

NOTE TECHNIQUE

Diversité et répartition altitudinale des plantes vasculaires endémiques aux îles Marquises

Diversity and altitudinal distribution of vascular endemic plants on the Marquesas islands

par

Maruiti TEROROTUA & Jean-Yves MEYER (Dr.)

Délégation à la Recherche de la Polynésie française
B.P. 20981 Papeete, 98713 Tahiti

Synthèse (en français)

L'objectif de cette étude est d'analyser (1) la diversité et la répartition altitudinale des espèces végétales endémiques trouvées aux Marquises (un archipel composé de 10 îles volcaniques principales, dont la plus haute culmine à 1276 m) dans le cadre des études menées sur la connaissance et la conservation de la flore vasculaire des Marquises depuis 25 ans, du projet récent d'inscription de l'archipel au Patrimoine mondial de l'humanité par l'UNESCO comme site mixte (naturel et culturel); et (2) les impacts potentiels des changements climatiques sur la biodiversité terrestre de Polynésie française. Nous considérons que les espèces présentes dans une gamme d'altitude restreinte seront potentiellement plus vulnérables au réchauffement global que celles à distribution plus large, car elles sortiront alors de leur « enveloppe thermique »¹ et devront s'adapter plus rapidement.

Cette étude repose sur une liste de 190 plantes vasculaires (plantes à fleurs et fougères) endémiques (J. Florence, comm. pers. 2012) : il s'agit d'endémiques insulaires (c'est-à-dire restreintes à une seule île), d'endémiques archipélaires (uniquement trouvées aux Marquises) et d'endémiques de la Polynésie française (trouvées dans plusieurs archipels). Pour chaque espèce, nous avons déterminé la répartition altitudinale (c'est-à-dire l'altitude minimale et maximale) en se basant sur les données des échantillons d'herbier issus de deux bases de données botaniques accessibles sur Internet (« Base de données botaniques Nadeaud de l'Herbier de la Polynésie française » (Florence *et al.* 2007) et « Flora of the Marquesas » (Wagner & Lorence 2002)), des deux volumes publiés de la Flore de la Polynésie française (Florence 1997, 2004) et d'articles scientifiques récents faisant la révision de certains taxons endémiques des Marquises (Lorence & Wagner 2005, Lorence *et al.* 2007, Lorence & Wagner 2011).

Les résultats obtenus indiquent que :

(1) la richesse spécifique est la plus forte entre 600 et 1200 m d'altitude (67 % des espèces), avec un maximum d'espèces présentes dans la gamme d'altitude située entre 800-900 m, et

¹ définie ici comme la composante « température » de l'enveloppe bioclimatique (Pearson & Dawson 2003)

un minimum d'espèces entre 1200-1300 m. Cette dernière correspond à la petite zone sommitale du mont Temetiu à Hiva Oa, le plus haut sommet des Marquises (Fig. 1) ;

- (2) les espèces sont majoritairement (68 %) trouvées entre une et six gammes d'altitude (intervalles de 100 m), avec 20 espèces ne se retrouvant que dans une seule gamme d'altitude (Fig. 2) c'est-à-dire avec une répartition très restreinte et présentant vraisemblablement une forte spécialisation écologique ;
- (3) si l'on considère trois grandes classes d'altitude (0-600 m, 600-1100 m et 1100-1300 m), la moitié des espèces (48 %) sont trouvées entre 600 et 1100 m. Parmi ces espèces, la moitié (47%) est restreinte à cette seule gamme d'altitude (Fig. 3).

Figure 1 : Répartition des espèces endémiques aux Marquises en fonction de l'altitude. Une espèce peut être retrouvée dans plusieurs gammes d'altitude (intervalles de 100 m).

