

NOTE TECHNIQUE

(à l'intention du « Réseau Changement Climatique de Polynésie française »)

Essai de modélisation de l'impact potentiel du changement climatique sur la végétation ombrophile de l'île de Tahiti (Polynésie française)

Robin POUTEAU* et Jean-Yves MEYER**

* doctorant, Laboratoire de Géosciences du Pacifique Sud,
Université de Polynésie française, B.P. 6570, Faa'a
E-mail : robin.pouteau@upf.pf

** chargé de recherche, Délégation à la Recherche, B.P. 20981, Papeete
E-mail : jean-yves.meyer@recherche.gov.pf

Les scénarios climatiques les plus récents prévoient une augmentation de la température moyenne du globe entre **1.4°C et 6.4°C pour 2100** (IPCC, 2007). Ce réchauffement climatique aura un impact direct sur la biodiversité terrestre mondiale : migration chez les animaux, décalage des périodes de floraison chez les plantes, de reproduction chez les insectes et les oiseaux, invasion par des espèces animales et végétales. Un impact moins connu est celui de la modification de la répartition spatiale de la végétation en altitude, notamment dans l'étage subalpin et alpin (KRAJICK, 2004). Cette zone est extrêmement vulnérable en raison de sa surface réduite et de l'existence de nombreuses espèces endémiques fortement spécialisées, dites « orophiles », comme le célèbre Edelweiss *Leontopodium alpinum* (Composées) des Alpes. Un réchauffement moyen global de 3°C d'ici la fin du siècle **anéantirait 80% des refuges alpins soit la disparition d'un tiers à la moitié des plantes alpines dans le monde**, en particulier entre 200-300 plantes indigènes et endémiques de Nouvelle-Zélande (HALLOY & MARK, 2003).

Sur l'île de Tahiti ce réchauffement observé sur la période 1958-2002 à Faa'a sur la côte ouest est de 0.0343°C par an (LAURENT *et al.*, 2004). Si l'on suppose que cette augmentation se fera de façon linéaire dans le temps, il est à prévoir une augmentation de température d'environ **1.4°C en 2050 et 3.1°C en 2100**.

La végétation ombrophile est l'étage supérieur des séries de végétation naturelle observées dans les îles tropicales de Polynésie française, du Pacifique et de la ceinture inter-tropicale en général. Elle comprend les forêts ombrophiles d'altitude (ou « forêts de nuages ») et la zone subalpine (végétation de « crêtes et maquis sommitaux », FLORENCE, 1993), cette dernière étant uniquement trouvée à Tahiti au delà de 1800 m (MEYER & TAPUTUARAI, 2006 ; MEYER sous presse). Les forêts de nuages (appelées « Tropical Montane Cloud Forests » par les anglo-saxons) sont caractérisées par une pluviométrie moyenne de plus de 3000 mm par an et une hygrométrie élevée en raison de la ceinture nuage diurne persistante. Leur **limite inférieure est d'environ 900 m sur la côte ouest de Tahiti Nui et 500 m sur la côte est, et de 300 m sur la presqu'île de Tahiti Iti** (FLORENCE, 1993) et estimée à **600 m sur Moorea** (MEYER, obs. pers.).

En Polynésie française, les forêts de nuages sont trouvées dans 12 des 37 îles volcaniques hautes de la Société (Tahiti, Moorea, Raiatea, Tahaa, Huahine), des Marquises (Hiva Oa, Nuku Hiva, Ua Pou, Ua Huka, Tahuata, Fatu Hiva) et des Australes (Rapa). Elles occupent une surface totale supérieure à 8 000 hectares soit 3 % de la surface terrestre des îles de Polynésie française et hébergent entre 60 et 70 % des plantes endémiques dont 25 à 50 % sont strictement inféodées à ces milieux (MEYER, sous presse).

En montagne, le climat est également plus frais que sur le littoral. Or, la température de l'air est l'un des principaux facteurs contrôlant la distribution spatiale de la végétation et des processus écologiques clés comme l'évapotranspiration, la fixation et la minéralisation du carbone ou la productivité et la mortalité des plantes dans ces écosystèmes (RICHARDSON *et al.*, 2004). Pour cette raison, l'invasion par des plantes introduites naturalisées présentes dans les étages inférieurs de végétation (littoral, xérophile, mésophile et hydrophile) est limitée dans les zones ombrophiles qui demeurent encore relativement bien conservées (FOURDRIGNIEZ & MEYER, 2008). Un réchauffement climatique entraînerait une modification drastique des conditions écologiques abiotiques et biotiques caractéristiques des forêts de nuage et de la végétation subalpine en Polynésie française.

