

# La science au service de la foresterie en région méditerranéenne : les voies du futur

par Yves BIROT

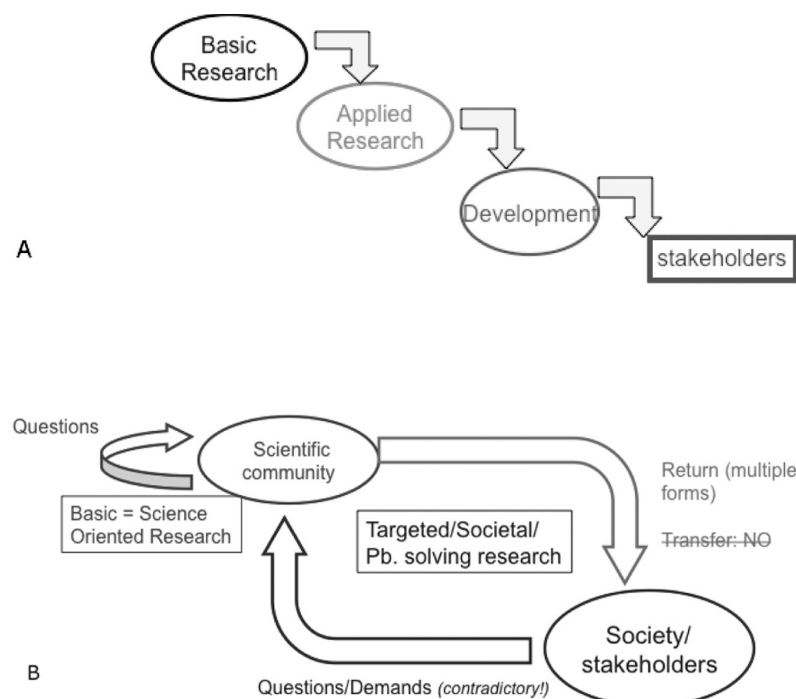
***La première session de la Semaine forestière méditerranéenne qui s'est déroulée à Avignon du 5 au 8 avril 2011, avait pour objectif de présenter le contexte actuel : l'environnement de la Méditerranée dans un monde en mutation et, plus particulièrement, d'y décrire le rôle des forêts et de la science face aux grands défis. C'est dans ce cadre qu'Yves Birot a fait le tour, dans sa présentation, des différentes approches de la science sur ces questions : acquis, partage des connaissances, perspectives...***

Les territoires méditerranéens sont caractérisés par un haut niveau de complexité, sociale, politique, économique, physiographique et biophysique. L'importance des changements relatifs à nombre de ces aspects soulève la question de notre capacité à assurer la durabilité des écosystèmes forestiers eux-mêmes et des biens et services qu'ils fournissent. Dans le contexte croissant d'une bio-économie fondée sur la connaissance, il est admis que la science peut constituer un fondement majeur d'une gestion forestière améliorée. En conséquence, notre ambition collective devrait être de développer une recherche plus forte et plus efficace. Le présent article suggère quelques voies pour y parvenir, en répondant à trois questions majeures :

- a.- quels sont les principaux défis pour les forêts méditerranéennes et quelles priorités de recherche en découlent ?
- b.- comment faire progresser la science forestière ?
- c.- comment être plus efficace par le partage des connaissances ?

## **Principaux défis pour les forêts méditerranéennes et les recherches associées**

On admet aujourd'hui que les forêts méditerranéennes représentent « l'infrastructure écologique » la plus importante de la région. Elles constituent des éléments clés de la résilience et de l'adaptabilité de territoires exposés à des facteurs évolutifs majeurs, à l'échelle planétaire et locale (facteurs qui sont liés au climat, à l'environnement, à la

**Fig. 1 :**

Une typologie de la recherche

A : la vision du passé : un continuum en cascade  
B : la vision actuelle : un réseau et des interactions

société et à l'économie), et agissant sur nombre d'aspects : biodiversité, sol et ressources en eau, sécurité alimentaire, énergie, etc. Les espaces boisés méditerranéens fournissent aussi une large palette de biens et services. Cependant, leur futur est contrarié par de nombreuses incertitudes dont les changements climatiques et d'utilisation des terres. Par exemple, les incertitudes liées au changement climatique concernent : i) les futurs scénarios socio-économiques ; ii) les scénarios climatiques, en particulier l'intensité et la fréquence des événements extrêmes ; iii) la réponse biologique des organismes vivant ; iv) l'impact de ces évolutions sur les interactions biotiques dans des écosystèmes complexes ; v) l'impact des mesures adaptatives elles-mêmes