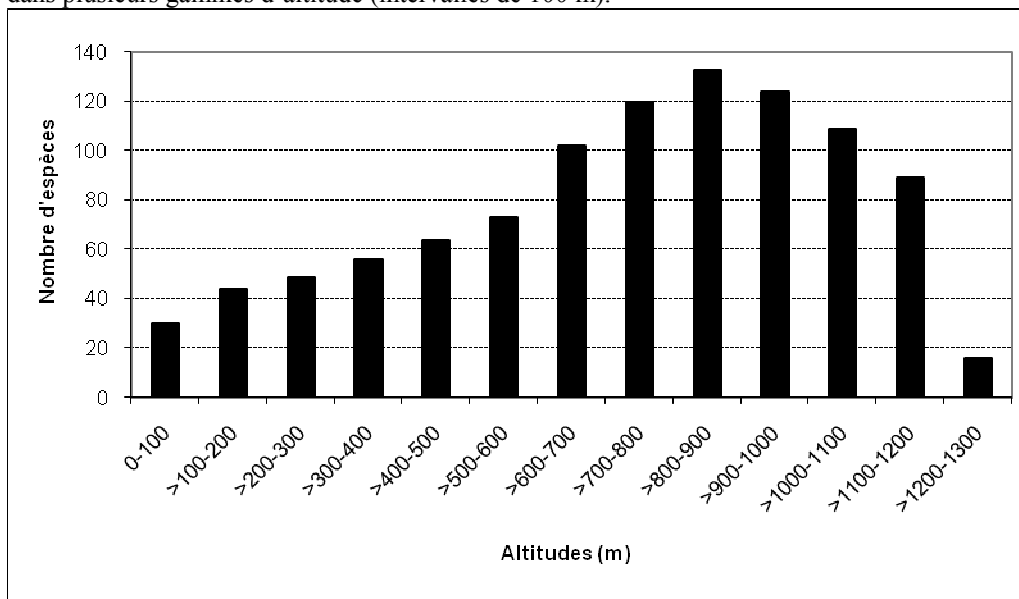


Figure 2 : Répartition des espèces endémiques selon leur présence dans une ou plusieurs gammes d'altitude (intervalles de 100 m). A titre d'exemple, 20 espèces ne sont retrouvées que dans une seule gamme d'altitude et une seule espèce est présente dans 13 gammes différentes soit dans l'ensemble de la répartition altitudinale considérée.

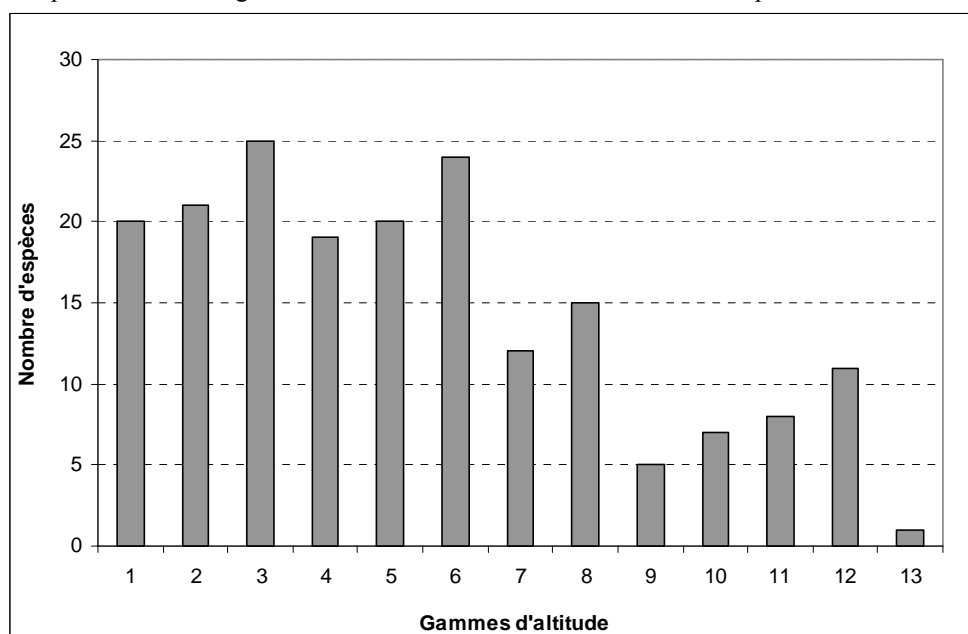
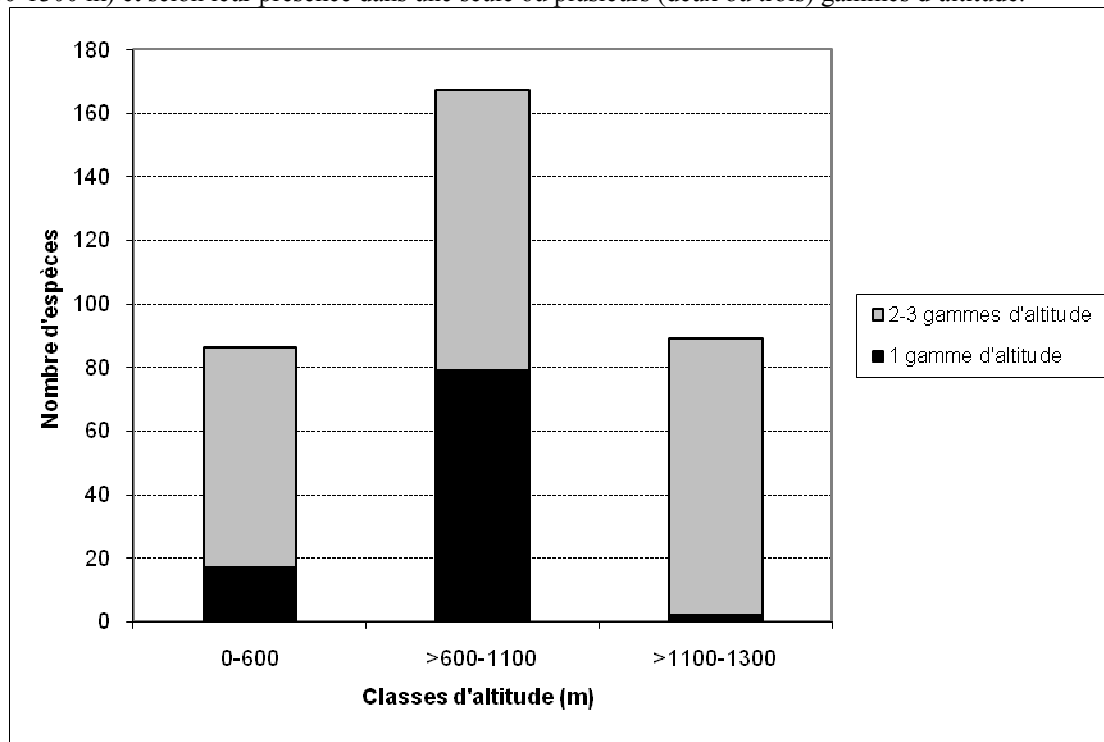


