



LA FORÊT EST TRÈS CONCERNÉE PAR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE
— ARBORETUM DU VALLON D'AUBONNE (SUISSE)
© J.-F. COFFIN

CONSÉQUENCES PRÉVISIBLES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES POUR LES PLANTES PÉRENNES

Par Thierry Ameglio

L'agriculture et la sylviculture, qui sont responsables en France d'un cinquième des émissions de GES (gaz à effet de serre), sont particulièrement concernées par la problématique du changement climatique. Si elles se révèlent être plus sensibles que d'autres secteurs d'activités aux modifications climatiques, elles disposent aussi de plus grandes capacités pour participer à la réduction des émissions de GES.

L'augmentation du gaz carbonique atmosphérique CO₂ stimule la photosynthèse des végétaux. Sous l'hypothèse d'un doublement du CO₂ pour la fin du siècle, les travaux des écophysiologistes permettent de prédire une augmentation de l'ordre de 20 à 30 % de la photosynthèse, conduisant à une augmentation résultante de l'assimilation nette de l'ordre de 10 à 20 %, en tenant compte de l'augmentation de la respiration liée à l'augmentation de la température. Les mesures de conductance stomatique montrent également que l'augmentation de CO₂ a un effet direct sur la fer-

meture partielle des stomates, ce qui provoque une baisse de la transpiration des plantes et, en conséquence, un accroissement de la biomasse produite et des rendements pour les plantes d'intérêts agricoles et forestiers (a). C'est ce qui est observé depuis 150 ans sur la productivité des arbres forestiers comme l'illustre la figure 1.

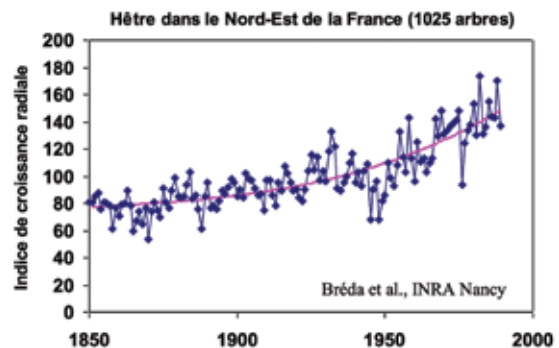


FIGURE 1 : EVOLUTION DE L'INDICE DE CROISSANCE RADIALE DU HÊTRE DANS LE NORD-EST DE LA FRANCE DÉTERMINÉ À PARTIR DE LA LARGEUR DES CERNES MESURÉS CHAQUE ANNÉE. (BREDA ET AL. 2000).