Dans un tel contexte, il est essentiel que les chercheurs et les acteurs forestiers parviennent à dégager une vision partagée du futur des forêts méditerranéennes et des défis principaux à relever. Cette étape majeure a été accomplie avec la publication en 2009, d'un document résultant d'un consensus : le Plan Stratégique de Recherche pour la Forêt Méditerranéenne (acronyme anglais : MFRA). Ce travail a été catalysé par EFIMED et s'est inscrit dans le cadre de la Plateforme Européenne technologique pour le Secteur Forestier. D'une manière conjointe, quatre grands défis ont été identi-

fiés, puis déclinés en axes prioritaires de recherche :

1. Impact des changements climatiques et de l'utilisation des terres sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers méditerranéens ; évaluation et monitoring des principaux processus physiques et biologiques dont la biodiversité.

2. Intégration du risque de feux de forêt dans l'aménagement et la gestion du territoire et de l'utilisation des sols au niveau des paysages.

3. Aspects politiques, économiques et institutionnels pour la fourniture durable de biens et services.

4. Les forêts dans le contexte de la gestion intégrée des ressources des territoires : modèles et systèmes d'aide à la décision pour optimiser la solution de problèmes impliquant plusieurs types d'objectifs et d'acteurs.

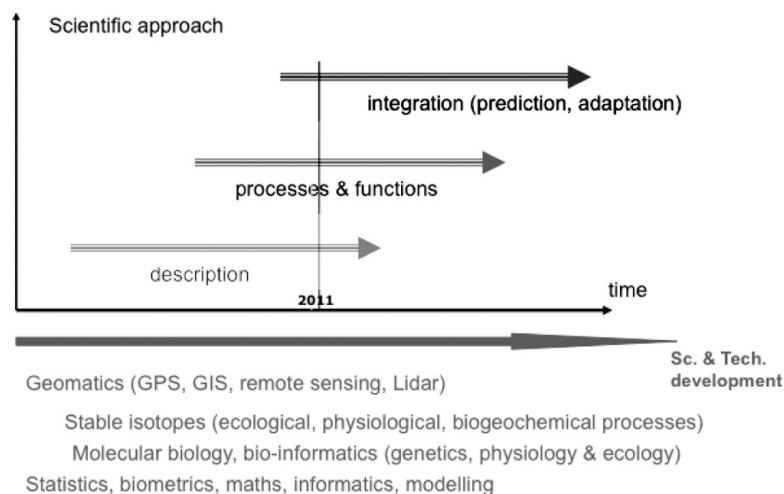
Durant l'élaboration du MFRA, les chercheurs et les acteurs forestiers ont partagé le sentiment que la science forestière devait à la fois servir des objectifs liés à l'innovation technologique et à la conception de politiques. On sait bien aujourd'hui que des percées scientifiques peuvent conduire à des innovations technologiques sous réserve d'une faisabilité économique et d'une acceptabilité sociale. La science nourrit aussi l'expertise collective qui est nécessaire pour ancrer des politiques à différents niveaux d'échelle : au niveau local, c'est par exemple le cas des feux ou de l'eau, au niveau planétaire, c'est par exemple le cas du carbone. A cet égard, EFIMED, avec les deux expertises scientifiques collectives réalisées sur le feu en 2009 et sur l'eau en 2011, a apporté une contribution très importante. Dans un environnement changeant et incertain, avec des effets d'interaction et de rétro-action complexes entre climat, écosystèmes, économie et société, l'élaboration de politiques devrait être fondée sur la connaissance scientifique et sur un dialogue science-politique-société actif et confiant. C'était en tout cas l'objectif de la session de la Conférence dans laquelle cet article a été présenté.

