau 1.1.).

**Tableau 1.1.** Biodiversité dans la région méditerranéenne

	Nombre estimé d'espèces	Espèces endémiques	Espèces menacées	Espèces avec données insuffisantes
<b>Plantes</b>	25 000	11 700	1 181	1
Plantes aquatiques	4692	150	73	12
<b>Invertébrates</b>				
Libellules et demoiselles	162	23	31	5
Crabes d'eau douce	12	5	1	0
Mollusque	1552	82	70	26
<b>Poissons</b>				
Poissons marins	515	75	43	149
Poissons d'eau douce endémiques	2532	253	142	41
<b>Amphibiens</b>	112	76	34	0
<b>Reptiles</b>	351	169	47	19
<b>Oiseaux</b>	601	16	22	0
<b>Mammifères terrestres</b>	296	88	48	37
<b>Mammifères marins</b>	9	1	5	4

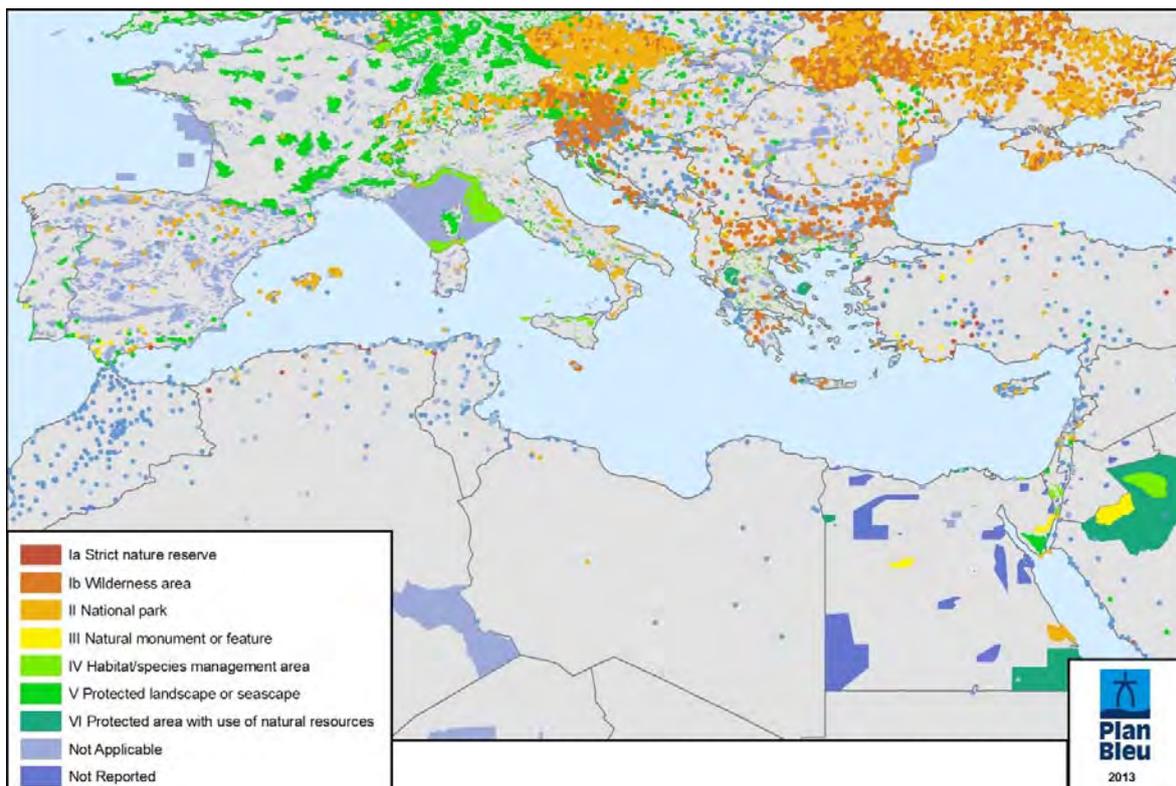
*Note* : Nombre total d'espèces estimé, espèces endémiques et espèces menacées d'après les catégories de menaces de l'UICN (En Danger Critique, En Danger et Vulnérable). Les espèces classées dans Données Manquantes montrent le faible niveau des connaissances pour certains groupes taxonomiques dans la région méditerranéenne. " 50 espèces menacées de plantes ont été identifiées dans 12 îles de la Méditerranée. " Nombre d'espèces identifiées d'après la liste rouge de l'UICN.

*Source* : Liste Rouge UICN et Cuttelod *et al.*, 2009.

Huit principaux accords multilatéraux, signés par la majorité des Etats méditerranéens depuis les 40 dernières années, montrent l'engagement des pays à assurer la conservation de leur biodiversité et de leurs écosystèmes: la Convention Ramsar, la Convention de

Barcelone, la Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées d'Extinction, la Convention sur la Diversité Biologique, la Convention de Berne, la Convention de Bonn, les Directives Habitats et Oiseaux de l'Union Européenne et la Convention Africaine sur la Conservation de la Nature et des Ressources Naturelles. En outre le nombre d'Aires Protégées (avec différents niveaux de protection) dans la région Méditerranéenne a augmenté à plus de 4200 depuis 40 ans.

Dans les PNM où on retrouve 95 pour cent des espaces avec le niveau de protection le plus élevé. Néanmoins, le nombre d'espaces protégés avec des plans de gestion a augmenté dans les PSEM où on compte environ 200 espaces avec le niveau de protection optimale (Catégories I-IV de l'UICN) pour la région méditerranéenne (Figure 1.18.).



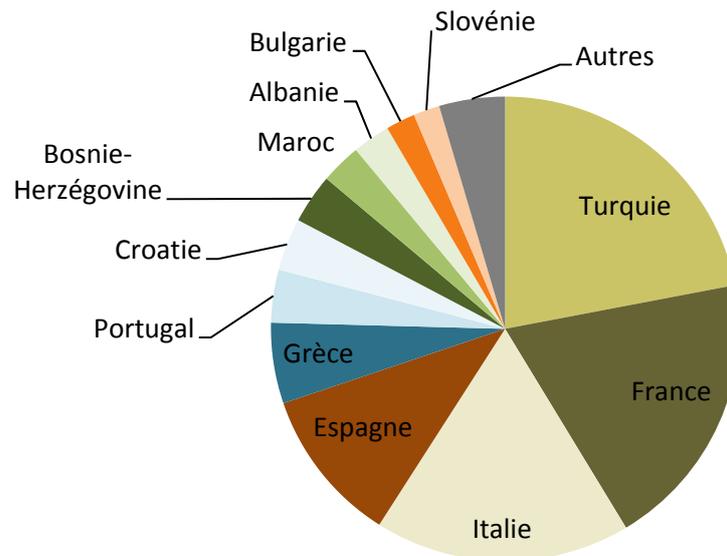
**Figure 1.18.** Distribution des aires protégées (catégories de l'UICN) dans la région Méditerranéenne, 2010.

Source: UICN et PNUE-WCMC, 2012.

### *L'eau : une ressource rare et très inégalement répartie*

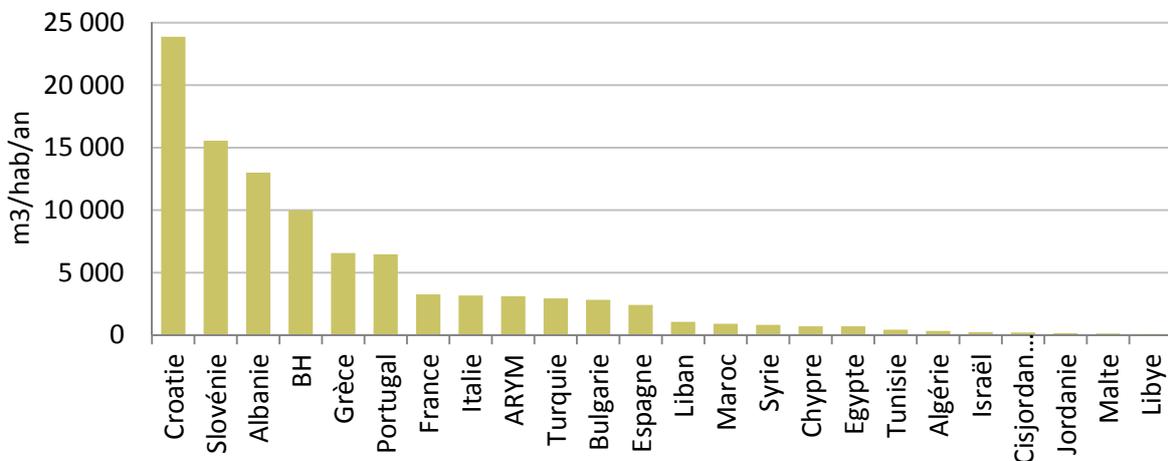
Les pays méditerranéens concentrent 60 pour cent de la population mondiale des pays dits pauvres en eau (moins de 1000 m<sup>3</sup>/hab/an). Les inégalités au sein de la région sont très importantes aussi bien en termes de disponibilité en eau que de degré d'exploitation des ressources renouvelables.

Ainsi, en 2009, la Turquie, la France, l'Italie et l'Espagne disposaient de 67 pour cent des ressources renouvelables en eau douce (correspondant aux flux disponibles à l'intérieur de leurs frontières sur une base annuelle).



**Figure 1.19.** Ressources renouvelables en eau douce de la région méditerranéenne, 2012.  
Source : FAOSTAT, 2012, base de données AQUASTAT.

Les PSEM ne disposent que d'un peu plus du quart des ressources (27 pour cent en 2009) et, si on isole la Turquie, de seulement 6 pour cent des ressources pour 40 pour cent de la population de la région (Figure 1.19.).



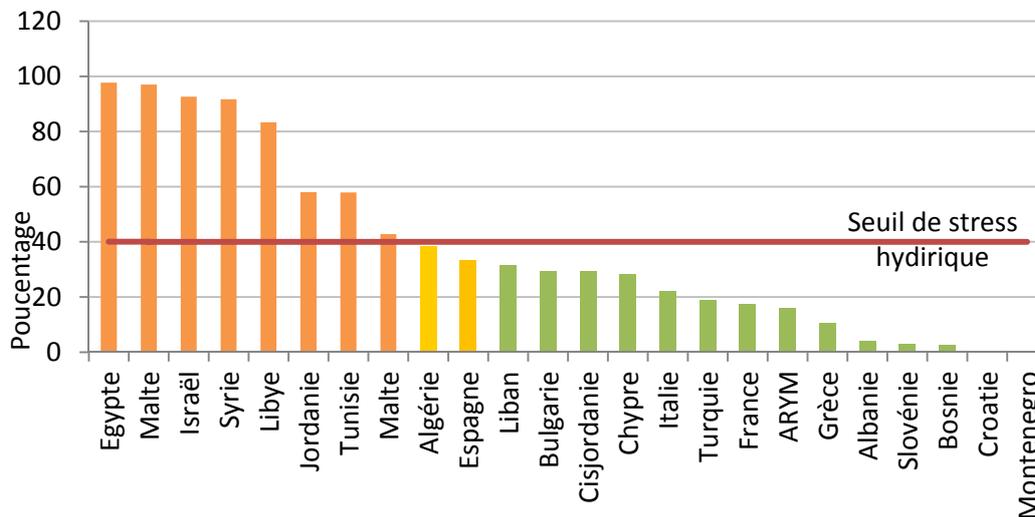
**Figure 1.20.** Ressources renouvelables totales par habitant (m³/hab/an), région méditerranéenne, 2012.

*Note* : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; BH = Bosnie-Herzégovine ; Syrie = République arabe syrienne.

*Source* : FAOSTAT, 2012, base de données AQUASTAT.

Le décompte par habitant intégrant les quantités importées (ressources totales) montre une disparité similaire entre PNM et PSEM (Figure 1.20.). A l'exception de la Turquie et du Liban, la ressource totale des 9 autres pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée est inférieure à 1000 m³/hab/an, 6 d'entre eux présentant une valeur en-dessous de 500 m³/hab/an, jusqu'à 94 m³/hab/an en Libye. Les pays des Balkans sont quant à eux dans une situation plus favorable avec 5 pays sur 7 au-dessus de 5000 m³/hab/an.

L'indice d'exploitation des ressources naturelles renouvelables d'eau douce permet de mesurer la pression relative des prélèvements annuels sur ces ressources (Figure 1.21.). Des prélèvements supérieurs à 40 pour cent de la ressource durablement disponible indiquent une situation de stress hydrique sévère. C'est le cas de l'Egypte, de la Libye, d'Israël, de Malte, de la République arabe syrienne et, dont les indices dépassent 80 pour cent. A l'exception de Malte, aucun PNM ne se situe au-delà de 40 pour cent de prélèvements, et pour les PSEM, seule la Turquie se situe en-dessous de 30 pour cent.



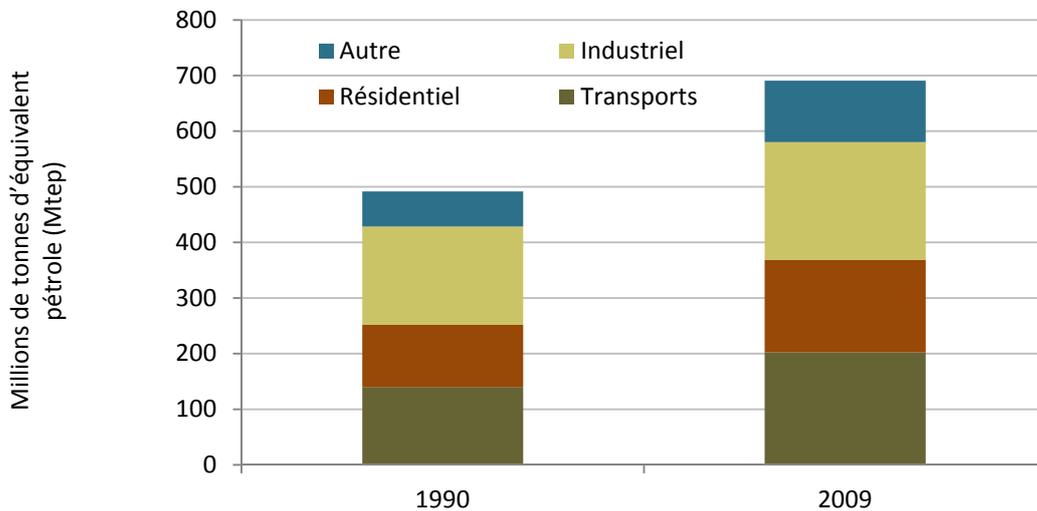
**Figure 1.21.** Indice d'exploitation des ressources naturelles en eau renouvelable, 2012.  
 Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; Syrie = République arabe syrienne.  
 Source: Plan Bleu d'après Ewing *et al.*, 2010.

D'ici 2070, une augmentation de 19 pour cent à 35 pour cent de la surface des zones en stress hydrique ponctuel est à prévoir dans les PNM. Dans ces pays où la demande est stabilisée, les efforts s'orientent vers des économies ainsi que vers l'utilisation de ressources non conventionnelles (traitement des eaux usées, dessalement de l'eau de mer). Dans les PSEM, la maîtrise de la demande et des priorités d'usage, l'amélioration de l'efficacité dans l'utilisation de l'eau lors du transport, de la distribution - chez les usagers et à la parcelle - ainsi que le traitement et la réutilisation d'eaux usées sont des axes prioritaires pour réduire la vulnérabilité au manque d'eau dans un contexte où l'augmentation de la demande est préoccupante, estimée à +18 pour cent d'ici 2025 par le Plan Bleu (Margat et Blinda, 2005).

### ***Une demande énergétique croissante, surtout satisfaite par les énergies fossiles***

Sous l'effet conjugué de la pression démographique et de la croissance économique, le système énergétique de la région méditerranéenne est soumis à de fortes tensions sur l'approvisionnement, le transport et la distribution afin de faire face à une consommation en forte hausse (Figure 1.22.). La demande est aujourd'hui satisfaite par une offre constituée de plus de 80 pour cent d'énergies fossiles. Les énergies renouvelables (hydroélectricité, biomasse, éolien, solaire, géothermie) représentent 6.7 pour cent du bilan énergétique régional, les 13.3 pour cent restants étant fournis par l'énergie nucléaire. En 2007, les pays

méditerranéens dépendaient d'importations de ressources énergétiques depuis d'autres régions à hauteur de 35 pour cent de leur consommation. Avec un total de 688 millions de tonnes d'équivalent pétrole (Mtep), la consommation par habitant dans la région méditerranéenne est supérieure de 13 pour cent à la moyenne mondiale. Entre 1971 et 2007, la consommation d'énergie a plus que doublé, incluant un quadruplement de la proportion de l'électricité.



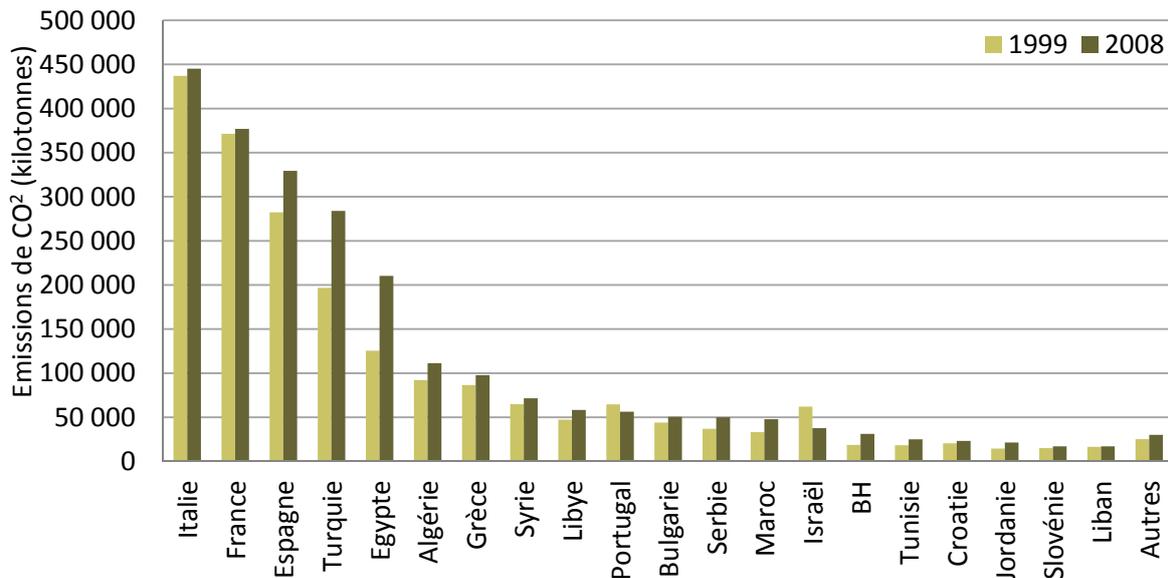
**Figure 1.22.** Consommation finale d'énergie par secteur (Mtep) dans la région méditerranéenne en 1990 et 2009. Source : Observatoire Méditerranéen de l'Énergie, 2010.

Les PNM sont les plus gros consommateurs d'énergie mais l'écart avec les PSEM se réduit. Le ratio PNM/PSEM de la consommation par habitant est ainsi passé de 8.1 en 1971 à 3.6 en 2007, du fait d'une forte hausse de la consommation dans les PSEM. Cependant, dans les PSEM, le bois de feu reste une source d'énergie essentielle, notamment pour les populations rurales, et peut engendrer une dégradation importante des ressources forestières.

Les échanges nets intra-méditerranéens s'élevaient en 2006 à près de 97 millions de tonne de pétrole, 74 milliards de m<sup>3</sup> de gaz et 70 TWh d'électricité. Les pays exportateurs de pétrole et de gaz (Algérie, Egypte, Libye et République arabe syrienne) fournissaient à cette période 22 pour cent du pétrole et couvraient plus de 35 pour cent des besoins en gaz de l'Espagne, de la France, de la Grèce, de l'Italie, de la Slovénie et de la Turquie. Les échanges électriques restent marginaux par rapport à la consommation globale et seul le dixième du total des échanges intra-méditerranéens, soit près de 7.5 TWh, concerne le commerce entre les PSEM.

Cette augmentation de la consommation énergétique et, en particulier, de ressources fossiles, se traduit par une croissance des émissions de gaz à effet de serre (Figure 1.23.). Ces émissions proviennent très largement des PNM, responsables de 63 pour cent du total, principalement du fait de l'Italie, de la France et de l'Espagne qui émettent à elles seules 48 pour cent du chiffre total. Tous les pays, à l'exception d'Israël et du Portugal, ont vu leurs émissions (en équivalent de tonnes de CO<sub>2</sub>) augmenter entre 1999 et 2008. Le total méditerranéen a atteint à cette date 2 487 Millions de tonnes, soit une hausse de 15 pour

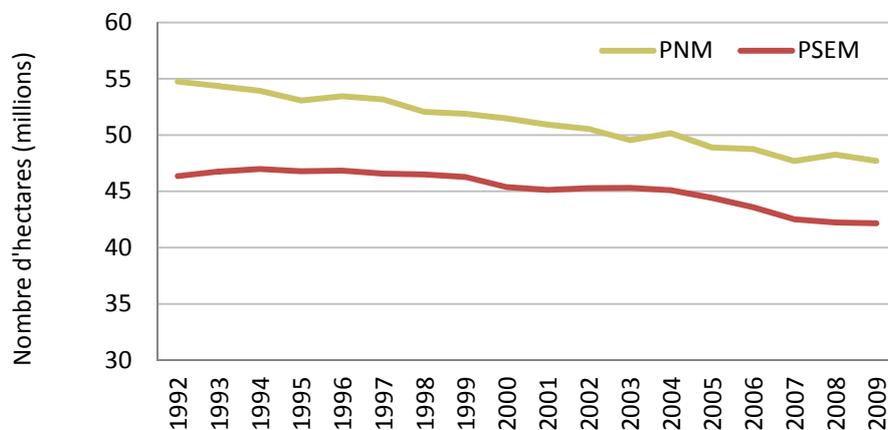
cent par rapport à 1999, principalement du fait des PSEM (+ 32 pour cent) qui connaissent des croissances économiques et démographiques fortes.



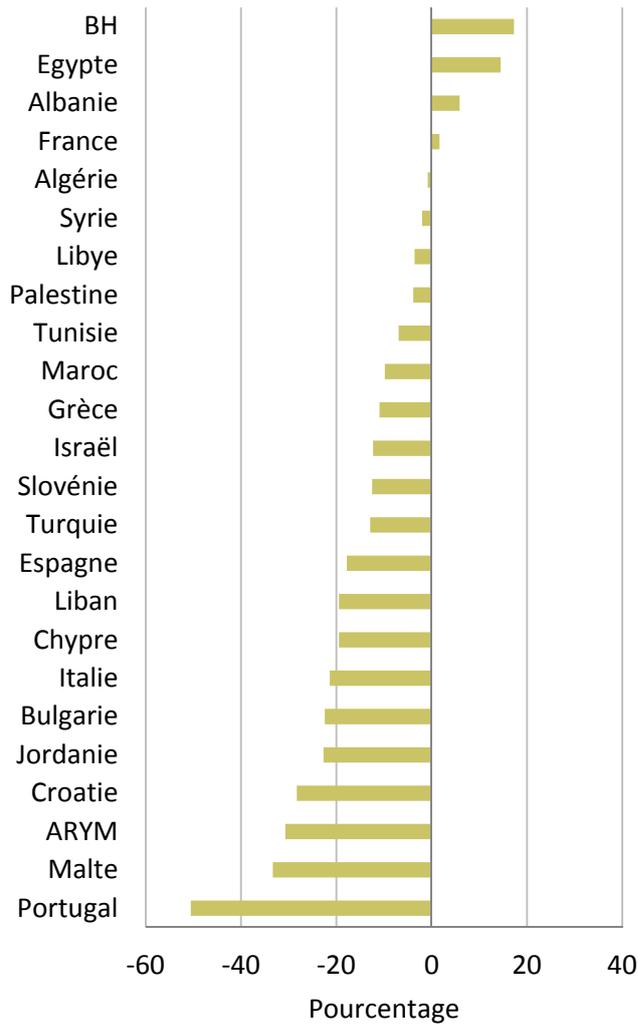
**Figure 1.23.** Emissions de CO<sub>2</sub> (Millions de tonnes) de la région méditerranéenne, 2010.  
 Note : Autres = : Albanie, Andorre, Chypre, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Gibraltar, Malte, Palestine ; ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; Syrie : République arabe syrienne.  
 Source : Observatoire Méditerranéen de l'Energie, 2010

## Un rythme préoccupant de dégradation et d'occupation des sols

L'urbanisation, la croissance démographique, et la surexploitation des ressources, entraînent une dégradation des sols et des pertes de terres arables préoccupantes (Figure 1.24.). La dégradation des terres provoque une diminution de la productivité agricole, et compromet des services éco systémiques essentiels. Elle est un facteur important de pauvreté et de perte de biodiversité.



**Figure 1.24.** Evolution de la surface des terres arables, 1992 – 2009.  
 Source : FAOSTAT, 2012.



**Figure 1.25.** Perte nette de terres arables entre 1992 et 2009 (en pourcentage).  
*Note :* ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; BH = Bosnie- Herzégovine ; Syrie : République arabe syrienne.  
*Source :* FAOSTAT, 2012

Au niveau européen le projet de directive-cadre sur la protection des sols a été proposé en 2007. Elle se base sur le constat que 45 pour cent des sols européens sont dégradés et pauvres en matières organiques, et souligne que ce problème concerne tout particulièrement la région méditerranéenne. Ces dégradations se traduisent par l'érosion, le tassement, la perte de matière organique, la salinisation, les glissements de terrain, la perte de biodiversité du sol, l'acidification, la désertification et les affaissements. Ces problèmes pourraient être aggravés par les effets du changement climatique. De 1992 à 2009, les surfaces de terres arables ont diminués de 7 millions d'hectares dans les PNM (-13 pour cent) et de 4 millions d'hectares dans les PSEM (-9 pour cent). Le détail par pays (Figure 1.25) montre des situations contrastées, avec des pertes supérieures à 25 pour cent pour l'ancienne République yougoslave de Macédoine, la Croatie, Malte et le Portugal, et des gains entre 15 pour cent et 20 pour cent pour l'Égypte et la Bosnie-Herzégovine.

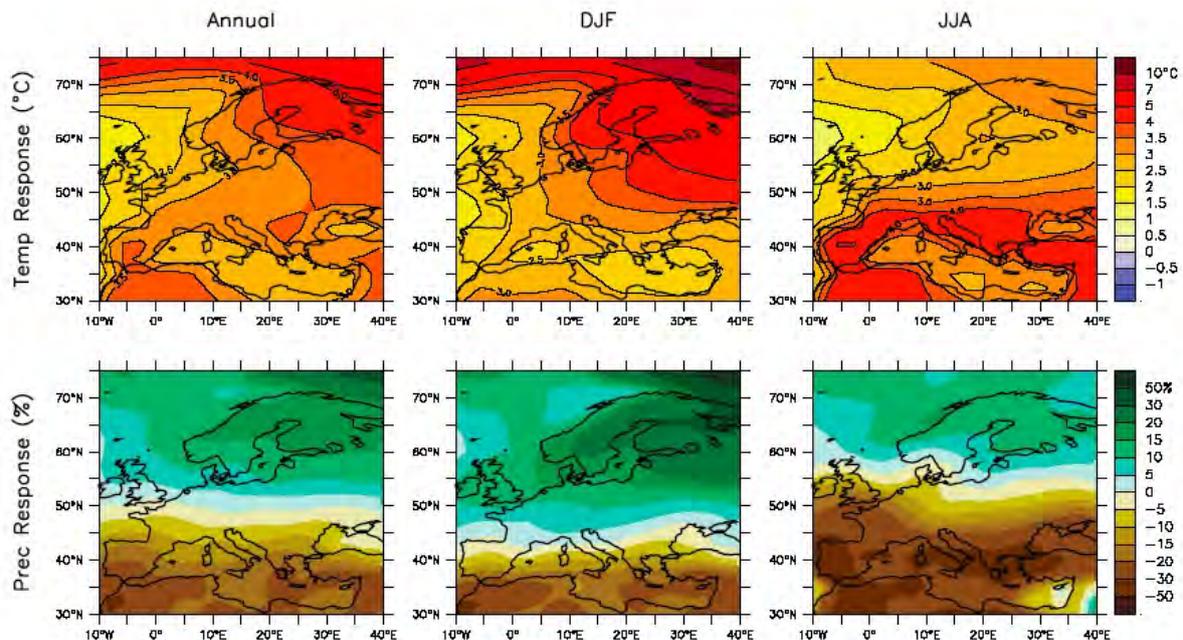
Ces chiffres sont nets, c'est-à dire qu'ils masquent des phénomènes contraires. Par exemple, dans le cas de l'Égypte, le bilan globalement positif recouvre d'un côté les surfaces gagnées sur le désert (*reclaimed land*) et de l'autre les pertes irréversibles de terres dites anciennes, dues à l'urbanisation galopante, à la désertification et à la salinisation, souvent irréversibles. Dans les PSEM, le surpâturage est une cause importante de dégradation des sols, avec des troupeaux trop importants par rapport à la capacité de

charge de leurs parcours, et le recours trop fréquent au feu qui, au lieu de favoriser la pousse de pâture, accélère souvent le processus de désertification.

La plupart des gouvernements nationaux de la région méditerranéenne ont ratifié la Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification (UNCCD, 1994) et se sont engagés à se doter de politiques publiques et de programmes de lutte contre la désertification. Des Plans d'Action Nationaux de Lutte Contre la Désertification ont vu le jour et jouent un rôle important dans la mise en œuvre de programmes d'action et de mesures de suivi aux échelles nationales et locales.

## *Changement climatique : vers une aggravation des problématiques existantes*

**Plus chaud, plus sec.** Les effets du changement climatique sont déjà perceptibles en Méditerranée et viennent renforcer les pressions et les phénomènes de dégradation déjà existants ainsi que la vulnérabilité des écosystèmes et des populations qui en dépendent, entraînant des modifications considérables, parfois irréversibles, de l'environnement. De nombreuses activités économiques essentielles dans la région sont et seront de plus en plus affectées.



**Figure 1.26.** Comparaison des températures et des précipitations actuelles avec celles GIEC pour 2100. Note : « DJF » : décembre, janvier, février ; « JJA » : juin, juillet, août.

Source: GIEC, 2007.

Au cours du 20<sup>ème</sup> siècle et avec une accélération manifeste depuis 1970, le changement climatique global s'est traduit en Méditerranée par un réchauffement moyen de près de 2°C dans le sud-ouest de l'Europe (péninsule ibérique et sud de la France). La seule exception est la Grèce qui, jusqu'au début des années 2000, a vu sa température annuelle moyenne diminuer. Ce réchauffement concerne également le nord de l'Afrique, même s'il est plus difficilement quantifiable en raison d'un manque de données météorologiques historiques.

Concernant les précipitations, toujours au cours du 20<sup>ème</sup> siècle, elles ont diminué de 20 pour cent dans certaines zones des PSEM.

**Table 1.2. Variations des températures et des précipitations (°C) projetées à 2100.**

Saison	Variations des températures (°C)		Variations des précipitations (°C)		Occurrence des extrêmes (%)		
	Min	Max	Min	Max	Chaud	Humide	Sèche
Hiver	+1.7	+4.6	-16	+6	93	3	12
Printemps	+2	+4.5	-24	-2	98	1	31
Été	+2.7	+6.5	-53	-3	100	1	42
Automne	+2.3	+5.2	-29	-2	100	1	21
Annuel	+2.2	+5.1	-27	-4	100	0	46

Source : Source: GIEC, 2007.

Il est prévu que les évolutions climatiques en cours se poursuivent et s'accroissent dans la région méditerranéenne au cours des prochaines décennies, affectant principalement les températures de l'air et de la mer et les régimes de précipitations (Figure 1.26.) ainsi que le niveau de la mer. D'ici la fin du siècle, l'augmentation de la moyenne annuelle des températures, calculée entre les périodes 2080-2099 et 1980-1999, est estimée de 2.2°C à 5.1°C (Tableau 1.2.). La probabilité d'un réchauffement compris entre 3 et 4°C est estimée à 50 pour cent et toucherait davantage la rive Sud. La hausse des températures devrait se traduire par des étés avec de plus en plus de jours très chauds. Ce réchauffement moyen pourrait cependant masquer des baisses de températures locales liées à des modifications de circulation des masses d'air.

### **Des risques au Nord comme au Sud, mais les PSEM particulièrement touchés.**

Le Tableau 1.2. montre les variations de température et des précipitations prévues dans la région méditerranéenne en 2100. Les augmentations de températures les plus importantes de la région seront probablement enregistrées dans le Machrek (Egypte, Liban, Jordanie, Palestine et République arabe syrienne). En ce qui concerne les précipitations, si les deux rives de la Méditerranée seront affectées, l'aggravation attendue de la situation de stress hydrique dans la plupart des PSEM est alarmante. Les modélisations prévoient des sécheresses continentales plus fréquentes et marquées (baisse du nombre de jours de précipitations et augmentation de la durée des épisodes de sécheresse). Le débit des fleuves devrait donc diminuer en moyenne sur l'année malgré une possible redistribution saisonnière (avec plus d'eau en hiver et moins au printemps et en été). Il est également attendu que les événements extrêmes augmentent en fréquence comme en intensité.

Les conséquences pour les activités humaines sont directes. Des étés plus chauds et secs et des événements extrêmes plus marqués augmentent les risques de feux de forêts et

d'inondations et renforcent la pression déjà importante sur les ressources en eau, en particulier pour l'agriculture. Ils pourraient également rendre la région moins attractive pour le tourisme, et ils sont susceptibles d'accroître les risques sanitaires liés aux températures élevées et à l'expansion d'habitats d'insectes vecteurs de maladies tropicales.

**Impacts sur les ressources en eau.** Le bassin méditerranéen est actuellement en situation de stress hydrique important. Les bassins versants du sud de l'Espagne, de Libye, de Tunisie et du sud-est de la méditerranée (Israël, Liban, Palestine et République arabe syrienne) sont les régions les plus vulnérables, à cause de ressources en eau limitées et d'une demande élevée (Milano *et al.*, 2012). De plus, ces régions font déjà appel aux ressources en eau non-conventionnelles (dessalement et réutilisation des eaux usées) et aux ressources non renouvelables (pompage dans les aquifères fossiles) pour compléter les prélèvements des eaux de surface (Qadir *et al.*, 2007). Les bassins versants du nord de l'Italie, de l'ouest de la Grèce et de l'Ebre en Espagne sont en situation de stress hydrique modéré tandis que les zones méditerranéennes de la France et de la région des Balkans sont toujours en situation de confort.

La Figure 1.27. montre, à l'horizon 2050, que les changements climatiques devraient induire une réduction significative des ressources en eau du bassin méditerranéen (30 pour cent–50 pour cent), en particulier dans les régions arides à semi-aride où elles pourraient diminuer de plus de moitié (Milano *et al.*, 2012). L'amélioration de l'efficacité des réseaux de transport et de distribution d'eau, de l'efficience d'utilisation, ainsi que la maîtrise de la consommation par les agricultures irriguées seraient un moyen efficace de limiter les prélèvements d'eau totaux dans la plupart des bassins de la rive nord, du Maroc et de la Turquie. Dans les autres PSEM en revanche, les prélèvements devraient encore doubler notamment du fait de la forte croissance démographique. Au nord, seuls l'Ebre (nord de l'Espagne), l'Albanie et l'ouest de la Grèce devraient subir une dégradation du stress hydrique de modéré à sévère suite à la diminution des ressources en eau et à la hausse des prélèvements en eau agricole, à cause de conditions climatiques plus chaudes et plus sèches. L'ensemble des PSEM devrait également subir un stress hydrique sévère. Malgré la faible augmentation des prélèvements en eau projetée au Maroc et en Turquie grâce à l'amélioration des systèmes d'adduction d'eau et des économies d'usages, ces bassins devraient également être en situation de stress hydrique sévère du fait de la diminution des ressources en eau.

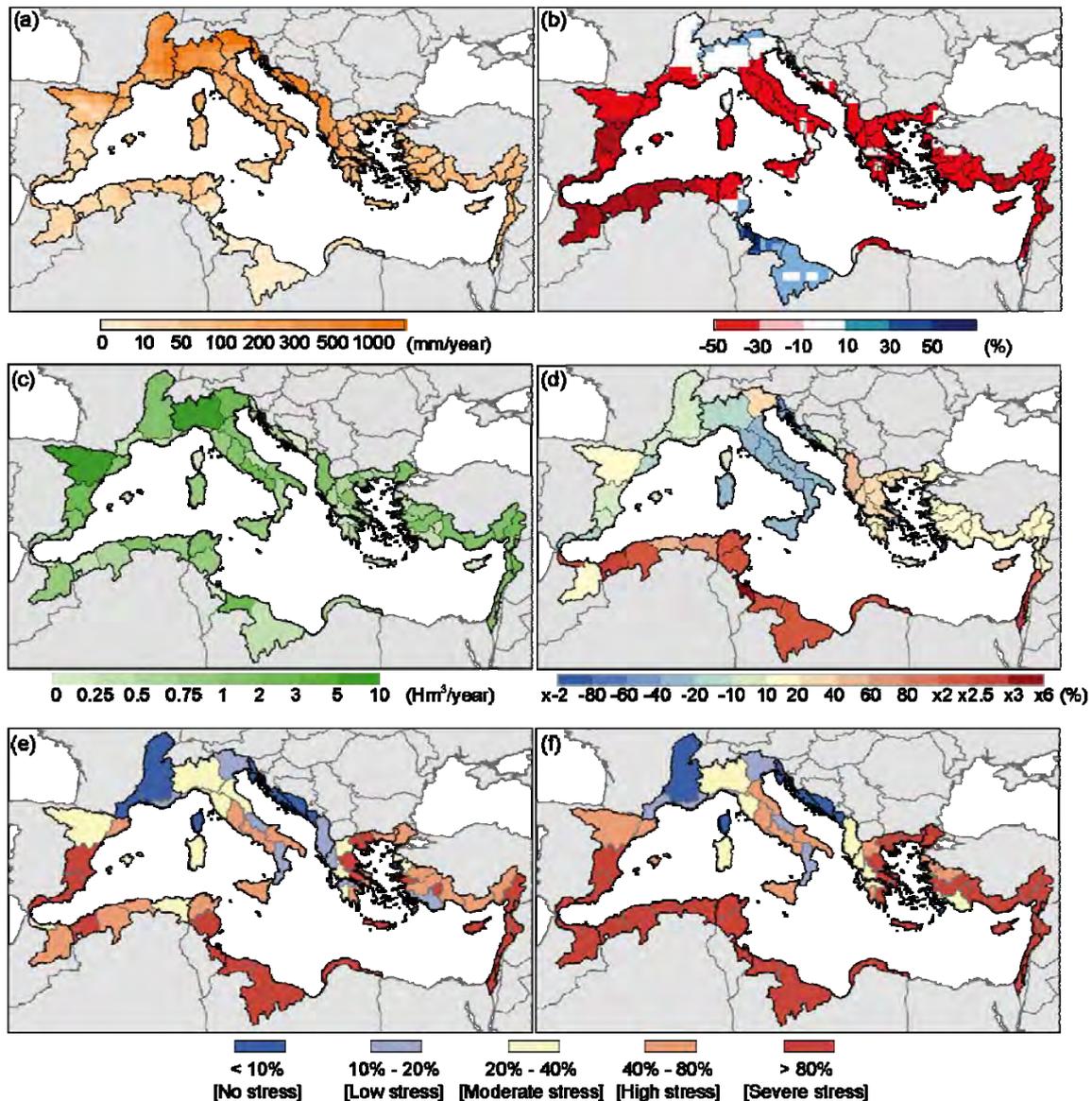
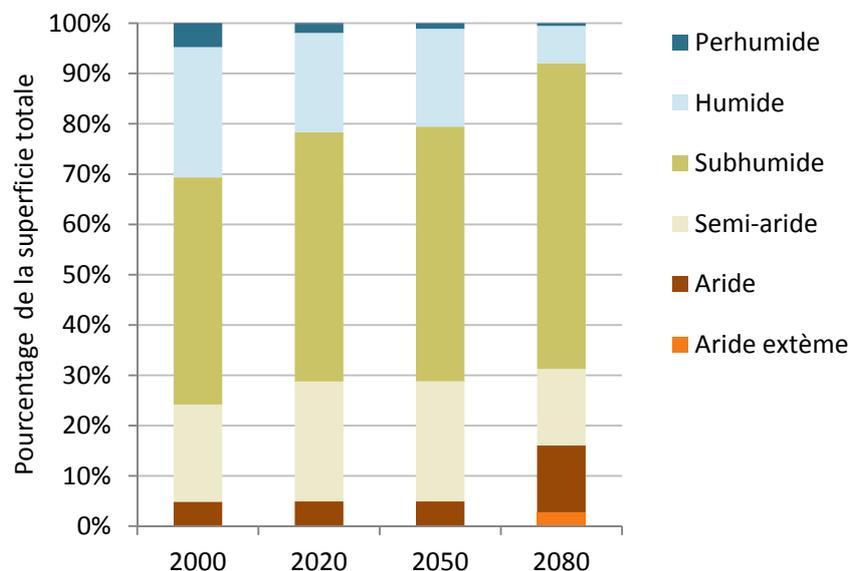


Figure 1.27. Evolution du stress hydrique en Méditerranée dans un contexte de changements globaux : (a) lame d'eau disponible sur la période 1971–1990 et (b) son évolution à l'horizon 2050 - (c) état des prélèvements en eau sur la période récente 2001–2009 et (d) son évolution à l'horizon 2050 - (e) situation actuelle du stress hydrique, et (f) son évolution à l'horizon 2050 sous l'effet des changements climatiques et anthropiques. (D'après Milano *et al.*, 2012). En légende : < 10 pour cent aucun stress, 10 pour cent-20 pour cent faible stress, 20 pour cent-40 pour cent stress modéré, 40 pour cent-80 pour cent stress élevé, >80 pour cent stress sévère.

Source : Milano *et al.* 2012

Ainsi, alors que la situation globale dans les PNM pourrait être relativement stable, le risque est tout autre dans les PSEM. Dans ces pays où sont projetés les plus forts taux de croissance démographique et les plus importantes expansions des surfaces irriguées, les améliorations essentielles des réseaux de distribution et des pratiques d'utilisation ne seraient à elles seules pas suffisantes pour réduire les tensions sur les ressources en eau. A moyen terme, sous les effets combinés d'une disponibilité moindre des ressources et de prélèvements accrus, l'état du stress hydrique devrait donc s'amplifier. Les disparités entre les PNM et les PSEM devraient également encore s'accroître d'ici 2050.

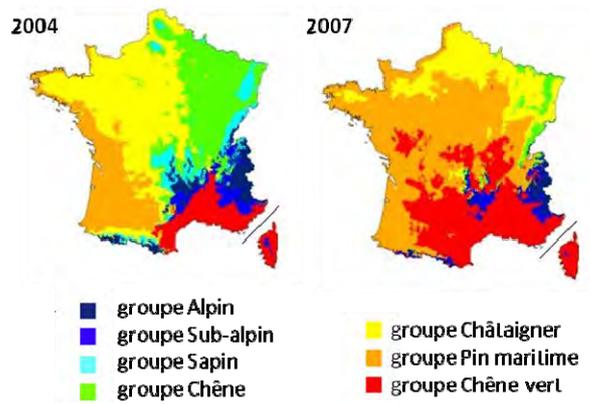
**Impacts sur les écosystèmes et la biodiversité.** Les effets du changement climatique affectent les écosystèmes de multiples façons, depuis la modification de leurs aires de répartition, l'évolution du comportement des espèces et de leurs interactions, jusqu'à la multiplication de divers facteurs de risque, notamment de feux de forêts, mais aussi de maladies et d'invasion d'espèces.



**Figure 1.28.** Superficie des étages bioclimatiques au Liban (pour cent de la superficie totale)  
Source: Samir Safi, Université du Liban, Beyrouth, 2004.

L'augmentation de la température provoque des déplacements de végétation en latitude et en altitude. Ainsi, on estime qu'un réchauffement d'1°C entraîne une migration de certaines espèces de l'ordre de 180 km vers le Nord ou de 150 m en altitude (Plan Bleu, 2009), ainsi qu'une modification des aires de distribution des agents pathogènes et de leurs vecteurs. Combiné à des périodes de sécheresse plus sévères, ce réchauffement favorise les feux de forêts, dont la fréquence accrue peut compromettre la régénération de la végétation et conduire à une désertification accélérée. Les évolutions des aires potentielles de répartition des espèces et les risques concomitants peuvent menacer de disparition à la fois des espèces et des écosystèmes entiers. On peut ainsi prévoir localement l'évolution de certains milieux. Concernant la répartition altitudinale, Safi (2004, Figure 1.28.) montre que sur les étages bioclimatiques au Liban à l'horizon 2080, on voit progresser les zones arides et disparaître progressivement les écosystèmes plus froids et humides.

Du point de vue latitudinal, les prévisions réalisées dans le cadre du projet CARBOFOR (Badeau *et al.*, 2005, Figure 1.29.) montrent à l'horizon 2100 en France des déplacements et des disparitions des aires de répartition favorables aux espèces forestières montagnardes et septentrionales au profit d'une expansion des aires de répartition favorables aux espèces adaptées à des conditions plus chaudes et sèches.



**Figure 1.29.** Glissement des aires de répartition des espèces forestières en France entre 2004 et 2100.

*Source:* Loustau, 2004.

Au sein d'une population, les effets du changement climatique sur les paramètres thermiques et pluviométriques saisonniers provoquent également des modifications phénologiques. L'adaptation des comportements de certaines espèces à des phénomènes temporellement simultanés, favorables à leur pousse, leur régénération ou leur reproduction, et en particulier les interactions entre espèces comme les périodes concomitantes de floraison des plantes et de présence de pollinisateurs, peut alors être obsolète. Le métabolisme des espèces peut aussi être affecté. Le stockage de carbone par la végétation, qui s'opère principalement durant les périodes où les précipitations et les réserves en eau dans le sol sont suffisantes, pourrait ainsi diminuer voir s'inverser dans certaines situations extrêmes déjà observées en Méditerranée.

Les capacités et les rythmes d'adaptation et de déplacement sont propres à chaque espèce et sont également limités par les facteurs pédoclimatiques, la fragmentation des habitats et la disponibilité d'espaces à coloniser. Le rythme des extinctions d'espèces pourrait donc s'accélérer et les espèces endémiques devraient être tout particulièrement touchées.

# 2



## **Etat des ressources forestières dans la région méditerranéenne**

## 2.1. Situation des ressources forestières dans la région Méditerranéen

Les forêts ont toujours jouées un rôle important dans le développement des populations méditerranéennes. Depuis toujours les forêts méditerranéennes ont été exploitées pour leurs différents usages et appréciées pour les multiples biens et services qu'elles procurent à ces populations. Cependant, la surexploitation se traduit par des impacts négatifs sur l'environnement et est responsable aujourd'hui de dégradations des forêts dans de nombreux espaces méditerranéens.

Des situations différentes caractérisent la région méditerranéenne: au Nord, les écosystèmes forestiers sont souvent inexploités, alors qu'au Sud et à l'Est, les pressions anthropiques contribuent à la dégradation des espaces boisés. Ces situations contrastées accroissent les menaces sur les bénéfices que les forêts procurent aux populations et elles requièrent de nouvelles stratégies pour gérer durablement ces écosystèmes fragiles.

Plusieurs définitions ont été données à la région méditerranéenne sur la base de différents critères. Ce rapport considère l'espace méditerranéen comme étant constitué des pays du pourtour de la Méditerranée selon la définition des aires bioclimatique et biogéographique. Des hivers doux ainsi que des étés chauds et secs caractérisent le climat de la région avec des précipitations concentrées principalement durant l'automne, l'hiver et le début du printemps. Cependant le total des précipitations varie fortement d'une année sur l'autre et des événements pluvieux très violents ou des périodes de vents secs peuvent se produire. Les températures hivernales peuvent occasionnellement descendre sous les zéro degré au niveau de la mer alors qu'en altitude (e.g. Alpes, Pyrénées et certaines zones montagneuses d'Afrique du Nord) la neige et des températures beaucoup plus basses sont fréquentes.

Les forêts méditerranéennes et autres espaces boisés (*macchia*, *maquis* ou *dehesas*) sont des écosystèmes communs à basse altitude dans les étages bioclimatiques thermo-méditerranéenne et méso-méditerranéenne. Aux plus hautes altitudes, des types de forêts complètement différents colonisent les étages supra-méditerranéen, montagnard-méditerranéenne et oro-méditerranéenne (Quézel, 1985). En fait, lorsque l'altitude augmente, les forêts sont constituées non seulement d'espèces endémiques méditerranéennes mais également d'espèces originaires d'autres régions du continent européen (*Fagus sylvatica* et *Castanea sativa* avec e.g. *Pinus laricio*, *Pinus leucodermis*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba* et *Cedrus* sp.) (Scarascia-Mugnozza et al., 2000).

Les typiques forêts méditerranéennes sont formées par espèces feuillues (principalement chênes), soit à feuilles persistantes que à feuilles caduques, comme *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. coccifera*, *Q. pubescens*, *Q. cerris*, *Q. pyrenaica*, *Q. toza*, *Q. calliprinos*, *Q. ithaburensis* and others, et conifères comme *Pinus halepensis*, *P. brutia*, *P. pinea*, *P. pinaster* and *Juniperus* species. La dégradation de ces forêts a produit une végétation à basse densité connue le maquis et la garrigue. Là où il n'ya pas de stress hydrique, les forêts de *Q. robur*, *Q. petraea*, *Fraxinus* sp., *Populus alba* et *P. nigra* peuvent prospérer.

Les pays du pourtour de la Méditerranée présentent également des espaces qui ne sont pas caractérisés par un climat méditerranéen: par exemple des pays du Nord de la

Méditerranée comme l'Espagne la France, l'Italie et la Turquie ont d'importantes surfaces tempérées tandis que de nombreux pays du Sud de la Méditerranée ont de vastes zones désertiques. Ce rapport considère toutes les surfaces forestières des pays du pourtour de la Méditerranée et se concentre, aussi souvent que possible, sur les forêts strictement méditerranéennes.

## Extension des ressources forestières

### Surface forestière

**En 2010, la surface forestière des pays méditerranéens s'élevait à 85 millions d'hectares, représentant environ deux pour cent de la surface forestière mondiale** (4 033 millions d'hectares, FAO, 2010b). Les surfaces forestières sont inégalement distribuées autour du bassin méditerranéen avec des différences significatives entre les pays (Figure 2.1): plus de 50 pour cent sont concentrées en Espagne, France et Turquie (Tableau 2.1). Les autres terres boisées (ATB) représentent seulement 4 pour cent de la surface totale des terres dans les pays du pourtour de la Méditerranée. Comme les conditions climatiques et édaphiques du Sud de la Méditerranée favorisent la végétation buissonnante, les autres terres boisées représentent respectivement 20 pour cent, 19 pour cent et 13 pour cent de la surface totale en Grèce, en Espagne et en Turquie (Tableau 2.1).

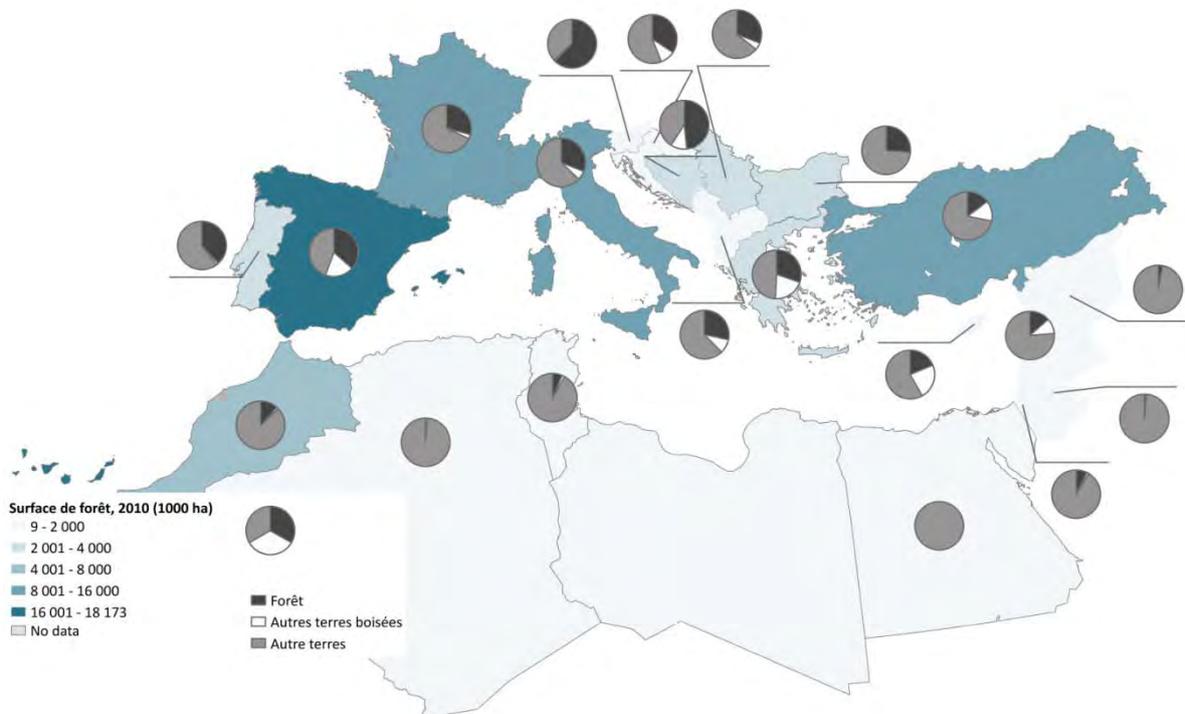


Figure 2.1 : Surface des forêts dans les pays du pourtour de la Méditerranée en 2010

Source: FAO, 2010b.

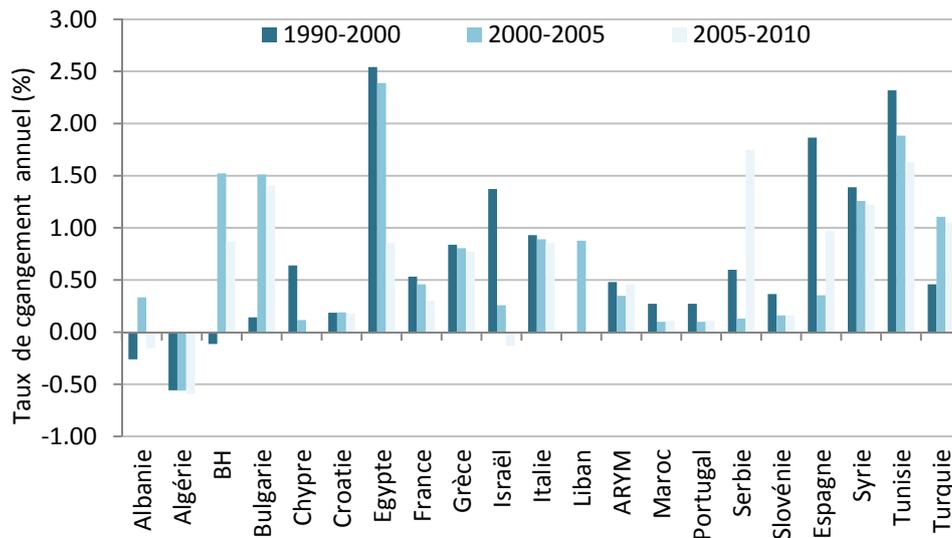
**Tableau 2.1** : Surfaces forestières dans les pays du pourtour de la Méditerranée

Pays	Surface totale (1000 ha)	Forêts		Autres terres boisées		Autres terres		% de la surface totale de forêts dans les pays méditerranéens
		1 000 ha	% de la surface totale	1 000 ha	% de la surface totale	1 000 ha	% de la surface totale	
Espagne	49 919	18 173	36	9 574	19	37 438	68	21
France	55 010	15 954	29	1 618	3	55 261	72	19
Turquie	76 963	11 334	15	10 368	13	18 495	63	13
Italie	29 411	9 149	31	1 767	6	38 868	87	11
Maroc	44 630	5 131	11	631	1	6 937	64	6
Bulgarie	10 864	3 927	36	0	0	6 351	49	4.6
Grèce	12 890	3 903	30	2 636	20	5 457	60	4.6
Portugal	9 068	3 456	38	155	2	5 623	64	4.0
Serbie	8 746	2 713	31	410	5	2 099	41	3.2
Bosnie-Herzégovine	5 120	2 472	48	549	11	3 118	56	2.9
Croatie	5 592	1 920	34	554	10	233 997	98	2.2
Algérie	238 174	1 492	1	2 685	1	740	37	1.7
Slovénie	2 014	1 253	62	21	1	14 230	92	1.5
Tunisie	15 536	1 006	6	300	2	1 402	55	1.2
ARYM	2 543	998	39	143	6	1 709	62	1.2
Albanie	2 740	776	28	255	9	17 852	97	0.9
Syrie	18 378	491	3	35	0.002	638	46	0.6
Monténégro	1 382	467	34	277	20	175 407	100	0.5
Libye	175 954	217	0.001	330	0.002	537	58	0.3
Chypre	924	173	19	214	23	1 977	91	0.2
Israël	2 164	154	7	33	2	780	76	0.2
Liban	1 023	137	13	106	10	8 675	98	0.2
Jordanie	8 824	98	1	51	1	99 455	100	0.1
Egypte	99 545	70	0.000 7	20	0.0002	29	64	0.1
Autres	686	25	4	0	0	632	92	0.1

*Note* : Autres pays = Andorre, Gibraltar, Le Vatican, Malte, Monaco, La Palestine et Saint-Marin.  
 ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; Syrie = République arabe syrienne.

*Source* : FAO, 2010b

**Au cours des vingt dernières années, les surfaces forestières dans les pays du pourtour de la Méditerranée ont augmenté de près de 12 millions d'hectares.** En moyenne elles se sont accrues de 0.68 pour cent par an. A l'exception de l'Albanie, de l'Algérie, de la Bosnie-Herzégovine et d'Israël qui présentent des épisodes de diminutions du couvert forestier (FAO, 2010b) les pays du pourtour de la Méditerranée ont continuellement accru leurs surfaces forestières (Figure 2.2). Ces changements sont principalement liés à l'accroissement naturel des forêts, aux boisements et aux reboisements.



**Figure 2.2.** Tendances de l'évolution des surfaces forestières dans les pays Méditerranéens entre 1990 et 2010.

Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; BH = Bosnie-Herzégovine ; Syrie = République arabe syrienne.

Source : FAO, 2010b.

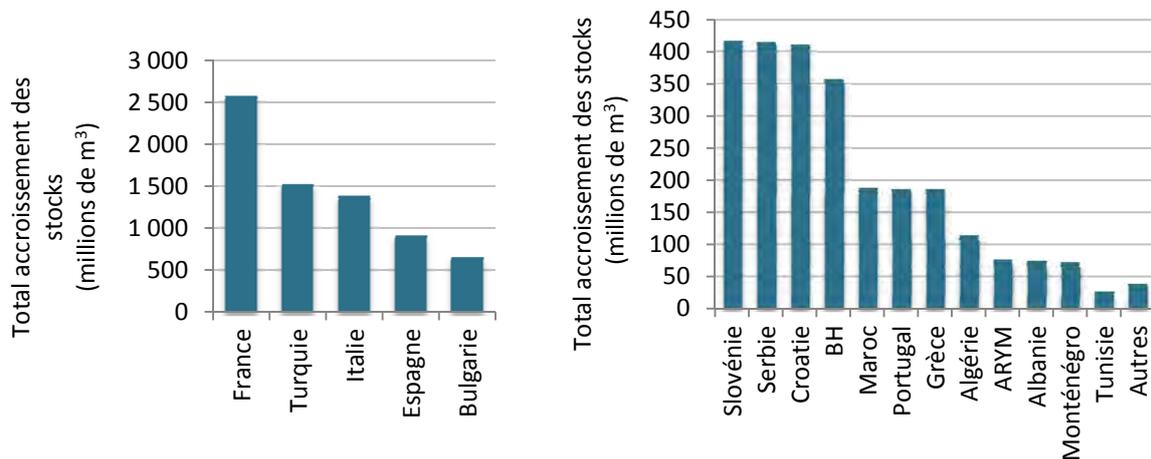
## Accroissement des stocks

Une information essentielle pour suivre la gestion des forêts est donnée par l'accroissement des stocks (*i.e.* le volume du tronc des arbres vivants), un indicateur de base dans les inventaires forestiers nationaux. Cet indicateur constitue une donnée de base pour l'estimation de la biomasse et des stocks de carbone pour la plupart des pays.

**L'accroissement total des stocks dans les forêts des pays du pourtour de la Méditerranée s'est accru de 9 623 millions de m<sup>3</sup> avec 4 062 millions de m<sup>3</sup> provenant des conifères (41 pour cent) et 5 550 millions m<sup>3</sup> provenant des espèces feuillues (58 pour cent).**

La Bulgarie, la France, l'Italie, l'Espagne et la Turquie fournissent le volume le plus important de cet accroissement des stocks (plus de 500 millions de m<sup>3</sup> par pays) (Figure 2.3). Cependant d'énormes différences entre les pays apparaissent lorsque l'on considère l'accroissement des stocks par hectare : la Croatie et la Slovénie rapportent un accroissement des stocks supérieur à 200 m<sup>3</sup>/ha (Tableau 2.2), qui s'explique probablement par des conditions favorables pour la croissance des arbres.

Les plus faibles valeurs d'accroissement des stocks sont rapportées par Israël, la Jordanie, la Lybie, le Liban, le Maroc et la Tunisie où la rareté de l'eau, les sols pauvres et les conditions climatiques limitent la croissance des arbres. Plus précisément, les pays méditerranéens Hors Annexe I de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (Algérie, Egypte, Israël, Jordanie, Liban, Lybie, Maroc, Palestine, République arabe syrienne et Tunisie) représentaient seulement 4 pour cent du total de l'accroissement des stocks des pays du pourtour de la Méditerranée en 2010 (Figure 2.4).



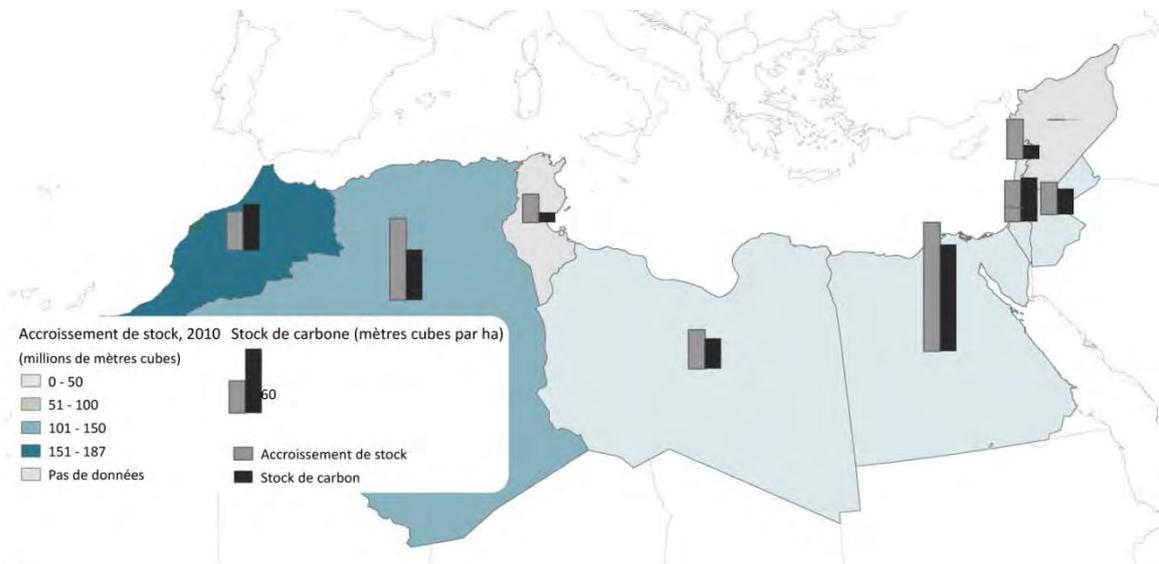
**Figure 2.3.** Croissance des stocks des forêts dans les pays du pourtour de la Méditerranée en 2010. A droite : pays méditerranéens avec un accroissement des stocks supérieur à 500 millions de m<sup>3</sup>. A gauche: pays méditerranéens avec un accroissement des stocks inférieur à 500 million de m<sup>3</sup>.  
*Note :* Autres = Chypre, Egypte, Gibraltar, Israël, Jordanie, Le Vatican, Liban, Lybie, Malte, Monaco, Palestine, Saint-Marin, République arabe syrienne. ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine.

**Tableau 2.2.** Accroissement des stocks par hectare des forêts de plusieurs pays de la Méditerranée en 2010

Pays	Accroissement des stocks par hectare (m <sup>3</sup> )
Slovénie	332
Croatia	213
Bosnie-Herzégovine	164
Bulgarie	167
France	162
Serbie	153
Italie	151
Turquie	135
Monténégro	133
Egypte	120
Albanie	97
ARYM	77
Algérie	76
Portugal	54
Chypre	51
Espagne	50
Grèce	47
Israël	38
Liban	37
Libye	36
Maroc	36
Jordanie	30
Tunisie	26

Source : FAO, 2010b.

Peu d'informations sont disponibles sur l'accroissement des stocks dans les autres terres boisées pour les pays du pourtour de la Méditerranée. Les valeurs les plus fortes pour l'accroissement des stocks des autres terres boisées ont été fournies par la Turquie, l'Italie et l'Algérie.



**Figure 2.4.** Accroissement des stocks (millions de mètres cubes) et stocks de carbone (mètres cubes par hectare) rapporté par les pays méditerranéens Hors Annexe 1 de la CCNUCC. Source : FAO, 2010b.

## Biomasse

Une donnée importante pour mesurer la productivité des écosystèmes forestiers est la biomasse (*i.e.* le poids sec des organismes vivants ; FAO, 2010b). Cet indicateur est utilisé pour quantifier le rôle des forêts dans le cycle du carbone et pour mesurer le potentiel de production énergétique de la biomasse forestière. Le Tableau 2.3 montre que, en 2010, la biomasse totale dans les pays de la région méditerranéenne représente plus de 10 milliards de tonnes. Malgré le manque d'information au sujet des autres terres boisées, les données disponibles révèlent également que 95 pour cent de la biomasse totale est stockée dans les forêts alors que seulement 5 pour cent est stockée dans les autres terres boisées.

Au cours de la période 1990-2010, le stock total de biomasse dans les forêts des pays du pourtour de la Méditerranée a augmenté d'environ 2 milliards de tonnes, principalement du fait de l'augmentation globale des surfaces forestières dans ces mêmes pays du pourtour de la Méditerranéen.

L'augmentation de la biomasse ligneuse n'est pas toujours le résultat de bonnes pratiques de gestion des forêts. Des valeurs élevées de la biomasse forestière peuvent être la conséquence de l'abandon de l'espace rural et d'une absence de gestion des forêts, spécialement dans les pays du Nord de la Méditerranée, et peuvent conduire à une augmentation des risques de feux de forêts. Dans la région méditerranéenne, les feux de forêts causent de sévères dommages et la réduction de la quantité de biomasse au cours de l'hiver peut être un traitement approprié pour diminuer ces risques de feux de forêts lors des périodes estivales.

