

# TAUX DE MORTALITÉ ET CAUSES DE DISPARITION DE *APETAHIA RAIATEENSIS* (CAMPANULACEAE), UNE PLANTE ENDÉMIQUE DE L'ÎLE DE RAIATEA (POLYNÉSIE FRANÇAISE)

Frédéric A. JACQ<sup>1</sup> & Jean-Yves MEYER<sup>2</sup>

**SUMMARY.**— *Mortality rate and extinction causes of Apetahia raiateensis (Campanulaceae), an endemic plant to the island of Raiatea (French Polynesia).*— Identifying the causes of extinction and their intensity is a prerequisite to define the status of species conservation and to set up efficient and effective conservation plans. *Apetahia raiateensis* H. Baillon (Campanulaceae), an endemic shrub on three trachytic plateaus of the island of Raiatea (Society Islands), is a legendary plant in Polynesian culture and a legally protected species in French Polynesia. Systematic inventories were conducted on the plateaus Te mehani 'ute'ute (94 ha), Te mehani rahi (202 ha) and Te vaihue (12 ha) to assess populations (882 plants in 2009), to map the species, and to compare with previous inventories performed in 1995. 81 accessible plants and 820 of their stems were monitored on Te mehani rahi between 2009 and 2011, in order to quantify and understand the reasons of the species rapid extinction. The inventories revealed a rate of disappearance to be respectively of 74 % on Te mehani 'ute'ute (1995-2006) and of 76 % on Te mehani rahi (1995-2009). The plants are currently found in subpopulations restricted on the borders of the plateaus and on cliffs. After 18 months of follow-up, 41 out of 57 reproductive plants (72 %) and 219 stems were attacked by rats (*Rattus spp.*) and 9 reproductive plants and 133 stems were found dead. In addition, 31 % of these reproductive plants had 29 stems broken by people. Among the wilted stems with unknown causes, half (55 stems on 15 plants) might be related to the cyclone that hit Raiatea in 2010. The species habitat is also threatened by feral pigs and by the invasion of twelve naturalized alien plants. Our results support the classification of *Apetahia raiateensis* in the « critically endangered » category (CR) of IUCN. Rat control trials using baits around plants are currently conducted on Te mehani rahi, together with *in situ* propagation from seeds, for the recovery of this species of scientific and cultural heritage values.

**RÉSUMÉ.**— L'identification des causes d'extinction des espèces et de leur intensité est indispensable pour définir leur statut de conservation et pour la mise en place de programmes de conservation appropriés et efficaces. Arbuste endémique de trois plateaux trachytiques sur l'île de Raiatea (archipel de la Société), *Apetahia raiateensis* H. Baillon (Campanulaceae) est une plante légendaire dans la culture polynésienne et une espèce protégée par la réglementation de Polynésie française. Deux inventaires systématiques sur les plateaux Te mehani 'ute'ute (94 ha), Te mehani rahi (202 ha) et Te vaihue (12 ha) ont permis de recenser les populations (882 individus en 2009), de les cartographier et les comparer aux inventaires de 1995. Un suivi entre 2009 et 2011 de 81 individus accessibles et de leurs 820 rameaux a été effectué sur Te mehani rahi afin de mieux quantifier et comprendre les causes de sa disparition rapide. Les inventaires diachroniques ont révélé un taux de disparition de 74 % sur Te mehani 'ute'ute (1995-2006) et de 76 % sur Te mehani rahi (1995-2009). Les individus se retrouvent actuellement en petites sous-populations confinées en bordure des plateaux et sur les falaises. Au terme des 18 mois de suivi, 41 des 57 plants reproducteurs (72 %) et 219 rameaux ont été attaqués par les rats (*Rattus spp.*) et 9 plants reproducteurs ainsi que 133 rameaux sont morts. 31 % des reproducteurs ont eu 29 rameaux cassés par l'homme. Parmi les rameaux flétris de causes inconnues, la moitié (55 rameaux sur 15 individus) pourrait être liée au cyclone ayant touché Raiatea en 2010. L'habitat de l'espèce est également menacé par les cochons ensauvagés et par l'invasion de douze plantes introduites naturalisées. Les résultats obtenus permettent de proposer *Apetahia raiateensis* dans

---

<sup>1</sup> Consultant-Ingénieur écologue, B.P. 141260, 98701 Arue, Tahiti, Polynésie française. E-mail : jacq\_fred@hotmail.com

<sup>2</sup> Délégation à la Recherche, Gouvernement de la Polynésie française, B.P. 20981 Papeete, Tahiti, Polynésie française. E-mail : jean-yves.meyer@recherche.gov.pf

la catégorie « gravement menacée d'extinction » (CR) de l'UICN. Des essais de dératisation ponctuelle autour des individus par empoisonnement et de multiplication *in situ* à partir de graines sont en cours sur le plateau Te mehani rahi afin de sauvegarder cette espèce d'intérêt scientifique et de valeur culturelle et patrimoniale.

---

L'identification des causes exactes de raréfaction, d'extirpation voire d'extinction des espèces, et l'évaluation de leur intensité, sont des phases indispensables pour la définition du statut de conservation des espèces (IUCN, 2011) et pour la mise en place de programmes de conservation appropriés et efficaces (Given, 1995 ; Hamilton & Hamilton, 2006). Elles permettent de définir et d'orienter les modes de gestion permettant de réduire ou d'atténuer ces menaces, qu'elles soient naturelles ou anthropiques, directes (surexploitation des ressources, déforestation, par exemple) ou indirectes (invasions biologiques, changements globaux par exemple), mais également d'évaluer la faisabilité, l'efficacité à court, moyen et long terme et le rapport coût/bénéfice des actions de conservation entreprises. Les taux de disparition des individus (« mortalité ») et des populations (« extirpation ») sont paradoxalement rarement connus avant le classement des espèces et le lancement de projets de sauvegarde.

Parmi les quelque 551 espèces endémiques de Polynésie française sur une flore vasculaire comprenant 885 espèces (Meyer & Florence, sous presse), *Apetahia raiateensis* H. Baillon (Campanulaceae), plus connu sous le nom tahitien de « Tiare 'apetahi » dans l'ensemble des îles de Polynésie française, est strictement endémique des hauts plateaux trachytiques de Raiatea (170,5 km<sup>2</sup>), une île océanique tropicale située dans l'archipel de la Société et distante de 200 km au nord-ouest de Tahiti (Fig. 1 & 2).

Du fait de la beauté de ses fleurs d'un blanc éclatant fleurissant toute l'année et des nombreuses légendes qui la célèbrent, cette campanulacée fait l'objet depuis plusieurs décennies de cueillettes excessives (Dodd, 1976 ; Meyer, 2008). La première étude portant sur *A. raiateensis* date de 1979 sur le plateau Te mehani 'ute'ute (Mondon, 1979) et y dresse une première carte de répartition de l'espèce. En 1995, des inventaires et une cartographie des populations des deux plateaux Te mehani furent effectués (Meyer, 1995). Ils purent notamment mettre en évidence la régression de l'aire de l'espèce de plus de 50 % depuis 1979 sur le plateau Te mehani 'ute'ute. Plante légendaire dans la culture polynésienne depuis un millénaire, *A. raiateensis* représente actuellement le symbole de la flore endémique menacée de disparition en Polynésie française (Meyer, 2008).

Suite à ces premiers constats, confirmés par les observations de botanistes de passage (Whisler, 1982 ; Fosberg, 1994), l'espèce fut proposée comme gravement menacée de disparition ou « CR » selon les catégories de l'Union International pour la Conservation de la Nature (Florence, 1996) et classée « protégée » par la réglementation en vigueur dans cette collectivité française d'outre-mer (Arrêté n° 296 CM du 18 mars 1996 selon la Délibération n° 95-257 AT du 14 décembre 1995 relative à la protection de la nature). Elle a été officiellement classée comme en danger d'extinction « E » dans la Liste rouge mondiale des espèces menacées (Walter & Gillett, 1998). Non réévaluée depuis, elle ne figure étonnamment plus sur cette liste (Hilton-Taylor, 2000 ; IUCN, 2011). Un premier plan de conservation a été initié en 2009 par la Direction de l'Environnement de Polynésie française (Jacq, 2009) reprenant les recommandations de Butaud & Meyer (2004). Ses priorités étaient la multiplication *in situ* de l'espèce par graines et la sauvegarde des populations naturelles, puis une étude démographique. Cette dernière nécessitait l'établissement d'une cartographie précise des individus, le suivi des effectifs et de la phénologie.

