



**HAL**  
open science

## Dynamique des forêts mélangées sur le Mont-Ventoux : effets de l'altitude et de la gestion

Philippe Dreyfus, Jean Ladier

► **To cite this version:**

Philippe Dreyfus, Jean Ladier. Dynamique des forêts mélangées sur le Mont-Ventoux : effets de l'altitude et de la gestion. Rendez-vous Techniques de l'ONF, 2010, 27-28, pp.36-42. hal-02656196

**HAL Id: hal-02656196**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02656196>**

Submitted on 29 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Dynamique des forêts mélangées sur le Mont-Ventoux : effets de l'altitude et de la gestion

*Révolution permanente sur les flancs du Géant de Provence : les essences forestières se déplacent, glissent les unes sous les autres, formant divers mélanges instables, déterminés à la fois par les facteurs stationnels et par la compétition. Deux arbitres dans cette mêlée : le Sylviculteur, qui tire parti autant que possible de ces dynamiques naturelles, en essayant de les orienter, et le Climat, avec une tendance au réchauffement dont les conséquences forestières transparaissent sur le gradient d'altitude des deux versants du Ventoux*

### Des dynamiques en partie contradictoires...

Comme un peu partout dans l'arrière-pays méditerranéen français, l'une des évolutions forestières les plus marquantes sur le Mont-Ventoux est la dynamique de maturation au sein du complexe pineraies-hêtraie-sapinière à l'étage montagnard, entre 1000 et 1600 m environ (Courdier *et al.* 2005, Dreyfus, 2007) : depuis des décennies, on constate l'apparition ou la réapparition du hêtre et du sapin pectiné sous les peuplements de pins issus essentiellement des boisements de Restauration des Terrains en Montagne. Colonisateur efficace (Dreyfus *et al.* 2005), le hêtre joue dans ce contexte un rôle majeur qui tend à lui donner une place de plus en plus importante en région méditerranéenne (Ladier *et al.* 2007) dans les limites permises par les évolutions climatiques en cours. Cette dynamique progressive marque la réussite de la restauration écologique engagée par la campagne RTM. Cependant, elle complique la tâche du gestionnaire forestier qui souhaite pérenniser les pineraies noires bienvenues et craint de ne pouvoir les régénérer. Sur le versant nord du Ventoux, le sapin pectiné occupe une place



H. Davi, INRA

Hêtre colonisant une futaie de pin noir

assez similaire à celle du hêtre, avec lequel il cohabite souvent. Il est très affecté par les sécheresses ou canicules sévères de cette décennie ; son expansion ne semble pas remise en cause à court terme dans les parties hautes, mais la dynamique de régression qui apparaît à basse altitude dans son aire locale peut contrecarrer et même inverser sa dynamique expansive sous pineraies.

Ces dernières années, les recherches de l'INRA URFM (Avignon) se sont focalisées sur les conséquences du changement climatique. En particulier, la dynamique d'expansion du hêtre et du sapin est étudiée, avec l'ONF, depuis une dizaine d'années (Dreyfus *et al.* 2004, Courdier *et al.* 2005, Pichot *et al.* 2006), depuis la description et la compréhension du phénomène jusqu'à sa modélisa-

tion et sa simulation à des fins prédictives. Le projet « Bases d'une gestion durable des forêts mélangées » (BGDFM) soutenu de 2005 à 2008 par le programme « Écologie pour la gestion des écosystèmes et de leurs ressources » (ECOGER, financé par l'INRA) a fourni récemment des connaissances complémentaires sur l'influence des facteurs écologiques et sur le rôle joué par les interventions humaines. Nous présentons ici une analyse de la situation étudiée sur le Mont-Ventoux, et certains résultats susceptibles d'aider les décideurs en matière de gestion sylvicole.

### L'étagement altitudinal des essences et le choix des essences objectif

Il est difficile de distinguer l'influence du climat de celle de l'Homme, qui a toujours tenu compte de la tendance naturelle des essences à se répartir par étages de végétation sur les versants montagneux. Plus généralement, la gestion forestière s'appuie sur les connaissances de l'adaptation des essences aux conditions stationnelles, issues de l'expérience de terrain ou acquises par la recherche.

Le contexte écologique du Mont-Ventoux et des autres montagnes de l'arrière-pays méditerranéen montre à la fois des influences méditerranéennes et des caractéristiques topographiques et climatiques montagnardes. L'opposition adret-ubac et la gamme d'altitude induisent des situations climatiques variées (figure 1) en terme de températures comme de précipitations, conditions auxquelles les essences sont plus ou moins adaptées et dont elles s'accommodent différemment selon les compensations édaphiques.