Figure 3 : Répartition des espèces endémiques en fonction de trois grandes classes d'altitude (0-600 ; > 600-1100 ; > 1100-1300 m) et selon leur présence dans une seule ou plusieurs (deux ou trois) gammes d'altitude.



Une modélisation effectuée sur l'île de Tahiti (Pouteau *et al.* 2010) prévoit un déplacement vertical des étages de végétation de l'ordre de 220 m par rapport à la répartition actuelle, d'ici à 2050 (avec une élévation de température estimée à +1,4°C), et de 490 m en 2100 (+3,1°C). Si ces prévisions s'appliquent aux Marquises, nos résultats indiquent que deux espèces endémiques restreintes à une unique classe d'altitude comprise entre 1100 et 1300 m (Fig. 3) sont susceptibles de disparaître avec le réchauffement climatique en 2050 : *Melicope perlmanii* et *M. tekaoensis* (Rutaceae). Ces deux espèces endémiques insulaires (la première est uniquement trouvée à Hiva Oa sur le mont Temetiu où elle est extrêmement rare, la seconde à Nuku Hiva sur la crête sommitale menant au mont Tekao (1224 m), Meyer *et al.* 2012) devront faire l'objet d'un suivi régulier et de mesures de conservation particulières.

Dans la perspective d'un déplacement vertical de 490 m en altitude en 2100, parmi les 79 espèces comprises entre 600 et 1100 m et menacées de disparition, ce sont 16 espèces (12 plantes à fleurs et 4 fougères) restreintes à une seule gamme d'altitude (intervalle de 100 m) qui seront vraisemblablement les plus vulnérables (Tab. 1). L'île de Fatu Hiva, avec 6 espèces endémiques insulaires (sur 16 espèces, soit 38%), apparaît donc comme un site particulièrement sensible sur un long terme.

Les résultats de cette étude préliminaire montrent l'importance, en termes de richesse spécifique et de nombre d'espèces restreintes à une gamme d'altitude donnée, de la zone de végétation comprise entre 600 et 1200 m aux îles Marquises qui correspond aux forêts ombrophiles de montagne ou « forêts de nuages » (Meyer 2010). Les priorités de conservation de la flore vasculaire endémique des Marquises dans la perspective d'un réchauffement climatique associé à un déplacement vertical des étages de la végétation sont, au niveau taxonomique, les espèces endémiques insulaires appartenant au genre *Melicope* (Rutaceae), et au niveau écogéographique, les forêts de nuages de l'île de Fatu Hiva.

Tableau 1 : Liste et caractéristiques des 16 espèces endémiques trouvées entre 600 et 1100 m et restreintes à une seule gamme d'altitude (intervalle de 100 m), les plus susceptibles de disparaître d'ici 2100.

