

# La forêt de cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia*) sous la pression du changement climatique

par Nicolas-George H. ELIADES

***Le changement climatique produit déjà des effets sur les secteurs vulnérables de l'île de Chypre.***

***La forêt de cèdre endémique (*Cedrus brevifolia*) de Chypre est particulièrement concernée parce qu'elle est circonscrite à une seule zone de faible surface.***

***Le Département des forêts de Chypre a mis en place un système de surveillance pour suivre les dépérissements.***

## **Le changement climatique et son impact sur la forêt de Chypre**

Au cours des deux dernières décennies on a assisté à un débat continu sur les risques liés au changement climatique, les vulnérabilités et les impacts sur les écosystèmes naturels. On a constaté que la région méditerranéenne était l'une des régions qui réagissait le plus au changement climatique, un « hot spot » primaire (LUTERBACHER & XOPLAKI 2003 ; GIORGI 2006 ; ZITTIS 2019). De ce fait le GIEC estime que la Méditerranée est une des régions du monde la plus vulnérable aux impacts du réchauffement climatique (IPPC 2013 ; IPPC 2018). En effet, au cours du XX<sup>e</sup> siècle, on a observé une augmentation de 1,5°C à 4°C de la température de l'air dans le bassin méditerranéen (MAP 2017). De récentes analyses multi-modèles et multi-sectorielles ont prévu un réchauffement général de 1°C à 5°C d'ici la fin de ce siècle (comparé à la période de référence 1986-2005), avec une augmentation très forte en été, possiblement jusqu'à 7°C (ZITTIS *et al.* 2019). En outre, il en découlerait un assèchement général de 10 à 40%. Ce changement extrême des conditions climatiques affectera inévitablement les habitats naturels (vulnérabilité et résilience des forêts).



**Photos 1 :**  
Dépérissements d'arbres  
adultes de *Cedrus  
brevifolia* sur les pentes  
raides et rocailleuses  
de son habitat naturel.  
*Photos N-G Eliades.*

A Chypre le changement climatique se traduit par une augmentation significative de 1°C en hiver à 2°C en été pour les températures maximum et minimum, tandis qu'on prévoit une baisse de la pluviométrie de 2 à 8% (HADJINICOLAOU *et al.* 2011). Par ailleurs, les journées très chaudes devraient augmenter de plus de deux semaines par an et les nuits tropicales d'un mois par an. Enfin, le nombre de journées sèches consécutives par an devrait augmenter de façon significative (9 jours) sur les zones côtières (HADJINICOLAOU *et al.* 2011). Par conséquent, jusqu'au milieu du XXI<sup>e</sup> siècle, on s'attend à

ce que les conditions climatiques et météorologiques moyennes évoluent vers plus de chaleur, avec une accentuation assez forte des canicules (GIANNAKOPOULOS *et al.* 2010, HADJINICOLAOU *et al.* 2011). Les changements déjà subis à Chypre pour la température moyenne et les précipitations, ainsi que le scénario du changement climatique pour l'île de Chypre, vont affecter de manière significative les secteurs vulnérables de l'île tels que : ressources en eau, écosystèmes et biodiversité, forêt, agriculture, santé humaine, zones côtières, offre et demande d'énergie, tourisme et impacts sociaux (ZACHARIADES 2016).

A Chypre les changements climatiques menacent la vitalité des espèces sauvages, leur fréquence dans leur aire de répartition, et pourraient conduire à leur extinction. En outre plusieurs espèces seront forcées de coloniser des sites d'altitude plus élevée ou d'y migrer, pour y trouver de meilleures conditions de survie.



## La forêt de *Cedrus brevifolia* sous la pression du changement climatique

La forêt de cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia*) subit particulièrement la pression du changement climatique pour trois raisons : (1) l'espèce n'est représentée que par une seule population, strictement endémique de Chypre ; (2) elle s'y trouve dans une zone unique très restreinte (263 ha), dont 106 ha sont des peuplements purs et ; (3) elle occupe le sommet de la forêt de Pafos (jusqu'à 1352 m) sans zones plus élevées à proximité qu'elle pourrait coloniser. Ces trois facteurs génèrent un risque de dégradation sévère et de régression de ces forêts dans les prochaines décennies.