À l'époque des reboisements RTM, le choix des essences plantées a été fait en fonction de leur « tempérament », tel qu'il était révélé

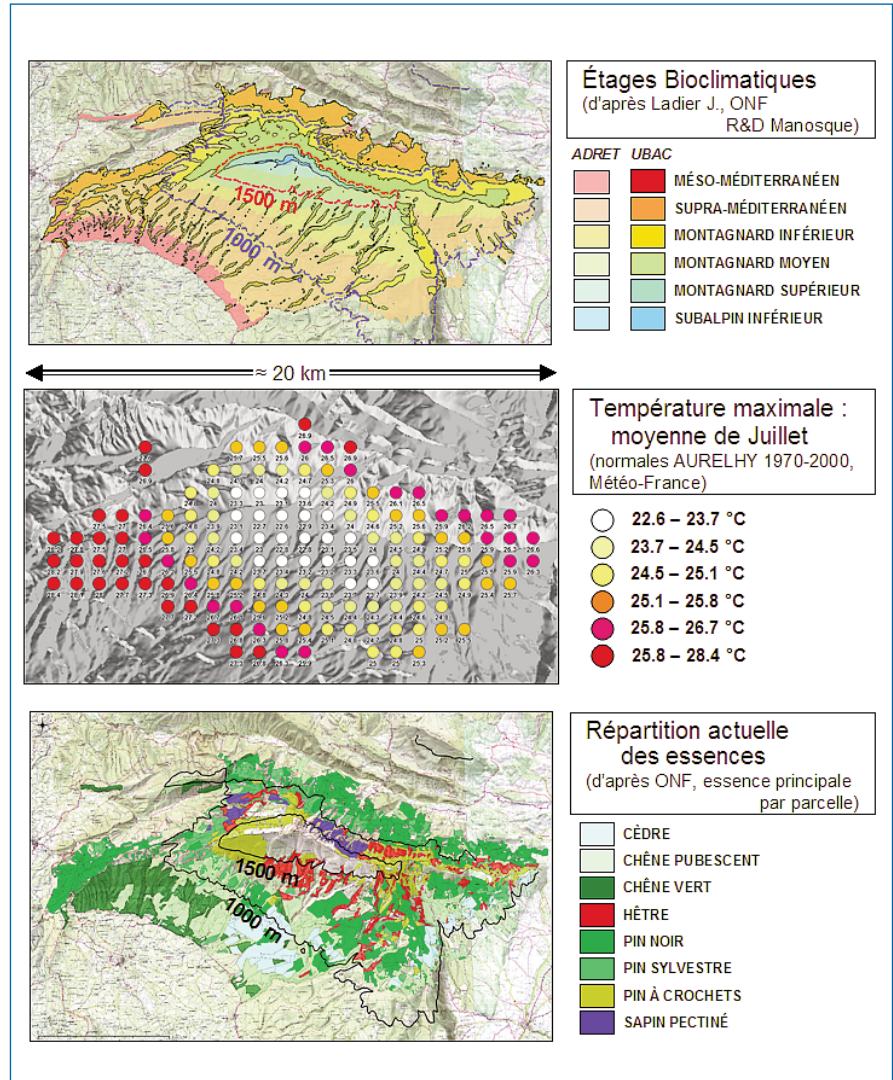


Fig. 1 : répartition altitudinale des conditions climatiques et des essences principales sur le Mont Ventoux

La gamme d'étages bioclimatiques représentés sur ce site est très large, depuis les étages méditerranéens jusqu'au subalpin ; on note le décalage entre les deux versants : l'étage supraméditerranéen, par exemple, n'atteint pas 1000 m en versant nord alors qu'il monte jusqu'à 1200 m côté sud. Altitude et exposition induisent d'importantes différences climatiques (illustrées ici pour la température estivale). Sauf intervention humaine, la répartition des essences suit ces gradients ; ainsi, en versant nord, le sapin n'a subsisté que dans quelques îlots, à l'origine de sa reconquête actuelle dans les pineraies, avec le hêtre ; en versant sud, les boisements de cèdre de la fin du 19<sup>e</sup> siècle sont source de dissémination de l'espèce dans les taillis de chêne pubescent.

par leur répartition dans le contexte local ou leur région d'origine. Ainsi, le pin noir, introduit depuis le sud de l'Autriche, a été utilisé d'après sa répartition dans cette région située à l'extrémité nord de son aire naturelle. Depuis lors, dans chaque plan de gestion, le choix des essences objectif se fait notamment en tenant compte de l'adaptation des essences aux tranches altitudinales et se traduit au quotidien lors du marquage des

coupes. Dans le contexte du changement climatique actuel, la gestion continue de régler son action sur cette base. Par exemple, dans la principale forêt communale en versant nord du massif, celle de Beaumont-du-Ventoux, où un objectif de production forestière est maintenu, il a été décidé de ne plus retenir le sapin comme essence objectif en dessous de 1300 m au vu des dépérissements observés.

