

## Un nouveau modèle bioclimatique pour la forêt méditerranéenne.

### Application à l'évaluation de la productivité forestière et à l'étude des effets du changement climatique sur la végétation

Cette méthode et le modèle qui en est issu ont été développés récemment par le Cemagref spécialement pour les régions méditerranéennes. En 2002, ils ont été validés sur 7000 Km<sup>2</sup> de la Provence calcaire. La méthode peut être étendue avec certaines précautions à toute la zone méditerranéenne française, et plus largement aux autres pays de climat méditerranéen possédant la même gamme de pluies et températures.

Son objectif initial était d'évaluer la **potentialité forestière** uniquement sur des facteurs abiotiques du milieu, afin de s'affranchir des conséquences des incendies et autres perturbations sur l'état de la flore et des peuplements. Ces derniers ne sont pas toujours représentatifs des potentialités en fonction de leur histoire souvent mouvementée et de leur relative jeunesse.

Cette évaluation se base sur un **modèle de bilan hydrique**. L'eau est en effet de très loin le facteur le plus limitant pour la végétation dans les régions concernées, et le bilan en eau d'un site est donc déterminant pour sa potentialité forestière.

#### Base scientifique et méthodologie :

La méthode se base sur un réseau régional de 325 placettes mis en place en 1995-97, représentatif des principaux gradients écologiques régionaux. Ces placettes ont été choisies dans des forêts anciennes n'ayant subi ni exploitation, ni incendie, ni autre perturbation majeure depuis 30 ans ou plus. Dans cette situation, rare en zone méditerranéenne, la flore est assez représentative du milieu. Elle traduit notamment très bien le gradient de bilan hydrique, grâce à des méthodes statistiques appropriées (figure 1).

On peut classer les placettes dans ce gradient de bilan hydrique à partir de leur inventaire floristique. Puis on explique ce classement "floristique" grâce aux variables du milieu, relevées de façon très détaillée sur le terrain. On bâtit ainsi un modèle permettant de prédire le bilan hydrique mais aussi la composition floristique à l'aide des seules variables abiotiques. On fait également un lien entre le milieu et la productivité observée des principales espèces forestières.



Ce modèle peut ensuite être utilisé sur l'ensemble du territoire concerné pour prédire le bilan hydrique d'un site, et les potentialités forestières, quel que soit l'état de dégradation ou d'évolution de sa végétation, et même en absence de végétation (après incendie, zone agricole abandonnée, etc. ).

*Profonds vallons ou crêtes rocheuses: la végétation et la productivité forestière témoignent du bilan hydrique (photo Venetier M.)*

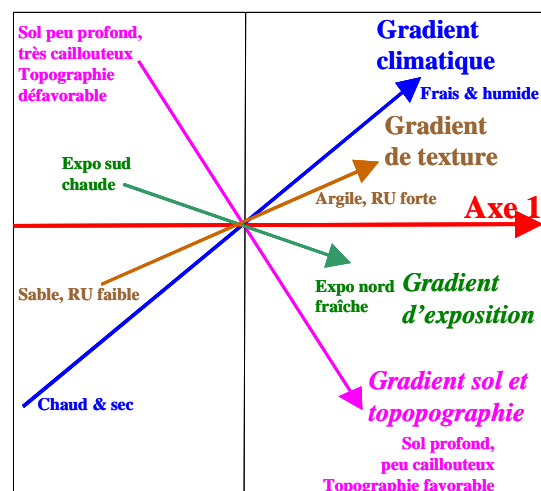
#### Application

Par la suite, le modèle s'est révélé pertinent pour simuler et évaluer **l'impact du changement climatique sur la flore**. Afin de valider ces simulations, les placettes ont été réinventoriées en 2008, alors que la zone d'étude sortait d'une décennie particulièrement chaude et sèche. Près de 15% de la flore avait changé: les plantes mésophiles ont beaucoup régressé alors que les plantes xéro-thermophiles ont progressé spatialement et en recouvrement. Cela traduit un impact très clair du changement climatique. Ce changement de flore a par ailleurs été beaucoup plus fort dans les versants frais et fonds de vallon et globalement sur les sols profonds, et beaucoup moins dans les sites déjà chauds et secs sur mauvais sols. Cela démontre que des seuils critiques ont été franchis: les conditions stationnelles les plus favorables ne permettent plus la compensation des déficits hydriques climatiques et canicules, et les espèces non acclimatées à ces conditions extrêmes disparaissent.

Le Cemagref avait au préalable réalisé entre 1981 et 1999 de nombreuses typologies de stations forestières et études autécologiques basées sur la même approche du milieu.

