

La forêt méditerranéenne, un écosystème sous contraintes

par Marion GUILLOU

Pour l'Institut national de la recherche agronomique, les forêts méditerranéennes sont passées d'un statut de milieu particulier à celui d'une sorte de modèle : là s'y expriment de manière plus visible qu'ailleurs, les effets des changements de société, des évolutions des climats et de la multifonctionnalité.

Les forêts méditerranéennes : quels enjeux pour la recherche agronomique ?

Premier organisme de recherche agronomique européen, l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) a pour mission de développer des recherches sur les systèmes de productions agricoles, au sens large, pour une agriculture compétitive et durable, une alimentation saine et de qualité, et un environnement préservé et valorisé. La forêt y est étudiée dans les différentes dimensions de sa contribution au développement durable : comme source de produits ligneux pour les filières industrielles et énergétiques, comme écosystème fournisseur de "services écologiques", comme contributrice aux activités économiques et au développement territorial. Depuis les années 1990, la vision écologique et environnementale de la forêt est devenue majeure. Les questions relatives à ses fonctions de préservation de la biodiversité, de la qualité de l'eau et des sols, à son rôle dans le bilan des gaz à effet de serre, à sa capacité à résister aux perturbations qu'elle subit, ont été l'objet d'investissements croissants. L'intérêt demeure toutefois pour les productions ligneuses, la gestion sylvicole et la qualité et l'utilisation des produits. En effet, la crise énergétique et la nécessité de substituer l'usage du carbone renouvelable à celui du carbone fossile ont donné une impulsion nouvelle aux travaux dans ces domaines pour répondre à l'accroissement du prélèvement de biomasse forestière, prévu par les engagements européens de notre pays. Le bois est un matériau qui peut être désormais « écocertifié ». Son utilisation est de plus en plus mise en avant dans le cadre du développement durable, notamment dans le secteur du bâtiment.

Ces questions de recherche concernent l'ensemble des forêts nationales auxquelles l'INRA s'intéresse, recouvrant des modèles tempérés, méditerranéens ou tropicaux, y compris la forêt guyanaise dont l'extension et la richesse en biodiversité justifient l'attention des scientifiques. Au-delà, elles constituent des enjeux mondiaux que l'INRA aborde à travers de grands projets européens et, avec le CIRAD¹, dans les pays du Sud, en Afrique et au Brésil notamment.

Dans cette problématique, les forêts méditerranéennes, et particulièrement les forêts méditerranéennes françaises, occupent une situation particulière. Le contexte pédoclimatique et l'usage des territoires, dans lesquels elles se développent, confèrent aux différentes fonctions qu'elles exercent des pondérations spécifiques. La multifonctionnalité y prend une importance toute particulière, la production de bois étant très secondaire. Le rôle protecteur des forêts pour les sols et la régulation du régime des eaux sont exacerbés dans une région au relief marqué et soumis à des événements pluvieux intenses. De même, du fait d'un climat plus chaud, de forts gradients altitudinaux et d'une histoire évolutive complexe, la diversité biologique y est remarquablement élevée par rapport aux régions plus septentrionales

de l'Europe, et implique des enjeux très forts de conservation. Dans une région à fort attrait touristique, dont il contribue à identifier le paysage, ce patrimoine forestier prend une valeur accrue.

Mais les conditions propres à nos régions méditerranéennes rendent les forêts fragiles. La menace de l'incendie est la plus visible, des événements catastrophiques l'illustrent régulièrement. Au-delà du facteur climatique, l'extension considérable de la forêt aux dépens des espaces ouverts dans les dernières décennies, celle de l'habitat dans les zones boisées, et la fréquentation touristique elle-même, posent des questions spécifiques sur la situation des écosystèmes forestiers méditerranéens et sur leur devenir. Sur le long terme, le changement climatique, et tout particulièrement l'accroissement attendu des sécheresses estivales, constituent également une menace forte pour la viabilité de certains écosystèmes forestiers. Les impacts des années de sécheresse récentes montrent qu'ils peuvent être lourdement affectés.