Nom scientifique	Famille	Statut biogéographique	île	Répartition altitudinale (m)
<i>Apetahia seigeli</i>	Campanulaceae	Endémique insulaire	Fatu Hiva	> 600-700
<i>Bidens jardiinii</i>	Asteraceae	Endémique archipélaire	Hiva Oa, Nuku Hiva	> 600-700
<i>Coprosma fatuhivaensis</i>	Rubiaceae	Endémique insulaire	Fatu Hiva	> 800-900
<i>Cyathea societatum</i>	Cyatheaceae	Endémique Polynésie fra.	Marquises, Société	> 800-900
<i>Cyrtandra revoluta</i>	Gesneriaceae	Endémique insulaire	Fatu Hiva	> 800-900
<i>Grammitis multiblepharis</i>	Grammitidaceae	Endémique archipélaire	Nuku Hiva, Ua Pou	> 1000-1100
<i>Kadua lucei</i>	Rubiaceae	Endémique insulaire	Fatu Hiva	> 900-1000
<i>Lepinia marquisensis</i>	Apocynaceae	Endémique insulaire	Fatu Hiva	> 600-700
<i>Melicope fatuhivensis</i>	Rutaceae	Endémique insulaire	Fatu Hiva	> 800-900
<i>Meryta pastoralis</i>	Araliaceae	Endémique insulaire	Hiva Oa	> 900-1000
<i>Pellionia sp. nov.</i>	Urticaceae	Endémique insulaire	Hiva Oa	> 1000-1100
<i>Pennisetum marquisense</i>	Poaceae	Endémique insulaire	Nuku Hiva	> 600-700
<i>Psychotria adamsonii</i>	Rubiaceae	Endémique insulaire	Ua Pou	> 700-800
<i>Psychotria temetiuiensis</i>	Rubiaceae	Endémique insulaire	Hiva Oa	> 800-900
<i>Pteris hivaensis</i>	Pteridaceae	Endémique insulaire	Hiva Oa	> 900-1000
<i>Rhynchospora sclerioides</i> <i>var. marquisensis</i>	Cyperaceae	Endémique archipélaire	Hiva Oa, Nuku Hiva, Ua Pou	> 800-900

Il faut néanmoins signaler que la capacité d'adaptation d'une espèce au réchauffement climatique, c'est-à-dire sa faculté de suivre le déplacement en altitude de son « enveloppe thermique », dépend également de sa biologie (capacités de reproduction et de dispersion : stratégie K *versus* stratégie r), de sa démographie (abondance dans une petite gamme d'altitude *versus* rareté dans une grande gamme d'altitude), de sa résilience face aux autres perturbations anthropiques (plantes envahissantes, feux, herbivorie, etc.) et de la surface et la fragmentation des habitats disponibles dans la gamme d'altitude occupée.

Remerciements

Nous remercions Jacques Florence (IRD détaché au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris) pour la communication de la liste des plantes vasculaires endémiques présentes aux Marquises et Robin Pouteau (The Bio-Protection Center, Lincoln University, Christchurch, Nouvelle-Zélande) pour ses corrections, ses commentaires pertinents, ainsi que pour la correction de la synthèse en anglais.

Références

- Florence, J. 1997. *Flore de la Polynésie Française, Volume 1*. Editions de l'ORSTOM, Paris.
- Florence, J. 2004. *Flore de la Polynésie Française, Volume 2*. IRD Editions, Paris.
- Lorence, D. H. & Wagner, W. L. 2011 (eds.). *Introduction to botany of the Marquesas Islands: new taxa, combinations and revisions*. PhytoKeys 4, Special Issue. <http://www.phytokeys.com>
- Florence J., Chevillotte H., Ollier C. & Meyer J.-Y. 2007. Base de données botaniques Nadeaud de l'Herbier de la Polynésie française (PAP). <http://www.herbier-tahiti.pf>
- Lorence, D. H. & Wagner, W. L. 2005. A revision of *Psychotria* (Rubiaceae) in the Marquesas Islands (French Polynesia). *Allertonia* 9(1): 1-37.

- Lorence, D. H., Wagner, W. L., Mouly, A. & Florence, J. 2007. Revision of *Ixora* (Rubiaceae) in the Marquesas Islands (French Polynesia). *Botanical Journal of the Linnean Society* 155: 581-597.
- Meyer, J.-Y. 2010. Montane cloud forests on remote islands of Oceania: the example of French Polynesia (South Pacific Ocean). Pp. 121-129 in L.A. Bruijnzeel, F.N. Scatena & L.S. Hamilton (eds.) *Tropical Montane Cloud Forests*. Science for Conservation and Management. Cambridge University Press.
- Meyer, J.-Y., Boisselier, M.-C., Taputuarai, R. & Florence, J. 2012. Caractérisation taxinomique, phylogénétique et écologique des espèces endémiques de *Melicope* (Rutaceae), *Alyxia* (Apocynaceae) et *Wikstroemia* (Thymeleaceae) aux îles Marquises. Rapport final d'étude. Délégation à la Recherche, Papeete, 14 pages.
- Pouteau, R., Meyer, J.-Y., Taputuarai, R. & Stoll, B. 2010. La fonte de la biodiversité dans les îles : modélisation de l'impact du réchauffement global sur la végétation orophile de Tahiti, *Vertigo, La revue électronique en sciences de l'environnement* 10(3): 1-10. <http://vertigo.revues.org/10580>
- Wagner, W. L. & Lorence, D. H. 2002. Flora of the Marquesas Islands website. <http://botany.si.edu/pacificislandbiodiversity/marquesasflora/index.htm>