## La régénération naturelle : processus clé de l'évolution des peuplements

Dans le contexte de forte dynamique de colonisation que nous avons décrit en introduction, l'évolution des peuplements est d'abord conditionnée par la régénération naturelle.

Globalement, la répartition de la régénération des principales essences sur le Ventoux à l'étage montagnard (voir Courdier *et al.* 2005) est conforme à celle observée pour les peuplements adultes. Bien qu'elle confirme à la fois nos connaissances autécologiques et les choix des reboiseurs et des aménagistes, cette évidence masque des processus complexes.

D'une part, les effets du gel, du fort pouvoir évaporant de l'air ou du dessèchement des couches superficielles du sol dans les situations trop exposées sont atténués quand un couvert protège d'un ensoleillement direct et tamponne les variations de température. Le climat sous couvert est ainsi moins contraignant qu'au niveau de la canopée, ce qui favorise l'installation et la croissance de semis sur un site alors même que les arbres adultes de la même espèce n'y ont pas leur place. Le dynamisme d'une essence dans une régénération sous couvert n'est donc pas une assurance quant à son aptitude à constituer un futur peuplement adulte. Ceci est particulièrement vrai pour les essences « d'ombre » telles que le hêtre et le sapin pectiné.

D'autre part, cette répartition de la régénération est fonction de la capacité de chaque espèce à produire et disperser des graines. Dans un contexte de colonisation, tel que celui du Ventoux, l'agencement spatial des peuplements semenciers et le processus de dispersion à relativement longue distance jouent un rôle déterminant (Dreyfus *et al.* 2004, Sagnard *et al.* 2007, Amm 2006). Si l'abondance des

tout jeunes semis a naturellement tendance à être plus forte sous ou à proximité de ces semenciers, leur survie à court terme - leur recrutement - dépend des conditions plus ou moins favorables offertes par le sol et la végétation, ainsi que de phénomènes de mortalité juvénile souvent méconnus (purge de consanguinité, Pichot *et al.* 2006) également dépendants de la position des semenciers et de leur degré d'apparement. Enfin, comme nous allons le voir, la croissance dépend fortement du couvert du peuplement qui les accueille.

### Gérer les évolutions par la maîtrise de la lumière : illustration par la simulation...

En plus des facteurs liés à l'altitude et au sol, la dynamique de chaque essence dépend de la structure et de la composition des peuplements. Ainsi, l'expansion du hêtre et du sapin est rendue possible par les boisements de pins qui leur offrent, outre un sol reconstitué après la dégradation extrême du 19<sup>e</sup> siècle, un couvert protecteur contre l'ensoleillement direct et suffisamment clair pour qu'ils s'y développent. L'influence de la structure et de la composition du couvert sur l'éclairement (Porté *et al.* 2004, pour la dynamique forestière illustrée ici) et l'effet de l'éclairement sur la croissance et le développement des régénérations sont bien connus (voir notamment le numéro spécial « La lumière et la forêt » du Bulletin Technique de l'ONF, n° 34, de 1997).

La gestion sylvicole des peuplements mélangés consiste ainsi en bonne part à régler le degré d'éclairement sous couvert pour favoriser plus ou moins telle ou telle essence, notamment au stade de la régénération, afin de « doser » son importance dans le peuplement futur. Les conséquences de la gestion du couvert sur la croissance

sont bien connues, notamment pour le hêtre (Vinkler *et al.* 2007, Collet *et al.* même volume). Sur le Ventoux, divers dispositifs d'observation ou d'expérimentation livrent leurs enseignements (notamment dans le cadre du projet ECOGER BGDFM) sur plusieurs aspects :

- l'influence du couvert, de sa composition et de sa structure, sur l'éclairement reçu par la régénération ;
- la croissance, la mortalité, la démographie des régénérations de pins, hêtre et sapin en fonction de la densité sous couvert et de la fermeture du couvert ;
- la réaction des régénérations de pin noir et hêtre à diverses modalités de coupes de régénération : croissance des semis en place, apparition de nouveaux semis.