On voit traditionnellement la recherche comme une série continue de cascades s'écoulant depuis l'amont : recherche fondamentale, vers l'aval : recherche appliquée puis développement et, pour finir, les acteurs divers et utilisateurs (Cf. Fig. 1A). Cette description est aujourd'hui passablement obsolète. La vision actuelle (Cf. Fig. 1B) est plu-

tôt celle d'un système interactif au sein d'un réseau reliant les scientifiques et l'ensemble des parties prenantes, utilisateurs finals, décideurs et la société civile. On peut qualifier la recherche forestière dans sa grande majorité, de recherche sociétale ou finalisée. La communauté scientifique peut prendre en compte les demandes sociétales (parfois, elles sont contradictoires !), mais aussi ses propres questionnements. Les chercheurs ont ensuite la responsabilité de traduire ces questions en termes d'approche scientifique. Il se peut aussi que la question en jeu nécessite une approche faisant appel à des aspects scientifiques plus fondamentaux. Une fois acquise, la connaissance scientifique ne peut pas être simplement transférée comme n'importe quel produit. Sa dissémination nécessite des processus supplémentaires d'élaboration, de « digestion », d'assemblage, etc., et l'utilisation de canaux divers tels que l'enseignement, la formation continue, le développement, les ateliers, le soutien aux politiques, l'expertise scientifique collective, etc.

## Comment faire progresser la science forestière ?

Un regard porté sur les cinquante dernières années montre que le développement des sciences forestières s'est effectué selon un processus à trois niveaux, avec quelques chevauchements temporels (Cf. Fig. 2). Le premier niveau se caractérise par une approche descriptive et empirique visant à observer les phénomènes et à les quantifier par l'analyse de données, d'abord avec des méthodes graphiques puis à l'aide de méthodes statistiques de plus en plus avancées. Une telle approche est encore très largement utilisée aujourd'hui. Le second niveau a mis l'accent sur les fonctions et mécanismes au sein des arbres et des écosystèmes forestiers. Il s'agit d'une approche déterministe ou mécaniste débouchant sur la compréhension du fonctionnement de systèmes complexes. Le troisième niveau vise à organiser et intégrer les connaissances disponibles sous la forme de méthodes et d'outils permettant aux chercheurs de prédire la dynamique des écosystèmes forestiers en relation avec les facteurs pilotant leur évolution, et de les adapter à un contexte changeant. La nature des approches mises en œuvre à chacun de ces trois niveaux, dépend

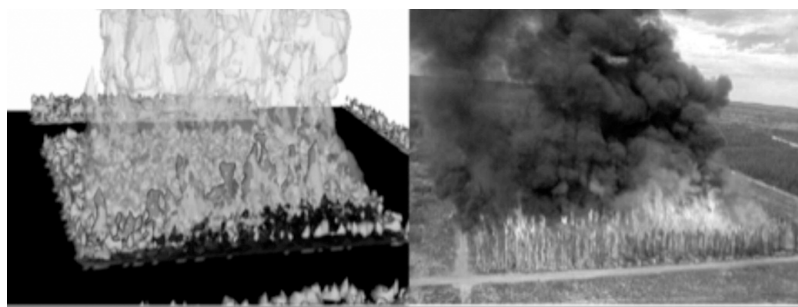


fortement de l'avancement scientifique et technologique, à la base des méthodes et outils pour : observer, mesurer, analyser, raisonner, etc.

L'approche descriptive ou empirique a été (et est toujours) très efficace dans de nombreux domaines et disciplines. On citera, entre autres, la typologie et la cartographie des stations, les tables de production et modèles de croissance empiriques, la variabilité géographique intra-spécifique et les études de provenance, le cycle biologique des bio-agresseurs, etc. Les acquis scientifiques correspondant ont été largement appliqués à la gestion forestière.

Cette approche cependant était fondée sur l'hypothèse implicite de l'invariance des conditions environnementales, si bien que, par exemple, la valeur de la hauteur dominante à un âge donné était constante pour une station donnée, ou les interactions génotype x environnement étaient stables. Depuis une vingtaine d'années, nous savons que la Nature n'est pas invariante. Nous avons des preuves scientifiques claires des changements de productivité des forêts, de la répartition des plantes, insectes ou micro-organismes. Les écosystèmes forestiers sont soumis à des forces évolutives, liées à des effets anthropiques (accroissement du dioxyde de carbone, température, sécheresse, dépôts azotés), qui conduisent à des changements dans leur composition, dynamique et caractéristiques. Ces résultats remettent en question les concepts de climax, de biodiversité (comprise comme un état) et la plupart des hypothèses sous-tendant les règles de gestion forestière. Nous devons admettre qu'il faut changer des paradigmes majeurs

**Fig. 2 :**  
Schéma conceptuel  
du développement  
des sciences forestières



**Fig. 3 :**  
Propagation du feu,  
réelle (à droite) et simulée  
en 3 D (à gauche)  
à l'échelle du paysage  
(Dupuy 2010)

de la foresterie, y compris les stratégies de conservation.