*
* *

Synthesis (in english)

The main goal of this short paper is to study (1) the diversity and altitudinal distribution of the vascular endemic plants found in the Marquesas, an archipelago comprising 10 main volcanic islands, with a highest summit reaching 1276 m (4186 ft); and (2) the potential impacts of global warming on the terrestrial biodiversity of French Polynesia. This study is part of a research program on the knowledge and conservation of the vascular flora of the Marquesas conducted for the past 25 years and the current project to classify the Marquesas as a UNESCO World Heritage Site (mixed site, both natural and cultural). We assume that species restricted to a narrow elevation range are more vulnerable to global warming than the more generalist species because they will be extirpated from their “thermic envelope”² and thus will need to adapt faster.

This study is based on a list of 190 endemic vascular plants (flowering plants and ferns) (J. Florence, pers. comm., 2012): they can be island endemics (i.e. found only on one island), archipelago endemics (the Marquesas) or endemic to French Polynesia (found in several archipelagoes). For each species, the altitudinal distribution (minimum and maximum elevation) was determined using herbarium samples accessible from two database websites (“Nadeaud database of the French Polynesia Herbarium” (Florence *et al.* 2007) and “Flora of the Marquesas” (Wagner & Lorence 2002)), two published volumes of the Flora of French Polynesia (Florence 1997, 2004) and recent scientific articles revising some Marquesan endemic taxa (Lorence & Wagner 2005, Lorence *et al.* 2007, Lorence & Wagner 2011).

² Defined by the temperature component of the “bioclimate envelop” (Pearson & Dawson 2003)

Our results show that:

- (1) the species richness is higher between 600 m and 1200 m (67% of the species), with a maximum number of species in the 800-900 m altitudinal class, and a minimum between 1200 m and 1300 m, which corresponds to the summit of Mount Temetiu on Hiva Oa, the highest mountain of the Marquesas ([Fig. 1](#));
- (2) most of the species (68%) are found between one and six altitudinal classes (one class equals an elevation range of 100 m), with 20 species belonging to one single altitudinal class, i.e. with a very restricted distribution ([Fig. 2](#));
- (3) if three main elevation ranges (0-600 m, 600-1100 m and 1100-1300 m) are considered, half (48%) of all endemic species are found between 600-1100 m, with half of them (47%) restricted to a single altitudinal class ([Fig. 3](#)).

A model run on the island of Tahiti (Pouteau *et al.* 2010) predicts a vertical shift of the vegetation of 220 m in 2050 (with an estimated temperature rise of +1.4°C) and 490 m in 2100 (+3.1°C). If those predictions apply to the Marquesas, two endemic species strictly restricted to a single altitudinal class and comprised between 1100 m and 1300 m ([Fig. 3](#)) are susceptible to be driven to extinction by global warming in 2050 : *Melicope perlmanii* and *M. tekaoensis* (Rutaceae). Those two island endemic plants (the first is found only found on Hiva Oa on Mount Temetiu where it is extremely rare, and the second on Nuku Hiva on the summit ridge leading to Mount Tekao at 1226 m, Meyer *et al.* 2012) will need specific and regular monitoring and particular conservation programs.

Among the 79 species found between 600 m and 1100 m, a total of 16 species (12 flowering plants and 4 ferns) restricted to a single altitudinal class (100 m intervals) is more vulnerable and prone to extinction if we consider an estimated vegetation shift of 490 m in 2100 ([Tab. 1](#)). Fatu Hiva, with 6 island endemic species (out of the 16 species, i.e. 38%), appears to be a particularly sensitive site over the long term.

Figure 1: Altitudinal distribution of endemic vascular species in the Marquesas. One species can be found in several altitudinal classes.