Dans les îles tropicales océaniques comme la Polynésie française, la diminution de température en fonction de l'altitude observée est de l'ordre de 0.5 à 0.6°C tous les 100 m (LOOPE & GIAMBELLUCA, 1998 ; LAURENT *et al.*, 2004), ce qui signifierait un déplacement des étages de végétation en altitude de **230 m en 2050 et de 515 m en 2100 !**

En utilisant la technique des séparateurs à vaste marge (ou SVM, VAPNIK, 1998), une classification a été réalisée à partir d'une image SPOT 5 de 2002 ayant 10 m de résolution (canaux vert, bleu, proche infrarouge et moyen infrarouge) pour cartographier les forêts ombrophiles de l'île de Tahiti. De part la composante oro-topographique prononcée de la distribution spatiale de la végétation des îles hautes polynésiennes, des données altimétriques ont été ajoutées pour affiner la classification. La précision moyenne de cette carte initiale est supérieure à 99%. Puis, la dynamique de retrait des forêts de nuage a été cartographiée au moyen du modèle suivant que nous avons développé :

$$H_t = H_i + \frac{t.k}{LR} \quad (1)$$

Où :

H_t = limite basse de la série ombrophile à un instant t (m)

H_i = limite basse initiale de la série ombrophile (m)

t = durée considérée (année)

k = coefficient d'augmentation de la température (0.0343°C.année⁻¹)

LR = constante de diminution de température en fonction de l'altitude ou « lapse rate » (0.006°C.m⁻¹)

Ce modèle simple (Figure 1) montre une **régression de la végétation ombrophile de 15 % en 2050 et 60% en 2100**, passant de 14 000 ha actuellement à 12 000 ha en 2050 et 5 500 ha en 2100 !