L'influence du couvert est également illustrée par des modèles, dont certains peuvent être utiles au gestionnaire (Goreaud *et al.* 2005, Dreyfus, 2008, Meredieu *et al.* 2009). Les simulations présentées ici montrent l'effet de la sylviculture sur l'évolution des proportions de pins et de hêtre. Elles s'appuient sur un modèle de dynamique forestière lui-même fondé sur des connaissances écologiques (autécologie, compétition interindividuelle y compris en mélange) et des analyses statistiques approfondies. Les données utilisées sont issues en bonne part du site atelier constitué par les dispositifs INRA du Ventoux ; beaucoup d'autres proviennent de l'Inventaire Forestier National sur l'ensemble de l'arrière-pays méditerranéen, des deux côtés du Rhône, et d'études des potentialités stationnelles menées par l'URFM et l'ONF Méditerranée sur l'arrière-pays provençal.

### Simulation à l'échelle de la parcelle

La figure 2 montre, à l'échelle d'une petite parcelle (environ 1 ha), l'évolution d'une régénération naturelle mélangée de pin noir et de hêtre, selon le type de

coupe pratiquée dans le peuplement principal de pin noir. Dans ce cas précis, l'installation précoce du hêtre impose, si le pin noir doit rester l'essence objectif à la génération suivante, une ouverture anticipée, bien avant le terme d'exploitabilité fixé. Une coupe par trouées provoque un fort éclaircissement local sur les semis en place et permet au pin noir de prendre le dessus sur le hêtre en terme d'abondance. Par contre, une coupe uniforme induit un éclaircissement plus modéré et diffus, moins favorable aux semis de pin ; la régénération préexistante de hêtre, même en effectif réduit, prospère et prendra une part importante dans le futur peuplement. À noter qu'un vaste dispositif (6 ha) installé par l'ONF en versant sud du Ventoux, suivi conjointement avec l'INRA (appui du projet ECOGER BGDFM), permettra de comparer expérimentalement des modalités de coupe assez proches de celles simulées ici.

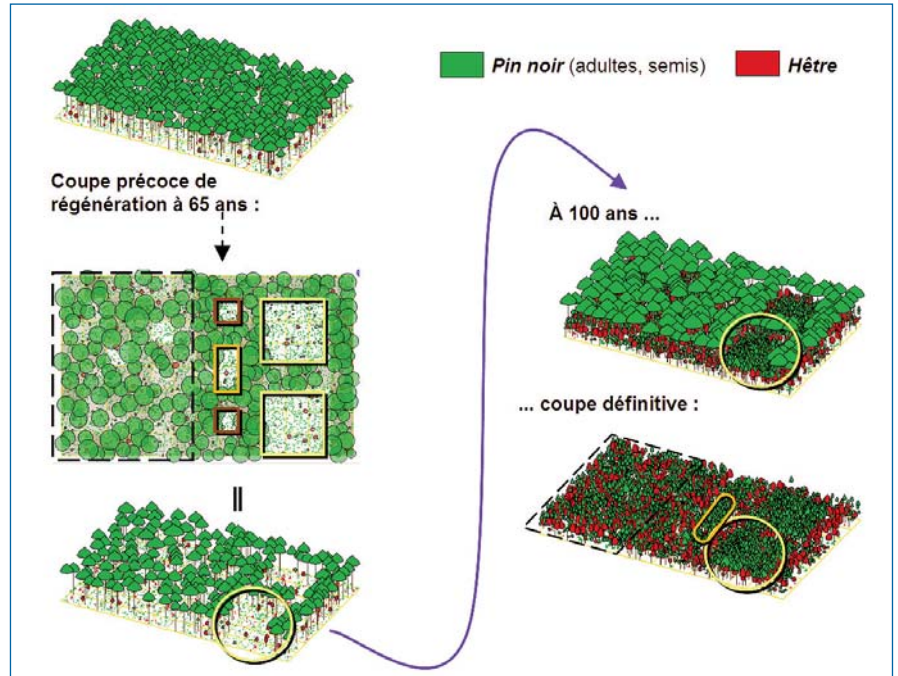


Fig. 2 : simulation de diverses modalités de coupe sur la régénération d'un peuplement de pin noir en cours de colonisation par le hêtre

Sous un peuplement de pin noir de 65 ans, s'est installée précocément une régénération où le hêtre, provenant de semenciers extérieurs et plus tolérant à l'ombrage, est déjà plus grand que les semis de pin. Une coupe de régénération anticipée et réalisée par trouées (ici, de 9 ares pour les plus grandes) permet d'obtenir après la coupe définitive à 100 ans un jeune peuplement à forte dominante de pin. Par contre, si la coupe est uniforme (polygone noir, en tireté), le hêtre fait jeu égal avec le pin noir.