En 1998 le Département des forêts (Ministère de l'Agriculture, du Développement rural et de l'Environnement) a observé les premiers dépérissements d'arbres dans le peuplement de cèdres (Cf. Photos 1). Suite à cet événement alarmant, le Département des forêts a établi un système de contrôle pour la période de 1998 à 2001, afin d'identifier les principaux facteurs à l'origine de ce dépérissement et l'étendue des dommages dans la zone du cèdre (CHRISTOU *et al.* 2001 ; CHRISTOU *et al.* 2002). Ces contrôles ont permis de montrer un dépassement du taux naturel de mortalité dans cette zone. En fait on avait observé que la mort d'un cèdre commençait habituellement la première année par celle des branches extérieures, ce qui menait à sa mort la même année ou à un nouveau dépérissement de branches les années suivantes, conduisant éventuellement jusqu'à la mort complète de l'arbre. En même temps, on a observé pendant cette période une activité des scolytes, les arbres morts ou mourants étant habituellement attaqués par des insectes et autres pathogènes (CHRISTOU *et al.* 2001).

En analysant les nouvelles données du terrain pour la période de 1999 à 2000, le système de contrôle a fourni des observations utiles qui peuvent être résumées comme suit (CHRISTOU *et al.* 2001, 2002) :

- la plupart des dépérissements se sont produits sur le site de Tripylos (le plus grand peuplement de cèdre de Chypre), et aux altitudes les plus élevées. Toutefois les arbres touchés ne représentaient que 1,08 % de ce sous-peuplement ;

- la plupart des dépérissements (et/ou des arbres mourants) étaient localisés sur les sites pauvres, pentus (plus de 59%) et rocailloux (exposés au sud et au nord) à faible capacité de rétention de l'eau. En effet, une exposition au soleil, particulièrement sur la face sud, et de fortes pentes rocailleuses sur les versants nord, se combinent avec les vents desséchants du nord pour donner des sols secs ;

- le dépérissement s'est produit principalement (plus de 55%) sur des arbres matures (181 à 250 ans) et sénescents (251 à 400 ans). De si vieux arbres n'ont pas la force de résister au stress hydrique, en particulier dans des sites au sol pauvre et rocailloux. Grâce à la protection de la forêt de cèdre contre l'incendie depuis 1898 et à la restriction de tout traitement sylvicole (CHRISTOU 1987), beaucoup d'arbres très âgés avaient pu continuer à grandir et à survivre.

C'est un phénomène général, chaque arbre mort crée un espace ouvert où commence la succession écologique. Dans la forêt de cèdre de Chypre, la régénération a été observée dans 65% des cas sous les couronnes des arbres morts ou mourants (CHRISTOU *et al.* 2002). Toutefois les 35% d'arbres dépérissants sans régénération sont préoccupants et montrent une tendance au déclin, au moins dans le sous-peuplement de Tripylos. Pour cette raison le Département des forêts a contrôlé les dépérissements dans les inventaires de la forêt de cèdre de Chypre de 1998 et 2010. Une baisse du nombre d'individus par hectare a été constatée : de 138 en 1998 à 132 en 2010 (DEPARTMENT OF FORESTS 2012).

Les observations ci-dessus ont motivé le département des forêts et la communauté scientifique de Chypre à définir et mettre en place un projet de recherche appliquée : LIFE-KEDROS. Ce projet a pour but d'assurer la préservation à moyen et long termes de l'habitat prioritaire 9590\* forêt de *Cedrus brevifolia*, *Cedrosetum brevifoliae*, dans le site Natura 2000 de Koilada Kedron-Kampos, le seul site où se trouve cet habitat et le cèdre de Chypre. On a atteint les objectifs du projet grâce à l'adoption d'actions spécifiques de conservation à la fois à l'intérieur (*in situ*) et à l'extérieur (*ex situ*) de son espace naturel. Les objectifs du projet peuvent être résumés comme suit (on trouvera plus de détails sur [www.life.kedros.eu](http://www.life.kedros.eu)) :

- réduction du risque de feu et de la perte possible d'habitat, provoqués par un grand

**Photos 2 :**  
Intervention  
de sylviculture  
(éclaircie de *Pinus brutia*)  
en concurrence avec  
un cèdre adulte. Ce type  
d'interventions renforce  
la vitalité des cèdres face  
aux pressions du  
changement climatique.  
*Photos Petros Petrou.*



feu de forêt en renforçant le système de gestion des feux qui comprend : mesures de prévention, détection et information sur les feux de forêt, mesures de suppression précoce et de lutte ;