**Tableau 2.3.** Stocks de biomasse les plus représentatifs dans les pays du pourtour de la Méditerranée en 2010

Pays	Forêts, 2010			Autres Terres Boisées, 2010			Biomasse totale dans les Forêts				Biomasse totale dans les ATB			
	Hors biomasse des sols Millions de tonnes	Biomasse des sols	Bois mort	Hors biomasse des sols	Biomasse des sols	Bois mort	1990	2000	2005	2010	1990	2000	2005	2010
Albanie	74.1	23.6	..	7.8	22	..	98.4	98.6	96.6	97.7	28.8	33.4	23.4	29.8
Algérie	120	29	..	7.2	3.4	..	166	158	154	149	8.1	9.4	10	10.6
Bosnie-Herzégovine	190.2	45.6	..	..	..	..	191.7	235.8	235.8	235.8	0	0	0	0
Bulgarie	337	93	..	..	..	..	269	343	387	430	0	0	0	0
Croatie	412.6	125.8	..	28.4	14.9	..	403.6	471.1	504.8	538.4	21.7	32.6	38	43.3
Chypre	4.6	1.5	..	..	..	..	5.1	5.4	5.8	6.1	0	0	0	0
Egypte	11.8	3.1	2.1	0.3	0.1	0.1	10.6	14.2	16.2	17	0.5	0.5	0.5	0.5
France	1 979	564	..	..	..	..	2032	2207	2454	2543	0	0	0	0
Grèce	132	37	..	..	..	..	143	156	162	169	0	0	0	0
Israël	7.5	1.8	0.1	..	..	..	9.6	9.2	9.3	9.4	0	0	0	0
Italie	952.2	234.8	36.8	48.4	11.4	..	823.4	1 023.7	1 123.7	1 223.8	51.8	55.8	57.8	59.8
Jordanie	3.5	1.5	0.7	..	..	..	5.7	5.7	5.7	5.7	0	0	0	0
Liban	2.9	0.8	0	0.3	0.1	0	0	0	3.6	3.7	0	0	0.4	0.4
Libye	10.7	2.2	1.8	2.7	0.9	0.7	14.7	14.7	14.7	14.7	4.3	4.3	4.3	4.3
Malte	0.1	0	..	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0
Monténégro	49.3	17.3	10.5	..	..	..	77.1	77.1	77.1	77.1	0	0	0	0
Maroc	363	111	..	0.3	0.1	..	404	451	477	474	0.1	0.3	0.4	0.4
Portugal	154	63.7	..	..	..	..	0	0	216.3	217.7	0	0	0	0
Saint-Marin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Slovénie	277.9	78.8	11.6	0.8	0.2	0	239.1	290.2	328.6	368.3	2.3	2	1.5	1
Espagne	669.8	227.7	..	..	..	..	615.2	842.8	850.1	897.5	0	0	0	0
ARYM	102	26.5	0.9	..	..	..	127.8	132.3	128.7	129.4	0	0	0	0
Tunisie	14	4.9	..	0.5	0.2	..	12.4	16.1	17.5	18.9	1.2	1.1	0.9	0.7
Turquie	1 301.7	350	13	272.7	114.6	2.7	1 390	1 503.6	1 584.1	1 664.7	0	0	382.5	390

Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; Syrie = République arabe syrienne. Source : FAO, 2010b.

## Stock de carbone

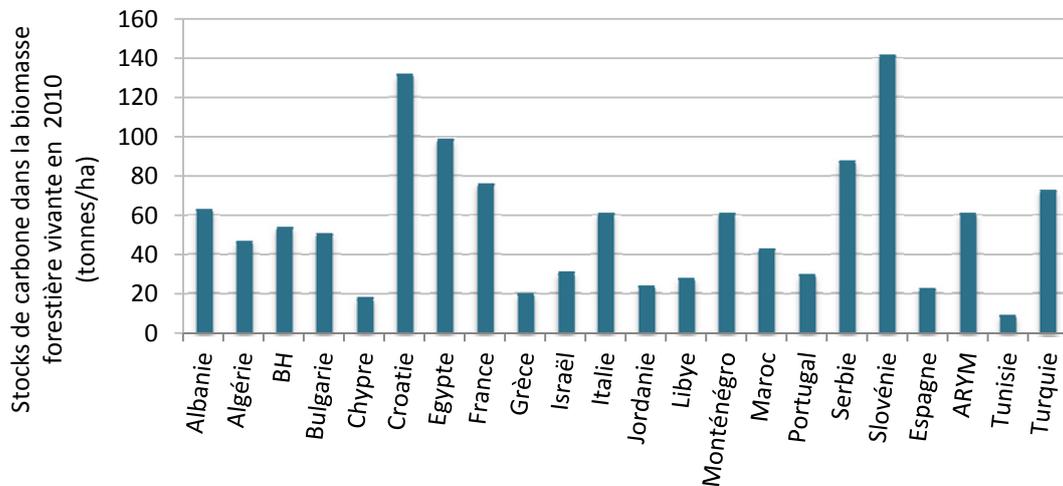


Figure 2.5. Stock de carbone dans la biomasse forestière vivante des pays de la région méditerranéenne en 2010

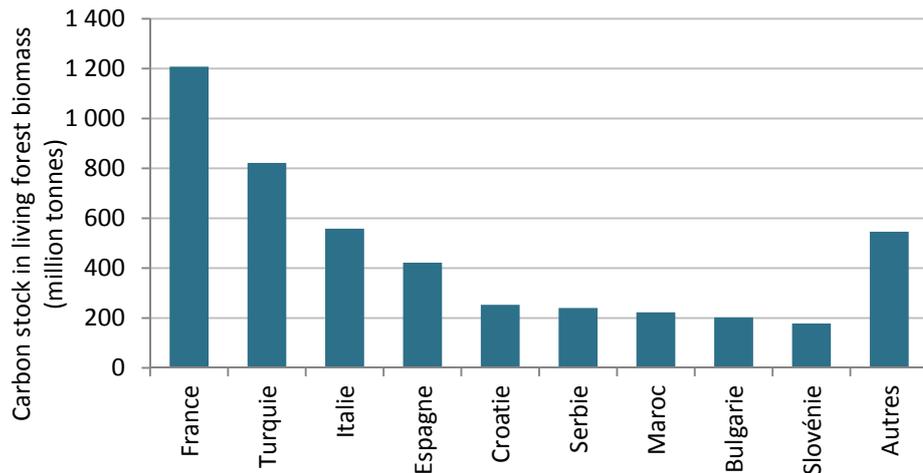
Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; BH = Bosnie-Herzégovine ; Syrie = République arabe syrienne.

Source : FAO, 2010b

Les arbres séquestrent du carbone au cours de leur croissance. Les forêts contiennent également un stock important de carbone dans la matière organique morte ainsi que dans les sols. La valeur totale du carbone stocké dans les écosystèmes forestiers peut augmenter ou diminuer en fonction des pratiques de gestion ainsi que des conditions climatiques.

Pouvant être successivement une source ou un puits de carbone, les forêts influencent le climat et l'ampleur des changements climatiques (*e.g.* en compensant les émissions de gaz à effet de serre).

**En 2010, les forêts des pays du pourtour de la Méditerranée représentaient un stock total d'environ 5 milliards de tonnes de carbone soit 1.6 pour cent du stock total de carbone forestier au niveau mondial (289 milliards de tonnes, FAO, 2010b).** La France, la Turquie, l'Italie et l'Espagne représentent 65 pour cent de ce stock total du carbone disponible dans les forêts des pays du pourtour de la Méditerranée en 2010 (Figures 2.5 et 2.6). Au cours des vingt dernières années, ce stock de carbone dans les forêts des pays du pourtour de la Méditerranée a augmenté d'environ 1.2 milliards de tonnes avec un taux d'accroissement annuel équivalent à 1.3 pour cent. De façon contrastée par rapport à la diminution globale du stock de carbone forestier observée au niveau mondial, les forêts des pays du pourtour de la Méditerranée présentent donc un stock de carbone plus élevé en 2010 qu'en 1990.



**Figure 2.6.** Pays méditerranéens avec le plus haut stock de carbone en 2010.

Note : Autres = Albanie, Algérie, Bosnie-Herzégovine, Portugal, Grèce, ancienne République yougoslave de Macédoine, Monténégro, Tunisie, Egypte, Lybie, Israël, Chypre, Jordanie et Liban.  
Source : FAO, 2010b.

## Biodiversité des forêts dans les pays de la région méditerranéenne

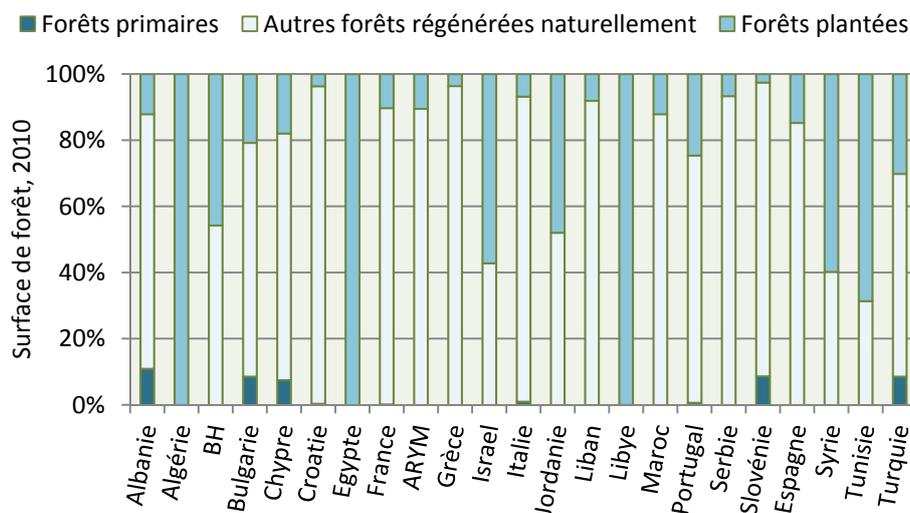
La biodiversité des forêts est "la variabilité entre les organismes forestiers vivants et les processus écologiques auxquels ils contribuent au sein des écosystèmes ; cette biodiversité doit être comprise comme la diversité entre les espèces, les écosystèmes et les territoires mais également comme la diversité au sein même des espèces" (CBD, 2001). Suivre la diversité biologique implique de faire des améliorations significatives en terme de gestion durable des forêts (GDF). Les changements observés dans cette diversité biologique des forêts méditerranéennes, liés aux pratiques sylvicoles, permettent d'estimer l'efficacité de ces pratiques.

### *Surface de forêts primaires et plantée*

Sur la base des définitions du suivi des ressources forestières mondiales en 2010 (FAO, 2010b), les forêts primaires sont des forêts composées d'espèces natives dans lesquelles il n'y a pas d'indication clairement visible d'activité humaine et, également, où les processus écologiques n'ont pas été significativement perturbés. Les forêts primaires présentent souvent un haut niveau de biodiversité et certaines d'entre elles se situent dans la région méditerranéenne.

Dans l'ensemble des pays du pourtour de la Méditerranée les forêts primaires ne représentent que 1.67 millions hectares. De fortes différences entre les pays sont montrées par la Figure 2.7. Les forêts primaires rapportées par la Turquie constituent 58 pour cent du total des surfaces de forêts primaires des pays du pourtour de la Méditerranée. En ajoutant les surfaces rapportées en Bulgarie, cette valeur atteint 78 pour cent (Figure 2.8).

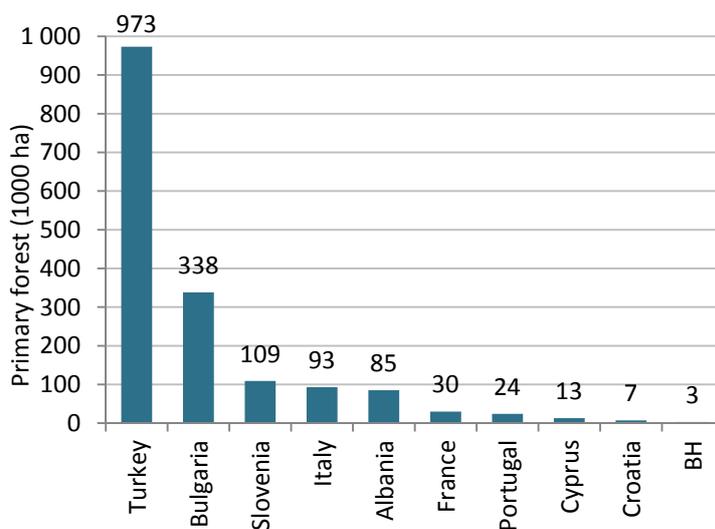
Au cours des vingt dernières années les surfaces de forêts primaires rapportées par les pays du pourtour de la Méditerranée ont augmenté au total de 485 000 hectares.



**Figure 2.7.** Surfaces des forêts primaires, des forêts plantées et des autres forêts régénérées naturellement dans les pays de la région méditerranéenne en 2010.

Note : ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; BH = Bosnie-Herzégovine ; Syrie = République arabe syrienne.

Source : FAO, 2010b.



**Figure 2.8.** Pays méditerranéens avec les plus grandes surfaces de forêts primaires en 2010.

Note : BH = Bosnie-Herzégovine. Les autres pays méditerranéens n'ont pas de forêts primaires ou les données ne sont pas disponibles.

Source : FAO, 2010b

Les forêts plantées dans les pays de la région méditerranéenne représentent plus de 14 millions d'hectares (Tableau 2.4). Près de 60 pour cent sont situés en Turquie, en Espagne et en France. Au niveau national, les forêts plantées représentent la totalité de la surface en Egypte, en Libye et à Malte et plus de 50 pour cent de la superficie totale en Israël, en République arabe syrienne et en Tunisie (Figure 2.7).

Au cours des vingt dernières années la surface de forêts plantées a augmenté de 4.05 millions d'hectares dans les pays du pourtour de la Méditerranée. Le Portugal, la Turquie et l'Espagne sont les principaux pays responsables de cette augmentation pour la période 1990 -2010 (FAO, 2010b).

**Tableau 2.4.** Tendances relatives aux surfaces de forêts plantées dans les pays du pourtour de la Méditerranée, 1990-2010.

Pays	Surface de forêts plantées (1 000 ha)			
	1990	2000	2005	2010
Albanie	103	96	98	94
Algérie	333	345	370	404
Bosnie-Herzégovine	1 047	999	999	999
Bulgarie	1 032	933	874	815
Croatie	92	81	76	70
Chypre	24	28	29	31
Egypte	44	59	67	70
France	1 539	1 593	1 608	1 633
Grèce	118	129	134	140
Israël	66	88	88	88
Italie	547	584	602	621
Jordanie	..	..	47	47
Liban	..	..	10	11
Libye	217	217	217	217
Maroc	478	523	561	621
Portugal	..	776	812	849
Serbie	39	39	39	180
Slovénie	34	36	37	32
Espagne	2 038	2 505	2 550	2 680
République arabe syrienne	175	234	264	294
Ancienne République yougoslave de Macédoine	105	105	105	105
Tunisie	293	519	606	690
Turquie	1 778	2 344	2 620	3 418

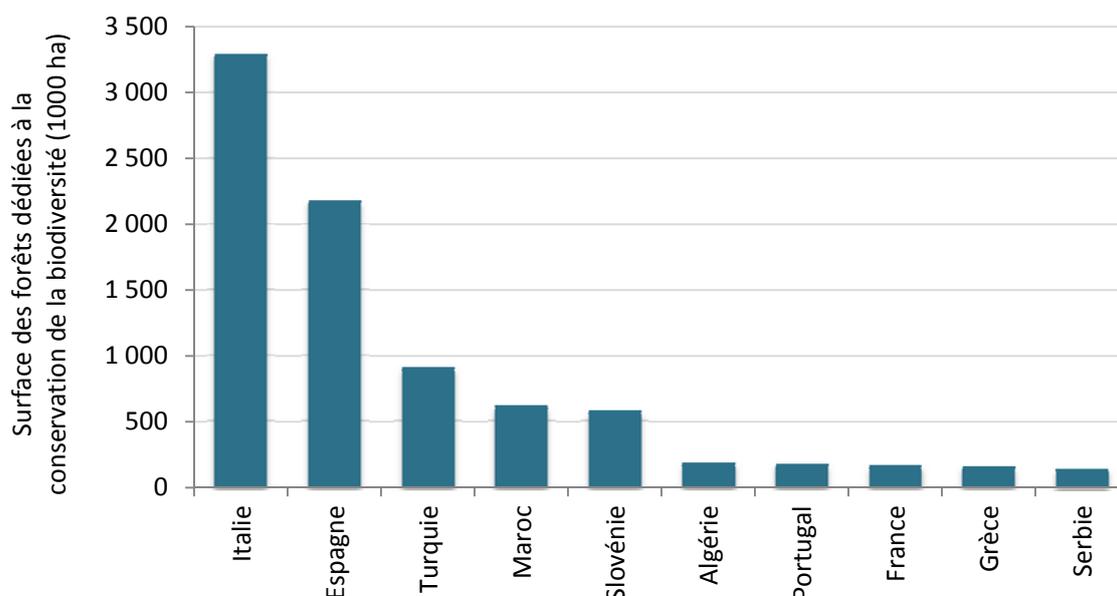
Note : Les autres pays méditerranéens n'ont pas de données disponibles ou la surface de forêts plantées n'est pas significative.

Source : FAO, 2010b

## Surface des forêts dédiées à la conservation de la biodiversité

En 2010, près de 8.5 millions d'hectares ont été classés pour la conservation de la biodiversité, ce qui représente environ 10 pour cent de la surface totale des forêts des pays du pourtour de la Méditerranée.

Les surfaces de forêts classées pour la conservation de la biodiversité ont augmentées en moyenne de 3 pour cent par an au cours des vingt dernières années (FAO, 2010b) (Figure 2.9).



**Figure 2.9.** Les surfaces forestières dédiées à la conservation de la diversité biologique dans les pays méditerranéens, 2010.

*Note :* Les pays non représentés allouent moins de 100 000 hectares à la conservation de la biodiversité.

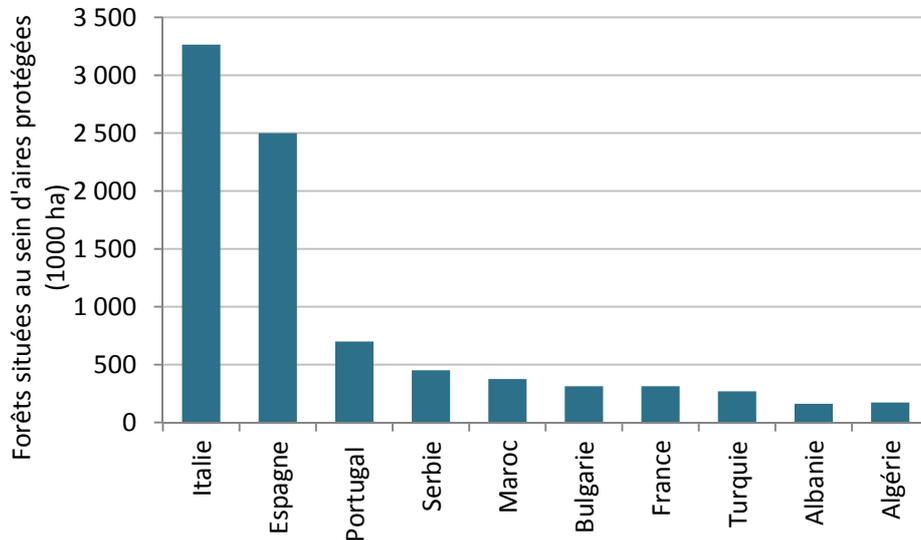
*Source :* FAO, 2010b.

## Surfaces des forêts dans les aires protégées

Certaines aires protégées peuvent être désignées et gérées pour des raisons autres que la conservation de la biodiversité (par exemple, la protection des sols et de l'eau ou du patrimoine culturel), donc la superficie forestière désignée à la conservation de la biodiversité n'est pas nécessairement équivalente à la superficie de forêts dans les aires protégées. En outre, les forêts ne faisant pas partie d'un réseau d'aires protégées peuvent être désignées à la conservation de la biodiversité.

Les données sur l'extension des forêts dans les aires protégées ont été produites par 21 pays du pourtour de la Méditerranée pour une surface totale de plus de 18 millions d'hectares. L'Italie et l'Espagne représentent plus de 50 pour cent du total de ces surfaces forestières situées dans les aires protégées des pays de la région méditerranéenne (Figure 2.10). Les surfaces forestières dans les aires protégées ont augmenté d'environ 6 millions d'hectares au cours des vingt dernières années avec un taux annuel moyen de croissance

de 3.2 pour cent. Cette information a été produite par vingt et un pays qui représentent au total 96 pour cent de la surface forestière des pays du pourtour de la Méditerranée.



**Figure 2.10.** Dix pays méditerranéens avec la plus grande surface de forêts dans les aires protégées, 2010.

Source: FAO, 2010b.

## Estimation de la surface des forêts méditerranéennes

Les forêts dans les pays du pourtour de la Méditerranée comprennent différents types de forêts qui ne sont pas toutes caractéristiques des conditions climatiques méditerranéennes. Dans ce rapport les surfaces de forêts méditerranéennes ont été estimées sur la base:

- Des types de forêts utilisés dans la Classification des Forêts Européennes (Agence Européenne pour l'Environnement, 2006) ;
- Du suivi par télédétection dans le cadre de l'évaluation des ressources forestières de la FAO (FAO et CCR, 2012).

### *Types de forêts Européennes*

Un type de forêt est "une catégorie de forêt définie par sa composition et/ou des facteurs liés au site et classée par chaque pays dans un système adapté à sa situation" (Processus de Montréal, 1998). La classification des forêts par type est considérée comme un outil majeur pour améliorer l'évaluation et le suivi de la biodiversité en Europe. C'est une approche pertinente pour collecter et organiser l'information sur les forêts dans une région spécifique et, par conséquent, pour permettre une large comparaison, indépendamment des frontières des pays Européens, des forêts qui se développent dans des conditions

écologiques similaires et/ou qui se trouvent soumises à des pressions anthropiques de même nature (Agence Européenne pour l'Environnement, 2006).

Pour ce rapport, trois types de forêts ont été sélectionnés sur la base de la description générale des principales catégories en termes d'espèces forestières dominantes et de facteurs biogéographiques et écologiques (Tableau 2.5). Les forêts de conifères des régions Méditerranéenne, Anatolienne et Macaronésienne comprennent les forêts strictement méditerranéennes (comme présenté plus haut), et le tableau 2.5 fait apparaître également les forêts de feuillus à feuilles persistantes et les forêts de feuillus thermophiles (qui peuvent inclure des essences qui existent dans d'autres zones de l'Europe).

Tableau 2.5. Types de forêts méditerranéennes sur la base de la classification des forêts européennes.

<p>8. Thermophilous deciduous forest</p>	<p>The deciduous forests in this category mainly occur in the supra-Mediterranean vegetation belt, the altitudinal belt of Mediterranean mountains corresponding to the mountainous level of middle European mountains. Thermophilous deciduous forests are limited to the north (or upslope) by temperature and to the south (or downslope) by drought.</p> <p>The mild climatic conditions of the supra-Mediterranean level determine the predominance of mixed deciduous and semi-deciduous forest of thermophilous species, mainly of <i>Quercus</i>.</p> <p><i>Acer</i>, <i>Ostrya</i>, <i>Fraxinus</i> and <i>Carpinus</i> species are frequent as associated secondary trees.</p> <p>Anthropogenic exploitation has modified the natural mixed composition of thermophilous deciduous forests, leading in most cases to the elimination of natural species of low commercial interest or with poor resprouting capacity or, conversely, the introduction of forest species that would not occur naturally (e.g. chestnut).</p> <p>Simplified forest structures shaped by traditional silvicultural systems predominate (coppice, coppice with standards, mixed coppice/high forest); of purely cultural origin are also chestnut groves, today largely replaced by coppice-woods or left unmanaged. High forest-like structures developing from the abandonment of forest cultivation are relatively frequent in the category.</p>
<p>9. Broadleaved evergreen forest</p>	<p>Forests in this category are related to the thermo- and meso-Mediterranean vegetation belt and to the warm-temperate humid zones of Macaronesia. These kinds of climate determine a forest physiognomy characterized by the dominance of broadleaved sclerophyllous or lauriphyllous evergreen trees.</p> <p>Water availability varies considerably between the Macaronesia and thermo- and meso-Mediterranean vegetation belts and is the main climatic factor limiting tree growth. In the Mediterranean, the structure of broadleaved evergreen forest has been profoundly shaped by traditional agroforestry (<i>dehesas</i>, <i>montados</i>) and coppice cultivation systems.</p> <p>Forest degradation is a very common phenomenon, due to a complex historical interplay of harsh environmental conditions (drought, aridity and soils prone to erosion) and anthropogenic influences (fire, grazing and intensive forest exploitation).</p>

10. Coniferous forests of the Mediterranean, Anatolian and Macaronesian regions	<p>This category includes a large group of coniferous forests, mainly xerophytic forest communities, distributed throughout Europe from coastal regions to high mountain ranges. Forest physiognomy is mainly dominated by species of <i>Pinus</i>, <i>Abies</i> and juniper, that are variously distributed according to altitudinal vegetation belts. Dry conditions and, often, poor or poorly developed soils limit tree growth.</p> <p>Although some pine forests in this category are adapted to fire (e.g. <i>P. halepensis</i>, <i>P. canariensis</i>), repeated forest fire of anthropogenic origin seriously threaten these coniferous forests.</p> <p>From a structural viewpoint, even-aged forests characterize the category.</p>
12. Floodplain forest	<p>The riparian or alluvial hydrological regime (high water table subject to occasional flooding) determines the appearance of forests in this category, distributed along the main European river channels. Floodplain forest are species-rich and often multi-layered communities characterized by assemblages of species of <i>Alnus</i>, <i>Betula</i>, <i>Populus</i>, <i>Salix</i>, <i>Fraxinus</i> and <i>Ulmus</i>. In the Mediterranean and Macaronesian regions, local species are also found (e.g. <i>Fraxinus angustifolia</i>, <i>Nerium oleander</i>, <i>Platanus orientalis</i> and <i>Tamarix</i>).</p> <p>Forest composition and structure largely depend on the frequency of flooding. Anthropogenic activities like river damming and canalization and the drainage of riparian areas to provide agricultural land brought significant changes to the area of floodplain forest over the last century.</p> <p>The conservation and restoration of these riparian forests is the main focus of forest management today.</p>

Source: Agence Européenne pour l'Environnement, 2006.

Ces types de forêts ne se réfèrent pas spécifiquement aux situations des pays méditerranéens hors Europe car ces données ont été produites dans le cadre d'un processus volontaire lors de la préparation du rapport sur l'Etat des Forêts Européennes (Conférence Ministérielle sur la Protection des Forêts en Europe, 2007). Le Tableau 2.6 présente donc des données pour seulement quelques pays du pourtour de la Méditerranée (Bulgarie, Croatie, Chypre, France, Italie, Slovénie et Espagne). Il montre la surface totale des forêts dans ces pays, selon la classification européenne par types de forêts, et il propose une estimation de la surface des forêts méditerranéennes calculée en ajoutant les surfaces pour les catégories 8, 9, 10 et 12. Il convient de noter que les catégories sélectionnées peuvent parfois inclure des forêts qui ne sont pas strictement méditerranéennes.

La Figure 2.11 montre une évaluation de la surface des forêts méditerranéennes dans les pays du pourtour de la Méditerranée réalisée en utilisant ces données estimées pour les pays européens (Tableau 2.5) et en considérant que la proportion des forêts méditerranéennes dans les pays du Proche Orient et de l'Afrique du Nord est de 100 pour cent.

**Tableau 2.6.** Surfaces des forêts selon la classification européenne des différents types de forêts pour sept pays du pourtour de la Méditerranée, 2010.

Pays	Types de Forêts Européennes (1000 ha)															Total	Estimation de la surface de forêts méditerranéennes (1 000 ha)	Estimation de la proportion de forêts méditerranéennes (%)
	1 Forêts boréales	2 Forêts de conifères et de feuillus hémiboréales et némorales	3 Forêts alpines	4 Forêts de chênes acidophiles et forêts de chênes et de bouleaux	5 Forêts de feuillus mésophytiques	6 Forêts de hêtres	7 Forêts de hêtres de montagne	8 Forêts de feuillus thermophiles	9 Forêts de feuillus à feuilles persistantes	10 Forêts de conifères des régions méditerranéennes,	11 Forêts humides et marécageuses	12 Forêts inondables	13 Forêts non riveraines d'aulnes, de bouleaux et de peupliers	14 Forêts d'espèces d'arbres introduites	15 Forêts non classées			
Bulgaria	0	326	815	0	353	414	113	1 690	0	9	0	0	0	207	0	3 927	9	40
Croatia	0	25	34	59	415	181	564	225	80	53	0	201	0	83	0	1 920	559	20
Cyprus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	171	0	0	0	1	0	173	172	100
France	0	1 797	430	2 228	3 092	585	1 913	2 009	827	392	76	381	341	744	332	15 147	1 600	20
Italy	0	81	1240	0	161	63	1 018	3 553	913	393	0	113	131	341	1143	9 149	1 419	60
Slovenia	0	79	33	19	112	489	431	86	0	0	0	3	0	0	0	1 252	89	10
Spain	0	400	490	146	103	89	264	1 555	5565	5207	0	182	16	886	3269	18 173	10 954	70

*Note:* La surface de forêts méditerranéennes a été estimée en ajoutant les surfaces rapportées pour les catégories "forêts de feuillus thermophiles", "forêts de feuillus à feuilles persistantes", "forêts de conifères des régions Méditerranéennes, Anatoliennes et Macaronésiennes" et "forêts inondables".

*Source:* Conférence Ministérielle sur la Protection des Forêts en Europe, 2007.



**Figure 2.11.** Surface des forêts méditerranéennes dans les pays du pourtour de la Méditerranée, 2010.

*Note:* Pour la Bulgarie, la Croatie, Chypre, la France, l'Italie, la Slovénie et l'Espagne, la surface est estimée sur la base de la classification européenne des types de forêts. Pour les pays du Proche Orient et de l'Afrique du Nord il a été considéré que la surface des forêts méditerranéennes représente 100 pour cent de la surface forestière de ces pays. Pour les autres pays européens l'estimation est basée sur les zones écologiques et les surfaces totales de forêts rapportées par ces pays dans les rapports nationaux envoyés à la FAO dans le cadre de la préparation du FRA 2010.  
*Source :* FAO, 2010b.

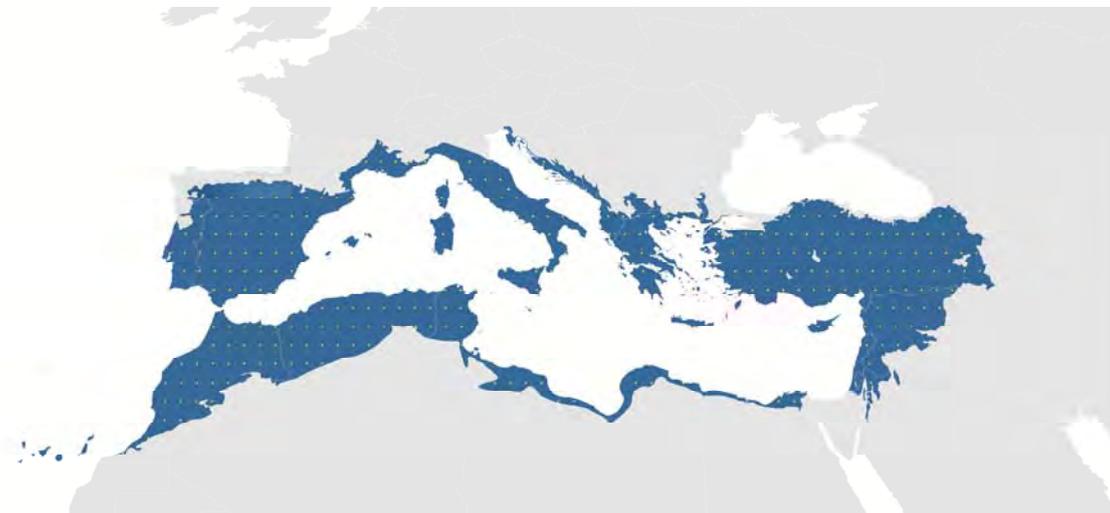
## ***Suivi par télédétection de la situation des ressources forestières mondiales***

Une estimation des surfaces et des changements observés dans les forêts méditerranéennes a été obtenue pour la période 1990–2005 à l'occasion du suivi global par télédétection présenté en 2012 par la FAO et le Centre Commun de Recherche (CCR) de l'Union Européenne basé à Ispra. Ce suivi utilise une grille d'échantillonnage qui prend en compte des sites localisés à l'intersection de chaque degré de longitude et de latitude tout autour du monde créant ainsi plus de 13 000 échantillons séparés de 100 km. La Figure 2.12 montre les différentes zones écologiques des pays du pourtour de la Méditerranée. Sur la base de la définition biogéographique et bioclimatique des forêts méditerranéennes, trois principales zones écologiques ont été sélectionnées pour définir la distribution des forêts méditerranéennes : forêts sèches subtropicales, steppes subtropicales et le système des montagnes subtropicales. La Figure 2.13 montre la distribution des échantillons d'images Landsat de 10 km x 10 km utilisés pour définir la couverture forestière dans les zones écologiques sélectionnées et la Figure 2.14 montre la distribution des forêts méditerranéennes obtenue au terme de ce processus de suivi par télédétection pour le pourtour de la Méditerranée.

**Figure 2.12.** Les zones écologiques de la FAO dans la région méditerranéenne utilisées pour identifier la distribution spatiale des forêts méditerranéennes

*Note:* les zones considérées comme représentant les forêts méditerranéennes sont la zone des forêts sèches subtropicales, la zone des steppes subtropicales et le système des montagnes subtropicales.

*Source:* FAO et CCR, 2012, Iremonger et Gerrand, 2011.



**Figure 2.13.** Distribution systématique des échantillons d'images Landsat dans les trois zones écologiques sélectionnées comme représentatives des forêts méditerranéennes.

*Note:* Les points jaunes représentent les sites échantillons d'images Landsat et les espaces bleus représentent les zones écologiques de forêts sèches subtropicales, de steppes subtropicales et le système de montagnes subtropicales.



**Figure 2.14.** Distribution des forêts méditerranéennes sur la base du suivi par télédétection de la FAO (2011)

*Note :* Dégradé de vert = pour cent du couvert forestier ; beige = OWLs (zones boisées avec moins de 10 pour cent du couvert) ; marron = forêts non-méditerranéennes ; gris = autres utilisations des terres.

*Source :* FAO.

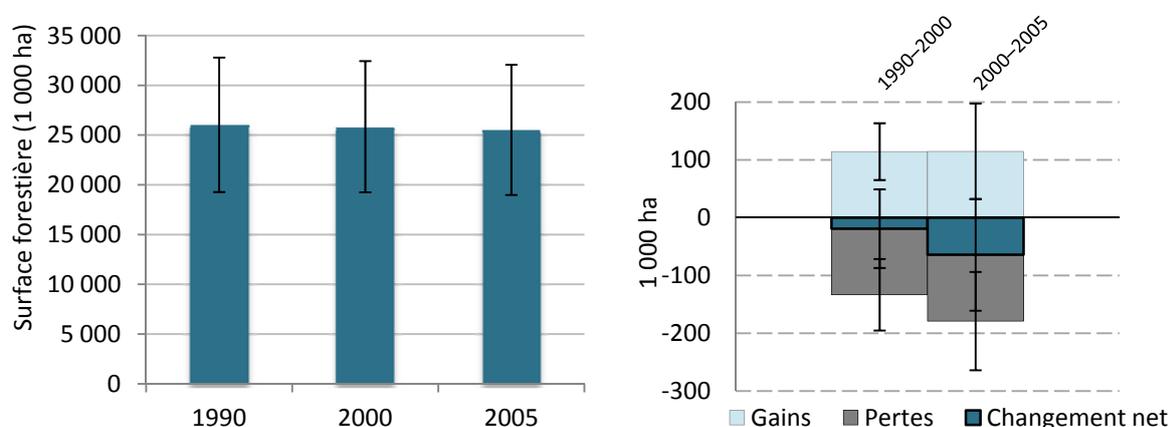
Sur la base de cette estimation il y avait une surface d'environ 25.5 millions d'hectares de forêts méditerranéennes en 2005. Les données présentées dans le Tableau 2.7 et la Figure 2.15 indiquent qu'il n'y a pas de changement statistiquement significatif de la surface des forêts méditerranéennes entre 1990 et 2005. Les pertes et les gains importants de surface observés entre 1990 et 2005 démontrent néanmoins une grande dynamique du couvert forestier méditerranéen.

En utilisant ces mêmes données du suivi par télédétection réalisé en 2011, la couverture forestière totale des pays du pourtour de la Méditerranée (*i.e.* forêts méditerranéennes plus tous les autres types de forêts des pays du pourtour de la Méditerranée) a été estimée à 80 millions hectares ( $\pm$  10 millions d'hectares), sans changements statistiquement significatifs entre 1990 et 2005.

**Tableau 2.7.** Surface des forêts méditerranéennes et changements entre 1990, 2000 et 2005

	Année	Moyenne	Limite inférieure	Limite supérieure
Surface (1 000 ha)	1990	26 041	19 284	32 797
	2000	25 850	19 256	32 445
	2005	25 529	18 985	32 074
Changement net (1 000 ha/an)	1990–2000	-19	-87	49
	2000–2005	-64	-161	33
Gains (1 000 ha/yr)	1990–2000	114	65	163
	2000–2005	115	32	198
Pertes (1 000 ha/yr)	1990–2000	-133	-195	-71
	2000–2005	-179	-264	-94

Note: Les limites inférieures et supérieures représentent l'intervalle de confiance de 95 pour cent. Source : FAO.

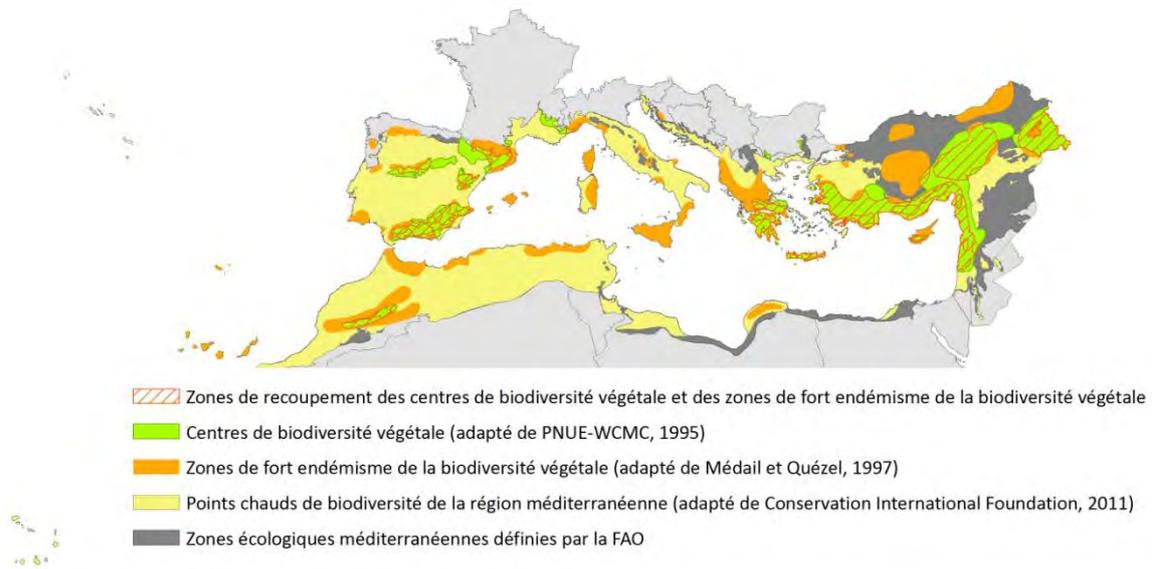


**Figure 2.15.** Surface des forêts méditerranéennes en 1990, 2000 and 2005 (à gauche); changement annuel moyen des surfaces de forêts méditerranéennes entre 1990–2000 et 2000–2005 (à droite). Source : FAO.

## Biodiversité dans les forêts méditerranéennes

Une variabilité géographique et topographique exceptionnelle (*e.g.* côtes très découpées et nombreuses chaînes de montagnes) et une bi saisonnalité climatique prononcée ont fortement influencé la richesse et la distribution des espèces dans la région méditerranéenne, qui est considérée aujourd'hui comme un "hotspot" de la biodiversité

mondiale avec un très fort endémisme (Myers *et al.*, 2000; Médail et Quézel, 1997; Figure 2.16).



**Figure 2.16.** Points chauds de la biodiversité et endémisme dans la région méditerranéenne  
 Sources: Médail et Quézel, 1997; Centres de diversité végétale – version 1.0 de l'ensemble de données mondiales compilées par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement – Centre mondial de surveillance de la conservation, 1995, basé sur Davis, Heywooh et Hamilton, 2011.

Vingt cinq pourcent des presque 200 espèces d'animaux terrestres de la région sont endémiques auxquelles il convient d'ajouter environ 350 espèces d'oiseaux. La diversité des vertébrés est fortement influencée par les changements climatiques du pléistocène et des récentes décades ainsi que par les pressions humaines.

Il y a plus de 25 000 espèces de plantes dans la région méditerranéenne qu'il convient de comparer avec les quelques 6000 espèces présentes au total pour le Centre et le Nord de l'Europe. (Scarascia-Mugnozza *et al.*, 2000). Les forêts méditerranéennes ont près de deux fois plus d'espèces ligneuses que les forêts du Centre et du Nord de l'Europe (247 vs. 135) ; 158 espèces de ces forêts méditerranéennes sont exclusives à la région ou très largement préférentielles alors que seulement 46 espèces sont exclusives aux forêts du Centre et du Nord de l'Europe. Il y a une différence similaire en ce qui concerne les genres: 34 genres d'espèces ligneuses se trouvent exclusivement dans les forêts méditerranéennes contre seulement sept dans les forêts du Centre et du Nord de l'Europe. Par exemple, dans les forêts méditerranéennes, il y a sept espèces endémiques d'Erables (*Acer pseudolatanus*, *Acer platanoides*, *Acer opalus*, *Acer campestre*, *Acer monspessolanum*, *Acer lobelii* et *Acer peronai*), dix espèces de Sapins (*Abies pinsapo*, *Abies marocana*, *Abies tazaotana*, *Abies numidica*, *Abies cephalonica*, *Abies borisii-regis*, *Abies cilicica*, *Abies equi-trojani*, *Abies nebrodensis* et *Abies alba*) et neuf espèces de Pins (*Pinus nigra* et ces différentes variétés, *Pinus cembra*, *Pinus mugo*, *Pinus silvestris*, *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Pinus brutia*, *Pinus pinaster* et *Pinus heldreichii*). Les Cyprès (*Cupressus*) et les Cèdres (*Cedrus Libani* et *Cedrus Atlantica*) sont également très présents dans les forêts des pays du pourtour de la Méditerranée.

La plupart des espèces européennes sont également présentes dans la région méditerranéenne. Dans de nombreux cas on peut même distinguer des sous espèces et des variétés spécifiques au pourtour de la Méditerranée. *Cupuliferae*, qui inclut les hêtres, les chênes et les châtaigniers, est une espèce très bien représentée dans la région méditerranéenne. Elle est d'une grande importance économique et a une très large gamme d'usages. Les forêts de châtaigniers (*Castanea sativa*) couvrent plusieurs millions d'hectares dans les pays du pourtour de la Méditerranée et sont une source significative de nourriture, de fourrage et de bois. Le genre *Quercus* (Chênes) est également très bien représenté avec plusieurs taxons (e.g. *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Quercus pubescens*, *Quercus frainetto*, *Quercus vallonica*, *Quercus cerris*, *Quercus ilex*, *Quercus coccifera* et *Quercus suber*). Un nombre considérable d'espèces ligneuses associées se retrouvent partout dans la région méditerranéenne avec les genres suivants : *Acer*, *Cotoneaster*, *Prunus*, *Pyrus*, *Salix* et *Sorbus*. Plusieurs espèces à feuilles caduques sont aussi présentes incluant *Quercus afares* au Nord-Est du Maghreb, *Quercus euboica* en Grèce, *Quercus vulcanica* en Anatolie Centrale (Turquie) et *Arbutus pavarrii* en Cyrénaïque (Libye). Les Oléacées (*Olea europaea*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus* et *Fraxinus angustifolia*) jouent également un rôle significatif dans l'économie méditerranéenne. Forêts de *Liquidambar orientalis*, un vestige préglaciaire, se rencontrent dans de petites zones de la Turquie (Alan et Kaya, 2003).

Deux autres espèces forestières du Nord de l'Afrique ont une importance économique significative: *Argania spinosa* et *Acacia gummifera* (Quézel, 1995). Parmi les autres espèces endémiques caractéristiques de la région on peut citer : *Phoenix theophrastii* en Crète et au Sud-Ouest de l'Anatolie et *Chamaerops humilis* dans de nombreux sites du centre de la Méditerranée (Yaltirik and Boydak, 1991).

Les îles méditerranéennes hébergent également un grand nombre d'espèces ligneuses endémiques tout spécialement dans de petites populations reliques. Par exemple, la Sicile héberge *Abies nebrodensis* (Morandini *et al.*, 1994), *Celtis aetnensis* et *Zelkova sicula* (Di Pasquale *et al.*, 1992). En Crète, *Zelkova abelicea* se développe dans de bonnes conditions dans les zones montagneuses. A Chypre, *Cedrus brevifolia* se développe parfaitement dans le niveau méso-Méditerranéen (900 à 1200 m) et les populations de *Quercus alnifolia* peuvent être observées entre 1 200 et 1 900 m.

La région méditerranéenne a été une zone refuge au quaternaire pour la faune et la flore de l'Europe, de l'Afrique du Nord et du Proche Orient (Hewitt, 1999; Petit *et al.*, 2003; Cheddadi *et al.*, 2009; Médail and Diadema, 2009) et, en conséquence, 50 pour cent de la flore est aujourd'hui endémique. Les espèces de la région nécessitant des conditions climatiques méditerranéennes ont évolué durant une très longue période et elles étaient déjà présentes au cours de la dernière glaciation au Pléistocène.

Les forêts méditerranéennes contiennent environ 250 espèces arborescentes parmi lesquelles 150 sont endémiques ou présentes principalement dans les pays du pourtour de la Méditerranée ; 15 genres sont spécifiques des forêts de la région (Quézel *et al.*, 1999). Fady (2005) a montré que la diversité génétique des conifères décroît selon un gradient Est-Ouest probablement à cause du gradient climatique passé au cours de l'apogée de la dernière période glaciaire (21 000 années).

Cette importante biodiversité dans la région méditerranéenne est aujourd'hui menacée par la perte d'habitat (Myers *et al.*, 2000). D'après la Directive Habitats de l'Union européenne adoptée en 1992 (mise en place d'un réseau d'Aires Protégées pour la conservation de la biodiversité au sein de l'Union européenne (*i.e.* Natura 2000), 386 espèces en danger et 142 habitats menacés de la Méditerranée ont un besoin urgent de protection. Les pressions d'origine anthropique, la perte d'habitat, la dégradation des territoires, les feux de forêts, l'érosion des sols et les changements climatiques sont les principales causes de la perte de la biodiversité observée aujourd'hui dans la région. Mettre en œuvre des mesures concrètes pour la conservation de la biodiversité et des ressources génétiques forestières est un challenge difficile qui requiert une approche intégrée associant les multiples autres secteurs économiques.

## **2.2. Les perturbations biotiques et abiotiques dans les forêts de la région méditerranéenne**

### **Feux de forêts en Méditerranée**

Les feux sont une cause importante de dégradation dans la région méditerranéenne. Depuis des millénaires les activités humaines dans les territoires méditerranéens ont modifié les dynamiques naturelles des feux et la capacité de la végétation à répondre à cette perturbation (*i.e.* résilience). Les conditions climatiques jouent également un rôle important : l'humidité contenue dans la litière est affectée par une saison chaude et sèche prolongée (de juin à fin octobre) avec des températures moyennes journalières de 30° C, peu de précipitations, et des vents caractérisés par une grande vitesse et un fort pouvoir de dessiccation. Le changement climatique peut se traduire par des événements climatiques extrêmes de grande amplitude (*e.g.* sécheresse et vague de chaleur) accentuant les menaces liées aux feux de forêts (FAO, 2007).

Dans la région méditerranéenne, des séries de données sur le long terme sont disponibles pour la France (voir l'Encadré 2.1), le Grèce, l'Italie, le Portugal et l'Espagne alors que la situation dans les autres pays méditerranéens est souvent analysée séparément à cause de la disparité des données. Le Système Européen d'Information sur les Feux de Forêts (EFFIS), mis en place par le Centre Commun de Recherche et la Direction Générale de l'Environnement de la Commission Européenne pour améliorer la gestion des feux de forêts en Europe, est la principale source de données harmonisées sur les feux de forêts en Europe. Ces bases de données reposent sur des informations envoyées volontairement par les pays membres d'EFFIS. Depuis 2010, EFFIS a aussi intégré les pays du Nord de l'Afrique dans les cartes sur les zones brûlées et sur le suivi des risques de feux de forêts. Cette intégration était une étape vers une extension d'EFFIS aux pays méditerranéens non Européens dans le cadre de la collaboration entre la Commission Européenne et le Comité de la FAO sur les Questions Forestières Méditerranéennes-*Silva Mediterranea*. Du fait de leur récente inclusion dans EFFIS, les données présentées dans ce rapport pour les pays d'Afrique du Nord et du Proche Orient proviennent essentiellement des représentants nationaux. D'autres données ont été collectées dans les rapports nationaux réalisés par les

différents pays pour l'Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 (FAO, 2010b) et 2006 (FAO, 2006a et b) ainsi que d'autres sources citées dans la Figure 2.17.

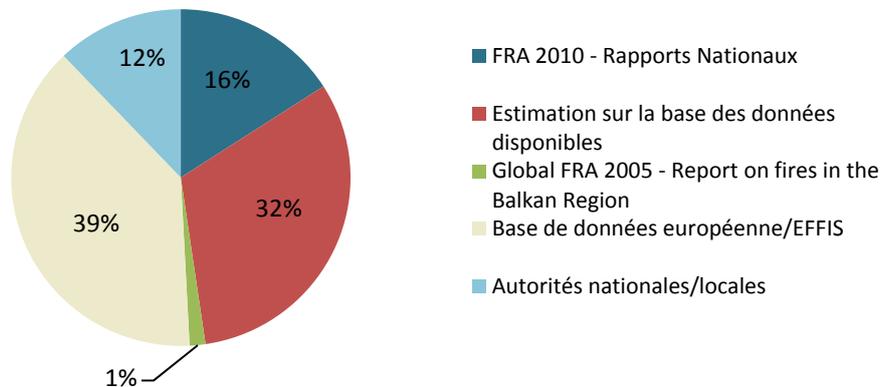


Figure 2.17. Sources des données sur les feux de forêts pour la période 2000-2010

Considérant la longueur des séries homogènes de données disponibles pour certains pays, la période analysée dans ce chapitre est 2000-2010, avec une attention particulière pour la période 2006-2010. La Figure 2.18 montre les données disponibles pour plusieurs variables clés pour la période 2000-2010.

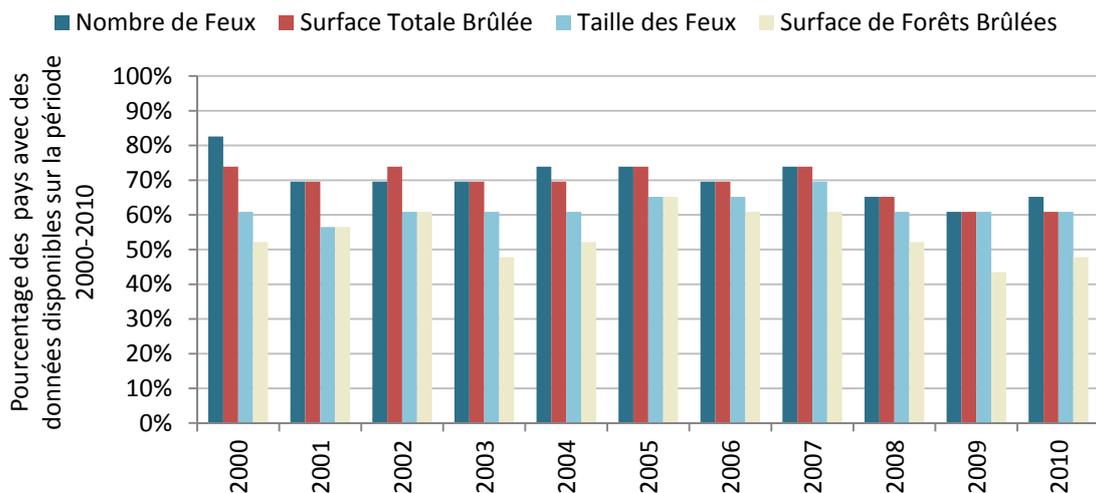


Figure 2.18. Disponibilité des données pour plusieurs variables sur les feux de forêts entre 2000 et 2010

Pour analyser la distribution spatiale des feux de forêts dans la région méditerranéenne les pays ont été classés en trois groupes : pays de l'Ouest de la Méditerranée, pays de l'Est de la Méditerranée et pays du Sud de la Méditerranée (Figure 2.18). Ce choix repose sur une dynamique des feux de forêts et des niveaux de risques différents dans ces trois zones de la région méditerranéenne.

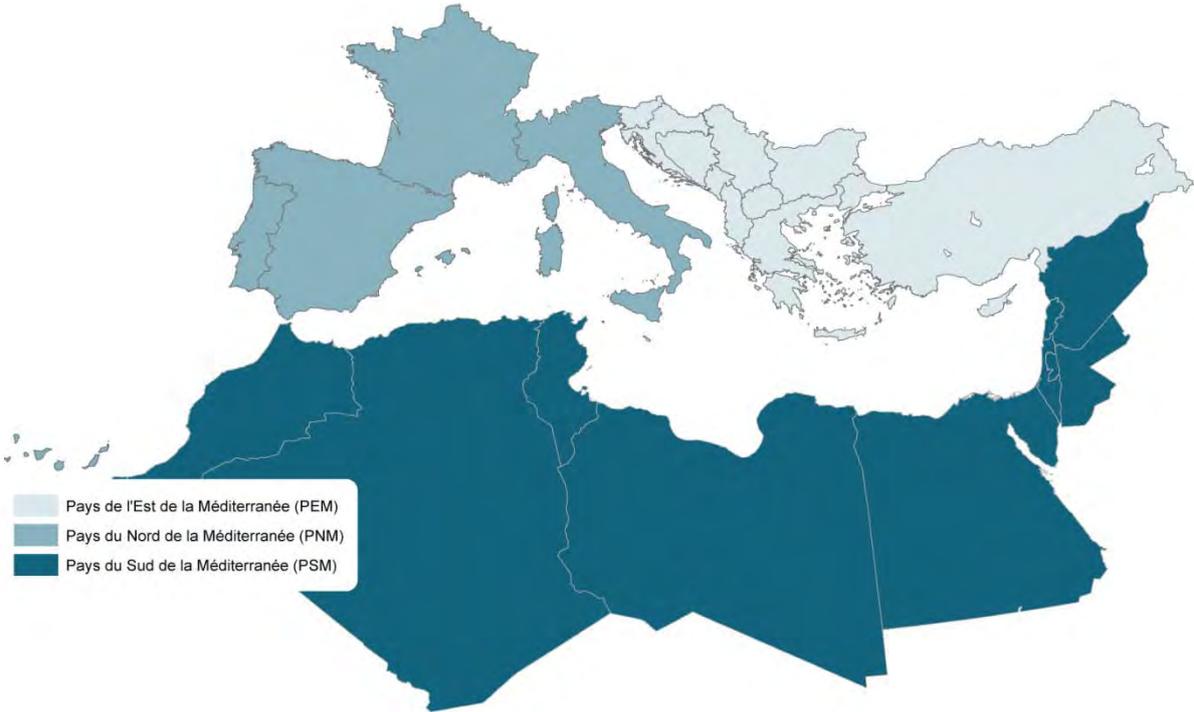
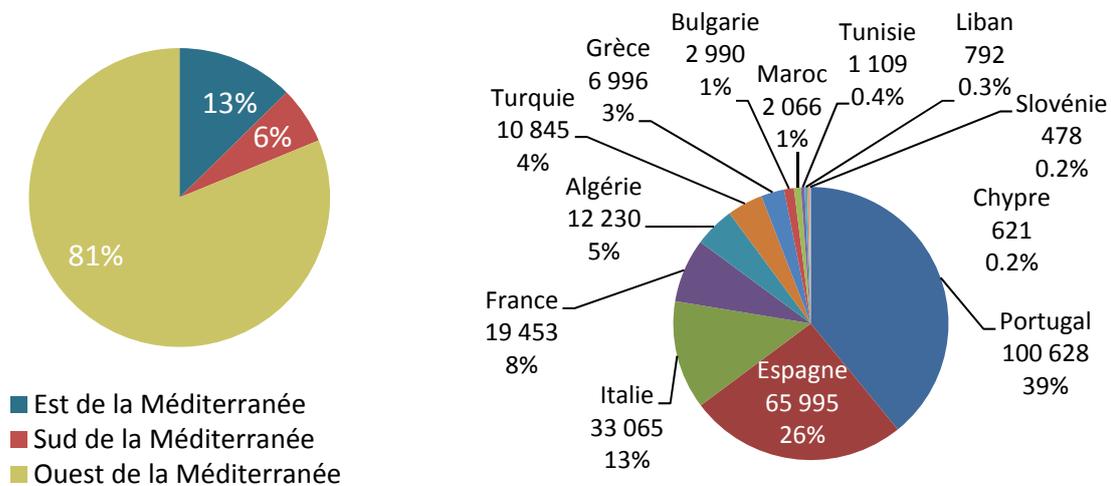


Figure 2.19. Pays dans les différentes zones de la région méditerranéenne (Est, Ouest et Sud)

## Nombres de feux de forêts dans la région méditerranéennes pour la période 2006–2010

Cinq pays représentent plus de 85 pour cent du nombre total de feux de forêts au cours de la période 2006-2010. Plus de 269 000 feux de forêts ont été rapportés dans la région méditerranéenne entre 2006 et 2010<sup>2</sup> soit une moyenne de presque 54 000 feux annuels. 81 pour cent de ces feux de forêts se sont déclenchés dans les pays de l'Ouest de la Méditerranée (Figure 2.20). La Figure 2.21 montre l'incidence des feux de forêts dans ces pays pour la période 2000-2010. Le Portugal rapporte régulièrement le plus grand nombre de feux de forêts (Figure 2.22) et, pour la période 2006-2010, la densité des feux de forêts a été la plus forte au Portugal, en France, en Italie, à Chypre, en Grèce et en Espagne (Figure 2.23).



**Figure 2.20.** Distribution des feux de forêts dans la région méditerranéenne pour la période 2006–2010.

Sources: FAO, 2006a et b; FAO, 2010; EFFIS, bases de données européennes sur les feux de forêts et rapports nationaux, autorités locales.

**Figure 2.21.** Nombre total de feux de forêts dans les pays du pourtour de la Méditerranée avec une série complète de données pour la période 2006–2010. Sources: FAO, 2006a et b; FAO, 2010b; EFFIS, bases de données européennes sur les feux de forêts et rapports nationaux, autorités locales.

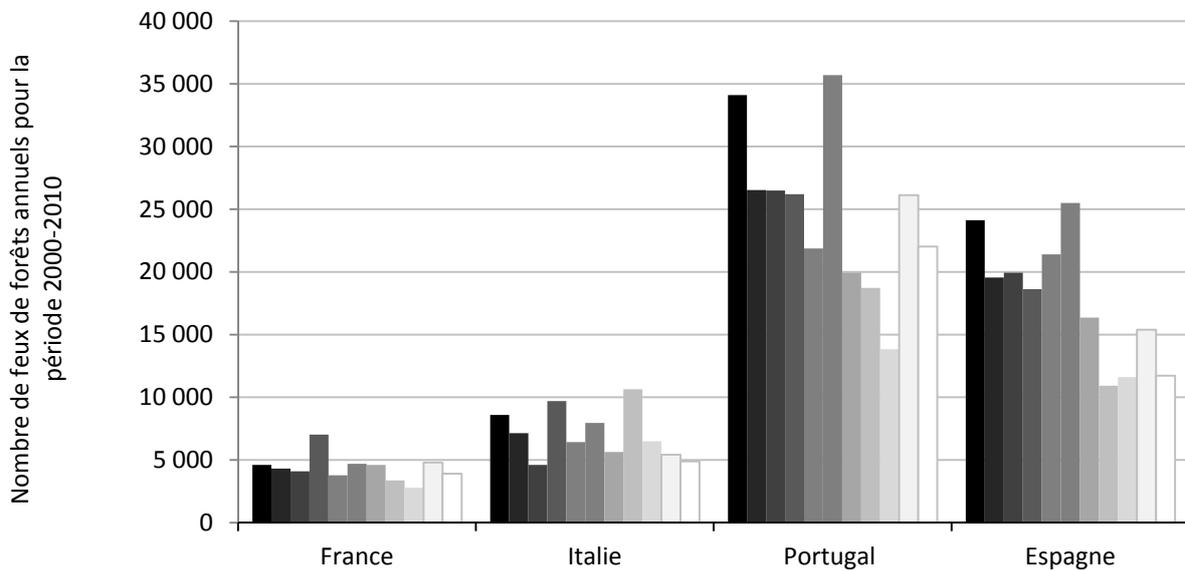
<sup>2</sup> Pour la période 2006–2010, certaines données manquent ou sont incomplètes pour l'Albanie, la Croatie, Israël, la Jordanie, la Serbie, la République arabe syrienne et l'ancienne République yougoslave de Macédoine. Par conséquent le nombre total de feux de forêts mentionnés est légèrement sous estimé



**Figure 2.22.** Densité des Feux de Forêts dans la région méditerranéenne pour la période 2006–2010.

*Note:* Les pays en gris n'ont pas publié de données sur l'occurrence des feux de forêts pour cette période. La densité des feux de forêts = le nombre total de feux de forêts annuels pour 10 km<sup>2</sup> de surface potentiellement affectée par les feux de forêts.

*Sources:* FAO, 2006a et b; FAO, 2010b; EFFIS, bases de données européennes sur les feux de forêts et rapports nationaux, autorités locales.



**Figure 2.23.** Nombre de feux de forêts dans les pays de l'Ouest de la Méditerranée pour la période 2000–2010

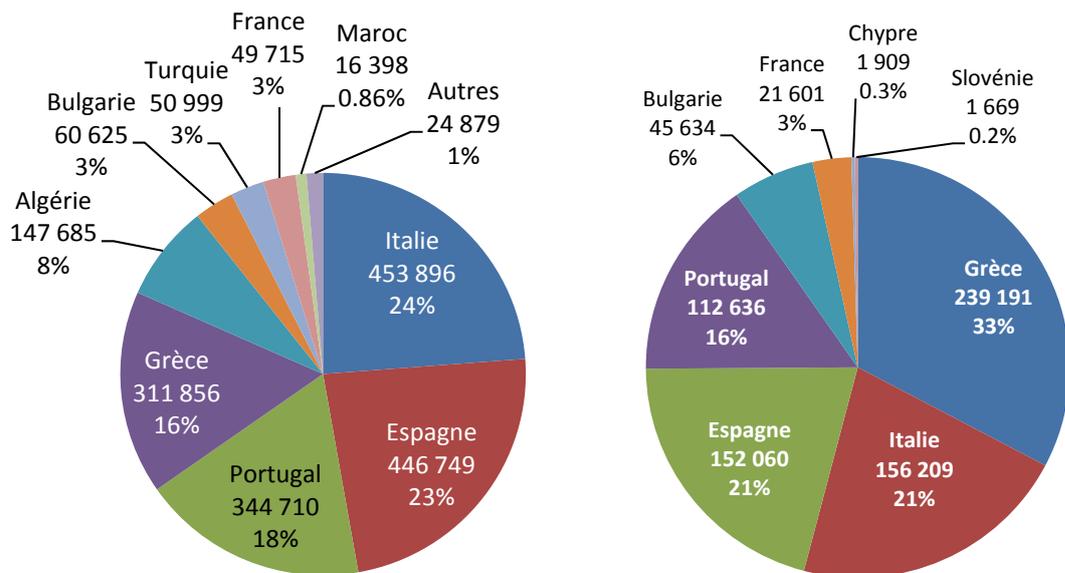
*Sources:* FAO, 2006a et b; FAO, 2010b; EFFIS, bases de données européennes sur les feux de forêts et rapports nationaux, autorités locales.

## Surfaces brûlées dans la région méditerranéenne pour la période 2006–2010

**Quatre pays représentent presque 80 pour cent de la "surface totale brûlée" pour la période 2006–2010. Au total plus de 2 millions d'hectares ont été brûlés dans la région méditerranéenne au cours de cette période ce qui représente une moyenne annuelle de 400 000 hectares.** La Figure 2.24

montre que 78 pour cent de cette surface totale brûlée entre 2006 et 2010 se situait dans seulement quatre pays (Grèce, Italie, Portugal et Espagne). Par contre la Figure 2.25 montre qu'il y a de très fortes variations annuelles (Figure 2.26). Deux pays (Portugal et Espagne) comptent néanmoins très souvent pour plus de 50 pour cent de la surface totale brûlée chaque année dans le pourtour de la Méditerranée.

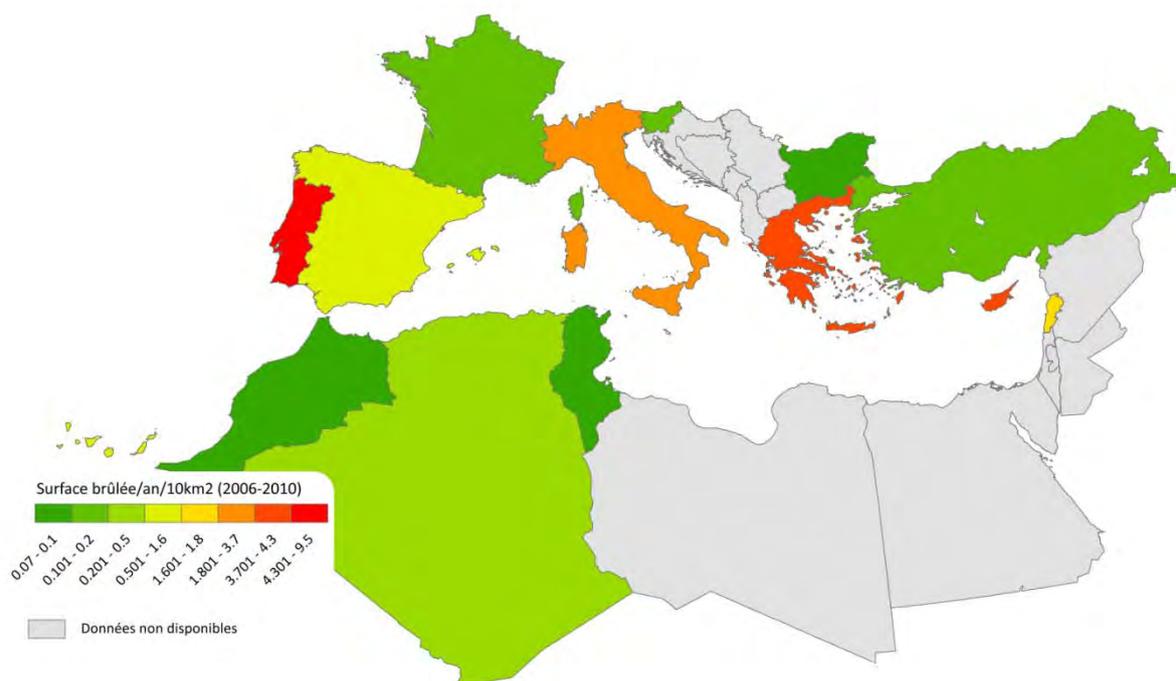
Neuf pays, représentant ensemble près de 67 pour cent de la surface totale de forêts dans pays du pourtour de la Méditerranée, fournissent également des informations sur les "surfaces de forêts brûlées" au cours de la période 2006–2010. **Dans ces pays, la surface totale de forêts brûlées au cours de la période 2006-2010 s'est élevée à 730 907 hectares.**



**Figure 2.24** Surface totale brûlée dans les pays méditerranéens ayant fournis des séries complètes de données pour la période 2006–2010 (à gauche). Surface totale de forêts brûlées dans les pays méditerranéens ayant fournis des séries complètes de données pour la période 2006–2010 (à droite).

Sources: FAO, 2006a et b; FAO, 2010b; EFFIS, bases de données européennes sur les feux de forêts et rapports nationaux, autorités locales.