Cette étude a pour principaux objectifs d'identifier, voire quantifier, les causes de disparition de *A. raiateensis*, d'estimer le taux de mortalité des individus afin de pouvoir réévaluer son statut actuel de conservation pour la Liste rouge mondiale des espèces menacées et d'adapter le plan de conservation mis en place.

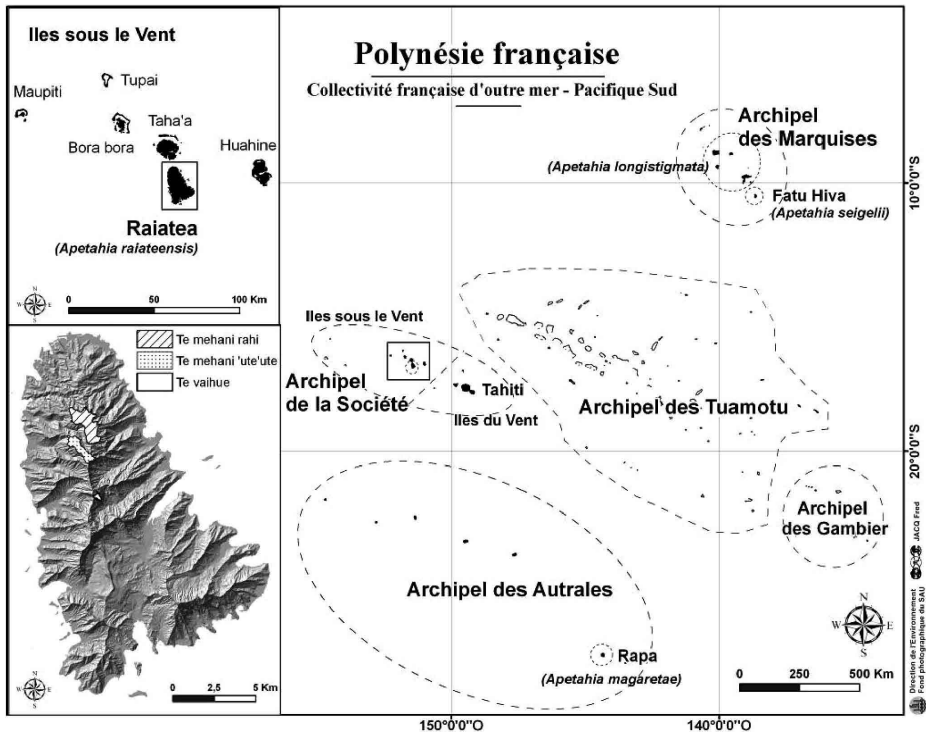


Figure 1.– Localisation des trois plateaux trachytiques, habitats de *Apetahia raiateensis*, sur l'île de Raiatea (Îles sous le Vent, archipel de la Société) et des différentes espèces du genre *Apetahia* en Polynésie française

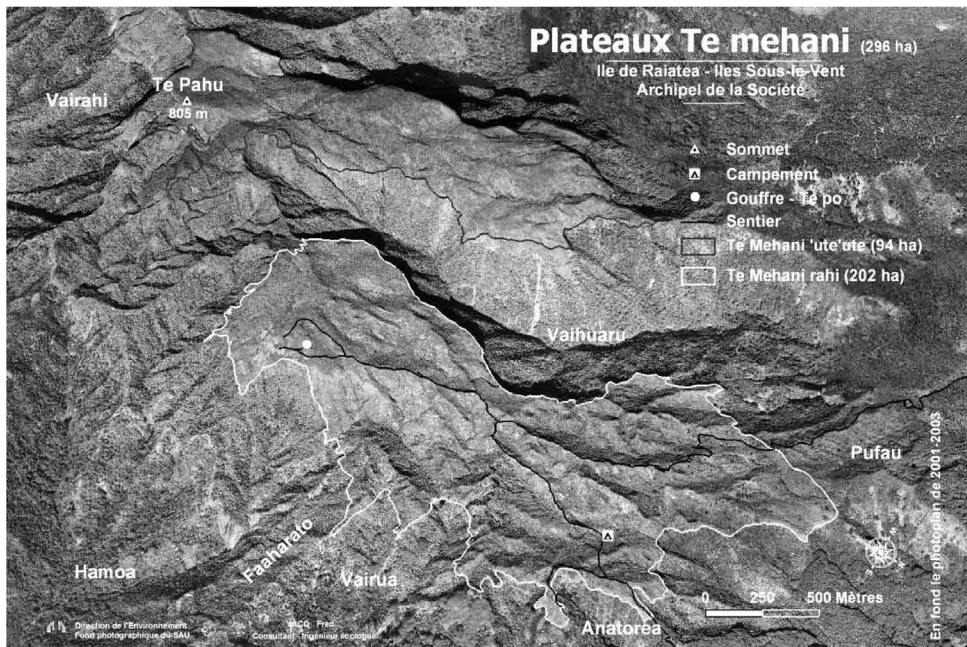


Figure 2.– Vue en 3 dimensions des plateaux Te mehani à Raiatea

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### DESCRIPTION DE L'ESPÈCE

L'espèce est citée pour la première fois en 1769 dans le journal de Sydney Parkinson, naturaliste embarqué lors du premier voyage autour du monde de James Cook (Dodd, 1976). Frederick D. Bennett (1840) fit la première description botanique suite à ses prospections en 1836 en la citant comme *Lobelia* sp. Mais c'est au chirurgien de la marine et collecteur Jean Vesco que l'on doit les premières récoltes connues sur le plateau du Te mehani rahi en 1847 (Smith, 1974). C'est à partir de ces premiers échantillons que *Apetahia raiateensis*, l'un des 11 genres endémiques de la Polynésie orientale, fut décrit par Henry Baillon (1882). Trois autres espèces de *Apetahia* aux répartitions disjointes (Fig. 1) furent ensuite découvertes puis décrites au 20<sup>ème</sup> siècle dans l'archipel des Marquises (*A. longistigmata* et *A. seigelii*) et à Rapa aux îles Australes (*A. margaretae*) (Brown, 1935 ; Wimmer, 1948 ; Florence, 1997).

*A. raiateensis* est un arbuste entre 0,25 et 2 m de hauteur, pouvant atteindre 9 cm de diamètre (Meyer, 1995, 2008, cette étude). Il possède des rameaux spongieux très fragiles et un latex blanc. Les feuilles sont simples, à marge dentée, alternes, et réunies à l'extrémité des rameaux (« rameau vert », par opposition avec la tige lignifiée dépourvue de feuilles). Ses fleurs zygomorphes unilabiées à 5 pétales sont d'un beau blanc crémeux sur la face supérieure, vert pâle sur la face inférieure, et inodores. Sa corolle mesure de 5 à 7 cm de haut comme sa largeur maximale (Fig. 3). La forme remarquable de sa fleur, « à cause de la fente longitudinale de la corolle qui la fait regarder d'un seul côté » (Nadeaud, 1873), est à l'origine de son nom tahitien « 'apetahi » puis du genre *Apetahia* décrit par Baillon (1882). Le fruit est une capsule plus ou moins lignifiée de 1 à 1,5 cm de long sur 0,5 cm de diamètre. Sa déhiscence se fait par deux valves apicales disséminant, par barochorie puis secondairement par hydrochorie, entre 100 et 200 graines millimétriques (obs. pers.).

### SITES D'ÉTUDE

Les plateaux du « Temehani » ou « Te mehani », avec le petit plateau Te vaihue (12 ha) situé à 1,7 km plus au Sud, couvrent un total de 308 ha (falaises exclues, Tab. I). Ces plateaux sont situés sur la chaîne montagneuse principale et centrale de l'île et s'élèvent entre 310 et 820 m d'altitude (Fig. 1 & 2). Ils proviennent d'une coulée de lave de nature trachytique postérieure au volcan bouclier basaltique âgé de 2,7 millions d'années (Blais *et al.*, 2004). Cette roche volcanique, plus riche en feldspaths alcalins, diffère également des basaltes par sa texture rugueuse et sa couleur blanchâtre. Ces plateaux sont isolés géographiquement par d'impressionnantes falaises et soumis à des vents fréquents et violents, une pluviométrie abondante de 4 à 5 m d'eau par an (Lafforgue & Robin, 1989). Ces conditions climatiques rigoureuses conduisent à la formation de sols ferralitiques sur roches trachytiques peu profonds (20 à 50 cm) et très sensibles à l'érosion (Jamet, 2000).