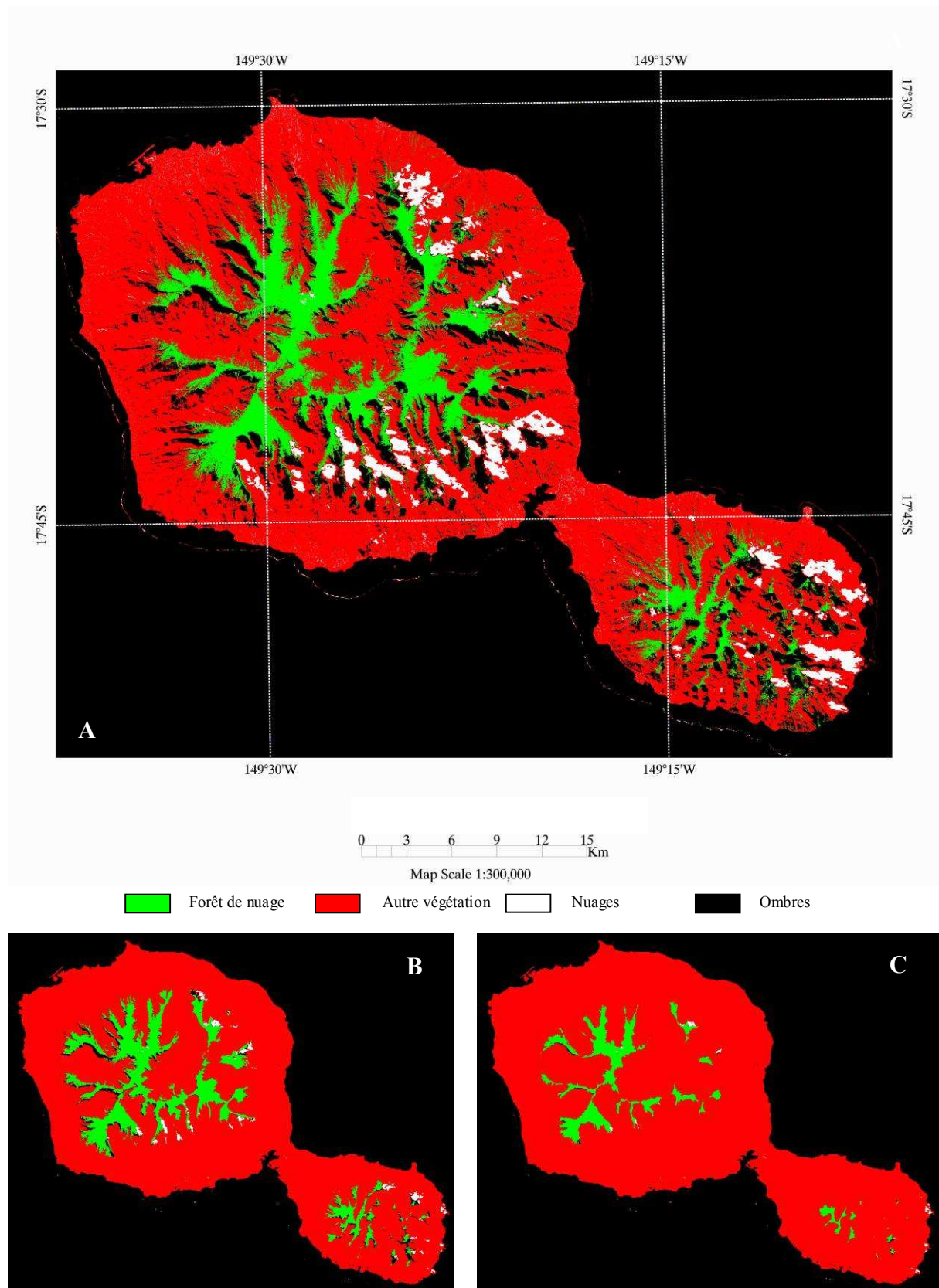


Figure 1: Modélisation de la dynamique de régression de la végétation ombrophile à Tahiti actuellement présente (A), en 2050 (B) et en 2100 (C) sous l'effet du réchauffement climatique.

Les conséquences écologiques potentielles du réchauffement climatique sur la végétation ombrophile de Polynésie française seraient donc :

- **l'extinction d'un habitat unique en Polynésie française, la zone subalpine tropicale**, uniquement localisée sur les monts Orohena (2241 m), Pito Hiti (2110 m) et Aorai (2066 m) et dont la superficie totale ne dépasse pas 125 ha (MEYER & TAPUTUARAI, 2006), et de toutes les espèces végétales et animales endémiques associées ;
- **une contraction d'aire pour les espèces végétales et animales indigènes et endémiques restreintes aux forêts de nuages** avec un risque accru d'extinction en raison de la fragmentation de leurs habitats naturels ;
- un accroissement d'aire pour certaines espèces végétales et animales des zones altitudinales plus basses, notamment les plantes introduites naturalisées (FOURDRIGNIEZ & MEYER, 2008) avec un **risque accru d'invasion biologique**.

De plus, la modification possible des précipitations moyennes annuelles avec des périodes de sécheresse accrues et/ou l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des cyclones (associés à des vents violents et des pluies torrentielles) serait un facteur aggravant pour l'intégrité de ces forêts de nuages en provoquant l'ouverture de la canopée, l'augmentation des chablis et des glissements de terrain, ce qui accélérerait l'invasion par des plantes allochtones (LOOPE & GIAMBELLUCA, 1998).

Les modèles climatologiques prévoient une réduction drastique de toutes les zones subalpines et alpines du globe. Du fait de leur spécialisation, de leurs habitats restreints et d'une impossibilité de migrer plus haut en altitude, les espèces orophiles sont donc particulièrement vulnérables. La régression de la végétation ombrophile d'altitude de Tahiti et de Moorea causée par le réchauffement climatique contribuerait à **augmenter l'érosion de la biodiversité terrestre en Polynésie française** déjà fortement atteinte par la déforestation, les incendies et les invasions biologiques par des plantes introduites.