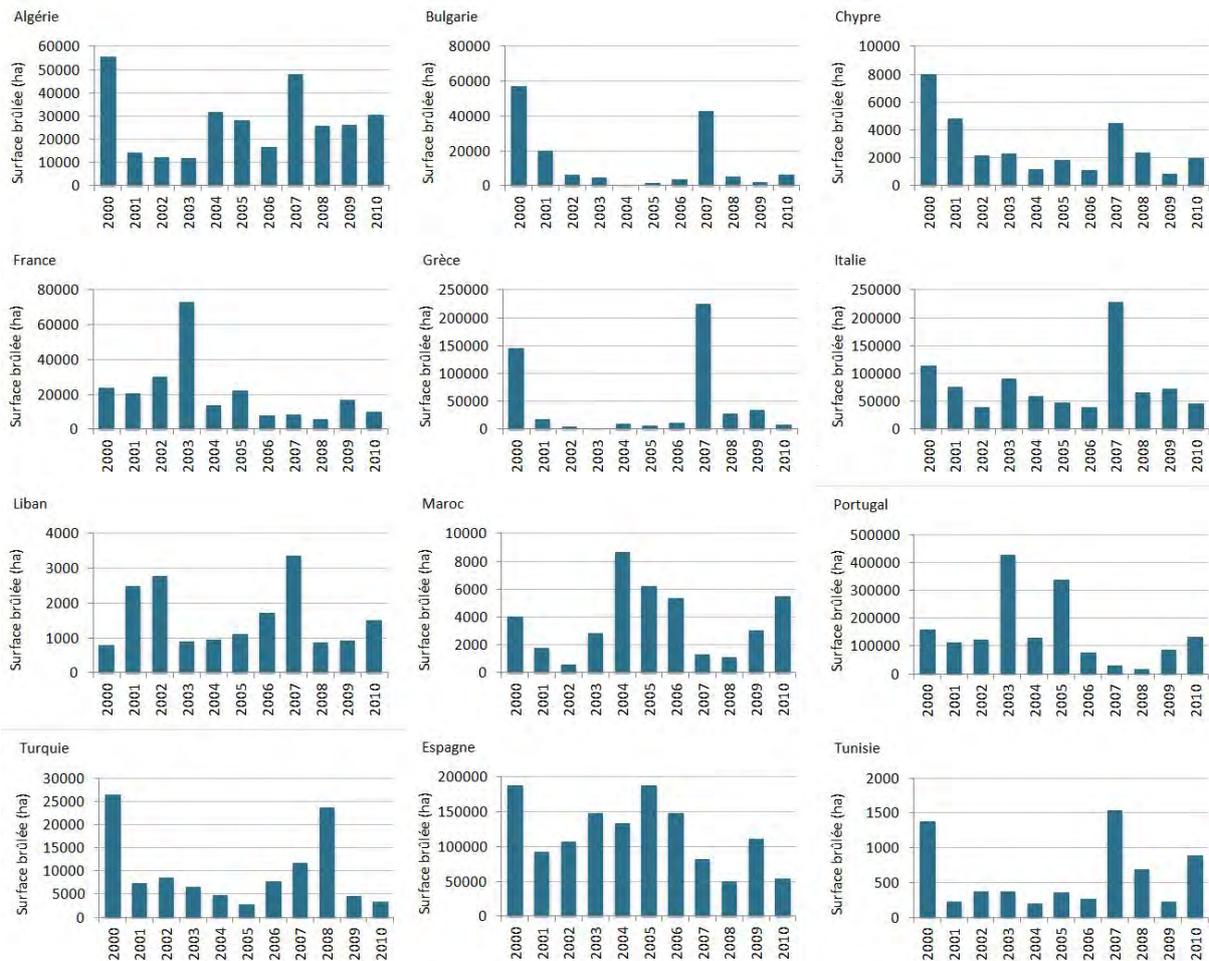
Note: "Autres" = Chypre, Liban, Slovénie et Tunisie.



**Figure 2.25.** Surface annuelle brûlée dans la région méditerranéenne pour la période 2006–2010 (ha/an/10 km<sup>2</sup>).

*Note:* Les pays en gris n'ont pas envoyé des données complètes pour la période 2006-2010. Surface brûlée de la carte = surface brûlée annuelle pour 10 km<sup>2</sup> de surface total du pays potentiellement affectée par les feux de forêts (sans zones urbaines).

*Sources:* FAO, 2006a et b; FAO, 2010b; EFFIS, bases de données européennes sur les feux de forêts et rapports nationaux, autorités locales.



**Figure 2.26.** Surfaces annuelles brûlées pour 12 pays méditerranéens avec données complètes pour 2000–2010

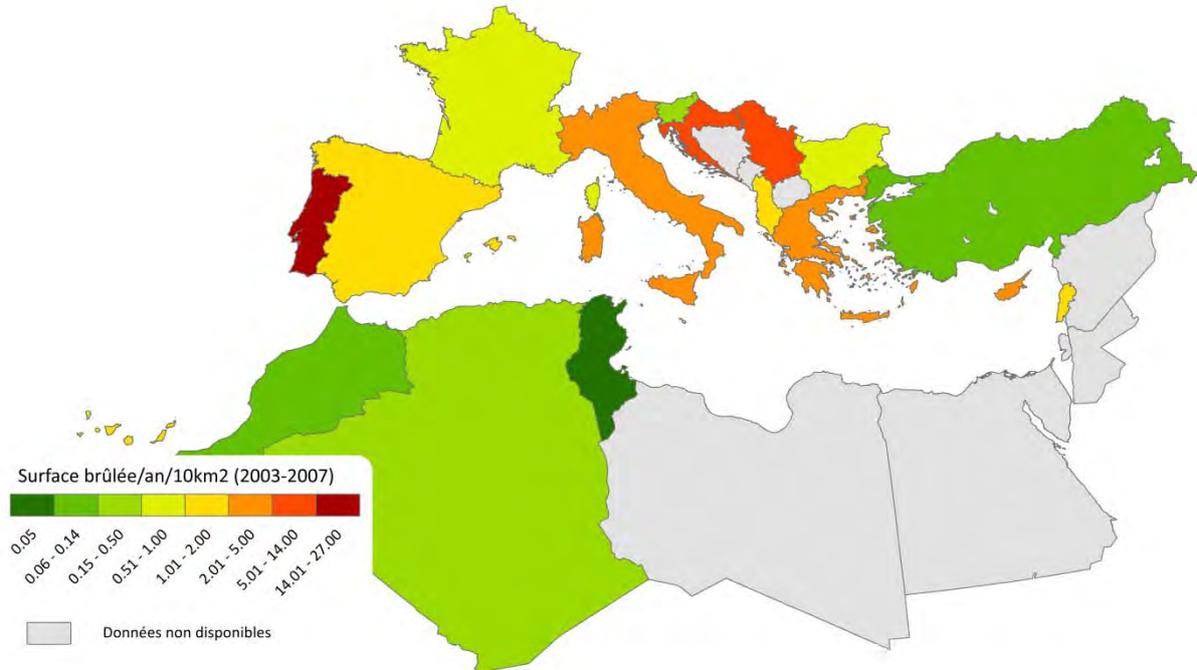
Sources: FAO, 2006a et b; FAO, 2010b; EFFIS, bases de données européennes sur les feux de forêts et rapports nationaux, autorités locales.

## *Feux de forêts dans la région méditerranéenne au cours de la période 2003-2010*

La situation entre 2006–2010 a été très légèrement meilleure que la situation pour la période 2003–2007 au cours de laquelle le nombre total de feux de forêts a été de 342 905 (environ 70 000 par an) et la surface totale brûlée a dépassé les 3 millions d'hectares (environ 600 000 hectares par an). Au cours de ces deux périodes (2003-2007 et 2006-2010), plus de 50 pour cent du nombre de feux de forêts et des surfaces totales brûlées se sont concentrées dans seulement deux pays, le Portugal et l'Espagne. Globalement, plus de 5 millions d'hectares ont brûlé dans la région méditerranéenne entre 2003 et 2010 avec un nombre total de plus de 600 000 départs de feux de forêts.

La distribution spatiale et temporelle des feux de forêts dans la région méditerranéenne est influencée par de nombreux facteurs ce qui se traduit par des variations interannuelles très importantes. Chaque année, les conséquences des feux de forêts pour les écosystèmes forestiers méditerranéens sont sévères, ce qui augmente significativement la pression sur

l'espace forestier et affecte le bien être des populations riveraines (Cf. Encadré 2.1). Néanmoins l'utilisation du feu à certaines périodes de l'année peut aussi être considérée comme un outil pour prévenir les feux de forêts pendant les périodes estivales (Cf. Encadré 2.2).

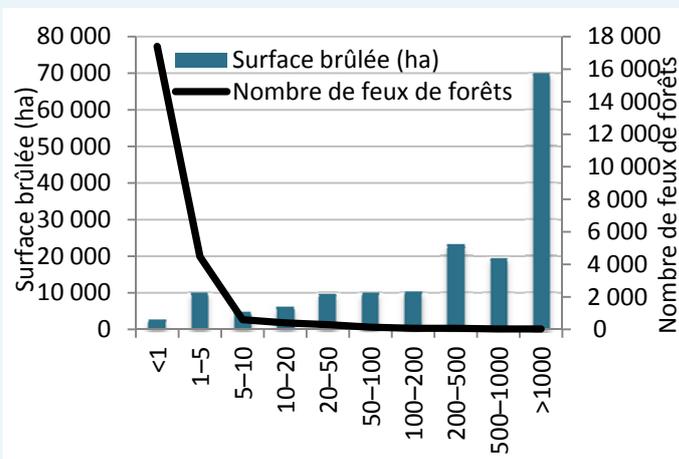


**Figure 2.27** Surface annuelle brûlée dans la région méditerranéenne pour la période 2003–2007 (ha/an/10 km<sup>2</sup>). Note: Les pays en gris n'ont pas envoyé des données complètes pour la période 2003-2007. Surface brûlée de la carte = surface brûlée annuelle pour 10 km<sup>2</sup> de surface total du pays potentiellement affectée par les feux de forêts (sans zones urbaines).  
*Sources:* FAO, 2006; FAO, 2010b; EFFIS et bases de données européennes sur les Feux de Forêts.

### Encadré 2.1. Feux de forêts dans les régions méditerranéennes en France

Le Tableau 2.18 montre que, pour la période 2000–2010, les feux de forêts dans les régions méditerranéennes françaises représentent environ 49 pour cent du nombre total de départements de feux de forêts en France. Il montre également que, sauf année exceptionnelle (2002), environ 70 pour cent/80 pour cent de la surface brûlée en France est située, dans les régions méditerranéennes. La Figure 2.28 montre qu'un grand nombre de feux de forêts répertoriés sont rapidement maîtrisés alors que quelques grands feux de forêts (> 1000 ha) sont responsables de l'essentiel de la surface totale brûlée dans les régions méditerranéennes françaises.

**Figure 2.28:** Nombre total de feux de forêts et surface totale brûlée dans les régions méditerranéennes françaises pour la période 2000–2010



**Tableau 2.18:**

Proportion de feux de forêts et de surfaces brûlées dans les régions méditerranéennes françaises par rapport au nombre total de feux de forêts et à la surface totale brûlée en France.

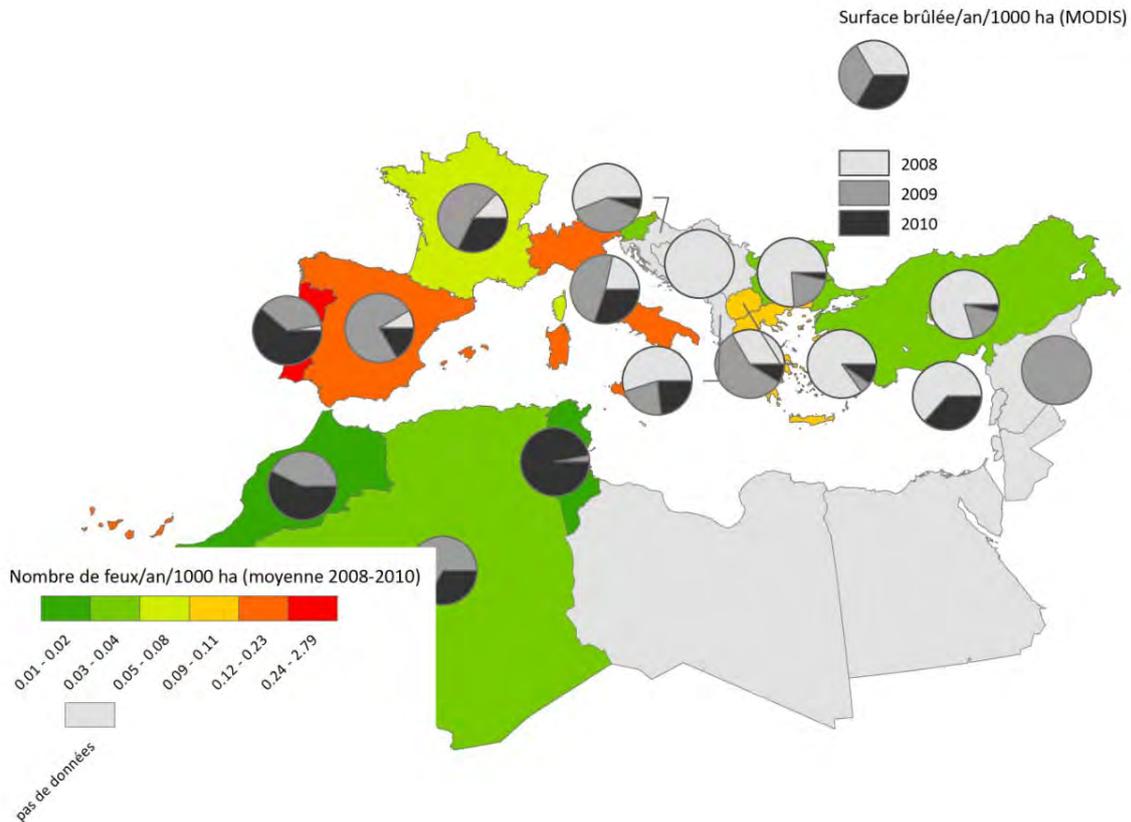
Année	Régions méditerranéennes françaises	
	Pourcentage par rapport au nombre total de feux de forêts en France	Surface brûlée par rapport à la surface totale brûlée en France
2000	53	78
2001	65	87
2002	41	21
2003	50	84
2004	54	77
2005	40	78
2006	49	70
2007	69	76
2008	48	62
2009	41	65
2010	35	60

Source: Prométhée (Base de données sur les feux de forêts dans les régions méditerranéennes françaises).

Une source importante de données pour estimer les surfaces brûlées par les feux de forêts dans la région méditerranéenne est disponible grâce au système MODIS<sup>3</sup> (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Satellite Imagery).

Ces données MODIS permettent de cartographier seulement les feux de forêts d'une surface supérieure à 40 hectares. Même si ces derniers ne représentent qu'une fraction du nombre total de départs de feux de forêts répertoriés, ils sont néanmoins responsables d'environ 75 pour cent de la surface totale brûlée chaque année dans le Sud de l'Union Européenne (Commission Européenne, 2011). Ces données MODIS constituent donc une excellente estimation de la situation réelle des dégâts causés par les feux de forêts dans le pourtour de la Méditerranée

La Figure 2.29 et le Tableau 2.9 montrent la répartition des surfaces brûlées par des feux de forêts de plus de 40 hectares pour les années 2008, 2009 et 2010, pour un total de 881 178 hectares brûlés au cours de cette période.



**Figure 2.29:** Répartition des surfaces brûlées par les feux de forêts entre 2008 et 2010. Sources: FAO, 2010b et EFFIS.

<sup>3</sup> La plupart des pays du Nord de l' Afrique ont été impliqués dans le suivi des feux de forêts par télédétection que relativement récemment avec des données disponibles seulement depuis 2008.

**Table 2.9.** Surfaces brûlées par les feux de forêts de plus de 40 hectares dans les pays méditerranéens entre 2008 et 2010.

Année	Surface brûlée (ha)									
	Albanie	Algérie	Bosnie	Bulgarie	Croatie	Chypre	France	ARYM	Grèce	Israël
2008	19 254	n.s.	6 962	5 731	3 217	1 947	1 695	14 463	24 573	n.s.
2009	7 607	141 925	181	1 564	2 208	n.s.	7 972	901	42 760	46
2010	8 155	70 747	3 350	28	330	1 122	4 677	1 692	6 496	3 013
Année	Italie	Monténégro	Maroc	Portugal	Serbie	Slovénie	Espagne	Syrie	Tunisie	Turquie
	2008	24 450	5 772	n.s.	5352	629	n.s.	10 072	n.s.	n.s.
2009	54 943	103	2 112	75 265	n.s.	n.s.	88 886	5 276	129	5 797
2010	34 379	2 088	2 826	127 891	n.s.	n.s.	19 915	n.s.	3 551	1 278

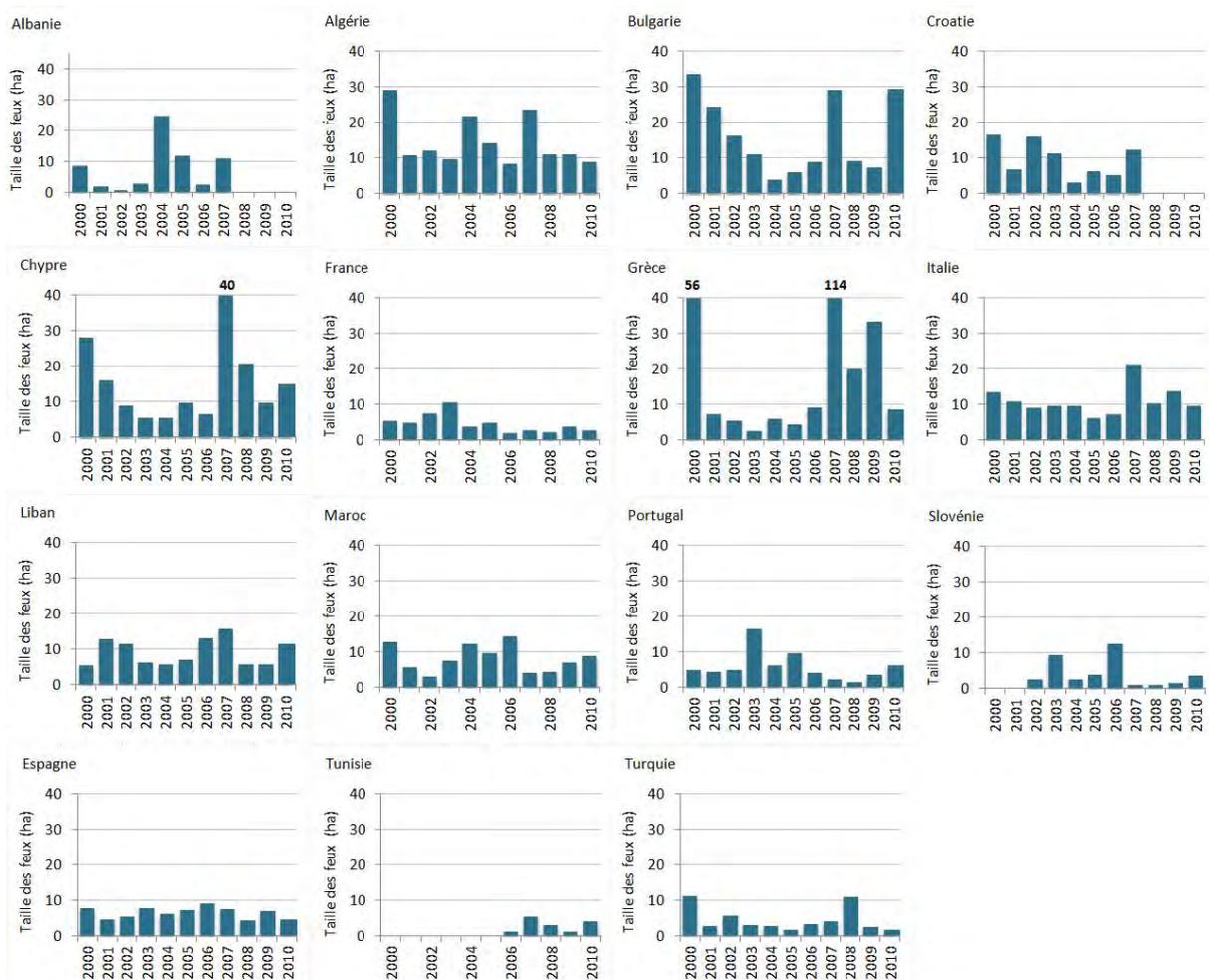
Note: ARYM = Ancienne République yougoslave de Macédoine ; Syrie = République arabe syrienne ; ns = non significatif.

Sources: EFFIS, 2010.

### *Taille moyenne des feux de forêts dans la région méditerranéennes pour la période 2000–2010*

La Figure 2.30 montre la taille moyenne des feux de forêts calculée dans la région méditerranéenne pour la période 2000-2010. Sur cette figure on observe que la taille moyenne des feux de forêts est significativement plus haute en Algérie, en Bulgarie, à Chypre, en Grèce et, dans une moindre mesure, en Italie en comparaison avec les autres pays du pourtour de la Méditerranée. Les saisons désastreuses des années 2003 et 2007 sont particulièrement visibles sur cette Figure 2.31.

Même si le Portugal présente régulièrement le plus grand nombre de départs de feux de forêts et d'importantes surfaces brûlées la taille moyenne des feux dans ce pays reste très bas ce qui peut être analysé comme un indicateur d'efficacité des mesures d'intervention.



**Figure 2.30** Taille moyenne des feux de forêts dans les pays méditerranéens pour la période 2000–2010

Sources: FAO, 2006; FAO, 2010b; EFFIS et bases de données européennes sur les Feux de Forêts.

### Encadré 2.2. Utilisation du feu comme outils de prévention des feux de forêts en Méditerranée

Dans les zones rurales méditerranéennes, le feu a souvent été utilisé comme un outil de gestion des terres, principalement pour la maintenance des prairies et l'élimination de la végétation indésirable. L'usage des contre feux pour aider à contrôler les feux de forêts appartient également au savoir traditionnel des populations locales autour de la Méditerranée. Cependant, l'augmentation des risques de propagation des feux de forêts à cause de l'abandon des espaces ruraux (et, par conséquent, l'augmentation du combustible dans les territoires) et de la proximité entre les forêts et les espaces urbains nécessitent de repenser, de réguler et d'encadrer cette usage traditionnel du feu comme outil de gestion des territoires méditerranéens.

Le feu est un élément naturel de nombreux écosystèmes méditerranéens. Certains types de forêts sont adaptés au passage plus ou moins fréquent des

feux de forêts naturels causés par la foudre. Les feux spontanés permettent de limiter la végétation des étages inférieurs et, par conséquent, la quantité de combustible ce qui prévient l'écosystème contre les feux plus graves qui peuvent brûler toutes les strates de la végétation et ont alors un impact énorme sur son fonctionnement et sa résilience. Dans ces types de forêts, le pâturage des sous bois peut avoir le même effet que le feu sur la dynamique de la végétation des strates inférieures.

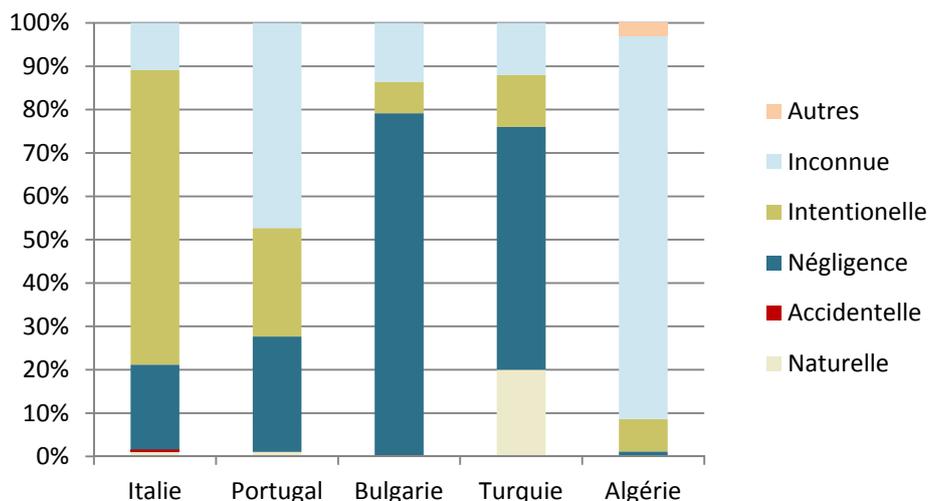
Dans de nombreuses régions du monde, une meilleure connaissance de l'écologie du feu permet son utilisation accrue comme outil de prévention des feux de forêts de grande taille. Le brûlage dirigé constitue un moyen rentable de limiter l'accumulation du combustible et, d'un point de vue écologique, peut améliorer la santé et vitalité des forêts. Le brûlage dirigé peut aussi être un outil utile pour la récupération et la conservation de certains habitats (par exemple, la restauration des habitats dans les zones de nidification des oiseaux dans le Delta de l'Ebre en Catalogne).

Néanmoins, le feu doit être utilisé que sous certaines prescriptions techniques, sociales, légales et écologiques. Une connaissance précise de son comportement et de l'écologie des espèces méditerranéennes vis-à-vis du feu est nécessaire. On doit également tenir compte de l'acceptation sociale de l'utilisation du feu comme outil de prévention et mieux intégrer les enjeux liés à la santé humaine et à la sécurité des populations.

Avec des formations et de l'information adaptées il sera alors possible de mieux intégrer le brûlage dirigé dans la gestion des écosystèmes forestiers méditerranéens pour prévenir les grands feux de forêts, limiter la quantité de combustible dans les territoires et gérer des feux de forêts naturels de faible intensité.

### ***Causes des feux de forêts dans le pourtour de la Méditerranée***

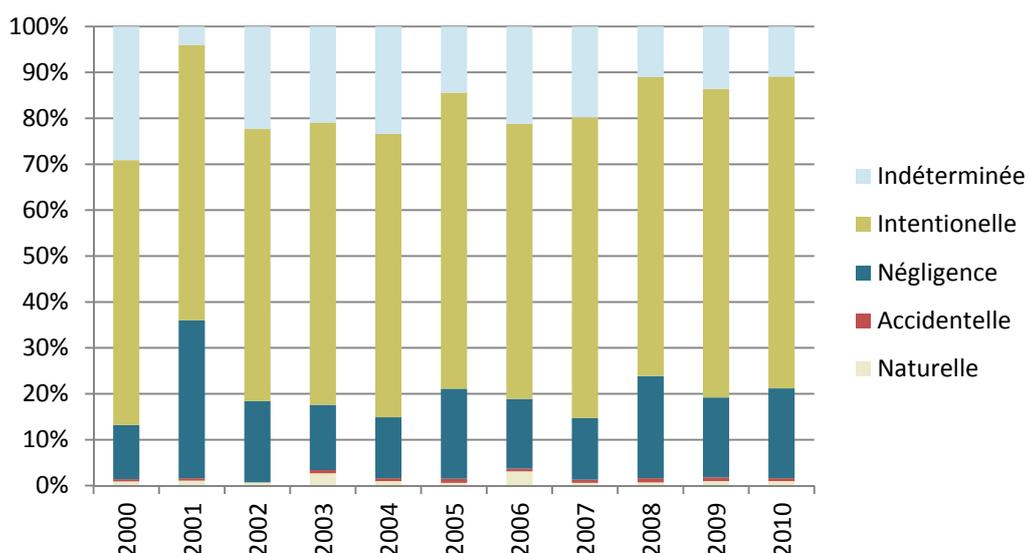
Le peu d'information harmonisée disponible sur les causes de feux de forêts montre que la région méditerranéenne est caractérisée par une forte prévalence des feux de forêts d'origine humaine. La Figure 2.31 présente les causes de feux de forêts dans cinq pays du pourtour de la Méditerranée en 2010. La cause "Inconnue" compte pour 51 pour cent du total (allant de 88 pour cent en Algérie à 48 pour cent au Portugal ou à 12 pour cent en Turquie). Cette situation confirme le besoin déjà mis en évidence par la Commission Européenne (2011) d'améliorer les connaissances et le suivi sur les causes de feux de forêts et de capitaliser sur les méthodes d'investigations après les feux de forêts.



**Figure 2.31.** Causes des feux de forêts rapportées par cinq pays de la région méditerranéenne en 2010

Source: Commission Européenne, 2011

**Exemple de suivi des causes de feux de forêts en Italie.** Le Service Forestier Italien (Corpo Forestale dello Stato) a développé une méthode pour les investigations susceptible de permettre de mieux connaître les causes des feux de forêts. Cette méthode prend en compte les causes possibles ou supposées mais également intègre les preuves prélevées sur la scène du feu (au point d'ignition) ou obtenues après analyses et/ou enquêtes. Une fois la cause du feu identifiée, l'enquête se poursuit plus en profondeur pour connaître les raisons (dans le cas d'un feu d'origine non intentionnelle) et les motivations (dans le cas des feux d'origine intentionnelle). Les Figures 2.31 et 2.32 montrent qu'environ 68 pour cent des feux de forêts étaient d'origine intentionnelle en Italie pour l'année 2010.



**Figure 2.32.** Causes des feux de forêts en Italie pour la période 2000–2010

Source : Service Forestier Italien, 2011.

Grâce à la mise en place d'un cadre légal sur les feux de forêts (Loi numéro 353/2000), un groupe de travail spécialisé sur les investigations relatives aux causes des feux de forêts (*Nucleo Investigativo Antincendi Boschivi*) a été mis en place au sein du Service Forestier Italien. Une base de donnée sur les surfaces forestières affectées par les feux de forêts a aussi été créée au niveau municipal pour enregistrer et géo-référencer tous les feux de forêts au niveau national. Cette base de données est de plus en plus utilisée pour rechercher les causes des feux de forêt et mieux comprendre leurs modes de développement sur le territoire italien.

Une nouvelle classification européenne sur les causes des feux de forêts a été adoptée en 2011. La démarche italienne pour les investigations sur les causes des feux de forêts a contribué au développement d'une nouvelle classification européenne élaborée dans le contexte d'un projet européen piloté par le Cemagref (France) et EFFIS (Figure 2.33). Ce projet visait l'harmonisation des données entre les pays et la meilleure compréhension des principales causes de départs des feux de forêts. Au terme du projet, la nouvelle classification a été adoptée et elle permettra d'améliorer la qualité des données sur les causes dans les futurs rapports annuels sur les feux de forêts en Europe publiés par EFFIS et dans les rapports sur l'Etat des Forêts Méditerranéenne publiés par la FAO.

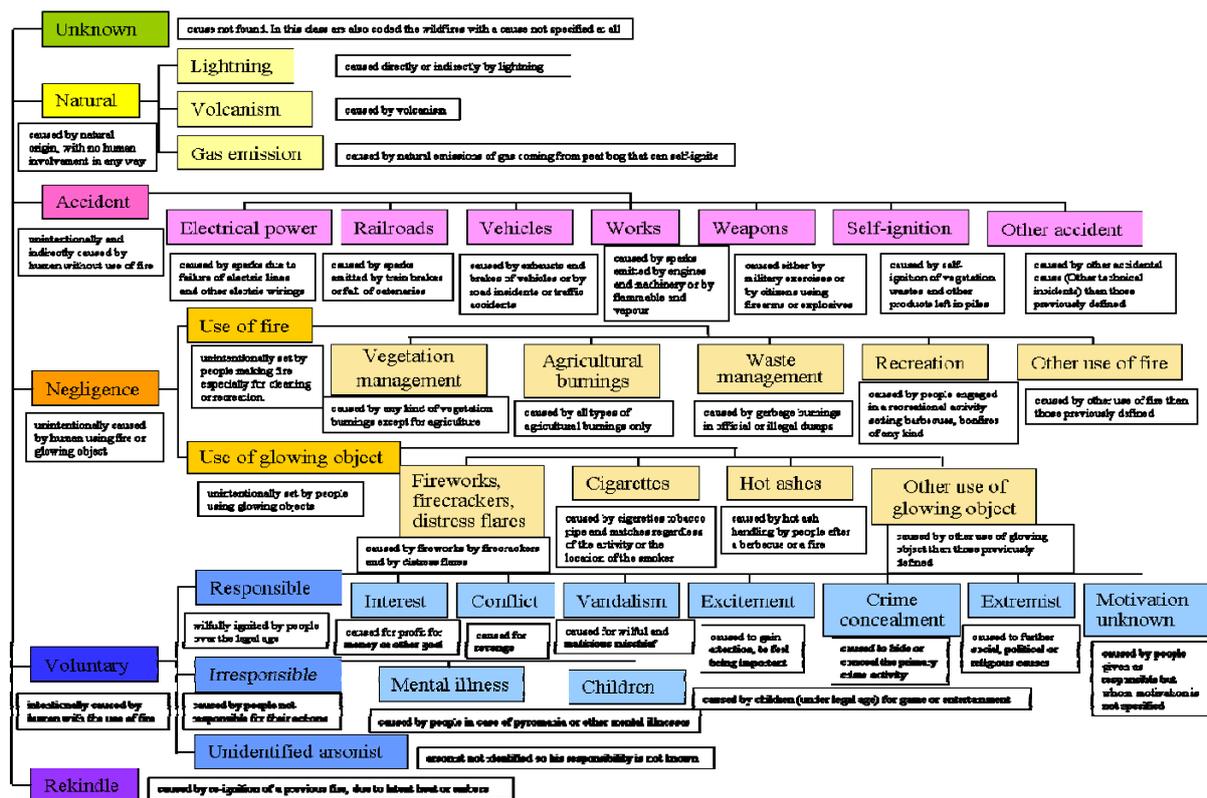


Figure 2.33. Nouvelle classification sur les causes des feux de forêts en Europe. Source: EC-JRC, 2012.

## Insectes ravageurs, maladies et autres perturbations

Les forêts méditerranéennes partagent de nombreux caractères communs: climat, sols et composition des forêts. Elles partagent également de nombreux problèmes de santé tels que des insectes ravageurs, des maladies, d'autres facteurs biotiques (comme des espèces ligneuses invasives ou le pâturage) et des facteurs abiotiques (comme la pollution ou les tempêtes).

A l'occasion de l'Évaluation Globale des Ressources Forestières (FAO, 2010b), les pays ont fournis des données sur les surfaces forestières affectées négativement par ce type de perturbations. Ils ont produit des données moyennes pour des périodes de cinq années autour des trois années suivantes : 1990 (moyenne pour la période 1988–1992), 2000 (moyenne pour la période 1998–2002) et 2005 (moyenne pour la période 2003–2007), afin de réduire l'effet liés aux possibles grandes fluctuations interannuelles. La majorité des pays n'ont pas été en mesure de fournir des informations quantitatives fiables sur la santé des forêts car tous n'assurent pas forcément un suivi systématique pour les variables requises. Sur les 31 pays concernés du pourtour de la Méditerranée, seulement 12 pays ont produit des données pour les trois années (1990, 2000 et 2005), et un seul pays a rapporté au sujet des perturbations abiotiques pour les périodes considérées. Dix neuf pays de la région ont rapporté pour la période autour de l'année de référence 2005. Pour cette période seulement 11 ont produit des données complètes pour tous les types de perturbations (Tableau 2.10 et Figure 2.34).

Les dommages liés à des insectes ravageurs des forêts ont été estimés à 35 millions d'hectares par an pour l'ensemble des forêts du monde (FAO, 2010b). Sur cette estimation au niveau mondial plus de 5 millions d'hectares ont été rapportés par des pays du pourtour de la Méditerranée ce qui représente 14 pour cent des dommages estimés au niveau mondial et environ 6 pour cent de la surface totale des forêts présentes dans ces pays du pourtour de la Méditerranée (Tableau 2.10).

**Tableau 2.10.** Surface forestière moyenne affectée annuellement par les insectes, maladies, autres agents biotiques ou perturbations abiotiques dans les pays du pour tour de la Méditerranée en 2005

Pays	Surfaces de forêts affectées 1 000 ha			
	Insectes	Maladies	Autres perturbations biotiques	Perturbations abiotiques
Albanie	1	1	101	0
Algérie	217	..	..	..
Bulgarie	82	32	1	7
Croatie	27	10	8	19
Chypre	6	0	4	0
Egypte	1	0	0	0
France	..	..	..	0
Israël	3	0	0	0
Italie	347	591	323	584

Liban	1	1	0	2
Maroc	33	..	16	..
Portugal	604	143	44	51
Serbie	118	..	..	..
Slovénie	1	0	0	1
République arabe syrienne	1	..	..	..
Ancienne République yougoslave de Macédoine	44	3	..	..
Tunisie	10	0	0	0
Turquie	172	12	..	11
<b>TOTAL</b>	<b>1 668</b>	<b>794</b>	<b>498</b>	<b>675</b>

Source: FAO, 2010b.



Figure 2.34. Surface forestière totale affectée par des perturbations biotiques ou abiotiques dans les pays du pourtour de la Méditerranée en 2005.

Source: FAO, 2010b.

## *Insectes ravageurs et maladies*

En listant les dix épidémies majeures enregistrées depuis 1990 (insectes ravageurs ou maladies), les pays du pourtour de la Méditerranée ont rapporté un total de 89 insectes ravageurs et de 34 maladies (FAO, 2010b). Les tableaux 2.11 et 2.12 listent les espèces qui ont été rapportées dans plus d'un pays du pourtour de la Méditerranée.

Les insectes ravageurs indigènes de la région méditerranéenne causent des dommages considérables et sont les espèces les plus fréquemment rapportées (Tableau 2.11). Sur les 27 insectes ravageurs rapportés dans plus d'un pays du pourtour de la Méditerranée seulement quatre espèces ont été introduites : *Leptocybe invasa*, *Ophelimus maskelli*, *Phoracantha recurva* et *P. semipunctata*. Ce constat peut être plus lié aux difficultés à

identifier des ravageurs inconnus qu'à un reflet réel de la situation de la région méditerranéenne.

**Tableau 2.11.** Surfaces forestières moyennes affectées par des perturbations biotiques ou abiotiques dans la région Méditerranéenne pour les années 1990, 2000 et 2005

Pays	Surfaces forestières			Surfaces de forêts affectées (1 000 ha)									Pourcentage de forêts affectées par des perturbations		
	(1 000 ha)			Facteurs Abiotiques			Facteurs Biotiques			Surface totale affectée par des perturbations			(1 000 ha)		
	1990	2000	2005	1990	2000	2005	1990	2000	2005	1990	2000	2005	1990	2000	2005
Albanie	789	769	782	..	0	0	223	142	103	..	..	..	..	..	..
Algérie	1 667	1 579	1 536	..	..	..	241	130	217	241	130	217	14	8	14
Bosnie..Herzégovine	2 210	2 185	2 365	1	1	..	4	11	0	..	..	..	..	..	..
Bulgarie	3 327	3 375	3 651	9	23	7	156	222	115	165	245	122	5	7	3
Croatie	1 850	1 885	1 903	..	25	19	0	42	46	..	68	65	..	4	3
Chypre	161	172	173	0	0	0	0	0	10	..	..	10	..	..	6
Egypte	44	59	67	..	0	0	0	1	1	..	1	1	..	1	2
France	14 537	15 353	15 714	13	229	0	0	0	0	..	..	..	..	..	..
Israël	132	153	155	1	1	0	11	2	3	11	4	3	8	2	2
Italie	7 590	8 369	8 759	..	588	584	0	943	1261	..	1531	1845	..	18	21
Liban	131	131	137	..	..	2	0	1	2	..	1	4	..	0	3
Maroc	5 049	5 017	5 081	..	..	..	16	42	49	16	42	49	0	1	1
Portugal	3 327	3 420	3 437	37	21	51	480	275	791	516	296	843	16	9	25
Serbie	2 313	2 460	2 476	..	..	..	2	85	118	2	85	118	0	3	5
Slovénie	1 188	1 233	1 243	..	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0
Espagne	13 818	16 988	17 293	..	..	..	421	406	0	..	..	..	..	..	..
République arabe syrienne	372	432	461	..	..	..	0	1	1	..	..	..	..	..	..
Ancienne République yougoslave de Macédoine	912	958	975	..	..	..	27	58	47	..	..	..	..	..	..
Tunisie	643	837	924	1	0	0	15	10	10	16	10	10	2	1	1
Turquie	9 680	10 146	10 740	..	34	11	250	333	184	250	367	195	3	4	2
<b>Total</b>	<b>69 740</b>	<b>75 521</b>	<b>77 872</b>	<b>61</b>	<b>923</b>	<b>675</b>	<b>1 846</b>	<b>2 706</b>	<b>2 960</b>	<b>1 217</b>	<b>2 779</b>	<b>3 483</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Source: FAO, 2010b.

**Tableau 2.12.** Insectes ravageurs affectant plus d'un pays du pourtour de la Méditerranée en 2005

Maladies	Pays	Ordre: Famille	Hôte principal
<i>Chrysomela</i> (= <i>Melasoma</i> ) <i>populi</i>	Albanie, Croatie	Coleoptera: Chrysomelidae	Peuplier
<i>Coleophora laricella</i>	Croatie, ancienne République yougoslave de Macédoine	Lepidoptera: Coleophoridae	Mélèze
<i>Diprion pini</i>	Bulgarie, Turquie	Hymenoptera: Diprionidae	Pin
<i>Erannis defoliaria</i>	Albanie, ancienne République yougoslave de Macédoine	Lepidoptera: Geometridae	Chêne
<i>Euproctis chrysorrhoea</i>	Bulgarie, Croatie, ancienne République yougoslave de Macédoine	Lepidoptera: Lymantriidae	Chêne
<i>Ips sexdentatus</i>	Ancienne République yougoslave de Macédoine, Turquie	Coleoptera: Scolytidae	Pin
<i>Ips typographus</i>	Croatie, France, Serbie, Turquie	Coleoptera: Scolytidae	Epicéa
<i>Leptocybe invasa</i>	Algérie, France, Grèce, Israël, Italie, Jordanie, Liban Maroc Portugal, Espagne, République arabe syrienne, Tunisie, Turquie	Hymenoptera: Eulophidae	Eucalyptus
<i>Lymantria dispar</i>	Algérie, Bulgarie, Croatie, Israël, Liban, Maroc, Serbie, ancienne République yougoslave de Macédoine, Tunisie, Turquie	Lepidoptera: Lymantriidae	Chêne
<i>Neodiprion sertifer</i>	Ancienne République yougoslave de Macédoine, Turquie	Hymenoptera: Diprionidae	Pin
<i>Ophelimus maskelli</i>	France, Grèce, Israël, Italie, Portugal, Espagne, Tunisie, Turquie	Hymenoptera: Eulophidae	Eucalyptus
<i>Orthotomicus erosus</i>	Israël, Maroc, Tunisie, Turquie	Coleoptera: Scolytidae	Pin
<i>Phloeosinus aubei</i>	Albanie, Tunisie	Coleoptera: Curculionidae	Cyprès
<i>Phoracantha recurva</i>	Grèce (one record), Maroc, Espagne Tunisie	Coleoptera: Cerambycidae	Eucalyptus
<i>Phoracantha semipunctata</i>	Algérie, Chypre Egypte, France, Israël, Italie, Liban, Libye, Maroc, Portugal, Espagne Tunisie, Turquie	Coleoptera: Cerambycidae	Eucalyptus
<i>Phyllaphis fagi</i>	Albanie, Croatie	Hemiptera: Aphididae	Hêtre
<i>Pityogenes chalcographus</i>	Croatie, Serbie	Coleoptera: Scolytidae	Epicéa
<i>Thaumetopoea bonjeani</i>	Algérie, Maroc	Lepidoptera: Thaumetopoeidae	Cèdre
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	Albanie, Algérie, Bulgarie, Croatie, Maroc, République arabe syrienne, ancienne République yougoslave de Macédoine, Tunisie, Turquie	Lepidoptera: Thaumetopoeidae	Pin
<i>Thaumetopoea processionea</i>	Croatie, République arabe syrienne	Lepidoptera: Thaumetopoeidae	Chêne
<i>Thaumetopoea wilkinsoni</i>	Chypre, Israël, Liban	Lepidoptera: Thaumetopoeidae	Pin
<i>Tomicus destruens</i>	Chypre, Tunisie	Coleoptera: Scolytidae	Pin
<i>Tomicus piniperda</i>	Chypre, Liban	Coleoptera: Scolytidae	Pin
<i>Tortrix viridana</i>	Croatie, ancienne République yougoslave de Macédoine, Tunisie	Lepidoptera: Tortricidae	Chêne

Source: FAO, 2010b.

Note: [1] Pour les insectes introduits – *Leptocybe invasa*, *Ophelimus maskelli*, *Phoracantha recurva* et *P. semipunctata* – les pays en gras ont rapporté la maladie à la FAO (2010). Dans les autres pays listés, la maladie est identifiée pour avoir été introduite, mais elle n'est pas rapportée comme une épidémie majeure pour les espèces concernées. Pour les espèces indigènes les pays listés sont les pays qui ont rapporté spécifiquement la maladie comme une épidémie majeure pour les espèces concernées.

Sources: Dhahri, Ben Jamaa et Lo Verde, 2010 ; FAO, 2010b.

Sur les 27 insectes ravageurs rapportés, 13 sont des coléoptères, 9 sont des lépidoptères (papillons diurnes et nocturnes), 4 sont des hyménoptères et un est un hémiptère (puceron).

Les phloèmes et autres foreurs du bois, tel que les espèces *Ips*, *Phoracantha* et *Tomicus*, sont un problème dans de nombreux pays de la région méditerranéenne. Certains d'entre eux représentent une double menace car ils peuvent agir aussi comme vecteurs pour d'autres pathogènes. *Orthotomicus erosus*, par exemple, est un vecteur de champignons pathogènes et est connu pour porter *Sphaeropsis sapinea*, qui cause des mortalités chez de nombreuses espèces de Pins.

Des espèces défoliatrices telles que le bombyx disparate (*Lymantria dispar*) et la chenille processionnaire (espèce *Thaumetopoea*) sont aussi un problème régional. *Thaumetopoea pityocampa*, par exemple, sont aujourd'hui rapportés dans tous les pays de la Méditerranée à l'exception de l'Égypte et de la Libye.

Alors que les ravageurs indigènes sont déjà un problème, un certain nombre d'espèces d'insectes natives d'Australie ont été introduites dans les pays du pourtour de la Méditerranée, ou ils causent des dommages considérables aux forêts. Les ravageurs invasifs suivants ont été rapportés par plusieurs pays du pourtour de la Méditerranée :

- *Leptocybe invasa* est un ravageur sérieux des espèces *Eucalyptus* dans la plupart des pays de la région méditerranéenne et, tout particulièrement, dans les jeunes plantations. Le développement des larves de ces parasites forment des galles sur les nervures médianes des feuilles, les pétioles et les nouvelles tiges en croissance des jeunes arbres d'eucalyptus et des plants en pépinière. Les arbres sévèrement attaqués montrent les dégâts suivants : chute des feuilles, aspect noueux, problèmes de croissance, perte de vigueur et déclin avec éventuellement mort de l'arbre.
- *Ophelimus maskelli* est présent en Afrique du Nord, en Europe du Sud et au Proche-Orient, où il cause des dommages considérables à *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus rudis*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus cinerea*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus botyoides*, *Eucalyptus viminalis* et *Eucalyptus saligna* (Dhahri, Ben Jamaa et Lo Verde, 2010). Ce ravageur provoque aussi des galles sur les branches d'arbres et de feuilles. Ses dégâts sont si préjudiciables que l'établissement de plantations d'*Eucalyptus camaldulensis* a été abandonné en Israël (Mendel *et al.*, 2004).
- *Phoracantha recurva* et *P. semipunctata* sont des insectes foreurs très graves pour les *Eucalyptus*, en particulier, les *Eucalyptus* plantés en dehors de leur aire de répartition naturelle. *Phoracantha semipunctata* a causé d'importants dégâts aux plantations d'*Eucalyptus camaldulensis* dans certaines zones d'Afrique du Nord et 'du Proche-Orient.

Deux autres ravageurs introduits sont d'une grande importance dans la région méditerranéenne (même si ils n'ont pas été signalés par plus d'un pays). Il s'agit du Sirex *Cephalcia tannourinensis* qui menace le Cèdre du Liban (*Cedrus Libani*) et le Psylle de l'Eucalyptus *Glycaspis brimblecombei*.

Les forêts de Cèdres du Liban, presque entièrement composées de l'espèce *Cedrus libani*, couvrent une surface d'environ 1 700 hectares ce qui représente 2.8 pour cent de la surface totale des forêts du pays. Elles sont d'une grande importance pour préserver la diversité génétique de l'espèce et sont la principale source pour la production de Cèdres à vocation ornementale. A la fin des années 1990, une des plus importantes forêts de Cèdres du Liban, la forêt de Cèdres de Tannourine, a été gravement infesté par cette nouvelle espèce d'insectes : *Cephalcia tannourinensis*. Ce ravageur est extrêmement vorace et est considéré comme l'un des plus dangereux pour les Cèdres. La FAO et plusieurs experts de la région ont fourni une assistance technique d'urgence pour gérer cette situation entre 2001 et 2003. Ce ravageur continue d'être suivi de très près dans toutes les forêts de Cèdres du Liban pour éviter une nouvelle épidémie susceptibles de menacer non seulement les forêts de Cèdres du Liban et mais aussi les forêts de Cèdres de toute la région méditerranéenne.

Originaire d'Australie, *Glycaspis brimblecombei* est un ravageur des différentes espèces d'Eucalyptus qui a été introduite dans les pays du pourtour de la Méditerranée, incluant l'Italie (Laudonia et Garonna, 2010), le Portugal, l'Espagne (Hurtado et Reina, 2008 ; Valente et Hodkinson, 2009), et, plus récemment, le Maroc (Ibnelazyz, 2011). Il cause de sévères défoliations, des problèmes de croissance et une importante mortalité. Il est particulièrement inquiétant étant donné sa capacité à se propager rapidement après son introduction dans un nouveau territoire.

Le Tableau 2.13 montre les maladies rapportées par les pays méditerranéens en 2010. *Cryphonectria parasitica*, ou la brûlure du châtaignier, est la maladie la plus signalée dans la région méditerranéenne. Originaire d'Asie, elle s'est répandue dans le monde, notamment en Afrique, au Proche-Orient, en Amérique du Nord et dans de vastes zones de l'Europe. Elle infecte les parties aériennes des arbres et crée des chancres qui se dilatent, cernent et finissent par tuer les branches des arbres et des troncs.

**Tableau 2.13.** Maladies rapportées dans plus d'un pays de la région méditerranéenne

Maladies	Pays	Hôte principal
<i>Cryphonectria parasitica</i>	Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, France, Grèce, Italie, Portugal, Slovénie, Espagne, ancienne République yougoslave de Macédoine, Tunisie, Turquie	Châtaigner
<i>Melampsora allii-populina</i>	Albanie, France	Peuplier
<i>Microsphaera alphitoides</i>	Albanie, Croatie	Chêne
<i>Mycosphaerella pini</i>	Croatie, France	Pin
<i>Ophiostoma ulmi</i>	Croatie, ancienne République yougoslave de Macédoine, Tunisie	Orme
<i>Seiridium cardinale</i>	Albanie, Chypre, Israël	Cyprès
<i>Sphaeropsis sapinea</i>	Croatie, France	Pin

Source: FAO, 2010b.

*Seiridium cardinale* est un sérieux champignon pathogène des Cyprès qui provoque des chancres sur les branches et le tronc. Il a été rapporté dans tous les continents et est commun dans la région méditerranéenne. La maladie a causé la perte de millions de Cyprès, en particulier dans le sud de l'Europe, et est beaucoup plus fréquent et plus grave dans les zones d'introduction du Cyprès.

*Mycosphaerella pini* est un champignon qui infecte et tue les aiguilles de certaines espèces de Pins (genre *Pinus*). C'est peut-être la maladie du feuillage la plus importante des pins exotiques, bien que la sensibilité puisse être très variable selon les espèces de pins. *Pinus radiata* est particulièrement sensible à cette maladie ce qui a contraint certains gestionnaires à abandonner la plantation de cette espèce dans la région méditerranéenne.

Beaucoup d'insectes ravageurs et de maladies rapportés dans la région sont des ravageurs des feuillus avec pas moins de six espèces attaquant les chênes (tableaux 2.11 et 2.12). Douze ravageurs des Pins et quatre ravageurs des Eucalyptus ont été signalés. En plus des parasites évoqués ci-dessus, des dépérissements ont été observés dans certaines zones de la région méditerranéenne avec notamment les genévriers (*Juniperus procera*) en Libye et les cèdres (*Cedrus atlantica*) au Maroc.

## Autres perturbations

**Les espèces ligneuses invasives.** Les espèces ligneuses invasives sont de plus en plus considérées comme un problème majeur se traduisant par de nombreux effets négatifs à la fois économiques, sociaux et environnementaux. De nombreuses espèces d'arbres non-indigènes sont régulièrement utilisées dans l'agroforesterie, la foresterie commerciale et la lutte contre la désertification. Les problèmes surviennent lorsque ces espèces

deviennent envahissantes et lorsque les effets négatifs deviennent plus importants sur les effets positifs découlant de leur utilisation.

Le Tableau 2.14 liste les espèces ligneuses invasives rapportées par les pays de la région méditerranéenne en 2010. La majorité de ces espèces invasives sont des espèces d'*Acacia* qui ont souvent été introduites pour la fourniture de bois, de bois de feu et de matériel de construction ou pour l'alimentation animale ainsi que pour la production de tanins utilisés par les industries du cuir ou encore pour le reboisement et la stabilisation des dunes. Lorsqu'ils sont devenus envahissants, les Acacias ont modifié les habitats pour la faune sauvage ainsi que les cycles de certains nutriments. Ils ont aussi été parfois responsables d'une diminution de l'approvisionnement en eau pour les communautés voisines et/ou d'une augmentation des risques de feux de forêts.

**Tableau 2.14.** Espèces ligneuses invasives dans la région méditerranéenne

Espèces invasives	Pays
<i>Acacia cyanophylla</i>	Chypre
<i>Acacia dealbata</i>	Espagne
<i>Acacia salicina</i>	Israël
<i>Acacia saligna</i>	Israël
<i>Acacia</i> spp.	Portugal, Espagne
<i>Acacia victoria</i>	Israël
<i>Acer negundo</i>	France, Espagne
<i>Ailanthus altissima</i>	Bulgarie, Chypre, Italie, Espagne
<i>Amorpha fruticosa</i>	Bulgarie, Croatie
<i>Dodonaea viscosa</i>	Chypre
<i>Fraxinus americana</i>	Bulgarie
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Espagne
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Israël
<i>Prunus serotina</i>	France
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Croatie, Italie, Slovénie

Source: FAO, 2010b.

Une plante originaire de Chine, *Ailanthus altissima*, est une plante invasive significative dans la région méditerranéenne. C'est une espèce agressive qui a une croissance très rapide et une dissémination des graines très efficaces pour envahir la végétation indigène. Elle produit également des toxines qui empêchent la mise en place à proximité d'autres espèces végétales.

*Robinia pseudoacacia* est également une espèce agressive, très adaptable, originaire du Sud des Etats-Unis. Elle se propage par semences, rejets et drageons de la racine et se développe donc très facilement dans de nouvelles régions où son ombre réduit la concurrence des autres plantes.

**Autres perturbations biotiques.** Les autres facteurs biotiques rapportés par les pays du pourtour de la Méditerranée comprennent des plantes parasites telles que plusieurs espèces de Gui, *Loranthus europaeus* et *Viscum album* (Croatie et ancienne République

yougoslave de Macédoine) ; des mauvaises herbes (Croatie) ; l'élagage par les humains pour le fourrage (Albanie) ; des rongeurs (Chypre et Croatie); la faune sauvage et le pâturage par les animaux d'élevage (Albanie, Croatie, Chypre et Egypte) et, enfin, des singes (Maroc).

**Perturbations abiotiques.** Les perturbations abiotiques (*i.e.* perturbations causées par des facteurs non vivants) ont des impacts importants dans les forêts méditerranéennes (Tableau 2.11). Dans certaines zones, les dommages causés aux forêts par les tempêtes (*e.g.* vent, neige et gel) ont augmenté au cours des dernières décades, particulièrement en Europe, où les tempêtes causent aujourd'hui plus de 50 pour cent des dommages causés aux forêts. Des dommages liés aux tempêtes ont été rapportés en Croatie, à Chypre, en France, au Liban et au Maroc. La Croatie a aussi rapporté des dommages liés aux glissements de terrains et aux inondations.

Les sécheresses se produisent lorsqu'il y a moins de précipitations par rapport à la situation normale sur une longue période de temps (habituellement une saison ou plus). Souvent associée avec les régions arides de l'Afrique, ces dernières années, de tels événements ont également frappé l'Inde et certaines parties de la Chine, le Proche-Orient, l'Australie, certaines parties de l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Europe ainsi que de la Méditerranée (OMM, 2011). La sécheresse peut affecter les forêts de façon très variable : mortalité accrue, baisse de la productivité et dépérissement et susceptibilité accrue aux insectes ravageurs et autres agents pathogènes. La Croatie et Israël ont rapporté la sécheresse comme une perturbation abiotique significative affectant les forêts en 2010.

## **2.3. Biens et services fournis par les écosystèmes forestiers méditerranéens**

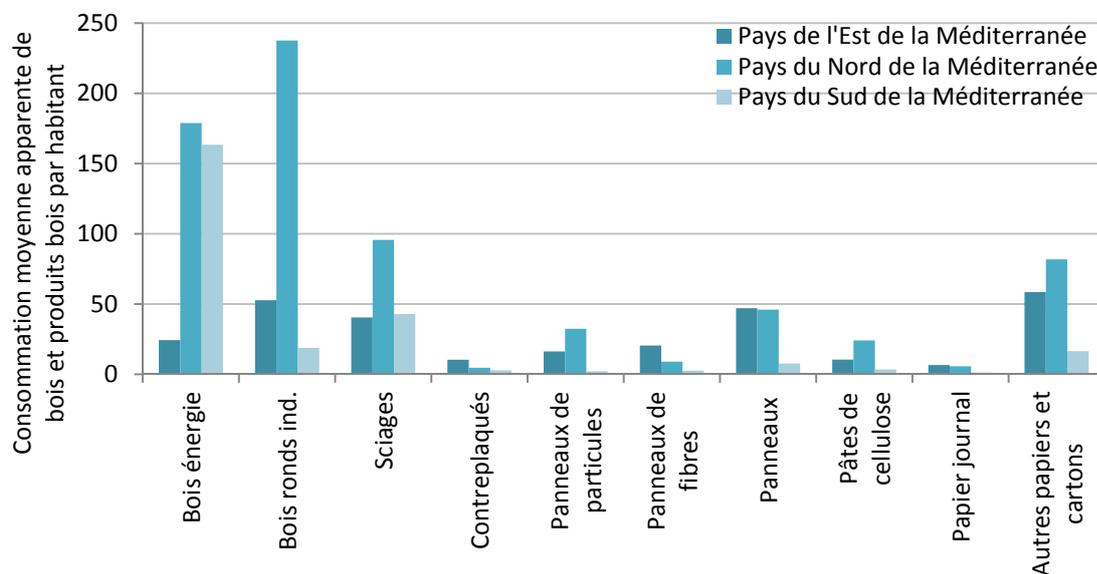
### **Production ligneuse dans les forêts de la région méditerranéenne**

La multifonctionnalité des forêts méditerranéennes est depuis longtemps reconnue. En effet, les forêts méditerranéennes ne se distinguent pas par leur production de bois mais plutôt par les produits forestiers non ligneux (PFNL) et les autres services qu'elles procurent (Merlo and Croitoru, 2005). Elles contribuent néanmoins à satisfaire les besoins en produit ligneux des pays de la région. Les statistiques disponibles sur la production, la consommation et les échanges de produits ligneux autour de la Méditerranée sont nationales et ne permettent pas de distinguer les types de forêts. Il convient donc d'interpréter les chiffres relatifs à la sous-région avec précaution, spécialement pour le nord de la Méditerranée, puisqu'ils incluent des volumes de produits issus de forêts méditerranéennes et de forêts non méditerranéennes.

*Les besoins en produits ligneux sont très variables au sein de la région méditerranéenne*

Pour l'analyse qui suit, la consommation apparente par habitant a été calculée pour établir et comparer les besoins en produits ligneux des pays de la région. Une définition simplifiée

de la consommation apparente a été utilisée sans tenir compte des variations de stocks pour lesquelles il n'existe pas de données utilisables. La Figure 2.35 montrent que les plus hauts niveaux de consommation apparente par habitant de bois et produits bois sont enregistrés dans les pays du nord de la Méditerranée (PNM) (Cf. Figure 2.36 pour les groupements sous-régionaux utilisés dans cette section).

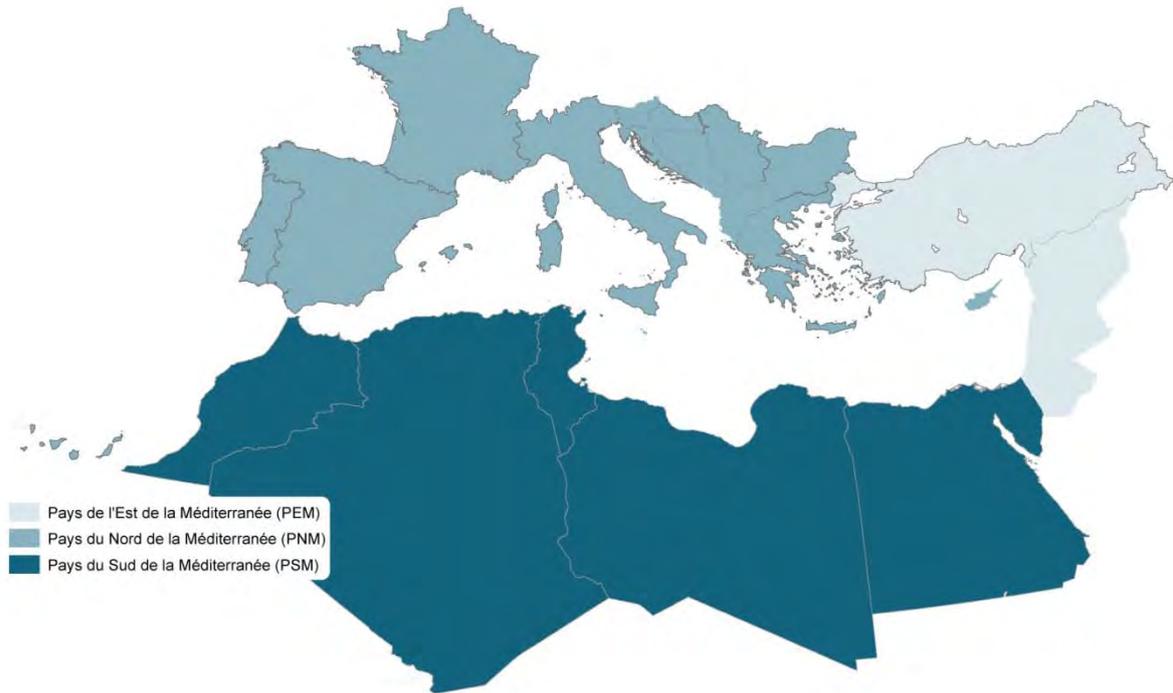


**Figure 2.35.** Consommation apparente moyenne par habitant de bois et de produits ligneux dans les pays du pourtour de la Méditerranée en 2010

*Note:* les volumes des pâtes de cellulose et autres papiers sont en tonnes par habitant et les autres valeurs sont en m<sup>3</sup> par habitants.

*Source:* FAOSTAT, 2010 et UNECE/FAO, 2012.

La situation est toutefois différente pour les panneaux à base de bois. Pour ces derniers la consommation dans les pays de l'est méditerranéen (PEM) équivaut à la consommation calculée pour les PNM. Cette situation s'explique notamment par des consommations relativement élevées en Israël et en Turquie du fait d'une forte demande dans le secteur de la construction. Cependant, la consommation est variable selon les types de panneaux : les pays de l'est de la Méditerranée consomment principalement des contreplaqués, panneaux de fibre et panneaux de particule alors que la consommation des pays du nord de la Méditerranée est dominée par les panneaux de particule utilisés pour la fabrication de meubles. La consommation de produits bois dans le sud de la région (PSM) est nettement en diminution à l'exception des sciages.



**Figure 2.36.** Pays groupés en trois sous-régions : pays du nord (PNM), du sud (PSM) et de l'est (PEM) de la Méditerranée

Source: FAO.

### *La production est concentrée au nord de la région méditerranéenne*

La production de bois à usage industriel des pays de la région méditerranéenne s'élevait en 2010 à 84 millions de mètres cubes correspondant à 56 pour cent de résineux ou encore 5.5 pour cent de la production mondiale. La production de bois énergie était presque égale avec près de 82 millions de mètres cubes correspondant à 4.4 pour cent de la production mondiale. La production de sciage (5.8 pour cent de la production mondiale) était du même ordre en volume que la production de panneaux (8.3 pour cent de la production mondiale) soit environ 23 millions de mètres cube. La production de papiers et cartons atteignait 35 millions de tonnes (8.8 pour cent de la production mondiale) alors que la production de pâte de cellulose était inférieure à 7 millions de tonnes (4.0 pour cent de la production mondiale ; Tableau 2.15).

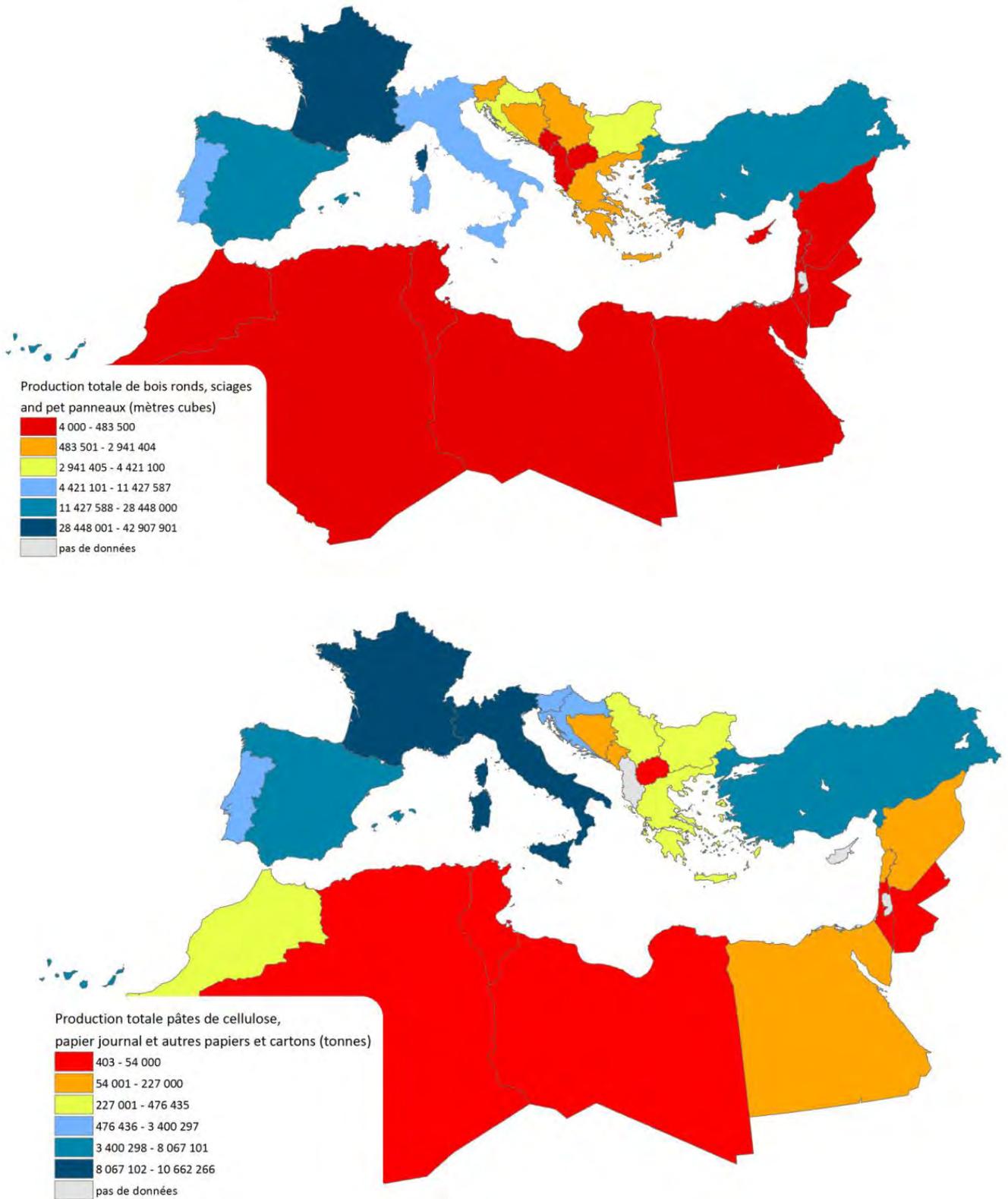
Les PNM dominent l'ensemble des productions (issues des forêts méditerranéennes et des forêts non méditerranéennes), spécialement pour les bois ronds, les pâtes de cellulose et leurs produits dérivés (Figure 2.37). La fabrication de panneaux de fibres fait toutefois exception avec une contribution importante des PEM. La Turquie apparaît comme le premier producteur de panneaux de fibres du pourtour méditerranéen avec 3.3 millions de mètres cube par an. Les PEM viennent ainsi compléter la production du Nord dans une proportion variant, selon les produits, entre 5 à 50 pour cent. Globalement, la production est quasi inexistante dans les pays du Sud, à l'exception du bois énergie, produit pour lequel elle représente un tiers de la production totale de la région méditerranéenne.