Figure 3.– Photographie d'un rameau fleuri de *Apetahia raiateensis* (« Tiare 'apetahi ») avec ses feuilles rassemblées au sommet de la tige (« rameau vert »).

Les plateaux du Te mehani sont majoritairement recouverts d'une végétation ombrophile d'altitude composée de landes ligneuses à Cyperaceae-*Metrosideros* spp. (Myrtaceae) et de fourrés à *Pandanus temehaniensis* (Pandanaeae), une espèce endémique des plateaux ne dépassant pas 5 m de hauteur (Fosberg, 1994 ; Meyer, 1995). Cette formation végétale de type montagnarde, exceptionnelle à cette altitude relativement basse, est vraisemblablement liée à des facteurs abiotiques particuliers (Papy, 1951). Les conditions écologiques particulières, associées à un isolement géographique et topographique important, ont permis le développement d'un fort taux d'endémisme avec la présence de 29 taxons uniques (soit environ 50 % des espèces endémiques connues de l'île de Raiatea, Jacq & Butaud, 2010).

Seul le plateau Te mehani rahi, principalement privé, est accessible en 30 minutes par deux pistes forestières carrossables puis par plusieurs sentiers de randonnée le parcourant. Le plateau Te mehani 'ute 'ute, domaine privé de la Polynésie française, a été classé en « aire de gestion des espèces et des habitats » en 2010 (Arrêté n° 350 CM du 19 mars 2010 selon le Code de l'Environnement de Polynésie française). Son accès, soumis à autorisation, n'est possible que par un seul sentier de randonnée (2 à 3 heures de marche) menant au bas du plateau. Le plateau privé Te vaihue, dont l'unique accès en une demi-journée est abrupt et risqué, ne fait état d'aucun sentier. *A. raiateensis* n'était connu, avant cette étude, que des deux plateaux Te mehani (Fig. 2).

## INVENTAIRE ET MESURES DES PLANTES

Deux inventaires systématiques ont été effectués sur les plateaux Te mehani rahi et Te vaihue (202 ha et 12 ha, maille de 200 m) et Te mehani 'ute 'ute (94 ha, maille de 100 m). Complétés par plusieurs prospections, ces recensements ont nécessité chacun 21 jours de terrain discontinus à trois personnes. Ils ont permis de dénombrer et de cartographier la majeure partie des individus. Les résultats sont ici comparés aux inventaires de 1995 menés pendant une semaine à quatre ou cinq personnes au Te mehani rahi et neuf jours à quatre ou cinq personnes au Te mehani 'ute'ute (Meyer, 1995).

Sur le plateau Te mehani rahi, un total de 81 individus accessibles ont été mesurés (diamètre au collet, hauteur, nombre de rameaux, nombre de plantules, nombre de rameaux attaqués, types d'attaques) (Tab. II).

## SUIVIS DES RAMEAUX

Afin de mieux quantifier et comprendre les causes de mortalité de *A. raiateensis*, les 820 rameaux de 81 plants accessibles ont été suivis annuellement entre novembre 2009 et avril 2011. Parmi eux, 496 rameaux répartis sur 37 individus ont fait l'objet d'un suivi bimensuel. Afin de ne pas trop perturber l'habitat sensible de l'espèce, ces suivis ont volontairement été assez espacés dans le temps et n'ont concerné que 8 stations sur 14 (Tab. II).

## IDENTIFICATION DES MAMMIFÈRES PRÉDATEURS

Des piégeages avec tapette à rats de type Victor ont été effectués sur les deux plateaux Te mehani pour identifier les différentes espèces de rongeurs présentes. Au Te mehani rahi, 30 tapettes à rats ont été posées durant 3 nuits d'affilées sur trois stations différentes entre février et mars 2010 (stations 2, 5 et 10). Au Te mehani 'ute'ute, 4 tapettes à rats ont été disposées autour de la zone du campement et aux sources de la vallée principale, au milieu du plateau, pendant 17 nuits entre août et octobre 2006. Sur Te mehani rahi, plateau le plus proche des habitations et davantage accessible, 15 pièges INRA et 15 tapettes Victor à souris ont été également posés pendant 3 nuits d'affilées sur chacune des deux stations étudiées en même temps (stations 2 et 10) pour vérifier la présence de la souris (*Mus musculus*). Les traces de cochon ensauvagé ou « feral » (*Sus scrofa*) ont également été relevées à proximité des stations (présence de sentes, fouissage).

TABLEAU I

Nombre d'individus par population et taux d'extinction en fonction des différents inventaires

	Plateaux trachyitiques			Total
	Te mehani rahi	Te mehani 'ute'ute	Te vaihue	
aire altitude (min-max)	202 ha 310-765 m	94 ha 415-805 m	12 ha 570-820 m	308 ha 310-820 m
Nombre de sous-populations	13	22 à > 30	1	26 à > 34
année (source)	1995	420	2946	-
	2006	-	779	-
	2009	97	-	6
	2010	88	-	-
Taux de disparition calculé	76% (1995-2009) 9% (2009-2010)	74% (1995-2006)	-	-
Taux d'extinction annuel estimé	7-9%	11-12%	-	7-12 % / an

TABLEAU II

Caractéristiques des 14 sous-populations de *A. raiateensis* sur le plateau Te mehani rahi entre 2009-2011

Station	Diamètre moyen au collet (cm)	Hauteur totale moyenne (m)	Nombre total de rameaux en nov. 2009	Nombre d'individus				
				Juveniles	Fertiles	Inaccessibles (non suivi)	Morts en 2010 (fertiles)	Total
1*	3,2	0,7	19		2			2
2*	3,4	0,9	160		8		3	11
3	3,1	1,3	13		1			1
4*	3,6	0,9	17		1			1
5*	2,3	0,6	302	11	17	15	2	45
6	2,4	0,4	1	1		1 (fertile)		2
7*	0,6	0,2	9		2			2
8	1,4	0,5	3		1			1
9	1,1	0,3	1	1				1
10*	4,3	1,7	58		2		4	6
11	2,5	0,8	124	1	5			6
12	1,6	0,4	91	10	7			17
13*	4,9	1,3	15		1			1
14*	1,4	0,4	7		1			1
Total ou moyenne	2,3	0,7	820	24	46	15	9	97

\* : 8 stations suivies bimensuellement (37 individus)

## RÉSULTATS

## TAUX DE MORTALITÉ

Les populations de *A. raiateensis* totalisaient 882 plants en novembre 2009, répartis sur les trois plateaux trachytiques. 779 individus ont été dénombrés sur le Te mehani 'ute'ute en 2006 (88 % de la population) et 97 individus dont 57 reproducteurs au Te mehani rahi en 2009 (11 % de la population). Une nouvelle population de 6 individus a été découverte uniquement sur une falaise du plateau Te vaihue en novembre 2009 (0,7 % de la population) (Tab. I).

Les inventaires diachroniques permettent d'évaluer le taux de disparition des individus à 74 % sur le Te mehani 'ute'ute (1995-2006) et 76 % sur le Te mehani rahi (1995-2009). Ce taux est largement sous-estimé au Te mehani 'ute'ute. En effet, en seulement 9 jours de prospections entre 1994 et 1995 par une équipe de 4 à 5 personnes, il a été possible de dénombrer trois fois plus de *A. raiateensis* qu'en 2006 avec 21 jours de prospections à 3 personnes. Neuf plants reproducteurs issus de trois stations différentes du plateau Te mehani rahi (stations 1, 4 et 9 ; Tab. II) sont morts entre le 3 mars et le 10 juillet 2010, soit en seulement 5 mois. Le taux d'extinction est de 9 % pour cette population en 2010 (16 % pour les individus reproducteurs). Sur ce dernier plateau, trois nouvelles stations ont été découvertes et suivies en cours d'étude (stations 8, 9 et 12). Les plants morts semblent encore visibles au moins deux ans après leur mort et aucun n'a été observé sur ces nouvelles stations. Le taux annuel d'extinction des individus sur les deux plateaux Te mehani est estimé entre 7 et 13 %. Par rapport à la population du Te mehani rahi (70 % de reproducteurs), le taux de disparition des individus reproducteurs est estimé à plus de 80 %.