– amélioration de la résilience de l'habitat, de la capacité d'adaptation au changement climatique et à la concurrence des autres arbres et arbustes de la forêt. Dans ce but des interventions de sylviculture ont eu lieu, principalement dans les plantations de cèdre aux limites de son habitat : elles visent à

améliorer la vitalité des cèdres afin qu'ils résistent à la concurrence qu'ils subissent de la part d'autres espèces forestières (*Pinus brutia* ou *Quercus alnifolia*) mais aussi réduire la concurrence entre cèdres (Cf. Photos 2) ;

– restauration et expansion de l'habitat à l'intérieur du site du projet et amélioration de la capacité de régénération naturelle des bosquets de cèdre et en plantant 3008 plants de cèdres au sein de la zone d'occupation du cèdre de Chypre au sens large ;

– amélioration des autres facteurs biotiques et abiotiques qui sont importants pour la santé et la vigueur des arbres ou bosquets de cèdres et la stabilité des écosystèmes locaux. Ceci a été fait en gérant la population des espèces nuisibles (par exemple rats et insectes) et en gérant l'érosion des sols à des points spécifiques du sous-peuplement de cèdres dans la forêt de Tripylos ;

– préservation du matériel génétique du cèdre de Chypre, espèce clé de l'habitat 9590\*, grâce à des mesures de conservation *ex situ*, incluant le stockage de 200 kg de graines dans une Banque de graines forestières et la création d'un nouveau peuplement de 6500 plants de cèdres en dehors de son site originel ;

– information du public et diffusion des résultats du projet aux scientifiques et gestionnaires locaux et étrangers.

En outre le plan de suivi de l'habitat 9590\* a été élaboré pour la gestion durable et la



conservation des forêts de cèdre de Chypre (GATZOJANNIS *et al.* 2009), en même temps que le plan d'action pour la gestion durable et la conservation de cet habitat (ELIADES *et al.* 2018).

## Conclusion

Aujourd'hui de nombreuses recherches montrent que la Méditerranée Orientale et le Moyen Orient subissent la pression et la menace du changement climatique. Cette région est maintenant devenue un *hot spot* du changement climatique avec un fort impact sur plusieurs secteurs : finances, environnement, santé publique, etc. L'adaptation à ces nouvelles conditions climatiques est essentielle pour les organismes à tous les niveaux.

Suivant cette dernière affirmation, le cèdre de Chypre est une espèce qui devrait survivre dans les nouvelles conditions climatiques de la Méditerranée Orientale. Il est présent à Chypre depuis longtemps tandis que sa forêt a évolué au cours des siècles avec les changements d'environnement. Par ailleurs la recherche actuelle sur la population de cèdre de Chypre a montré une réelle diversité génétique, ainsi que des caractéristiques physiologiques et morphologiques qui en font, parmi tous les cèdres, celui qui a le plus faible taux de croissance mais aussi la plus faible sensibilité à la sécheresse. Ces connaissances scientifiques qui progressent sont essentielles pour définir des mesures de conservation spécifiques permettant de garantir la gestion durable et la protection de la forêt de cèdre de Chypre.