### Simulation à l'échelle de la forêt

La figure 3 page suivante illustre l'effet de stratégies sylvicoles lorsqu'elles sont appliquées à l'échelle d'une forêt, en l'occurrence la forêt domaniale du Ventouret, sur le versant sud du Ventoux. À partir de la carte ONF des types de peuplements, complétée par des statistiques sur la densité du hêtre et des pins (noir, sylvestre et à crochets), on a simulé l'évolution de la composition des peuplements sur 60 ans (sans changement climatique). Les deux modes de gestion testés diffèrent uniquement par le type de coupe d'ensemencement : pour la gestion G1, enlèvement uniforme d'un tiers des arbres adultes ; pour la gestion G1\_T, suppression supplémentaire de tous les adultes par trouées de 3 ares couvrant un tiers de la surface de la parcelle. La coupe définitive est simulée dix ans plus tard dans les deux cas, sans coupe secondaire. La part prise par les différentes espèces



Sapin colonisant une futaie de pin sylvestre

N. Mariotte, INRA

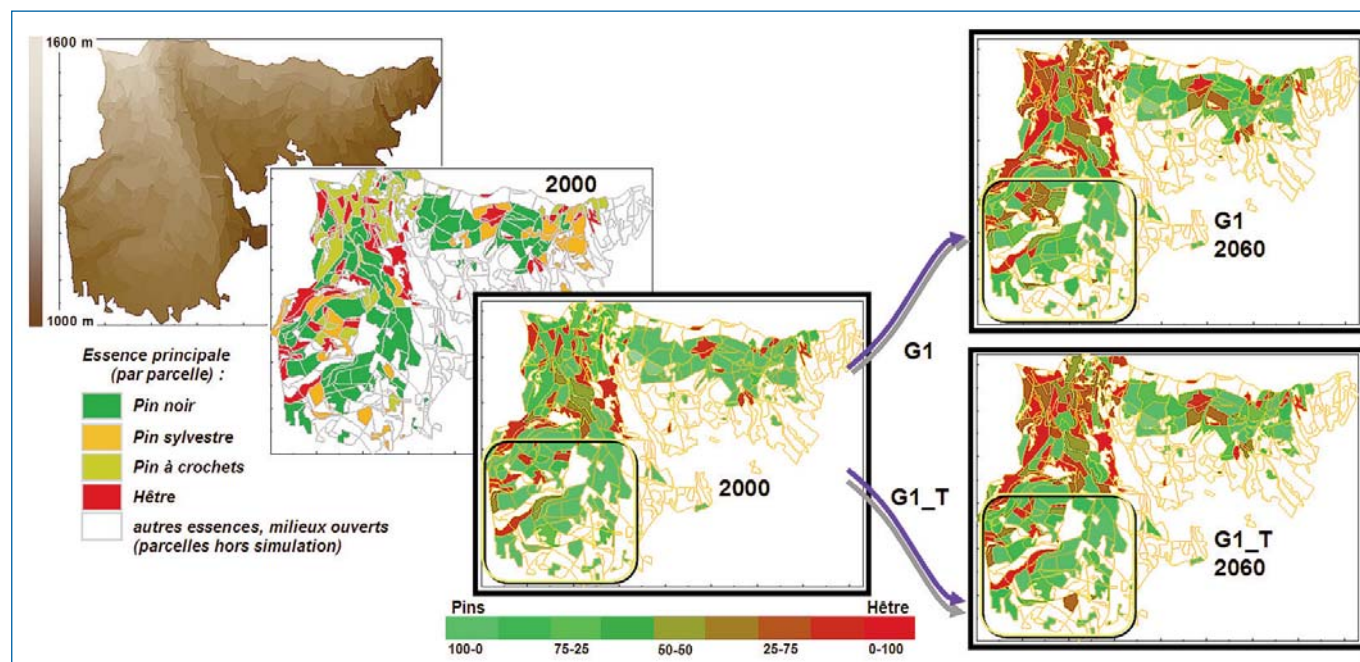


Fig. 3 : simulation de la progression du hêtre dans les peuplements de pins à l'échelle de la forêt (FD du Ventouret, 2650 ha), pour deux gestions qui ne diffèrent que par la coupe d'ensemencement : uniforme ou avec trouées supplémentaires