## FRAGMENTATION ET ÉTAT DES POPULATIONS AU TE MEHANI RAHI

Les populations de *A. raiateensis* des plateaux Te mehani rahi et Te mehani 'ute'ute sont distantes au minimum de 400 m et de 1,7 km avec le plateau Te vaihue plus au sud. Les individus se retrouvent sur chacun des plateaux en petites sous-populations fragmentées et confinées au bord et sur les falaises souvent inaccessibles (Tab. I & II). Au Te mehani rahi, 14 stations ont été dénombrées dont 6 avec un seul individu, et 2 avec deux individus (Tab. II). La distance minimale entre ces différentes sous-populations (ou « stations »), calculée par Système d'Infor-

mation Géographique, est de 60 m. Elles sont généralement séparées topographiquement par au moins une crête voire une rivière.

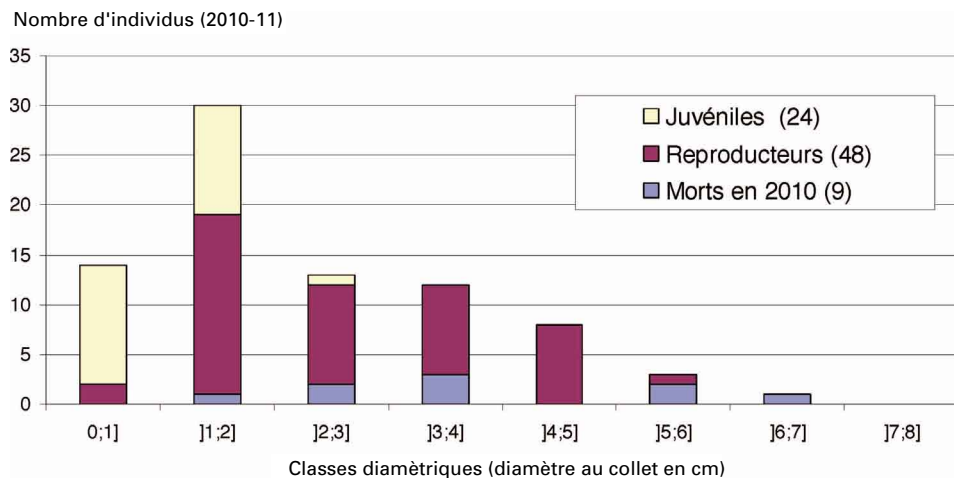


Figure 4.– Répartition des classes diamétriques de la population du Te mehani rahi (vivants et morts en 2010, 81 individus mesurés au collet en 2010).

La répartition des diamètres à la base des individus de *A. raiateensis* du Te mehani rahi montre une population vieillissante avec peu de jeunes plants (Fig. 4). Seules 4 stations ont plus de 5 individus et semblent se régénérer avec la présence d’au moins un juvénile (Tab. II). La population du plateau Te vaihue en 2009 se composait uniquement de 6 plants juvéniles de très petite taille (diamètre au collet < 2 cm) localisés à 650 m d’altitude. En 2010, seuls 19 individus sur 57 reproducteurs (33 %) du Te mehani rahi présentaient entre une et 55 plantules (avec leur cotylédons) dans un rayon de 1 m autour du plant reproducteur. Aucun recrutement n’a été observé pendant le suivi des semis d’un an et demi.

#### CAUSES DE MORTALITÉ

##### *Les rats*

Sur les 81 individus de *A. raiateensis* suivis, 34 (41 %) ont été attaqués par des rongeurs en 2010, dont deux plants juvéniles (Tab. III). La prédation par les rats est visible par de multiples traces de dents (Fig. 5) et la présence de groupes de feuilles entièrement mangées. Elle se différencie bien des rameaux cassés par l’homme (cassure nette en une fois, feuilles entières), ou de la prédation par les insectes de moindre ampleur (une ou deux feuilles partiellement attaquées) et dont les traces ont des formes bien différentes. Le Rat du Pacifique (*Rattus exulans*) et le Rat noir (*Rattus rattus*) ont tous les deux été capturés à plusieurs reprises sur les deux plateaux Te mehani jusqu’à 700 m d’altitude, limite du piégeage. Aucun Surmulot (*Rattus norvegicus*), ni Souris (*Mus musculus*), présents sur l’île de Raiatea (obs. pers.), n’a été observé ou capturé. Le piégeage n’a pu être encore effectué sur le plateau Te vaihue, toutefois des traces de prédatons par les rats ont été observées sur plusieurs fleurs et fruits de la liane ligneuse indigène *Freycinetia impavida* (Pandanaeae). Sur les 34 individus de *A. raiateensis* attaqués, 38 % des dégâts concernent l’annélation de l’écorce, les rameaux et les feuilles et 32 % la consommation des rameaux verts et des feuilles (Tab. IV). Dans les deux cas, ces attaques ont entraîné la mort de 9 plants, suite à la consommation complète de tous les rameaux verts et de multiples écorçages (Tab. IV). 288 attaques de rats ont été recensées sur des rameaux verts et 37 écorçages de tiges lignifiées en un an et demi concernant 219 rameaux différents sur les

81 individus suivis. Plusieurs attaques ont concerné un même rameau sur des laps de temps différents (106 attaques). 133 rameaux sont morts sur les 219 rameaux différents attaqués, soit près de 61 % des rameaux attaqués (27 % des rameaux totaux de novembre 2009 ; Tab. V). La mort suite à l'attaque par les rats peut s'étaler sur six mois (stations 5 et 10). Celle-ci semble généralement progressive : quelques feuilles, suivies de rosettes entières puis de tous les rameaux verts. Toutefois, elle peut être également massive en une seule fois, touchant tous les rameaux, et provoquer la mort d'individus en 1 mois (3 individus de la station 2).

TABLEAU III

Nombre d'individus « impactés » par sous-population en fonction des différentes menaces identifiées (plusieurs menaces différentes peuvent impacter un même individu) entre 2009-2011 au Te mehani rahi (81 individus suivis)

Station	Nombre d'individus suivis					Sentier pédestre	Pression anthropique observée	
	attaqué par les rats	abimé par l'homme	mangé par un insecte	aucune prédation	en plein vent			
1*		2	1			2	non	faible
2*	11	11	1			8	oui	très forte
3	1		1				non	nulle
4*	1	1	1				oui	moyenne
5*	8	2	2	19	23		oui	faible
6				2	1		non	nulle
7*	1			1	2		oui	faible
8				1	1		oui	faible
9				1			non	nulle
10*	6		1		2		oui	faible
11	6		2		6		non	nulle
12			3	14	7		non	nulle
13*		1			1		oui	forte
14*		1			1		oui	moyenne
Nombre de pieds	34 (41 %)	18 (22 %)	11 (13 %)	38 (46 %)	54 (66 %)	-	-	-
Nombre de stations	7 (50 %)	6 (43 %)	8 (57 %)	3 (21 %)	11 (78 %)	8 (57 %)	9 (64 %)	

Pression anthropique estimée d'après nos observations : Très forte : une visite par semaine ; forte : une visite tous les mois ; moyenne ; une visite bimensuelle ; faible : une visite par semestre.

\* : 8 stations suivies bimensuellement (37 individus).