Fig. n°1 : Interprétation de l'AFC sur la flore des placettes  
On a 4 gradients concordants allant :

- de la gauche (niveau le plus chaud ou le plus sec)
- vers la droite (niveau le plus frais ou le plus humide)



**L'axe 1 est la résultante des 4 gradients, c'est le BILAN HYDRIQUE GLOBAL**



Le changement climatique récent s'est traduit en région méditerranéenne par des modifications importantes de la flore forestière. Le plus visible et spectaculaire a été la mortalité massive de certains peuplements: pin sylvestre et sapin dans les Alpes du sud, chêne liège dans les Maures.

*Dépérissement de pins sylvestres dans le massif de la Sainte-Baume, Var, France. (photo Vennetier M.)*

Les arbustes et petits ligneux de forêts et garrigues ne sont pas épargnés. Les légumineuses notamment (ajoncs, genets, coronilles) ont payé un lourd tribut à la canicule de 2003 et aux sécheresses qui l'ont suivie.

*Dépérissement général de coronilles dans une garrigue sur sol calcaire, Côte Bleue, Bouches du Rhône, France. (photo Vennetier M.)*



Mais les changements les plus forts et les plus nombreux s'opèrent discrètement dans la flore du sous-bois.

*Muscari neglectum fleurissant au milieu de plantes desséchées (photo Vennetier M.)*

### Perspectives

Un nouvel inventaire est prévu en 2012-2013. Les années 2008-2011 ayant été normalement pluvieuses et plus fraîches que les précédentes, mais malgré tout plus chaudes que les années 1960- 97, on pourra évaluer la résilience de la flore après 10 ans très difficiles, lors du retour à des conditions plus favorables, et sa résistance globale au réchauffement sur une période plus longue.

### Références:

#### Production scientifique

VENNETIER Michel, RIPERT Christian - 2010. Climate change impact on vegetation: lessons from an exceptionally hot and dry decade in South-eastern France. in Climate Change and variability. Simlard S.W. and Austin M.E. (eds). pp. 225-241. Sciyo, Rijeka, Croatia. En ligne: <http://sciyo.com/articles/show/title/climate-change-impact-on-vegetation-lessons-from-an-exceptionally-hot-and-dry-decade-in-south-easter>

VENNETIER Michel et RIPERT Christian - 2010. Impact du changement climatique sur la flore méditerranéenne: théorie et pratique. In Barbault R., Foucault A. editors "Changement climatique et biodiversité", AFAS, Editions Vuibert, p.75-87

VENNETIER Michel et RIPERT Christian - 2010. Flore méditerranéenne et changement climatique: la course-poursuite est engagée. Forêt Méditerranéenne, t. XXXI, n° 1, p. 15-24

VENNETIER Michel et RIPERT Christian - 2009. Forest flora turnover with climate change in the Mediterranean region: a case study in South-Eastern France. Forest Ecology and Management, 258S, 56-63

VENNETIER Michel, RIPERT Christian, MAILLE Eric, BLANC Laurence, TORRE Frank, ROCHE Philip, TATONI Thierry, BRUN Jean-Jacques - 2008. A new bioclimatic model calibrated with flora for Mediterranean forested areas. Annals of Forest Science 65 (711)

VENNETIER, M. 2007 : Un nouveau modèle bioclimatique pour la forêt méditerranéenne: application à l'étude de l'impact du changement climatique sur la végétation et à l'évaluation de la productivité forestière. Thèse de doctorat, spécialité "Ecologie", Université Paul Cézanne (Aix-Marseille III), Cemagref Aix en Provence. 284 p.

#### Articles et guides techniques

VENNETIER Michel, RIPERT Christian - 2011. Changement climatique et diversité de la flore méditerranéenne. In (Sardat N. ed.) "Quelle forêt pour les hommes", Cemagref, Paris, p. 58-59

RIPERT C. et VENNETIER M. - 2005. Evaluer les potentialités forestières d'un site sans observer la flore. Présentation d'une méthode développée en région méditerranéenne calcaire. Rendez-Vous techniques, n°8, printemps 2005, ONF, p. 15-22

VENNETIER M., RIPERT C, CHANDIOUX O. - 2003. Etude des potentialités forestières de la Provence calcaire. Evaluation à petite échelle sur de grandes surfaces. Forêt méditerranéenne T. XXIV, n°1, pp. 32-36.

➤ RIPERT C, VENNETIER M. - 2002 : Evaluation des potentialités forestières en zone méditerranéenne. Guide technique du forestier méditerranéen français. Chap. 2. Cemagref édition, 61p.

VENNETIER M., RIPERT C., MAILLE E. - 2001. Etude des Potentialités forestières de la Provence calcaire. Evaluation à petite échelle sur de grandes surfaces. Rapport final et Version résumée, Cemagref, 71 p. + 35 p.