La production de bois énergie est importante en Méditerranée (e.g. Encadré 2.3) même si les statistiques disponibles tendent à la sous-estimer, particulièrement dans les PSM et PEM, où une part conséquente du bois de feu est autoconsommée ou commercialisée via des circuits informels. Par ailleurs, les événements politiques et socio-économiques récemment survenus dans la région ont également modifié les pratiques de collecte de bois de feu ce qui n'est pas reflété par les données officielles. L'amélioration des informations sur le bois énergie est déjà en cours dans certains pays comme la France, la Serbie et la Slovaquie. Les différentes méthodes utilisées dans ces pays pourraient utilement être mises en œuvre dans les autres pays de la région méditerranéenne.

**Tableau 2.15.** Production de bois et de produits bois dans les pays de la région méditerranéenne en 2010

Produits	PEM	% Total Méditerranée	PNM	% Total Méditerranée	PSM	% Total Méditerranée	Total pays Méditerranée	Unités
Bois ronds industriels (résineux) (1 000 m <sup>3</sup> )	9	0.2	37 961	0.8	205	0	47 730	1 000 m <sup>3</sup>
Bois ronds industriels (feuillus) (1 000 m <sup>3</sup> )	6	0.17	29 365	0.81	872	0.02	36 444	1 000 m <sup>3</sup>
Total bois ronds industriels (1 000 m <sup>3</sup> )	15	0.19	67 326	0.8	1 077	0.01	84 174	1 000 m <sup>3</sup>
Bois énergie (résineux) (1 000 m <sup>3</sup> )	1	0.16	4 516	0.37	5 878	0.48	12 358	1 000 m <sup>3</sup>
Bois énergie (feuillus) (1 000 m <sup>3</sup> )	3	0.05	43 711	0.62	23 357	0.33	70 315	1 000 m <sup>3</sup>
Total bois énergie (1 000 m <sup>3</sup> )	5	0.06	48 227	0.58	29 235	0.35	82 673	1 000 m <sup>3</sup>
Sciages résineux (1 000 m <sup>3</sup> )	4	0.25	11 953	0.75	70	0	16 022	1 000 m <sup>3</sup>
Sciages feuillus (1 000 m <sup>3</sup> )	2	0.35	4 186	0.64	90	0.01	6 537	1 000 m <sup>3</sup>
Total sciage (1 000 m <sup>3</sup> )	6	0.28	16 139	0.72	160	0.01	22 560	1 000 m <sup>3</sup>
Contreplaqués (1 000 m <sup>3</sup> )	261	0.17	1 185	0.76	106	0.07	1 551	1 000 m <sup>3</sup>
Panneaux de particules (1 000 m <sup>3</sup> )	3	0.21	11 811	0.78	88	0.01	15 078	1 000 m <sup>3</sup>
Panneaux de fibres (1 000 m <sup>3</sup> )	3	0.49	3 440	0.51	33	0	6 787	1 000 m <sup>3</sup>
Panneaux à base de bois (1 000 m <sup>3</sup> )	6	0.29	16 435	0.7	227	0.01	23 416	1 000 m <sup>3</sup>
Pâtes de cellulose (1 000 t)	65	0.01	6 458	0.95	262	0.04	6 785	1 000 t
Papier journal (1 000 t)	35	0.02	1 760	0.98	4	0	1 799	1 000 t
Autres papiers et cartons (1 000 t)	5	0.18	26 436	0.79	994	0.03	33 365	1 000 t
Papiers (avec journal et cartons) (1 000 t)	5	0.17	28 197	0.8	998	0.03	35 164	1 000 t

Source FAOSTAT, 2010 ; UNECE/FAO, 2012.



**Figure 2.37.** Production totale de bois ronds, sciages et panneaux en m<sup>3</sup> (sans bois énergie) (en haut). Production totale de pâtes de cellulose, de papier journal et autres papier et cartons (en bas) de la région méditerranéenne en 2010  
 Source FAOSTAT, 2010 ; UNECE/FAO, 2012

### Encadré 2.3 Utilisation du bois énergie au Maroc

Le bois de feu représente 30 pour cent de la consommation d'énergie du Maroc. Brut ou converti en charbon de bois, il constitue la seconde source énergétique après les produits pétroliers, et la première en termes de production nationale. En 2004, le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) a estimé que la consommation de bois énergie dépassait largement la capacité productive de la végétation et qu'elle contribuait de façon inquiétante à la déforestation et à la dégradation généralisée des écosystèmes forestiers (Figure 2. 38) Le rythme de déboisement a été évalué à 225 000 m<sup>3</sup>/an ce qui correspond environ à 30 000 ha/an.

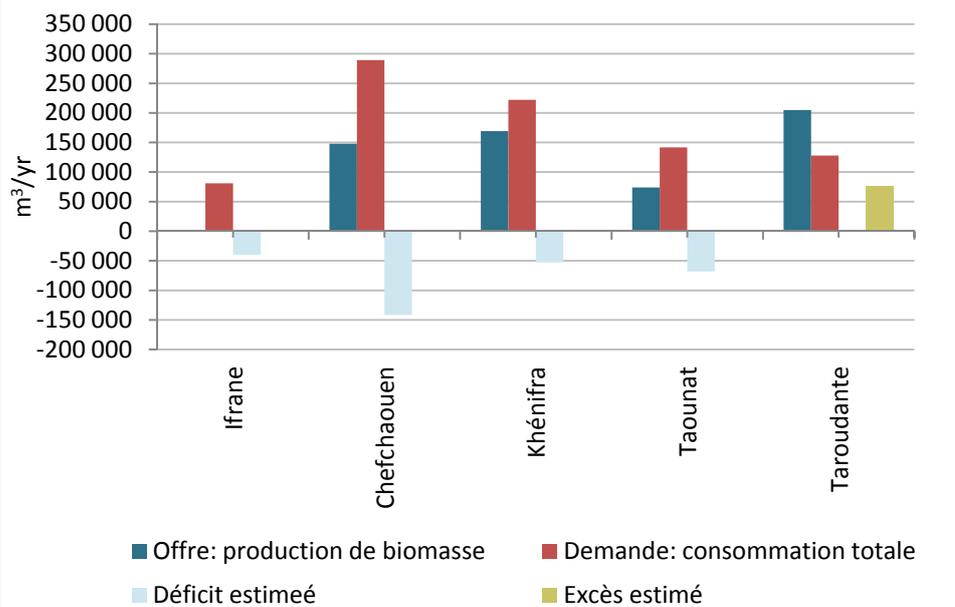


Figure 2.38. Consommation de bois de feu par provinces au Maroc en 2004

Le Centre de Développement des Energies Renouvelables du Maroc (CDER) estime que dans les provinces de Chefchaouen, Ifrane et Khénifra, aucune source d'énergie n'est en mesure de remplacer le bois de feu de façon à réduire significativement ces pressions pour les deux ou trois prochaines décades. Les populations rurales, principalement les plus pauvres, continueront à dépendre de façon prépondérante des combustibles végétaux immédiatement disponibles dans leur environnement. Cette situation durera jusqu'à ce qu'elles accèdent à des énergies de substitution au bois de feu.

Source: Centre Marocain de Développement des Energies Renouvelables. 2007.

## Les échanges commerciaux sont dominés par l'importation pour la région méditerranéenne

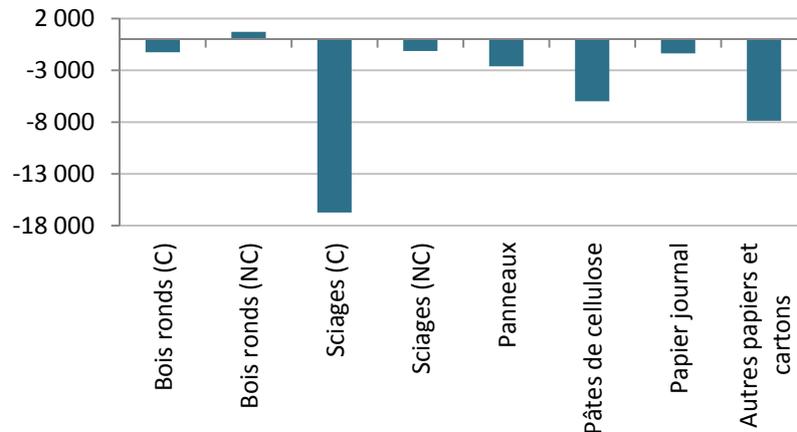
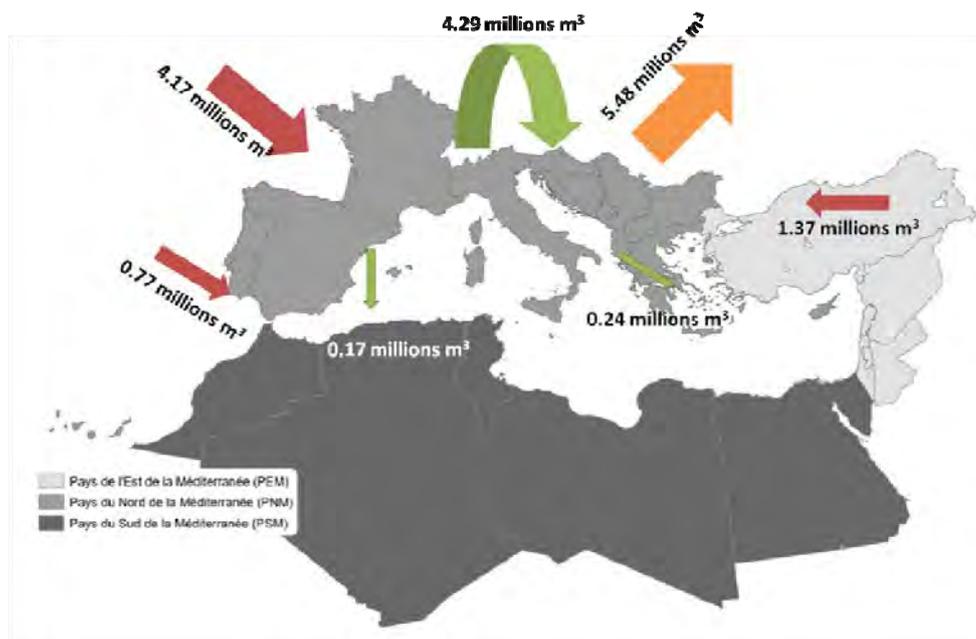
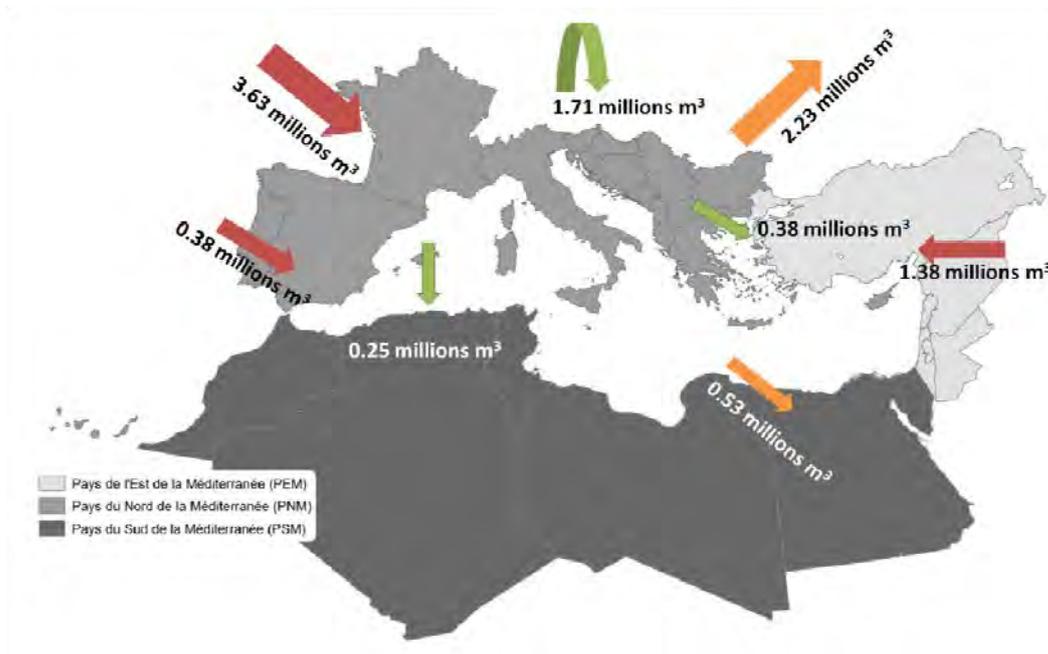


Figure 2.39. Balance commerciale globale en bois et produits bois de la région méditerranéenne  
 Note : en milliers de m<sup>3</sup> sauf pâte, papiers et cartons exprimés en milliers de tonnes ; les échanges intra méditerranéens sont exclus) ; C = résineux ; NC = feuillus.  
 Source FAOSTAT, 2010 et UNECE/FAO, 2012.

La région méditerranéenne est importatrice nette de bois et de produits ligneux. En 2010, les pays du pourtour de la Méditerranée ont collectivement importé pour plus de 40 milliards de dollars des Etats Unis (USD) de bois et de produits ligneux. 80 pour cent de ces importations (32 milliards de dollars des Etats Unis) ont été effectuées à partir de pays non méditerranéens (Figure 2.39).

Les déficits les plus importants sont enregistrés pour les sciages de résineux, les pâtes et autres produits dérivés (Figure 2.40). Ces déficits se creusent régulièrement car les importations pour ce type de produits sont en augmentation comme le montre clairement la Figure 2.41.





**Figure 2.40.** Représentation des flux de bois ronds (en haut) et des panneaux à base de bois (en bas) au sein de la région méditerranéenne ainsi qu'avec les autres régions du monde, 2010.

*Note :* Flèches vertes = importations depuis des pays du pourtour de la Méditerranée ; flèches rouges = importations depuis des pays non méditerranéens ; flèches oranges = exportations de pays du pourtour de la Méditerranée vers des pays non méditerranéens.

*Sources :* FAOSTAT, 2010 et UNECE/FAO, 2012.

Entre 2010 et 2011, les exportations de sciages de résineux en provenance de l'Union Européenne et à destination de l'Afrique du Nord ont diminué de 14 pour cent, une évolution que l'on peut attribuer aux conséquences du « Printemps Arabe ». Cette évolution a également été enregistrée pour d'autres produits comme les panneaux avec, depuis, des rattrapages ponctuels, sans que les volumes des échanges commerciaux antérieurs au « Printemps Arabe » ne se rétablissent totalement. Un seul produit jouit d'une balance commerciale positive (en volume) : les bois ronds feuillus à usage industriel. Cependant il faut noter que ce type de produits provient essentiellement des forêts tempérées des PNM.

Les flux de bois ou produits bois importés par les pays du pourtour de la Méditerranée proviennent en premier lieu de pays extérieurs à cette région. Au sein de la région, seuls les PNM sont véritablement exportateurs, ce qui leur permet d'assurer une part non négligeable de l'approvisionnement des pays des rives Sud et Est, notamment en bois ronds, en panneaux et en papiers-cartons. A l'exception d'exportations très limitées de panneaux et de papier-cartons, les contributions des PSM et PEM aux échanges intra-méditerranéens ne sont pas significatives.

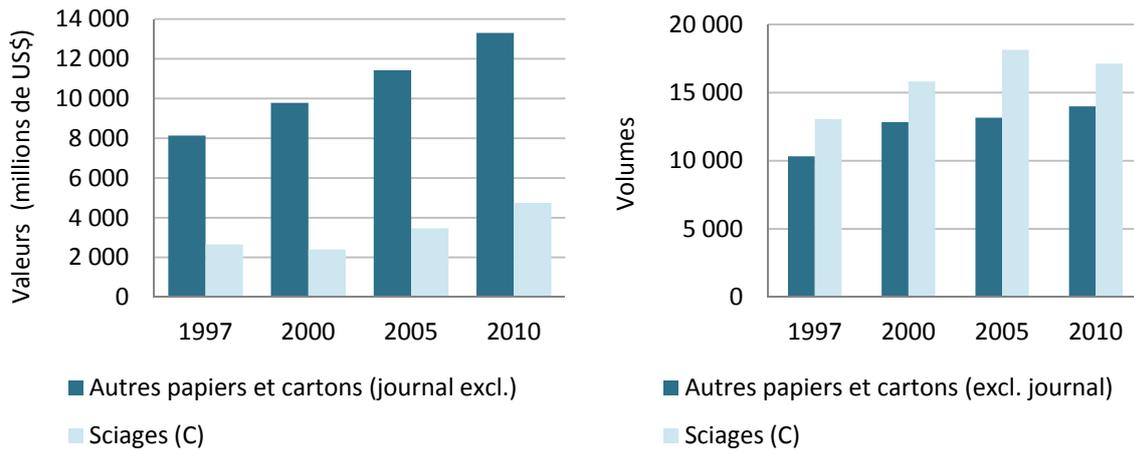


Figure 2.41. Évolution, en valeur et en volume, des importations des pays du pourtour de la Méditerranée en provenance de pays non méditerranéens pour les papiers et cartons (sans le papier journal) et les sciages de résineux

Note: L'échelle de l'axe des ordonnées pour cette figure est en 1 000 tonnes pour les papiers et cartons (sans le papier journal) et en 1 000 m<sup>3</sup> pour les sciages.

Source : FAOSTAT, 2010 et UNECE/FAO, 2012.

## Conclusion

La production de bois et de produits bois des pays du pourtour de la Méditerranée (assurée par des forêts méditerranéennes et non-méditerranéennes) est loin d'être négligeable. Elle contribue à alimenter partiellement les marchés nationaux qui sont approvisionnés par des échanges entre pays de la région : essentiellement du Nord vers le Sud et l'Est de la Méditerranée. Néanmoins, cette production régionale ne suffit pas à satisfaire les besoins des pays du pourtour de la Méditerranée, qui restent globalement importateurs net de bois et de produits bois.

Les pays du Sud et de l'Est de la région méditerranéenne sont globalement importateurs car ils produisent de très faibles volumes de bois et produits bois. Certains pays du Nord de la région (essentiellement France, Espagne, Italie et Portugal) ont plutôt un profil de producteurs voire d'exportateurs pour certains produits. La Turquie appartient également à cette catégorie puisqu'elle est à la fois productrice et exportatrice de bois et de produits bois (notamment pour les panneaux). Les pays des Balkans occupent quant à eux une place intermédiaire avec des productions relativement modestes en volume mais extrêmement importantes pour les marchés locaux.

## Les produits forestiers non ligneux

### *Les forêts de Chênes liège (subéraies)*

Les forêts de Chênes liège (subéraies) sont une composante caractéristique des territoires méditerranéens. Elles représentent une surface totale d'environ 2.5 millions hectares au niveau mondial avec l'essentiel de ces surfaces en Algérie, en France, en Italie, au Maroc, au Portugal, en Espagne et en Tunisie (Figure 2.42).

Elles sont généralement des mosaïques de plusieurs types d'habitats forestiers avec dans le même territoire du maquis, des pâturages et des zones d'agriculture extensive. Elles ont une grande importance économique et culturelle. Façonnées par les activités humaines au cours des millénaires, elles coexistent avec l'agriculture et de multiples autres activités traditionnelles.

Elles fournissent un large éventail de biens et de services avec la production de liège, de bois de feu, de fourrage, d'herbes aromatiques, de champignons, de miel et offrent de nombreuses possibilités de développer des activités de loisirs en milieu rural (écotourisme).

Malgré le fort impact des interventions humaines dans ces écosystèmes emblématiques de la région méditerranéenne, les subéraies restent très riches en biodiversité: 60–100 espèces de plantes à fleurs peuvent être trouvées dans un dixième d'hectare (Figure 2.43).

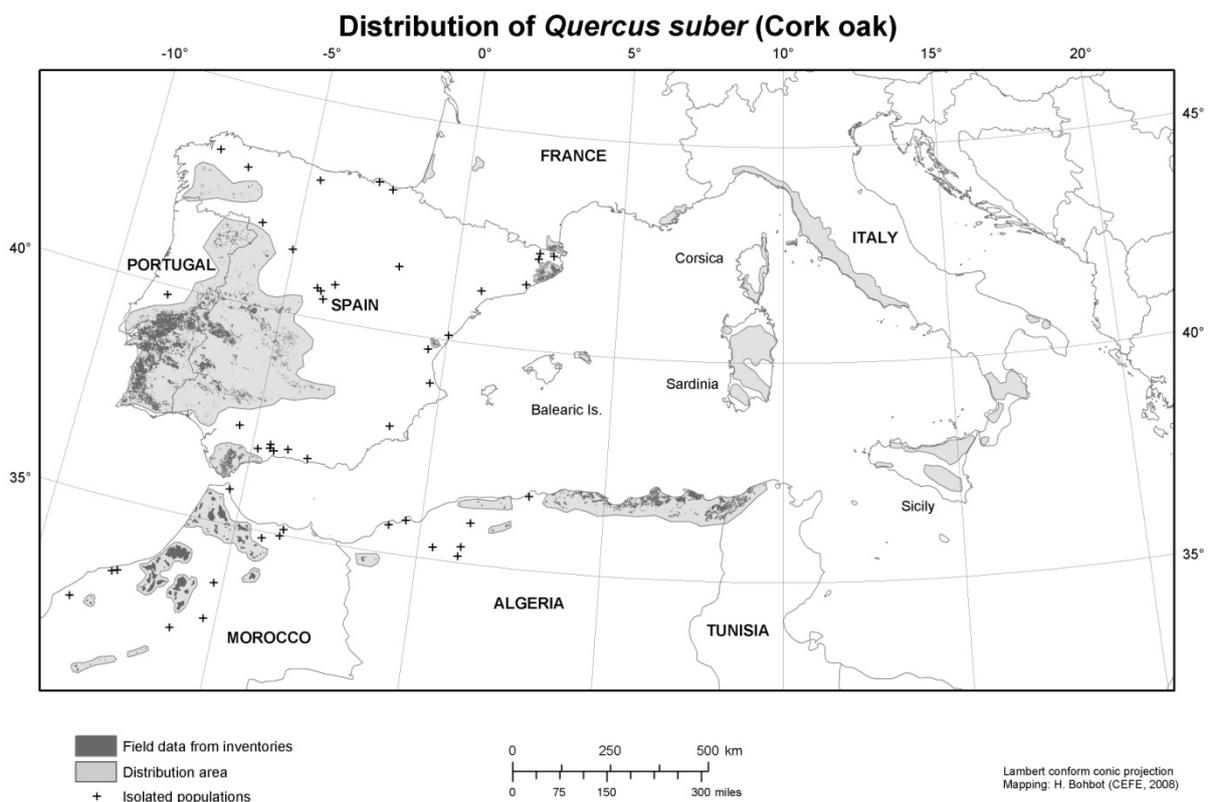


Figure 2.42. Carte de la distribution des subéraies dans la région Méditerranéenne  
Source: Aronson, Pereira et Pausas, 2009. Reproduite avec l'accord d'Island Press, Washington D.C., Etats Unis.



**Figure 2.** Forêts de chênes liège dans la région méditerranéenne.  
©APCOR 2006

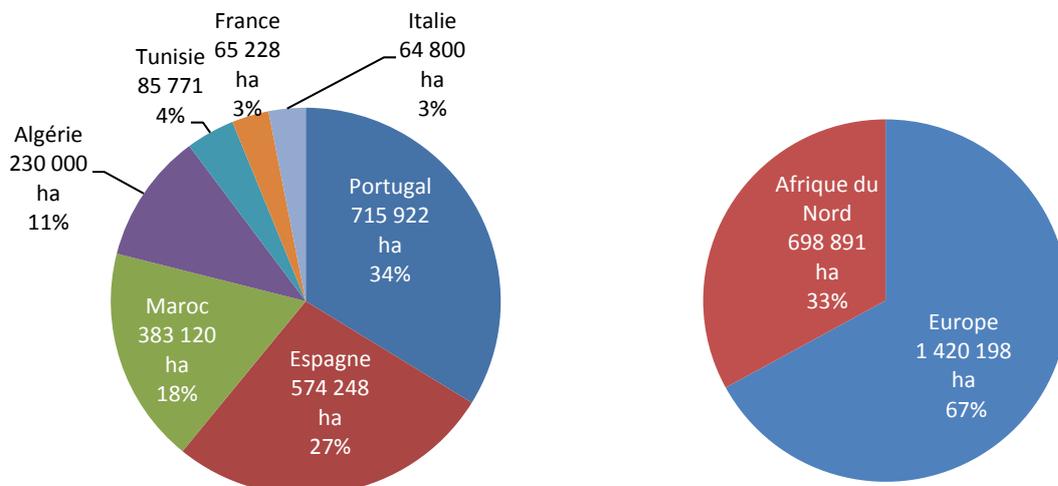
**L'arbre.** Le Chêne liège (*Quercus suber*) a une très longue longévité (jusqu'à 200 ans et plus) et reste toujours vert. Il peut survivre dans des conditions difficiles qu'elles soient d'origine humaine ou naturelle – coupe, pâturage, sécheresses prolongées et feux de forêts – mais il ne supporte pas les froids extrêmes. Son écorce externe est caractérisée par des cellules mortes subérisées qui forment une couche compacte, élastique, imperméable et isolante thermiquement pouvant atteindre jusqu'à 30 cm d'épaisseur (Nativité, 1950; Pereira, 2007).

Le Chêne liège produit un nouvel anneau en liège chaque année. Cette fonction a évolué comme une adaptation aux feux périodiques très fréquents dans la région méditerranéenne (Pausas, 1997). Les arbres survivent et produisent de nouvelles couches de liège lorsque l'écorce d'origine est enlevée. La première récolte de liège est effectuée lorsque l'arbre atteint approximativement 30 ans. Les récoltes sont réalisées à intervalle régulier tous les 9 à 12 ans ce qui est une période suffisante pour permettre aux arbres de développer une nouvelle couche de liège d'environ 3 cm d'épaisseur.

**Biogéographie.** Aujourd'hui, le Chêne liège ne se trouve que dans les zones les plus chaudes de l'aire biogéographique humide et subhumide de l'Ouest de la Méditerranée. Il se rencontre principalement du Maroc et de la Péninsule Ibérique à la bordure Ouest de l'Italie. Il est aussi très fréquent dans certaines zones du Sud de la France et dans les plaines côtières et les collines d'Algérie, du Maroc et de Tunisie (Figure 2.44).

Les subéraies couvrent presque 1.5 millions d'hectares en Europe et pratiquement 700 000 hectares en Afrique du Nord (Figure 2.44). L'aire de répartition, assez fragmentée, peut signifier que dans certaines zones cet écosystème emblématique de la région méditerranéenne est relictuel. Le surpâturage (qui limite la régénération), le remplacement du Chêne liège par des plantations d'Eucalyptus et de Pins, l'expansion du labour réalisé avec des charrues dans les terres boisées et diverses autres évolutions observées dans les

territoires méditerranéens ont contribué à faire diminuer l'intérêt des propriétaires forestiers pour leurs subéraies.

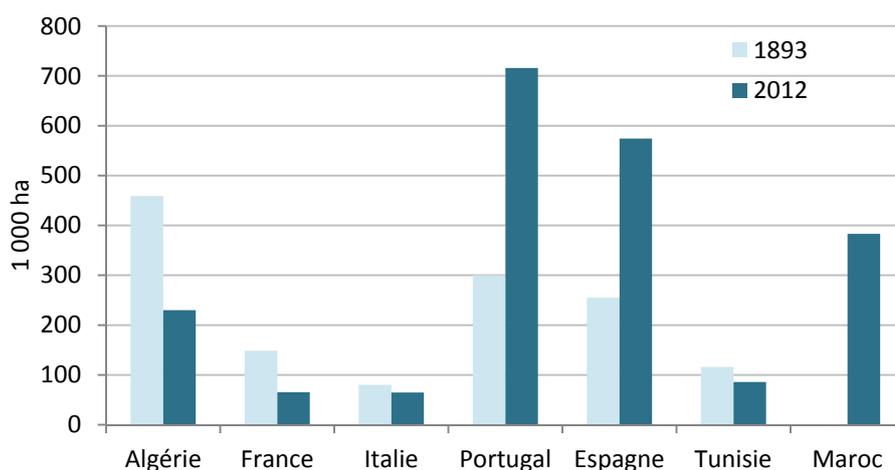


**Figure 2.44.** Surfaces des forêts de chênes liège et proportion de la surface nationale par rapport à l'ensemble de l'aire de répartition en 2012.

Source: APCOR, 2012.

Le Chêne liège a été introduit au vingtième siècle dans certains pays en dehors de son aire de répartition naturelle comme une plante ornementale ou avec l'objectif de produire du liège. Des bons résultats, sans pour autant de développement significatif d'industries du liège, ont été obtenus en Bulgarie, en Californie, au Chili, en Nouvelle Zélande, au Sud de l'Australie et en Turquie.

La Figure 2.45 montre qu'il y a eu une augmentation significative de la surface des forêts de Chênes liège dans le Sud-Ouest de l'Espagne et au Portugal entre 1893 et 2012. Par contre, les surfaces ont significativement diminuées sur la même période en Algérie, en France et en Italie.

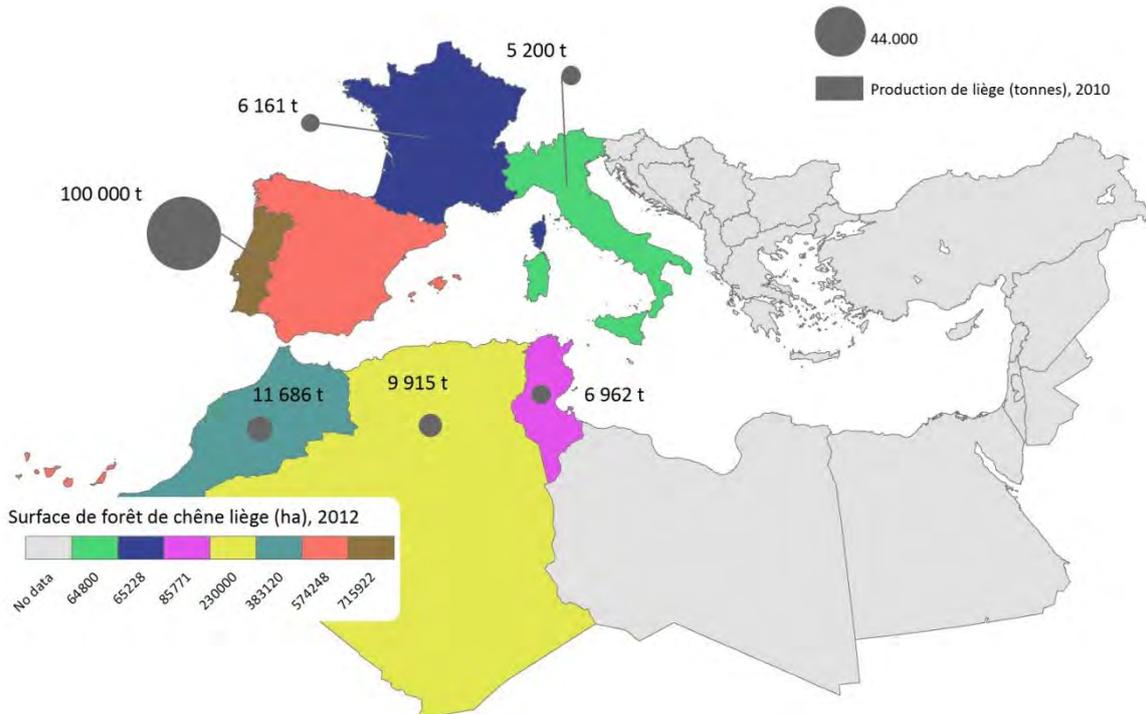


**Figure 2.45.** Evolution de la subéraie autour de la Méditerranée entre 1893 and 2012

Note: Pas de données disponibles pour le Maroc en 1893.

Sources: Lamey, 1893 et APCOR, 2012.

**La production de liège.** Le Portugal est le principal producteur de liège devant l'Espagne, l'Italie, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la France (Figure 2.46). Le Portugal produit plus de 50 pour cent de la production mondiale de liège. L'Algérie, le Maroc et la Tunisie produisent ensemble environ 14 pour cent de cette production mondiale de liège.



**Figure 2.46.** Estimation des surfaces totales de forêts de chênes liège (hectares) et de la production de liège (tonnes) dans les pays producteurs du pourtour de la Méditerranée  
Source: APCOR, 2012.

Le marché du bouchon de liège est considéré comme la colonne vertébrale de l'industrie du liège avec environ 70 pour cent de la valeur économique total de la filière liège (Natural Cork Quality Council, 1999). A titre d'exemple, 44 pour cent de la production annuelle de liège au Portugal est utilisée pour la fabrication de bouchons naturels (Figure 2.47 et Encadré 2.4). Les autres usages comprennent les parquets et autres revêtements des sols (*e.g.* le sol de la Sagrada Familia à Barcelone), les matériaux d'isolation thermique et/ou phonique (*e.g.* les réservoirs extérieurs de la navette spatiale pour la NASA) et les vêtements, accessoires et autres objets décoratifs. Globalement, le liège est le sixième produit forestier non ligneux le plus utilisé dans le Monde. La valeur totale estimée des exportations de produits en liège s'élevait à 1.3 millions d'euros en 2011 et la valeur totale générée par les entreprises de fabrication de produits en liège représente environ 2 milliards de d'US\$ de chiffre d'affaires annuel (APCOR, 2012). La Figure 2.48 montre les principaux pays exportateurs (gauche) et importateurs (droite) de liège (APCOR, 2012).

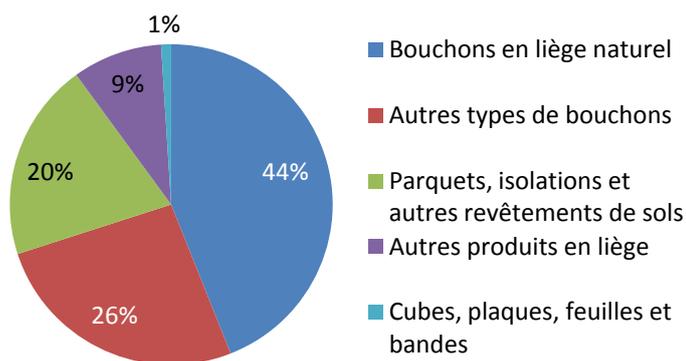


Figure 2.47. Destination des produits liège au Portugal en 2010.  
Source: Association Portugaise du Liège, 2011.

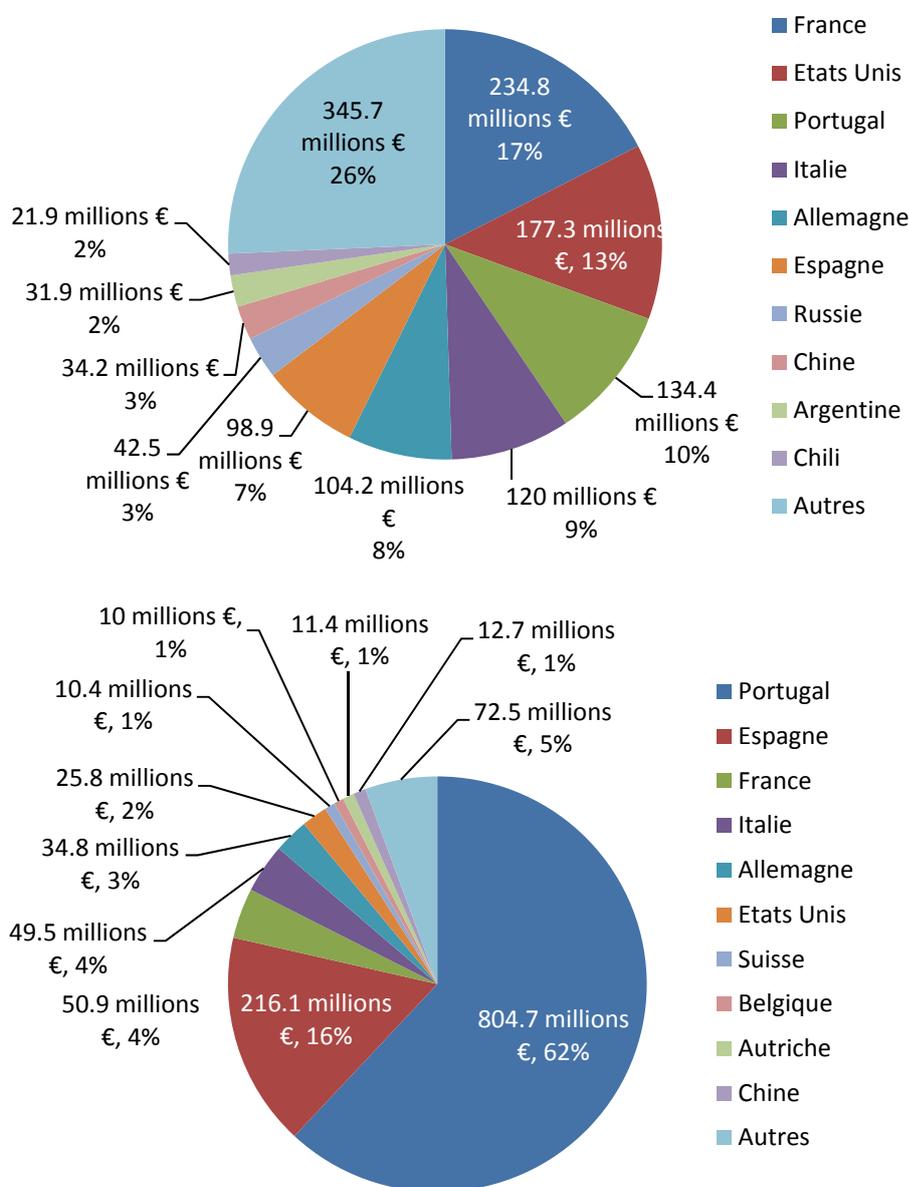
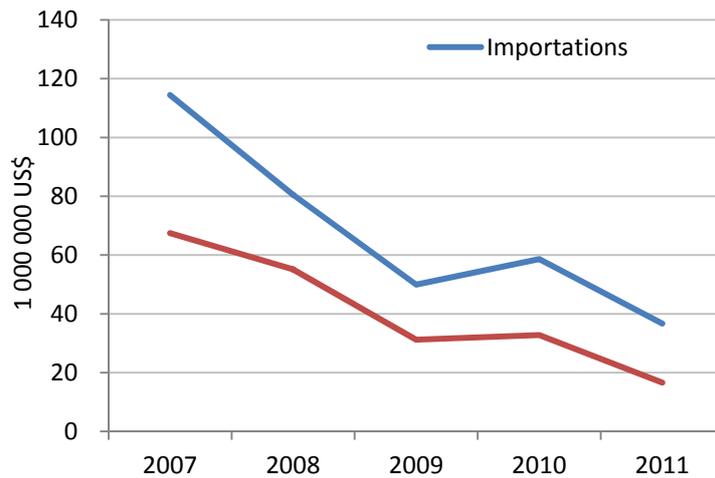


Figure 2.48. Principaux pays exportateurs (G) et importateurs (D) de liège en 2011.  
Source: APCOR, 2012.



**Figure 2.49.** Evolution des importations et des exportations de produits en liège entre 2007 et 2011  
Source: United Nations International Merchandise Trade Statistics, 2011.

Depuis quelques années, les bouchons synthétiques et les capsules métalliques à vis sont entrés en compétition avec les bouchons traditionnels en liège ce qui a contribué à une perte de vitesse du marché du liège (Aronson, Pereira et Pausas, 2009) avec des prix qui ont baissé de 30 pour cent entre 2003 et 2009. Ce déclin du marché du bouchon traditionnel en liège s'est alors traduit par une diminution globale de la valeur totale des importations et des exportations de produits en liège (Figure 2.49).

#### **Encadré 2.4. La guerre des bouchons**

Les caractéristiques techniques du liège en font un matériau idéal pour le bouchage des vins. À la fois léger et imputrescible, sa composition cellulaire lui permet d'allier une faible densité à une forte élasticité tout en assurant une imperméabilité durable. Du point de vue économique, la filière liège repose presque intégralement sur le bouchon, qui représente près de 80 pour cent la valeur d'une récolte (Figure 2.50 et Tableau 2.16).



Figure 2.50. Production artisanale de bouchons de liège, Espagne. ©Pilar Valbuena

Après plusieurs siècles de monopole sur le secteur du bouchon, le liège est désormais concurrencé par des matériaux alternatifs. Sur un marché mondial

de 16,7 milliards de bouteilles de vins, la perte globale aurait été de 4 milliards pour le bouchon traditionnel en liège sur la période 2000-2007.

Les raisons principales de ce déclin sont:

- La crainte du TCA (2,4,6 - trichloroanisole), principale molécule responsable du «goût de bouchon» pouvant venir contaminer le liège (Les bouchonniers ont récemment lourdement investi dans la recherche et la mise en place de procédés d'éradication du TCA);
- Une baisse de la production de vin avec une évolution d'une consommation de vin de type quantitatif plutôt limitée aux pays à forte tradition viticole (Europe du Sud) vers une consommation géographiquement plus large mais plus qualitative (moindre quantité);
- La montée en puissance de nouveaux pays producteurs de vins (Amérique, Océanie) d'autant moins réticents à utiliser les systèmes de bouchages alternatifs que le liège n'est pas pour eux un produit du terroir avec une forte connotation culturelle.

Le liège allie à ses multiples qualités d'indéniables atouts environnementaux : il s'agit du seul bouchage à la fois naturel, renouvelable, recyclable et biodégradable, qualités que ne peuvent revendiquer les matériaux synthétiques de substitution issus de l'industrie pétrochimique. La récolte du liège sur les arbres augmente la quantité de carbone stocké par les subéraies (un bouchon de liège fixe 2 fois son poids en CO<sub>2</sub>). Ces indéniables qualités environnementales peuvent être mises en avant par la certification forestière qui est désormais également applicable aux produits forestiers non ligneux tels que le liège.

Reste le sujet de l'indication du type de bouchage sur les bouteilles de vin, non obligatoire mais qui est réclamée par l'ensemble de la filière afin de répondre au souci légitime d'information des consommateurs, qui restent très majoritairement attachés au liège.

Tableau 2.16. Données estimatives 2007 du marché mondial des bouchons (en milliards de bouteilles).

Type de bouchons	Total (bouchons en liège)	%
<b>Bouchage en liège</b>	<b>12.2</b>	<b>73</b>
<i>dont</i>		
Naturels	3.3	20
Colmatés	1.25	7
Agglomérés	1.8	11
Liège traité	1	6
1+1	2.4	14
Champagne et vins mousseux	1.8	11
Bouchons à tête	0.65	4
<b>Total (bouchons alternatifs)</b>	<b>4.5</b>	<b>27</b>
<i>dont</i>		
Synthétiques	2.9	17
Capsules métalliques à vis	1.6	10
<b>Total</b>	<b>16.7</b>	<b>100</b>

Note: Les bouchons colmatés en liège sont des bouchons en liège naturel fait avec du liège plus poreux. Les bouchons traités en liège sont une nouvelle génération de bouchons de liège agglomérés obtenus par l'agglutination de granulés de liège collés avec de la colle souple à partir d'un processus de moulage avec 51 pour cent de granulés de liège (en poids) avec une granulométrie comprise entre 0,25 et 0,8 mm. Ce liège est préparé en utilisant une procédure

qui est destinée à réduire la neutralité organoleptique et qui peut contenir des matières synthétiques. Les bouchons à tête sont des bouchons en liège naturels avec un anneau en plastique ou en bois et conçus surtout pour le conditionnement des vins mousseux et des spiritueux. 1+1 sont des bouchons constitués d'un corps très dense en liège aggloméré avec des disques de liège naturel collés sur une ou les deux extrémités.  
Source: Institut Méditerranéen du Liège, 2008.

### Encadré 2.5. Les nouvelles utilisations durables du liège pour l'atténuation du changement climatique : liège et écoconstruction

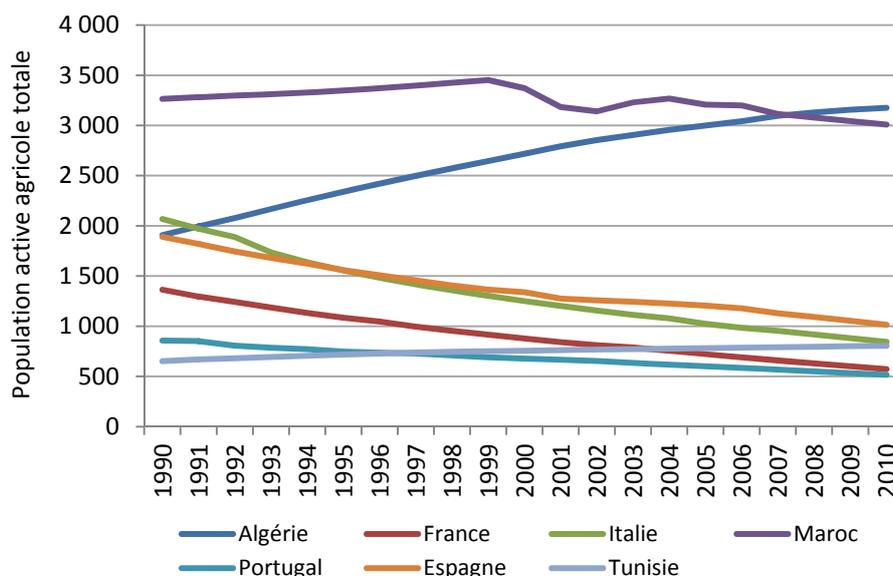
Le Chêne liège est bien adapté aux hautes températures et à la sécheresse mais le changement climatique pourrait tout de même affecter les capacités d'adaptation des subéraies. Certains modèles climatiques prévoient un glissement latitudinal et altitudinal de l'aire de répartition du Chêne liège avec une fragmentation au Sud de la Méditerranée (*e.g.* Maghreb et Andalousie) et une colonisation de nouveaux territoires au Nord (*e.g.* France, Portugal et Castille en Espagne).

Les subéraies contribuent également à l'atténuation du changement climatique au niveau local en limitant l'évaporation des sols et en influençant le cycle de l'eau. Sa longévité ainsi que la récolte régulière de son écorce permettent de stocker un volume significatif de carbone tout en utilisant de faibles quantités d'eau. La récolte du liège a un faible impact sur l'environnement et, bien gérées, les subéraies sont très résilientes vis à vis des feux de forêts parce qu'il n'y a pas d'accumulation excessive de biomasse dans ces écosystèmes et que les pistes d'accès permettent une intervention rapide et efficace des services de lutte contre les feux de forêts.

La gestion des subéraies peut aussi faciliter l'adaptation des territoires au changement climatique à travers l'utilisation de pratiques dynamiques et innovantes basées sur le mélange des espèces et le maintien d'une diversité génétique optimale. Le développement de la certification forestière devrait également permettre de promouvoir les produits en liège issus de subéraies gérées durablement et, par conséquent, de profiter de la demande croissante en produits certifiés (produits verts) sur le marché.

Historiquement très dépendante de l'industrie du bouchon, la filière liège doit aujourd'hui se diversifier vers d'autres types d'utilisation pour continuer à contribuer au développement économique des territoires méditerranéens. A ce titre, l'utilisation du liège dans l'**écoconstruction** est une excellente opportunité qui permet de combiner plusieurs caractéristiques très positives du liège en terme d'atténuation du changement climatique : est un produit forestier naturel qui stocke durablement du carbone ; peut être produit en respectant des pratiques durables dans des territoires d'une grande valeur environnementale (biodiversité et prévention des feux de forêts) ; peut réduire significativement la consommation d'énergie dans le secteur de la construction grâce à sa longévité et à ses exceptionnelles qualités pour l'isolation (*e.g.* pavillon du Portugal à l'exposition universelle de Shanghai, Chine) et la durabilité dans le temps (revêtements de sol du Temple Expiatoire de la *Sagrada Família* à Barcelone, Espagne).

**Le futur des subéraies méditerranéennes.** Aujourd'hui les subéraies font face à des menaces multiples très souvent interconnectées entre elles : surpâturage, collecte du bois de feu, nouvelles plantations avec des espèces à croissance rapide (souvent encouragées par les services agricoles ou forestiers), pratiques de gestion forestière inappropriées, feux de forêts, abandon des zones rurales, désertification et développement urbain anarchique. Ces menaces variées, qui affectent déjà gravement la santé et/ou hypothèquent le maintien de ces écosystèmes emblématiques de la Méditerranée, sont aujourd'hui accentuées par les impacts du changement climatique (*i.e.* augmentation de l'aridité, diminution et irrégularité des précipitations et recrudescence possible de nouveaux ravageurs).



**Figure 2.51.** Evolution de la population active agricole dans les sept pays producteurs de liège du pourtour de la Méditerranée pour la période 1990-2010.

Source: FAOSTAT, 2010.

La Figure 2.51 montre que la taille de la population active rurale – personnes économiquement engagées dans l'agriculture, la chasse, les activités forestières ou la pêche – décroît dans le Sud de l'Europe alors qu'elle augmente plutôt en Algérie et en Tunisie (Figure 2.51). L'abandon des espaces agricoles et la disparition des systèmes traditionnels d'utilisation des terres sont la règle dans la plupart des pays du Sud de l'Europe. Même si l'Union Européenne supporte son agriculture à travers des programmes de développement rural et des subventions (*e.g.* incitations directes aux agriculteurs et/ou subventions à l'exportation) (Kleijn et Sutherland 2003), la baisse tendancielle des revenus agricoles se traduit par l'abandon des subéraies au Sud-Ouest de l'Europe.

En l'absence de gestion forestière, la végétation arbustive prolifère alors dans les étages inférieurs de ces écosystèmes ce qui augmente les risques de grands feux de forêts (souvent incontrôlables) (Joffre *et al.*, 1999) et provoque la perte d'habitats à haute valeur de conservation de la biodiversité. Par ailleurs, les subventions accordées dans le secteur du développement rural peuvent aboutir à la conversion des subéraies en plantations d'espèces à croissance rapide (ou à d'autres usages des terres) et, par conséquent, conduire de façon non intentionnelle à des pertes de biodiversité.

Au contraire, l'utilisation abusive par l'homme des subéraies est commune en Afrique du Nord (Algérie, Maroc et Tunisie). Dans cette zone, où la ressource est principalement propriété de l'Etat, la population locale peut parfois exploiter très intensivement ces écosystèmes pour assurer sa subsistance (à travers la collection de bois de feu et le surpâturage). Comme le liège est considéré comme une propriété de l'Etat, très peu de personnes sont capables d'obtenir des revenus légaux de sa récolte, ce qui favorise alors le marché illégal et la mauvaise gestion des subéraies.

**Les bonnes pratiques pour promouvoir la conservation des subéraies.** Plusieurs outils novateurs sont disponibles, et dans certains pays déjà en application, pour promouvoir la bonne gestion des subéraies méditerranéennes. Le développement des marchés pour des produits issus de subéraies gérées durablement est une option pour encourager les meilleures pratiques. En 2012, environ 147 748 hectares de subéraies étaient déjà certifiés FSC (Forest Stewardship Council) en Italie, au Portugal et en Espagne (données produites par le FSC) alors que le processus de certification était en cours au Maroc et en Tunisie (Berrahmouni *et al.*, 2009).

Il est important que ces efforts puissent être reconnus par les marchés afin de fournir des incitations positives pour le développement de la certification forestière. Des interventions pilotes destinées à restaurer et à améliorer la gestion des écosystèmes forestiers dégradés au Portugal et au Maroc aident les communautés locales, les propriétaires forestiers et les organisations non gouvernementales (ONG) à mettre en œuvre de bonnes pratiques pour gérer ces écosystèmes emblématiques de la région méditerranéenne.

**Conclusion.** Les subéraies sont des écosystèmes à hautes valeurs de conservation qui produisent une large gamme de biens et services environnementaux. Même si elles sont le résultat de plusieurs siècles de gestion par les communautés rurales, elles font face aujourd'hui à des changements socio-économiques substantiels et sont menacées par les changements climatiques. Des approches nouvelles de conservation et de gestion sont nécessaires pour préserver la biodiversité et favoriser la multifonctionnalité de ces écosystèmes fragiles fortement soumis aux impacts des activités humaines. Des efforts importants sont nécessaires pour encourager les pratiques durables (certification FSC) et pour prévenir la surexploitation des ressources naturelles ainsi que l'abandon de ces espaces ruraux et la perte de biodiversité.

### ***Le Pin pignon dans les forêts méditerranéennes***

Le Pin pignon, *Pinus pinea* (Figure 2.52), avec sa couronne en forme de parasol, est un arbre caractéristique de nombreux territoires méditerranéens. Il est fréquent aussi bien comme arbre isolé que sous forme de petits bosquets dans les écosystèmes boisés de la région méditerranéenne. On le trouve également très fréquemment dans de petits massifs forestiers. L'espèce joue un rôle important dans la protection des sols et des bassins versants (stabilisation des dunes) en raison de sa forte capacité d'enracinement dans les dunes sableuses ainsi que dans les autres milieux secs où très peu d'autres espèces ligneuses parviennent à se développer.

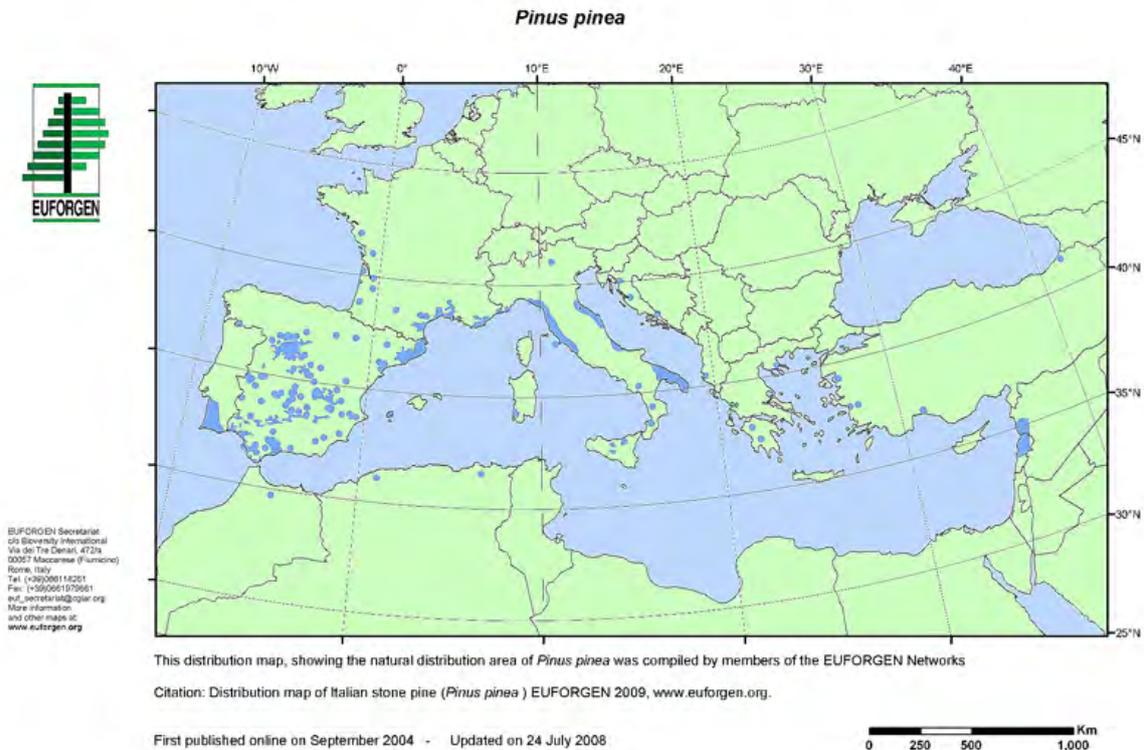
Les espaces boisés méditerranéens peuplés par le Pin Pignon représentent un habitat majeur pour des espèces en danger comme le lynx, le loup, l'aigle impérial, la cigogne noire, le faucon pèlerin ou le faucon noir. Les différentes formations écologiques de pins pignons (arbres isolés, rideau d'arbres et bosquets sur de vastes étendues de terres agricoles dans le pourtour de la Méditerranée) jouent un rôle écologique majeur en fournissant de la nourriture, des aires de repos et de nidification et/ou des zones de refuges et de passages pour de nombreuses espèces animales comme les oiseaux.



**Figure 2.52.** Pin Pignon de la région méditerranéenne en Espagne  
©Sven Mutke.

**Distribution géographique.** L'aire de répartition naturelle exacte du pin pignon est inconnue en raison de son expansion précoce depuis le néolithique dans toute la région méditerranéenne (Figure 2.53). Au moins dans le Sud de la France et en Espagne, le pin pignon Méditerranéen était caractéristique des forêts ouvertes et des steppes du Quaternaire, avant et pendant le dernier maximum glaciaire (50 000-18 000 avant J.C.). A cette époque, les pignons étaient un aliment de base pour les Hommes de Néandertal car dans un format facile à stocker et avec une valeur nutritive élevée (50 pour cent de gras et 35 pour cent de protéines). Des preuves de la consommation des pignons par l'homme depuis le Paléolithique moyen ont été retrouvées dans des restes de charbon de bois de plusieurs grottes habitées par des hommes de Néandertal, sur des peintures rupestres du Néolithique visibles dans des sites archéologiques de l'Holocène au Portugal, en Espagne, en Turquie et au Liban, ainsi que dans d'anciennes offrandes funéraires égyptiennes. Sa

consommation s'est ensuite très largement développée au cours des périodes de la Grèce antique et de la Rome antique.



**Figure 2.53.** Aire de répartition naturelle du Pin Pignon (*Pinus pinea*) dans la région méditerranéenne  
 Note : Cette carte de distribution a été compilée par les membres du réseau EUFORGEN.  
 Source: EUFORGEN, 2009.

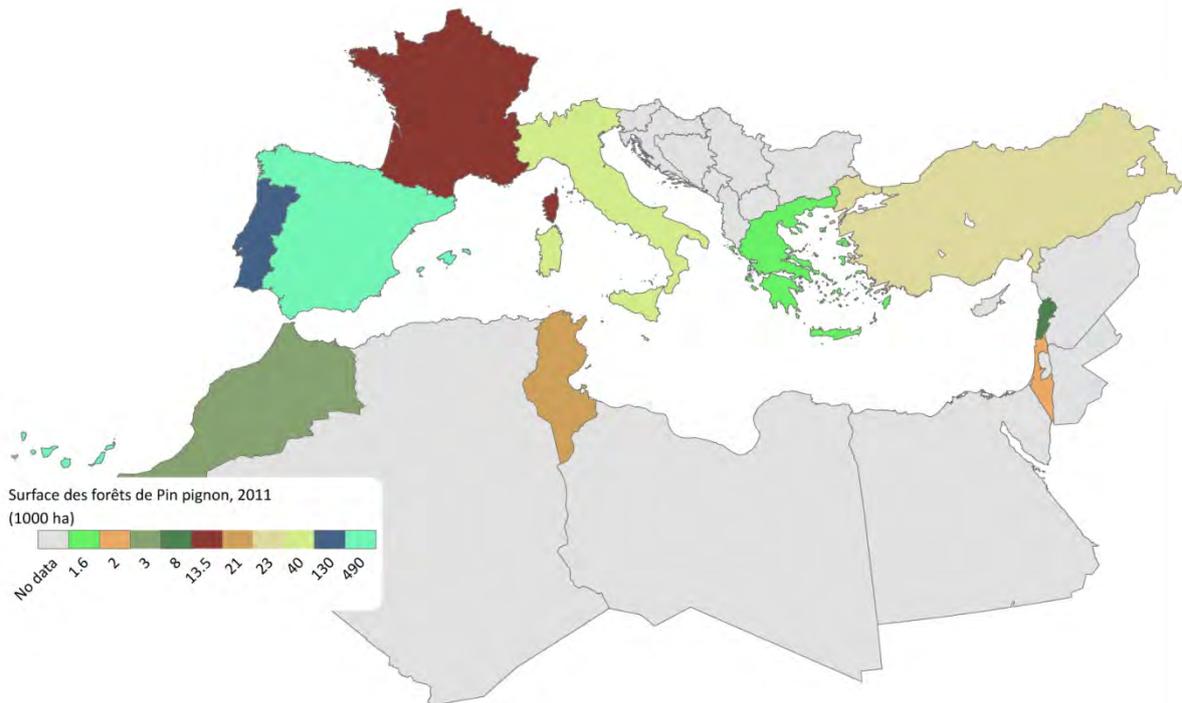
Le Pin pignon peut se développer dans les forêts naturelles (ou naturalisées), souvent mélangé avec du Pin maritime (*Pinus pinaster*), du Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), du Chêne vert (*Quercus ilex*), du Chêne liège (*Quercus suber*) et des Genévriers (*Juniperus* sp), sans étage arbustif ou avec des taillis de différentes espèces ainsi que par d'autres essences typiquement méditerranéennes (e.g. garrigues ou maquis). Le Pin pignon peut aussi se rencontrer en peuplements purs issus de forêts plantées. Il a été largement utilisé au cours du 19<sup>ième</sup> et 20<sup>ième</sup> siècle pour le boisement des dunes et des pentes pierreuses en France, en Italie, au Portugal, en Espagne et en Turquie. Il a également été planté et naturalisé en Algérie, en Argentine, au Chili, en Israël, en Iran, au Maroc, en Tunisie et en Afrique du Sud et, dans certains cas, il est considéré comme une espèce envahissante.

Le Pin pignon est souvent présent dans des zones côtières ou des estuaires sableux comme les estuaires du Tage et du Sado au Portugal, les dunes intérieures du bassin moyen du Douro, la zone autour du Parc National de Doñana dans l'estuaire du Guadalquivir en Espagne, la Petite Camargue dans l'estuaire du Rhône en France, les côtes de Toscane et de l'Adriatique en Italie ou encore la forêt de Strofylia dans le Sud de la Grèce. Les pentes rocheuses sont un autre habitat caractéristique du Pin pignon, en particulier, les roches mères siliceuses comme le granit, le gneiss, les grès et les schistes. Des exemples de ce type d'habitat se trouvent dans le Système Central Espagnol, la Sierra

Morena au Nord du Portugal ainsi que sur le mont Liban. On trouve parfois le Pin pignon sur des roches calcaires telles que la plaine des Maures près de la Côte d'Azur en France.

À l'heure actuelle, les forêts peuplées avec du Pin pignon couvrent plus de 0.75 million d'hectares dans la région méditerranéenne, éparpillés depuis la côte Atlantique du Portugal jusqu'aux rives de la mer Noire et au Mont Liban. Les surfaces les plus importantes sont en France, en Italie, au Liban, au Portugal, en Espagne, en Tunisie et en Turquie (Figure 2.54).

L'estimation exacte de la surface de ces forêts peuplées avec du Pin pignon est difficile en raison de la présence fréquente d'autres espèces d'arbres (forêts mixtes) et, également, d'autres espèces arbustives. Les jeunes plantations récentes sont parfois incluses dans les estimations réalisées au niveau national. Par exemple, la plupart des études réalisées considèrent que le Portugal dispose d'environ 50 000 à 70 000 hectares de forêts peuplées avec du Pin pignon, alors que l'Inventaire forestier national actuel donne plutôt une estimation de 130 000 hectares. Cette importante différence provient d'un glissement d'une gestion forestière privilégiant le Pin maritime pour la production de bois (une espèce aujourd'hui fortement touchés par le Nématode du Pin) vers une gestion forestière plus orientée sur la production de produits forestiers non ligneux (pignons et liège) à haute valeur commerciale avec des essences résistantes à ce nématode (Pin pignon et Chêne liège). Par conséquent, la surface des forêts peuplées avec du Pin pignon a augmenté au Portugal de plus de 50 000 hectares, non seulement en raison de nouvelles plantations, mais également à cause de la disparition (par élimination active ou par mortalité directe) des Pins maritimes considérés autrefois comme l'espèce dominante de certains peuplements mixtes. La production portugaise de pignons a augmenté considérablement au cours des dernières années avec des pratiques sylvicoles relevant de l'Agroforesterie. En Espagne, les surfaces de forêts peuplées de Pin pignon ont également augmenté au cours des 20 dernières années. Cette augmentation est liée principalement à l'abandon de certaines terres agricoles à l'initiative de propriétaires fonciers privés et a également été stimulée par les subventions européennes de la Politique Agricole Commune (PAC). En Turquie et au Liban, les Pins pignons plantés en dehors des forêts sont très fréquents et représentent un pourcentage important de la production totale de cône.



**Figure 2.54.** Surfaces des forêts de Pin pignons dans les pays du pourtour de la Méditerranée en 2011.

*Source:* Agropine, 2011.

**La production de cônes et de pignons dans la région méditerranéenne.** Jusqu'à récemment, la récolte commerciale des cônes de Pins pignons était réalisée en automne et en hiver par des "grimpeurs" à l'aide de crochets de fer fixés sur des manches de 3 à 6 mètres de longs pour récolter des cônes mûrs mais encore fermés. Chaque "grimpeur" pouvait récolter entre 300 et 450 kilogrammes de cônes par jour. Ce travail pouvait être dangereux car il nécessitait de monter assez haut dans les arbres dans des conditions climatiques souvent très froides et humides. Depuis quelques années, des machines spécialement fabriquées pour la récolte des cônes des Pins pignons ont commencé à être utilisées. Ces machines fonctionnent en faisant vibrer les arbres pour faire tomber les cônes sur le même principe que les machines utilisées pour la récolte des olives.

En Espagne, le prix des cônes de pins pignons sur l'arbre est de 0.25 à 0.30 € par kilogramme alors que le prix d'usine oscille entre 0.50 à 0.80 € par kilogramme. A ces prix, les cônes sont les produits les plus rentables issus des forêts de Pins pignons, fournissant aux propriétaires forestiers un revenu d'environ 50 à 60 € par hectares et par an (pour un rendement en cônes estimé à seulement 200 kg/ha/an alors que la plupart des zones de production au Portugal et au Liban peuvent produire beaucoup plus avec des rendements allant de 4 à 7 tonnes/ha/an). C'est plus que les recettes provenant du bois (20 à 30 € par hectare et par an), du bois de feu et d'autres produits forestiers non ligneux ou revenus liés à l'utilisation de l'écosystème par des tiers (les droits de chasse et de pâturage génèrent

généralement des revenus inférieurs à 5 € par hectare et par an). Dans les peuplements où le Pin pignon est mélangé avec le Chêne liège, le liège procure des revenus plus élevés pouvant atteindre jusqu'à 200 € par hectare et par an.

Néanmoins, dans la plupart des forêts méditerranéennes, la production de pignons est limitée par la qualité des sols et est également dépendante des fonctions écologiques et sociales (protection des sols et des bassins versants, conservation de la biodiversité, beauté des paysages et autres usages récréatifs). D'autres usages traditionnels (mais pas toujours durables) ont existé dans les forêts de Pins pignons par le passé avec : la collecte de la résine, l'extraction des aiguilles utilisées comme litière pour les animaux ou encore la récolte de l'écorce de pin pour le décapage dans les tanneries.