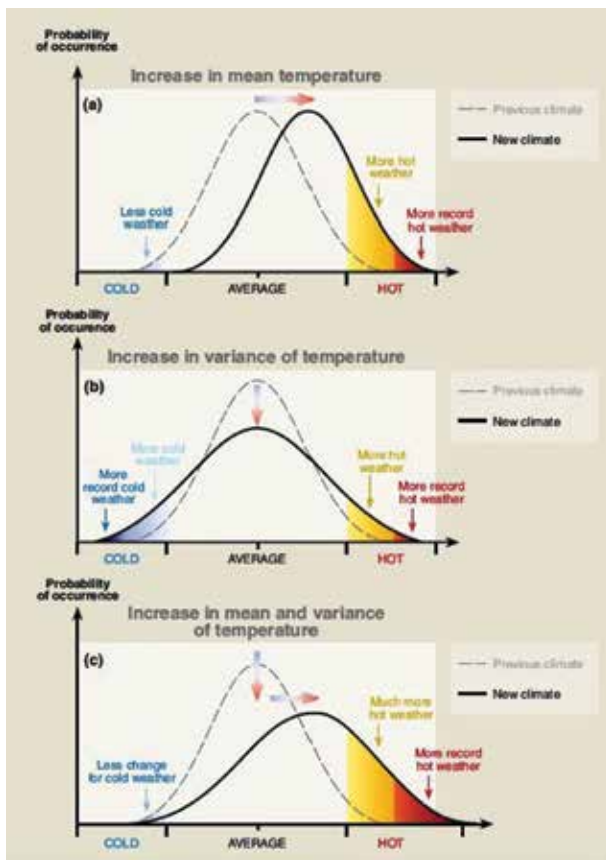


FIGURE 2 : GRAPHIQUE REPRÉSENTANT LA PROBABILITÉ D'APPARITION D'UNE TEMPÉRATURE BASSE, MOYENNE OU CHAUDE POUR UN CLIMAT ACTUEL (COURBE EN TRAIT DISCONTINU) ET À L'HORIZON 2100 (COURBE EN TRAIT PLEIN). ON PEUT VOIR QUE LA TEMPÉRATURE MOYENNE ET LA VARIANCE DES TEMPÉRATURES AUGMENTENT, TOUT COMME LA PROBABILITÉ D'AVOIR DES TEMPÉRATURES TRÈS ÉLEVÉES (CANICULE). À L'OPPOSÉ ON OBSERVE PEU DE VARIATIONS POUR LES BASSES TEMPÉRATURES. AINSI LA PROBABILITÉ D'AVOIR DES RISQUES DE GEL RESTE TOUJOURS PRÉSENTE. SCHÉMA TIRÉ DES RAPPORTS DU GIEC 2001, 2007.

Cette réponse positive de la photosynthèse à un enrichissement en carbone de l'atmosphère dépend toutefois de différents facteurs qui interfèrent sur la photosynthèse (métabolisme carboné, température et disponibilité en eau). Cet effet sera combiné à l'effet propre du réchauffement climatique sur la température en premier lieu, mais également sur la distribution des pluies et la sécheresse associée.

— DES EFFETS CONTRASTÉS SUR LES VÉGÉTAUX —

Ainsi, bien que la réponse physiologique des plantes à un enrichissement de l'atmosphère en CO₂ et à une augmentation concomitante de la température entraîne en théorie une production plus importante de biomasse, les effets sur le rendement des espèces cultivées, à l'échelle

du peuplement, risquent d'être beaucoup plus contrastés. Cela est particulièrement vrai pour le sud, où l'optimum thermique pour la photosynthèse est souvent déjà atteint, sinon dépassé dans certaines conditions. Cela concerne également l'avancement des stades phénologiques. Ainsi, pour la vigne, les travaux de Lebon (b) montrent un décalage des principales phases de maturation (véraison en particulier) vers la période la plus chaude de l'été, ce qui n'est pas sans conséquence sur la qualité du produit récolté, avec une augmentation de la teneur en sucre et du degré alcoolique sur les vingt dernières années.

— SÉCHERESSE ET CHOIX DES ESSENCES —

Il en est de même pour la disponibilité en eau et la sensibilité des arbres à la sécheresse. En effet, les sécheresses extrêmes ont souvent été identifiées comme le principal facteur de dépérissement des arbres dont la capacité d'adaptation nécessite des durées de dix à vingt années. Il faut donc se préoccuper, dès maintenant, du choix de matériel végétal adapté, en particulier pour les forêts. Il faut également modifier totalement le mode de conduite des peuplements et en particulier la régénération des plus exposés. Dans les conditions habituelles (régénération naturelle), le choix des essences ne peut se faire que parmi les espèces déjà présentes, ce qui limite les possibilités d'adaptation pour le sylviculteur aux "éclaircies", opérations de gestion de la forêt consistant à supprimer un certain nombre d'arbres d'une parcelle. Mais l'accélération de ces actions sylvicoles n'est pas sans risque sur la modification des propriétés technologiques du bois (propriétés mécaniques et chimiques) qu'elles peuvent induire. De même, l'augmentation de productivité pourrait produire des déséquilibres fonctionnels (ex. déficit azoté) augmentant alors la sensibilité des arbres aux contraintes de fertilité du milieu et contrebalançant rapidement l'avantage initial. L'autre possibilité porterait sur le choix d'essences parfaitement adaptées à la station et résistantes à la sécheresse extrême. L'embolie des vaisseaux du xylème semble être un trait fonctionnel de résistance aux sécheresses extrêmes particulièrement pertinent (c).

— HIVERS DOUX ET FROIDS DÉVASTATEURS —

Un fait semble par contre acquis avec l'augmentation des

températures : la diminution du nombre de jours de gel sous nos climats tempérés et donc, une diminution des risques associés. Cependant, la disparition de cet aléa climatique n'est pas prédite par les modèles du GIEC (Fig. 2). Au contraire, l'avancée généralisée des dates de débourrement (d) qui accompagne les températures hivernales plus douces, montre que les risques de gel, au moment de la floraison, n'ont pas vraiment diminué. Mais cette avancée du débourrement n'est possible que si les besoins de froid pour lever la dormance sont satisfaits. Les arboriculteurs du Maghreb ou de zone subtropicale (ex. Brésil) qui se sont lancés dans la culture d'espèces fruitières originaires de zones tempérées, connaissent bien ces problèmes. Beaucoup de connaissances restent à acquérir en particulier pour les arbres forestiers où les données sur les exigences thermiques pour lever la dormance ont été très peu étudiées.

