

Architectures de plantes de l'Île Robinson Crusoe, archipel Juan Fernández, Chili

Francis HALLÉ

109 avenue de Lodève F-34070 Montpellier (France)
francis.halle@wanadoo.fr

**Philippe DANTON
Christophe PERRIER**

Robinsonia, 5 rue Galilée F-38000 Grenoble (France)
robinsonia@wanadoo.fr

Hallé F., Danton P. & Perrier C. 2007. — Architectures de plantes de l'Île Robinson Crusoe, archipel Juan Fernández, Chili. *Adansonia*, sér. 3, 29 (2): 333-350.

RÉSUMÉ

L'architecture végétale et ses concepts de base (ramification séquentielle, modèles architecturaux, réitération) sont nés dans les régions tropicales humides ; une étude floristique détaillée de l'archipel Juan Fernández a fourni l'occasion de vérifier si les concepts architecturaux restent valables dans un environnement complètement différent. L'île Robinson Crusoe, isolée dans le Pacifique à 33° de latitude Sud, a un climat tempéré océanique, une topographie contrastée et une flore riche, au pourcentage élevé d'endémiques. L'analyse architecturale de plus de 50 espèces de fougères et d'angiospermes a donné un résultat très clair : non seulement les concepts de base restent valables, mais les 12 modèles architecturaux recensés sont identiques à ceux que présentent les flores continentales, même si leurs répartitions systématiques diffèrent. Les capacités de réitération sont réparties de façon très inégale : rares ou absentes chez la plupart des espèces endémiques, elles sont au contraire extrêmement développées chez les « pestes » introduites du continent, Maqui, Zarzamora et Murtilla. Il est vraisemblable que cette énorme différence dans les capacités de réitération rende compte des menaces que les « pestes » font peser sur les endémiques. La seule possibilité qui reste pour sauver les endémiques semble être la création d'un jardin botanique sur l'île Robinson Crusoe.

MOTS CLÉS

Juan Fernández,
modèle architectural,
réitération,
« pestes »,
endémiques.

ABSTRACT

Architecture of plants in Robinson Crusoe Island, Juan Fernández Archipelago, Chile.

As vegetative architecture and its main concepts (sequential branching, architectural models, reiteration) were born in the humid tropics, a long term study of the Juan Fernández flora and vegetation provided an opportunity to test whether or not those concepts remain valid in quite a different sort of environment. Robinson Crusoe is an isolated island of the South Pacific, at 33° South, having an oceanic temperate climate, a rough topography and a rich highly endemic flora. Through the architectural analysis of more than 50 species of ferns and seed-plants, it is established that, not only are the architectural concepts still valid, but that the 12 architectural models actually recorded are identical to those found elsewhere on mainlands, even if their taxonomic distribution differs. The reiteration ability is unevenly distributed: rare or absent in most of the endemics, it is extremely developed in the “pests” introduced from the mainland, Maqui, Zarzamora and Murtilla. It is shown that such a big difference in reiteration ability is likely to explain the threat that “pests” pose on endemics. The only possibility left to save the endemic flora seems to be the creation of a botanical garden on Robinson Crusoe Island.

KEY WORDS

Juan Fernández,
architectural models,
reiteration,
“pests”,
endemic species.

INTRODUCTION

Il y a plus de 30 ans, Roelof A. A. Oldeman et Francis Hallé isolaient et délimitaient les concepts de base de l'architecture – séquence, modèle, réitération – en forêts humides de Guyane, du Congo et de Côte d'Ivoire (Hallé & Oldeman 1970; Oldeman 1974; Hallé *et al.* 1978). Dans ce type de forêts à très bas niveaux de contraintes climatiques, il est admis que les concepts architecturaux correspondent à une réalité, permettant à la fois de reconnaître les plantes et de mieux les décrire. À l'occasion d'un séjour sur l'Île Robinson Crusoe, il nous a semblé intéressant de tester la validité de ces concepts dans un environnement climatiqement rude, profondément différent de celui où ils ont été définis – et sur une flore endémique d'une originalité exceptionnelle.