TABLEAU IV

Caractéristiques des attaques par facteurs et par pieds entre 2009-2011 ; un même pied pouvant avoir plusieurs attaques de facteurs différents (81 individus suivis)

Prédateur	Partie(s) touchée(s)	Nombre d'individus		Nb	Total	
		vivant	mort en 2010		% facteur	Nb
Rat	Ecorce, rameaux verts et feuilles	8	5	13	38 %	34
	Rameaux verts et feuilles	7	4	11	32 %	
	Feuilles (quelques ou toute la rosette)	9	-	9	26 %	
	Ecorce uniquement	1	-	1	3 %	
Homme	Fleurs, rameaux, débroussage	6	-	6	33 %	18
	Fleurs et rameaux	5	-	5	28 %	
	Rameaux seuls	6	-	6	33 %	
	Fleurs seules	1	-	1	6 %	
Insectes inconnus	Boutons, fruits verts et feuilles	11	-	11	100 %	11



TABLEAU V

Nombre d'attaques par rameau en fonction des parties touchées et des différents facteurs entre 2009-2011 (81 individus totalisant 820 rameaux en novembre 2009). Un même rameau peut avoir plusieurs attaques du même facteur, et un même individu plusieurs parties différentes touchées par le même facteur

Prédateurs ou facteurs	Partie touchée	Nombre d'attaques	Nombre de rameaux morts	Nombre d'individus concernés
Rats	Rameaux verts	288	133	23
	Rameaux lignifiés (écorçages)	37		9
	Feuilles uniquement	35	0	25
Homme	Rameaux cassés	29	29	12
	Rameaux cueillis	4	4	3
	Fleurs cueillies	16	0	4
	Débroussage	8	0	6
Insectes	Feuilles	12	0	8
	Boutons/fruits verts	3	0	3
cause inconnue	Rameau fané	55	55	15
Total		487	221	43
Pourcentage par rapport aux 81 individus (820 rameaux)		-	27%	53%

La prédation totale des rameaux verts entraîne irrémédiablement la mort de la branche. Même si cette dernière est intacte, la partie lignifiée ne semble pas pouvoir se réitérer. À l'inverse, si la prédation des rameaux verts est partielle, elle ne provoque généralement pas la mort du rameau. Dans ce cas, la blessure du rameau vert stimule dans le mois qui suit le développement systématique de 3 à 5 nouveaux rameaux verts latéraux, dont certains meurent assez rapidement. L'écorçage des parties lignifiées concerne principalement des branches basses accessibles par les rats au sol ou *via* un tronc mitoyen. Cela ne semble pas provoquer la mort des branches supérieures à court terme, mais doit les affaiblir grandement. Une forme de cicatrisation partielle intervient après l'exsudat du latex blanc devenant de couleur rouille à l'air libre. Un petit renflement se forme alors au niveau de la plaie.

### L'Homme

Une autre partie des individus de *A. raiateensis*, 18 sur 81 (22 %), a été dégradée par l'homme. 29 rameaux verts, répartis sur 12 plants reproducteurs dans 6 stations différentes, ont complètement été cassés et abandonnés au sol. Quatre rameaux verts ont été entièrement cueillis sur 3 plants différents, dont un au sécateur (stations 2, 13 et 14 ; Tab. V). Dans tous les cas, cette dégradation a entraîné la mort inévitable de la tige sans réitération (Tab. V). Quatre plants reproducteurs ont eu au total au moins 16 fleurs cueillies illégalement. Trois des 18 individus visités par l'homme font partie de ceux consommés par les rats et sont morts en 2010. Sur les 8 stations accessibles par un sentier de randonnée, cinq ont au minimum eu un plant reproducteur dégradé (Tab. III). Les impacts ont lieu majoritairement en période de vacances scolaires et concernent uniquement des plants reproducteurs. Six plants font également l'objet d'un débroussage régulier et deux d'entre eux ont eu le tronc recouvert par une motte de terre.

### Des insectes phytophages

11 % des individus de *A. raiateensis* présentent quelques feuilles, boutons floraux (au nombre de trois) et fruit vert (un seul) très faiblement consommés par des insectes herbivores non identifiés (Tab. IV & V). La présence de Derbidae (Hémiptères), insectes suceurs de sève, encore non déterminés au niveau du genre et de l'espèce, a été observée sur 7 individus dans 5 stations différentes.



Figure 5.— Rameau complètement rongé par les rats, station 2, mars 2010 (individu mort le même mois).

### *Un effet du cyclone ?*

36 % des attaques des rats sur les rameaux ont eu lieu entre mi-février et mi-mars 2010. De même 46 % des rameaux morts de cause inconnue ont été observés durant ce laps de temps. Ces attaques groupées et les rameaux flétris pourraient être expliqués indirectement et directement par le cyclone Oli qui a sévi le 4 février 2010 au large de Raiatea avec des vents atteignant 175 km/h. Sept des individus morts étaient directement exposés aux pleins alizés, les deux autres l'étant un peu moins. Au total, 66 % des individus du Te mehani rahi sont exposés aux alizés sur des falaises ou pitons abrupts, et sont donc très sensibles aux aléas cycloniques.

### *Les plantes envahissantes*

Les populations de *A. raiateensis* sont également menacées par la modification et la destruction de leur habitat naturel. 80 % des individus sur le Te mehani rahi se trouvent à moins de 5 m d'une ou de plusieurs plantes introduites envahissantes dont les trois principales, sur les 12 espèces recensées sur ces plateaux, sont les petits arbres *Rhodomyrtus tomentosa* (Myrtaceae), *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) et *Chrysobalanus icaco* (Chrysobalanaceae) aux fruits charnus disséminés par les animaux et parfois par l'homme car comestibles (Meyer, 2003 ; Jacq & Butaud, 2010).

## Les cochons ensauvagés

Les cochons ensauvagés ou « féroces » (*Sus scrofa*), introduits lors des migrations polynésiennes, parcourent l'ensemble des deux plateaux Te mehani (Meyer, 2008 ; Jacq & Butaud, 2009). En trois jours d'inventaire systématique aucune trace de cochon n'a été observée sur le plateau Te vaihue où ils semblent absents peut-être en raison des difficultés d'accès. Les cochons ensauvagés constituent une source de dégradation non négligeable, à la fois directement par leur action de destruction de la végétation (fouissage, souilles) et de prédation sur la faune, puis indirectement, par la dissémination active des semences des principales plantes invasives sur de longues distances. La destruction du *Pandanus temehaniensis*, endémique des plateaux Te mehani (frottement, consommation des méristèmes), peut être considérée comme un bouleversement écologique majeur de l'écosystème du plateau. En effet, il est probable que ce pandanus soit une des espèces-clés structurant la végétation du plateau avec le petit arbre *Metrosideros collina* var. *temehaniensis* (Myrtaceae). Les forêts ou fourrés de pandanus représentent de grandes surfaces sur les plateaux Te mehani (absent du plateau Te vaihue) et nous supposons qu'elles étaient beaucoup plus étendues auparavant, notamment dans la partie basse. De nombreuses espèces patrimoniales dont *A. raiateensis* semblent dépendre strictement de ces formations végétales montagnardes.

## DISCUSSION

### LE RÔLE PRÉDOMINANT DES RATS

La prédation par les rats sur l'écorce, les rameaux et les feuilles de *A. raiateensis* pouvant notamment provoquer la mort de la plante, était déjà connue avant cette étude (Meyer & Butaud, 2008). Mais sans observation directe, ni suivi à moyen terme, ce facteur avait été jusqu'alors sous-estimé. D'après le nombre de rameaux et de plants attaqués, et le nombre de rameaux et d'individus morts, les rats apparaissent ici comme le facteur direct d'extinction le plus important. De surcroît, les rats pourraient également contribuer à modifier la composition spécifique et la dynamique des communautés végétales en consommant des graines d'espèces indigènes et endémiques comme *Pandanus temehaniensis*, mais aussi les insectes, pollinisateurs potentiels de ces plantes. Ces rongeurs sont également susceptibles de disséminer les plantes envahissantes aux petits fruits charnus telles que celles déjà présentes sur les deux plateaux Te mehani : les petits arbres *Rhodomirtus tomentosa* (Myrtaceae), *Miconia calvescens* (Melastomataceae) et la ronce *Rubus rosifolius* (Rosaceae). La moitié des stations impactées par les rats au Te mehani rahi, et parmi les plus touchées, sont également celles les plus visitées par l'homme (Tab. III). Le fait de parcourir de façon répétée un même trajet en s'appliquant à repasser exactement au même endroit crée un « passe-pied ». Ce cheminement est emprunté par les rats et les conduit à pénétrer rapidement des milieux dont ils sont absents. Ce phénomène non quantifié a déjà été observé sur les îles de La Réunion et de Guadeloupe (M. Pascal, comm. pers. 2010). Cet effet guiderait le rat directement vers les plants reproducteurs visités. Néanmoins, cette prédation s'observe également sur des populations non ou très peu visitées comme sur l'aire protégée du Te mehani 'ute'ute.

Le Rat du Pacifique a été introduit par les premiers polynésiens il y a environ 1000 ans, tandis que le Rat noir est arrivé dans la plupart des îles hautes de l'archipel de la Société au 19<sup>e</sup> siècle avec les premiers européens (Belwood, 1978 ; Orliac, 1997). Néanmoins, ce rôle prédominant qu'ont actuellement les rats peut avoir été favorisé lors de cette dernière décennie par l'explosion des plantes envahissantes à fruits charnus, renforçant mutuellement leur capacité de colonisation. La mort des 9 individus de *A. raiateensis* en 2010 suite à la prédation par les rats peut également résulter d'une pullulation saisonnière, voire d'un changement dans leur comportement alimentaire éventuellement provoqué par le cyclone.