Bien que le Pin pignon soit considéré comme une espèce cultivée depuis le néolithique à des fins ornementales et pour ses graines, il n'a jamais été réellement domestiqué comme d'autres cultures destinées à la production de graines. Il n'y a pas de cultivars bien définis ce qui pourrait être lié à la diversité génétique relativement faible de cette espèce. Presque toute la production actuelle de pignons provient de forêts dans lesquelles aucune technique culturale n'est appliquée à l'exception des pratiques sylvicoles qui permettent de contrôler la composition du peuplement et sa densité.

Le Pin pignon est donc essentiellement une espèce pour laquelle on pratique la cueillette. C'est seulement au cours des dernières décennies que des efforts importants ont été consacrés à la sélection clonale avec la production de plants dans des vergers greffés. Les pignons méditerranéens ont été très appréciés pour la gastronomie depuis l'Antiquité. Aujourd'hui, ils sont en plus considérés comme un aliment sain très bon pour la santé humaine. La demande est donc forte et, comme le coût de la récolte est élevée, l'offre ne peut pas répondre entièrement à la demande ce qui explique que le pignon naturel est aujourd'hui parmi les graines les plus chères du monde. Le prix actuel sur les marchés internationaux est de 25 à 30 Euros par kilogramme pour les pignons décortiqués et le prix de détail oscille entre 40 et 60 Euros par kilogramme. Ce prix est relativement inélastique, alors que le marché est lui très élastique, puisqu'il absorbe tous les pignons disponibles.

La principale caractéristique des pignons méditerranéens est d'être un produit issu de forêts naturelles plutôt qu'une espèce cultivée comme plus de vingt autres espèces de Pins au monde avec des graines comestibles (y inclus les espèces de Pins asiatiques et le Pin pignon américain). Le véritable Pin pignon de Méditerranée (*Pinus Pinea*) appartient aux quatre principales espèces de Pins procurant la plus grande valeur commerciale avec *Pinus koraiensis* en Asie de l'Est, *Pinus sibirica* en Sibérie et *Pinus gerardiana* dans le Nord-Ouest de l'Himalaya. La production annuelle mondiale de pignons décortiqués se compose de la façon suivante : 15 000 à 30 000 tonnes de graines en provenance de Chine, de Russie et de Corée (principalement *Pinus koraiensis* et *Pinus sibirica*) commercialisées essentiellement par des distributeurs chinois ; 2 000 à 10 000 tonnes pignons de Chilgoza (*Pinus gerardiana*) en provenance du Pakistan et de l'Afghanistan ; 6 000 à 9 000 tonnes de pignons méditerranéens (Tableau 2.17). Ces chiffres sont très approximatifs car les statistiques exactes sont rarement disponibles et, en plus, ils sont basés sur les volumes importés et exportés qui ne reflètent absolument pas la consommation intérieure ou locale. A titre d'exemple, le Liban n'est qu'un exportateur mineur de pignons à cause d'une

consommation intérieure très forte alors qu'il produit, en raison d'un climat très favorable, un volume similaire à l'Espagne avec seulement 10 000 hectares de forêts peuplées de *Pinus Pinea* (y compris les plantations) contre près d'un demi-million d'hectares en Espagne (en comptant les plantations récentes et les forêts de protection où il n'y a pas de récolte de cônes). En Espagne, la production annuelle de cônes peut varier considérablement (jusqu'à cinq fois) en raison des cycles de production des cônes et des impacts liés à de mauvaises conditions climatiques telles que la sécheresse et le gel. La production annuelle de cônes en Espagne est estimée à environ 1 500 tonnes contre 3 500 tonnes au Portugal, 1 500 tonnes au Liban, 1 250 tonnes en Turquie et 1 000 tonnes en Italie. Une baisse significative de rendement a été constatée en Italie au cours des vingt dernières années (très probablement à cause d'un changement dans les modes de gestion des pinèdes et, également, à cause de dégâts accrus provoqués par des ravageurs des cônes).

**Tableau 2.17.** Estimation mondiale de la production de pignons par les différentes espèces de Pins

Pays	Espèces	Graines décortiquées (tonnes)
Pays méditerranéens	<i>Pinus pinea</i>	6 000 à 9 000
Chine	<i>Pinus koraiensis</i> , <i>Pinus sibirica</i> et autres espèces	5 000 à 12 000
Fédération de Russie	<i>P. sibirica</i> et <i>Pinus koraiensis</i>	8 000 à 17 000
République Populaire Démocratique de Corée	<i>Pinus koraiensis</i>	1 500 à 2 000
Pakistan/Afghanistan	<i>Pinus gerardiana</i>	2 000 à 10 000
Etat Unis d'Amérique	<i>Pinus edulis</i> et autres espèces	500
Production totale		30 000 à 40 000

Sources: Simonov et Dahmer, 2008 ; Agropine, 2011 ; Pinenut.com; International Nut and Dried Fruit Foundation, 2011, 2012; Agropine, 2011.

Une seconde source d'incertitude relative aux données de production des cônes provient de l'origine des données disponibles : souvent publiées par les usines ou les entreprises commerciales d'Italie ou d'Espagne (Catalogne ou Castille-Léon) ce qui peut conduire à des erreurs par rapport aux estimations réalisées dans les régions d'origine des cônes.

Une grande partie de la récolte des cônes est réalisée par des travailleurs locaux, de petites entreprises familiales où par des travailleurs indépendants. Dans la région de Castille y Léon, par exemple, le registre public pour la récolte, le traitement et la commercialisation des cônes de Pins pignons comprend environ 300 entreprises. Les entreprises locales et régionales sont de plus en plus organisées en coopératives de transformation et de commercialisation ce qui provoque un glissement bénéfique de la filière vers plus de standardisation du produit et vers une transformation et un emballage de meilleure qualité. La norme UNECE concernant la commercialisation et la qualité commerciale des pignons (1993) a fait l'objet de révision depuis 2011 dans le but de mieux

prendre en compte les différences entre les multiples espèces de Pins à graines ainsi que les conséquences du problème de santé connu sous le nom “Syndrome du Goût Amer du Pin Pignon” causé par la consommation de pignons de Pins d’origine chinoise (International Nut and Dried Fruit Foundation, 2012).

## ***Autres produits forestiers non ligneux***

Les champignons, le liège, les pignons, les châtaignes, le miel et les truffes sont les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) les plus importants de la région méditerranéenne. L’impressionnante diversité des espèces qui caractérisent la région méditerranéenne offre un énorme potentiel pour la production d’une très large gamme de PFNL. Plusieurs pays du pourtour de la Méditerranée disposent de législations spécifiques pour certains PFNL comme le liège mais, globalement, on constate plutôt un manque de définition claire pour réguler la production, l’extraction et l’exportation des PFNL (la résine est le seul PFNL reconnu par la législation en Grèce).

Plusieurs classifications sont disponibles pour les PFNL. Les données présentées dans cet Etat des Forêts Méditerranéennes suivent la classification proposée par la FAO (2010) avec deux catégories principales : les produits végétaux et les produits animaux (Tableau 2.18). Les données produites par les pays sont parfois très détaillées et, dans d’autres cas, très incomplètes. De plus, les volumes de PFNL collectés sont souvent sous estimés dans les rapports nationaux envoyés par les pays à la FAO.

**Tableau 2.18.** Catégories de produits forestiers non ligneux (PFNL).

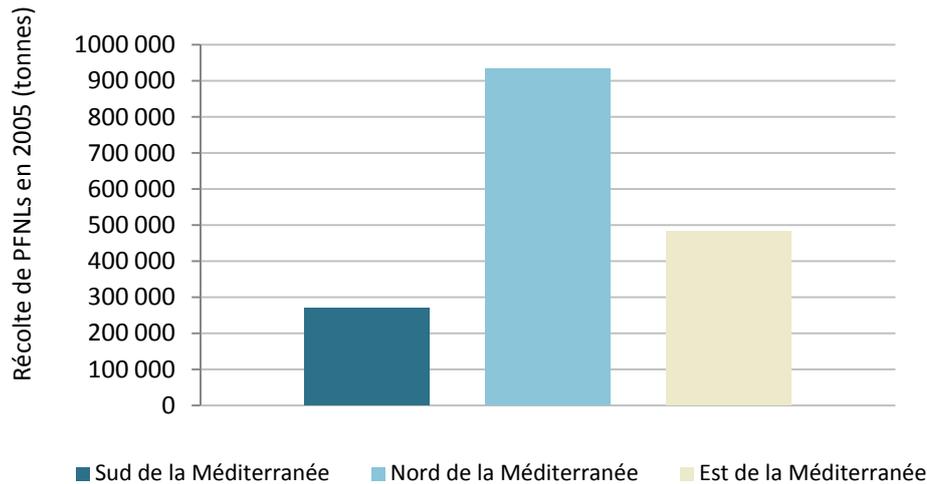
Produits végétaux/Matière première	Catégories	
	Produits animaux/Matière première	
Aliments	Animaux vivants	
<b>Fourrage</b>	<b>Cuirs, peaux et trophées</b>	
Matière première pour la préparation de médicaments et de produits aromatiques	Miel sauvage et cire d’abeille	
Matière première pour la préparation de colorants et teintures	Viande de brousse	
Matière première pour la fabrication d’ustensiles, d’objets d’artisanat et pour la construction	Matière première pour la préparation de médicaments	
Plantes ornementales	Matière première pour la préparation de colorants	
Exsudats	Autres produits animaux comestibles	
Autres produits végétaux	Autres produits animaux non-comestibles	

Source: FAO, 2010b.

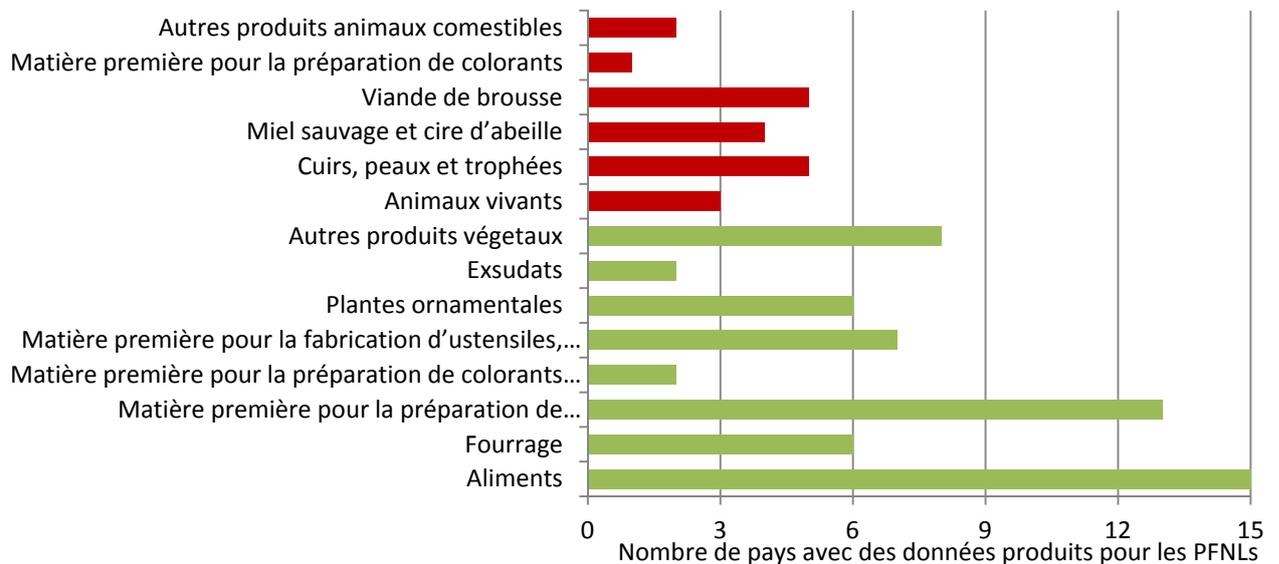
La Figure 2.55 montre le volume total de PFNL récolté dans la région méditerranéenne en 2005. On peut observer des différences significatives entre les pays du Nord, de l’Est et du Sud de la Méditerranée (différences probablement partiellement liées à la qualité des

données produites dans les rapports nationaux fournis à la FAO par les pays du pourtour de la Méditerranée).

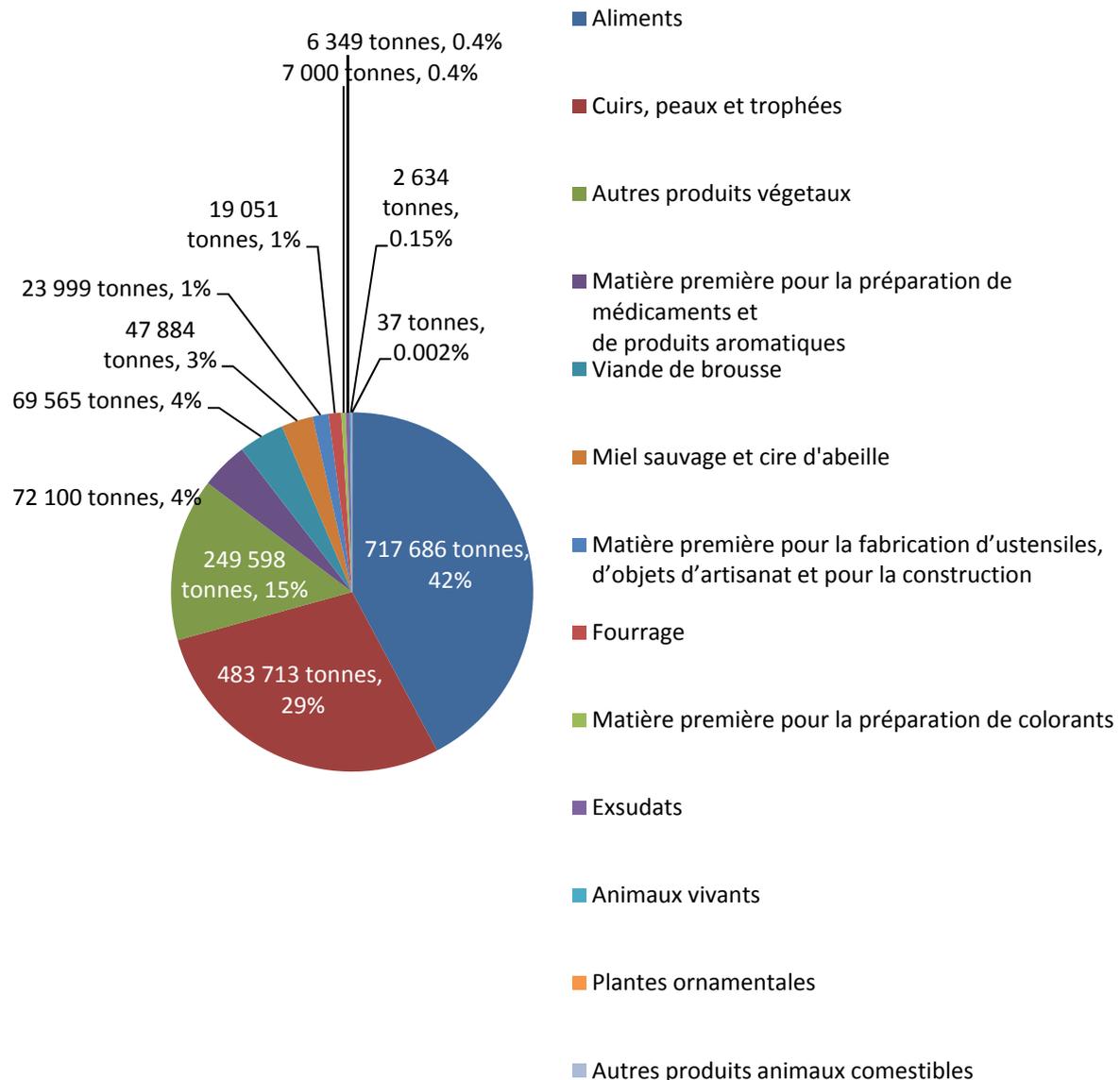
Les catégories de PFNL pour lesquelles les pays ont fournis le plus d'informations sont "Aliments" et "Matière première pour la préparation de médicaments et de produits aromatiques" (Figure 2.56). La catégorie "Aliments" représente 42 pour cent de la récolte totale de PFNL dans la région méditerranéenne (Figure 2.57) suivi par les catégories "Cuir, peaux et trophées" (29 pour cent) et "Autres produits végétaux" (15 pour cent).



**Figure 2.55.** Récolte de PFNL dans la région méditerranéenne en 2005.  
Source: FAO, 2010b.

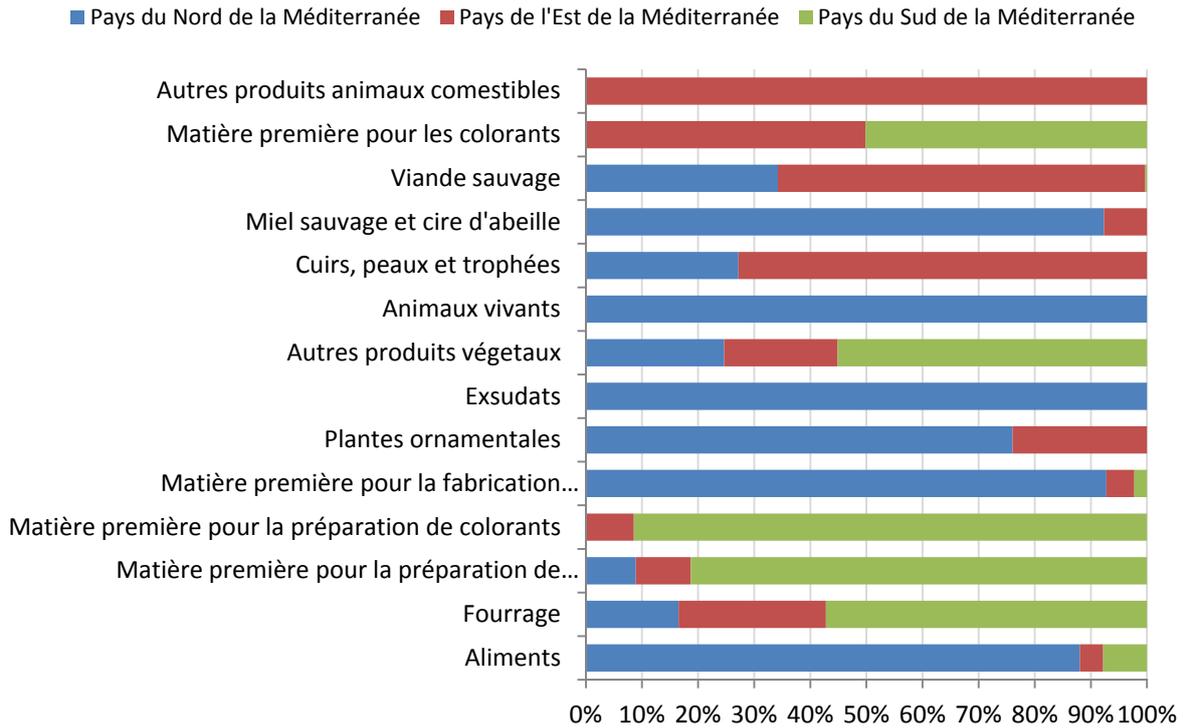


**Figure 2.56.** Informations disponibles sur les récoltes de PFNL en 2005.  
Source: FAO, 2010b.

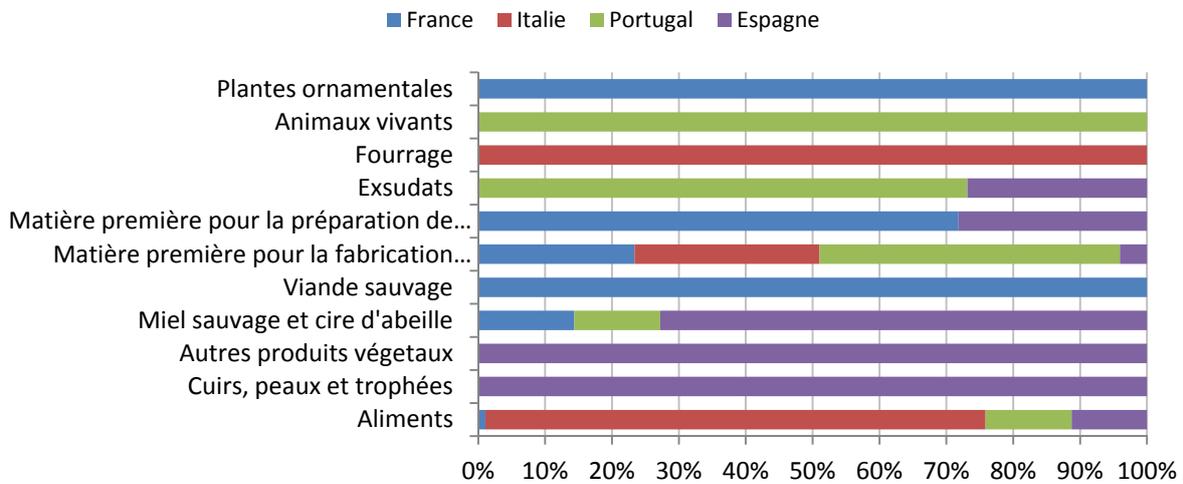


**Figure 2.57.** Récolte de PFNL (tonnes) dans la région méditerranéenne en 2005.  
 Source: FAO, 2010b

Les pays du Nord de la Méditerranée produisent environ 90 pour cent de la récolte totale de la catégorie "Aliments" dans la région méditerranéenne. Les pays de l'Est de la Méditerranée collectent plutôt des produits animaux ("viande sauvage" ainsi que "cuirs, peaux et trophées") alors que les pays du Sud de la Méditerranée récoltent surtout des plantes médicinales et aromatiques (Figure 2.58). La Figure 2.59 montre quelles sont les catégories de PFNL les plus importants pour la France, l'Italie, le Portugal et l'Espagne.



**Figure 2.58.** Proportions des différents types de PFNL récoltés par les pays du Nord, de l'Est et du Sud en 2005. Source: FAO, 2010b.



**Figure 2.59.** Proportions des types de PFNL récoltés dans quatre pays du Nord de la Méditerranée en 2005. Source: FAO, 2010b.

Dans les pays de l'Est de la Méditerranée la production de "Cuir, peaux et trophées" représente 31 pour cent de la production totale de PFNL (352 000 tonnes) alors que les "Autres produits végétaux" pèsent pour 10 pour cent (50 500 tonnes) et la "Viande sauvage" pour 9 pour cent (45 600 tonnes). La Serbie est le principal producteur de PFNL des pays de l'Est de la Méditerranée avec un poids affiché représentant 82 pour cent du poids total rapporté par les pays de cette zone de la Méditerranée (Figure 2.60).

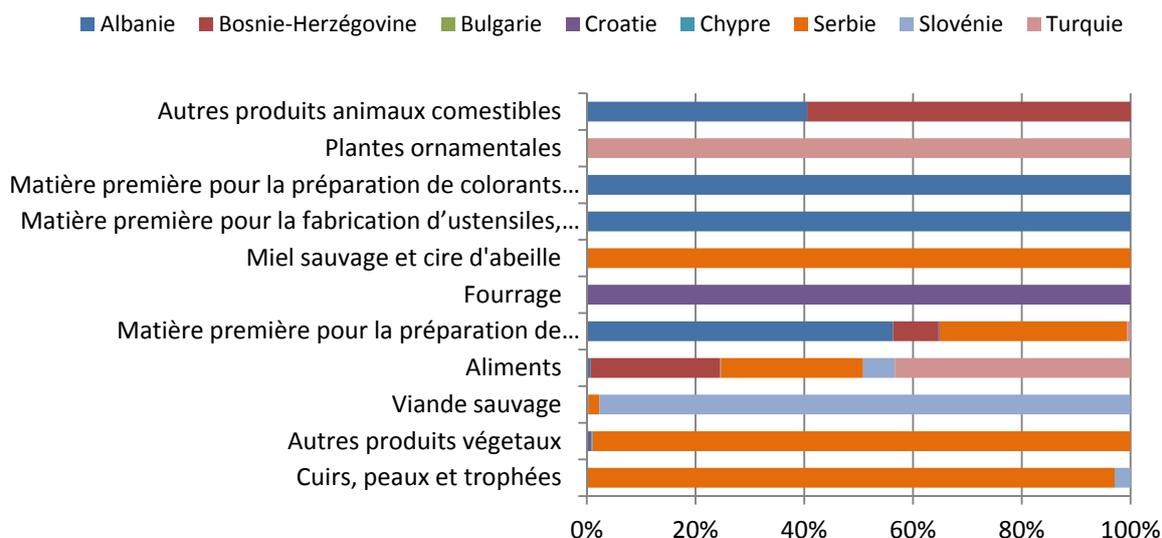


Figure 2.60. Proportions des différents types de PFNL rapportés par les pays de l'Est de la Méditerranée en 2005.

Source: FAO, 2010b.

La Figure 2.61 montre les proportions des différents types de PFNL rapportées par les pays du Sud de la Méditerranée. Le Maroc rapporte un poids de PFNL collectés (161 000 tonnes) qui représente 60 pour cent du poids total fournis par les pays du Sud pour les PFNL (272 000 tonnes). La catégorie "Autres produits végétaux" représente 51 pour cent (138 000 tonnes) du poids total des PFNL d'après les données fournis par les pays du Sud de la Méditerranée. La catégorie "Matière première pour la préparation de médicaments et de produits aromatiques" représente 22 pour cent de ce total avec un poids estimé à 58 600 tonnes.

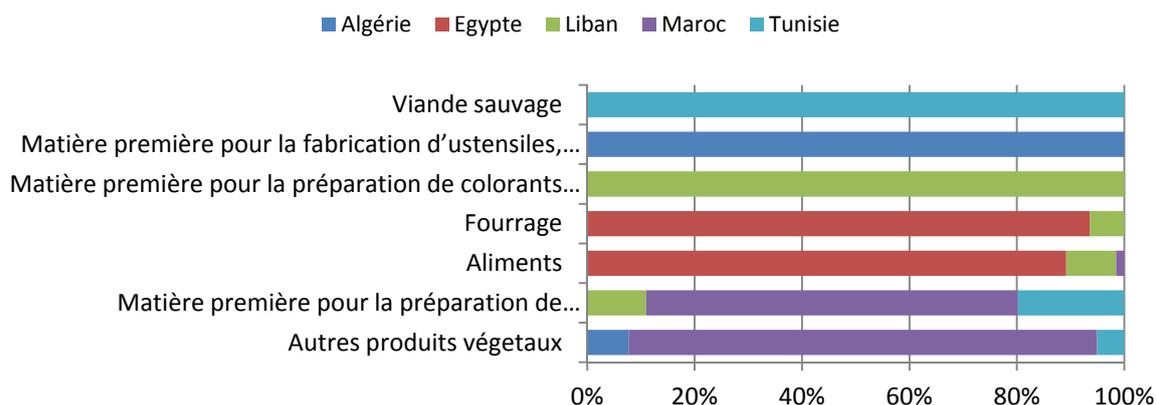


Figure 2.61. Proportions des différents types de PFNL rapportés par les pays du Sud de la Méditerranée.

Source: FAO, 2010bb.

## Conclusion

Le potentiel de la région méditerranéenne pour la récolte de PFNL est considérable. Ces PFNL représentent des revenus significatifs, génèrent des emplois ruraux et, par

conséquent, contribuent à la gestion durable des forêts (GDF). Cependant le manque de cadres législatifs adaptés pour réguler la collecte et l'utilisation de ces PFNL affecte le développement de ces filières. Une définition plus claire de ces PFNL est donc nécessaire pour aider les pays à mieux évaluer l'importance de ces filières dans leurs économies locales et pour supporter de nouveaux projets destinés à promouvoir une utilisation plus durable de ces PFNL.

## Les services environnementaux fournis par les forêts méditerranéennes

### *Rôle des forêts dans le contrôle de l'érosion*

**Risques d'érosion.** L'érosion est le processus par lequel le sol est enlevé de la surface de la terre par l'eau, le vent ou la gravité et déposé dans une autre localisation. Ce processus naturel est accentué par les activités humaines conduisant à la dégradation de la couverture végétale, incluant la déforestation, le pâturage intensif et les feux de forêts. La région méditerranéenne a été parmi les premières régions du monde à pouvoir observer des changements de grande ampleur provoqués par des phénomènes d'érosion.

Les formes les plus fréquentes d'érosion hydrique sont en nappes, en rigoles et en ravines. Le risque d'érosion hydrique est le résultat de la multiplication des facteurs suivants: précipitations et ruissellement, érodabilité des sols, longueur des pentes, déclivité des pentes, nature de la couverture végétale et pratiques de gestion et de conservation du couvert végétal.

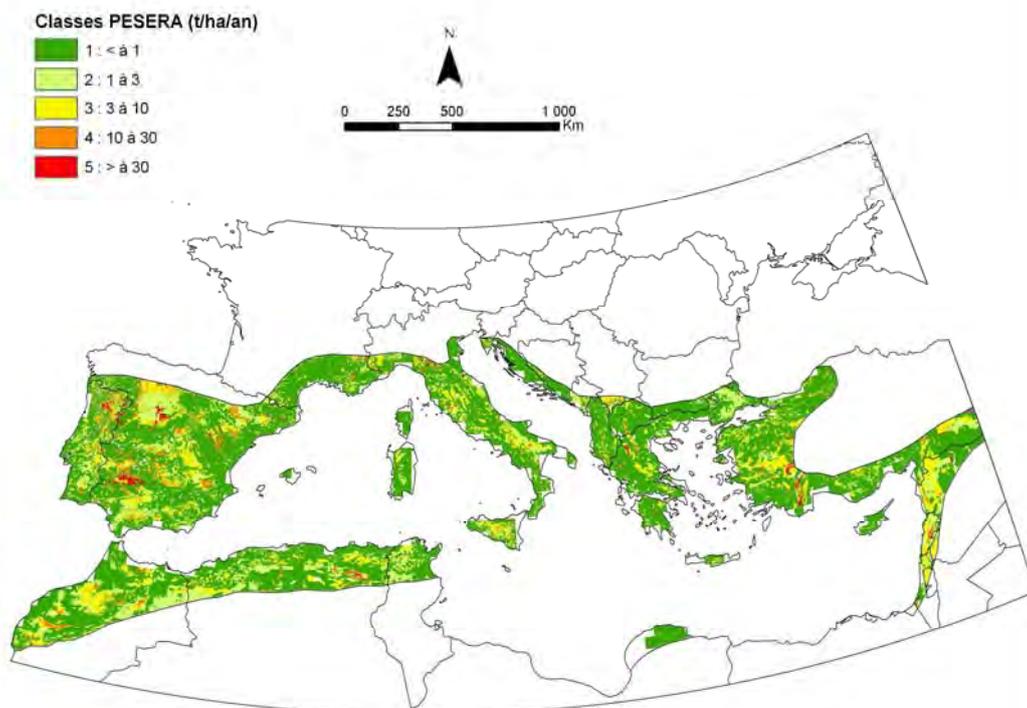


Figure 2.62. Carte des risques d'érosion dans la région méditerranéenne évaluée en utilisant le modèle PESERA.

Source: Le Bissonnais *et al.*, 2010

Le niveau des risques pour l'érosion hydrique dans certaines zones de la région méditerranéenne (Figure 2.62) est déterminé par la fréquence des événements pluvieux, la présence de matériaux géologiques fortement érodables, l'existence de pentes raides et la concentration de zones avec de la végétation clairsemée.

L'érosion éolienne est moins fréquente que l'érosion hydrique et existe seulement dans des zones spécifiques comme les dunes côtières et des zones de transition avec les déserts sableux. La Turquie rapporte 450 000 hectares de terres affectées par l'érosion éolienne parmi lesquelles 40 000 hectares sont couvertes de dune sableuses (AGM, 2010).

**Le rôle des forêts dans le contrôle de l'érosion.** La végétation joue un rôle crucial dans la prévention de l'érosion hydrique. La présence de végétation diminue l'effet des forces érosives et protège le sol. Les arbres, les arbustes et la végétation herbacée réduisent l'énergie cinétique des gouttes de pluies (Albergel *et al.* 2011). Moins bien étudié est l'effet des racines sur la résistance des sols contre l'érosion liée aux forts écoulements. Un système racinaire peu profond mais dense latéralement semble être plus efficace pour prévenir contre l'érosion hydrique lors de forts ruissellements (De Baets *et al.*, 2009). Un autre facteur important pour la résistance des sols forestiers contre l'érosion est l'apparition typique d'une couche de feuilles mortes qui augmente la conductivité hydraulique du sol et diminue le ruissellement de surface.

La végétation forestière est très efficace contre l'érosion éolienne et son efficacité est déterminée essentiellement par sa couverture latérale et la distribution de la végétation (Okin, 2008).

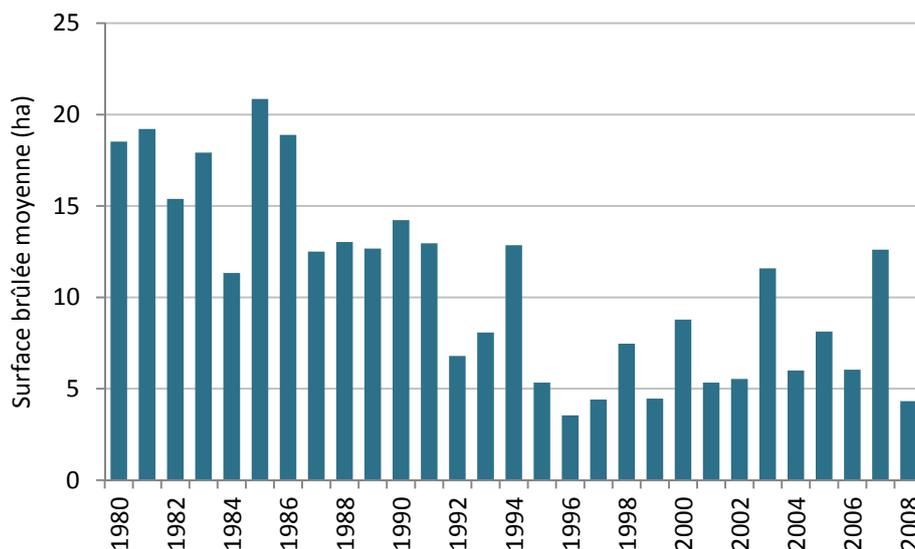
Les forêts sont aussi très efficaces pour éviter les glissements de terrain lorsque le plan de cisaillement de la pente est proche de la profondeur des racines. D'après Reubens *et al.* (2007), une espèce ligneuse avec un système racinaire central fort et profond avec des racines verticales rigides pénétrant profondément dans le sol et assurant un bon ancrage dans les couches fermes ainsi qu'un grand nombre de racines secondaires avec de nombreuse ramification à partir des racines latérales principales, serait plus efficace pour augmenter la stabilité des faibles pentes. Dans le cas où le plan de cisaillement de la pente est plus important que la profondeur d'enracinement normale (c.-> 3 m) les arbres peuvent contribuer à des glissements de terrain en favorisant l'infiltration des précipitations et, par conséquent, la recharge de la nappe phréatique (ce qui diminue la résistance au cisaillement) , mais aussi par le poids des arbres qui peuvent contribuer à la surcharge d'un plan de cisaillement potentiel (en particulier lors de vents forts), ce qui peut alors contribuer au déclenchement de glissements de terrain.

De ces différents constats on peut déduire qu'un indice faible de couvert forestier (pourcentage du territoire couvert par la forêt) dans la région méditerranéenne se traduirait par une augmentation du risque d'érosion, une augmentation des quantités d'eau bleue (Cf. paragraphe sur les services fournis par l'eau verte et l'eau bleue) ainsi qu'une diminution de la qualité de cette eau bleue (et vice versa dans le cas d'un fort indice de couvert forestier). Compte tenu de la tendance globale à la hausse de l'indice de couvert forestier dans la

plupart des pays du pourtour de la Méditerranée, une tendance à la baisse de la perte de sédiments peut être anticipée dans la région.

**Les feux de forêts augmentent les risques d'érosion.** Les feux de forêts conduisent à la destruction de la biomasse forestière et à la perte du contrôle par l'écosystème des flux d'eau, de nutriments et de sédiments. Les forêts ont des taux d'érosion classiques de moins d'une tonne de sédiments par hectare et par an tandis que les zones brûlées peuvent avoir des taux d'érosion de plus de 20 tonnes par hectare et par an.

La perte de sédiments par érosion augmente avec la surface brûlée chaque année dans la région méditerranéenne. Compte tenu des facteurs connus favorisant l'érosion, on peut déduire que le risque d'érosion augmente directement avec la dimension des surfaces brûlées puisque de grandes surfaces sans couvert forestier sont plus sensibles à l'érosion. Dans les pays du Sud de l'Europe, on peut observer une légère tendance à la baisse des surfaces brûlées et de la taille moyenne des feux de forêts entre 1980 et 2008 (Figure 2.63). Cette tendance est le résultat combiné de meilleures pratiques de prévention et de lutte contre les feux de forêts. On peut s'attendre à ce que cette tendance se traduise par une diminution des risques d'érosion des sols dans les pays du Sud de l'Europe.



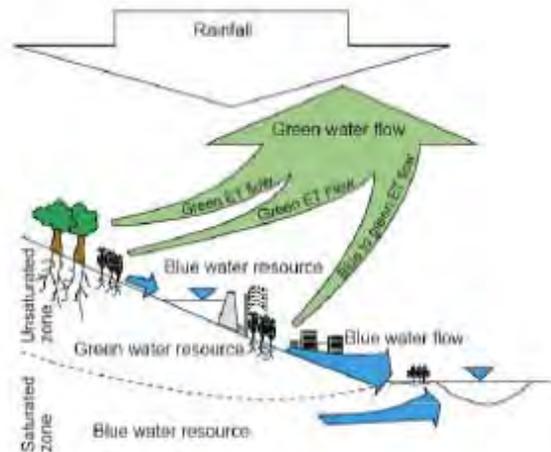
**Figure 2.63.** Evolution des surfaces moyennes parcourues par un seul feu dans les pays du pourtour de la Méditerranée

*Source:* Ce graphique est issu des statistiques du CCR sur les surfaces totales brûlées et les nombres de feux de forêts.

## *Forêts et services liés à l'eau*

**Les forêts pour les services liés à l'eau bleue et à l'eau verte.** Pour mieux comprendre les cycles hydrologiques il est devenu commun de distinguer l'eau verte et l'eau bleue (Figure 2.64).

Les ressources en eau bleue sont formées par la fraction des précipitations qui arrive dans les rivières ou les autres eaux de surface indirectement après percolation dans les aquifères profonds ou directement après écoulement en surface. Les flux d'eau qui alimentent les eaux de surface comme les rivières et les lacs sont donc constitués d'une composante de base souterraine et d'une composante provenant directement du ruissellement de surface. Les populations du pourtour de la Méditerranée accordent une grande importance à la quantité et à la qualité de ces eaux bleues car elles constituent la principale source d'eau potable, d'eau d'irrigation, d'eau pour la fourniture d'énergie hydroélectrique et d'eau pour les activités de loisirs.



**Figure 2.64.** Flux des ressources en eau verte et en eau bleue.

Source: Falkenmark et Rockström, 2005

Les ressources en eau verte sont formées par la fraction de pluie qui s'infiltre dans les sols des écosystèmes terrestres et devient ensuite disponible pour être absorbée par les plantes. L'évapotranspiration des écosystèmes terrestres est appelée le "débit d'eau verte" et se compose de l'évaporation et de la transpiration interceptée par la végétation ainsi que de l'évaporation des sols et des plans d'eau terrestres (Biro et Gracia, 2011).

L'utilisation des terres par les forêts se traduit généralement par de plus grande quantité d'eau verte et par une faible fraction d'eau bleue contrairement à l'utilisation des terres pour des usages urbains ou agricoles. On peut simplifier à l'extrême en disant que le boisement conduirait à plus d'eau verte stockée et que la déforestation se traduirait par une plus grande fraction d'eau bleue disponible.

Les flux d'eau verte sont souvent considérés comme une perte d'eau car ils conduisent à moins d'eau bleue disponible pour les usages humains. Mais il ne faut pas oublier que l'eau verte a des fonctions importantes comme la production de biomasse, la lutte contre l'érosion, la rétention des nutriments dans les sols ainsi que de nombreux autres services écosystémiques (Biro et Vallejo, 2011). Des recherches récentes montrent même de très importants effets positifs de l'eau verte en dehors des écosystèmes forestiers où elle est stockée dans la végétation ou les sols.

Les flux d'eau bleue et verte sont tous deux essentiels pour la gestion durable des bassins versants dans la région méditerranéenne. Il est indispensable de trouver le bon équilibre entre l'utilisation de l'eau verte et de l'eau bleue.

Le développement excessif dans les deux sens (la maximisation de l'eau bleue au détriment de la restauration et de la gestion des forêts ou la maximisation de l'eau verte par l'établissement systématique d'espèces exotiques à croissance rapide) peuvent avoir des impacts négatifs sur la qualité des services fournis par les écosystèmes terrestres / aquatiques (Maes *et al.*, 2009).

## *Forêts et qualité de l'eau*

Les forêts constituent la meilleure option d'utilisation des terres pour fournir des eaux de bonne qualité. En effet, les modes de gestion des forêts sont relativement naturels, sans utilisation de pesticides et d'engrais et sans aucune libération d'eaux usées.

Par conséquent, de nombreuses villes dans le monde et dans la région méditerranéenne sont alimentées par de l'eau potable provenant de bassins versants boisés. Certaines villes rémunèrent même les propriétaires et gestionnaires de ces écosystèmes boisés pour maintenir et gérer durablement la couverture forestière. L'état de l'art sur les liens entre forêts méditerranéennes et qualité de l'eau a été réalisé dans le cadre du projet européen Sylvamed (2012) avec également une brève description de la perception des propriétaires forestiers sur cette question des forêts et de la qualité de l'eau ainsi que des options de gestion forestière pour garantir la qualité de l'eau.

## *Les forêts de protection dans la région méditerranéenne*

Le Tableau 2.19 montre les surfaces forestières qui ont été désignées prioritairement pour la protection des eaux et des sols par les pays du pourtour de la Méditerranée.

**Tableau 2.19.** Forêts désignées pour la protection des eaux et des sols dans les pays méditerranéens en 2010.

Pays/Territoires	Surface forestière totale (1000 ha)	% désigné en priorité pour la protection des eaux et des sols
Albanie	776	17
Algérie	1492	53
Bulgarie	3927	12
Croatie	1920	4
Chypre	173	0
Egypte	70	49
France	15954	2
Grèce	3903	0
Israël	154	15
Italie	9149	20
Jordanie	98	98
Liban	137	25
Libye	217	100
Monténégro	543	10
Maroc	5131	0
Palestine	9	
Portugal	3456	7
Slovénie	1253	6
Espagne	18173	20
République arabe syrienne	491	0
Tunisie	1006	41
Turquie	11334	17

Source: FAO, 2010bb.

L'Italie affiche officiellement 20 pour cent de forêts de protection (Tableau 2.19) mais a rapporté à FOREST EUROPE et à la FAO (2011) que plus de 80 pour cent de ses forêts ont des fonctions de protection (sols et eaux) et que la politique nationale cherche systématiquement à promouvoir la protection hydrogéologique des versants montagneux pour éviter les glissements de terrain, l'érosion et les autres risques naturels et que, pour cette raison, environ 90% des espaces forestiers italiens ont un statut légal interdisant toute modification d'usage.



**Figure 2.65.** Plantation de *Pinus halepensis* en Jordanie à des fins de protection. ©FAO/Jean Louis Blanchez/FO-5301.

Par ailleurs, environ 500 000 hectares de forêts italiennes sont protégés par des lois régionales et d'autres dispositions telles que des plans de gestion des bassins versants. Les données divergent aussi en Espagne entre les rapports nationaux envoyés à la FAO (20 pour cent) et les données adressées à FOREST EUROPE (24 pour cent). Chypre, la Grèce, le Maroc et la République arabe syrienne ne rapportent aucune surface forestière comme désignée prioritairement pour la protection des eaux et des sols (Figure 2.65) alors que la France n'affiche que 2 pour cent. Ces chiffres ne signifient pas que la conservation des eaux et des sols n'est pas considérée comme une fonction importante des forêts dans ces pays car toutes les forêts peuvent fournir ces services. Les forêts dédiées à la protection peuvent disposer de plans de gestion mettant l'accent sur le contrôle de l'érosion à travers des mesures de limitation des zones de coupe à blanc ou des normes strictes en matière de construction de routes. Entre 1990 et 2010, la superficie des forêts de protection a augmenté de 15.2 à 15.9 millions d'hectares dans les pays méditerranéens du Sud-Ouest de l'Europe alors qu'elle a augmenté de 2.1 à 3.1 millions d'hectares dans les pays du Sud et l'Est de l'Europe (FOREST EUROPE, UNECE et FAO, 2011).

De vastes programmes de restauration des forêts pour la conservation des eaux et des sols ont été mis en place dans plusieurs pays de la région méditerranéenne. La Turquie est considérée comme un pays leader au niveau mondial sur ce thème de la lutte contre l'érosion. Le programme turc est coordonné par la Direction Générale de la Lutte Contre la Désertification et l'Erosion, qui a été fondée en 1969 sous l'autorité du ministère des Forêts et des Eaux. 810 731 hectares de terres ont bénéficié de travaux de lutte contre l'érosion, 1 453 492 hectares de forêts dégradées ont été restaurées et 2 040 046 hectares de nouvelles forêts ont été plantées (AGM 2010).

**Valoriser les fonctions protection.** La valeur des services de protection des bassins versants peut être estimée (Willis *et al.* (2003) en termes de:

- *coûts de remplacement (éviter)*: estimation de la réduction des coûts pour la société lorsque les forêts régulent le ruissellement des eaux de surface et, par conséquent, limitent les risques d'inondation et les besoins pour la prévention des inondations. L'INRGREF (Daly-Hassen *et al.*, 2012) a estimé les bénéfices annuels provenant des forêts qui contribuent à réduire la sédimentation du réservoir d'eau de Siliana en Tunisie. L'étude a montré que la forêt permettait de réduire la sédimentation annuelle de 12.9 m<sup>3</sup>/ha/an. En se basant sur le calcul des coûts que représenterait une opération destinée à enlever les sédiments on peut estimer l'économie réalisée par les autorités tunisiennes à 1.2 millions de dinars (environ 580 000 Euros) soit 51,4 dinars (environ 25 Euros) par hectare de superficie forestière.
- *volonté des individus à payer les coûts marginaux pour garantir la fourniture des services écosystémiques comme la protection des sols ou l'amélioration de la qualité de l'eau.* Mavsar et Riera ont mené une étude (2007) pour évaluer ces coûts marginaux dans une région d'Espagne où l'une des externalités des forêts est l'amélioration de la fourniture d'eau. Ils ont estimé qu'en moyenne, chaque résident de l'Espagne serait prêt à payer 3.9€ pour une augmentation de seulement 1 pour cent de la disponibilité en eau potable dans la région.

L'estimation des avantages liés à la protection des bassins versants soulève de nombreux problèmes. Tout d'abord les relations (entre la forêt et l'eau) et l'impact des forêts sur la protection des bassins versants n'est pas toujours claire (Whitman, 2005). Par exemple, les forêts sont censées améliorer la qualité de l'eau, mais cela n'est vrai que dans certaines circonstances. Il y a des exemples avec des activités forestières qui peuvent conduire à une baisse de la qualité de l'eau (perturbation des sols liées à la coupe du bois et au reboisement). En outre, en ce qui concerne la quantité d'eau, il n'y a toujours pas de consensus scientifique sur la manière dont les forêts influencent réellement la disponibilité en eau. Par conséquent, certaines études considèrent que la forêt procure plutôt des impacts positifs en terme de quantité d'eau disponible (Mavsar et Riera, 2007), tandis que d'autres attribuent des valeurs estimatives négatives (*e.g.* Merlo et Croitoru, 2005). Ces études portent très souvent sur de petites zones de captage et les effets des forêts sur les grands bassins hydrographiques restent extrêmement difficiles à évaluer. La deuxième question est liée à l'estimation exacte des bénéfices. Leur estimation par la méthode des coûts évités ne permet généralement pas d'estimer la valeur réelle des services, mais

seulement la valeur attribuée par un groupe spécifique de la population (par exemple les utilisateurs).

## ***Services liés au carbone***

**Les stocks et les flux de carbone dans les forêts méditerranéennes.** Les écosystèmes forestiers jouent un rôle majeur dans le cycle global du carbone et la régulation du climat puisque le carbone est échangé naturellement, et en permanence, entre les forêts, les sols et l'atmosphère grâce à la photosynthèse, la respiration, la décomposition et la combustion.

De tous les types d'utilisation des terres, les forêts ont la plus grande capacité de stockage du carbone. Le carbone est stocké à la fois dans la biomasse aérienne (bois, feuilles et les déchets) et la biomasse souterraine (racines) ainsi que dans les sols (par exemple sous la forme de carbone organique du sol) (Bolin *et al.*, 2000 ; GIEC, 2007a).

À l'échelle mondiale, les forêts stockent environ 77 pour cent du carbone contenu dans la biomasse végétale aérienne et 42 pour cent de la tranche supérieure (un mètre) du carbone du sol (Bolin *et al.*, 2000). La capacité de stockage du carbone dépend de multiples facteurs comme : la superficie forestière, le volume des arbres, l'âge des arbres, la structure et la diversité de la végétation, la composition et les interactions ainsi que la croissance des arbustes et de la végétation des étages inférieurs (croissance étroitement contrôlée par la disponibilité en eau, en nutriments et en lumière), la température, les parasites et autres ravageurs, les feux de forêts ainsi que le type de gestion forestière (Dixon *et al.*, 1993 ; FAO, 2011 ; Vayreda *et al.*, 2012).

Les forêts agissent comme des puits de carbone (notamment quand elles sont jeunes ou en phase de régénération après des perturbations ou en réponse à des interventions de gestion) et peuvent donc contribuer à l'atténuation du changement climatique par l'élimination du dioxyde de carbone de l'atmosphère et le stockage du carbone.

Néanmoins, elles peuvent également agir en tant que sources de carbone si elles sont perturbées, mal gérées, surexploitées ou brûlées (Ding *et al.*, 2011). Le bilan carbone des forêts peut être quantifié par l'évaluation des stocks et des flux de carbone en utilisant des techniques d'analyse de la covariance et des approches de modélisation combinées avec des résultats obtenus sur des échantillons sur le terrain et par des techniques de télédétection (Gracia *et al.*, 2001 ; Garbulsky *et al.*, 2008 ; Garcia *et al.*, 2010).

On estime que les forêts méditerranéennes et autres espaces boisés peuvent séquestrer annuellement entre 0.01 à 1.08 tonnes de carbone par hectare (Merlo et Croitoru, 2005) ce qui représente annuellement entre 0.8 et 90 millions de tonnes de carbone. Elles constituent donc un puits de carbone significatif en plus de fournir d'autres services écosystémiques précieux tels que la régulation de l'eau et du climat, la fourniture de produits ligneux et non ligneux ainsi que d'autres aménités comme la conservation de la biodiversité. Selon la FAO (2011), le couvert forestier est en pleine expansion dans le nord de la région méditerranéenne (556 000 hectares par an entre 2000 et 2005) alors qu'il est stable ou en très légère augmentation dans les PSEM (augmentation globale de cette zone de 120 000 hectares par an entre 2000 et 2005 malgré une faible couverture forestière et un potentiel limité de reboisement dans plusieurs de ces pays).

Selon une évaluation faite en 2005 (Ding *et al.*, 2011), la valeur économique du potentiel de stockage de carbone dans les forêts méditerranéennes (latitude 35°- 45° N) se situe entre 37 et 63 milliards d'US\$ ce qui représente 13 pour cent de la valeur économique totale de ces forêts selon les scénarios du GIEC sur le changement climatique A1 et B2, respectivement, avec 2050 comme horizon. Cette valeur économique est inférieure au potentiel des forêts du Centre de l'Europe (latitude 45°-55° N) avec des valeurs qui oscillent entre 117 et 190 milliards d'US \$ mais bien supérieure au potentiel des forêts d'Europe du Nord (latitude 55°-65° N) estimé entre 11 et 23 milliards d'US \$ et des forêts Scandinaves (latitude 65°-71° N) situé entre 32 et 35 milliards d'US \$.

### **Impacts du changement climatique sur le bilan carbone des forêts méditerranéennes.**

Le changement climatique pourrait influencer sur l'expansion des forêts, positivement ou négativement, par l'augmentation ou l'inhibition de la croissance des arbres et par l'amélioration ou la diminution des stocks de carbone aériens ou souterrains.

L'enrichissement de la concentration en dioxyde de carbone pourrait stimuler la croissance des arbres alors qu'une hausse de la température et des sécheresses plus sévères et répétées peuvent provoquer des pertes importantes de carbone du sol et des phénomènes de mortalité des arbres et de dépérissement. En 2003, par exemple, l'Europe occidentale et centrale a connu un été exceptionnellement chaud et sec qui a déclenché une augmentation considérable des pertes de carbone dans l'atmosphère (Jones et Cox, 2005).

Dans la région méditerranéenne, la plupart des forêts se composent d'espèces sclérophylles et à feuilles caduques relativement bien adaptées au déficit hydrique du sol. La hausse prévue de la fréquence et de la force de ces déficits est susceptible de causer des changements dans la composition des forêts (GIEC, 2001) et, par conséquent, dans les stocks de carbone. Le réchauffement climatique est de nature à favoriser l'expansion de certaines espèces d'arbres thermophiles dans des zones où la disponibilité en eau est suffisante ce qui pourrait entraîner une migration vers le nord de l'aire de répartition de certaines espèces comme *Quercus pyrenaica* (GIEC, 2001) et *Olea europea* (Salvati *et al.*, 2013) et, par conséquent, un déplacement géographique significatif des stocks de carbone.

### **La gestion des forêts et l'utilisation des produits forestiers comme un outil pour améliorer le stockage du carbone.**

La fonction de puits de carbone des forêts méditerranéennes et leur multifonctionnalité sont tellement importantes que les forêts devraient être mieux prises en compte dans le cadre de l'aménagement des territoires.

La priorité devrait être accordée à la mise en œuvre de stratégies de conservation et de gestion des forêts à la fois rationnelles, rentables et socialement acceptables. La couverture forestière et, par conséquent, le volume le carbone stocké dans ces écosystèmes méditerranéens, fluctuent au cours du temps. Les stocks de carbone peuvent être négativement affectés par la déforestation (liée à la conversion dans l'utilisation des terres et le développement urbain), les feux de forêts et la mauvaise gestion alors qu'ils peuvent être augmentés par des contextes économiques favorables et des politiques favorisant la gestion durable des forêts, le reboisement des terres agricoles abandonnées, l'établissement de plantations commerciales ainsi que la prévention et le contrôle des feux de forêts.

De nombreuses stratégies de gestion des territoires et de nouvelles pratiques sylvicoles adaptatives, intégrant des changements et des visions nouvelles en terme de gestion forestière, ont été recommandées pour l'utilisation durable de forêts méditerranéennes multifonctionnelles susceptibles d'améliorer le stockage du carbone à long terme et d'atténuer le changement climatique (Regato, 2008 ; Serrada, 2011 ; Vericat *et al.*, 2012).

Ces recommandations incluent :

- la promotion des activités de boisement et de reboisement en utilisant des peuplements mono spécifiques ou diversifiés (Figure 2.66);
- la restauration des sols dégradés et la gestion de l'ensablement dans les zones arides;
- la mise en place de pratiques sylvicoles spécifiques sur certains sites telles que l'exploitation forestière sélective, l'enlèvement du bois mort et l'éclaircissement pour réduire la densité du peuplement (Figure 2.67), diminuer la concurrence pour l'eau, améliorer la production de biomasse, augmenter la résistance et la résilience aux perturbations (feux de forêts et ravageurs) et favoriser la régénération naturelle ;
- le développement de pratiques à l'échelle des paysages et des peuplements forestiers pour réduire l'intensité des feux de forêts, la propagation et les dommages et améliorer la résilience et les capacités de récupération des écosystèmes après les feux de forêts ;
- la promotion des espèces d'arbres les mieux adaptées (tolérantes à la sécheresse et aux ravageurs) et de modifications dans la composition des peuplements (peuplements plus diversifiés et résilients et espèces d'arbres à usages multiples);
- la restauration et la conservation des communautés biotiques avec, en particulier, les vecteurs de dispersion (oiseaux et mammifères);
- l'amélioration des pratiques de gestion des sols pour augmenter la capacité de stockage de l'eau et empêcher l'érosion et la perte de carbone (pâturage durable, exploitation à faible impacts lors de la récolte du bois et utilisation réduite de produits chimiques);
- l'utilisation du bois pour des produits à long terme (construction, ameublement et artisanat).



**Figure 2.66.** Pépinière de Pins pignons (*Pinus pinea*) à des fins de boisement et de reboisement.  
© Lorenza Colletti

Le stockage du carbone est assuré sur le long terme lorsque le bois est utilisé pour la construction (plusieurs décennies). Lorsque les arbres sont coupés et utilisés comme combustible ou pour la production de papier, ou quand ils sont brûlés, le carbone stocké est libéré dans l'atmosphère et dans le sol ce qui contribue au changement climatique. Les politiques et les stratégies de gestion forestière doivent donc viser à prolonger la capacité de stockage à la fois des forêts et de leurs produits. Les produits bois peuvent être utilisés comme source d'énergie à la fin de leur durée de vie, recyclés et réutilisés, et ce processus peut créer des emplois tout au long de la chaîne de production, avec des impacts positifs sur les économies locales.

Des études ont montré qu'après plusieurs cycles de vie les produits ligneux génèrent beaucoup moins d'émissions de gaz à effet de serre que des produits comparables: 1 à 2 fois moins d'émissions que le ciment, 5 à 6 fois moins d'émissions que l'acier et 4 à 5 fois moins d'émissions que l'aluminium. Le bois a également un bien meilleur rendement thermique: 15 fois supérieur au béton, 400 fois supérieur à l'acier et 1 770 fois supérieur à l'aluminium. L'utilisation de 1 m<sup>3</sup> de bois comme substitut à d'autres produits de construction peut contribuer à une réduction de 1.1 tonnes d'émissions de dioxyde de carbone (en raison de cette efficacité thermique) et jusqu'à 2 tonnes lorsque l'on comptabilise également le carbone stocké dans le bois lui-même (Beyer *et al.*, 2011).



**Figure 2.67.** Exemple d'éclaircies à Urbion, Espagne.  
©Pilar Valbuena.

**Effet des feux de forêts sur le bilan carbone des forêts méditerranéennes.** Les feux de forêts brûlent des centaines de milliers d'hectares de forêts et d'autres terres boisées dans la région Méditerranée chaque année ce qui entraîne la libération de carbone stocké dans la végétation et le sol. Les scénarios de changement climatique prévoient une augmentation de l'intensité et de la fréquence des feux de forêts de forte intensité dans un avenir proche (GIEC, 2007) ce qui entraînera des pertes de carbone plus élevées et diminuera fortement la capacité de récupération de la végétation dans les zones brûlées en raison de la récurrence des feux de forêts et de la dégradation des sols.

Par conséquent, afin de préserver les stocks de carbone et le potentiel de séquestration du carbone des forêts méditerranéennes, il est essentiel de gérer activement les forêts afin de réduire le risque de grands feux de forêts : éclaircissements pour réduire la densité des arbres, brûlages dirigés pour contrôler la quantité de combustible et création de coupe-feux et de discontinuités dans les paysages pour ralentir la progression des feux de forêts et atténuer leur intensité (Kashian, 2006 ; Vericat *et al.*, 2012). Ces mesures peuvent accroître la résilience des forêts, accélérer la reprise et, par conséquent, stimuler la capacité de séquestration de carbone de ces écosystèmes méditerranéens.

**Les paiements pour les services de séquestration du carbone.** Plusieurs mécanismes et outils existent ou sont en cours de développement afin d'encourager la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la séquestration du carbone et de rencontrer les objectifs du Protocole de Kyoto. Ils comprennent le mécanisme de mise en œuvre conjointe - MOC - et le mécanisme pour un développement propre – MDP (CCNUCC, 2013), le système communautaire d'échange de quotas (Commission Européenne, 2013), et le schéma proposé pour réduire les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement (REDD+).

Les marchés mondiaux du carbone se développent rapidement même si de nombreux défis demeurent comme le financement, le suivi et la double comptabilisation des crédits. La séquestration du carbone par les forêts représente une faible part des marchés du carbone actuels et, par conséquent, dans la plupart des régimes mis en place, le carbone des forêts reçoit encore peu d'attention. Les marchés volontaires et les marchés publics

sont prometteurs pour le secteur forestier car les acheteurs sont plus enclins à utiliser des crédits "carbone" pour restaurer des terres dégradées et encourager l'agroforesterie à grande échelle. Les perspectives de crédits prévus dans le cadre de la REDD + pour éviter la déforestation et la dégradation des forêts, améliorer les stocks de carbone et promouvoir la gestion durable, sont également d'un intérêt croissant et sont susceptibles de financer d'importantes réductions d'émissions de gaz à effet de serre.

L'utilisation de la biomasse forestière pour le chauffage, la cuisson et la production d'électricité sont des options pertinentes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre en se substituant à l'usage des combustibles fossiles pour lesquels l'empreinte carbone est beaucoup plus élevée. Ces options sont pertinentes aussi longtemps que la biomasse forestière est issue de forêts gérées durablement et que l'on utilise des poêles, des chaudières et des systèmes de cogénération efficaces (gazéification du bois pour la production d'électricité et de chaleur). Dans certains cas, ces réductions d'émissions sont éligibles à des crédits "carbone" ce qui rend ces approches économiquement plus attrayante.

**Conclusion.** La gestion durable des forêts méditerranéennes est essentielle pour l'adaptation et l'atténuation du changement climatique. Elle exige des stratégies et des actions qui améliorent la fourniture durable de services écosystémiques et, en particulier, la séquestration du carbone, et qui assurent la promotion de l'utilisation des produits ligneux pour le stockage de carbone à long terme et la production d'énergie renouvelable.

Il est évident que le coût d'un investissement dans les actions de prévention visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre est beaucoup plus faible que le coût des impacts attendus du changement climatique (Stern, 2007).

La gestion des forêts doit être au cœur de l'atténuation des changements climatiques et des stratégies d'adaptation aux niveaux national, régional et international. Les forêts méditerranéennes ont été gérées de manière intensive pendant des siècles et ont été façonnées par les activités humaines. Toute une gamme d'options de gestion et de pratiques forestières, étayée par des preuves empiriques et scientifiques, sont disponibles pour une utilisation dans l'adaptation au changement climatique (Alcamo, 2007; FAO, 2011). Néanmoins, les mesures d'atténuation dans le secteur forestier doivent être appuyées par des incitations pertinentes et accompagnées de mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans d'autres secteurs de l'économie comme l'industrie, les transports, l'agriculture et l'énergie.

## **Les forêts méditerranéennes productrices de services écosystémiques sociaux**

La relation entre les gens et les forêts est en constante évolution. En revanche, les changements socio-économiques de ces dernières décennies déclenchés par l'urbanisation et de meilleures conditions de vie ont augmenté la pertinence des fonctions écologiques, récréatives et paysagères des forêts méditerranéennes (Palahi *et al.*, 2008). Alors que, au contraire, les avantages tirés directement de certains produits issus de la forêt par les populations (bois, nourriture et fourrage) sont de moins en moins importants. Les écosystèmes forestiers fournissent des possibilités presque illimitées pour les loisirs, le

développement mental et d'enrichissement spirituel (DeGroot *et al.* 2002). Selon l'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (Alcamo *et al.*, 2003) les services sociaux ou culturels sont tous les bénéfices immatériels que les gens obtiennent des écosystèmes : développement cognitif, réflexion, loisirs et expériences esthétiques. Ils comprennent les activités de loisirs et l'écotourisme, les valeurs du patrimoine culturel et de la diversité culturelle, les valeurs spirituelles et religieuses, les valeurs esthétiques, les valeurs éducatives, l'inspiration, les relations sociales et le sentiment d'appartenance. Ce type de services est très étroitement lié aux valeurs et aux comportements des gens, ainsi qu'à l'organisation sociale, économique et politique d'une société. Ainsi, les perceptions et les préférences en matière de services sociaux sont plus susceptibles de différer entre les individus et les communautés que, par exemple, la perception de l'importance de la production de bois ou de la nourriture.

### ***Les forêts productrices de services sociaux dans la région méditerranéenne***

Pour évaluer l'importance des forêts méditerranéennes pour la fourniture de services sociaux, nous avons utilisé les données rapportées par les pays en termes de proportion de forêts désignées pour offrir des fonctions sociales (Tableau 2.20). Ces chiffres ont été fournis dans les rapports nationaux envoyés à la FAO lors de l'évaluation des ressources forestières mondiales (FAO, 2010b).

**Table 2.20.** Superficie des forêts qui sont principalement désignées pour les fonctions sociales et à usages multiples dans les pays méditerranéens.

Pays/Territoires	Surface forestière totale (1000 ha)*	% désigné en priorité pour des fonctions sociales *	% désigné en priorité pour de multiples usages*	Visites annuelles par hectare de forêts et autres terres boisées**
Albanie	776	0	0	..
Algérie	1 492	..	0	..
Bulgarie	3 927	6	8	..
Croatie	1 920	2	9	0.8
Chypre	173	8	28	1.7
Egypte	70	0	46	..
France	15 954	..	22	28.7
Grèce	3 903	0	0	..
Israël	154	3	64	..
Italie	9 149	..	0	16.8
Jordanie	98	1	0	..
Liban	137	0	66	..
Libye	217	0	0	..
Monténégro	543	0	0	..
Maroc	5 131	0	67	..

Palestine	9	..	..	..
Portugal	3 456	0	30	..
Slovénie	1 253	6	11	..
Espagne	18 173	2	46	..
République arabe syrienne	491	0	100	..
Tunisie	1 006	0	32	..
Turquie	11 334	..	6	..

Sources: \*FAO, 2010b; \*\*FOREST EUROPE, UNECE and FAO, 2011.

Comme le montre le tableau 2.20 seuls 7 pays de la région méditerranéenne ont désigné des forêts qui sont gérées prioritairement pour la fourniture de fonctions sociales. Dans ces pays, la part de ces forêts oscille seulement entre 1 pour cent et 8 pour cent de la superficie forestière totale. Si l'on considère également les forêts qui sont désignées comme étant gérées pour de multiples usages (Tableau 2.20), on obtient une image assez différente. Certains pays (Liban, Maroc ou République arabe syrienne) déclarent que plus de la moitié de leurs forêts est gérée pour de multiples utilisations.

En ce qui concerne les services sociaux, il faut considérer qu'ils peuvent être fournis par presque tous les types de forêts et dépendent donc beaucoup plus de la perception des populations. Dans le dernier rapport de Forest Europe (FOREST EUROPE, UNECE et FAO, 2011), l'indicateur de durabilité des forêts permet de désigner la part des forêts accessibles pour les loisirs en forêt. Selon cet indicateur, 78 pour cent des forêts et autres terres boisées sont disponibles pour les loisirs dans les pays du Sud-Ouest de l'Europe alors que ce chiffre atteint 93 pour cent dans les pays du Sud-Est de l'Europe. Certains pays rapportent également sur le nombre moyen de visites par hectare de forêts et autres terres boisées (Tableau 2.20) qui oscille entre 0.8 et 28.7 visites.

Comme on peut le constater dans le Tableau 2.20, les données sur les fonctions sociales des forêts dans la plupart des pays sont très rarement rapportées et elles ne reflètent pas l'importance des forêts en tant que productrices de services sociaux. Le plus souvent les données sont seulement limitées à certaines zones comme les parcs nationaux. Les six parcs nationaux espagnols situés dans la région méditerranéenne ont accueilli 1 600 000 visiteurs par an en 2008, ce qui représente une augmentation de 40 pour cent des visites au cours des dix dernières années (Mavsar et Varela, 2010).