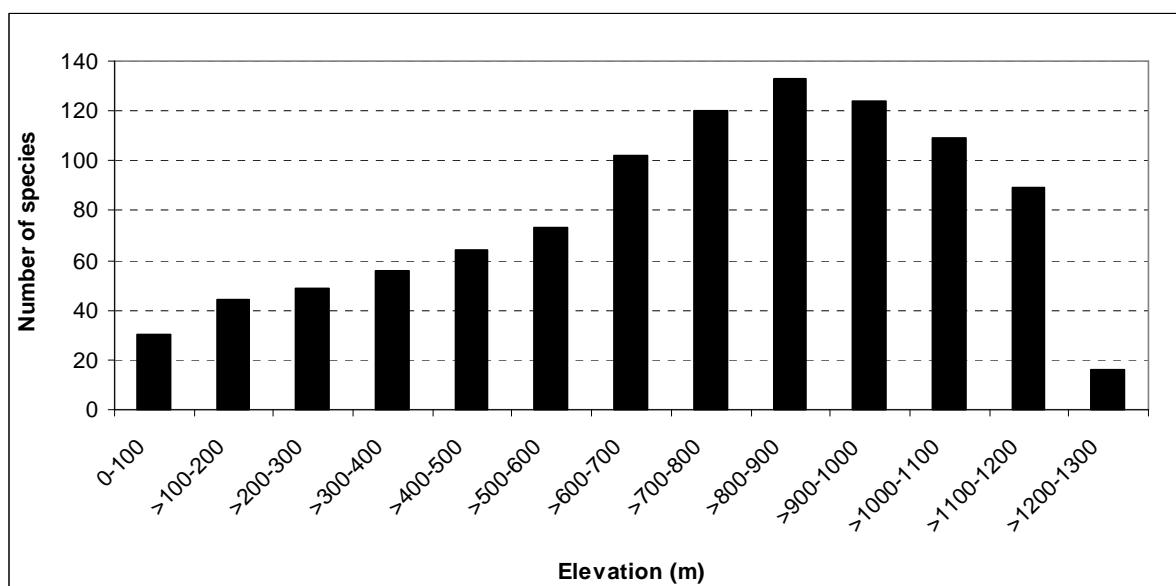


Figure 2: Species distribution according to the number of altitudinal classes in which they are found (one class equals 100 m). For example, 20 species are found in a single altitudinal class, and a single species is found in 13 classes, i.e. the whole distribution range.

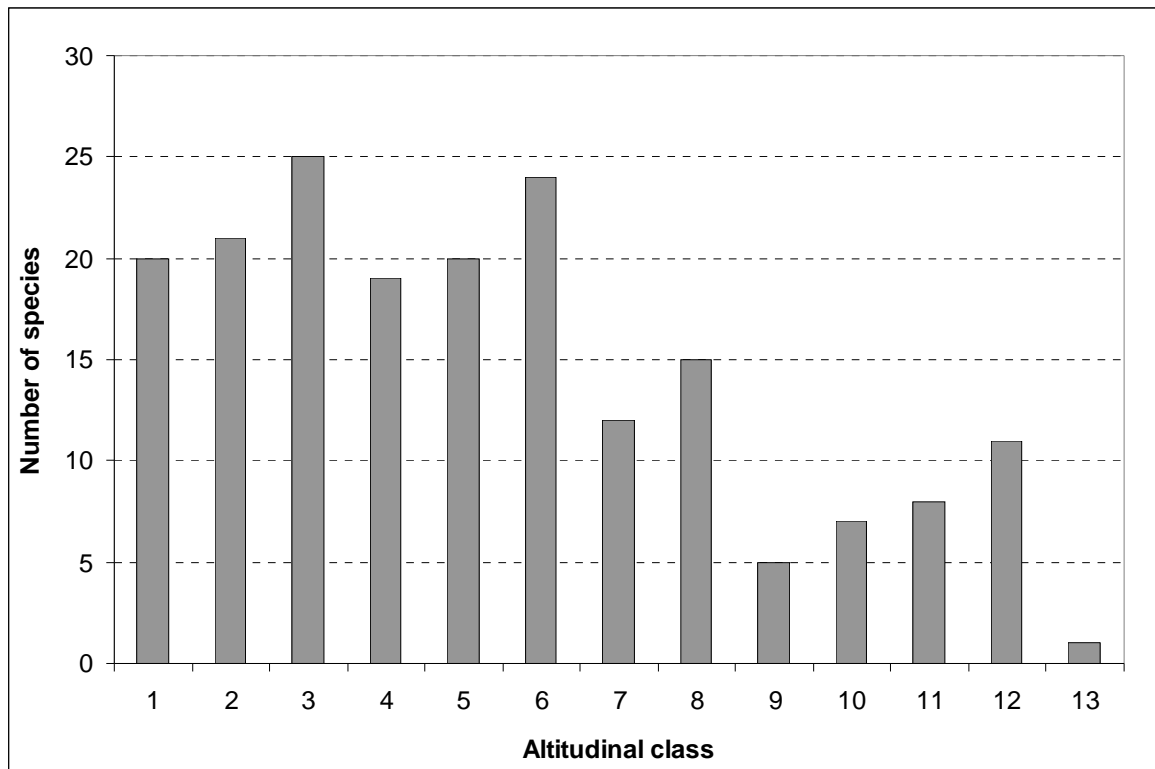


Figure 3: Distribution of the species according to three main elevation ranges (0-600; > 600-1100; > 1100-1300 m) and their presence in one or several (two or three) altitudinal classes.