Les deux autres espèces du genre *Apetahia* de l'archipel des Marquises subissent également une prédation par les rats. Les populations de *A. longistigmata*, estimées entre 500 et 1000 individus et réparties sur cinq îles des Marquises, montrent également une diminution des

individus connus et des traces de consommation par les rats (Meyer & Butaud, 2008). Depuis 2000, un déclin de la biodiversité terrestre a été observé à Fatu Hiva, en raison principalement de l'introduction récente du Rat noir (*Rattus rattus*) vers 1987 (Thibault & Meyer, 2000), mais aussi de la présence d'espèces animales comme les chèvres et cochons ensauvagés. Seules trois populations de *Apetahia seigeli*, endémique de l'île, sont actuellement connues. La station historique comportait une vingtaine de plants notés en 1988 lors de sa découverte (Florence, 1997). Seuls six individus ont été dénombrés en 2007, dont quatre complètement défoliés suite à une prédation éventuelle par les rats, et seul un plant a été retrouvé en 2009 (R. Taputuarai, comm. pers. 2011).

#### IMPACTS PASSÉS ET PRÉSENTS DE L'HOMME

Malgré l'interdiction de cueillir les fleurs et les rameaux de *A. raiateensis* et de dégrader son habitat depuis son classement en espèce protégée en 1996, cette étude montre que l'impact de l'homme est toujours d'actualité sur les plateaux Te mehani. Malgré la réglementation stricte de l'accès au Te mehani 'ute'ute depuis juillet 2005 en tant que « zone sensible » (Arrêté n° 418 CM du 1<sup>er</sup> juillet 2005) puis son classement en mars 2010 en aire protégée, une partie de ce plateau est toujours fréquentée par les touristes et les résidents pour voir les fleurs de *A. raiateensis* (obs. pers. en 2011). Les inventaires en cours sur ce plateau montrent encore, en comparaison avec l'inventaire de 2006, que les populations de *A. raiateensis*, accessibles par un unique sentier de randonnée, ont quasiment toutes disparu, contrairement aux autres populations qui semblent se régénérer assez bien.

Les rameaux brisés laissés au sol proviendraient davantage de dégradations accidentelles liées à des maladroites (glissades sur pentes fortes) et à l'ignorance de la fragilité inhérente de la plante, que de dommages intentionnels liés à une collecte où les rameaux auraient été emportés, pour être parfois vendus. De rares actes de vandalismes à l'encontre de plusieurs plants ont également déjà été relevés (piétinement et destruction volontaire des souches, rameaux et des semis naturels).

Bien que l'espèce bénéficie d'une protection juridique intégrale et intemporelle en tant qu'espèce de catégorie dite « A », ce droit semble voué à l'échec s'il n'est pas accompagné par les pouvoirs publics. En effet, les textes qui réglementent les atteintes à l'environnement sont peu ou pas connus et/ou respectés en Polynésie française (Stahl, 2009). Sur un territoire composé d'environ 120 îles dispersées sur une surface vaste comme l'Europe, il n'existe que trois à quatre agents assermentés de la Direction de l'Environnement, un service centralisé à Tahiti, pour réprimer les infractions spécifiques à la protection de l'environnement (Stahl, 2011). Un corps de garde nature avait été créé en 1989, mais les postes n'ont été effectifs que quelques années. La diversité des missions imparties à ces agents correspondait pourtant tout à fait à l'ampleur des objectifs du droit polynésien de l'environnement de l'époque (Délibération n° 89-13 AT du 13 avril 1989). De surcroît, l'amende n'est pas directe et doit passer par le procureur, or les temps d'instruction sont généralement un frein à la sanction.

#### DES ACTIONS DE GESTION AGGRAVANTES

En réaction à l'étude pionnière de Mondon (1979) et afin de favoriser les interventions de protection, deux pistes forestières furent prolongées jusqu'au Te mehani rahi en 1979. L'ouverture de ces pistes a en fait augmenté la fréquentation et la surexploitation de cette espèce sur ce plateau (Meyer, 2008). Suite à l'inventaire de 1995, des nettoyages en cercle autour des *A. raiateensis* du Te mehani rahi avaient été effectués par les forestiers afin de les exposer davantage au soleil dans l'intention de mieux les faire pousser. Cette étude montre que ces « entretiens en assiette » sont également et encore pratiqués par des résidents autour de 6 plants reproducteurs au Te mehani rahi. Ces opérations de « nettoyage » provoquent malheureusement la destruction de l'habitat composé d'autres espèces endémiques (comme *Pandanus temehaniensis*), parfois protégées (*Zanthoxylum nadeaudii*, Rutaceae), fragilisent les individus et détruisent les plantules. Elles font également mieux ressortir les individus dans la végétation environnante, ce qui les rend plus détectables par les touristes et résidents.

## UNE DIMINUTION TEMPORAIRE DE L'IMPACT DE L'HOMME ?

La répartition de *A. raiateensis* sur les trois plateaux trachytiques indique que ses populations sont concentrées sur les rebords du plateau et sur les pentes fortes et peu accessibles. Ces observations laissent à penser à un impact fort de la cueillette sur la répartition de l'espèce par le passé, observé sur le terrain par Mondon (1979) et J.-P. Malet (*in* Meyer, 2008). D'immenses colliers de fleurs ont déjà été confectionnés pour des mariages de personnalités polynésiennes importantes. Les photographies aériennes de 1978 du plateau Te mehani 'ute'ute présentaient un réseau de sentiers bien visibles tandis qu'il a quasiment disparu en 2006. Cette étude montre que cette activité a beaucoup diminué comparée aux années 1980-1995, sûrement en raison de la disparition des nombreux plants accessibles et connus.

Toutefois, nos observations montrent que depuis janvier 2011, l'intensité des visites et des effractions à l'encontre de *A. raiateensis* ont fortement augmenté depuis le début du suivi en novembre 2009. Cet accroissement des visites laisse supposer que de nouveaux plants reproducteurs ont été découverts par les résidents. Plusieurs d'entre eux ont été observés parcourant systématiquement le plateau Te mehani rahi pendant des heures à la recherche de plants. Durant l'unique mois de vacances scolaires de juillet 2011, plus de 300 personnes sont montées sur le plateau Te mehani rahi, généralement par groupe de 10 à 30 personnes, dans la grande majorité (90 %) sans encadrement par un guide de randonnée. Au total, depuis 7 mois de suivis, près d'une trentaine de rameaux ont été cassés en 2011, dont 10 en une seule fois sur 5 plants reproducteurs.

### DIMINUTION DES HABITATS FAVORABLES

La distribution actuelle de *A. raiateensis* s'explique également par une probable évolution de la végétation du plateau sous l'impact des cochons ensauvagés et la diminution des habitats favorables à *A. raiateensis*. Alors que l'état laconique du droit en Polynésie française autorise la chasse de façon très libérale, hors aire protégée, l'activité demeure paradoxalement insuffisante pour contrôler l'expansion de certains animaux à l'origine de graves difficultés pour l'environnement (Stahl, 2009). De plus, plusieurs personnes rapportent avant 1979 plusieurs incendies volontaires sur le plateau Te mehani rahi à basse altitude (Meyer, 2008 ; Jacq, 2009). Ce fait est corroboré par la végétation de basse altitude très dégradée par les plantes envahissantes, la forte présence de l'arbre pyrophile *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae) et la quasi-absence de sols. Ces feux auraient été déclenchés volontairement par des chasseurs pour rabattre leur gibier (Association « Tuihana », comm. pers.).

### ADAPTATION DU PLAN DE CONSERVATION

#### *Gestion des espèces envahissantes*

Depuis 2007, plusieurs actions de lutte contre les principales plantes envahissantes sont menées par l'association de protection de la nature et de la culture « Tuihana » sur le Te mehani rahi et par les guides de randonnées de Raiatea sur le Te mehani 'ute'ute avec l'appui scientifique de la Délégation à la Recherche et le financement de la Direction de l'Environnement. Ces actions devront maintenant prendre en considération leur impact sur l'alimentation des populations de rats.