Ces forêts, précieuses et menacées, sont en outre, et notamment du fait d'une productivité limitée par le contexte pédoclimatique, en situation économique de faible compétitivité. Leur protection exige un entretien que les produits commercialisés ne rentabilisent pas. La question de l'évaluation économique des services écologiques rendus représente de ce fait un enjeu de grand intérêt. La contribution au stockage du carbone, dans la biomasse et dans le sol, figure parmi ces services et renforce la préoccupation pour une préservation à très long terme de la capacité d'accumulation du système forestier.

EVOLTREE

Démarré en 2006, le réseau d'excellence EVOLTREE (EVOLution of TREEs as drivers of terrestrial biodiversity) regroupe 25 laboratoires européens (universités et organismes de recherche). Il a pour objectif de réorganiser le dispositif de recherches en construisant une stratégie à long terme, en redistribuant les activités de manière plus efficace, et en mettant en place des infrastructures et équipements communs.

EVOLTREE a pour ambition d'associer quatre disciplines complémentaires (écologie, évolution, génomique, génétique) pour prédire les réponses des espèces aux changements climatiques. Il a pour objectifs majeurs la description de la diversité génétique et interspécifique dans les écosystèmes terrestres et l'analyse des processus écologiques et génétiques qui contribuent à la dynamique de cette diversité. L'accent est particulièrement mis sur les arbres et les espèces associées aux arbres (insectes phytophages et champignons mycorhiziens).

Les questions de recherches se déclinent en quatre points :

- identifier les gènes impliqués dans l'adaptation des arbres et certaines espèces associées (insectes phytophages et champignons mycorhiziens) ;
- évaluer le niveau et la distribution de la diversité nucléotidique de ces gènes au sein des populations naturelles ;
- évaluer l'impact des arbres sur la composition des communautés en étudiant les interactions entre arbres et les espèces associées ;
- estimer les taux d'évolution des arbres en réponse aux changements environnementaux passés, pour évaluer leur capacité d'adaptation aux changements futurs.

De la recherche à l'aide à la décision

La gestion des écosystèmes forestiers méditerranéens soulève des questions complexes que l'INRA aborde en s'appuyant sur :

- une palette de compétences disciplinaires (biologie, génétique, écologie, agronomie, sciences sociales, physique et modélisation...) ;
- un dispositif expérimental dédié permettant d'observer en conditions contrôlées ou naturelles, sur de longues durées, les peuplements végétaux ;
- des projets collaboratifs associant les partenaires académiques et les porteurs

d'enjeux socio-économiques. Quelques exemples de travaux en cours en soulignent des faits saillants.

Décrire et comprendre l'évolution de la biodiversité des écosystèmes forestiers, du gène au phénotype, de la population à la communauté, est un objectif prioritaire face aux modifications d'ordre anthropique (sylviculture, aménagement contre l'incendie) et en réponse aux évolutions climatiques (sécheresse, température). Des stratégies d'exploitation et de conservation des ressources génétiques forestières et de leur adaptation à long terme sont proposées, en s'appuyant sur la forte diversité biologique des écosystèmes forestiers méditerranéens². En amont, les démarches de recherche, impliquant la mobilisation de moyens lourds, s'inscrivent dans le cadre des réseaux (site atelier de Font Blanche dans le réseau ORE F-ORE-T) et programmes internationaux (EUFORGEN, *European Programme on Forest Genetic Resources*).

La compréhension des processus gouvernant la dynamique des forêts sous l'impact du changement climatique est engagée. Grâce à la prospective « Quelles forêts en France en 2100 ? », selon les estimations du modèle ARPÈGE, les chercheurs nous éclairent sur les changements profonds que pourraient subir nos paysages en un siècle, pointant une progression du chêne vert (*Quercus ilex* L.), espèce emblématique de la région méditerranéenne. Au-delà du simple glissement vers le nord, il reste néanmoins beaucoup d'incertitudes sur le comportement des écosystèmes forestiers sous la pression des changements globaux. La large gamme de conditions bioclimatiques, de l'étage thermoméditerranéen à l'étage sub-alpin, offre l'opportunité d'accéder à une meilleure maîtrise de ces évolutions. L'atelier forestier supraméditerranéen du Mont Ventoux est parmi les sept sites d'expérimentation du réseau européen EVOLTREE (Cf. encadré) dont l'ambition est de prédire les réponses des espèces et des communautés aux changements environnementaux. A l'occasion de la canicule de 2003, les études conduites en Languedoc-Roussillon ont notamment permis d'identifier les potentialités d'adaptation sous l'impact de scénarios sévères. Parmi les résultats publiés dans le cadre de l'expertise nationale « sécheresse et canicule en 2003 » confiée au GIP ECOFOR³, il ressort également que les espèces comme le cèdre du Liban et du cormier semblent mieux résister que les sapins méditerranéens. Au-delà, c'est l'en-