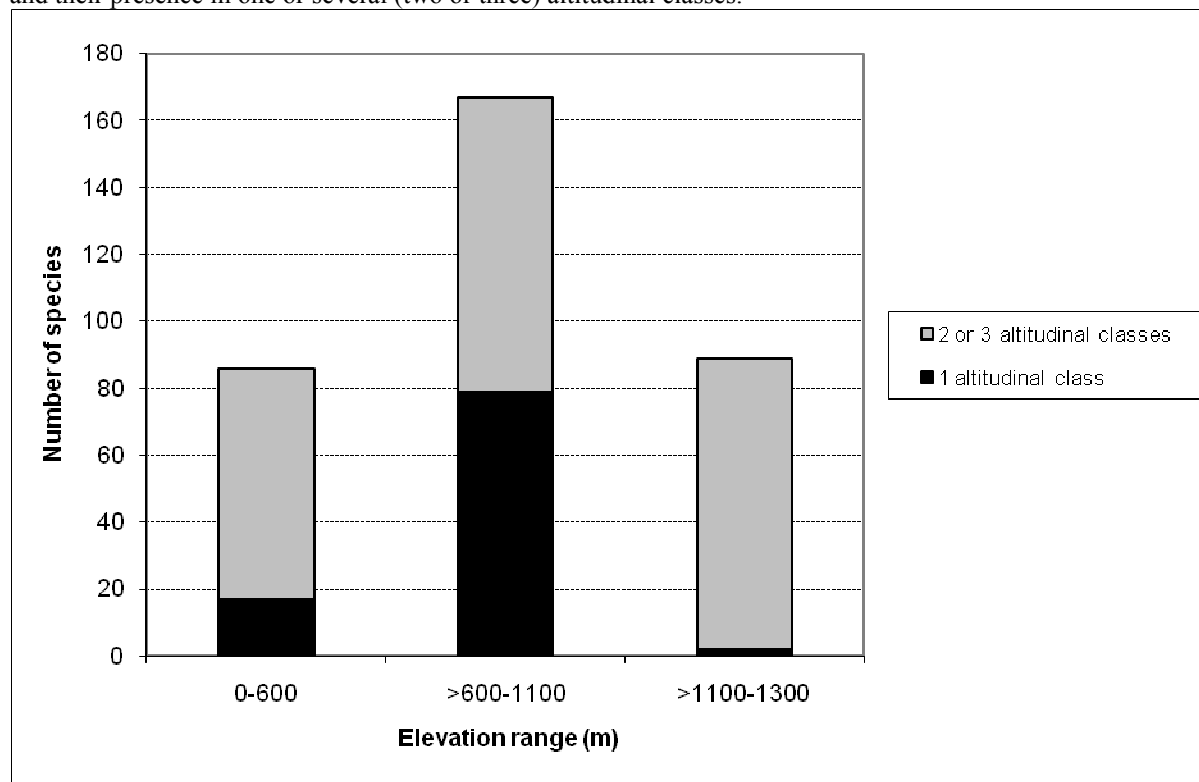


Table 1: List and characteristics of the 16 endemic species found between 600-1100 m and restricted to a single altitudinal class (100 m intervals), making them more prone to extinction in 2100.

Scientific name	Family	Biogeographical status	Island	Elevation range (m)
<i>Apetahia seigelii</i>	Campanulaceae	Island endemic	Fatu Hiva	> 600-700
<i>Bidens jardinii</i>	Asteraceae	Archipelago endemic	Hiva Oa, Nuku Hiva	> 600-700
<i>Coprosma fatuhivaensis</i>	Rubiaceae	Island endemic	Fatu Hiva	> 800-900
<i>Cyathea societorum</i>	Cyatheaceae	French Polynesia endemic	Marquises, Société	> 800-900
<i>Cyrtandra revoluta</i>	Gesneriaceae	Island endemic	Fatu Hiva	> 800-900
<i>Grammitis multiblepharis</i>	Gramittidaceae	Archipelago endemic	Nuku Hiva, Ua Pou	> 1000-1100
<i>Kadua lucei</i>	Rubiaceae	Island endemic	Fatu Hiva	> 900-1000
<i>Lepinia marquisensis</i>	Apocynaceae	Island endemic	Fatu Hiva	> 600-700
<i>Melicope fatuhivensis</i>	Rutaceae	Island endemic	Fatu Hiva	> 800-900
<i>Meryta pastoralis</i>	Araliaceae	Island endemic	Hiva Oa	> 900-1000
<i>Pellionia sp. nov.</i>	Urticaceae	Island endemic	Hiva Oa	> 1000-1100
<i>Pennisetum marquisense</i>	Poaceae	Island endemic	Nuku Hiva	> 600-700
<i>Psychotria adamsonii</i>	Rubiaceae	Island endemic	Ua Pou	> 700-800
<i>Psychotria temetiuensis</i>	Rubiaceae	Island endemic	Hiva Oa	> 800-900
<i>Pteris hivaoaensis</i>	Pteridaceae	Island endemic	Hiva Oa	> 900-1000
<i>Rhynchospora sclerioides var. marquisensis</i>	Cyperaceae	Archipelago endemic	Hiva Oa, Nuku Hiva, Ua Pou	> 800-900