Suite à l'observation des premiers *A. raiateensis* morts par l'attaque des rats, des essais de dératisation ponctuelle autour des individus par empoisonnement au « Flocoumafen » (anti-coagulant) ont été rapidement mis en place en février 2010 dans le cadre du plan de conservation en cours. Se pose maintenant le problème des dommages collatéraux engendrés par des passages trop réguliers (suivis, dératisation) dans un milieu si fragile (végétation et sol). Le fait de devoir mettre du poison au minimum tous les mois provoque inéluctablement le piétinement de la végétation et éventuellement un effet de « passe-pied » pour les rats. Afin de limiter ces dommages collatéraux et mieux les étudier, seules 4 des stations les plus visitées par l'homme, où des sentiers existent déjà, sont pour le moment dératisées ponctuellement. Ces suivis, com-

parés avec des stations témoins observées à distance, permettront d'appréhender l'efficacité de cette mesure de gestion.

La gestion des cochons ensauvagés, parcourant toute l'île *via* ces plateaux, s'avère, par contre, beaucoup plus difficile et délicate à mettre en place. Du fait de la faible profondeur du sol et de la concentration des plantes protégées sur les hauts de falaises, la mise en place d'une clôture est difficilement envisageable. Celle-ci nécessiterait, de surcroît, un coût important pour son entretien. En l'absence totale d'organisation de la chasse en Polynésie française, aucun plan de chasse ne peut être appliqué. Cet outil de gestion rationnelle de la faune sauvage permet de fixer un minimum et un maximum de prélèvements autorisés sur un territoire déterminé. Néanmoins, cela exige une connaissance fine du patrimoine cynégétique, une structuration des activités de chasse et un suivi strict de la mise en œuvre (Stahl, 2009). La chasse traditionnelle est généralement effectuée à plusieurs avec des chiens. Cette battue pose le problème du piétinement et la présence de colonies de Pétrel de Tahiti (*Pseudobulweria rostrata*), oiseau marin protégé nichant dans des terriers au sol, rend problématique la présence des chiens. La pose d'appâts empoisonnés n'est également pas sans risques pour les autres animaux et les éventuels consommateurs de viande. Pour cela, elle est mal perçue par la population (Jacq & Butaud, 2009). Bien qu'également peu apprécié des chasseurs, le piégeage semble la seule solution encore envisageable.

#### *De l'importance de la sensibilisation et de l'éducation*

Un droit environnemental, même parfait, ne saurait combler les lacunes de la sensibilisation. La première campagne de sensibilisation autour de l'espèce date de 1993 avec la confection d'une affiche par la Délégation à l'Environnement (devenue actuellement Direction de l'Environnement). Puis plusieurs panneaux en bois pour la sauvegarde du « Tiare 'apetahi » en novembre 1994 furent posés aux différents accès des deux plateaux Te mehani, tous vandalisés les semaines qui suivirent (Meyer, 2008). Depuis 2009, une semaine au mois d'avril est consacrée chaque année à la protection de l'espèce sur l'île de Raiatea, organisée par l'association « Tuihana ». Cette publicité, reprise par une exposition permanente sur l'aire protégée Te mehani 'ute'ute, de nombreux reportages, conférences et articles de presse, a peut-être ravivé cet engouement autour de cette plante protégée. Néanmoins, notre étude montre que la destruction directe des plants par l'homme semble liée plus à une forte maladresse qu'à la cueillette. Nous pensons qu'il est préférable que la communication sur les plantes protégées en Polynésie française ne se fasse uniquement que pour celles qui font l'objet d'un plan de conservation, telles que les santals endémiques (*Santalum insulare*) et le « Tiare 'apetahi », d'autant plus si elles sont convoitées par l'homme. *A. raiateensis* peut servir d'étendard pour une campagne de communication qui permettra entre autres aux touristes étrangers, potentiels acheteurs de la fleur, et aux résidents de connaître facilement la réglementation. Sans pouvoir compter exclusivement sur la pénalisation du droit de l'environnement, inefficace en l'absence d'agents verbalisateurs, il faut néanmoins lui reconnaître une capacité certaine à faire percevoir aux justiciables le prix et la fragilité de l'environnement (Stahl, 2009). En effet, suite à la destruction d'espèces protégées en Polynésie française, les contrevenants s'exposent à une peine d'emprisonnement de trois mois et une amende de 1 000 000 CFP (soit environ 8380 euros).

#### *Devant l'échec des plantations ex situ*

Les nombreux essais de transplantation (boutures et semis) hors habitat naturel sont toujours restés vains à long terme depuis plus d'un siècle (Baillon, 1882 ; Meyer, 1995, 2008). Le plan de conservation (Jacq, 2009) a permis de maîtriser la germination et depuis 2009 des essais de multiplication *in situ* à partir de graines sont menés au plateau Te mehani rahi. Néanmoins, ces plantations n'ont pu se faire que dans l'habitat naturel. En effet, les graines ne semblent germer que sur la terre de sols trachytiques de Raiatea, et les plantules meurent en général au bout de 2 ans en dehors de leur condition climatique naturelle particulière (obs. pers.).

L'endémicité stricte de cette plante patrimoniale à ces plateaux trachytiques, totalisant 308 ha, pose problème face à la demande culturelle locale. En effet, contrairement aux oiseaux

protégés, visibles généralement à distance, il nous semble risqué de montrer une plante gravement menacée d'extinction dans un habitat naturel très sensible aux perturbations.

## CONCLUSION

La cueillette des fleurs et la dégradation des plants de *A. raiateensis* par l'homme ont été considérées comme la principale cause d'extinction de l'espèce pendant les 30 dernières années. Cette étude démographique montre que le facteur majeur actuel dans sa disparition est la prédation par les rats (*R. rattus* et/ou *R. exulans*). Toutefois, malgré les interdictions depuis 15 ans l'impact de l'homme persiste et tend à redevenir plus conséquent. La réduction des effectifs d'individus reproducteurs de *A. raiateensis* étant continue et estimée à plus de 80 % tous les 10 ans, ce taxon remplit largement le critère A2, de la catégorie UICN des espèces gravement menacées d'extinction (CR). Cette étude permet de constater la réduction du nombre de ses individus, notamment par l'effet d'espèces introduites (rats, cochons ensauvagés, plantes envahissantes), mais également celle de sa zone d'occurrence ainsi que la détérioration de la qualité de son habitat naturel (critère A2a, c et e). Nous proposons que les trois autres espèces endémiques de Polynésie française appartenant au genre *Apetahia* fassent l'objet d'un recensement au même titre que *A. raiateensis* afin de pouvoir réévaluer leur statut de conservation.

Les populations reliques de *A. raiateensis*, du fait de leur rareté et de leur forte fragmentation, s'exposent à des menaces d'ordre démographique et génétique. La dépression de consanguinité pourrait aussi être invoquée pour expliquer les problèmes de régénération et la vulnérabilité de l'espèce observée face aux perturbations environnementales, les plants n'ayant plus les capacités adaptatives pour réagir aux variations du milieu. En outre, cette plante peut être confrontée à un problème supplémentaire dépendant de l'interaction avec ses éventuels pollinisateurs et pouvant jouer un rôle dans l'extinction de l'espèce (Kearns & Inouye, 1997). Ces problèmes doivent absolument être pris en compte dans la définition du plan de conservation. Les inventaires ont repris au Te mehani 'ute'ute et les suivis se poursuivent sur Te mehani rahi avec des études préliminaires sur le système de reproduction de l'espèce, mais la génétique des populations doit encore être étudiée.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier particulièrement l'Association de protection du patrimoine naturel et culturel de l'île de Raiatea « Tuihana » et notamment son président Romy Tavaearii, les agents forestiers J.-P. Malet et Emile Brotherson du Service du Développement Rural (SDR) à Raiatea, les guides de randonnées Thierry Laroche, Albert Manea, Jérôme Tarati, les botanistes de terrain et consultants Jean-François Butaud et Ravahere Taputuarai, les biologistes Michel Pascal (INRA, Rennes), Eric Vidal (IRD, Nouméa) et Diane Zarzoso-Lacoste (Université Paul Cézanne, Aix en Provence) pour leurs conseils scientifiques sur les rats et, particulièrement cette dernière, pour son aide sur le terrain. Nous remercions également le services de l'Aménagement et de l'Urbanisme pour la diffusion de ses supports numériques, le 2<sup>e</sup> Secteur Agricole du SDR pour son aide logistique et l'autorisation d'accès à l'aire protégée Te mehani 'ute'ute, et la Direction de l'Environnement de Polynésie française pour le financement du plan de conservation de *Apetahia raiateensis* dont est issue une grande partie de ces données et pour les autorisations (dérogations) pour étudier les plantes protégées relevant de la catégorie A (Arrêtés N°8 MEA/ENV du 9 janvier 2009 et N° 26PR du 5 septembre 2011).