Gestion G1 : coupe uniforme d'un tiers des arbres adultes. Gestion G1\_T : suppression supplémentaire de tous les adultes par trouées de 3 ares couvrant un tiers de la surface de la parcelle. L'évolution de la proportion des pins (les 3 espèces regroupées, toutes en vert) et du hêtre (en rouge), en nombre de tiges dans la partie supérieure du peuplement (hauteur supérieure à la moitié de la hauteur dominante) est indiquée par la couleur des parcelles : noter la différence d'évolution au sud-ouest (partie encadrée en jaune), où le hêtre était initialement peu présent.

est estimée par leurs proportions en nombre de tiges dans la partie supérieure du peuplement, correspondant à une hauteur totale supérieure à la moitié de la hauteur dominante.

Premier constat : quel que soit le mode de gestion, la progression du hêtre est très forte au nord-ouest où il était fortement représenté et où l'essence de reboisement installée, le pin à crochets, a globalement une régénération peu dynamique, notamment par comparaison avec celle du pin noir (Courdier *et al.* 2005). Second constat : au sud-ouest, la progression du hêtre apparaît plus faible pour G1\_T que pour G1. Le coup de pouce donné au pin entre les deux coupes de régénération, sur une période pourtant courte, facilite donc son maintien. On peut

imaginer qu'une sylviculture produisant des ouvertures plus précoces, comme simulé précédemment au niveau parcelle (figure 2), si on accepte le sacrifice d'exploitabilité qu'elles induisent, puisse favoriser encore davantage ce maintien.

**Dans un contexte climatique en forte évolution, mieux comprendre l'effet des facteurs et processus liés à l'altitude...**

Nous venons de voir que les variantes de la dynamique de forêts mélangées telles que celles du Ventoux sont déterminées par les conditions stationnelles actuelles, et qu'elles peuvent être en partie orientées par l'action sylvicole. Mais il est clair - ne serait-ce qu'au vu des dépérissements actuels de

sapin et de pin sylvestre sur le Mont-Ventoux - que ces dynamiques en cours sont d'ores et déjà influencées par l'évolution climatique<sup>1</sup>.

Le réchauffement climatique pourrait dans un premier temps favoriser le maintien du pin noir en plaçant l'ensemble des peuplements de pins de la tranche 1000-1200 m dans des conditions plus méditerranéennes qui ne conviennent pas au hêtre. Cependant, ce réchauffement peut aussi placer le pin noir dans une situation difficile, même libéré de la concurrence du hêtre, si de fortes sécheresses empêchant les semis de l'année de passer l'été venaient à compromettre sa régénération. Rappelons que le pin noir d'Autriche trouve sa place dans les étages supraméditerranéen et montagnard infé-

<sup>1</sup> Cette dernière est confirmée par l'examen des données des trente dernières années pour plusieurs postes météorologiques de l'arrière-pays provençal.

rieur. On constate que sa régénération naturelle est plus facile en ubac qu'en adret et dans le supra-méditerranéen que dans le montagnard. Mais, comme la plupart des essences, il est particulièrement sensible aux conditions climatiques la première année.

Dans ce contexte, les recherches menées par l'INRA URFM, notamment au cours du projet ECOGER BGDGM, visent à la fois à identifier et cartographier les facteurs de risque, à comprendre les mécanismes de dépérissement et d'adaptation, et à estimer ce que pourrait être la résultante des dynamiques plus ou moins contradictoires (extension vers l'aval d'essences montagnardes dans un contexte de réchauffement climatique) qui se conjuguent, en fonction des conditions stationnelles, de la composition, de la structure et de l'agencement spatial des peuplements. Ces recherches s'appuient en grande partie sur l'outil que constitue le gradient climatique des versants du Mont-Ventoux (ainsi que sur des dispositifs plus légers dans les vallées de l'Issole (04) et de la Vésubie (06)) : un tel gradient altitudinal est en effet considéré comme la meilleure analogie avec une tendance climatique temporelle d'évolution des températures. Selon cette hypothèse, il permet de représenter à la fois ce que seront les conséquences des changements climatiques et les effets des interactions entre espèces, communautés, populations situées dans diverses tranches d'altitude sur le même site.