### ***Estimer la valeur des services sociaux procurés par les écosystèmes***

Les activités de loisirs et le tourisme sont souvent considérés quand il s'agit d'évaluer la valeur des services sociaux. Les loisirs et le tourisme entrent dans la catégorie des valeurs d'usage direct car les individus retirent des avantages découlant de l'utilisation réelle. Les études existantes (citée ci-dessous) qui évaluent la valeur des services récréatifs utilisent généralement la méthode des préférences constatées (e.g. estimation du coût du trajet) ou la méthode de la préférence déclarée (e.g. évaluation contingente). La méthode de l'évaluation du coût du trajet considère le coût de la pratique des loisirs comme un indicateur de la valeur d'un site de loisirs. L'évaluation contingente et la modélisation des

choix estiment la valeur de la fonction récréative en demandant aux usagers quel prix ils sont prêts à payer pour obtenir ou maintenir un niveau récréatif ou une forme de loisirs.

Les études basent l'évaluation de la valeur récréative ou touristique sur certains scénarios :

- *Les paiements pour avoir accès à des forêts ou des zones spécifiques destinées à des activités récréatives (e.g. Parcs Nationaux).* Dans une étude qui a été menée en Tunisie (Daly-Hassen *et al.*, 2010) une estimation a été réalisée de la volonté de payer de la population tunisienne pour avoir accès aux activités récréatives pour les zones nouvellement boisées. Les résultats ont montré qu'en moyenne, chaque tunisien serait prêt à payer 6.2 dinars tunisiens (environ 3 Euros) par an pour avoir accès à ces espaces boisés.
- *Les paiements pour les activités de loisirs spécifiques.* Une étude récente a appliqué une approche de modélisation des choix (Brey *et al.*, 2007) pour estimer le consentement de la population à payer pour soutenir un programme de boisement en Catalogne (Nord-Est de l'Espagne) qui se traduirait, entre autres résultats, par une amélioration des possibilités de loisirs. Cette étude a montré que les habitants étaient prêts à verser annuellement 6.3€ pour être autorisés à pique-niquer et 12.8€ pour être autorisés à cueillir des champignons dans les nouvelles forêts.
- *Les paiements pour l'amélioration ou le maintien de la gestion des forêts ou pour l'amélioration des installations récréatives.* En Corse une expérience a été menée pour tester les préférences des touristes et des habitants entre plusieurs alternatives de gestion forestière pour la région de Bonifatu (Bonnieux *et al.*, 2006). Les programmes ont été définis par des combinaisons de quatre options différentes. Les quatre options étaient le renforcement de la prévention des feux de forêts, la protection de la faune et de la flore et deux projets pour l'amélioration des installations de loisirs. Les réponses positives ont été obtenues pour la prévention des incendies de forêts et pour la protection de la faune et de la flore alors que des réponses négatives ont été les plus fréquentes pour le projet qui permettait d'améliorer les facilités d'accès.

Malgré le grand nombre d'études existantes, liées à différents aspects des activités récréatives dans les forêts, il y a encore plusieurs problèmes à résoudre, tels que:

- *S'adresser à la population pertinente.* Il n'est pas toujours évident de définir les valeurs qui doivent être incluses dans l'étude d'évaluation. Habituellement seuls les utilisateurs sont pris en considération, mais certaines études (Huhtala et Pouta, 2008) indiquent que des non utilisateurs peuvent également tirer des avantages considérables des services récréatifs.
- *Estimer la valeur des différentes possibilités pour les activités récréatives.* La recherche actuelle travaille surtout sur l'évaluation globale de la valeur des services récréatifs en forêt (au sens générique avec les loisirs en forêt considérés comme un attribut unique parmi des valeurs forestières plus larges). Très peu d'études

explorent l'hétérogénéité des services récréatifs obtenus par d'autres types d'utilisations et des utilisateurs différents ;

- *Améliorer les techniques d'évaluation de la valeur des services récréatifs.* Les différentes méthodes d'évaluation utilisées pour estimer la valeur des services récréatifs ont leurs avantages et leurs inconvénients. Les approches fondées sur les préférences constatées ont l'avantage que les valeurs estimées sont fondées sur un comportement réel mais elles sont incapables d'appréhender les évolutions au-delà de la valeur aux niveaux actuels. Les approches fondées sur les préférences déclarées permettent de surmonter ces limitations et d'intégrer dans l'évaluation des services récréatifs hypothétiques/futurs. Par contre ces approches sont très dépendantes de la conception de l'enquête et peuvent être soumises à un large éventail de biais potentiels (*e.g.* les personnes interrogées ne sont pas habituées à donner des valeurs aux biens et services environnementaux ou intègrent dans leurs réponses leurs sentiments personnels sur l'exercice d'évaluation lui-même). (Christie *et al.*, 2007).

## **2.4 Forêts urbaines et périurbaines dans la région méditerranéenne**

«Les Méditerranéens se sentent plus proches de leurs villes que de leurs pays ou de leurs nations car leurs villes sont leurs pays et leurs nations et plus», écrit Matvejevic en 1999. Aujourd'hui, la plupart des villes méditerranéennes souffrent d'un manque d'espaces verts. L'urbanisation et le processus associé de disparition des terres continuent d'augmenter.

Les dernières décennies se caractérisent par des changements des conditions climatiques, des modifications profondes des modes de vie et des altérations importantes des territoires, ce qui pose des défis majeurs pour les décideurs urbains. De nouvelles approches peuvent aider à faire face à ces défis: les hautes technologies - "les villes intelligentes" - sont de nouveaux modèles et outils de la gouvernance urbaine mondiale.

Néanmoins, la plantation d'arbres ainsi que la conception et la gestion de forêts urbaines ou de parcs (Cf. Figure 2.68) sont toujours des moyens efficaces - en Méditerranée comme dans le reste du monde - pour faire progresser la qualité de la vie, donner un poumon vital aux paysages urbains, construire une économie verte et atténuer les effets du changement climatique.



**Figure 2.68.** Parc de l'Esplanade à Montpellier, France  
©Gilles Mille

Dans les dernières décennies, la foresterie urbaine et périurbaine<sup>4</sup> (FUP) a émergé comme une approche globale et multidisciplinaire de la planification, de la conception et de la gestion des ressources forestières et des arbres dans les zones urbaines et périurbaines. L'approche FUP aborde les défis économiques, sociaux et environnementaux en offrant de multiples services et avantages qui sont très précieux pour la qualité de vie des citoyens.

Les avantages potentiels des forêts urbaines et périurbaines et des arbres hors forêts incluent l'atténuation du changement climatique et l'adaptation des zones urbaines, l'approvisionnement en nourriture complémentaire, l'amélioration de la santé humaine, le bien-être, l'emploi et les revenus, la conservation de la biodiversité, la gestion des bassins versants ainsi que la prévention des risques de catastrophes. Des investissements cohérents par les communautés et les gouvernements dans la protection et la restauration des forêts et des systèmes d'arbres peuvent apporter une contribution significative à la création d'un environnement sain, notamment en aidant à réduire la pauvreté et la malnutrition. Il faut donc établir des partenariats et des alliances fondées sur des approches multi acteurs entre les autorités locales et décentralisées, les maires, les communautés locales, des gestionnaires et les chercheurs de diverses disciplines.

Dans ce chapitre, la FUP est uniquement focalisée sur la gestion des forêts urbaines et périurbaines et des systèmes d'arbres hors forêts dans la région méditerranéenne. Des termes comme « foresterie urbaines et périurbaines et aménagement des espaces verts » et

---

<sup>4</sup> La gestion des arbres pour leur contribution à l'état physiologique, sociologique et économique du bien-être de la société urbaine. La FUB traite des groupes d'arbres et des arbres individuels où les gens vivent. La FUB est très variée et riche car les zones urbaines comprennent une grande diversité d'habitats (rues, parcs, coins abandonnés, etc) où les arbres confèrent une grande variété de prestations et de problèmes.

« forêts urbaines et périurbaines » se trouvent fréquemment dans la littérature et ont tendance à considérer tous les types de systèmes d'arbres. L'aménagement des espaces verts comprend également les arbustes et des plantes herbacées. Cependant, il n'existe pas de définition unique au niveau mondial pour ces termes. En règle générale, le terme « forêts urbaines » est utilisé pour représenter les forêts urbaines et périurbaines et les systèmes d'arbres dans les espaces boisés, les jardins, les parcs, les espaces verts naturels, les systèmes agro forestiers, les vergers et les brises vents, à l'intérieur et autour des villes. Les forêts urbaines comprennent les terres publiques et privées et le terme FUP prend en compte les démarches territoriales plus larges (comme la gestion des bassins versants) et des enjeux comme la conservation des sols et de la biodiversité. Dans ce rapport, étant donné que le terme « forêt » est généralement défini légalement dans des contextes juridiques locaux et nationaux et dans les instances internationales (comme la FAO et le FNUF), « forêt » est utilisé conformément aux définitions locales. Lorsqu'on se réfère à tous les systèmes d'arbres à l'intérieur et autour des zones urbaines on utilisera l'expression « forêts urbaines et périurbaines et autres systèmes d'arbres ».

### ***Les différentes formes d'urbanisation***

La répartition spatiale de la population est un élément clé dans la compréhension de l'utilisation et de la consommation des ressources dans une zone donnée. La région méditerranéenne est l'une des zones urbanisées parmi les plus importantes au monde (elle était probablement la plus grande zone urbanisée jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle) et possède la plus grande empreinte urbaine sur la planète (Bourse, 2012). Selon les plus récentes projections démographiques du Plan Bleu (Plan Bleu, 2010), 507 millions d'habitants vivent dans la région méditerranéenne en 2010 ce qui représente 7.7 pour cent de la population mondiale. Le total devrait atteindre 570 millions en 2025 avec la plus forte croissance (95 pour cent) concentrée dans les PSEM. Malgré des taux élevés de croissance de la population urbaine et, contrairement à d'autres régions très peuplées du monde, l'urbanisation dans la région méditerranéenne se produit principalement dans un grand nombre de petites et moyennes villes, plutôt que dans des mégapoles. En 2010, sur les 100 plus grandes agglomérations urbaines du monde sept seulement étaient dans les pays méditerranéens, et seulement quatre d'entre elles pouvaient être vraiment considérées comme exprimant le caractère, les problèmes et les possibilités d'une ville méditerranéenne (Demographia Zones Urbaines du Monde, 2012)<sup>5</sup>.

Une particularité de la région méditerranéenne est le taux élevé d'urbanisation des zones côtières lié au tourisme. La proportion de la population vivant dans les zones côtières a augmenté de 63 pour cent en 1970 à 70 pour cent en 2000 et devrait atteindre 76.6 pour cent en 2025. On estime que 40 pour cent des 20 000 km de côtes de la région méditerranéenne sont occupés par des agglomérations urbaines. Selon le Plan d'Action pour la Méditerranée (PNUE/PAM, 2012), ce pourcentage devrait augmenter jusqu'à 50 pour cent d'ici 2025.

---

<sup>5</sup> Les quatre villes concernées sont: Le Caire et Alexandrie, Egypte, classées respectivement 18<sup>ième</sup> et 74<sup>ième</sup>, Istanbul, Turquie, classée 19<sup>ième</sup> et Barcelone, Espagne, classée 53<sup>ième</sup>.

## ***Facteurs et conséquences environnementales de l'urbanisation***

En plus de l'augmentation du nombre et de la densité de la population, l'urbanisation a des conséquences sur l'occupation du territoire et l'utilisation de l'énergie, de l'eau, de la nourriture, du combustible ligneux, de la forêt et des terres agricoles. Elle affecte la disponibilité des habitats et leur fragmentation ainsi que la perméabilité des sols et les processus pédologiques. La croissance démographique, avec l'immigration et le tourisme, a contribué à une augmentation de l'occupation des terres par des «infrastructures grises» (routes et bâtiments). La pauvreté urbaine est forte dans les villes du Sud et du Nord de la Méditerranée. Par exemple, Naples, en Italie, est l'une des villes les plus dégradées de la Méditerranée en termes environnemental, social et économique. Une étude réalisée par ONU-Habitat (2003) a également constaté que 25 pour cent à 35 pour cent de la population du Caire vit dans des bidonvilles à l'intérieur et aux environs des zones urbaines.

Les conséquences de l'urbanisation comprennent l'augmentation de la fragmentation des territoires et des habitats naturels, l'augmentation des risques de feux de forêts, de dégradation des terres et de désertification, d'insécurité alimentaire et de maladies humaines. La fragmentation des territoires et des habitats naturels va de paire avec des changements dans la structure même du territoire qui se traduit bien souvent par une perte de biodiversité. Les deux sont le résultat final de changements socio-économiques dans lesquelles le travail rural et la sylviculture sont remplacés par un développement de l'industrie et, surtout, du secteur tertiaire. Les feux de forêts deviennent plus fréquents et plus proche des villes. Dans tous les espaces urbanisés du pourtour de la Méditerranée, les changements d'utilisation des terres et la conséquente repousse des forêts et garrigues a conduit (en particulier dans le sud de l'Europe) à de nouvelles configurations spatiales appelées «interfaces villes/forêts»<sup>6</sup>, qui sont des franges vulnérables à protéger ou à évacuer en priorité en cas de feux de forêts. Dans la région méditerranéenne, et en particulier dans les zones côtières, l'urbanisation peut entraîner la dégradation des terres et la désertification. Ceci est lié à la demande en produits alimentaires et en énergie par les citoyens: en effet, bien que l'impact de la demande de bois pour l'énergie et la construction a été plus important dans le passé qu'aujourd'hui, l'impact de la consommation alimentaire est encore très problématique dans les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée. Enfin, la ville peut avoir des effets positifs ou négatifs sur la santé humaine et le bien-être des populations. Elle permet des économies d'échelle pour la fourniture de services et, par conséquent, favorise une amélioration générale de contrôle sanitaire. Mais elle peut aussi augmenter la récurrence potentielle de maladies transmissibles et produire de gros volumes de déchets qui doivent être traités pour éviter des concentrations élevées de polluants dans l'eau, les sols et l'air. Elle peut également augmenter la fréquence des événements environnementaux extrêmes et induire des modes de vie sédentaires qui, associés avec des niveaux de stress souvent élevées dans les villes, peut avoir des conséquences dévastatrices pour la santé mentale et physique.

---

<sup>6</sup> Interface villes/forêts: zones où les habitations sont parsemées dans des espaces boisés et où l'augmentation de l'influence humaine et la conversion des terres changent la fourniture des biens et services et les pratiques de gestion.

## ***Cadre Institutionnel de la FUP dans la région méditerranéenne.***

L'expérience dans la gestion des ressources naturelles, des forêts urbaines et des systèmes d'arbres remonte à presque deux millénaires en Méditerranée. Néanmoins, au cours du XXe siècle (surtout à partir des années 1940), peu d'attention a été accordée à la gestion des forêts urbaines et périurbaines et des systèmes d'arbres. Le programme pan européen COST Action E12 (1998-2002) a été le premier cadre multinational où les délégués des différents pays méditerranéens ont commencé à discuter et à utiliser le terme forêts urbaines. Konijnendijk *et al.* (2005) a introduit un premier cadre de référence dans lequel placer la diversité des termes qui se réfèrent aux forêts urbaines en Europe.<sup>7</sup> Malgré cela, le terme FUP n'est pas encore largement utilisé dans la région surtout dans les pays méditerranéens non européens. La diversité des cultures, des langues, des sociétés, des histoires et des politiques dans la région méditerranéenne suggère qu'il sera difficile de trouver une définition commune des forêts urbaines et d'amplifier le concept pour inclure les forêts périurbaines et les autres espaces ouverts. Si on compte un grand nombre d'études sur la FUP dans les pays méditerranéens, on constate tout de même une réticence à adopter la FUP en tant que discipline scientifique et comme un facteur stratégique pour le développement futur des villes. On ne dispose toujours pas d'une vision globale de l'expérience et de l'expertise acquises au niveau régional. On ne compte aucun plan d'action ou stratégie nationale pour relever les défis à long terme des villes qui prennent en compte les contributions potentielles des forêts et des arbres.

Dans son Action prioritaire 12: "*Explorer le potentiel des forêts urbaines et périurbaines*", le Plan d'Action pour les Forêts de l'Union européenne (CEC, 2006) envisage deux actions: "*examiner et intégrer des méthodes d'évaluation des incidences sociales et humaines des forêts urbaines et périurbaines et des systèmes d'arbres dans le but d'établir des indicateurs à long terme et des cadres robustes pour orienter les investissements futurs et la gestion de ces espaces*" et "*explorer des options pertinentes pour mieux associer les communautés locales et les intervenants non traditionnels dans la planification, la création, la gestion et l'utilisation des forêts urbaines et périurbaines et autres systèmes d'arbres*". Au niveau international, ONU-Habitat (Nairobi), Cités Unies et Gouvernements locaux (Barcelone), Association mondiale des métropoles (Barcelone) et Villes durables (Bonn) sont les principales institutions internationales traitant des questions urbaines et d'urbanisation. De plus en plus ces institutions intègrent la sécurité alimentaire et la nutrition dans la planification stratégique, soulignant le rôle des arbres et des forêts dans la fourniture de denrées alimentaires pour les villes. Un agenda international de la foresterie urbaine destiné à promouvoir la coopération entre les pays est également en place depuis 1998 : le Forum européen sur la foresterie urbaine a développé un vaste réseau dans la plupart des pays européens. L'Union Internationale des Instituts de Recherche Forestières (IUFRO) a eu un groupe de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine depuis les années 1980. Ce groupe a favorisé la collaboration scientifique sur le sujet dans le monde. En Afrique, le sommet triennal "Africités", dirigé par Cités Unies et Gouvernements locaux pour l'Afrique, offre aux organisations internationales et aux entreprises la possibilité d'interagir

---

<sup>7</sup> D'après Konijnendijk (2005) les forêts urbaines sont tous les arbres individuels, les groupes d'arbres, les petits bois dans les parcs et les espaces boisés urbains et périurbains.

avec les chefs de gouvernement africains à l'échelle continentale. La Charte Africaine pour la participation civile a été adoptée dans le cadre du sixième sommet Africités (Dakar, 4-8 Décembre 2012).

À la FAO, la coordination sur les questions urbaines est facilitée par l'Initiative de la FAO "Aliments pour les villes". Le Département des forêts de la FAO a également un programme spécifique sur les FUP avec des activités aux niveaux global, régional et national. Ce programme a notamment publié une série d'études de cas sur les villes méditerranéennes (Chypre, Égypte, Jordanie, Liban, République arabe syrienne et Turquie) (El Lakany *et al.*, 1999). En 2006, une étude prospective à l'horizon 2020 sur les forêts urbaines et périurbaines et les autres espaces verts en Asie centrale et en Asie de l'Ouest, contenait également des informations sur huit pays de la région méditerranéenne. Le Forum européen sur la foresterie urbaine renforce son réseau dans la région méditerranéenne à travers l'organisation d'ateliers. La FAO a aussi publié un rapport thématique sur l'évaluation des arbres hors forêts en Janvier 2013 (de Foresta *et al.*, 2013). Un groupe de travail méditerranéen sur les forêts urbaines et périurbaines a été mis en place en février 2012 à l'occasion de la 21<sup>ème</sup> Session du Comité sur les Questions Forestières Méditerranéennes-*Silva Mediterranea*.

La Stratégie méditerranéenne pour le développement durable, élaboré dans le cadre du Plan d'Action pour la Méditerranée, comprend un objectif d'améliorer la qualité de vie en milieu urbain en développant les espaces verts et en réduisant les facteurs environnementaux négatifs (pollution de l'air et production de déchets) ainsi que les disparités sociales et les inégalités dans l'accès aux services (en particulier dans les villes des PSEM). Malheureusement aucun indicateur n'a été mis au point pour l'évaluation efficace de l'environnement urbain en termes d'infrastructures vertes et d'espaces ouverts accessibles aux citoyens. Les indicateurs existants sur la durabilité de l'environnement urbain ne portent aujourd'hui que sur les questions de la production de déchets et de la qualité de l'air et de la pollution.

### ***Quatre approches pour la FUP dans la région méditerranéenne***

Quatre approches principales de la FUP dominent dans la région méditerranéenne. Une première approche, prise par les pays méditerranéens du Nord et de l'Est comme la Slovaquie, la Croatie, la Roumanie et la Turquie et, dans une moindre mesure, Israël et le Maroc, est focalisée sur la planification, la conception et la gestion des forêts à l'intérieur et autour des villes, en ligne avec les approches des pays du Centre et du Nord de l'Europe. La tradition forestière et sylvicole solide dans ces pays assure que les forêts urbaines sont considérées comme une composante de la politique forestière nationale avec des services forestiers (ou d'autres institutions techniques gouvernementales) responsables de la planification, de la conception et de la gestion de ces forêts urbaines et périurbaines et des autres systèmes d'arbres.

Une deuxième approche, qui met plutôt l'accent sur les parcs urbains et les jardins (Figure 2.69), ne considère pas les forêts urbaines d'une manière globale. Les pays où cette approche est développée (Algérie, Bulgarie, Chypre, France, Liban, Malte, Espagne, Tunisie et, dans une moindre mesure, Égypte, Grèce et Maroc) considèrent que les forêts urbaines sont uniquement un type possible d'espaces verts ouverts avec des arbres en

zones urbaines et périurbaines. Selon cette approche, la FUP est moins axée sur la gestion et concerne plus l'aménagement du territoire et des forêts que la planification urbaine. Les municipalités ou autres institutions locales sont les propriétaires et les responsables de ces espaces verts publics et l'Etat central peut fournir une assistance technique.



**Figure 2.69.** Parc Arthur Rimbaud à Montpellier, France  
©Fabio Salbitano

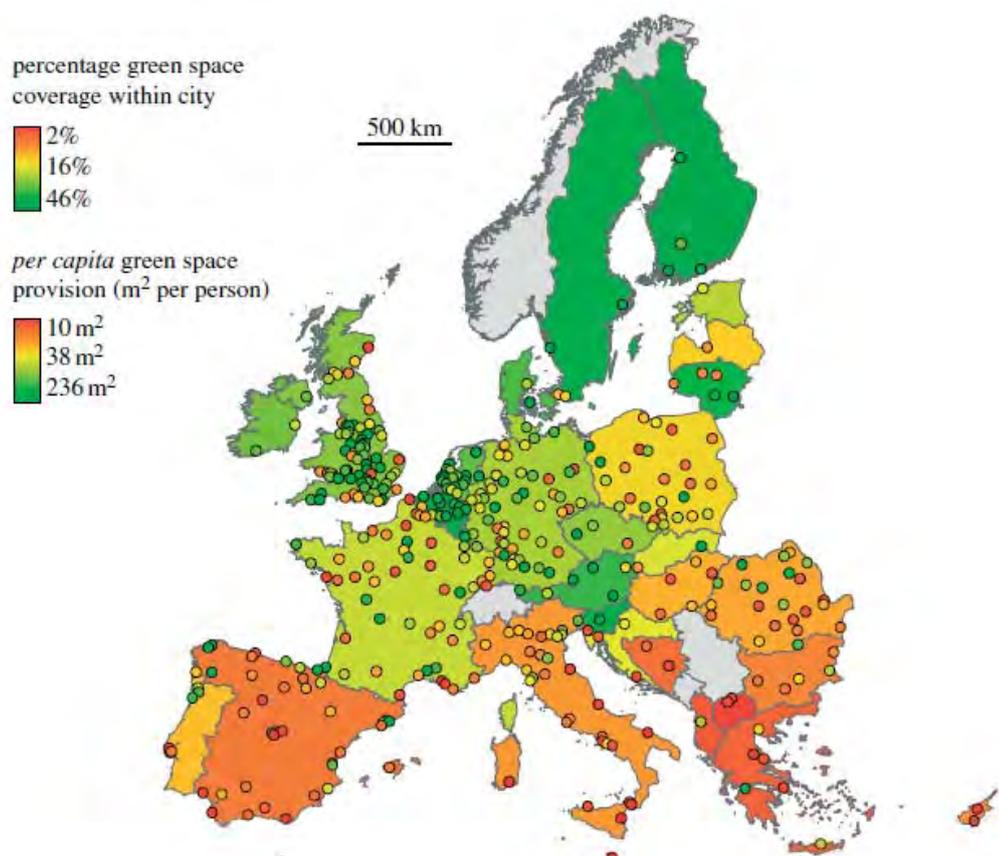
Une troisième approche considère les forêts urbaines et périurbaines et les autres systèmes d'arbres comme des éléments clés d'un réseau écologique de zones protégées fournissent un ensemble multifonctionnel de services comme la protection de la biodiversité, l'adaptation au changement climatique, la séquestration du carbone et la qualité de l'environnement. Les pays européens du Nord de la Méditerranée (Croatie, France, Grèce, Italie, Portugal, Slovénie et Espagne) sont très familiers avec cette approche. Les municipalités ou les autres institutions locales sont là encore les propriétaires et les responsables des parcs et jardins publics et les institutions de l'Etat central peuvent fournir une assistance technique.

Une quatrième approche, pouvant être considérée comme une FUP plus intégrée, implique l'application large des techniques de la FUP et recherche une intégration à plusieurs niveaux, des arbres individuels ou disposés au bord des rues aux espaces à valeur culturelle. En ce sens, la FUP développe un dialogue ouvert et fructueux avec les disciplines connexes, notamment l'écologie des paysages, l'architecture du paysage ainsi que l'arboriculture urbaine et ornementale. Les pays dans lesquels cette approche est mise en œuvre sont essentiellement la France, l'Italie et le Portugal et, dans une moindre mesure, la Croatie, la Grèce, la Slovénie et la Turquie.

Les données quantitatives sur les forêts urbaines et périurbaines de la Méditerranée sont très pauvres. Sur la base des données de l'Agence Européenne de l'Environnement, Fuller et Gaston (2009) ont produit une carte des espaces verts dans les pays européens (Figure 2.70) et ont constaté que la surface d'espace vert par personne ("Espaces verts à disposition par habitant des villes") est significativement variable entre les pays européens.

Les valeurs les plus basses ont été trouvées dans le Sud et l'Est et le plus élevé dans le Nord et le Nord-Ouest de l'Europe. Par exemple, la surface disponible d'espaces verts à Cadix, Fuenlabrada et Almería en Espagne et Reggio Calabria en Italie est de 3 à 4 m<sup>2</sup> par habitant alors qu'elle représente plus de 300 m<sup>2</sup> à Liège (Belgique) et à Oulu (Finlande). En Italie, Corona *et al.* (2011) ont utilisé des enquêtes nationales pour calculer le nombre total et la surface nationale des forêts urbaines et périurbaines et autres systèmes d'arbres ainsi que leur taille moyenne, la disponibilité et la composition globale des espèces (conifères ou feuillus) (Tableau 2.21).

Cependant, alors que l'Organisation Mondiale de la Santé a établi des normes minimales pour la surface d'espaces verts par habitant, il n'y a pas de définition officielle d'«espace vert», et comme le sens du terme change de façon significative en fonction du contexte local et du cadre institutionnel, l'interprétation des données est alors très problématique.



**Figure 2.70.** La couverture des espaces verts urbains en Europe. Les couleurs des points représentant les villes sont en fonction de l'importance des espaces verts urbain de la ville. Les pays sont colorés en fonction de la surface d'espaces verts disponibles par habitant.

*Note :* Données non disponibles pour les pays représentés en gris.

*Source :* Fuller et Gaston, 2009.

**Tableau 2.21.** Données sur les forêts urbaines italiennes sur la base de l'Inventaire Forestier National réalisé en Italie

Indicateurs		Données	Unité
Nombre total de forêts urbaines*		19 806	
Surface totale de forêts urbaines*		43 000	ha
Taille moyenne des forêts urbaines		2.2	ha
Forêts urbaines disponibles par habitant		7	m <sup>2</sup>
Espèces d'arbres	Conifères	58	%
	Feuillus	42	%

Note : \* = au sens de FAO, 2010b.

Source : Corona *et al.*, 2011

Une enquête portant sur 75 forêts urbaines dans les grandes villes de Turquie a permis de calculer une taille moyenne de 377 hectares avec une gamme très large (1 hectare à plus de 11 000 hectares). L'enquête a appliqué une équation simple pour estimer à plus de 42 000 tonnes le carbone stocké dans ces forêts. En France, les données de l'Inventaire Forestier National (IFN) et un recensement de la population ont été utilisés pour calculer le taux de forêts disponibles par agglomération. L'enquête a révélé qu'une part importante (21 pour cent) des zones urbaines est couverte par des forêts avec environ 200 m<sup>2</sup> de forêts par habitant (Inventaire Forestier National, 2010).

Peu de données sont disponibles pour les autres pays méditerranéens (notamment dans le Sud et l'Est de la Méditerranée). Le guide des forêts urbaines et périurbaines du Maroc (Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, 2010) rapporte une surface de seulement 2.5 m<sup>2</sup> d'espaces verts par habitant dans les villes marocaines. Ce guide définit les forêts urbaines comme des «forêts à l'intérieur du tissu urbain», et les forêts périurbaines comme une «zone forestière influencée par un contexte urbain» (selon une gamme de services demandés comme les loisirs et le tourisme) situé à moins de 30 km de la zone urbaine.

## ***Domaines stratégiques***

L'état de la FUP en Méditerranée et les avantages découlant de la bonne gestion de ces forêts urbaines et périurbaines et autres systèmes d'arbres dans les zones urbaines et périurbaines peuvent être synthétisés en douze domaines stratégiques illustrés à chaque fois par des exemples dans les pays du pourtour de la Méditerranée.

**1. Lutter contre la désertification et atténuer les changements climatiques.** La stratégie marocaine sur les forêts urbaines et périurbaines et son plan d'action favorise la plantation d'arbres pour aider à lutter contre la désertification. Optimiser l'utilisation de l'eau dans les parcs urbains en Méditerranée est un problème récurrent dans la FUP pour les pays hispanophones. Des approches telles que privilégier les espaces paysagers et les jardins avec des espèces xérophytes aident à réduire la consommation d'eau dans les jardins privés et dans les espaces verts urbains.

**2. Aider à réduire la pauvreté et soutenir la production alimentaire et de bois de feu.** La gestion des forêts et la planification de la République arabe syrienne tient compte de la contribution des forêts et des arbres dans les systèmes de sécurité alimentaire et le revenu national. Elle implique également la conception et la gestion des arbres hors forêts et des forêts dans et autour des villes, donnant naissance à un réseau dense de systèmes agro forestiers et de jardins publics et privés.

**3. Des retombées économiques et des contributions à l'emploi.** La municipalité de Stara Zagora, en Bulgarie, a investi dans la gestion adaptative et participative des parcs urbains (en particulier le parc principal d'Ayazamo) et des squares pour attirer les hommes d'affaires et stimuler l'emploi. Stara Zagora, également connu comme "la ville des tilleuls", est l'une des villes les plus riches en Bulgarie grâce au grand nombre d'activités commerciales qu'elle a réussi à attirer sur son territoire.

**4. Offrir des environnements sains pour le sport, les loisirs, l'art, l'éducation et la culture.** Les forêts urbaines sont d'excellents endroits pour accueillir des activités sportives, récréatives et de loisirs. Elles se prêtent également à des activités artistiques et culturelles et offrent des possibilités d'éducation à la nature formelle et informelle. Une preuve des avantages directs des forêts urbaines est que, dans certains pays, les primes d'assurance diminuent avec la proximité des parcs urbains. L'OMS / Europe a recommandé, en 2006, une série d'actions destinées à promouvoir l'activité physique pour lutter contre l'incidence croissante des maladies non transmissibles dans les sociétés contemporaines. Une série de messages forts s'adressent principalement aux décideurs.

Une partie fondamentale des recommandations concerne le défi de la planification et de la conception des parcs et des forêts urbaines comme des outils majeurs pour lutter contre les maladies dérivées d'insuffisantes activités physiques de plein air. Une attention particulière a été consacrée aux villes méditerranéennes. Le cas de Kadiköy en Turquie, où les équipements pour des exercices sportifs ainsi que les trottoirs construits dans les parcs locaux et les forêts urbaines fournissent aux personnes qui n'ont ni la possibilité ni le temps

d'aller dans les centres de fitness d'exercer une activité physique à l'air libre. Les projets de *“récupération des espaces verts et des fronts océaniques”* dans un espace proche de Barcelone sont présentés comme d'excellents exemples d'amélioration des possibilités de loisirs, d'amélioration de la santé humaine et de création d'un environnement sain grâce à la contribution des forêts urbaines et des espaces verts.

**5. Aider à sauvegarder le patrimoine et ajouter de la valeur aux paysages.** La ville de Lucca, en Italie, a préparé un inventaire des 1 452 arbres présents à l'intérieur de ses remparts du 15<sup>ème</sup> siècle pour optimiser les investissements en matière de gestion adaptative et de conservation de la forêt urbaine du centre historique de la ville. La province de Rimini, également en Italie, a réalisé un plan de gestion participative du territoire protégé de la vallée de Conca, à côté des agglomérations urbaines du Nord de l'Adriatique, comme un moyen de mettre en valeur le patrimoine culturel et les possibilités touristiques de la région.

**6. Améliorer les retombées locales de la biodiversité et protéger la nature.** Le Plan régional de la zone métropolitaine de Lisbonne, au Portugal, est une approche proactive destinée à créer et à conserver les espaces verts urbains en les intégrant dans l'aménagement du territoire régional. L'initiative est mise en œuvre par l'intermédiaire du Réseau Ecologique Métropolitain avec les objectifs de maintien des fonctions de connectivité et de la continuité écologique et, également, de maintien de la stabilité et de la qualité de l'environnement dans la région métropolitaine.

**7. Résoudre les conflits entre les parties prenantes avec des processus de gouvernance transparents et équitables grâce à une gestion concertée et de bonnes pratiques.** La mise en œuvre d'un plan de gestion collaborative pour la zone protégée urbaine et périurbaine de la vallée de Terzolle à Florence, en Italie, a permis l'intégration des initiatives menées par les différents groupes de citoyens et par les associations, avec une préoccupation particulière pour l'entretien des sites récréatifs et des sentiers de randonnée. La participation de toutes les parties prenantes a permis aux administrateurs de résoudre les conflits d'intérêts en matière d'utilisation des terres (en particulier en ce qui concerne la chasse et les activités agricoles) et de déterminer les contraintes à appliquer dans la nouvelle Aire Protégée.

**8. Jouer un rôle majeur dans la fourniture de services écosystémiques.** Le ministère de l'Environnement en Tunisie a lancé un programme stratégique visant à combattre et prévenir la pollution avec comme action centrale la création de parcs urbains dans 20 provinces et 33 municipalités. Le nombre de parcs est alors passé de 22 en 2006 à 36 en 2010. A Barcelone, en Espagne, le Centre de Recherche en Ecologie et en Foresterie Appliquée et plusieurs institutions locales ont préparé une étude sur les services écologiques fournis par les forêts urbaines de Barcelone en utilisant le modèle « Effets des Forêts Urbaines ». Cette étude a formulé un ensemble de recommandations et de questions majeures en terme de vulnérabilité à inclure dans le plan stratégique de la commune urbaine de Barcelone.

**9. Soutenir durablement la fourniture d'eau potable et de bassins versants stables.** Des boisements à grande échelle ont commencé dans les années 1930 à Ankara, en Turquie, et ont continué à l'échelle nationale jusqu'à la fin du XX<sup>ième</sup> siècle. Selon la Loi sur les plantations de cette période, chaque village et une municipalité devait planter au moins 5 hectares de forêts. Avec l'urbanisation croissante dans les années 1960, une planification à grande échelle a été menée par la Division de la lutte contre l'érosion du Ministère des forêts et les municipalités afin de stabiliser les bassins versants et de lutter contre l'érosion et les inondations. 50 000 hectares de forêts urbaines, de ceintures vertes, de plantations près des routes et de plantations commémoratives ont été réalisés.

**10. Améliorer le rôle des forêts et des arbres comme un élément majeur des infrastructures vertes.** Le Réseau écologique pour le plan structurel de la municipalité de Bologne, en Italie, est un outil pertinent pour la mise en œuvre d'une vision écologique pour l'aménagement du territoire au niveau municipal. Les éléments clés de la planification stratégique sont la conservation des habitats; la continuité du paysage, l'intégration d'espaces verts avec de multiples usages et l'amélioration des forêts urbaines et périurbaines et les systèmes d'arbres.

**11. Fournir un environnement sain et améliorer la qualité de vie des citoyens.** En Espagne, l'Université de Grenade, en collaboration avec les autorités locales, a préparé des lignes directrices pour réduire l'impact des espaces verts urbains sur les allergies liées au pollen. Le document fournit des informations pour la planification sanitaire et sociale et est devenu un élément clé pour la gestion et la conception de la végétation en milieu urbain.

**12. Contribuer à la prévention des feux de forêts à l'interface villes-forêts.** Les forêts proches de Beyrouth et d'autres régions urbaines au Liban sont menacées par le processus d'urbanisation et les feux de forêts. Les initiatives locales ont émergé pour assurer la protection et à la conservation des forêts périurbaines avec notamment l'initiative de la forêt de Baabda, l'initiative Harissa ainsi que les initiatives Nahr Beyrouth ou de la rivière de Beyrouth.

### ***Conclusion et recommandations***

Il existe trois principaux obstacles à l'évaluation de l'état des forêts urbaines méditerranéennes. Tout d'abord, la FUP est une discipline jeune, et cela est tout particulièrement vrai dans les pays méditerranéens. Le terme est encore peu utilisé dans la majorité des villes de la Méditerranée. Deuxièmement, on observe une grande diversité de types de gestion, d'organisations, d'institutions, de statuts, de compétences et d'expertises, de responsabilités et de modalités de prise de décision pour la FUP. Les experts qui traitent de ces sujets ont également des origines très diverses (forestiers, agronomes, architectes paysagistes, botanistes, spécialistes de l'environnement, architectes et ingénieurs). Cette hétérogénéité rend difficile la collecte d'informations comparables et de s'engager dans un dialogue efficace. Troisièmement, seulement quelques villes méditerranéennes recueillent des informations comparables au niveau national ou utilisent des indicateurs communs

susceptibles d'être utilisés dans l'évaluation de l'état des forêts urbaines de la région. Les recommandations suivantes pourraient aider à surmonter ces contraintes:

- Des partenariats doivent être établis entre les autorités locales pour mieux connecter et harmoniser l'agriculture, l'agroforesterie et la foresterie. Cela permettrait de renforcer les liens entre les activités rurales et urbaines et d'harmoniser les approches.
- Le concept d'infrastructures vertes doit être encouragé pour soutenir et renforcer les initiatives locales et la collaboration dans la conception, la conservation et la gestion des forêts urbaines et périurbaines et des autres systèmes d'arbres à travers une approche participative (sensible également aux questions de genre) de toutes les parties prenantes.
- Les maires et les autres administrateurs des villes ainsi que les autorités locales doivent être formés à la FUP, et, en parallèle, des programmes internationaux de FUP polyvalente doivent être développés sur la base d'un modèle qui connecte les forêts urbaines et périurbaines et autres systèmes d'arbres, l'agriculture, l'écologie du paysage, l'architecture de paysage et la planification stratégique de l'aménagement des territoires.
- Des lignes directrices, des manuels et des guides de bonnes pratiques doivent être élaborées pour les aspects techniques et la gouvernance de la FUP. Les enseignements tirés des expériences de la FUP et des études de cas devraient être partagés avec les décideurs urbains, les partenaires techniques et financiers ainsi que les autres parties prenantes. Un rapport sur l'état de la FUP dans la région méditerranéenne doit être préparé dans le cadre du groupe de travail du Comité sur les Questions Forestières Méditerranéennes-*Silva Mediterranea*.
- Une définition de la FUP et des autres termes doit être proposée dans la région. Des normes minimales communes doivent être développées et les nouvelles lignes directrices sur la FUP pour les décideurs politiques et autres décideurs doivent être adaptées à la région.
- La FUP doit être mieux intégré dans les agendas environnementaux de la région méditerranéenne ainsi que dans les processus de planification des projets et programmes.
- Une liste restreinte d'indicateurs prioritaires doit être mis au point pour l'évaluation et la surveillance des forêts urbaines dans les pays méditerranéens : densité de la population de la zone urbaine – surface des espaces verts par citoyen - surface des espaces verts et des forêts urbaines et périurbaines par rapport à la surface totale des zones urbaines - nombre d'arbres (à la fois public et privé) - forme urbaine et structure de la ville - coefficient de perméabilité (défini comme le rapport entre la somme des surfaces perméables et la surface totale) - biodiversité végétale (avec le nombre d'espèces de plantes par hectare dans les espaces naturels) - distance moyenne entre les espaces verts et les zones d'habitat urbain ainsi que les surfaces totales des interfaces « villes-forêts ».

*Ce chapitre sur les forêts urbaines et périurbaines et autres systèmes d'arbres est dédié à Michelle Gauthier, expert forestier du Département des Forêts de la FAO, décédée précocement juste un mois avant la publication de cet Etat des Forêts Méditerranéennes. Son engagement quotidien sur les forêts urbaines et périurbaines ainsi que sa contribution majeure lors de la rédaction de ces pages doivent nous inspirer pour l'avenir et nous encourager à mettre en œuvre les recommandations formulées pour la région Méditerranéenne.*

# 3



## **Cadre juridique, politique et institutionnel**

Dans le contexte actuel de tensions économiques et sociales, de crise écologique et de bouleversements climatiques, concilier la conservation des ressources forestières avec le développement socio-économique est un enjeu complexe.

Le dialogue international sur les forêts met l'accent sur ce double défi et inspire aujourd'hui les politiques et stratégies de gestion des pays méditerranéens. La multifonctionnalité des espaces boisés méditerranéens est une de leurs principales spécificités. La production des biens et services non marchands fournis par ces écosystèmes et leur régulation occupent une place importante dans les cadres politique et juridique de la gestion forestière au niveau national (*e.g.* Maroc et Turquie) ou infranationale (*e.g.* Espagne et Italie).

Les politiques, les stratégies et les programmes forestiers et les cadres institutionnels qui en découlent sont ainsi fortement marqués par le besoin de réguler les pressions exercées sur les espaces boisés et de contrôler des prélèvements souvent réalisés dans un cadre informel. Les cadres politiques, juridiques et institutionnels de la gestion des espaces boisés sont très différents selon les pays de la région méditerranéenne. Ils dépendent en particulier de leur niveau de décentralisation, plus ou moins marquée, ainsi que de l'importance du couvert forestier, ce qui limite la valeur des comparaisons de ces différents cadres nationaux. La faible disponibilité de certaines données ainsi que leur fiabilité parfois douteuse limitent également les possibilités d'analyses.

Les données présentées dans ce chapitre proviennent des rapports nationaux envoyés par les pays pour l'Évaluation des Ressources Forestières mondiales (FAO, 2010b) ainsi que pour la préparation de l'Etat des Forêts Européennes (State of Europe's Forests (SoEF), FOREST EUROPE, UNECE et FAO, 2011). Ces rapports nationaux fournissent une batterie d'indicateurs parfois incomplètement renseignée concernant les politiques, les institutions et les législations des pays pour le FRA 2010 et des indicateurs plus complets mais qui ne concernent que les pays Européens pour le SoEF 2011. En outre, ces données formelles ne permettent pas toujours d'appréhender la complexité de la réalité des pays du pourtour de la Méditerranée. L'exercice de synthèse et d'analyse demeure cependant intéressant et permet de dresser un premier bilan des connaissances disponibles et d'appréhender les lacunes pour des exercices ultérieurs de préparation d'un Etat des Forêts Méditerranéennes.

La propriété, l'usage et la gestion des espaces boisés s'organisent à travers des réglementations et des orientations fixées par les pouvoirs publics. A l'échelle des pays, les cadres de l'action publique peuvent être appréhendés par l'analyse des dispositifs politiques, législatifs et réglementaires, mais aussi par l'intérêt accordé aux forêts dans l'organisation institutionnelle ainsi que par les moyens qui leur sont consacrés. Bien que faisant face à des problématiques similaires (feux de forêts, protection des forêts, production de PFNL et risques sanitaires), les pays méditerranéens n'abordent pas la gestion forestière de manière homogène. Les pays où la forêt représente une part importante de la surface nationale ainsi qu'une source non négligeable de revenus ont tendance à développer des arsenaux législatifs et réglementaires différents que les pays où la forêt est moins importante. Cependant, certains dispositifs législatifs et juridiques tels que les lois forestières, les programmes forestiers nationaux (PFN) ou les modes d'organisations institutionnels (*e.g.* les ministères de tutelle et l'échelon du principal responsable des

questions forestières dans chaque pays) permettent d'analyser et de comprendre comment la gestion des forêts et des autres espaces boisés est abordée à l'échelle de la région Méditerranée. L'analyse des systèmes budgétaires et fiscaux nationaux relatifs au secteur forestier serait également une source d'information très utile mais les données sont trop lacunaires et hétérogènes pour permettre un exercice systématique dans la région méditerranéenne.

### **L'Évaluation des ressources forestières mondiales 2010 (FRA, 2010)**

L'élaboration et la mise en œuvre efficaces des politiques forestières dépendent de la capacité institutionnelle des organisations forestières nationales et infranationales. Il s'agit, entre autres, des administrations des forêts, des agences chargées de la mise en application des lois et règlements forestiers et des instituts de recherche et d'enseignement en matière de forêt. Dans le cadre du FRA 2010 (FAO, 2011), il a été demandé aux pays, pour la première fois, de présenter des rapports sur ces aspects clés, dans le but de combler une lacune majeure en termes d'information disponible sur la gouvernance des forêts du monde.

Il a été demandé aux pays de fournir des informations sur les indicateurs suivants:

- existence d'une législation forestière nationale et/ou infranationale avec fourniture de la date de promulgation et de la date du dernier amendement;
- existence d'une politique forestière nationale et/ou infranationale et date d'approbation;
- existence d'un programme forestier national, date de commencement et situation actuelle;
- structures institutionnelles liées aux forêts et à la foresterie;
- ressources humaines dans les institutions forestières publiques;
- nombre de diplômés universitaires dans des cursus liés aux forêts;
- nombre de cadres techniques dans les centres de recherche forestière financés par l'Etat.

Des informations ont également été compilées sur les conventions et les accords internationaux liés aux forêts et sur leurs ratifications ou adoptions par les différents pays.

## 3.1 Cadre décisionnel et juridique

Les deux éléments fondamentaux pour la constitution d'un système de gestion forestière à l'échelle nationale sont le cadre décisionnel et le cadre juridique. Le cadre décisionnel vise à fixer dans le temps les orientations et les priorités de gestion. Il est principalement formalisé par les déclarations de politique forestière. Les PFN ou équivalents peuvent également servir à appuyer l'effort de mise en œuvre de politiques forestières de manière cohérente et avec un suivi dans le temps en fonction des modalités décidées par chaque pays. Le cadre juridique donne pour sa part le détail des droits et devoirs qui s'appliquent aux acteurs et usagers des espaces forestiers.

### Les politiques nationales

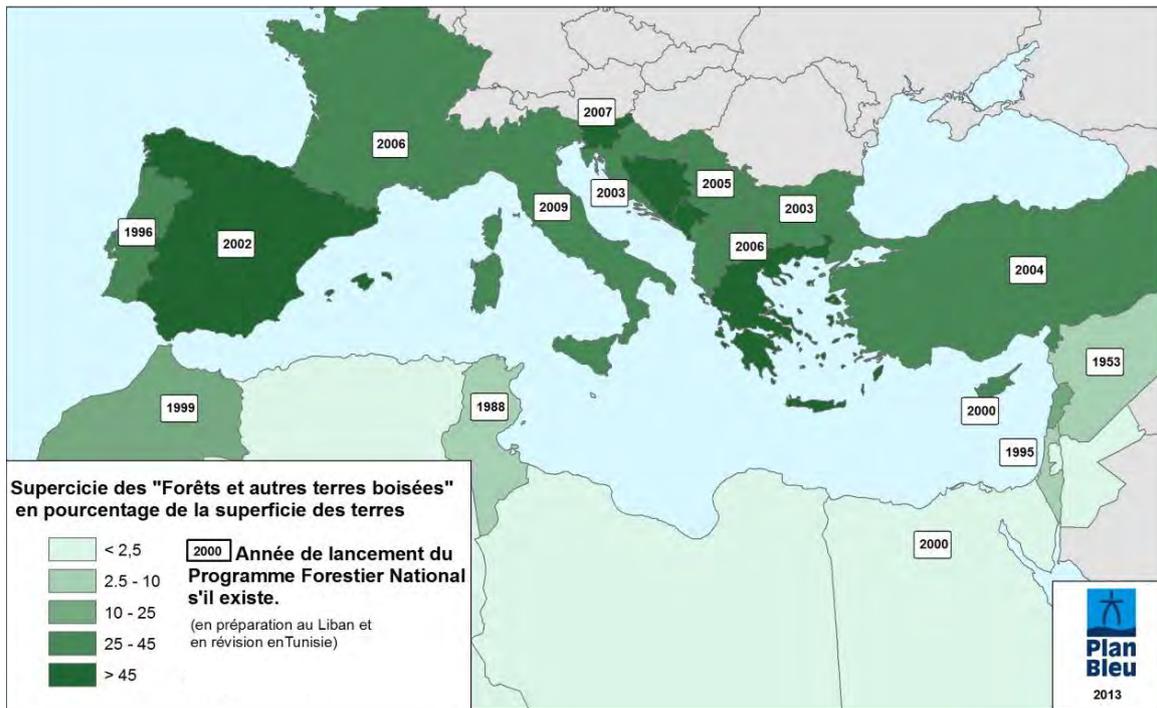
#### *Situation*

Vingt pays méditerranéens ont fourni des informations sur leurs cadres légaux et institutionnels à l'occasion du FRA 2010. Quatorze de ces pays, ce qui représente plus de 84 pour cent de la surface forestière totale des pays du pourtour de la Méditerranée, ont répondu qu'ils étaient dotés d'une déclaration de politique forestière. À l'exception de la Croatie, les six pays qui ne disposent pas d'une déclaration de politique forestière sont des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (PSEM).

Quinze pays de la région méditerranéenne (plus le Liban où un PFN est en cours de préparation) ont déclaré avoir un PFN en 2010 (10 dans les PNM et 5 dans les PSEM). Ces 15 pays représentent plus de 86 pour cent de la surface forestière totale. Onze pays ont adopté leurs PFN après 2000 (Figure 3.1.).

L'Albanie s'est dotée d'une déclaration de politique forestière mais pas d'un PFN. L'Égypte, la République arabe syrienne et la Croatie ont signalé qu'ils disposaient d'un PFN mais pas de déclaration de politique forestière. Douze pays ont indiqué que leurs PFN étaient en cours de mise en œuvre. Trois pays ont déclaré que leurs PFN étaient actuellement en cours de révision et un seul PFN était en phase d'élaboration en Serbie. Outre l'Albanie, trois PSEM n'ont pas déclaré de PFN.

Les 20 pays sont dotés d'un cadre législatif concernant les forêts. Seuls le Portugal, l'Égypte et la Jordanie n'ont pas adopté une loi spécifiquement forestière et ont incorporé les dispositions légales portant sur les forêts dans une autre loi. En Espagne, en Italie et au Portugal, les forêts sont surtout réglementées dans le cadre d'une législation infranationale (au niveau des régions).



**Figure 3.1.** Surface des forêts et autres espaces boisés en pourcentage de la surface totale des pays du pourtour de la Méditerranée avec les années de démarrage des programmes forestiers nationaux

Source : FAO, 2010b.

## Tendances

Treize pays ont mis à jour leur déclaration de politique générale pour les forêts depuis 1995 (dont 11 depuis 2000 et 9 depuis 2005). Il semble que les pays ont largement adopté, sous une forme ou une autre, les engagements internationaux pour une gestion durable des forêts (GDF) pris par les pays dans le cadre du Groupe Intergouvernemental sur les Forêts/Forum Intergouvernemental sur les Forêts (GIF/FIF) et du Forum des Nations Unies sur les Forêts (FNUF). Onze des seize pays qui ont déclaré l'existence d'un PFN en 2010 ont initié le processus après l'année 2000. Ces PFN semblent donc être considérés comme un instrument utile par les pays méditerranéens pour l'élaboration et la mise en œuvre de leurs politiques forestières.

L'année de la promulgation de la législation forestière actuellement en vigueur varie beaucoup d'un pays à un autre dans le pourtour de la Méditerranée. Les lois forestières sont antérieures à 1984 dans dix des vingt pays qui ont effectivement adopté des dispositions légales couvrant les forêts. Les changements apportés à la législation ont été plutôt réalisés par amendements plutôt que par la promulgation de nouvelles lois. Six pays ont adopté une nouvelle loi depuis 2000. Dix pays ont signalé que leur tout dernier amendement est intervenu au-delà de l'année 2000. Seul le Maroc indique un dernier amendement antérieur à 1990 (1976 pour une loi forestière datant de 1917). Dans 14 pays la législation actuellement en vigueur (votée ou amendée) remonte donc au plus à début 2000. Pour les six pays où les lois sont antérieures à l'année 2000, quatre sont des PSEM.

## Conclusions

Les résultats issus des rapports nationaux préparés par les pays à l'occasion du FRA 2010 montrent que l'élaboration et la publication de déclarations de politiques générales sur les forêts se sont considérablement généralisées au cours des dix dernières années. Les gouvernements des pays méditerranéens semblent donc accorder une attention croissante à l'élaboration et à l'actualisation de politiques spécifiquement forestières. Si elles sont élaborées et mises en œuvre dans un cadre cohérent – celui d'une déclaration de politique forestière ou dans le contexte d'un PFN, les politiques publiques peuvent renforcer l'orientation stratégique vers une réelle gestion durable des forêts.

Les PFN ont été largement adoptés suite aux engagements pris dans le contexte du GIF/FIF et du FNUF. Toutefois, en fonction des modalités de mise en œuvre par les pays, un PFN peut être un simple document de programmation se rapprochant d'une déclaration de politique forestière plutôt qu'un processus venant réellement en appui à la mise en œuvre d'une politique forestière.

Plusieurs éléments des PFN sont relativement nouveaux en termes de processus de mise en œuvre des politiques forestières, notamment l'importance accordée à une large participation des parties prenantes et à une bonne coordination intersectorielle, tout particulièrement à l'échelle locale. Compte tenu des différences souvent profondes avec les approches « classiques », les progrès accomplis dans l'adoption et l'intégration de ces nouveaux dispositifs peuvent largement varier d'un pays à l'autre et, par conséquent, leur efficacité respective doit se mesurer dans le long terme.

La plupart des pays du pourtour de la Méditerranée ont signalé qu'ils avaient récemment promulgué ou modifié leur législation forestière. Si ces législations sont vraiment appliquées elles offriront alors une base solide pour la gestion durable des forêts (GDF).

## Conventions et accords internationaux relatifs aux forêts

Un certain nombre de conventions et d'accords internationaux contraignants ou non contraignants sont plus spécifiquement relatifs aux forêts et à leur gestion (Cf. Tableau 3.1.). Parmi les accords non contraignants, l'Instrument juridiquement non contraignant concernant tous les types de forêts, adopté par l'Assemblée Générale des Nations Unies en 2007, est le plus important.

Le "nombre total de pays" renseigné dans le Tableau 3.1. se réfère au nombre de pays qui ont ratifié, agréé, approuvé, accepté ou adopté une convention internationale.

Certaines conventions et plusieurs accords juridiquement contraignants (Conventions des Nations Unies sur la Diversité Biologique, sur le Changement Climatique ou encore sur la Lutte Contre la Désertification ainsi que le Protocole de Kyoto), bien que ne concernant pas spécifiquement la gestion des forêts, sont néanmoins des cadres pertinents pour l'élaboration de politiques intégrant les enjeux du secteur forestier une fois ratifiés et intégrés aux législations nationales.

La quasi-totalité des pays méditerranéens ont ratifié ces accords à l'exception de l'Accord International sur les Bois Tropicaux (AIBT). Ce dernier ne touche cependant pas la

production méditerranéenne mais seulement la consommation des bois tropicaux importés par les pays du pourtour de la Méditerranée.

**Tableau 3.1.** Ratification des accords juridiquement contraignant ou non relatifs aux forêts par les pays du pourtour de la Méditerranée.

Convention ou accord	Nombre de pays méditerranéens ayant ratifié au 1 <sup>er</sup> janvier 2010
Instrument juridiquement non contraignant concernant tous les types de forêts	25
Convention sur la diversité biologique	24
Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	24
Protocole de Kyoto	24
Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification	25
Convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction	23
Convention relative aux zones humides d'importance internationale (Ramsar)	23
Convention sur le patrimoine mondial	26
Accord international sur les bois tropicaux	5

Source: Compilé à partir des informations fournies sur les sites officiels des institutions concernées.

## Cadre institutionnel

L'organisation des structures institutionnelles chargées de la réalisation des objectifs nationaux de gestion forestière est un indicateur de l'importance politique accordée par les pays au secteur des forêts. Dans le FRA 2010, les pays ont, pour la première fois, été invités à communiquer des informations concernant : la structure institutionnelle régissant leurs forêts (notamment le ministère en charge des forêts et de l'élaboration des politiques forestières), l'existence d'une agence nationale distincte du ministère et en charge de la mise en œuvre des projets forestiers, le degré de subordination au Ministre de la personne en charge des questions forestières ainsi que le détail des effectifs des administrations en charge de la gestion des forêts (par sexe et par niveau d'éducation).

## *Situation*

Il a été demandé aux pays d'indiquer à quel ministère incombaient les principales responsabilités en matière d'élaboration des politiques forestières en 2008. Vingt pays, représentant 91 pour cent des surfaces de forêts des pays du pourtour de la Méditerranée, ont répondu à cette question institutionnelle. L'élaboration des politiques forestières relève le plus souvent du ministère de l'agriculture (15 pays), du ministère en charge de l'environnement (3 pays) et du ministère du développement régional en Croatie. Le Maroc est le seul pays à avoir une administration équivalente à un ministère dédiée à la forêt : le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification. Le mot « forêt » figure clairement dans l'intitulé de l'entité en charge du secteur dans neuf pays (45 pour cent).

Les négociations internationales en vue de lutter contre les changements climatiques au moyen d'une réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+) présentent un défi potentiel pour les pays où la coordination interministérielle n'est pas efficace. En effet, ces négociations sont généralement menées par des représentants des ministères de l'environnement (chargés de la négociation pour la CCNUCC), alors que la responsabilité pour la mise en œuvre d'actions liées à la REDD+ incombe largement aux ministères de l'agriculture et des forêts. L'Espagne a décidé de fusionner ces deux ministères en 2008 justement pour améliorer l'efficacité de la gestion de ce type de problématiques transversales.

Excepté au Maroc où les questions forestières nationales sont de la responsabilité d'un Haut Commissaire (équivalent à un Ministre), la charge des questions forestières est confiée à une personne placée au premier échelon de subordination par rapport au Ministre dans 8 pays du pourtour de la Méditerranée. Elle est placée au deuxième échelon dans 7 pays et au troisième échelon dans seulement 4 pays. Il n'est pas possible d'établir de corrélations claires sur ce niveau de subordination entre les rives de la Méditerranée ou en fonction des surfaces forestières nationales.

Le niveau des ressources humaines est un excellent indicateur de la capacité institutionnelle à mettre en œuvre les orientations politiques et les réglementations forestières. Leur nombre s'élevait à plus de 77 000 personnes au sein de toutes les institutions forestières publiques des vingt pays méditerranéens concernés par l'enquête en 2008. Environ 17 000 cadres techniques étaient employés en 2008 dans les institutions forestières publiques. Un membre du personnel sur cinq était titulaire d'un diplôme universitaire (22 pour cent). Ce pourcentage varie de 26 pour cent dans les PSEM à 18 pour cent dans les PNM. On observe de fortes disparités nationales avec: plus de 80 pour cent de diplômés en Croatie, en Serbie et en Tunisie alors que c'est moins de 10 pour cent en Egypte, en Jordanie et en Italie.

La proportion de femmes dans l'effectif total en 2008 était de seulement 13.5 pour cent. Ce chiffre varie très fortement d'un pays à l'autre avec des proportions à plus de 30 pour cent en Egypte, au Portugal, en Serbie alors qu'elles sont en dessous de 10 pour cent en Tunisie, au Liban, en ancienne République yougoslave de Macédoine et à Chypre (ce qui est inférieur à la moyenne mondiale de 22 pour cent).

Les femmes sont aussi inégalement représentées dans les postes de cadres techniques avec des valeurs très variables d'un pays à l'autre : de 40 pour cent au Portugal à zéro à Chypre pour les PNM et de 34 pour cent en Algérie à zéro en Jordanie pour les PSEM.

## *Tendances*

En isolant la Bulgarie, où la diminution des effectifs a été brutale (-85 pour cent), entre 2000 et 2008, le personnel des institutions forestières publiques a diminué globalement de 1.7 pour cent avec des taux assez proches dans les PNM (-2 pour cent) et dans les PSEM (-1.5 pour cent).

Toujours en isolant la Bulgarie, le nombre global de cadres techniques dans les organisations forestières publiques a augmenté globalement de 2 pour cent entre 2000 et 2008 (-83 pour cent en Bulgarie). Pour ce type de personnel on a observé une augmentation de 20 pour cent dans les PNM et une diminution de 4.5 pour cent dans les PSEM. Cette tendance semble indiquer une qualification croissante des employés des organisations forestières publiques du Nord de la Méditerranée notamment au Portugal (+125 pour cent).

Entre 2000 et 2008, le pourcentage de femmes au sein des effectifs du secteur forestier a très légèrement augmenté, passant de 13.1 pour cent à 13.5 pour cent.

## *Conclusions*

Les données présentées ont été collectées pour la première fois suivant les indicateurs du FRA 2010. Il est difficile d'en saisir les implications en termes de qualité et d'efficacité de la gestion forestière sans analyse qualitative plus poussée intégrant les évolutions observées dans la durée. L'interprétation de ces chiffres et de leur évolution n'est pas aisée et nécessiterait des données plus détaillées intégrant de nombreux facteurs qui contribuent à la capacité institutionnelle globale : les ressources financières, l'éventail des compétences, la technologie, les infrastructures et l'équipement ainsi que la qualité des partenariats. L'affectation de ressources humaines dépend largement des attentes de la société sur le rôle et la gestion des forêts et de ses attentes dans les politiques publiques. La grande variabilité des chiffres d'un pays à l'autre tend à souligner ce caractère très contextuel du traitement institutionnel des forêts et des priorités nationales.

## **Education et recherche**

Les données relatives à l'éducation et à la recherche fournissent une indication utile sur les capacités managériales, techniques et administratives d'un pays en matière de gestion durable des forêts ainsi que sur son aptitude à adapter son secteur forestier à de nouveaux défis.

Le nombre d'étudiants avec un master est un indicateur de la capacité future d'un pays à développer et à mettre en œuvre des politiques et des stratégies pour une gestion durable des forêts. Le nombre de licences et de masters peut fournir un indicateur de l'aptitude à gérer des programmes et à mettre en œuvre des politiques. Le nombre de brevets et de diplômes techniques démontrent l'aptitude à mettre en œuvre des plans de gestion. Le

nombre total d'étudiants universitaires qui décrochent une licence ou un master reflète les ressources allouées à la formation pour le secteur forestier et donc l'importance que la société accorde aux forêts et à leur gestion. Le nombre de cadres techniques qui travaillent sur des programmes de recherche financés sur fonds publics est un indicateur de l'intérêt national pour les questions forestières et de la capacité à les résoudre (Figure 3.2).

## Situation

En 2008, 19 pays, représentant plus de 90 pour cent du total du couvert forestier des pays du pourtour de la Méditerranée, ont rapporté un total de plus de 5 700 étudiants diplômés d'un cycle d'études en sciences forestières. Sur ce total, 2 831 étaient étudiants universitaires (873 avec un master et 1958 avec une licence) et 2 913 avaient un brevet de technicien forestier. Des disparités régionales peuvent émaner de systèmes éducatifs différents. Ainsi, dans les PSEM, il y avait en moyenne 5 diplômés en licence pour 1 diplômé en master, alors que dans les PNM ils n'étaient respectivement que 1.7 avec une licence pour 1 diplômé avec master. Le faible nombre de titulaires de licences en Europe tient au fait que, dans de nombreux pays, le système d'enseignement offre un diplôme combiné de licence et de master en foresterie sans validation spécifique au grade de licence. Dans les PSEM, on note en outre que seul un peu plus de 20 pour cent des effectifs étaient titulaires d'un brevet de technicien, proportion qui atteignait 60 pour cent dans les PNM.



**Figure 3.2.** Renforcement des capacités pour les jeunes chercheurs. Formation intégrée sur l'inventaire forestier en Egypte pour le projet " Régénération des forêts en Algérie, en Égypte, au Maroc et en Tunisie par l'utilisation d'eaux usées traitées dans le but de soutenir les moyens d'existence des petits propriétaires et des agriculteurs". ©FAO/Project GCP/RAB/013/ITA

La différence marquée s'explique par le faible nombre rapporté de titulaires d'un brevet de technicien en foresterie dans les PSEM. Elle est également liée aux difficultés inhérentes à la compilation des données concernant les étudiants qui préparent ce type de diplôme. En effet, les techniciens reçoivent souvent un enseignement technique très large qui englobe la sylviculture, l'agriculture et l'environnement, et la composante forestière n'est pas nécessairement mentionnée dans l'intitulé du cycle d'études. Les données relatives aux diplômes de master et de licence semblent plus fiables car elles sont essentiellement recueillies auprès des universités et des facultés dans lesquelles s'effectuent ces

cursus universitaires spécialisés.

On peut supposer qu'une société qui forme davantage d'étudiants en sciences forestières est mieux préparée à faire face aux défis futurs touchant à la conservation et la gestion des forêts. En rapportant le nombre d'étudiants en sciences forestières diplômés de l'université au total de la population ou à la superficie forestière nationale, on observe qu'en 2008, dans les PNM, un diplôme universitaire était délivré pour 103 000 habitants contre un diplôme universitaire pour 302 000 dans les PSEM. Cependant, rapporté à la surface de forêts et autres espaces boisés, le nombre d'étudiants dans ces deux zones est comparable avec environ 250 diplômés annuels par million d'hectares.

La proportion d'étudiantes diplômées dans les différents niveaux à cette date est la plus forte en master, puis en licence et enfin pour les diplômes techniques. On observe de fortes différences entre PNM et PSEM. Ainsi, en master, on compte 45 pour cent d'étudiantes diplômées dans les PNM contre seulement 26 pour cent dans les PSEM. En licence, elles représentent 39 pour cent dans les PNM contre 23 pour cent dans les PSEM. Enfin, au niveau technique, elles sont 10 pour cent dans les PNM contre 6 pour cent dans les PSEM.

En tout, seulement 13 pays, représentant 60 pour cent de la surface forestière totale des pays du pourtour de la Méditerranée, ont fourni des données sur leurs capacités de recherche. Environ 2 000 cadres techniques travaillaient dans un centre de recherche public en 2008. Il manque des informations de nombreux pays avec de grandes surfaces forestières comme la France, l'Italie et la Grèce.

Environ 39 pour cent du total des effectifs travaillant dans la recherche forestière étaient titulaires d'un doctorat, sans différence significative entre les PNM et les PSEM. On compte environ 17 docteurs par millions d'hectares dans les PNM contre 11 docteurs par millions d'hectares dans les PSEM.

## *Tendances*

Entre 2000 et 2008, le nombre d'étudiants avec un diplôme en sciences forestières a été globalement croissant dans les 12 pays avec des informations disponibles sur les nombres de diplômés (ces pays représentent environ 73 pour cent de la surface forestière totale des pays du pourtour de la Méditerranée). Le nombre d'étudiants en master a augmenté d'environ 10 pour cent, le nombre d'étudiants en licence d'environ 36 pour cent et le nombre de techniciens de plus de 40 pour cent (hors Bulgarie pour des raisons méthodologiques). Le nombre total de forestiers avec un diplôme universitaire a augmenté de 26 pour cent.

Le nombre de femmes diplômées dans des cycles d'études universitaires en sciences forestières (licence et master) a progressé de 35 pour cent entre 2000 et 2008. La proportion de femmes diplômées au niveau universitaire a donc augmenté de 31 pour cent en 2000 à 33 pour cent en 2008.

Dans les pays qui ont communiqué une série chronologique, le nombre total de titulaires d'un master ou d'un doctorat au sein du personnel des institutions de recherche forestière publiques est resté stable entre 2000 et 2008 (sauf pour l'Espagne avec une hausse de 35 pour cent).