## RÉFÉRENCES

- BAILLON, H. (1882).— Sur l'*Apetahia* de Raiatea. *Bulletin de la Société Linnéenne de Paris*, 1 : 310-311.
- BELWOOD, P. (1978).— *The Polynesians: Prehistory of an island people*. Thames and Huson, London.
- BENNETT, F.D. (1840).— *Narrative of a whaling voyage round the globe, from the year 1833 to 1836. Comprising sketches of Polynesia, California, The Indian archipelago, etc. with an account of Southern whales, the sperm whale fishery, and the natural history of the climates visited*. Vol. 2. R. Bentley, London.
- BLAIS, S., MAURY, R.C., GUILLE, G. & GUILLOU, H. (2004).— *Carte géologique de la Polynésie française à 1/100 000, RAIATEA-TAHAA*. BRGM-Service géologique national, Orléans.
- BROWN, F.B.H. (1935) (réed. 1971).— Flora of Southeastern Polynesia. III Dicotyledons. *Bernice P. Bishop Museum Bulletin*, Kraus Reprint Co, New York, 130 : 1-386.
- BUTAUD, J.-F. & MEYER, J.-Y. (2004).— Plans de conservation pour des plantes menacées et/ou protégées en Polynésie française. *Contribution à la Biodiversité de Polynésie française* N°11. Service du Développement Rural/Délégation à la Recherche, Papeete.

- DODD, E. (1976).— *Polynesia's sacred isle. The ring of fire, vol 3*. Dodd, Mead & Company, New York.
- FLORENCE, J. (1996).— *Statut IUCN des plantes vasculaires endémiques de Polynésie française et recommandations de protection*. Rapport non publié, Antenne ORSTOM de Tahiti, Laboratoire de Phanérogamie, Paris.
- FLORENCE, J. (1997).— New species of *Plakothira* (Loasaceae), *Melicope* (Rutaceae) and *Apetahia* (Campanulaceae) from the Marquesas Islands. Pp 238-253 in : D.H. Lorence (ed.). Botanical Results of the 1988 Fatu Hiva Expedition to the Marquesas Islands. *Allertonia*, 7 : 238-253.
- FOSBERG, F.R. (1994).— Vegetation of the Society Islands. *Pacific Science*, 46 : 232-250.
- GIVEN, D.R. (1995).— *Principles and practice of plant conservation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- HAMILTON, A. & HAMILTON, O. (2006).— *Plant conservation. An ecosystem approach*. People and Plants Conservation Series, Earthscan, London.
- HILTON-TAYLOR, C. (compiler) (2000).— *2000 IUCN red list of threatened species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, <http://www.redlist.org>.
- HUGUENIN, P. (1902) (rééd. 1987).— *Raiatea la sacrée*. Société des Études Océaniques, Éditions Haere Po No Tahiti, Papeete.
- IUCN (2011).— *IUCN red list of threatened species. Version 2011.1*. <http://www.iucnredlist.org>
- JACQ, F.A. (2009).— *Plans de conservation des espèces végétales protégées et patrimoniales des îles de Raiatea et Taha'a*. Rapport non publié, Direction de l'Environnement, Papeete.
- JACQ, F.A. & BUTAUD, J.F. (2009).— Te Mehani 'Ute' Ute : un haut point de la biodiversité polynésienne menacé. *Proc. 11th Pacific Sci. Inter-Congr., Tahiti, French Polynesia*. [http://intelligence.eu.com/psi2009/output\\_directory/cd1/Data/articles/000335.pdf](http://intelligence.eu.com/psi2009/output_directory/cd1/Data/articles/000335.pdf)
- JACQ, F.A. & BUTAUD, J.-F., (2010).— *Plateaux Te Mehani, guide floristique*. Direction de l'environnement, Papeete. <http://www.environnement.pf>
- JAMET, R. (2000).— *Les sols de Moorea et des îles sous le vent*. Éditions de l'IRD, Paris
- KEARNS, C.A. & INOUE, D.W. (1997).— Pollinators, flowering plants and conservation biology, *Bioscience*. 47 : 297-450
- LAFFORGUE, A. & ROBIN, J. (1989).— *Études hydrologiques sur les îles de Raiatea et de Tahaa de 1980 à 1989 (Rapport de synthèse)*. ORSTOM-Direction de l'équipement, GEGDP, Papeete.
- MEYER, J.-Y. (1995).— Étude du Tiare Apetahi sur le Temehani Ute Ute. *Contribution à la Biodiversité de Polynésie française* N°2. Délégation à l'Environnement, Papeete.
- MEYER, J.-Y. (2003).— Park in peril in the islands of French Polynesia (South Pacific). *Aliens*, 17 : 6.
- MEYER, J.-Y. (2008).— Le tiare apetahi (*Apetahia raiateensis*), plante endémique des plateaux du Temehani sur l'île de Raiatea : mythes et triste réalité. *Bulletin de la Société des Etudes Océaniques*, 313 : 4-44.
- MEYER, J.-Y. & BUTAUD, J.-F. (2008).— The impacts of rats on the endangered native flora of French Polynesia (Pacific Islands): drivers of plant extinction or "coup de grâce species"? *Biol. Invasions*, 11 : 1569-1585.
- MEYER, J.-Y. & FLORENCE, J. (sous presse).— Flore vasculaire menacée de la Polynésie française : quelle stratégie de conservation ? *Actes du Colloque sur la Flore menacée de l'Outre-Mer français*, Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu, île de La Réunion.
- MONDON, G. (1979).— *Rapport de mission à Raiatea du 20 au 24 août 1979*. Service de l'Économie Rurale, Section des Eaux et Forêts. Rapport non publié, Papeete.
- NADEAUD, J. (1873).— *Énumération des plantes indigènes de l'île de Tahiti*. Librairie de la Société Botanique de France, Paris.
- ORLIAC, M. (1997).— Human occupation and environmental modifications in the Papeno'o Valley, Tahiti. Pp 200-229 in : P.V. Kirch & T.L. Hunt (eds). *Historical ecology in the Pacific islands*. Yale University Press, New Haven.
- PAPY, R.H. (1951).— Sur un problème écologique posé par la végétation des hauts sommets de Tahiti et du plateau Temehani à Raiatea (Océanie française). *Bulletin de la Société des Etudes Océaniques*, 94, VIII : 183-191.
- SMITH, H.M. (1979).— History of the botanical exploration in the Society Islands. Pp 54-69 in : M.L. Grant, F.R. Fosberg & H.M. Smith (éds). *Partial Flora of the Society Islands: Ericaceae to Apocynaceae*. Smithsonian Contributions to Botany n° 17.
- STAHL, L. (2009).— *Le droit de la protection de la nature et de la biodiversité biologique dans les collectivités françaises d'outre mer*. Thèse de doctorat, Université Jean Moulin Lyon 3.
- STAHL, L. (2011).— *La protection de la nature outre-mer : un droit encore peu avancé*. Analyses n° 01/2011. Institut du Développement Durable et des Relations Internationales. Paris.
- THIBAUT, J.-C. & MEYER, J.-Y. (2000).— L'arrivée du rat noir (*Rattus rattus*) à Fatuiva (îles Marquises). *Te Manu (Bull. Soc. Ornith. Polynésie, Tahiti)*, 31 : 5-7.
- WALTER, K.S. & GILLET, H.J. (eds) (1998).— *1997 IUCN red list of threatened plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre*. IUCN - The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge. <http://www.unep-wcmc.org/species/plants/plants-by-taxon.htm>
- WIMMER, F.E. (1948).— Vorarbeiten zur Monographie der Campanulaceae-Lobelioideae : II. Trib. Lobelieae. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 56 : 317-374.
- WHISTLER, W.A. (1982).— A naturalist in the South Pacific. In search of the Apetahi. *Bull. Pacific Trop. Bot. Garden*, 12 : 1-4.