### En conclusion...

Les dynamiques en cours sur le Ventoux (et plus largement) sont sous-tendues par des courants de colonisation et des régulations climatiques qui évoluent. Les deux phénomènes ont des effets plutôt convergents aux altitudes élevées,

#### Apports du projet et des modèles développés par l'INRA pour l'élaboration du Guide des Sylvicultures de Montagne pour les Alpes du Sud

Le Guide des Sylvicultures de Montagne pour les Alpes du Sud est un des guides biogéographiques en cours de rédaction à l'ONF. Il traite des forêts de pin noir d'Autriche, pin sylvestre, pin à crochets, mélèze, sapin pectiné, hêtre et chêne pubescent. Nous ne disposons de références solides que pour la sylviculture de la plupart de ces essences en peuplement pur et régulier. Or, la maturation des écosystèmes forestiers est un phénomène général qui se manifeste sous forme de multiples « mélanges » qui sont presque autant de substitutions en cours, à un stade plus ou moins avancé : installation du chêne pubescent dans le pin noir ou le pin sylvestre, retour du hêtre sous ces pins ou dans le chêne, installation du sapin pectiné sous pin sylvestre ou mélèze... Le GSM Alpes du Sud ne peut faire l'impasse sur la gestion de ces peuplements complexes.

Le véritable laboratoire forestier qu'est le Mont-Ventoux nous fournit, grâce notamment au projet ECOGER BGDGM, des éléments précieux pour combler cette lacune, au moins pour les peuplements associant le hêtre ou le sapin et des pins, dans les Préalpes du Sud. Les modèles développés par l'INRA permettront de tester et de conseiller des itinéraires sylvicoles appropriés. Il est également envisagé de réaliser des simulations à la demande sur des cas précis (une forêt, un versant) pour mieux adapter la gestion à une configuration réelle de peuplements et de conditions stationnelles.

où la limitation par le froid devrait s'atténuer, mais ils sont antagonistes vers les altitudes basses, où certains peuplements semenciers de hêtre et de sapin pectiné sont menacés de disparition. Quel en sera le bilan ? Il est difficile de le prévoir puisqu'il dépend indirectement de l'évolution socio-économique globale et du climat qui en découlera.

La gestion sylvicole actuelle s'inscrit dans cette vision à moyen et long termes, intègre les évolutions climatiques en cours, et en tient compte pour le choix des essences objectif. À court terme, elle vise à orienter l'évolution de chaque peuplement, notamment par le contrôle de sa régénération et de sa composition, en fonction non seulement des contraintes stationnelles actuelles et futures, mais aussi des possibilités techniques et économiques. Par exemple, lutter à tout prix contre la co-

lonisation des peuplements de pins par la régénération de hêtre est souvent illusoire, même quand les conditions stationnelles limitent la capacité de ce dernier à constituer un peuplement adulte. Il est sans doute plus économique de favoriser le maintien partiel du pin en provoquant des apports importants de lumière via certains types de coupes. Cela revient à engager une sylviculture qui favorise un équilibre acceptable en jouant sur la densité et la structure horizontale et verticale du peuplement.

Au plan scientifique, l'INRA-URFM développe des travaux répondant au besoin qu'ont les forestiers pour orienter leurs choix quotidiens et élaborer une gestion anticipative. Le modèle utilisé pour les simulations présentées ici, amélioré dans le cadre du projet ECOGER BGDGM, permet de tester des itinéraires sylvicoles. Il devrait

venir appuyer l'élaboration du guide des Sylvicultures de Montagne pour les Alpes du Sud (voir encadré). De tels modèles éco-dendrométriques et démographiques seront bientôt couplés avec des cartes des caractéristiques stationnelles (à l'échelle d'une forêt, d'un petit massif) y compris pour le climat et ses évolutions prévisibles, et avec des cartes de risque (de dépérissement, notamment). Ces cartes sont en cours d'élaboration par l'INRA à Avignon et l'ONF (R & D Méditerranée) et le couplage avec les modèles est amorcé (voir un exemple de simulation « prospective » dans Meredieu *et al.* 2009).

### Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des personnels de l'INRA et de l'Office National des Forêts qui ont contribué à recueillir et analyser les informations nécessaires, en particulier les équipes techniques qui ont installé et suivi les dispositifs, ainsi que toutes les autres personnes (stagiaires, partenaires d'autres équipes, personnel temporaire) qui ont contribué à ces études. Ces travaux ont bénéficié depuis une dizaine d'années de divers soutiens financiers, notamment du GIP ECOFOR et du MEDD (programme « Biodiversité et Gestion Forestière »), du Bureau des Ressources Génétiques, et de l'INRA (programme ECOGER), ainsi que d'importantes contributions de l'IFN à Montpellier (données écologiques et dendrométriques, appui dans les analyses stationnelles).