## Conclusions

Il est indispensable de se doter de capacités nationales d'éducation et de recherche forestières suffisantes afin de disposer des connaissances et compétences requises pour gérer durablement les ressources forestières et relever les défis à venir. Les effectifs à la hausse dans l'enseignement forestier sont encourageants dans les pays du pourtour de la Méditerranée. Ils n'apparaissent cependant pas très en cohérence avec la légère diminution des effectifs publics dans les administrations gestionnaires (excepté pour les postes les plus qualifiés dans les PNM pour lesquels on constate un nombre croissant), ni avec la stabilité observée au niveau du nombre de postes disponibles dans la recherche publique.

Au-delà de ces observations purement quantitatives, effectuées sur la base des données communiquées, il reste très difficile d'évaluer de façon qualitative les capacités existantes et leur adéquation aux besoins de compétences.

## 3.2 Les politiques publiques

La région méditerranéenne se caractérise par des disparités très importantes des proportions de couvert forestier dans chaque pays. Cette surface forestière représente seulement 0.07 pour cent de la surface totale du pays en Egypte et 62 pour cent en Slovaquie. Sur les 26 pays qui ont fourni des données sur la surface de leurs espaces boisés, les 11 PSEM affichent les plus faibles proportions de couvert forestier (moins de 15 pour cent de la surface totale), avec plus de la moitié d'entre eux qui disposent d'un couvert forestier représentant moins de 3 pour cent de la surface totale.

Ces différences marquées expliquent les efforts variables déployés d'un pays à l'autre en termes de politiques forestières et d'actions publiques. Dans des pays à très faible surface boisée, l'absence de déclaration de politique forestière et de PFN ne préjuge en rien de l'attention que leurs institutions portent aux forêts. En effet ces questions forestières sont souvent incluses dans des programmes transversaux de politique environnementale, principalement de lutte contre la désertification, qui abordent également des priorités de développement rural.

Tous les pays méditerranéens ont bien des dispositions légales relatives aux forêts mais on observe des disparités entre les pays dans l'élaboration des déclarations de politique forestière et des PFN. Les pays disposant à la fois d'une déclaration de politique forestière à jour et d'un PFN opérationnel sont les PNM ainsi qu'Israël, le Maroc et la Turquie qui présentent des taux de boisement les plus importants parmi les PSEM. Les pays ne disposant d'aucun de ces deux cadres d'intervention politique mais qui ont bien adopté des dispositions légales sont : l'Algérie, la Libye, le Liban et la Jordanie. Ces pays comptent moins de 1 pour cent de couvert forestier à l'exception du Liban qui travaille à la préparation d'un PFN (avec 13 pour cent de couvert forestier). Certains pays disposent d'un PFN sans déclaration de politique forestière récente (Egypte, Tunisie, République arabe syrienne et Croatie). A contrario, l'Albanie dispose d'une déclaration de politique forestière mais pas d'un PFN.

## **Des politiques publiques spécifiquement forestières**

Pour les PNM, représentant 88 pour cent des espaces boisés des pays du pourtour de la Méditerranée, Forest Europe produit depuis plusieurs années, à travers son rapport sur l'Etat des Forêts Européennes, des panoramas réguliers sur les politiques publiques forestières nationales. Certains éléments du rapport le plus récent (SoEF, 2011) sont présentés et analysés dans ce chapitre avec des données spécifiques collectées également pour les pays du Sud de la Méditerranée.

### *Usages des sols et couvert forestier*

Les réglementations sont les instruments les plus fréquemment utilisés pour maintenir et étendre le couvert forestier. Les principaux instruments règlementaires mis en œuvre pour atteindre des objectifs donnés sont des restrictions et procédures légales pour le changement d'utilisation des terres, tels que les lois forestières, les lois de gestion, de boisement et reboisement et les lois générales sur l'occupation des sols. La majorité des pays dispose d'une agence nationale organisée pour la gestion de la forêt publique ainsi que la mise en œuvre et le suivi des réglementations et programmes nationaux relatifs à l'utilisation des terres et au couvert forestier.

Les 13 pays qui ont élaboré des politiques ciblant spécifiquement les questions relatives aux forêts ont fixé des objectifs chiffrés concernant leur couvert forestier (généralement celui de le conserver à son niveau actuel). Quatre pays ont fixé des objectifs pour l'accroître: la Bulgarie, l'ancienne République yougoslave de Macédoine, l'Espagne et la Turquie. Seules la Bulgarie n'a pas défini un chiffre à atteindre alors que les trois autres ont défini un objectif clair avec un délai. L'objectif d'expansion est de 45 000 hectares en Espagne en 2012, 70 780 hectares dans l'ancienne République yougoslave de Macédoine en 2020 et la Turquie a fixé un objectif de 1 060 600 hectares en 2007. Quelques pays ont indiqué ne pas souhaiter augmenter leur couvert forestier du fait des contextes locaux ou nationaux. Le Monténégro, par exemple, a déclaré que les terres forestières ne doivent pas être étendues dans certaines zones afin de laisser place à une agriculture rentable ou de préserver la biodiversité d'autres écosystèmes (tels que des prairies naturelles ou les terres arbustives).

La Slovaquie, dont le couvert forestier est relativement élevé (60 pour cent de la surface totale) vise à maintenir, mais sans l'augmenter, cette superficie forestière, principalement car elle est déjà élevée et que les autres usages des terres doivent également être maintenus. L'objectif a plutôt été fixé pour limiter la fragmentation des forêts et autres terres boisées.

Certains objectifs nationaux spécifiques relatifs à l'utilisation des terres et au couvert forestier ont également été adoptés en Bulgarie, en Croatie et au Maroc. En Bulgarie, la loi sur l'utilisation des terres forestières a été mise à jour en ce qui concerne les contrats (location, crédit-bail) et autres droits d'utilisation des terres afin de faciliter les options multi usages. En Croatie, les forêts dans les régions karstiques désertes et affectées par les mines terrestres, qui étaient auparavant peu ou non gérées, ont été incluses dans les plans de gestion réguliers. Au Maroc, afin de contrebalancer la dégradation des forêts liée à la surexploitation illégale des multiples biens et services, une politique de reboisement de

33 000 hectares par an a été mise en place depuis 2003 (Figure 3.3), accompagnée d'un meilleur contrôle et du versement de compensations aux collectivités locales.



**Figure 3.3.** Reboisement près d'un village du Haut Atlas, Maroc.  
©FAO/FO5631/Andrea Perlis

Pour adapter la gestion de leurs forêts aux évolutions économiques et politiques mondiales et européennes, la majorité des pays du pourtour de la Méditerranée ont actualisé leur législation au cours des dix dernières années. Les changements concernent notamment l'utilisation des terres forestières, les droits, les structures de propriété, la définition de la forêt ainsi que la définition et promotion des usages multiples de la forêt et de la gestion durable des forêts. La Grèce, par exemple, a adopté une nouvelle loi forestière et a modifié sa définition de la forêt et des autres terres boisées en 2010. Cette modification est une réaction aux feux de forêts dévastateurs de 2007. La nouvelle loi permet que davantage de terres puissent être placées sous la protection de la législation forestière et évite des changements rapides d'usage des sols. La Constitution grecque interdit désormais le changement d'usage de la terre lorsque la forêt est détruite.

En Bulgarie, l'administration forestière a été renouvelée en 2009 et est devenue l'Agence exécutive des forêts au sein du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. En Croatie, dans le cadre du processus de réorganisation du gouvernement croate en 2007, le Département des forêts a été transféré du Ministère de l'agriculture, des forêts et de l'eau au nouveau Ministère du développement régional, de la foresterie et de l'eau.

### ***Bilan carbone et changement climatique***

En 2010, en ligne avec les engagements et débats internationaux sur l'atténuation et l'adaptation au changement climatique, un fort accent a été mis sur la séquestration du carbone par les forêts et l'adaptation des forêts au changement climatique. Des efforts spécifiques ont été réalisés pour accroître l'utilisation du bois comme matière première et source d'énergie renouvelable en Bulgarie, en France et au Monténégro, et pour réduire les

émissions nationales de gaz à effet de serre (GES) en Bulgarie, en Croatie, à Chypre, en France, en Italie, au Portugal et dans l'ancienne République yougoslave de Macédoine.

En ce qui concerne l'augmentation de la séquestration du carbone, la Slovénie vise au moins 1.3 million de tonnes de CO<sub>2</sub> par an alors que la Turquie a décidé d'augmenter les stocks de carbone de ses forêts de 181 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 5 ans (2008-2012).

Les États membres de l'Union Européenne se fixent des objectifs cohérent avec le « Paquet climat et énergie » de l'UE adopté en 2008 à savoir atteindre d'ici 2020: une réduction de 20 pour cent des émissions de GES par rapport aux niveaux de 1990, 20 pour cent de la production et de la consommation énergétiques de l'UE à partir de sources d'énergie renouvelables et une réduction de 20 pour cent de la consommation d'énergie primaire par l'amélioration de l'efficacité énergétique.

La gestion durable des forêts, comme outils pour maintenir des forêts saines et résilientes, est le principal concept pour les politiques visant à atténuer les effets du changement climatique dans plusieurs pays (Bulgarie, Croatie, Monténégro et Turquie). Des politiques spécifiques sur le changement climatique sont désormais adoptées par 7 des 13 pays. Dans les autres, le changement climatique est mentionné comme un facteur dans d'autres politiques.

La Slovénie a récemment adopté des mesures dans le cadre de l'adaptation des forêts au changement climatique. Ses objectifs sont : la conservation des stocks de carbone forestier à forte croissance (en privilégiant les espèces indigènes et en assurant la régénération naturelle pour une meilleure résilience), la prévention des feux de forêts, la couverture permanente des sols forestiers par de la végétation, la prévention du déversement de déchets ainsi que la récolte rapide des bois provenant de forêts endommagées par des catastrophes naturelles afin de réduire la fréquence des épidémies de scolytes. Le PFN révisé de l'Espagne prend désormais en compte la capacité d'adaptation et la résilience des forêts au changement climatique. En ce qui concerne les institutions spécifiques du changement climatique, la Croatie a créé un Département du climat et de la protection de la couche d'ozone en 2009, et la Turquie un Comité de coordination sur les changements climatiques afin de satisfaire les exigences de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto.

La base juridique relative aux forêts et à leur rôle dans le bilan carbone est un ensemble de lois et règlements qui concernent principalement le changement climatique, les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Le rôle vital des forêts dans la réduction de l'impact des émissions de GES par la séquestration et le stockage de carbone et par l'adaptation au changement climatique est clairement mis en évidence non seulement dans les stratégies et politiques nationales sur le climat et l'énergie mais aussi dans les PFN (Slovénie) et les lois forestières (Croatie).

La Loi sur les forêts de la Croatie (modifiée en 2008) reconnaît l'importance de la séquestration du carbone forestier pour atténuer les changements climatiques et présente des mesures spécifiques visant à accroître la séquestration du carbone par les forêts.

La Croatie a également mis en place un Système national de calcul et d'évaluation des émissions anthropiques de gaz à effet de serre par source et puits. L'Italie a adopté un décret sur la création d'un Registre national des puits de carbone forestiers en 2008.



**Figure 3.4.** Feu prescrit en Espagne.  
© Spanish Forest Fire Service, Ministry of Agriculture, Food and Environment

### ***Santé, vitalité et feux de forêts***

Les mesures générales de protection des forêts, en particulier contre les ravageurs et les maladies, mais aussi pour améliorer le suivi de l'état des forêts et la lutte contre les feux de forêts sont des thèmes centraux des politiques forestières dans le pourtour de la Méditerranée. Presque tous les pays ont pour premier objectif global le maintien de la santé, de la vitalité et des multiples avantages que procurent les forêts et autres espaces boisés.

Dans l'ancienne République yougoslave de Macédoine, la problématique prioritaire dans la politique de santé et de vitalité des forêts est le changement climatique - en se référant principalement à la résilience et l'adaptabilité des forêts. À Chypre, en Italie, au Portugal et en Turquie, le contrôle des feux de forêts (Figure 3.4) et les mesures d'atténuation sont des objectifs fondamentaux des politiques de santé et de vitalité, tandis qu'en France, en Grèce et en Espagne, il existe même des politiques spécifiques concernant les feux de forêts.

En plus des lois forestières, une grande variété de cadres juridiques régleme les questions de santé et de vitalité des forêts. Certains pays appliquent également des réglementations sur la prévention et l'atténuation et/ou des mesures de contrôle de la santé des forêts. La politique relative à la santé et la vitalité des forêts de la Bulgarie est fondée sur la protection des forêts et les règlements sur la santé des plantes. Elle est fondée sur une ordonnance contre l'introduction et la propagation d'organismes nuisibles en Croatie, sur un plan d'action national sur la lutte contre l'exploitation forestière illégale au Monténégro et sur un plan national de prévention contre les nématodes du pin en Espagne.

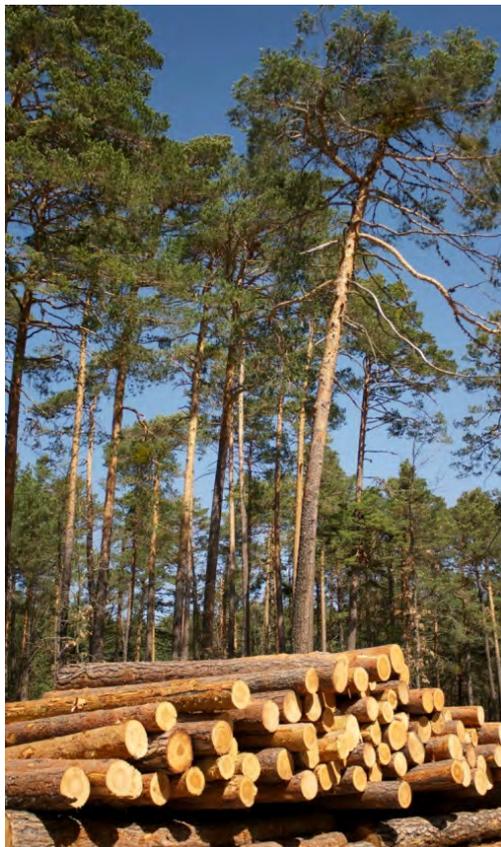
Des changements récents dans le cadre institutionnel de certains pays reflètent aussi l'importance de ces questions. Au Portugal, de nouvelles structures de coordination ont été adoptées au niveau des unités régionales de gestion forestière pour améliorer la mise en œuvre des mesures de contrôle et d'atténuation des feux de forêts. En Espagne, le

Ministère de l'Environnement et des affaires rurales et marines a été créé en 2008 par la fusion des anciens Ministères de l'Environnement et de l'agriculture et pour améliorer la coordination entre le service national de la santé des plantes et le service de la santé des forêts. Au Liban, un Comité national de prévention des feux de forêt a été créé en 2001 par un effort conjoint des Ministères de l'Intérieur, de la Défense, de l'Environnement et de l'Agriculture. De la même manière, la Tunisie a lancé une stratégie nationale de prévention des feux de forêts avec l'aide d'une subvention de la Banque islamique de développement, dans le cadre de son PFN (1996 - 2001). En République arabe syrienne, les activités de coopération avec la Turquie, soutenues par la FAO en 2010-2012, ont permis de mettre en œuvre un programme visant à améliorer la gestion des feux de forêts incluant le renforcement des capacités institutionnelles.

### ***Production et utilisation de bois***

La politique dédiée à la production de bois fixe un objectif de stabilité dans sept pays du pourtour de la Méditerranée (Figure 3.5). L'augmentation de la récolte de bois est ciblée dans trois pays (Bulgarie, Croatie et France). Le Maroc se concentre sur la limitation de la collecte illégale de bois sans fixer d'objectifs de production. La production de bois est très limitée au Liban suite à la promulgation d'une interdiction publique (État des forêts du Liban, 2007).

L'utilisation du bois pour l'approvisionnement énergétique est une stratégie de plus en plus courante. Trois pays se sont fixés des objectifs à atteindre dans un certain délai. En France, il est prévu que l'utilisation du bois pour la production énergétique augmente de 40 pour cent d'ici 2020 (4 millions de tonnes équivalent pétrole supplémentaires). L'objectif en Italie est une hausse de 20 pour cent d'ici 2020.



L'ancienne République yougoslave de Macédoine vise un objectif de 955 000 m<sup>3</sup> par an de bois pour l'énergie pour l'après-2010. Au Maroc, des mesures spécifiques ont été lancées depuis 2005 pour compenser financièrement les personnes utilisant les forêts comme pâturages afin d'empêcher le pâturage dans certaines zones (7 associations, rassemblant 1 700 personnes et concernant plus de 5 000 hectares, ont reçu une indemnité de 1.25 millions de dirhams/an pour la période 2005-2008).

Les instruments les plus importants pour la production et l'utilisation de bois sont les plans de gestion et d'aménagement des forêts, les systèmes de certification pour les marchés publics, ainsi que les normes et règlements de construction. D'autres instruments, tels que les Programmes de

**Figure 3.5.** Production de bois en Espagne.  
©Pilar Valbuena

développement rural 2007-2013 de l'UE, sont également des systèmes importants pour fournir à la fois des moyens financiers et informationnels et soutenir des activités d'équipement matériel ou de services de conseil aux propriétaires forestiers à Chypre, au Portugal et en Slovénie.

Plusieurs pays ont également mis en place des réglementations spécifiques relatives à la bioénergie. La Slovénie a créé un marché pour le bois de faible qualité et les résidus de bois pour la production d'énergie. La législation croate sur le changement climatique mentionne la bioénergie.

### ***Services de protection***

Bien que les politiques et des programmes actuels traitant de fonctions de protection des forêts mettent l'accent sur le sol et l'eau, la protection d'autres services environnementaux, tels que la biodiversité, est une préoccupation de plus en plus importante dans la région méditerranéenne. La protection des ressources en eau et la prévention des inondations sont présentées comme des objectifs prioritaires des politiques dans tous les pays, ainsi que la protection des sols, en particulier pour prévenir et limiter l'érosion et la dégradation des sols et les glissements de terrain.

La loi forestière régit la gestion des services de protection des forêts dans la plupart des pays du pourtour de la Méditerranée. Ces services sont souvent considérés comme un bien public devant être garanti par la loi. Ceci est particulièrement marqué en Bulgarie, en Croatie et dans l'ancienne République yougoslave de Macédoine. En complément de la législation forestière, les PFN constituent un cadre politique pertinent pour ces questions à Chypre et en Slovénie. En Italie et au Monténégro, ces fonctions de protection sont plutôt liées à la politique de protection de l'environnement ainsi qu'aux réglementations sur la santé des plantes et le développement rural. La législation et les initiatives politiques spécifiques de l'UE constituent le principal cadre politique et juridique pour le maintien des services forestiers de protection au Portugal.

En ce qui concerne les évolutions récentes des politiques on constate que la Bulgarie, la Croatie, l'ancienne République yougoslave de Macédoine et la Turquie ont modifié leurs lois sur les forêts (ou autres lois spécifiques) pour englober la fourniture des services forestiers de protection (essentiellement en termes de conservation de la biodiversité et de protection des ressources en eau). La Slovénie a intégré des objectifs sur les fonctions protectives des forêts dans son PFN et a émis un décret gouvernemental sur les forêts de protection pour mieux réguler le changement d'affectation des terres forestières et fournir des recommandations de gestion.

Depuis 2007, la Croatie et la Turquie ont adopté une approche innovante et de nouveaux objectifs pour leurs politiques pour prendre en compte les questions environnementales spécifiques jugées pertinentes pour le maintien des fonctions de protection des forêts. En Croatie, les fonctions protectrices des forêts ont ainsi été étendues à la protection de la biodiversité et à l'atténuation des effets du changement climatique. En Turquie, ces fonctions de protection ont été élargies pour englober la protection des paysages du gibier et de la faune. Dans la plupart des pays, les administrations forestières d'Etat jouent un rôle

crucial dans la mise en œuvre et la coordination de la législation forestière sur les services forestiers de protection.

Certains pays utilisent des instruments économiques tels que les subventions et fonds publics nationaux ou internationaux (UE) ainsi que des paiements compensatoires pour soutenir les divers services de protection des forêts. En Bulgarie l'Etat offre un soutien public pour la plantation de forêts de protection. La Croatie collecte une «taxe verte» en grande partie dédiée au financement de mesures visant à assurer les fonctions de protection des forêts. Le Monténégro verse une compensation financière à partir de fonds nationaux aux propriétaires forestiers afin de couvrir les baisses de revenus issus de la vente du bois dans les forêts protégées ou de protection.

## **Les politiques transversales**

L'analyse des politiques publiques est parfois difficile à mener, notamment lorsqu'elles sont essentiellement transversales, comme les politiques traitant de la multifonctionnalité des forêts, de la biodiversité ou de la participation du public. D'autre part, dans certains PSEM, où les forêts représentent parfois une surface très restreinte, les forêts sont majoritairement abordées via des politiques publiques intersectorielles. Les usages multiples associés aux forêts, en particulier le pâturage, et les problématiques plus générales de désertification, de développement rural et de lutte contre la pauvreté, requièrent un cadre d'analyse permettant de rendre compte de ces spécificités.

### ***Production et utilisation de produits forestiers non ligneux (PFNL) et de services***

L'objectif global de la gestion forestière des pays du pourtour de la Méditerranée est clairement le maintien de la diversité des biens et services forestiers ainsi que l'atteinte d'un équilibre entre les multiples usages de la forêt.

En République arabe syrienne, 100 pour cent des forêts sont classées comme support pour des usages et activités multiples. Dans l'ancienne République yougoslave de Macédoine, la stratégie forestière nationale encourage la promotion et le soutien des petites et moyennes entreprises basées sur les produits et services forestiers non ligneux (en mettant également l'accent sur la création de nouvelles opportunités d'emplois et de revenus pour les ménages ruraux).

Les forêts sont constamment mentionnées dans les politiques transversales des PSEM comme une opportunité pour réduire la pauvreté et favoriser le développement local à travers la gestion des pâturages et des systèmes agro-sylvo-pastoraux. La Bulgarie, la Croatie et Chypre ont également intégré les PFNL comme l'un des paramètres de la viabilité économique des forêts. Cependant ils soulignent la nécessité d'une meilleure évaluation de la valeur économique de ces PFNL.

Les produits et services non ligneux sont régis principalement par la loi forestière. Certains pays (Chypre, Maroc, Slovénie et Turquie) ont également intégré des objectifs sur les PFNL dans leurs PFN ainsi que dans leurs programmes de développement rural (Algérie, Tunisie

et République arabe syrienne). L'Italie et la Slovénie ont des règlements spécifiques sur les champignons et les baies.

La protection des biens et services forestiers exige des politiques transversales et un dialogue multi acteurs. Dans les pays où certaines populations locales dépendent des produits forestiers non ligneux pour leur subsistance (principalement dans les PSEM), les usages de ces produits sont reconnus et réglementés, mais pas toujours contrôlés ou décidés de façon participative car la réglementation est davantage orientée vers la protection des forêts.

Le développement économique autour des PFNL dépend aussi de la rentabilité pour les investisseurs privés. Les principes stipulés dans les PFN encouragent une approche transversale, en accord avec cette reconnaissance croissante de la valeur et de l'importance des différents biens et services fournis par les forêts et du rôle clé des parties prenantes, et des progrès pourraient être observés en ce sens dans les toutes prochaines années.

## ***Biodiversité***

Des efforts significatifs sont déployés pour préserver la biodiversité des forêts à travers la mise en place des aires protégées. Les politiques relatives à la biodiversité ne portent pas spécifiquement sur les forêts et leurs objectifs sont souvent généraux (comme éviter la perte de biodiversité) ou axés sur des instruments (comme accroître le nombre d'aires protégées). Aucun pays du pourtour de la Méditerranée n'a ciblé des objectifs quantifiés relatifs à la biodiversité des forêts et qui se rapportent à des indicateurs de biodiversité spécifiques.

Tous les pays ont cependant des politiques de protection de la biodiversité. Elles sont le plus souvent encadrées par des instruments de réglementation comme des lois sur la conservation de la nature et des stratégies sur la biodiversité.

Certains pays ont fixé de nouveaux objectifs pour étendre les zones sous protection (Croatie, France, ancienne République yougoslave de Macédoine, Monténégro, Maroc et Turquie) ou mieux identifier les zones à forte biodiversité. En Bulgarie des mesures ont été mises en œuvre au cours des cinq dernières années pour identifier les peuplements de grande valeur de conservation ainsi que désigner des zones Natura 2000.

Les changements majeurs à venir sont illustrés dans les exemples suivants: la surface des zones forestières protégées devrait augmenter de 150 000 hectares au Monténégro et de 300 000 hectares dans l'ancienne République yougoslave de Macédoine d'ici 2020.

La surface des Aires Protégées (pas seulement les forêts) devrait augmenter de 350 000 hectares en France d'ici 2020. En Jordanie, le projet de gestion intégrée des écosystèmes de la vallée du Jourdain, lancé en 2007, vise à établir un réseau de cinq à six nouvelles aires protégées dans un système de gestion commun avec une approche multi acteurs.

Les pays du pourtour de la Méditerranée intègrent la conservation de la biodiversité dans la gestion forestière durable à travers la promotion de meilleurs mélanges d'essences forestières et le maintien d'îlots de vieux bois et de bois mort dans les forêts aménagées. La Croatie et la France ont lancé des programmes visant à améliorer la connectivité

écologique entre les aires protégées. L'Espagne a adopté des stratégies spécifiques axées sur la conservation et la valorisation de la diversité génétique des forêts, qui incluse des banques de gènes.

### ***Sensibilisation et participation du public***

La sensibilisation du public, l'amélioration de la coopération institutionnelle et de la communication, ainsi que la transparence dans la gestion des forêts sont des objectifs politiques dans la majorité des pays du pourtour de la Méditerranée (Figure 3.6). L'objectif le plus fréquent est la sensibilisation du public sur la gestion durable des forêts ainsi que les fonctions de protection et socio-économique des forêts.

Les pays reconnaissent généralement la participation publique et multi acteurs comme un élément crucial de la politique, de la gestion et de la planification forestière (avec des engagements récents au Monténégro, en Slovénie et en Turquie). La Tunisie est en train de renouveler son PFN et le Liban est en train de préparer le sien avec des approches participatives multi acteurs. La Bulgarie et l'ancienne République yougoslave de Macédoine ont l'objectif d'assurer et/ou d'améliorer la transparence comme un principe important de la bonne gouvernance forestière et de la participation du public. Le Monténégro a récemment publié des lignes directrices dans sur la façon de mettre en place un système d'information forestière et d'assurer l'accès du public aux informations sur le secteur forestier et les forêts. C'est un sujet qui suscite actuellement des révisions des lois, des réformes institutionnelles et le développement de PFN dans plusieurs pays de la région méditerranéenne ce qui démontre une évolution positive dans les approches de gestion.

L'aboutissement le plus visible concerne la Slovénie, où une organisation spéciale a été créée pour organiser de l'éducation forestière, des ateliers thématiques multi acteurs ainsi que des auditions publiques dans le cadre du processus d'adoption des plans de gestion forestière et de chasse.

### ***Les plans de lutte contre la désertification***

Dans les PSEM, où l'aridité est parfois très marquée, la lutte contre la désertification est un des principaux piliers des politiques environnementales. Chacun de ces pays est signataire de la Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification (UNCCD). Tous se sont dotés de Plans d'Actions Nationaux de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD), à l'exception du Liban qui a bénéficié de l'aide du Mécanisme Global entre 2006 – 2008.

La forêt est mentionnée dans tous des PAN/LCD. Assurer le maintien de la forêt par une meilleure gestion de la ressource et le contrôle des prélèvements illégaux ainsi que par



**Figure 3.6.** Cadre Stratégique sur les Forêts Méditerranéennes. Un exemple d'orientation stratégique pour la région méditerranéenne.

l'extension de sa superficie par plantation sont cités comme des priorités dans ces PAN/LCD.

De plus, tous les PAN/LCD, à l'exception du Plan égyptien, abordent la forêt sous l'angle de la fourniture de biens et services multiples, et tout particulièrement de zones de parcours, en définissant les contours d'approches sylvo-pastorales. Par exemple, le Plan tunisien voit dans le reboisement et la régénération des forêts et nappes alfatières un moyen de limiter les processus de dégradation des ressources et d'améliorer le niveau et la qualité de vie des populations rurales par l'amélioration des parcours en zones forestières. L'intérêt des espaces boisés dans le maintien de zones non arides et de territoires propices aux pratiques d'élevage en vue de lutter contre la pauvreté est un axe fort des PAN/LCD jordaniens, algériens et syriens.

L'Algérie s'est dotée d'un Plan National de Reboisement de 3 millions d'hectares destiné à réduire la pression sur les ressources existantes. C'est aussi une mission importante de la Direction des Forêts de Jordanie à travers sa division du boisement et des pépinières. L'objectif de ce pays étant d'étendre les espaces boisés et améliorer la qualité des forêts par la plantation et le reboisement de terrains nus ou dégradés les plus favorables aux essences forestières.

C'est également une des principales orientations du PFN tunisien. En Egypte, où les forêts couvrent une superficie particulièrement réduite (moins de 0,1 pour cent du pays), le PFN mis en place est tout entier dédié au boisement et le PAN/LCD inclut l'utilisation des eaux usées pour le reboisement dans une perspective d'amélioration de la sécurité alimentaire et de la santé publique. Ces mesures combinées de lutte contre la désertification et de lutte contre la pauvreté constituent les cadres de l'action publique sur les forêts pour la majorité des PSEM.

## *Discussion*

Les politiques concernant les forêts sont mises en œuvre et évoluent rapidement dans tous les pays du pourtour de la Méditerranée. Les pays se sont presque tous dotés de PFN et formulent des politiques autour de thèmes tels que le changement climatique, les risques sanitaires ou liés aux feux de forêts ainsi que les fonctions de protection des forêts. Des efforts sont en cours pour améliorer la participation et l'information du public (Cf. Encadré 3.1.) mais des difficultés subsistent concernant la gestion des usages multiples et leur valorisation (produits forestiers non ligneux, usages récréatifs).

Dans les PSEM les plus arides, où la couverture forestière est réduite, des politiques plus transversales liées à la lutte contre la désertification ont été adoptées et des efforts significatifs de boisement sont en cours depuis plus de dix ans. Des efforts cruciaux restent cependant nécessaires pour parvenir à maîtriser des pressions croissantes qui s'exercent aujourd'hui sur les ressources forestières des pays de la rive Sud de la Méditerranée.

Bien que l'on observe une augmentation de l'intérêt pour les politiques forestières cela ne se traduit pas automatiquement par la mise en œuvre immédiate de politiques pertinentes.

Dans de nombreux pays, il existe des possibilités pour améliorer la participation des parties prenantes dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques forestières ainsi que pour renforcer des capacités institutionnelles et la transparence.



Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)  
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

### Encadré 3.1. Projet QUALIGOUV : Améliorer la gouvernance et la qualité de la gestion forestière dans les espaces protégés méditerranéens

#### Objectifs

L'objectif du projet QUALIGOUV (2009-2012) (Figure 3.7) était de développer des outils pratiques et participatifs afin d'évaluer et d'améliorer la gestion durable des écosystèmes boisés méditerranéens au niveau du territoire. En effet la principale spécificité de ces écosystèmes fragiles, réside dans les services environnementaux et sociaux rendus par la forêt, souvent plus précieux que la simple production de bois.

Les différents usages de la forêt dans la région méditerranéenne impliquent un large éventail de parties prenantes (propriétaires privés, État, organismes publics, collectivités locales, ONG, usagers...), ce qui soulève des questions complexes de gouvernance. Il est toutefois difficile d'estimer financièrement et, par conséquent, de commercialiser les services environnementaux et sociaux fournis par ces forêts car ils génèrent des ressources limitées pour financer la gestion des forêts et traiter des questions de gouvernance.



Figure 3.7 Partenariats du projet et localisation des sites pilotes et des activités principales. Source : AIFM, 2012.

Ainsi, le projet visait à aider les multiples parties prenantes dans différents sites pilotes (France, Italie et Espagne) afin d'élaborer des bonnes pratiques en terme de gouvernance, de tester des outils liés à la gestion de ces

territoires et d'échanger leurs expériences. Afin de réussir à consolider un processus de gestion durable, le projet prenait soin de faire participer tous les acteurs concernés à chacune des étapes du processus : définition des objectifs, des politiques, des plans et des programmes et mise en œuvre, suivi et évaluation.

Le projet était coordonné par la Région de Murcie (en tant que chef de file), avec le soutien de l'Association Internationale Forêts Méditerranéennes pour la synthèse, la communication et la capitalisation, ainsi que par un comité de pilotage appuyé par un groupe d'examen collégial (groupe de pairs) composé d'experts indépendants.

Des conclusions communes ainsi que des lignes directrices et des recommandations ont été identifiées pour améliorer la gouvernance dans les forêts méditerranéennes :

- évaluer les **pratiques passées et actuelles** pour assurer la réussite des réalisations économiques et sociales;
- développer des **approches territoriales** adaptées aux spécificités locales (caractéristiques écologiques, situation économique et sociale), ainsi qu'aux caractéristiques institutionnelles et aux attentes respectives des différentes parties prenantes;
- **impliquer**, dès le début, le plus grand nombre de **parties prenantes**, ainsi que les institutions et les autorités locales;
- renforcer la **coopération régionale** : au-delà de la diversité des situations locales, il y a beaucoup de problèmes communs. Le partage d'expériences est très fructueux pour les gestionnaires de terrain;
- développer des **outils communs** pour faire face à ces problèmes en vue d'améliorer la gestion durable et la gouvernance.

Au-delà des résultats obtenus, le projet QUALIGOUV a aussi contribué à renforcer les réseaux et à construire, progressivement, une **vision partagée** sur les forêts méditerranéennes, permettant de traiter de leur spécificité et de mieux les prendre en compte au niveau international.

Pour plus d'informations, veuillez consulter le rapport final de capitalisation du projet QUALIGOUV et le site internet: <http://aifm.org/nos-activites/projets-de-cooperation/qualigouv>.

## Conclusion générale

Les politiques forestières en Méditerranée sont de plus en plus confrontées à la nécessité de valoriser les services environnementaux, indispensables au bien-être des populations, mais fortement menacés par les impacts du changement climatique.

Dans le même temps, les administrations publiques, nationales ou régionales, sont de moins en moins à même d'assurer ce rôle à cause de ressources financières de plus en plus limitées et d'approches « top-down » de plus en plus remises en question. Certaines fonctions régaliennes pourraient, dans certaines situations, être remplacées par des mécanismes de marché (Payements pour Services Environnementaux ou PES). Toutefois ces mécanismes demeurent encore difficiles dans les cas où la ressource forestière est peu importante et trop faiblement productive. Assurer le financement de la gestion forestière uniquement sur la base de la rémunération de services environnementaux et sociaux semble d'autant plus difficile que, malheureusement, la production de bois reste souvent aujourd'hui la base du financement pour garantir la gestion de l'ensemble des biens et services forestiers. Autre difficulté inhérente à la mise en place de ces instruments innovants de type PES : ils requièrent une gouvernance locale particulièrement efficace et transparente.

Pour les mêmes raisons, il semble difficile de concevoir des politiques d' « économie verte » dans le contexte méditerranéen, marqué par la multifonctionnalité des espaces boisés, leur productivité limitée et le rôle central des services non marchands. Le financement de la gestion forestière demeure donc un enjeu crucial pour que la production des multiples biens et services puisse être assurée à long terme dans les écosystèmes forestiers méditerranéens. Ces particularités des espaces boisés méditerranéens appellent à développer et à expérimenter des instruments innovants répondants aux défis et contraintes actuels des pays du pourtour de la Méditerranée.

# 4



## **Forêts méditerranéennes et changement climatique**

Ce chapitre examine les implications du changement climatique pour les forêts de la région méditerranéenne et expose les principales mesures qui peuvent être prises pour en minimiser les impacts. Les projections régionales du changement climatique sont décrites dans le chapitre 1.

## **Biodiversité, ressources génétiques forestières et changement climatique**

La région méditerranéenne est l'un des points chauds de la biodiversité mondiale pour sa richesse floristique exceptionnelle et son niveau très élevé d'endémisme (Médail et Diadema, 2009). L'apparition du climat méditerranéen ainsi que le refroidissement de la planète et la crise de salinité messinienne de la fin du Tertiaire ont joué un rôle majeur dans l'installation de la diversité des espèces méditerranéennes (Thompson, 2005). La région méditerranéenne a été également une importante et complexe zone de refuges pendant les périodes froides du Pléistocène et, par conséquent, la diversité génétique des plantes (en particulier des arbres) est également exceptionnellement élevée (Hampe et Petit, 2005 ; Fady, 2005 ; Fady et Conord, 2010).

Les populations utilisent - et affectent - cette biodiversité depuis des millénaires. Même si elle est à l'origine des habitats et des structures actuelles des territoires, l'interaction entre les humains et la biodiversité a souvent conduit au déclin et à la disparition des espèces et des populations (Blondel et Aronson, 1999). Le changement climatique pose aujourd'hui un autre défi majeur pour la biodiversité dans la région méditerranéenne.

Les ressources génétiques forestières (RGF) sont définies comme la part de la diversité génétique existante au sein des espèces ligneuses forestières, actuellement ou potentiellement, utilisables pour l'humanité. Seulement 2 500-3 500 des plus de 60 000 espèces d'arbres qui existent sur la terre (Grandtner, 2005) ont été enregistrées comme des espèces forestières ou agro-forestières (Simons et Leakey, 2004), et le terme RGF a tendance à se référer uniquement à la diversité génétique de l'ensemble des caractères adaptatifs de ce sous-ensemble d'espèces ligneuses. Toutefois, avec les conditions environnementales changeantes, de nouvelles espèces ainsi que de nouvelles caractéristiques peuvent présenter un intérêt pour l'humanité et, par conséquent, la définition des RGF a récemment évolué pour signifier la diversité génétique de l'ensemble des espèces ligneuses.

Les RGF ne peuvent pas être conservées, gérées ou utilisées sans tenir compte des écosystèmes dans lesquels elles évoluent. Bien que la répartition spatiale des RGF ainsi que les processus qui les façonnent sont de mieux en mieux compris, au moins pour un petit nombre d'espèces d'importance écologique et économique, l'avenir des RGF face aux changements climatiques est très incertain.

Cela est particulièrement vrai dans la région méditerranéenne, où l'information sur les RGF est encore assez limitée et où le climat va devenir encore plus sec et plus chaud, avec une fréquence plus importante des phénomènes extrêmes (canicules, gelées et tempêtes) et une forte variabilité régionale (GIEC, 2007). Il est donc nécessaire de mieux comprendre comment sont structurées les RGF dans la région méditerranéenne.

## ***Importance et vulnérabilité des RGF dans la région méditerranéenne***

Les cycles climatiques du Pléistocène sont généralement reconnus comme les principaux déterminants de la diversité génétique moderne (Hewitt, 1999 ; Petit *et al.*, 2003). Pendant les longues périodes froides des cycles du Pléistocène, la région méditerranéenne a offert des habitats favorables pour de nombreux taxons. En raison de la complexité géomorphologique de la région et de sa forte variabilité microclimatique associée, de flux géniques restreints et d'événements fondateurs, la sélection sous des conditions environnementales locales et des contacts secondaires pendant les périodes de migration ont donné lieu à des RGF riches et diversifiées.

Il y avait beaucoup de refuges glaciaires dans la région méditerranéenne au cours du dernier cycle glaciaire du Pléistocène et, par conséquent, les RGF méditerranéennes contiennent une part importante de la diversité génétique des essences forestières observables en Europe et dans la région méditerranéenne. Les habitats actuels sont un patchwork d'habitats refuges et recolonisés (Figure 4.1.), où non seulement la dérive génétique mais aussi la recolonisation et l'adaptation locale peuvent avoir modelées les RGF (Conord *et al.*, 2012 ; Grivet *et al.*, 2009). Les millénaires d'activités humaines (*e.g.* conversion des terres forestières en terres agricoles, feux de forêts et urbanisation) ont encore restreint le flux de gènes et la dérive génétique et, par conséquent, de nombreuses populations sont maintenant écologiquement et géographiquement marginales.



**Figure 4.1.** Population marginale d'*Abies alba* sur la Montagne de Lure au Sud de la France: recolonisation de prairies (125–2506 m au dessus du niveau de la mer).

© Bruno Fady

Les RGF dans la région méditerranéenne peuvent donc être à la fois précieuses pour l'adaptation et intrinsèquement vulnérables au changement global (en particulier à leurs marges écologiques). Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), par exemple, montre une grande variabilité génétique pour la résistance à la sécheresse, mais les génotypes les plus résistants à la sécheresse présentent une forte sensibilité au gel hivernal (Bariteau, 1992). Dans les régions tempérées d'Europe, où le climat pourrait devenir de type méditerranéen dans quelques décennies, les populations de Pins Brutia (*Pinus brutia*) les plus résistantes au froid seront d'un fort intérêt. A contrario, les populations de Pins d'Alep les plus résistantes à la sécheresse pourraient être incapables de survivre dans certaines régions où les gelées hivernales se produiront encore. Elles pourront également être incapables de résister à la désertification et être en danger d'extinction dans leurs distributions les plus méridionales.

### ***Les réponses possibles des RGF au changement climatique***

Les espèces d'arbres de la région méditerranéenne sont adaptées à plusieurs types de conditions climatiques, comme la sécheresse estivale, les gelées à la fin du printemps et des gelées hivernales plus sévères, selon les endroits. Même le scénario le plus optimiste pour le changement climatique prédit une aggravation de ces conditions avec des tendances à l'augmentation de la température moyenne et de la durée de la sécheresse estivale (Mátyás, 2007) ainsi que l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes (GIEC, 2007b).

Les RGF peuvent réagir de diverses façons aux changements environnementaux avec : la migration pour suivre le déplacement géographique des zones qui fournissent des conditions environnementales adéquates (Parmesan et Yohe, 2003), l'acclimatation à travers la plasticité phénotypique (c'est à dire le changement dans les caractéristiques fonctionnelles exprimées par un individu en réponse à des modifications de l'environnement au cours de son cycle de vie) (Chevin et Lande, 2010), l'adaptation évolutive (c'est à dire un changement dans la fréquence des gènes d'une génération à l'autre conduisant à un changement d'aptitude) (Kawecki et Eber, 2004) et des changements dans le peuplement forestier (Van der Putten *et al.*, 2010).

Il est souvent considéré que la migration a été le facteur dominant dans l'élaboration de la diversité génétique au cours du Pléistocène (Petit *et al.*, 2003). Cependant, en dépit des dernières migrations glaciaires et postglaciaires observées pour de nombreux taxons (déduites de données polliniques fossiles et de données génétiques), qui suggèrent une solide capacité de changement d'aire de répartition, le potentiel migratoire de plusieurs espèces est aujourd'hui considéré comme insuffisant pour suivre le rythme rapide des changements climatiques projetés dans les prochaines années (Loarie *et al.*, 2009). L'adaptation évolutive peut aussi être très rapide: des changements majeurs ont été mis en évidence en seulement quelques générations comme l'augmentation de la résistance à des sécheresses et de la croissance pour *Cedrus atlantica* (Lefèvre *et al.*, 2004.) ou des changements épigénétiques dans la phénologie du débourrement chez *Picea abies* (Yakovlev *et al.*, 2012). On observe également de nombreux exemples d'adaptation locale de petites populations d'arbres dans la région méditerranéenne (même si elles sont pour la

plupart phénologiques), en particulier pour des «parcelles expérimentales»<sup>8</sup> et des expérimentations *in situ* (Savolainen *et al.*, 2007 ; Vitasse *et al.*, 2009). Il a été démontré que la plasticité phénotypique peut être un mécanisme de réponse efficace au changement (par exemple pour *Cedrus atlantica*, Fallour-Rubio *et al.*, 2009).

## ***Enjeux pour les gestionnaires et les décideurs***

Le changement climatique pourrait avoir des implications sur les services fournis par les écosystèmes forestiers utiles pour le bien-être des populations, tels que le cycle de l'eau, la séquestration du carbone et la production de nombreux produits forestiers ligneux et non ligneux (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Les RGF doivent également faire face à d'autres défis: Sala *et al.* (2000), par exemple, a montré que les changements d'utilisation des terres et les invasions biologiques restent les principaux facteurs des changements de la biodiversité dans les biomes méditerranéens. Toutes les décisions de gestion forestière devraient maintenant intégrer le changement climatique mais la façon de prendre en compte les incertitudes associées à ce changement climatique dans les plans de gestion reste un défi majeur.

Dans une région où la fragmentation est élevée en raison de la géomorphologie et de la longue histoire des activités humaines, il est peu probable que la migration des espèces végétales et des types de forêts sera totalement en mesure d'atténuer les impacts du changement climatique sur les forêts. Même là où la migration est possible, les sociétés méditerranéennes peuvent ne pas être prêtes à accepter un dépérissement forestier massif dans certaines régions et l'apparition naturelle ultérieure de génotypes appropriés et, par conséquent, peut exiger une intervention. Les sociétés méditerranéennes peuvent également être incapables d'accepter une réduction substantielle de la productivité des forêts à haut rendement comme une conséquence de la plasticité phénotypique.

Quelques-uns des défis auxquels les gestionnaires forestiers devront faire face pour développer des stratégies susceptibles de prendre en compte ces incertitudes liées au changement climatique sont énumérés ci-dessous. Pour chaque de ces défis la recherche fournit déjà des options de gestion.

### **Révision des zones de production de semences et la délimitation de la provenance.**

Presque partout, les matériels forestiers de reproduction (MFR) sont utilisés dans les projets de plantations forestières selon des directives écrites sous l'hypothèse que le sol et les conditions climatiques locales resteront stables. L'Organisation pour la coopération économique et le développement (OCDE) est la principale référence pour la certification et la normalisation des MFR dans le bassin méditerranéen, mais la directive européenne 1999/105/CE prévoit également des critères et des lignes directrices générales pour le commerce des MFR au sein de l'UE. Selon la plupart des modèles climatiques, les conditions climatiques de la région ne resteront pas stables dans les prochaines années et il est donc nécessaire de réviser les règles de délimitation des provenances des espèces et le transfert des semences et autres matériels de reproduction. Dans ce cadre, le Groupe de

---

<sup>8</sup> "Parcelle expérimentale": Test de terrain pour lesquels plusieurs individus (clones, familles, populations) pour une espèce végétale donnée, échantillonnés dans une zone géographique identifiée, sont cultivés dans un environnement commun, ce qui permet d'isoler l'information génétique de l'observation des différences phénotypiques.

travail sur les ressources génétiques forestières du Comité de la FAO sur les Questions Forestières Méditerranéennes-*Silva Mediterranea* et le groupe de travail 02/02/13 de l'Union internationale des organisations de recherches forestières (IUFRO) mettent l'accent sur la création de critères communs pour la sélection de MFR appropriées et la conservation des RGF. Par exemple, Topak (1997) a réalisé l'inventaire des MFR utilisés pour le reboisement dans 17 pays du Comité de la FAO sur les Questions Forestières Méditerranéennes-*Silva Mediterranea* qui utilisent les normes de l'OCDE. En outre, la base de données de ce comité a répertorié les parcelles expérimentales, nationales et internationales, pour les principales espèces forestières dans la région méditerranéenne. Ces Informations de base sont essentielles pour repenser la délimitation des zones de production de semences et la sélection des provenances dans le contexte du changement climatique.

**La migration assistée.** Dans un paysage fragmenté, de nombreuses espèces peuvent être incapables de migrer vers des habitats appropriés et risquent de disparaître localement. L'utilisation humaine des terres peut également représenter un obstacle au flux de gènes entre les populations. Dans les situations où les plantes ne peuvent pas migrer, l'intervention humaine peut être nécessaire pour empêcher l'extinction. Cela peut prendre la forme de "migration assistée" ou de «délocalisation gérée», un ensemble de techniques permettant d'assurer le maintien de populations forestières d'arbres dans un environnement global en mutation à travers l'installation délibérée de ces populations au-delà des limites de leur aire de répartition actuelle (Ducci, 2011). La migration assistée est lourde de conséquences, bien au-delà des problèmes techniques de translocation physique, pour toutes les dimensions de l'écologie des communautés végétales, la conservation et la socio économie (Richardson *et al.*, 2009). Ces conséquences doivent être prises en compte par les gestionnaires forestiers et les décideurs.

**Évolution de la densité et de la composition des espèces.** Les forêts peuvent être gérées de manière à réduire la vulnérabilité des communautés végétales forestières ou pour faciliter leur restauration. Dans les deux cas, les pratiques de gestion peuvent modifier la structure et la composition de la forêt. Par exemple, l'espacement des arbres et la densité peuvent être modifiés pour réduire la vulnérabilité à la sécheresse. Les gestionnaires peuvent aussi modifier la composition des espèces pour réduire la vulnérabilité des forêts aux perturbations, par exemple en plantant des espèces qui sont moins vulnérables aux feux de forêts, à la sécheresse, au vent, aux insectes et aux pathogènes ou qui sont mieux adaptés à un changement de régime climatique. Les variations de la densité des arbres affectera également la diversité génétique au sein des espèces (Sagnard *et al.*, 2011). Établir une gamme de différentes densités offrira des solutions susceptibles de favoriser la sélection naturelle et de permettre aux gestionnaires de modifier les RGF dans divers peuplements forestiers avec la même composition des espèces.

**Suivre la diversité génétique et l'adaptabilité.** La diversité génétique est essentielle à la capacité d'adaptation des populations d'arbres et un système de suivi est donc nécessaire pour étudier la dynamique de la diversité génétique des peuplements forestiers et détecter les changements. Un premier concept de suivi de l'impact de la gestion forestière sur la diversité génétique, développé par Namkoong *et al.*, (1996), utilise des indicateurs génétiques et démographiques pour évaluer l'efficacité des mesures de gestion qui

influencent les processus génétiques, comme la dérive génétique, la migration et la sélection, afin de maintenir les niveaux actuels de diversité génétique.

Un suivi de cette nature est la seule façon d'évaluer la durabilité à long terme de la gestion forestière. Il peut comporter des évaluations quantitatives de la variation génétique moléculaire, neutre ou adaptative, et peut également utiliser des alternatives écologiques comme approximation pour des évaluations rapides. Des progrès importants ont été réalisés dans la génomique et les outils statistiques afin d'améliorer l'efficacité et la rentabilité de la surveillance génétique (Schwartz *et al.*, 2006). Des marqueurs génétiques neutres comme les microsatellites sont devenus des outils efficaces pour l'étude de la variation génétique et déduire les processus démographiques (Chybicki et Burczyk, 2010). Récemment, la preuve d'une relation entre les polymorphes nucléotidiques simples (PNS) et des caractères adaptatifs ont été trouvés dans des populations d'arbres forestiers (Holliday *et al.*, 2010 ; Eckert *et al.*, 2009).

### ***Créer des RGF dans les programmes de sélection***

La sélection traditionnelle des espèces forestières a surtout été orientée sur l'amélioration du rendement et de la qualité du bois pour quelques espèces commercialement importantes. Les sélectionneurs reconnaissent maintenant que ce paradigme doit changer. Par exemple, une conférence de l'IUFRO sur les apports de la "sélection à faible intrants" et sur la conservation des ressources génétiques des espèces forestières, organisée en 2006 à Antalya, en Turquie (Fins *et al.*, 2006), a convenu ce qui suit:

*Les stress biotiques et abiotiques, actuels et émergents, ainsi que les changements climatiques à long terme nécessitent une plus large base génétique dans les programmes de sélection et de conservation. En plus de l'élargissement de la base génétique, les gestionnaires doivent envisager les caractères qui ne sont pas directement liés à l'augmentation de la production de bois dans les programmes de sélection et les efforts de conservation. On peut citer, à titre d'exemples, la tolérance à la sécheresse et la résistance aux maladies émergentes et aux ravageurs.*

Les parcelles expérimentales offrent une opportunité pour réaliser une "sélection à faible intrants" à travers la sélection phénotypique des génotypes les plus performants (comme la plupart des provenances résistantes à la sécheresse ou au-dessus de la moyenne des arbres dans des environnements spécifiques) à un coût relativement bas en utilisant les connaissances scientifiques, les technologies disponibles et les bonnes méthodologies. Plus que jamais, les processus de sélection qui maintiennent les capacités génétiques adaptatives seront une nécessité pour les essences méditerranéennes, et une "sélection à faible intrants" est une option qui doit être envisagée. Les parcelles expérimentales qui sont distribués à travers l'espace méditerranéen et impliquent un certain nombre d'espèces d'arbres, offrent la possibilité de surveiller l'effet des changements environnementaux sur les RGF dans le temps et dans l'espace. Ainsi, les parcelles expérimentales sont à la fois un modèle pour comprendre l'adaptation locale et la plasticité phénotypique et un outil de sélection (voir les techniques et les matériaux proposés dans les programmes internationaux tels que Noveltree, TREEBREEDEX et Trees4Future). Les stratégies de "sélection à faibles intrants" doivent également sortir des vergers pour être également utilisées dans les forêts, en particulier lorsque la collecte des graines se fait. La sélection

sur une large base génétique implique de recueillir des graines sur suffisamment d'arbres (généralement plus de 20 et, idéalement, au moins 30) au sein d'une zone donnée et en les mélangeant avec les populations d'une région de provenance. Les gestionnaires de programme de sélection devrait viser à créer un équilibre stratégique entre la sélection et la conservation et, par conséquent, intégrer un volet de conservation dans leurs programmes (voir aussi Koskela *et al.*, 2007).

### ***Sauvegarder les RGF des populations du Sud pour les principales espèces européennes***

Dans de nombreux cas, les populations les plus méridionales des espèces européennes caractéristiques des climats continental et atlantique sont fragmentées et isolées (Figure 4.2). Parce qu'elles sont à la limite xérique de leur aire de répartition, elles sont déjà menacées et le seront encore plus à l'avenir pour un certain nombre de raisons comme le changement climatique (Mátyás *et al.*, 2009). Leur futur probable se caractérise par une augmentation de l'isolement et de la fragmentation, une augmentation de l'érosion démographique et une perte de variabilité génétique, pouvant conduire à l'extinction lors de glissement rapide de l'isotherme en latitude et en altitude (certaines populations peuvent survivre sur les pentes de la montagne où la migration vers des altitudes plus élevées est possible; Loarie *et al.*, 2009). Dans un tel scénario, de précieuses informations génétiques peuvent être mises en danger ou disparaître si une population est adaptée aux conditions locales où si elle présente des gènes qui n'existent nulle part ailleurs au sein de l'espèce. Sauvegarder les RGF marginales peut être plus important mais socialement problématique à basse altitude où l'impact humain peut être intense et l'adaptation locale peut être forte.



**Figure 4.2.** *Pinus heldreichii*, Mont Pollino Nord de la Calabre, Italie: une population isolée en haute altitude

© Fulvio Ducci

## ***Sauvegarder les populations marginales et/ou périphériques des espèces méditerranéennes***

La région méditerranéenne héberge une grande variété d'espèces et de RGF qui sont importants pour la gestion forestière au niveau local. Dans les premières étapes du changement climatique, les pins caractéristiques de l'habitat méditerranéen, les chênes verts et certaines espèces d'arbres peuvent être, initialement, moins en danger que les espèces du centre-nord caractéristiques des habitats tempérées car ils sont généralement mieux adaptés à la sécheresse (Cf. Aussenac, 2002, pour les espèces *Abies*). Cependant, avec les projections actuelles pour un climat plus sec, l'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes et les événements connexes tels que les feux de forêts et les changements dans les activités humaines telles que l'agriculture et le pâturage (en particulier dans le sud de la Méditerranée), les RGF méditerranéennes seront soumises à une pression croissante.

Des populations isolées de nombreuses espèces méditerranéennes (e.g. *Alnus cordata*, *Pinus nigra* v. *laricio* et *P. heldreichii* ainsi que les cèdres et les sapins méditerranéens) se développent de plus en plus à leurs marges écologique ou géographique. Ces populations sont de petite taille et dispersées et elles ont été touchées par l'érosion génétique dans le passé.

Dans le même temps, on a de plus en plus de preuves que l'adaptation locale peut avoir joué un rôle important dans l'élaboration de la diversité génétique des populations des différentes espèces méditerranéennes (Grivet *et al.*, 2011). Des actions pour la conservation de ces populations marginales ou périphériques des principales essences forestières méditerranéennes devrait être une priorité élevée (Figure 4.3).



Figure 4.3. *Pinus nigra pallasiana* dans les montagnes de Trohodos à Chypre. Même si son habitat est protégé, la régénération de cette RGF isolée est rare et son futur est incertain avec le changement climatique

©Bruno Fady

## Conclusion

Les RGF méditerranéennes sont à la fois diverses et vulnérables. Comprendre combien la diversité génétique est disponible et nécessaire pour l'adaptation (au sens large) dans le cadre du changement climatique reste un défi majeur. Les arbres forestiers, contrairement à la plupart des espèces cultivées, existent encore dans des populations naturelles qui abritent une riche diversité génétique. Cette diversité peut être exploitée pour la sélection mais elle aidera également les populations d'arbres à s'adapter à un environnement en mutation. Des approches novatrices sont nécessaires pour étudier les bases moléculaires de l'adaptation des espèces forestières.

Plus précisément, la recherche est nécessaire pour mieux comprendre les fonctions des gènes et pour mesurer et caractériser la diversité génétique des populations naturelles afin de déterminer comment elle se rapporte à la diversité phénotypique considérable observée dans les arbres.

Les technologies de séquençage de nouvelle génération (SNG) pourraient être utiles pour ce type d'investigations. Les SNG ont été utilisées récemment pour l'ensemble du séquençage du génome et des projets de re-séquençage dans lesquels un grand nombre de polymorphes nucléotidiques simples (PNS) sont utilisés pour explorer la diversité au sein des espèces.

Les méthodes qui ont permis le "génotypage" à haut débit ont considérablement augmenté la vitesse et la précision avec laquelle les gènes impliqués dans l'adaptation peuvent être localisés. Plusieurs méthodes de marquage à base de fragments d'ADN pour le comptage des PNS ont été développées pour les essences forestières qui peuvent permettre le "génotypage" de centaines ou de milliers de marqueurs simultanément (e.g. *Pinus pinaster*).

L'amélioration des capacités de séquençage, de façon rentable, d'un grand nombre d'individus au sein de la même espèce a modifié le concept de découverte des PNS et le "génotypage" dans les études génétiques, en particulier pour les espèces de plantes avec des génomes complexes ou lorsque les ressources publiques sont limitées (ce qui est souvent le cas pour les essences forestières). Un nouveau concept a émergé appelé "génotypage" par séquençage pour lequel les séquences sont utilisées pour détecter et marquer les PNS. Plusieurs de ces outils sont maintenant disponibles (ou le travail est en cours pour leur développement) pour les espèces méditerranéennes (e.g. Pin d'Alep et Pin maritime, *Taxus baccata* et les espèces de chênes). Les outils expérimentaux pour mesurer la diversité phénotypique et génétique sont également disponibles, tels que le réseau de recherche de 30 ans, de plus de 800 sites (parcelles expérimentales) dans la région méditerranéenne établies par le Comité *Silva Mediterranea* de la FAO en coopération avec le Groupe de travail IUFRO 02.02.13. Ces parcelles expérimentales permettent de comparer les RGF dans des environnements contrôlés et donc d'évaluer l'étendue de la diversité génétique pour un caractère donné. Il est également possible de comparer les mêmes RGF dans des environnements différents pour évaluer le niveau de la plasticité phénotypique d'un caractère donné dans différentes populations.

En plus de combler les lacunes de la recherche, le défi global de la gestion est de faire le meilleur usage des connaissances existantes et d'assurer une expertise continue à travers des actions de formation et de vulgarisation qui correspondent aux besoins locaux. Dans les pays méditerranéens, un défi majeur consiste à assurer simultanément la conservation, les usages, la préservation et le développement local. Les réseaux d'essais expérimentaux internationaux répartis dans les différents pays méditerranéens (surtout pour les espèces de conifères, mais également pour le chêne-liège - Besacier *et al.*, 2011) doivent être réactivés à grande échelle pour soutenir les nouvelles approches scientifiques destinées à étudier les bases génétiques de l'adaptation et formuler des recommandations pour les utilisateurs du MFR dans le contexte du changement climatique. Ces ressources sont répertoriées dans une base de données créée en 2007 dans le cadre du projet européen ForAdapt, développé par l'INRA d'Avignon et les principaux partenaires du Comité *Silva Mediterranea*, et également dans le cadre du projet européen TREEBREEDEX.

Plusieurs initiatives sont en cours pour aider à relever ces défis. Il s'agit notamment des initiatives de coopération développées par plusieurs pays de la Méditerranée méridionale dans le cadre d'une Action COST intitulé «*Renforcer la conservation: une question clé pour l'adaptation des populations marginales/périphériques d'arbres forestiers au changement climatique en Europe* » impliquant la plupart des pays européens et des membres du Comité *Silva Mediterranea* ainsi que des institutions internationales comme la FAO, l'IUFRO, le Bureau régional pour la Méditerranée de l'Institut Européen de la Forêt (EFIMED) et le programme européenne sur les ressources génétiques forestières (EUFORGEN). Dans toutes ces activités, l'utilisation correcte du MFR est considérée comme essentiel pour la protection et l'accroissement de la durabilité des écosystèmes forestiers.

L'Agenda pour la recherche forestière méditerranéenne est une autre initiative, gérée par EFIMED, pour encourager de meilleures collaborations entre les chercheurs, favoriser la mise en œuvre des principes de gestion durable des forêts et contribuer à la mise en œuvre, au niveau paneuropéen, des engagements pris dans le cadre de la Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe. Cet Agenda de la recherche forestière méditerranéenne a été conçu pour répondre aux principales priorités scientifiques et aux enjeux majeurs pour les forêts méditerranéennes.

Enfin, si les mesures prises à l'interface entre la science, la politique et la gestion sont nécessaires, il est important de noter que beaucoup d'informations scientifiques manquent encore, en particulier sur la répartition, l'écologie et la génétique des essences forestières méditerranéennes et que, par conséquent, de nouvelles initiatives de recherche sont nécessaires dans ces domaines. Ces sujets doivent être des priorités en se concentrant d'abord sur les espèces d'arbres menacées, en choisissant également des espèces modèles pour différentes situations climatiques ou altitudinales ainsi que des espèces modèles qui représentent un certain nombre de genres. Ces options ne sont pas nécessairement exclusives et des arbitrages entre les propositions des scientifiques, des politiques et des gestionnaires sont nécessaires pour établir les priorités et prendre des mesures destinées à adapter les forêts méditerranéennes aux défis posés par le changement climatique.

## Gestion adaptative et pratiques de restauration des forêts méditerranéennes

L'avenir des forêts méditerranéennes et la fourniture durable de leurs biens et services écosystémiques sont menacés par les changements climatiques rapides que connaît la région (Palahi *et al.*, 2008 ; FAO., 2010a ; see Chapitre 1). Ces changements climatiques ont causé ou ont contribué à des phénomènes de mortalité d'arbres (dépérissements) dans certains peuplements forestiers de la région méditerranéenne (Bentouati, 2008 ; Chenchouni, Abdelkrim et Athmane, 2008 ; Semerci *et al.*, 2008) et ont un impact négatif sur les équilibres pour le carbone et l'eau dans de nombreuses forêts méditerranéennes (Martínez-Vilalta *et al.*, 2008 ; FAO, 2010a).

Les conditions climatiques déjà difficiles pour la croissance des forêts devraient continuer à se détériorer selon tous les scénarios des émissions de gaz à effet de serre formulés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). De tels changements dans les conditions climatiques ont des implications importantes pour le fonctionnement et la durabilité des écosystèmes forestiers méditerranéens (Lindner *et al.*, 2010). Au-delà de l'évaluation de la vulnérabilité, l'adaptation à ces changements requiert l'utilisation des pratiques appropriées existantes ainsi que le développement de pratiques innovantes.

Les stratégies d'adaptation sont nécessaires pour faire face aux multiples incertitudes relatives aux impacts de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes, à la capacité des écosystèmes actuels pour répondre aux changements potentiels, au niveau potentiel du point de basculement, à la réponse aux complexes interactions biotiques et à la réponse future des écosystèmes aux mesures adaptatives actuelles. Par conséquent, les stratégies d'adaptation, y compris à l'échelle locale (*e.g.* sylviculture et aménagement des forêts) et à plus grande échelle (*e.g.* utilisation des terres et réglementations), doivent être robustes et flexibles et des stratégies de sortie peuvent également être nécessaires (*e.g.* diversifier plutôt que restreindre la gamme du matériel forestier de reproduction disponible pour une utilisation dans les plantations).

L'importance des forêts méditerranéennes face au changement climatique est triple. Premièrement, les projections du changement climatique dans la région sont particulièrement inquiétantes et les forêts de la région fournissent le pool génétique principal pour l'adaptation future. Deuxièmement, les essences méditerranéennes qui sont menacées dans leurs aires de répartition actuelles sont des ressources potentielles pour des usages dans d'autres régions. Troisièmement, le monde forestier méditerranéen actuel, déjà confronté aux contraintes climatiques, peut apporter un savoir-faire à d'autres régions qui pourraient connaître à l'avenir les conditions méditerranéennes.

### *Gestion de l'eau*

La plupart des forêts méditerranéennes se développent dans des conditions où la disponibilité en eau est limitée, avec une évapotranspiration potentielle plus élevée que les précipitations et une évapotranspiration réelle représentant jusqu'à 90 pour cent des précipitations annuelles. Les arbres sont donc incapables d'atteindre leur niveau optimal pour la transpiration, ce qui limite la quantité de carbone qui peut être fixée. Les projections

des changements climatiques à venir montrent que ces conditions vont encore être exacerbées.

Jusqu'à un certain point, la gestion des forêts et de planification peut aider à réduire le stress hydrique des arbres et augmenter la résistance des peuplements forestiers. Les pratiques de gestion peuvent également contribuer à maintenir ou à augmenter la biomasse produite dans une population en utilisant moins d'eau (c'est à dire une meilleure utilisation de l'eau).

Le volume d'eau utilisé par les arbres dans les plantations forestières dépend dans une large mesure de l'âge du peuplement (Farley, Jobbagy et Jackson, 2005 ; Jackson *et al.*, 2005), mais dépend également des variables comme l'indice de surface foliaire et la densité de la canopée. Ces deux variables peuvent être contrôlées en fonction des pratiques de gestion et plusieurs propositions ont été faites (Vanclay, 2008).

Les éclaircies peuvent diminuer la susceptibilité des arbres à la sécheresse en augmentant la disponibilité des ressources pour les arbres restants (Gracia *et al.*, 1999 ; Gyenge *et al.*, 2011). Elles peuvent également améliorer l'état hydrique de la plante et l'efficacité dans l'utilisation de l'eau (Ducrey et Huc, 1999).

Les échanges gazeux entre les arbres et l'atmosphère au-dessus du couvert végétal dépendent dans une certaine mesure de la structure de la canopée. Le haut degré d'hétérogénéité de la hauteur et de la forme des arbres dans les forêts mixtes crée des turbulences qui facilitent l'échange de gaz dans ces forêts. Les plantations de peuplements d'espèces forestières mixtes peuvent avoir des inégalités plus élevées dans la canopée que les peuplements équiens purs ce qui peut réduire la transpiration (Forrester, 2007). Par conséquent ces peuplements mixtes peuvent continuer la fixation du carbone lorsque les conditions atmosphériques deviennent limitées pour les couronnes entièrement exposées. La structure des plantations peut modifier la relation des plantations forestières avec l'atmosphère (*e.g.* utilisation d'espèces mixtes ou réalisation d'éclaircies et d'élague).

Des plantations d'essences mixtes peuvent avoir un meilleur rendement en terme de production ligneuse (à savoir un meilleur ratio transpiration / assimilation) par rapport aux peuplements purs. *Acacia mearnsii* et *Eucalyptus globulus* peuvent doubler leur production quand ils sont plantés ensemble dans des peuplements mixtes (Forrester, 2007). Ceci est probablement dû à la structure hétérogène de ces peuplements (hauteur et forme des arbres).