semble de l'écosystème, insectes - arbres hôtes, qui est concerné et qui est analysé dans les sapinières de l'arrière-pays méditerranéen.

Les incendies sont un risque majeur pour les forêts méditerranéennes. Des modèles physiques de plus en plus précis sont élaborés pour comprendre et prédire le comportement des feux de forêt. Ces modèles, couplés à des dispositifs expérimentaux dédiés, permettent d'évaluer l'efficacité d'interventions sur la végétation destinées à réduire le risque, comme le débroussaillement, l'élagage des arbres ou encore les éclaircies. La gestion des risques d'incendie des forêts méditerranéennes fait l'objet de travaux dans le cadre de laboratoire sans mur (EURIFIRELAB) ou encore de projets collaboratifs européens (FIREPARADOX, Cf. encadré). En parallèle, en réponse aux attentes locales, l'INRA et le CIRAD ont proposé une démarche de modélisation d'accompagnement appliquée à l'aménagement forestier en région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon. La démarche est basée sur la simulation multi-agents et les jeux de rôles, pour aborder la propriété commune, les processus de coordination entre acteurs, et les processus de décision collective.

2 - Recommandations de la Commission des ressources génétiques forestières « Préserver et utiliser la diversité des ressources génétiques forestières pour renforcer la capacité d'adaptation des forêts au changement climatique », avril 2008, ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

3 - GIP ECOFOR : Groupement d'intérêt public Ecosystèmes forestiers

FIREPARADOX

L'objectif du projet européen FIRE PARADOX est de disposer d'outils efficaces pour combattre les feux – en constante augmentation – de forêts méditerranéennes, améliorer les politiques de gestion de ces forêts et jeter les bases d'une nouvelle législation. Pour cela, le feu doit être compris dans tous ses aspects : des circonstances où il apparaît, son comportement, ses effets sur l'arbre, à ses impacts socio-économiques. L'originalité du projet repose sur l'acceptation du paradoxe du feu, agent destructeur, mais aussi pouvant avoir une action bénéfique en matière de prévention ou de lutte contre le feu.

Un résultat : « Les pins européens résistent bien au feu »

Parmi les pins qui peuplent les forêts méditerranéennes, très exposées aux incendies, le pin des Canaries, le pin maritime et le pin parasol, sont les mieux armés pour survivre au feu, en raison notamment de leur forte capacité de régénération. Ce résultat est issu d'un classement qui prend en compte les données morphologiques des arbres, les caractéristiques reproductive des espèces et les chances de survie après blessures. En collaboration avec un laboratoire américain, des simulations tri-dimensionnelles de feux à l'échelle de peuplement de pins ont permis d'étudier les effets de l'hétérogénéité de la répartition de la masse foliaire sur la propagation des feux. Ces travaux débouchent sur des outils d'aide à la décision pour une gestion plus rationnelle des forêts avant ou après incendie, ainsi que pour la maîtrise des brûlages dirigés.

Enfin, l'aménagement de la forêt pose la question de la conciliation d'attentes diverses : protection de la forêt, de sa biodiversité et accueil du public, développement du tourisme et des loisirs. Expérimenté en Corse, les enquêtes en économie de l'environnement s'appuyant sur la modélisation du comportement apportent des pistes de réflexion pour définir des stratégies durables en zone de montagne méditerranéenne.