A cause des limites intrinsèques de l'approche descriptive, qui l'empêche d'être utilisée à des fins de prédiction, dans la mesure où elle reflète les conditions du passé, il est fondamental pour les chercheurs d'essayer « d'ouvrir les boîtes noires » en s'attaquant aux — et déchiffrant les — mécanismes et processus, qu'ils soient biophysiques, sociaux ou économiques. L'expression « comprendre pour gérer » devient un objectif en soi. Les gestionnaires forestiers doivent réaliser que cette évolution de la recherche vers des aspects plus fondamentaux est inéluctable, y compris en région méditerranéenne, comme le montre d'ailleurs une analyse rapide au cours des deux dernières décennies. Pour illustrer cette tendance, un exemple concernant les processus physiques de la propagation du feu est donné ci-après.

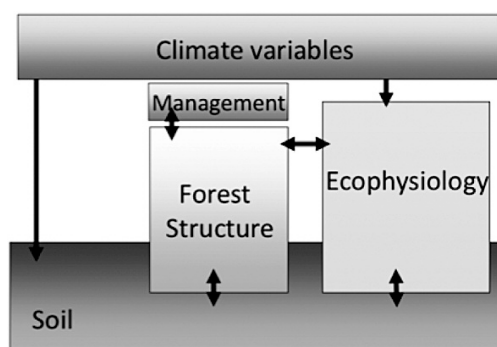
La compréhension de la propagation du feu en fonction des caractéristiques de la végétation, du climat et de la topographie est cruciale, quand il s'agit d'évaluer les risques d'incendie, de les prévenir ou d'organiser les opérations de lutte. Ces problèmes ont été traités dans un passé récent, grâce à des modèles empiriques de propagation du feu, principalement conçus en Amérique du Nord. Du fait des hypothèses simplificatrices

qui les sous-tendent, ces modèles sont peu efficaces lorsqu'on les utilise à des fins de prédiction. Au cours des quinze dernières années, les chercheurs ont pris en compte les processus fondamentaux que sont l'ignition, la combustion, la dégradation thermique, le transfert de chaleur, et leur couplage avec les variables atmosphériques. Ils ont pu développer des modèles mécanistes intégrant explicitement la combustion et les effets aérodynamiques résultant des interactions entre vent local, vents induits par le feu, la végétation et la topographie (DUPUY 2010). De tels modèles de simulation (Cf. Fig. 3) ouvrent la porte à de nombreuses applications dans le domaine de la gestion du feu.

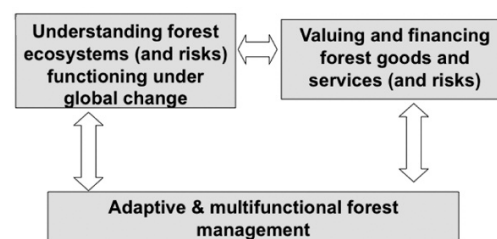
Les approches scientifiques s'intéressant aux processus peuvent être très pertinentes quand elles sont capables d'intégrer des processus multiples et complexes dans des modèles et des outils globaux de simulation. Le modèle GOTILWA + (GRACIA, 2010) en est un bon exemple (voir schéma simplifié en figure 4). Le modèle peut simuler des interactions complexes au sein d'écosystèmes et leur réponse à des déterminants liés à l'environnement et à la gestion. Dans un contexte de changements rapides, il est évident que le temps pour expérimenter est compté. Il est donc nécessaire d'utiliser toute la connaissance disponible de manière optimisée. Le défi est de faire bouger les murs : nous devons intégrer les connaissances issues des approches empiriques et mécanistes, les disciplines scientifiques et les échelles temporelles et spatiales dans une démarche orientée vers la prédiction et l'adaptation. A cet égard, les méthodes de la modélisation offrent des perspectives prometteuses.

Il est également évident que l'adaptation des forêts méditerranéennes aux changements globaux impliquera de développer la science de manière intégrée et fondée sur des projets de recherche trans-disciplinaires, combinant des approches éco-physiologiques et économiques ; comme indiqué dans le schéma de la figure 5.