**N.G.-E.**

## Références

- Christou, A.K., 1997. Conservation of Cyprus cedar (*Cedrus brevifolia* (Hook. F.) Hendry) genetic resources. In Proceedings of the XI World Forestry Conservation (FAO), 13-22 October 1997, Antalya, Turkey.
- Christou, A.K., Hatzikyriakou, X., 2002. Die-back of Cyprus cedar (*Cedrus brevifolia*) at the area of Tripylos for the period of 1999-2000-2001. Forest Research, Publicity and silviculture Section, Department of Forests, Ministry of Agriculture, Rural Development and Environment, Republic of Cyprus, p.16. (in Greek)
- Christou, A.K., Hatzikyriakou, X., Nikolaou, C., 2001. Die-back of Cyprus cedar (*Cedrus brevifolia*) at Pafos forest. In: Radoglou K (ed) Proceedings of International Conference Forest Research: a challenge for an integrated European approach. Thessaloniki, pp 269-274.
- Department of Forests, 2012. Inventory of cedar forest (*Cedrus brevifolia*) – 2010. Forest Management Section, Department of Forests, Ministry of Agriculture, Rural Development and Environment, Republic of Cyprus. p. 129. (in Greek)
- Eliades N.-G., Christou, A., Kouzali, I., Makris, M., Sotiriou S., Andreou, M., 2018. Action Plan for the sustainable management and conservation of habitat type 9590\*. Project: LIFE15 NAT/CY/000850. Frederick University (Nature Conservation Unit) & Ministry of Agriculture, Rural Development and Environment (Department of Forests), Nicosia, Cyprus. p. 115.
- Eliades, N.-G.H., Sotiriou, S., Christou, A.K., 2021. From theory to action: Integrated conservation management of priority habitat type 9590 \**Cedrus brevifolia* Forests (Cedrosetum brevifolia). In: Eliades, N.-G.H. (ed) Handbook for the sustainable management and long-term conservation of a narrow endemic habitat type in a limited area of occupancy - The case of the habitat type 9590 \**Cedrus brevifolia* forests (Cedrosetum brevifoliae). pp 105-121. LIFE-KEDROS, Nature Conservation Unit, Frederick University, Cyprus.
- Gatzojannis, S., Konstantinides, P., Tsiourlis, G., 2009. Monitoring Plan for the habitat 9590 \**Cedrus brevifolia* forests (Cedrosetum brevifoliae). Part of the Project: "Preparation of an Integrated Management Plan for the Pafos Forest". Contractor: D.Tsiaras – D.Palaskas - "KALLISTO". Assigned by Department of Forests, Cyprus. December 2009, Thessaloniki. p. 42. (in Greek)
- Giannakopoulos, C., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E., Varotsos, K.V., Zerefos, C., 2010. Precipitation and temperature regime over Cyprus as a result of global climate change. *Adv Geosci*, 23, 17–24
- Giorgi, F., 2006. Climate change hot-spots, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L08707
- Giorgi, F., 2006. Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33(8), L08707
- Hadjinicolaou, P., Giannakopoulos, C., Zerefos, C., Lange, M.A., Pashiardis S., Lelieveld, J., 2011. Mid-21st century climate and weather extremes in Cyprus as projected by six regional climate models. *Region Environ Change*, 11, 441–457
- Luterbacher, J., Xoplaki, E., 2003. 500-year winter temperature and precipitation variability over the Mediterranean area and its connection to the large-scale atmospheric circulation. In: Bolle HJ (ed) Mediterranean Climate - Regional Climate Studies. Springer, Berlin, p. 371.
- MAP, 2017. 2017-Mediterranean Quality Status Report. UN Environment/MAP-Barcelona Convention Secretariat. p. 539.
- Zachariadis, T., 2016. Climate Change in Cyprus. Review of the Impacts and Outline of an Adaptation Strategy. Springer International Publishing AG Switzerland. p. 80.
- Zittis, G., Hadjinicolaou, P., Klangidou, M., Proestos, Y., Lelieveld, J., 2019. A multi-model, multi-scenario, and multi-domain analysis of regional climate projections for the Mediterranean. *Region Environmental Change*, 19, 2621–2635

Nicolas-George H.  
ELIADES

Nature Conservation  
Unit, Frederick  
University (Chypre)

Cyprus Association of  
Professional Foresters

niceliades@gmail.com

## Résumé

---

Le changement climatique concerne déjà l'île de Chypre et va affecter de manière significative les secteurs vulnérables de l'île. Il exerce une pression sur la survie et la répartition d'espèces sauvages, les soumettant à une sérieuse menace d'extinction. La forêt de cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia*) est particulièrement concernée parce qu'elle est circonscrite à une seule zone, de faible surface. En 1998 on a observé les premiers dépérissements d'arbres dans cette population de cèdres. Le Département des forêts de Chypre a alors mis en place un système de surveillance pour la période 1998 - 2001. Cette surveillance a montré que les arbres qui dépérissent sont situés principalement dans le plus grand sous-peuplement de l'espèce et à l'altitude la plus élevée de sa zone de répartition. En outre la plupart des dépérissements, et les cas de mortalité, sont concentrés sur des sites pauvres, pentus et rocailleux et concernent des arbres à maturité ou ayant dépassé ce stade.

## Summary

---

### The *Cedrus brevifolia* forest under the pressure of climate change

Climate change is already affecting the climatological conditions in Cyprus. Indeed the scenario of climate change for the island of Cyprus will significantly affect vulnerable sectors. Thus, climate change on Cyprus is posing a serious threat to species' distribution and vitality, even threatening extinction of wild species. The *Cedrus brevifolia* (Cyprus cedar) forests are under pressure from climate change, particularly given that it is restricted to a single, quite small area. In 1998 the first dieback of trees was observed in the cedar population and, hence, a dieback monitoring system was established by the Department of Forests (Cyprus) for the period 1998-2001. To summarise: the dieback occurred mostly in trees in the largest subpopulation of *Cedrus brevifolia*, and at the highest elevation of the species' distribution area. Furthermore, most of the dieback (and/or mortality) was concentrated on poor, steep and rocky sites and involved mature and aged trees.