#### Philippe DREYFUS

Unité de recherches « Écologie des Forêts Méditerranéennes »  
(URFM) INRA Avignon

#### Jean LADIER

Chargé de développement technique  
ONF, DT Méditerranée

### Bibliographie

AMM A. 2006. Étude de la dynamique du sapin pectiné (*Abies alba* Mill.), en situation méditerranéenne : Modélisation de la dispersion efficace sur le Mont Ventoux. Master 2 Biodiversité et Écologie Continentale, Aix-Marseille III et INRA URFM Avignon, 39 p. + annexes.

COURDIER J.M., DREYFUS Ph., 2005. Retour du hêtre et du sapin dans les pineraies pionnières de l'arrière-pays méditerranéen. Conséquences pour la gestion et pour la biodiversité. ONF, Rendez-Vous Techniques n° 10 pp. 56-62

DREYFUS Ph., 2007. Les dynamiques en cours et l'impact des pratiques sylvicoles. Forêt Méditerranéenne, tome XXVIII, n° 4, spécial « Le mont Ventoux », pp. 419-426

DREYFUS Ph., 2008. Dynamiques du Sapin, du Hêtre et des Pins dans l'arrière-pays méditerranéen : de la modélisation à l'aide à la gestion. Atelier REGEFOR 2007 – Forêts mélangées : quels scénarios pour l'avenir ? Revue Forestière Française vol. 60, pp. 233-249

DREYFUS Ph., CURT T., RAMEAU J.C., 2005. Le Hêtre : dynamiques de recolonisation. Revue Forestière Française, vol. 57 pp. 189-200

DREYFUS PH., ODDOU-MURATORIO S., 2004. Prévoir l'évolution de la diversité pour différents itinéraires sylvicoles. Rendez-Vous Techniques de l'ONF. Hors-série n°1 « Diversité génétique des arbres forestiers », pp.97-104

GOREAUD F., COLIGNY F. de, COURBAUD B., DHÔTE J.F., DREYFUS Ph., PÉROT T., 2005. La modélisation : un outil pour la gestion et l'aménagement en forêt. Vertigo — La revue en sciences de l'environnement, Vol 6 n° 2, 12 p. < en ligne :

[http://www.vertigo.uqam.ca/vol6no2/art6vol6no2/vertigovol6no2\\_goreaud\\_et\\_coll.pdf](http://www.vertigo.uqam.ca/vol6no2/art6vol6no2/vertigovol6no2_goreaud_et_coll.pdf) >

LADIER J., DREYFUS Ph., REBOUL D., 2007. La place du hêtre en région méditerranéenne. Rendez-Vous Techniques de l'ONF, hors-série n° 2 « Gestion des hêtraies dans les forêts publiques françaises », pp. 105-111

MEREDIEU C., DREYFUS Ph., CUCCHI V., SAINT-ANDRÉ L., PERRET S., DELEUZE C., DHÔTE J.-F., COLIGNY F. de, 2009. Utilisation du logiciel Capsis pour la gestion forestière. Forêt-Entreprise n° 186, pp. 32-36

PICHOT Ch., BASTIEN C., COURBET F., DEMESURE-MUSCH B., DREYFUS Ph., FADY B., FRASCARIA-LACOSTE N., GERBER S., LEFEVRE F., MORAND-PRIEUR M.-E., ODDOU S., TESSIER DU CROS E., VALADON A., 2006. Déterminants et conséquences de la qualité génétique des graines et des semis lors de la phase initiale de régénération naturelle des peuplements forestiers. Les Actes du BRG n° 6, pp. 277-297

PORTÉ A., HUARD F., DREYFUS Ph., 2004. Microclimate beneath pine plantation, semi-mature pine plantation and mixed broadleaved-pine forest. Agricultural and Forest Meteorology, vol. 126 n°1-2, pp. 167-174

SAGNARD F., PICHOT C., DREYFUS P., JORDANO P., FADY B., 2007. Modelling seed dispersal to predict seedling recruitment : Recolonization dynamics in a plantation forest. Ecological Modelling vol. 203, pp. 464 – 474

VINKLER I., NINGRE F., COLLET C., 2007. Comportement du hêtre sous abri : les intérêts d'une bonne gestion du couvert Rendez-Vous Techniques de l'ONF, hors-série n° 2 « Gestion des hêtraies dans les forêts publiques françaises », pp. 48-58