**Fig. 4 :**  
Organigramme simplifié  
du modèle fonctionnel  
GOTILWA +  
(Gracia, 2010)



**Fig. 5**





## Comment être plus efficace dans le partage des connaissances : accroître les efforts de recherche et la coopération ?

Il est tout à fait crucial d'agir dès aujourd'hui et de prendre des mesures pour adapter nos écosystèmes forestiers aux conditions futures. On ne peut attendre passivement la mise à disposition de nouvelles connaissances scientifiques. Nous devons adopter la stratégie de la « gestion adaptative », qui permet de la souplesse et l'intégration des connaissances disponibles à un instant t. Il est important d'utiliser pleinement les connaissances disponibles et de mobiliser toutes les capacités de recherche existantes. On doit également entreprendre tous les efforts nécessaires, pour stimuler une meilleure communication entre chercheurs et praticiens. Des structures innovantes favorisant une culture croisée entre ces communautés devraient être mises en place, à l'exemple de ce qui est fait dans certains pays, telles que des réseaux et des unités mixtes regroupant des chercheurs et des gestionnaires autour d'une thématique commune.

Mais en même temps, faire progresser la science par la recherche demeure un objectif permanent, car c'est la source des applications de demain. Ceci exige un engagement constant en direction de l'excellence disciplinaire scientifique, là où elle peut raisonnablement être atteinte, en particulier par le renforcement des capacités de recherche. En outre, et comme indiqué précédemment, nous devons nous efforcer de construire une recherche trans-disciplinaire fondée sur des projets de recherche concrets, par exemple sur des approches de modélisation combinant des connaissances venant de la génétique, de l'écophysiologie, de la dynamique et de la sylviculture. En plus des efforts de recherche à consentir sur des thèmes prioritaires, c'est aussi la responsabilité des chercheurs d'investir dans le « monitoring » scientifique et la veille technologique, en particulier concernant les domaines adjacents et/ou émergents, tels que les systèmes complexes et/ou hors équilibre, les systèmes à effet de seuil, etc.

Avec le Plan Stratégique de Recherche pour la Forêt Méditerranéenne, nous avons une feuille de route qui nous montre la voie.

La mise en œuvre efficiente de ce plan implique un accroissement de la coopération scientifique à travers de nouvelles capacités de recherche et leur partage. Il s'agit notamment d'un financement et d'expérimentations scientifiques sur le long terme, de laboratoires et unités de recherche associés, de la mise en œuvre de l'ERA-Net FORESTERRA. Il est aussi souhaitable de rechercher un partenariat scientifique avec les autres régions méditerranéennes, Australie, Californie Chili, Afrique du Sud. Cet objectif peut être atteint par des moyens variés, dont la mise en œuvre de projets de recherche conjoints.

Dans le contexte actuel et à venir, marqué par un niveau élevé d'incertitudes et de risques liés aux facteurs technologiques, économiques et environnementaux, la connaissance scientifique est considérée comme la meilleure réponse à apporter, comme l'avait d'ailleurs souligné le biologiste français Jean Rostand (1894-1977) : « *L'obligation de subir nous donne le droit de savoir. Et le fait de savoir nous offre la possibilité du changement.* »

**Y.B.**

Yves BIROT  
EFIMED  
yves.birot@  
wanadoo.fr

## Éléments bibliographiques

- Birot Y. (ed.) 2009 Living with wildfires: what science can tell us. EFI Discussion paper n°15; pp. 82
- Birot Y., Gracia C. and Palahi M. (eds.) 2011 Water for forest and people in the Mediterranean region; a challenging balance - EFI Series "what science can tell us" n°1
- Dupuy J.L. 2010 Understanding the behaviour of wildfire on the scale of landscape: a 3-dimensional physical approach - *Forêt Méditerranéenne* – International issue 1<sup>st</sup> Mediterranean Forest Week - tome XXXI n°4 – p. 405
- Gracia C. 2010 La forêt méditerranéenne dans un monde changeant : un défi du futur [www.efimed.efi.int/files/attachments/efimed/agora/rabat\\_wshp/10.\\_gracia\\_projet\\_motive.pdf](http://www.efimed.efi.int/files/attachments/efimed/agora/rabat_wshp/10._gracia_projet_motive.pdf)
- Mediterranean Forest Research Agenda 2009 EFI-MED/FTP 32 pp.