Demain, une recherche ouverte sur un large partenariat

Face au défi global du changement climatique, la forêt, aux côtés de l'agriculture et de l'usage des sols, a un fort potentiel de mitigation par son rôle majeur dans la réduction des gaz à effet de serre à l'échelle planétaire. Mais la forêt méditerranéenne représente, principalement, un enjeu fort en matière d'adaptation au changement climatique, nécessitant d'avoir des visions couplées à la fois territoriale et écologique, du devenir des populations aux services écosystémiques. La situation de la région méditerranéenne la place parmi les zones identifiées comme priori-

ritaires au regard des contraintes hydriques et thermiques.

Dans ce contexte, plusieurs initiatives nationales pour améliorer notre capacité de recherche dans ce domaine ont été lancées. Ainsi, mutualisant leurs efforts sur la gestion des écosystèmes naturels et cultivés, cinq unités de recherche de l'INRA se sont regroupées aujourd'hui au sein du pôle « Adaptation au changement climatique » sur le centre de recherche d'Avignon (Cf. encadré). Elles participent activement à l'atelier de réflexion prospective ADAGE (ADaptation au changement climatique de l'AGriculture et des Écosystèmes anthropisés). Coordonné par l'INRA et bénéficiant d'un soutien financier de l'ANR, cet atelier rassemble près de 43 partenaires et a pour ambition d'identifier les verrous à lever en matière de connaissance, de prédition et d'adaptation au changement climatique des systèmes agricoles et forestiers. La forêt méditerranéenne y offre un modèle de systèmes sous contraintes particulièrement pertinent au regard des dimensions environnementales et territoriales.

A l'échelle européenne, une meilleure coordination des efforts au profit des programmes de recherche pour la Méditerranée se fait jour. En charge du pilotage de l'Eranet ARMIN et dédié à la recherche agronomique en Méditerranée, l'INRA sera en 2010 le partenaire français d'un programme AGORA (*Advancing Mediterranean Forest Research Capacities*) pour une gestion durable des forêts face à l'évolution rapide du climat et du mode d'exploitation des terres. Le lien recherche-formation-développement devrait être favorisé grâce à l'implication du consortium nouvellement créé pour l'agriculture, l'alimentation, la santé animale et l'environnement (associant le CIRAD et l'INRA, et quatre établissements d'enseignement supérieur agronomique et vétérinaire) dans la préparation d'un atelier de réflexion prospective sur la Méditerranée.

Enfin, de manière complémentaire, l'association Forêt Méditerranéenne, au sein de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, ou encore le forum international Silva Mediterranea offrent des lieux indispensables aux échanges entre les acteurs académiques et socio-économiques.

M.G.

Marion GUILLOU
Présidente directrice
générale de l'INRA
147, rue de
l'Université
75338 Paris cedex 07

Pôle ACG « Adaptation au changement global »

Le but du pôle ACG est de mettre en place un projet de recherche sur l'adaptation au changement des écosystèmes cultivés et naturels, en développant une approche systémique à l'échelle d'un territoire. La zone cible est la Méditerranée. Le pôle ACG a un triple objectif : (i) caractériser les scénarios de changement et leurs probabilités de réalisation, (ii) évaluer l'impact des pressions (climatiques, usages et réglementaires) susceptibles d'affecter les mutations forestières, (iii) évaluer l'efficacité des mesures d'adaptation. La modélisation des dynamiques biologiques, en lien avec l'évolution des ressources en eau, occupe une place centrale dans ces recherches.

Les échelles de temps privilégiées vont de quelques décennies pour les agrosystèmes, au siècle pour les forêts. Au niveau spatial, l'objectif est de pouvoir raisonner à l'échelle d'une petite région.

Situé à Avignon, ce pôle regroupe 160 personnes relevant majoritairement de l'INRA, mais aussi de l'Université d'Avignon et des pays de Vaucluse.

Les unités appartenant au pôle ACG sont impliquées dans plusieurs structures fédératives comme le RTRA (Agronomie et Développement Durable) à Montpellier et la fédération de Recherche ECCOREV (Écosystèmes Continentaux et Risques Environnementaux). La fédération ECCOREV permet de structurer les sites d'observation et d'apporter des collaborations scientifiques en écologie, sur les cycles biogéochimiques et dans le domaine des sciences sociales et humaines.