### ***Gestion intégrée des feux de forêts***

La gestion intégrée des feux de forêts est un concept pour la planification et les opérations qui incluent des évaluations sociales, économiques, culturelles et écologiques avec l'objectif de minimiser les dommages et de maximiser les avantages du feu. La gestion intégrée des feux de forêts combine des stratégies de prévention et d'extinction ainsi que l'utilisation des techniques du brûlage dirigé et traditionnelles (Rego *et al.*, 2010) (Figure 4.4).



**Figure 4.4.** Brûlage dirigé en Espagne

© Service Espagnol des feux de forêts, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Environnement

Plutôt que de considérer le feu comme une catastrophe, la gestion intégrée des feux de forêts intègre sa gamme complète d'effets à la fois néfastes et bénéfiques. Le feu a toujours été utilisé à des fins diverses dans la région méditerranéenne mais ses bienfaits sont aujourd'hui parfois oubliés. Ces deux aspects du feu - ses effets néfastes et bénéfiques - représentent ce que l'on appelle le paradoxe du feu. Le feu est utilisé dans la gestion des pâturages et l'agriculture, ainsi que dans les forêts, et la longue histoire du feu dans la région méditerranéenne a créé des écosystèmes qui ont besoin du feu pour leur durabilité.

En matière de gestion intégrée des feux de forêts, l'objectif est de minimiser l'utilisation inappropriée du feu et de maximiser son utilisation appropriée. Une utilisation appropriée inclut les bonnes pratiques dans l'utilisation traditionnelle du feu, le brûlage dirigé et le feu pour l'extinction. Les communautés rurales ont traditionnellement utilisé le feu pour la gestion des terres et des ressources naturelles fondées sur le savoir-faire accumulé au niveau local. Le brûlage dirigé est l'utilisation d'un feu sous des conditions environnementales spécifiques qui permettent au feu d'être confiné à une zone prédéterminée et d'atteindre des objectifs précis de gestion des ressources. Le feu d'extinction est l'utilisation d'un feu pour accélérer ou renforcer la lutte contre un feu de forêts.

Le concept de gestion intégrée des feux de forêts a été développé en dehors de l'Europe mais a été récemment proposée pour l'Europe dans le cadre du projet Fire Paradox et pourrait être étendu à la région méditerranéenne (Silva *et al.*, 2010). Habituellement, la gestion intégrée des feux implique des approches communautaires, parfois appelées

gestion communautaire des feux de forêts, qui intègrent les activités et tirent parti des capacités des populations rurales pour atteindre les objectifs globaux de la gestion des terres et de la protection des forêts. Il est nécessaire de réglementer l'utilisation traditionnelle du feu. D'autre part, dans certaines régions, les bonnes pratiques pour l'utilisation traditionnelle du feu ont été maintenues et devraient être consolidées. La gestion communautaire des feux de forêts exige un dialogue permanent entre les professionnels et la population rurale et une reconnaissance de la nécessité d'utiliser le feu. La reconnaissance que l'exclusion du feu des stratégies de prévention et de lutte n'est pas appropriée pour de nombreux types de forêts méditerranéennes est très récente. Le passage d'une politique d'exclusion du feu vers des approches orientées sur des objectifs pour « apprendre à vivre avec le feu » est nécessaire car le feu ne sera pas éliminé de l'environnement méditerranéen avec un régime dominé par l'homme. Cette vision, outre un examen intersectoriel des objectifs multiples de l'utilisation du feu, devrait favoriser des approches de sensibilisation du public et d'augmentation des capacités de réponse de la collectivité (et la préparation) en particulier à l'interface villes-forêts.

Utiliser et préserver les ressources génétiques forestières pour la conservation des forêts et des habitats

Les RGF sont une ressource essentielle pour l'adaptabilité des forêts face à un avenir incertain (Cf. Biodiversité, ressources génétiques forestières et changement climatique). Sur l'échelle de temps prévu pour le changement climatique - quelques générations d'arbres - le défi consiste à combiner deux objectifs: accélérer l'adaptation génétique des populations d'arbres à de nouveaux environnements et préserver leur capacité d'adaptation à des évolutions ultérieures. La valeur des RGF ne se limite pas à des caractères intéressants aujourd'hui, comme la résistance à la sécheresse : compte tenu des multiples incertitudes concernant les futures contraintes biotiques et abiotiques de l'environnement (*e.g.* émergence de nouvelles maladies), la diversité de tous les caractères potentiellement utiles à l'avenir doit être préservée.

Pour atteindre cet objectif il est nécessaire de suivre les recommandations suivantes :

- Les lignes directrices sur le mouvement des semences dans les régions de provenance doivent être réexaminées pour mieux prendre en compte le nécessaire mouvement des MFR vers les zones où ils peuvent mieux convenir au climat futur.
- Les programmes de sélection pour les arbres méditerranéens devraient se concentrer sur les caractères liés à la résistance à la sécheresse mais, également, envisager la résilience aux changements globaux. Cette option nécessitera un changement important dans le paradigme de la sélection forestière en Méditerranée.
- Avec le changement climatique, la santé des forêts sera de plus en plus affectée par de nouveaux agents pathogènes et des ravageurs et, par conséquent, la sélection et l'identification de la résistance naturelle sont nécessaires de toute urgence.

- Les pratiques de collecte de semence doivent assurer un échantillonnage représentatif de la diversité génétique par la collecte de plus de 30 arbres par peuplement.

La gestion forestière peut favoriser l'évolution des peuplements par la sélection naturelle en favorisant l'émergence de nouvelles combinaisons de génotypes par l'accouplement de certains arbres ou en évitant la sélection de certains caractères négatifs pour la santé des arbres. D'autres recherches sont nécessaires sur la valeur pour la santé des arbres des caractères qui sont sélectionnés pour la sylviculture (e.g. mesure du lien entre la vigueur juvénile et la résistance à la sécheresse). L'aménagement forestier peut aussi aider à maintenir le potentiel évolutif dans les peuplements en faisant varier la structure et la densité du peuplement et en favorisant la connectivité entre les parcelles forestières et en accélérant les rotations.

Dans le même temps, les stratégies de conservation doivent être renforcées et l'identification des populations écologiquement marginales qui peuvent servir de bases à l'adaptation doit être encouragée. Même si la conservation *ex situ* peut être la seule alternative pour les espèces et les provenances fortement menacées d'extinction, des réseaux dynamiques de conservation *in situ* doit être préférée dans le contexte du changement climatique (Koskela *et al.*, 2012). En effet, c'est *in situ* que l'adaptation est un enjeu sous de nouvelles conditions environnementales, et c'est donc *in situ* que des évolutions nouvelles peuvent se produire par sélection naturelle. La région méditerranéenne est encore sous représentée dans le réseau paneuropéen de conservation des RGF développé par EUFORGEN (Koskela *et al.*, 2012 ; Lefèvre *et al.*, 2012). Les mêmes critères et normes pourraient être efficacement utilisés pour étendre l'effort de conservation sur les RGF à toute la région méditerranéenne. Il est également crucial que les réseaux de conservation couvrent toute la gamme de l'hétérogénéité de l'environnement (avec les peuplements marginaux de faible valeur en terme de production) et de mettre en place des plantations expérimentales dans de nouveaux environnements qui ressemblent aux conditions prévus dans un avenir proche par les modèles écologiques.

Dans la mesure du possible, la restauration des habitats utilisant des technologies d'ingénierie écologique doit être encouragée, en particulier dans les zones où l'impact humain est le plus élevé, comme dans le voisinage de grands centres urbains, industriels et agricoles. Ces efforts devraient être fortement liés à des approches de conservation des gènes pour s'assurer que la valeur adaptative des matériels de reproduction utilisés est correctement prise en compte. Des efforts de sensibilisation doivent être réalisés pour que les gestionnaires de projets de restauration de l'habitat comprennent l'importance de choisir les matériaux de reproduction les plus appropriés: la non-utilisation de matériaux de reproduction adaptés aux conditions locales et résilients vis-à-vis des évolutions en cours risque d'hypothéquer le succès des projets de restauration. Un besoin de réglementation est manifeste car de nombreux projets de restauration ne relèvent pas actuellement des lois forestières nationales et échappent aux nécessaires contrôles du MFR.

## Intégration

Dans un contexte d'évolution rapide des facteurs environnementaux, sociaux et économiques, les objectifs de gestion forestière, les outils d'aide à la décision et les stratégies doivent être adaptés à d'éventuelles nouvelles conditions et de nouvelles exigences pour les produits forestiers et les services éco systémiques. Par exemple, l'optimisation dans l'utilisation de l'eau ou la création de structures de peuplements appropriées pour réduire la vulnérabilité des forêts aux risques liés au changement climatique (*e.g.* feu et sécheresse) peuvent être les objectifs de gestion les plus pertinents dans certaines régions méditerranéennes (FAO, 2010a). Cependant, le développement de nouvelles stratégies de gestion adaptées au changement climatique n'est pas facile en raison des incertitudes inhérentes aux projections des changements climatiques, de la compréhension incomplète des réponses des arbres à ces changements climatiques ainsi que du manque de connaissances et d'informations sur la façon dont la gestion des forêts pourrait affecter l'adaptation des écosystèmes forestiers au changement climatique et aux risques connexes.

Adapter la gestion forestière à des conditions changeantes et incertaines exige des compromis entre les objectifs à court terme et à long terme (*e.g.* réalisation des objectifs d'atténuation aujourd'hui sans augmentation de la vulnérabilité et sans hypothéquer le potentiel de sélection) et de réaliser la sélection d'aujourd'hui sans porter atteinte à la capacité d'adaptation à l'avenir. Par conséquent, un important effort de recherche interdisciplinaire est nécessaire pour repenser les objectifs actuels de gestion forestière afin de répondre aux demandes nouvelles (eau comme priorité par rapport à la production de biomasse) et aux conditions (risques).

Il est nécessaire d'optimiser les stratégies de gestion des forêts sur la base d'une meilleure compréhension des mécanismes génétiques et physiologiques qui sous-tendent la réponse des espèces d'arbre au changement climatique. Il convient également d'étudier les effets du changement climatique sur les stratégies de gestion optimales pour différents objectifs (*e.g.* rentabilité, eau et production de biomasse) (Biro *et al.*, 2011.). Pour soutenir ces domaines de recherche prioritaires, les méthodologies les plus récentes (*e.g.* en matière de modélisation et de statistiques) et les nouveaux outils génétiques devraient être utilisés et partagés par la communauté scientifique travaillant sur les forêts méditerranéennes.

Pour faciliter le développement de la gestion adaptative des forêts, de nouveaux outils d'aide à la décision pour la gestion des forêts (Muys *et al.*, 2010) sont nécessaires pour intégrer les éléments suivants: des modèles dynamiques de simulation forestière basés sur les processus génétiques et physiologiques contrôlés par les facteurs climatiques et édaphiques, des techniques d'optimisation qui peuvent aider à trouver la combinaison optimale entre les différentes variables de gestion (*e.g.* intensité et périodicité des éclaircies et durée des rotations) et des interfaces conviviales qui facilitent la sélection, par exemple, des scénarios climatiques, des objectifs de gestion du site, des variables et des paramètres économiques et qui fournissent des informations visuelles et synthétiques sur des stratégies optimales de gestion forestière pour les variables sélectionnées.

Un des rares exemples d'outil d'aide à la décision opérationnelle pour la forêt méditerranéenne est Gotilwa+, développé dans le cadre du projet européen MOTIVE, qui

prend en compte dans les propositions d'aménagement forestier la fourniture optimale de multiples services éco systémiques dans le contexte des changements climatiques.

Les aspects juridiques doivent également être pris en compte. En période de contraintes économiques, les gestionnaires chercheront la solution la moins chère dans un contexte d'économie de marché, même si cela peut ne pas être l'option optimale à d'autres égards. Les instruments juridiques, fondés sur des conclusions scientifiques indiscutables relatives aux dernières découvertes écologiques et génétiques, devrait fixer des exigences minimales pour les pratiques forestières

## ***Conclusion***

La gestion adaptative est non seulement urgente pour les forêts méditerranéennes mais également pour les régions susceptibles de connaître à l'avenir une évolution des conditions climatiques vers le type méditerranéen et qui pourraient alors bénéficier des RGF méditerranéennes. Il faut agir maintenant pour l'adaptation et le développement de nouvelles pratiques forestières. C'est un défi difficile en raison des nombreuses incertitudes. L'état de l'environnement dans 50-100 ans ne peut être prédit avec certitude mais les tendances de ces changements sont claires. Ainsi, à long terme, des stratégies d'adaptation peuvent être considérées en termes de trajectoire. Des pratiques forestières novatrices sont nécessaires et le défi est aujourd'hui de savoir combiner des objectifs immédiats et les enjeux à long terme.

L'expérimentation de pratiques forestières novatrices prend du temps. À court terme la connaissance peut être acquise à partir de situations spécifiques incontrôlées comme des événements climatiques exceptionnels. Pour atteindre ces objectifs il est urgent d'améliorer la documentation sur la situation actuelle des forêts méditerranéennes en matière de changement climatique (*e.g.* données à long terme sur le climat, cartes de la végétation et données sur les pratiques sylvicoles passées y compris sur l'origine du matériel planté). L'absence de ce type de documentation limite souvent la capacité d'analyse dans des situations spécifiques. Si des données précises d'évaluation étaient disponibles, la modélisation pourrait aider à mieux composer avec les incertitudes.

De nouvelles priorités de recherche ont été identifiées. La mise en réseau et la collaboration entre la communauté scientifique travaillant sur les forêts méditerranéennes devraient être encouragés. Le transfert des connaissances, de l'expertise et de l'innovation ne peut être atteint sans la construction et la création de liens étroits entre les scientifiques, les politiques, les gestionnaires et la société.

## **La prévention des feux de forêts avec les nouvelles conditions climatiques**

Le régime des feux de forêts dépend de nombreux facteurs contextuels qui changent avec le temps, comme la météo, la charge de combustible, le type et l'état de la végétation, les pratiques de gestion forestière et le contexte socio-économique. Les changements dans le régime des feux de forêts peuvent avoir des impacts importants sur les ressources naturelles et la stabilité des écosystèmes, avec des pertes économiques, directes et

indirectes, conséquentes. Une gestion active des forêts et du feu peuvent aider à contrer les effets du changement climatique.

Bien que la plupart des feux de forêts dans la région méditerranéenne est causés par l'activité humaine (c'est à dire que l'origine de l'inflammation est anthropique), il a été démontré que, pour l'Europe méditerranéenne, le total des surfaces brûlées évolue de manière significative d'année en année, principalement en raison des conditions météorologiques (Camia et Amatulli, 2009). Dans de nombreux cas, les conditions extrêmes de risques de feux de forêts en Europe du Sud menant à de grands feux de forêts ont été liées à un mélange explosif de vents violents et de températures extrêmement élevées après des périodes prolongées de sécheresse (San-Miguel-Ayanz, Moreno et Camia, 2012).

Le climat est un facteur important des risques de feux de forêts depuis toujours (Flannigan, Stocks et Wotton, 2000), mais des études récentes (Pausas et Paula, 2012) ont montré que, sous climat méditerranéen, la structure du combustible (quantité et connectivité des ressources consommables) est plus importante que la fréquence de conditions climatiques favorables aux feux de forêts. Les caractéristiques du territoire, comme la végétation et les caractéristiques du combustible, sont également très importantes dans l'élaboration actuelle et future des relations entre le feu et le climat à l'échelle régionale. Ainsi, les changements à venir dans le régime des feux de forêts peuvent différer de ce qui pourrait être prédit par la seule analyse des évolutions climatiques. Les efforts de modélisation futurs devraient intégrer des éléments liés aux territoires dans les scénarios de changement climatique pour améliorer les projections pour la région méditerranéenne.

### ***La relation feu-climat***

Les indices de risque de feux de forêts basés sur les variables météorologiques évaluent et caractérisent le danger sur la base des conditions climatiques présentes et passées. Ces indices, normalement calculés sur une base quotidienne, peuvent également fournir des synthèses saisonnières pour comparer le risque global de feux de forêts d'une année donnée en fonction des conditions météorologiques. Le Système canadien d'Indice Météorologique pour les Feux de Forêts (FWI) (Stocks *et al.*, 1989 ; Van Wagner, 1987) a souvent été utilisé à cette fin (San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2003). Le FWI comporte six composantes pour mesurer la teneur en humidité du combustible et le comportement potentiel du feu dans un type de combustible (*e.g.* peuplement de pins matures) dans des conditions sans pente. Les calculs sont basés sur des mesures quotidiennes (12 heures) de température de l'air, d'humidité relative, de vitesse du vent et de quantité des précipitations dans les 24 heures précédentes. Les trois premières composantes du FWI sont des données quantitatives sur la teneur en humidité des couches des sols forestiers avec différentes vitesses de séchage et à différentes profondeurs. Plus précisément, l'indice d'humidité des combustibles fins mesure l'humidité de la litière et des autres combustibles fins morts au sommet de la couche de combustible de surface, l'indice d'humidité de Duff mesure l'humidité de la couche organique faiblement compacté en profondeur modérée et l'indice de sécheresse représente l'humidité contenue dans la couche profonde de la matière organique compacte.

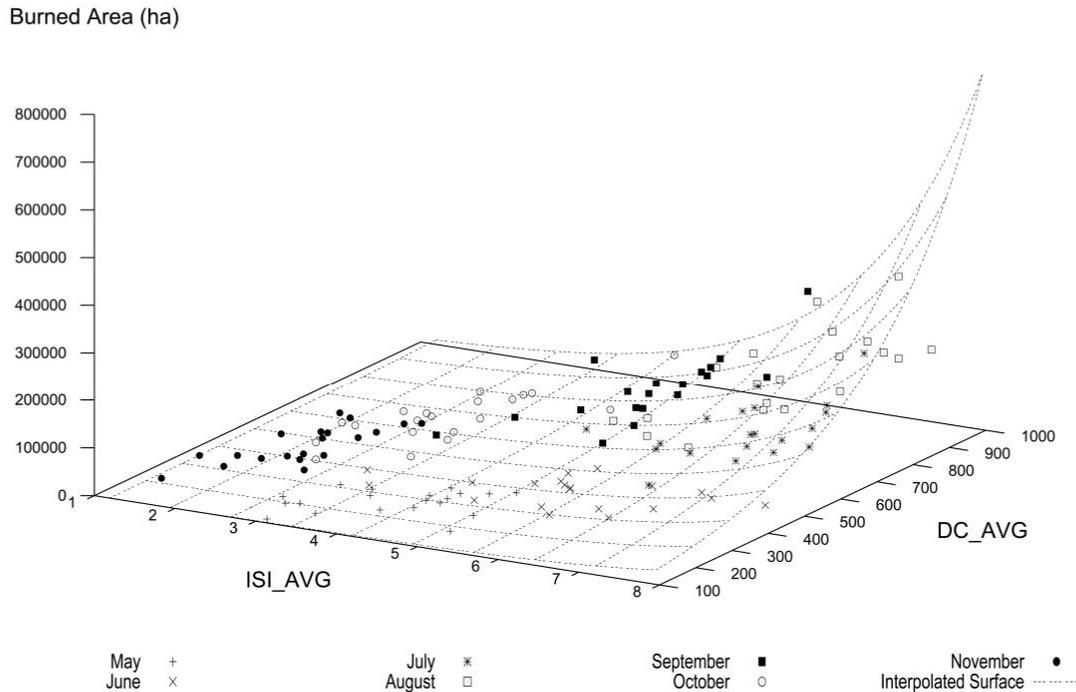
Chacun de ces trois indices d'humidité donnent des informations utiles. Ils sont de bons indicateurs de la facilité d'allumage et d'inflammabilité des combustibles légers (Indice des combustibles fins), de la présence de combustibles ligneux de taille moyenne dans les couches d'humus (Indice d'humidité de Duff) ainsi que la présence de combustible et le niveau de la combustion lente dans les couches compactes profondes (Indice de sécheresse) (Alexander, 2008).

Les trois autres indices du FWI sont des indices de comportement du feu qui mesurent le taux attendu de propagation du feu (indice de propagation initiale), le combustible disponible pour la combustion (indice d'accumulation) et l'intensité de la ligne de feu. Le FWI est l'indice final qui combine l'indice de propagation initiale et l'indice d'accumulation.

Il est important de noter que les résultats de la méthode FWI dépendent surtout des observations météorologiques et ne tiennent pas compte des différences dans le type de combustibles ou de la topographie, fournissant un moyen de mesure relativement uniforme du risque de feux de forêts en fonction de l'humidité du combustible et du comportement potentiel du feu (Van Wagner, 1987).

Camia et Amatulli (2009) ont testé la relation entre le FWI et les surfaces mensuelles brûlées dans une vaste zone de la région méditerranéenne (Sud de la France, Italie, Grèce, Portugal et Espagne). Les données ont été obtenues à partir de la base de données du Système d'information européen sur les feux de forêts (EFFIS) de l'UE pour les années 1985 à 2004. La série correspondante de FWI quotidien a été calculée en utilisant l'ensemble des données ERA-40 (40 ans de données d'archive du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme ; Uppala *et al.*, 2005).

Des analyses séparées de régression multiple ont été faites pour la période été-automne (Mai à Novembre) et la période hiver-printemps (décembre à avril). La Figure 4.5 montre le tracé de l'interpolation de la surface du modèle pour la période été-automne, de loin le plus important dans ce contexte, puisqu'elle couvre toute la saison principale des feux dans la région méditerranéenne.



**Figure 4.5.** Zone brûlée mensuellement en fonction de l'indice de propagation initial et des moyennes mensuelles de l'indice sécheresse dans le bassin euro-méditerranéen - mai à novembre - 1985-2004 - avec interpolation de surface.  
 Source: Camia et Amatulli, 2009.

## ***Modéliser les effets du changement climatique sur les feux de forêts***

Les projections du changement climatique prédisent un réchauffement substantiel et une augmentation significative du nombre de sécheresses, de vagues de chaleur et de la longueur des périodes de sécheresse dans la région méditerranéenne. Ces changements climatiques vont augmenter la longueur et la sévérité de la saison des feux de forêts, la superficie des forêts à risque ainsi que la probabilité de grands feux de forêts susceptibles de conduire à une augmentation du phénomène de désertification. Les modèles climatiques régionaux qui fonctionnent sur les différents scénarios d'émissions du GIEC permettent la comparaison des risques de feux de forêts actuels avec les risques sous climat futur sur la base des mesures réalisées selon la méthode du FWI.

Les modélisations pour l'Europe méditerranéenne par Amatulli, Camia et San-Miguel-Ayaz (2013), une sous-région comprenant le Portugal, l'Espagne, le Sud de la France, l'Italie et la Grèce (pays pour lesquels une longue série d'enregistrements des feux de forêts et de données climatiques était disponible), suggère que le changement climatique se traduira par une augmentation marquée des risques de feux de forêts avec une augmentation prévue des surfaces brûlées de 66 pour cent (selon le scénario de multiplication par deux du dioxyde de carbone) et de 140 pour cent (selon le scénario de multiplication par trois du dioxyde de carbone). Le doublement et le triplement de la concentration atmosphérique de

dioxyde de carbone (par rapport aux niveaux préindustriels) devrait se produire d'ici la fin de ce siècle selon les scénarios d'émissions du GIEC B2 et A2. Ces projections sont sujettes à un certain nombre d'incertitudes. Par exemple, elles ne tiennent pas compte des changements de l'état du combustible (végétation), des risques d'ignition ou de l'évolution des activités humaines (mesures d'adaptation) qui peuvent influencer la surface potentiellement soumise au feu ainsi que les impacts globaux des feux de forêts.

### ***Prévention des feux de forêts et options d'adaptation***

Les options pour l'atténuation des feux de forêts diffèrent selon les pays méditerranéens. Il n'existe aucune base de données unique et complète des mesures d'atténuation des feux de forêts dans la région méditerranéenne. On observe également une variation significative dans le financement disponible pour l'atténuation des feux de forêts parmi les pays de la région méditerranéenne et ces financements sont souvent dispersés entre les institutions.

L'adaptation des stratégies de gestion des feux de forêts au changement climatique implique l'évaluation et la mise en œuvre des options et des activités selon une approche intégrée. Il n'existe pas de schéma unique applicable car l'environnement, le contexte socio-économique et l'impact des feux de forêts diffèrent considérablement entre les pays. Malgré l'absence de données quantitatives, il est largement reconnu que la prévention des feux de forêts est aussi importante que la lutte et le restera dans un contexte de changement climatique. Même aujourd'hui, lorsqu'aucune mesure de prévention n'a été prise (*e.g.* réduction des risques, traitement du combustible, brûlages dirigés) dans une zone, il est impossible d'arrêter un feu catastrophique dans des conditions météorologiques extrêmes. Les politiques d'exclusion du feu sont considérées comme une option risquée dans la région méditerranéenne et une meilleure approche est la gestion intégrée qui comprend des options de réduction du combustible par des techniques de brûlage dirigé.

Les changements climatiques modifieront les régimes de feux avec des projections qui annoncent des risques de feux de forêts plus fréquents et plus graves. Ces régimes de feux modifiés auront à leur tour un impact écologique qui aura une incidence sur la composition des forêts ainsi que sur la structure et le stockage de la biomasse avec un effet de rétroaction sur l'environnement du feu. Des stratégies de gestion des feux de forêts adaptées à un climat en évolution doivent donc être rapidement intégrées à la gestion durable des forêts.

## Bibliographie

- AGM.** 2010. *Wind erosion control works in Turkey*. General Directorate of Afforestation and Erosion Control, Turkey.
- Alcamo, J., Moreno, J.M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olessen, E. & Shvidenko, A.** 2007. Europe. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson, eds. *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the IPCC*, pp. 541–580. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Albergel, J., Collinet, J., Zante, P. & Hamrouni, H.** 2011. Role of the Mediterranean forest in soil and water conservation. In Y. Birot, C. Gracia & M. Palahi, eds., *Water for forests and people in the Mediterranean region: a challenging balance*. What Science Can Tell Us No. 1. Helsinki, European Forest Institute.
- Alan, M. & Kaya, Z.** 2003. EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use for oriental sweet gum (*Liquidambar orientalis*). Rome, International Plant Genetic Resources Institute.
- Alcamo, J., E. M. Bennett, et al.** 2003. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, DC, Island Press.
- Alexander, M.E.** 2008. *Proposed revision of fire danger class criteria for forest and rural areas in New Zealand. Second edition*. National Rural Fire Authority, Wellington, in association with the Scion Rural Fire Research Group, Christchurch, New Zealand.
- Amatulli, G., Camia, A. & San-Miguel-Ayanz, J.** 2013. Estimating future burned area under changing climate in the EU-Mediterranean countries. *Science of The Total Environment*, 450-451: 209-222.
- Agence Européenne pour l'Environnement.** 2006. *European forest types: categories and types for sustainable forest management reporting and policy*. EEA technical report No 9/2006. Copenhagen, European Environment Agency.
- Agropine.** 2011. International Meeting on Mediterranean Stone Pine for Agroforestry, Valladolid (Spain), 17–19 November 2011. (Available at [www.iamz.ciheam.org/agropine2011](http://www.iamz.ciheam.org/agropine2011).) Accessed 17 May 2012.
- APCOR.** 2012. Cork, 2012. Aussi disponible sur: [www.apcor.pt/userfiles/File/Publicacoes/AnuarioAPCOR2012.pdf](http://www.apcor.pt/userfiles/File/Publicacoes/AnuarioAPCOR2012.pdf). Accessed 7 February 2013.
- Aronson, J., Pereira, J.S. & Pausas, J.G., eds.** 2009. *Cork oak woodlands on the edge*. Washington, DC, Island Press.
- Association for Forest Development and Conservation.** 2007. *State of Lebanon's forests*. Disponible sur: [www.afdc.org.lb/pdf/SOR%5B1%5D.pdf](http://www.afdc.org.lb/pdf/SOR%5B1%5D.pdf).
- Aussenac, G.** 2002. Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. *Annals of Forest Science*, 59(8), 823–832.
- Badeau, V., Dupouey, J., Cluzeau, C. & Drapier, J.** 2005. Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici. *Fôret Entreprise*, 162: 25-29.
- Banque Mondiale.** 2010. World Development Indicators 2010. © World Bank. Disponible sur <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/4373> License: CC BY 3.0 Unported.
- Banque Mondiale.** 2011. World Development Indicators 2011. © World Bank. Disponible sur <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2315> License: CC BY 3.0 Unported
- Bariteau, M.** 1992. Variabilité géographique et adaptation aux contraintes du milieu méditerranéen des pins de la section halepensis: résultats (provisoire) d'un essai en plantations comparatives en France. *Annals of Forest Science*, 49, 261–276.
- Bentouati, A.** 2008. La situation du cèdre de l'Atlas en Algérie. *Forêt Méditerranéenne*, 29: 203–209.

- Berrahmouni, N., Regato, P., Ellatifi, M., Daly-Hassen, H., Bugalho, M., Bensaid, S., Diaz, M. & Aronson, J.** 2009. Ecoregional planning for biodiversity conservation. *In* J. Aronson, J.S. Pereira & J.G. Pausas, eds. *Cork oak woodlands on the edge*. Washington, DC, Island Press.
- Besacier, C., Ducci, F., Malagnoux, M. & Souvannavong, O.** 2011. *Status of the experimental network of Mediterranean forest genetic resources*. Arezzo, Italy, CRA SEL and Rome, FAO.
- Beyer, G., Defays, M., Fischer, M., Fletcher, J., de Munck, E., de Jaeger, F., Van Riet, C., Vandeweghe, K. & Wijnendaele, K.** 2011. *Tackle climate change: use wood*. European Confederation of Woodworking Industries.
- Biro, Y., Gracia, C. & Palahi, M.** 2011. *Water for forests and people in the Mediterranean: a challenging balance*. What Science Can Tell Us No. 1. Helsinki, European Forest Institute.
- Biro, Y. & Vallejo, V.R.** 2011. Green water to sustain forest ecosystems processes and their functions. *In* Biro, Y., Gracia, C. and Palahí, M. (eds). *Water for forests and people in the Mediterranean region*, 67-71. EFI, Joensuu.
- Blondel, J. & Aronson, J.** 1999. *Biology and wildlife of the Mediterranean region*. Oxford, UK, Oxford University Press.
- Bolin, B., Sukumar, R., Ciais, P., Cramer, W., Jarvis, P., Kheshgi, H., Nobre, C., Semenov, S. & Steffen, W.** 2000. Global perspective. *In* R.T. Watson, I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo & D.J. Dokken, eds. *Land use, land use change and forestry. A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp 23–51. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Bonnieux, F., Carpentier, A., Paoli J.C.** 2006. Aménagement et protection de la forêt Méditerranéenne: application de la méthode des programmes en Corse. *Recherches en Economie et Sociologie Rurales*, 6(5).
- Bourse, L.** 2012. Seaside tourism and urbanisation: environmental impact and land issues. *Blue Plan Notes*, 21: 1–4.
- Brey, R., Riera, P., Mogas, J.** 2007. Estimation of forest values using choice modeling: an application to Spanish forests. *Ecological Economics*, 64: 305–312.
- Camia, A. & Amatulli, G.** 2009. Weather factors and fire danger in the Mediterranean. *In* E. Chuvieco, ed., *Earth observation of wildland fires in Mediterranean ecosystems*. Springer.
- Carter, J. E.** 1995. *The potential of urban forestry in developing countries: a concept paper*. Rome, FAO.
- CBD.** 2001. *Main theme: forest biological diversity*. Report of the Ad Hoc Technical Expert Group on Forest Biological Diversity. Subsidiary Body for Scientific, Technical and Technological Advice, Seventh Meeting, Montreal, 12–16 November 2001. Montreal, Canada, Convention on Biological Diversity.
- CCNUCC.** 2012. United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponible sur <http://cdm.unfccc.int>. Consulté en janvier 2013.
- CEC, 2006.** *EU Forest Action Plan*. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament COM(2006) 302 final. Commission of the European Communities, Brussels.
- Cheddadi, R., Fady, B., François, L., Hajar, L., Suc, J.P., Huang, K., Demarteau, M., Vendramin, G.G. & Ortu, E.** 2009. Putative glacial refugia of *Cedrus atlantica* deduced from Quaternary pollen records and modern genetic diversity. *Journal of Biogeography*, 36, 1361–1371.
- Chenchouni, H., Abdelkrim, S.B. & Athmane, B.** 2008. *The deterioration of the Atlas cedar (Cedrus atlantica) in Algeria*. Oral presentation at the International Conference on Adaptation of Forests and Forest Management to Changing Climate with Emphasis on Forest Health: A Review of Science, Policies, and Practices, Umea, Sweden, FAO/IUFRO, 25–28 August 2008.

- Centre Marocain de Développement des Energies Renouvelables.** 2007. *Studies on the management of resource and consumption profile of woodfuel in the rural environment. Summary report.*
- Chevin, L.-M., Lande, R., & Mace, G.M.** 2010. Adaptation, plasticity, and extinction in a changing environment: towards a predictive theory. *PLoS Biol.* 8(4): e1000357
- Christie, M., Hanley, N., & Hynes, S.** 2007. Valuing enhancements to forest recreation using choice experiment and behaviour methods. *Journal of Forest Economics*, 13: 75-102.
- Chybicki, I.J. & Burczyk, J.** 2010. Realized gene flow within mixed stands of *Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Matt.) L. revealed at the stage of naturally established seedling. *Molecular Ecology*, 19: 2137–2151.
- Commission Européenne.** 2011. *Forest fires in Europe 2010.* EUR 24910 EN. Luxembourg, Publication Office of the European Union.
- Commission Européenne.** 2013. The EU Emissions Trading System (EU ETS). Available at: [http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm). Consulté en janvier 2013.
- Conord, C., Gurevich, J. & Fady B.** 2012. Large-scale longitudinal gradients of genetic diversity: a meta-analysis across six phyla in the Mediterranean basin. *Ecology and Evolution*, 2(10): 2600–2614.
- Corona P., Agrimi M., Baffetta F., Barbati A., Chiriaco M.V., Fattorini L., Pompei E., Valentini R. & Mattioli W.** 2011. Extending large-scale forest inventories to assess urban forests. *Management for Environmental Monitoring and Assessment* (published on line). DOI 10.1007/s10661-011-2050-6.
- Cuttelod, A., García, N., Abdul Malak, D., Temple, H. J. & Katariya, V.** 2009. The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. In J-C. Vié, C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart, eds. *Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*. Gland, Switzerland, IUCN.
- Daly-Hassen, H., Croitoru, L., Tounsi, K. & Jebari, S.** 2012. *Evaluation économique des biens et services des forêts tunisiennes.* Rapport Final. La Société des Sciences Naturelles de Tunisie (SSNT).
- Daly-Hassen, H., Riera, P., Mavsar, R. & Gammoudi A.** 2010. *Valuing the tradeoffs of Tunisian forest plantations. A Choice experiment application.* Presented at the XXIII IUFRO World Congress, Seoul (South Korea), 23-28 August 2010.
- Davis, S.D., Heywood, V.H. & Hamilton, A.C., eds.** 1995. Centres of Plant Diversity (three vols) (World WideFund for Nature and International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland, International Union for Conservation of Nature.
- De Baets, S., Poesen, J., Reubens, B., Muys, B., De Baerdemaeker, J. & Meersmans, J.** 2009. Methodological framework to select plant species for controlling rill and gully erosion. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34, 1374–1392.
- DeGroot, R., Matthew, A.W., Roelof, M.J.B.** 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41: 393–405.
- de Foresta, H., Somarriba, E., Temu, A., Boulanger, D., Feuilly, H. & Gauthier, M.** 2013. *Towards the Assessment of Trees Outside Forests.* Resources Assessment Working Paper 183. FAO Rome.
- Demographia World Urban Areas** (World Agglomerations): 8th Annual Edition, Version 2, July 2012. Accessible sur <http://www.demographia.com/db-worldua.pdf>
- Dhahri, S., Ben Jamaa, M.L. & Lo Verde, G.** 2010. First record of *Leptocybe invasa* and *Ophelimus maskelli* eucalyptus gall wasps in Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5: 229–234.
- Ding, H., Nunes, P. & Telucksingh, S.** 2011. *European forests and carbon sequestration services: an economic assessment of climate change impacts.* Ecosystem Services Economics Working Paper Series No. 9. Division of Environmental Policy Implementation.
- Di Pasquale, G., Garfi, G. & Quézel, P.** 1992. Sur la présence d'un *Zelkova* nouveau en Sicile sud-orientale (Ulmaceae). *Biocosme Méditerranéen*, 8/9: 401–409

- Dixon, R.K., Winjum, J.K. & Schroeder, P.E. 1993. Conservation and sequestration of carbon: the potential of forest and agroforest management practices. *Global Environmental Change*, 3: 159–173.
- Ducci, F. 2011. *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei, a model for forest genetic resource conservation. In Ch. Besacier, F. Ducci, M. Malagnoux & O. Souvannavong. *Status of the experimental network of Mediterranean forest genetic resources*, pp. 40–46. Arezzo, Italy, CRA SEL and Rome, FAO.
- Ducrey, M. & Huc, R. 1999. Effects of thinning on growth and ecophysiology in an evergreen oak coppice. *Revue Forestière Française*, 51: 326–339.
- EC-JRC. 2012. Harmonized classification scheme of fire causes in the EU adopted for the European Fire Database of EFFIS. Disponible sur [http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms\\_page\\_media/82/Fire%20Causes%20classification%20scheme.pdf](http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/82/Fire%20Causes%20classification%20scheme.pdf). Consulté le 17 octobre 2012.
- Eckert, A.J., Wegrzyn, J.L., Pande, B., Jermstad, K.D., Lee, J.M., Liechty, J.D., Tearse, B.R., Krutovsky, K.V. & Neale, D.B. 2009. Multilocus patterns of nucleotide diversity and divergence reveal positive selection at candidate genes related to cold hardiness in coastal Douglas Fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*). *Genetics*, 183(1): 289–298.
- El-Lakany, M. H. 1999. Urban and peri-urban forestry in the Near East: a case study of Cairo. In Salah Rouchiche Salah, eds. *Urban and peri-urban forestry: case studies in developing countries*. Rome, FAO.
- EURFORGEN, 2009. *Distribution map of Italian stone pine* (*Pinus pinea*). [www.eurorgen.org](http://www.eurorgen.org). Consulté le 7 août 2012.
- Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A., & Wackernagel, M. 2010. *The Ecological Footprint Atlas 2010*. Oakland, Global Footprint Network.
- Fady, B. 2005. Is there really more biodiversity in Mediterranean forest ecosystems? *Taxon*, 54, 905–910.
- Fady, B. & Conord, C. 2010. Macroecological patterns of species and genetic diversity in vascular plants of the Mediterranean Basin. *Divers. Distrib.*, 16: 53–64.
- Falkenmark, M. & Rockström, J. 2005. *Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology*. London, Earthscan.
- Fallour-Rubio, D., Guibal, F., Klein, E.K., Bariteau, M. & Lefèvre, F. 2009. Rapid changes in plasticity across generations within an expanding cedar forest. *Journal of Evolutionary Biology*, 22(3): 553–563.
- FAO. 2006a. *Global forest resources assessment 2005: report on fires in the Mediterranean region*. Fire Management Working Paper 8. Rome.
- FAO. 2006b. *Global Forest Resources Assessment 2005 – Report on fires in the Balkan Region*. Fire Management Working Paper 11.
- FAO. 2007. *Fire management global assessment 2006*. Thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005. Rome.
- FAO. 2010a. *Forest and climate change in the Near East Region*. Forest and Climate Change Working Paper 9. Rome.
- FAO. 2010b. *Global forest resources assessment 2010*. Main report. FAO Forestry Paper No. 163. Rome.
- FAO. 2011. *State of Mediterranean forests (SoMF): concept paper*. Arid Zone Forests and Forestry Working Paper. Rome.
- FAO 2012, **base de données AQUASTAT** - Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponible aussi sur <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- FAO & CCR. 2012. *Global forest land-use change 1990–2005*, by E.J. Lindquist, R. D'Annunzio, A. Gerrand, K. MacDicken, F. Achard, R. Beuchle, A. Brink, H.D. Eva, P. Mayaux, J. San-Miguel-Ayanz

& H-J. Stibig. FAO Forestry Paper No. 169. FAO and European Commission Joint Research Centre. Rome, FAO.

**Farley, K.A., Jobbagy, E.G. & Jackson, R.B.** 2005. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology*, 11: 1565–1576.

**Fins, L., Dhakal, L.P., Dvorak, W., El-Kassaby, Y., Fady, B., Libby, W.J., Isik, K. & Isik, F.** 2006. Low Input Breeding and Genetic Conservation of Forest Tree Species. Paper presented at IUFRO Division 2 Joint Conference, 9–13 October 2006, Antalya, Turkey.

**Flannigan, M.D., Stocks, B.J. & Wotton, B.M.** 2000. Climate change and forest fires. *The Science of the Total Environment*, 262: 221–229.

**FOREST EUROPE, UNECE & FAO.** 2011. *State of Europe's forests 2011: status & trends in sustainable forest management in Europe*. Oslo, FOREST EUROPE Liaison Unit, Geneva, Switzerland, UNECE and Rome, FAO.

**Forrester, D.I.** 2007. Increasing water use efficiency using mixed species plantations of *Eucalyptus* and *Acacia*. *The Forester*, 50: 20–21.

**Fuller, R.A. & Gaston, K. J.** 2009. The scaling of green space coverage in European cities. *Biol. Lett.*, 5: 352–355. DOI: 10.1098/rsbl.2009.0010.

**Garbulsky, M.F., Peñuelas, J., Papale, D. & Filella, I.** 2008. Remote estimation of carbon dioxide uptake by a Mediterranean forest. *Global Change Biology*, 14: 2860–2867.

**Garcia, M., Riaño, D., Chuvieco, E. & Danson, M.** 2010. Estimating biomass carbon stocks for a Mediterranean forest in central Spain using LiDAR height and intensity data. *Remote Sensing of Environment*, 114: 816–830.

**GIEC.** 2001. *Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.

**GIEC,** 2007a. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

**GIEC.** 2007b. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

**Gracia, C.A., Sabate, S., Martinez, J.M. & Albeza, E.** 1999. Functional responses to thinning. In F. Roda, J. Retana, C.A. Gracia & J. Bellot, eds., *Ecology of the Mediterranean evergreen oak forests*. Berlin, Germany, Springer-Verlag.

**Gracia, C., Sabaté, S., López, B. & Sánchez, A.** 2001. Presente y futuro del bosque mediterráneo: balance de carbono, gestión forestal y cambio global. In Zamora, R., Pugnaire, F.I., editors. *Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Asociación Española de Ecología Terrestre. Granada, Spain.

**Grandtner, M.M.** 2005. *Elsevier's dictionary of trees. Volume 1: North America*. Amsterdam, the Netherlands, Elsevier.

**Grey, G.W. & Deneke, F.J.** 1978. *Urban forestry*. New York, USA, Wiley.

**Grivet, D., Sebastiani, F., Alia, R., Bataillon, T., Torre, S., Zabal-Aguirre, M., Vendramin, G.G. & Gonzalez-Martinez, S.C.** 2011. Molecular footprints of local adaptation in two Mediterranean conifers. *Molecular Biology and Evolution*, 28(1): 101–116.

**Grivet, D., Sebastiani, F., Gonzalez-Martinez, S.C. & Vendramin, G.G.** 2009. Patterns of polymorphism resulting from long-range colonization in the Mediterranean conifer Aleppo pine. *New Phytol.*, 184: 1016–1028.

- Gyenge, J., Fernandez, M.E., Sarasola, M. & Schlichter, T.** 2011. Stand density and drought interaction on water relations of *Nothofagus antarctica*: contribution of forest management to climate change adaptability. *Trees*, 25: 1111–1120.
- Hampe, A. & Petit, R.J.** 2005. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecology Letters*, 8: 461–467.
- Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification.** 2010. *Guide des forêts urbaines et périurbaines*. Maroc.
- Hewitt, G.M.** 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68, 87–112.
- Holliday, J.A., Ritland, K. & Aitken, S.N.** 2010. Widespread, ecologically relevant genetic markers developed from association mapping of climate-related traits in Sitka spruce (*Picea sitchensis*). *New Phytologist*, 188: 501– 514.
- Huhtala, A. & Pouta, E.** 2008. User fees, equity and the benefits of public outdoor recreation services. *Journal of Forest Economics*, 14: 117-132.
- Hurtado, A. & Reina, I.** 2008. Primera cita para Europa de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: *Psyllidae*), una nueva plaga del eucalipto. *Bol. Soc. Entomol. Aragonesa*, 43: 447–449.
- Ibnelazyz, A.** 2011. Le psylle d'*Eucalyptus* dans la Province d'El Kalaa des Sraghna. *Bull. Phytos. ONSSA*, 1(1): 3–4.
- International Nut and Dried Fruit Foundation.** 2011. Chinese Pine Nut Kernels Update: New Rules on Export of Chinese Pine Nut Kernels into Europe - PRESS RELEASE. Disponible sur: [www.nutfruit.org/en/UserFiles/Image/newsletters/inc\\_newsletter\\_110429.html](http://www.nutfruit.org/en/UserFiles/Image/newsletters/inc_newsletter_110429.html). Consulté le 15 décembre 2011.
- International Nut and Dried Fruit Foundation** 2012. Chinese Pine Nuts Taste Disturbance - Update Available at: [www.nutfruit.org/en/chinese-pine-nuts-taste-disturbance-update\\_12897](http://www.nutfruit.org/en/chinese-pine-nuts-taste-disturbance-update_12897). Consulté le 17 mai 2012.
- Institut Méditerranéen du Liège** 2008. *Actes du colloque VIVEXPO 2008 : "la guerre des bouchons"*. Vivès.
- Inventaire Forestier National.** 2010. La forêt française: les résultats issus des campagnes d'inventaire 2005 à 2009. Disponible sur [http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/IFN\\_PubliNat2009\\_web2.pdf](http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/IFN_PubliNat2009_web2.pdf)
- Iremonger, S. & Gerrand, A.M.** 2011. *Global ecological zones for FAO forest reporting, 2010*. Rapport non publié. Rome, FAO.
- IUCN & UNEP-WCMC,** 2012. The World Database on Protected Areas (WDPA). Cambridge, UK : UNEP-WCMC. Available at: [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net). Consulté le 12 février 2013.
- Jackson, R.B., Jobbagy, E.G., Avissar, R., Roy, S.B., Barrett, D.J., Cook, C.W., Farley, K.A., le Maitre D.C., McCarl, B.A. & Murray, B.C.** 2005. Trading water for carbon with biological carbon sequestration. *Science*, 310: 1944–1947.
- Joffre, R., Rambal, S. & Ratte, J.P.** 1999. The *dehesa* system of southern Spain and Portugal as a natural ecosystem mimic. *Agroforestry Systems*, 45: 57–79.
- Jones, C.D., Cox, P.M.** 2005. On the significance of atmospheric CO<sub>2</sub> growth rate anomalies in 2002-03. *Geophys. Res. Lett.*, 32. L14816, doi:10.1029/2005GL023027.
- Kashian, D.M., Romme, W.H., Tinker, D.B., Turner, M.G., Ryan, M.G.** 2006. Carbon storage on coniferous landscapes with stand-replacing fires. *BioScience*, 7: 598-606.
- Kawecki, T.J. & Ebert, D.** 2004. Conceptual issues in local adaptation. *Ecology Letters*, 7, 1225–1241.
- Kleijn, D. & Sutherland, W.J.** 2003. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology*, 40: 947–69.

**Konijnendijk, C.C., Nilsson, K., Randrup, Th.B. & Schipperijn, J., eds.** 2005. *Urban forests and trees: a reference book*. Berlin-Heidelberg-New York, Springer.

**Koskela, E., Ollikainen, M. & Pukkala, T.** 2007. Biodiversity policies in commercial boreal forests: Optimal design of subsidy and tax combinations. *Forest Policy and Economics*, 9: 982–995.

**Koskela, J., Lefèvre, F., Schüler, S., Kraigher, H., Olrik, D.C., Hubert, J., Longauer, R., Bozzano, M., Yrjänä, L., Alizoti, P., Rotach, P., Vietto, L., Bordács, S., Myking, T., Eysteinnsson, T., Souvannavong, O., Fady, B., De Cuyper, B., Heinze, B., von Wühlisch, G., Ducouso, A. & Ditlevsen, B.** 2012. Translating conservation genetics into management: pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity. *Biological Conservation*, 157: 39–49.

**Lamey, A.** 1893. *Le chêne-liège, sa culture et son exploitation*. Paris Nancy, Berger-Levrault et Cie éditeurs.

**Laudonia, S. & Garonna, A.P.** 2010. The red gum lepp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*, a new exotic pest of *Eucalyptus camaldulensis* in Italy. *Bull. Insectol.*, 63: 233–236.

**Le Bissonnais, Y., Cerdan, O., Cheviron, B., Darboux, F., Desprats, J.F. & Fouché, J.** 2010. Modelling soil erosion risk and its impacts in the Mediterranean area for the 21st century. Vienna, EGU General Assembly.

**Lefèvre, F., Fady, B., Fallour-Rubio, D., Ghosen, D. & Bariteau, M.** 2004. Impact of founder population, drift and selection on the genetic diversity of a recently translocated tree population. *Heredity*, 93(6): 542–550.

**Lefèvre, F., Koskela, J., Hubert, J., Kraigher, H., Longauer, R., Olrik, D.C., Schüler, S., Bozzano, M., Alizoti, P., Bakys, R., Baldwin, C., Ballian, D., Black-Samuelsson, S., Bednarova, D., Bordács, S., Collin, E., De Cuyper, B., de Vries, S.M.G., Eysteinnsson, T., Frýdl, J., Haverkamp, M., Ivankovic, M., Konrad, H., Koziol, C., Maaten, T., Notivol Paino, E., Öztürk, H., Pandeva, I.D., Parnuta, G., Pilipovi, A., Postolache, D., Ryan, C., Steffenrem, A., Varela, M.C., Vessella, F., Volosyanchuk, R.T., Westergren, M., Wolter, F., Yrjänä, L. & Zari•a, I.** 2012. Dynamic conservation of forest genetic resources in 33 European countries. *Conservation Biology*, in press.

**Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M.J. & Marchetti, M.** 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259: 698–709.

**Loarie, S.R., Duffy, P.B., Hamilton, H., Asner, G.P., Field, C.B. & Ackerly, D.D.** 2009. The velocity of climate change. *Nature*, 462: 1052–1055.

**Loustau D.** 2004. *CARBOFOR, Séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles*. Rapport final. INRA, Cestas.

**Maes, W.H., Heuvelmans, G. & Muys, B.** 2009. Assessment of land use impact on water-related ecosystem services capturing the integrated terrestrial-aquatic system. *Env. Sc. & Tech.*, 43: 7324–7330.

**Margat, J. & Blinda, M.** 2005. *L'avenir de l'eau en Méditerranée. Problèmes et solutions: nouvelle prospective 2025 du Plan Bleu*. International Conference on Water, Land and Food Security in Arid and Semi-arid Regions. Keynotes papers: 47-63.

**Martínez-Vilalta, J., Lopez, B.C., Adell, N., Badiella, L. & Ninyerola, M.** 2008. Twentieth century increase of Scots pine radial growth in NE Spain shows strong climate interactions. *Global Change Biology*, 14: 2868–2881.

**Matvejevic, P.** 1999. *Mediterranean: a cultural landscape*, London, University of California Press.

- Mátyás, C., Vendramin, G.G. & Fady B.** 2009. Forests at the limit: evolutionary - genetic consequences of environmental changes at the receding (xeric) edge of distribution. Report from a research workshop. *Annals of Forest Science*, 66(8), article no. 800.
- Mavsar, R. & Riera, P.** 2007. *Valoración económica de las principales externalidades de los bosques Mediterráneos Españoles: informe final*. Barcelona, Spain, Ministerio de Medio Ambiente.
- Mavsar, R. & Varela, E.** 2010. The Mediterranean region case. In L. Tyrväinen & E. Mäntymaa, eds. *A report describing the role of key externalities across case studies*. Deliverable 2.1 of the NEWFOREX project. Disponible sur: [http://newforex.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=12](http://newforex.org/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=12). Consulté en janvier 2013.
- Médail, F. & Diadema, K.** 2009. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography*, 36: 1333–1345.
- Médail, F. & Quézel, P.** 1997. Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84: 112–127.
- Mendel, Z., Protasov, A., Fisher, N. & La Salle, J.** 2004. The taxonomy and natural history of *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) gen. & sp. nov., an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. *Australian Journal of Entomology*, 43: 101–113.
- Merlo, M. & Croitoru, L. eds.** 2005. *Valuing Mediterranean forests: towards total economic value*. Wallingford, UK, CAB International.
- Milano, M., Ruelland, D., Fernandez, S., Dezetter, A., Febre, J. & Servat, E.** 2012. Facing climatic and anthropogenic changes in the Mediterranean basin: what will be the medium-term impact on water stress? *Comptes Rendus Geoscience*, 344(9): 432–440.
- Millennium Ecosystem Assessment.** 2005. *Millennium ecosystem assessment*. Washington, DC, Island Press. Disponible sur [www.millenniumassessment.org/en/index.aspx](http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx).
- Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.** 2007. *State of Europe's forests 2007: the MCPFE report on sustainable forest management in Europe*. Warsaw, MCPFE Liaison Unit, Geneva, Switzerland, UNECE and Rome, FAO.
- Morandini, R., Ducci, F. & Menguzzato G.** 1994. *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei. Inventario 1992. *Annali dell'Istituto Sperimentale di Selvicoltura d'Arezzo*, 22: 5–51.
- Muys, B., Hynynen, J., Palahí, M., Lexer, M.J., Fabrika, M., Pretzsch, H., Gillet, F., Briceño, E., Nabuurs, G.J. & Kint, V.** 2010. Simulation tools for decision support to adaptive forest management in Europe. *Forest Systems*, 19(S1): 86–99.
- Myers, N., Mittlemeier, R.A., Mittlemeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B. & Kent, J.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.
- Namkoong, G., Boyle, T., Gregorius, H-R., Joly, H., Savolainen, O., Ratnam, W. & Young, A.** 1996. *Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: genetic criteria and indicators*. CIFOR Working Paper No. 10. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research.
- Natividade, J.V.** 1950. *Subericultura*. Lisbon, Ministério da Economia, Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas.
- Natural Cork Quality Council.** 1999. Industry statistics. Forestville, USA, Cork Quality Council. Disponible sur: [www.corkqc.com/production/production2.htm](http://www.corkqc.com/production/production2.htm). Consulté le 7 février 2013.
- Okin, G.S.** 2008. A new model of wind erosion in the presence of vegetation. *Journal of Geophysical Research*, 113: F02S10.
- Oldfield, S. & Eastwood, A.** 2007. *The Red List of oaks*. Cambridge, UK, Fauna & Flora International.
- OMM (Organisation météorologique mondiale).** 2011. [www.wmo.int](http://www.wmo.int) (World Meteorological Organization). Consulté le 12 juin 2012.

- ONU-HABITAT (Programme des Nations Unies pour les établissements humains). 2003. *The challenge of slums: global report on human settlements*. London, Earthscan.
- Palahí, M., Mavsar, R., Gracia, C., Birot, Y. 2008. Mediterranean forests under focus. *International Forestry Review*, 10: 676–688.
- Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P. and Co-authors. 2007. Technical Summary. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson editors. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 23-78.
- Parmesan, C. & Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421(6918): 37–42.
- Pausas, J.G. 1997. Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, 8: 703–06.
- Pausas, J.G. & Paula, S. 2012. Fuel shapes the •20–climate relationship: evidence from Mediterranean ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, 2012. 21: 1074–1082.
- Pereira, H. 2007. *Cork: biology, production and uses*. Amsterdam, Netherlands, Elsevier.
- Petit, R.J., Aguinagalde, I., de Beaulieu, J.L., Bittkau, C., Brewer, S., Cheddadi, R., Ennos, R., Grivet, D., Lascoux, M., Mohanty, A., Müller-Starck, G., Demesure-Musch, B., Palmé, A., Martin, J.P., Rendell, S. & Vengramin, G.G. 2003. Glacial refugia: hotspots but not melting pots of genetic diversity. *Science*, 300: 1563–1565.
- Pinenut.com. **Helping trees empower people**. 2012. Disponible sur <http://pinenut.com/growing-pine-nuts/global-pine-nut-value-data.shtml>. Consulté le 17 May 2012.
- Plan Bleu. 2009. *Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée – 2009*. Athens, Plan Bleu.
- PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement) – Human Development Report Office 2011. The Human Development Index (HDI). New York. Disponible aussi sur <http://hdr.undp.org/en/statistics/hdi/>.
- PNUE/MAP. 2012. *State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment*. United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan – Barcelona Convention, Athens.
- Qadir, M., Sharma, B.R., Bruggeman, A., Choukr-Allah, R. & Karajeh, F. 2007. Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. *Agric. Water Manage.*, 87, 2–22.
- Quézel, P. 1985. Definition of the Mediterranean region and origin of its flora. In C. Gomez-Campo, ed., *Plant conservation in the Mediterranean area*. Dordrecht, the Netherlands, W. Junk.
- Quézel, P. 1995. La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme. *Ecologia mediterranea*, 20(1/2): 19–39.
- Quézel, P., Médail, F., Loisel, R. & Barbero, M. 1999. Biodiversity and conservation of forest species in the Mediterranean basin. *Unasylva*, 197: 21–28.
- Räisänen, J., Hansson, U., Ullerstig, A., Döscher, R., Graham, L.P., Jones, C., Meier, H.E.M., Samuelsson, P. & Willén, U. 2004. European climate in the late twenty-first century: Regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios. *Climate Dynamics*, 22: 13–31.
- Regato, P. 2008. *Adapting to Global Change: Mediterranean Forests*. Malaga, Spain: IUCN Centre for Mediterranean cooperation.
- Rego, F.C., Rigolot, E., Fernandes, P., Montiel, C. & Silva, J.S. 2010. *Towards integrated fire management*. EFI Policy Brief 4. Joensuu, Finland, European Forest Institute.
- Reubens, B., Poesen, J., Danjon, F., Geudens, G. & Muys, B. 2007. The role of fine and coarse roots in shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: a review. *Trees*, 21, 385–402.

- Richardson, K., Steffen, W., Schellnhuber, H.-J., Alcamo, J., Barker, T., Kammen, D.M., Leemans, R., Liverman, D., Munasinghe, M., Osman-Elasha, B., Stern, N. & Waever O. 2009. *Synthesis report. Climate change: global risks, challenges and decisions. Summary of the Copenhagen climate change congress, 10–12 March 2009.* Copenhagen, University of Copenhagen.
- Sagnard, F., Oddou-Muratorio, S., Pichot, C., Vendramin, G.G. & Fady, B. 2011. Effect of seed dispersal, adult tree and seedling density on the spatial genetic structure of regeneration at fine temporal and spatial scales. *Tree Genetics and Genomes*, 7: 37–48.
- Sala, O.E., Chapin F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M. and Wall, D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770-1774.
- Salvati, L., Saterian, A., Colantoni, A., Di Bartolomei, R., Perini, L., Zitti, M. 2013. The Northern Shift in the Geographical Distribution of the Olive Tree – A Bioclimatic Indicator? *International Journal of Ecology and Development*, 24(1): 1-11.
- San-Miguel-Ayanz, J., Carlson, J.D., Alexander, M., Tolhurst, K., Morgan, G., Sneeuwjagt, R. & Dudley, M. 2003. Current methods to assess fire danger potential. In E. Chuvieco, ed., *Wildland fire danger estimation and mapping: the role of remote sensing data.* Singapore, World Scientific Publishing.
- San-Miguel-Ayanz, J., Moreno, J.M. & Camia, A. 2012. Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: lessons learnt and perspectives. *Forest Ecology and Management*, in press.
- Savolainen, O., Pyhäjärvi, T. & Knürr, T. 2007. Gene flow and local adaptation in forest trees. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 38: 595–619.
- Scarascia-Mugnozza, G., Helfried, H., Piussi, P. & Kallipi R. 2000. Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 132: 97–109.
- Schwartz, M.K., Luikart, G. & Waples, R.S. 2006. Genetic monitoring as a promising tool for conservation and management. *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 25–33.
- Semerci, A., Sanli, B.N., Sahin, O., Celik, O., Balkız, G.B., Ceylan, S. & Argun, N. 2008. *Examination of tree mortalities in semi-arid central Anatolian region of Turkey during last six-year period (2002–2007).* Poster presentation at the International Conference on Adaptation of Forests and Forest Management to Changing Climate with Emphasis on Forest Health: A Review of Science, Policies, and Practices, Umea, Sweden, FAO/IUFRO, 25–28 August 2008.
- Serrada, R., Aroca, M.J., Roig, S., Bravo, A., Gómez, V. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector forestal. Notas sobre gestión adaptativa de las masas forestales ante el cambio climático.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Service Forestier Italien. 2011. *Forest fires bulletin 2010.* Rome, Ministry of Agriculture, Food and Forest Policies.
- Silva, J.S., Rego, F.C., Fernandes, P. & Rigolot, E. 2010. *Towards integrated fire management: outcomes of the European project Fire Paradox.* EFI Research Paper No. 23. Joensuu, Finland, European Forest Institute.
- Simons, A.J. & Leakey, R.R.B. 2004. Tree domestication in tropical agroforestry. *Agroforestry Systems*, 61: 167–181.
- Simonov, E.A. & Dahmer, T.D. eds. 2008. *Amur-Heilong River Basin reader.* Hong Kong, China, Ecosystems Ltd.
- Stocks, B.J., Lawson, B.D., Alexander, M.E., Van Wagner, C.E., McAlpine, R.S., Lynham, T.J. & Dubé, D.E. 1989. The Canadian Forest Fire Danger Rating System: an overview. *The Forestry Chronicle*, 65: 258–265.
- Sylvamed. 2012. *Working report on ecosystem services that Mediterranean forests provide in the water issue.* Sylvamed project report, CTFC, Solsona, Spain.

- The Montreal Process.** 1998. *Criteria and indicators for the conservation and sustainable management of temperate and boreal forests*. Montreal, Canada, The Montreal Process.
- Thompson, J.D., Lavergne, S., Affre, L. Gaudeul, M. & Debussche, M.** 2005. Ecological differentiation of Mediterranean endemic plants. *Taxon*, 54: 967–976.
- Topak, M.** 1997. *Directory of seed sources of the Mediterranean conifers*. Rome, FAO.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division** 2011. World Population Prospects: The 2010 Revision. CD-ROM Edition.
- UNECE/FAO.** 2012. *Forest Product Market Review 2011-2012*. Geneva Timber and Forest Study Paper 30. New York and Geneva, United Nations.
- UN-REDD.** 2013. About REDD+. Disponible sur [www.un-redd.org](http://www.un-redd.org). Consulté en janvier 2013.
- Uppala, S. M., KÅllberg, P. W., Simmons, A. J., Andrae, U., Da Costa Bechtold, V., Fiorino, M., Gibson, J. K., Haseler, J., Hernandez, A., Kelly, G. A., Li, X., Onogi, K., Saarinen, S., Sokka, N., Allan, R. P., Andersson, E., Arpe, K., Balmaseda, M. A., Beljaars, A. C. M., Van De Berg, L., Bidlot, J., Bormann, N., Cairns, S., Chevallier, F., Dethof, A., Dragosavac, M., Fisher, M., Fuentes, M., Hagemann, S., Hólm, E., Hoskins, B. J., Isaksen, L., Janssen, P. A. E. M., Jenne, R., McNally, A. P., Mahfouf, J.-F., Morcrette, J.-J., Rayner, N. A., Saunders, R. W., Simon, P., Sterl, A., Trenberth, K. E., Untch, A., Vasiljevic, D., Viterbo & P. Woollen, J.** 2005. The ERA-40 Reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 131: 2961–3012.
- Valente, C. & Hodkinson, I.** 2009. First record of the red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hem.: Psyllidae), in Europe. *J. Appl. Entomol.*, 133: 315–317.
- Van der Putten, W.H., Macel, M. & Visser, M.E.** 2010. Predicting species distribution and abundance responses to climate change: why it is essential to include biotic interactions across trophic levels. *Phil. Trans. R. Soc.*, B 365: 2025–2034. DOI:10.1098/rstb2010.0037.
- Vanclay, J.K.** 2008. Managing water use from forest plantations. *Forest Ecology and Management*, 257: 385–389.
- Van Wagner, C.E.** 1987. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Ottawa, Canadian Forestry Service.
- Vayreda, J., Martínez-Vilalta, J., Gracia, M. Retana, J.** 2012. Recent climate changes interact with stand structure and management to determine changes in tree carbon stocks in Spanish forests. *Global Change Biology*, 18: 1028-1041.
- Vericat, P., Piqué, M., Serrada, R.** 2012. *Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneas*. Forest Sciences Center of Catalonia, Solsona, Spain. 172 p.
- Vitasse, Y., Delzon, S., Bresson, C.C. & Michalet, R.** 2009. Altitudinal differentiation in growth and phenology among populations of temperate-zone tree species growing in a common garden. *Can. J. For. Res.*, 39: 1259–1269.
- Whiteman, A.** 2005. *A review of the forest revenue system and taxation of the forestry sector in Fidji*. FAO, Rome
- Willis, K.G., Garrod, G., Scarpa, R., Powe, N., Lovett, A., Bateman, I., Hanley, N. & Macmillan, D.** 2003. *The social and environmental benefits of forests in Great Britain*. Newcastle, UK, Centre for Research in Environmental Appraisal and Management, University of Newcastle. Disponible sur [http://www.forestry.gov.uk/website/pdf.nsf/pdf/sebreport0703.pdf/\\$FILE/sebreport0703.pdf](http://www.forestry.gov.uk/website/pdf.nsf/pdf/sebreport0703.pdf/$FILE/sebreport0703.pdf).
- Yakovlev, I., Fossdal, C.G., Skroppa, T., Olsen, J.E., Hope Jahren, A. & Johnsen, Ø.** 2012. An adaptive epigenetic memory in conifers with important implications for seed production. *Seed Science Research*, 22(2): 63–76.
- Yaltirik, F. & Boydak, M.** 1991. Distribution and ecology of the palm *Phoenix theophrasti* (Palmae) in Turkey. *Bot. Chronika*, 10: 869–872.

## Rapports nationaux FRA 2010 consultés pour la compilation de l'Etat des Forêts Méditerranéennes

- FAO. 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe nacional, España*. FRA2010/196. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al631S.pdf>
- FAO. 2010. *Evaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport national, Algérie*. FRA2010/003. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al439f/al439f.pdf>
- FAO. 2010. *Evaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport national, Maroc*. FRA2010/139. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al574E.pdf>
- FAO. 2010. *Evaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport national, Tunisie*. FRA2010/213. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al439f/al648f.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Albania*. FRA2010/002. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al438E/al438E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Andorra*. FRA2010/005. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al441E/al441E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Bosnia and Herzegovina*. FRA2010/026. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al462E/al462E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Bosnia and Herzegovina*. FRA2010/026. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al462E/al462E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Bulgaria*. FRA2010/031. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al467E/al467E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Croatia*. FRA2010/049. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al485E/al485E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Cyprus*. FRA2010/051. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al487E/al487E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Egypt*. FRA2010/060. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al496E/al496E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, France (metropole)*. FRA2010/070. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al506F/al506F.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Greece*. FRA2010/079. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al515E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Gibraltar*. FRA2010/078. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al514E/al514E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Greece*. FRA2010/079. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al515E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Greece*. FRA2010/079. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al515E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Holy See*. FRA2010/090. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al526E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Israel*. FRA2010/100. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al536E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Italy*. FRA2010/101. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al537E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Jordan*. FRA2010/105. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al541E.pdf>
- FAO. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Lebanon*. FRA2010/114. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al549E.pdf>

- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Libyan Arab Jamahiriya.* FRA2010/117. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al552E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, The former Yugoslav Republic of Macedonia.* FRA2010/207. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al642E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Malta.* FRA2010/126. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al561E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Monaco.* FRA2010/135. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al570E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Montenegro.* FRA2010/137. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al572E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Occupied Palestinian Territories.* FRA2010/156. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al591E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Portugal.* FRA2010/167. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al602E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, San Marino.* FRA2010/183. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al572E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Serbia.* FRA2010/187. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al622E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Slovenia.* FRA2010/192. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al627E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Syrian Arab Republic.* FRA2010/204. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al639E.pdf>
- FAO.** 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010. Country report, Turkey.* FRA2010/214. Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al649E.pdf>