Si les scénarii s'accordent pour prévoir des hivers plus doux en moyenne, l'éventualité d'épisodes de froid dévastateurs tels qu'en 1956 ou en 1987 n'est pas à écarter. De plus, les espèces ne sont pas adaptées pour résister tout au long de l'année aux températures gélives. Chaque automne, elles s'acclimatent (s'endurcissent) au gel par un processus complexe qui dépend d'une part de la photopériode pour son initiation, mais surtout des interactions entre la tem-

pérature de l'air (basses températures) et la physiologie de l'arbre (humidité pondérale et statut glucidique principalement (e) (f) (g) : Fig. 3).

Si les capacités d'endurcissement au gel dépendent en partie du statut glucidique chez de nombreuses espèces (i) (j) (g), l'interaction avec les conditions estivales de croissance (canicule, sécheresse, défoliation, statut azoté (e)) peut fortement limiter la production de réserves glucidiques et ainsi limiter par la suite, les capacités d'endurcissement durant l'hiver.

– DE NOMBREUSES CONNAISSANCES À ACQUÉRIR –

Cette revue rapide des conséquences des changements climatiques pour les plantes pérennes, sans être exhaustive (ex. aléas liés aux coups de vent et tempêtes) montre que de nombreuses connaissances restent encore à acquérir, en particulier pour des aléas, comme les basses températures, souvent considérés aujourd'hui, comme moins prégnants. Il en est de même des modèles de prédiction de répartition des espèces. Si les recherches sur ce point (k) (l) (m) (n) se développent fortement actuellement, les études sur les mécanismes restent rares et il n'est pas encore possible d'identifier finement les causes de la limitation d'une aire de répartition.

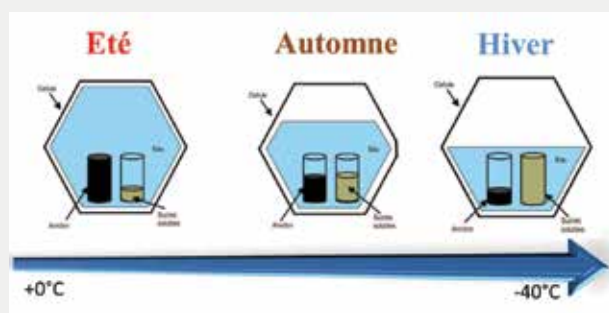


FIGURE 3 : SCHÉMA REPRÉSENTANT L'ACCLIMATATION (ENCORE APPELÉE ENDURCISSEMENT) AU GEL DES CELLULES D'UN ARBRE AU COURS DE L'HIVER. DEUX FACTEURS SONT ESSENTIELS À LA RÉSISTANCE AUX TRÈS BASSES TEMPÉRATURES (G). L'ACCUMULATION "D'ANTIGEL", RÔLE TENU PAR LES SUCRES SOLUBLES (SACCHAROSE PRINCIPALEMENT) PROVENANT DE L'HYDROLYSE DES RÉSERVES D'AMIDON (INTER-CONVERSION AMIDON/SUCRES SOLUBLES SOUS L'ACTION DES TEMPÉRATURES BASSES NON GÉLIVES (ENTRE 0 ET +5°C) ET LA CONCENTRATION DE L'"ANTIGEL" PAR LA DÉSHYDRATATION DES TISSUS. CETTE DÉSHYDRATATION NÉCESSITE LE BLOCAGE DE L'ABSORPTION RACINAIRE (EX. TEMPÉRATURE DU SOL INFÉRIEUR À 8°C POUR UN NOYER (H) ET L'ÉVAPORATION DE L'EAU PAR L'ÉCORCE (BELLE JOURNÉE D'HIVER AVEC UNE HUMIDITÉ RELATIVE FAIBLE). LES TEMPÉRATURES DE L'AUTOMNE SONT DONC ESSENTIELLES À CE MÉCANISME D'ACCLIMATATION ET LE MAINTIEN DES FEUILLES À L'AUTOMNE OÙ DES TEMPÉRATURES TROP DOUCES NE PERMETTENT PAS À L'ARBRE DE SE PRÉPARER À RÉSISTER AU GEL.