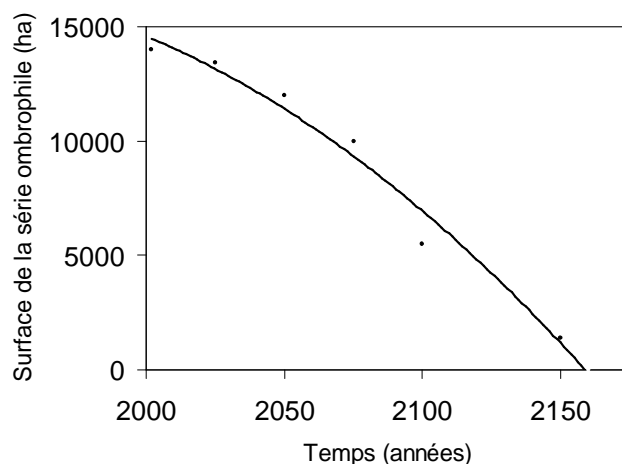


Figure 2 : Dynamique de régression de la surface de végétation ombrophile à Tahiti en fonction du temps (régression polynomiale : ordre 2, $r^2=0.98$, $n=6$).

Sans mesures de protection adaptées, les forêts d'altitude et le patrimoine d'intérêt biologique, patrimonial et économique qu'elles renferment auront probablement totalement disparues à l'horizon 2150 (Figure 2). L'une des mesures d'adaptation au changement climatique serait de protéger l'ensemble de la série ombrophile d'altitude des îles de Polynésie française (par classement en espaces naturels protégés), notamment les plus hauts sommets de Tahiti, qui constitueront à terme les **uniques refuges potentiels pour toutes les espèces végétales et animales endémiques des forêts de nuages de Polynésie française** !

REMERCIEMENTS

Nous remercions Benoît STOLL (Laboratoire de Geosciences du Pacific Sud -GePaSud- Université de la Polynésie française), pour l'accès aux données SPOT5 (propriété SPOT Images) acquises par le biais du programme ISIS du Centre National d'Etudes Spatiales CNES-Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

- FLORENCE, J. 1993. La végétation de quelques îles de Polynésie. Planches 54-55 in Atlas de la Polynésie française. Editions de l'ORSTOM, Paris.
- HALLOY, S.R.P. & MARK, A.F. 2003. Climate-Change Effects on Alpine Plant Biodiversity: A New Zealand Perspective on Quantifying the Threat. *Antarctic and Alpine Research* 35 (2): 248-254.
- FOURDRIGNIEZ, M. & MEYER, J.-Y. 2008. Liste et caractéristiques des plantes introduites naturalisées en Polynésie française. Contribution à la Biodiversité de Polynésie française N° 1, Délégation à la Recherche, Papeete.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. WMO, UNEP, www.ipcc.ch.
- LAURENT, V., MAAMAATUAIAHUTAPU, K., MAIAU, J. & VARNEY, P. 2004. Atlas climatologique de la Polynésie française. Météo-France, Direction interrégionale de Polynésie française, Papeete.
- LOOPE, L.L. & GIAMBELLUCA, T. 1998. Vulnerability of island tropical montane cloud forests to climate change, with special reference to East Maui, Hawaii. *Climatic Change* 39(2-3): 503-517.
- MEYER, J.-Y. & TAPUTUARAI, R. 2006. Impacts du changement climatique sur la biodiversité terrestre de Polynésie française : la végétation et la flore de la zone subalpine des hauts-sommets de Tahiti comme modèle d'étude. Point d'Etape sur la Recherche française dans le Pacifique, Université de Polynésie française, Tahiti, 9-12 octobre 2006 (Poster).
- MEYER, J.-Y. sous presse. Montane cloud forests on remote islands of Oceania: the example of French Polynesia (South Pacific Ocean). In BRUIJNZEEL, L. A., SCATENA, F. N., & HAMILTON, L. S. (eds.), *Mountains in the Mist: Science for Conserving and Managing Tropical Montane Cloud Forests*, Cambridge University Press.
- KRAJICK, K. 2004. Climate Change: All Downhill From Here? *Science* 303(5664): 1600-1602.
- RICHARDSON, A.D. 2004. Foliar chemistry of balsam fir and red spruce in relation to elevation and the canopy light gradient in the mountains of the northeastern United States. *Plant and Soil* 260: 291-299.
- VAPNIK, V.N. 1998. Statistical Learning Theory. New York: Wiley.