By relating species richness with altitudinal distribution, this preliminary study shows the ecological importance of the 600-1200 m vegetation zone i.e. the montane forests or « cloud forests » (Meyer, 2010). Conservation priorities for the vascular endemic flora of the Marquesas in the context of global warming should focus, at the taxonomical level, on the species belonging to the genus *Melicope* (Rutaceae), and, at the eco-geographical level, to the cloud forests of Fatu Hiva.

However, species adaptability to global warming, i.e. their ability to follow the rise of their « thermic envelop », will also depend on their biology (dispersal abilities, *K versus r* strategy for instance), demography (common in a restricted elevation range *versus* rare in a wide range), resilience to other anthropogenic disturbances (invasive plants, fires, herbivory, etc.), and the surface and fragmentation of the habitats available in the occupied elevation range.

Acknowledgements

We thank Jacques Florence (IRD, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris) for providing the list of the vascular endemic plants in the Marquesas, and Robin Pouteau (The Bio-Protection Centre, Lincoln University, Christchurch, New Zealand) for his review, relevant comments, and for the revision of the English version.

References

- Florence, J. 1997. *Flore de la Polynésie Française, Volume 1*. Editions de l'ORSTOM, Paris.
- Florence, J. 2004. *Flore de la Polynésie Française, Volume 2*. IRD Editions, Paris.
- Lorence, D. H. & Wagner, W. L. 2011 (eds.). *Introduction to botany of the Marquesas Islands: new taxa, combinations and revisions*. *PhytoKeys* 4, Special Issue. <http://www.phytokeys.com>
- Florence J., Chevillotte H., Ollier C. & Meyer J.-Y. 2007. Base de données botaniques Nadeaud de l'Herbier de la Polynésie française (PAP). <http://www.herbier-tahiti.pf>
- Lorence, D. H. & Wagner, W. L. 2005. A revision of *Psychotria* (Rubiaceae) in the Marquesas Islands (French Polynesia). *Allertonia* 9(1):1-37.
- Lorence, D. H., Wagner, W. L., Mouly, A. & Florence, J. 2007. Revision of *Ixora* (Rubiaceae) in the Marquesas Islands (French Polynesia). *Botanical Journal of the Linnean Society* 155 : 581-597.
- Meyer, J.-Y. 2010. Montane cloud forests on remote islands of Oceania: the example of French Polynesia (South Pacific Ocean). Pp. 121-129 in L.A. Bruijnzeel, F.N. Scatena & L.S. Hamilton (eds.) *Tropical Montane Cloud Forests*. Science for Conservation and Management. Cambridge University Press.
- Meyer, J.-Y., Boisselier, M.-C., Taputuarai, R. & Florence, J. 2012. Caractérisation taxinomique, phylogénétique et écologique des espèces endémiques de *Melicope* (Rutaceae), *Alyxia* (Apocynaceae) et *Wikstroemia* (Thymeleaceae) aux îles Marquises. Rapport final d'étude. Délégation à la Recherche, Papeete, 14 pages.
- Pearson, R. G. & Dawson, T. P. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimatic envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography* 12: 361-371.
- Pouteau, R., Meyer, J.-Y., Taputuarai, R. & Stoll, B. 2010. La fonte de la biodiversité dans les îles : modélisation de l'impact du réchauffement global sur la végétation orophile de Tahiti, *VertigO, La revue électronique en sciences de l'environnement* 10(3) : 1-10. <http://vertigo.revues.org/10580>
- Wagner, W. L. & Lorence, D. H. 2002. Flora of the Marquesas Islands website. <http://botany.si.edu/pacificislandbiodiversity/marquesasflora/index.htm>

*

* *