À lire

- (a) - LIOZON R. 1998 - *Effets d'un enrichissement en CO2 sur la photosynthèse et la croissance de petits couverts de hêtres*. 1998 - Thèse de Doct. en Sci., Univ. Paris-Sud, Orsay, 184 p
- (b) - Lebon E., 2002. Changements climatiques: quelles conséquences prévisibles sur la viticulture? 6^e Rencontres Rhodaniennes. Ed. Institut Rhodanien. Orange, France. 31-36pp.
- (c) - CHOAT B, JANSEN S, BRODRIBB TJ, COCHARD H, DELZON S et al 2012. Global convergence in the vulnerability of forests to drought. *Nature* 491: 752–755
- (d) - Domergue M., Legave J. M., Calleja M., Moutier N., Brisson N., Seguin B. Réchauffement climatique : quels effets sur la floraison chez trois espèces fruitières ? *Arboriculture fruitière*, (2004), 578, 27-33.
- (e) - POIRIER M., AMÉGLIO T., 2006 - Impact of summer conditions of growth (drought, defoliation) on freezing tolerance of trees. Abstract. *Cryobiology*, Volume 53 (3), Page 425
- (f) - CHARRIER G., AMÉGLIO T., 2011 - The timing of leaf fall affects cold acclimation by interactions with air temperature through water and carbohydrate contents. *Environmental and Experimental Botany*, 72 (3), 351-357.
- (g) - CHARRIER G., POIRIER M., BONHOMME M., LACOINTE A., AMÉGLIO T. 2013. Frost hardiness in walnut trees (*Juglans regia* L.): How to link physiology and modelling?. *Tree Physiology*, 33 (11), 1229-1241.
- (h) - AMÉGLIO T., BODET C., LACOINTE A., COCHARD H., 2002 – Winter embolism, mechanisms of xylem hydraulic conductivity recovery and springtime growth patterns in walnut and peach trees. *Tree physiology* 22 (17) 1211-1221.
- (i) - Morin X., Améglio T., AhasR., Kurz-Besson C., Lanta V., Lebourgeois F., Miglietta F., Chuine I., 2007. Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European oak species. *Tree Physiology* Volume 27 (6), 817–825
- (j) - POIRIER M., LACOINTE A., AMÉGLIO T., 2010 - A semi-physiological model of cold hardening and dehardening in walnut stem. *Tree Physiology* 30 (12), 1555-1569. (doi:10.1093/treephys/tpq087)
- (k) - Bakkenes, M., J. R. M. Alkemade, F. Ihle, R. Leemans, Latour J.B. 2002. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology* 8:390-407
- (l) - Shafer, S. L., P. J. Bartlein, and R. S. Thompson. 2001. Potential changes in the distributions of Western North America tree and shrub taxa under future climate scenarios. *Ecosystems* 4:200-215.
- (m) - CHEAIB, A., BADEAU, V., BOE, J., CHUINE, I., DELIRE, C., DUFRENE, E., FRANCOIS, C., GRITTI, E. S., LEGAY, M., PAGE, C., THULLER, W., VIOVY, N., LEADLEY, P., 2012 - Climate change impacts on tree ranges: model intercomparison facilitates understanding and quantification of uncertainty. *Ecology Letters*, 15 (6), 533 - 544.
- (n) - Thomas, C. D., A. Cameron, R. E. Green, M. Bakkenes, L. J. Beaumont, Y. C. Collingham, B. F. N. Erasmus, M. F. d. Siqueira, A. Grainger, L. Hanna, L. Hughes, B. Huntley, A. S. V. Jaarsveld, G. F. Midgley, L. Miles, M. A. Ortega-Huerta, A. T. Peterson, O. L. Phillips, and S. E. Williams. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427:145-148.
- (o) - GIEC/IPCC, 2001 - Bilan 2007 des changements climatiques : impacts, adaptation et vulnérabilité. www.effet-de-serre.gouv.fr/groupe_de_travail_ii_du_giec.
- (p) - GIEC/IPCC, 2007 - Bilan 2007 des changements climatiques : impacts, adaptation et vulnérabilité. www.effet-de-serre.gouv.fr/groupe_de_travail_ii_du_giec.