L'ARCHIPEL JUAN FERNÁNDEZ

À 33° de latitude Sud, l'archipel Juan Fernández se situe dans le Pacifique, au large du port chilien de Valparaíso. Il est constitué de trois îles et de plusieurs cailloux isolés (morros) (Fig. 1):

- Alejandro Selkirk (4464 hectares), est à 800 km à l'ouest de Valparaíso, d'où son nom espagnol de Masafuera. D'accès difficile, sans port, elle ne fournit qu'un habitat temporaire; elle contient le point culminant de l'archipel, le Cerro Los Inocentes (1360 m) (Fig. 2);
- Santa Clara, la plus petite (223 hectares), est un îlot sec et inhabité. Son nom ancien d'Île aux Chèvres évoque la disparition de la végétation arbustive qui la couvrait (Fig. 3);
- Robinson Crusoe, ou Masatierra, est à 670 km du continent. Sa superficie est de 4711 hectares. Elle abrite le seul village permanent de l'archipel, San Juan Bautista (600 habitants); elle est desservie par bateau depuis Valparaíso et par avion depuis Santiago du Chili (Danton *et al.* 1999) (Fig. 3).

GÉOLOGIE, TOPOGRAPHIE

Il s'agit de trois îles océaniques résultant vraisemblablement de l'activité d'un « point chaud ». Les relevés bathymétriques révèlent des montagnes sous-marines qui complètent l'archipel, formant une chaîne est-ouest de 600 km de longueur (Fig. 4).

Santa Clara et la partie ouest de Robinson Crusoe sont sorties de l'eau les premières, il y a 4 millions

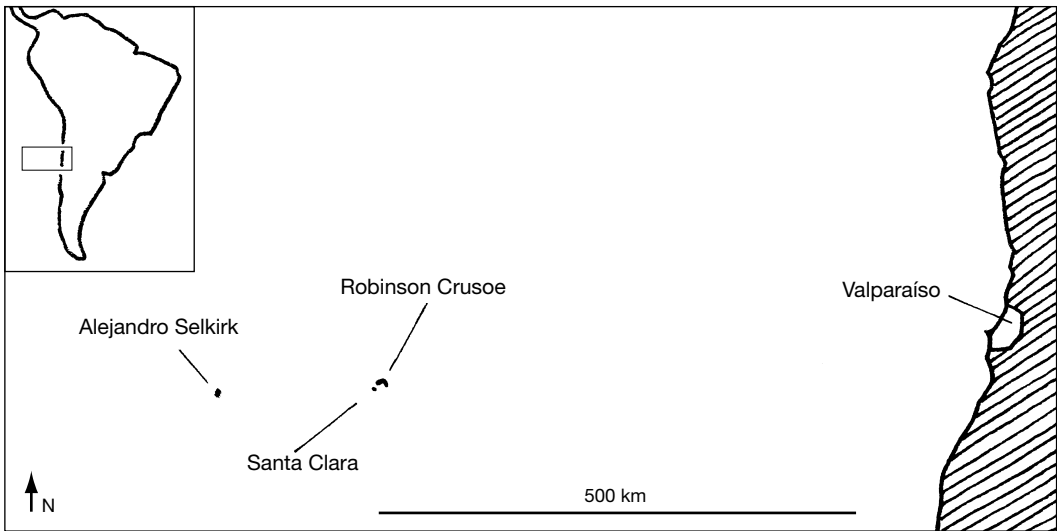


FIG. 1. — L'archipel Juan Fernández, à 700 km à l'ouest de Valparaíso.

d'années, d'où une érosion très avancée. La partie est de Robinson Crusoe est plus jeune – 3,1 millions d'années – et le relief y est marqué par de larges vallées propices à l'installation humaine. Alejandro Selkirk, la plus jeune, n'est sortie de l'eau qu'il y a 1,3 millions d'années et l'activité volcanique s'y faisait encore sentir il y a 0,85 million d'années, ce qui explique son relief jeune marqué de profonds canyons (Natland 2003). Du fait qu'elles sont récentes, ces trois îles ont une topographie très forte, voire vertigineuse (Santantonio 2006). Des falaises verticales de plusieurs centaines de mètres de hauteur y sont fréquentes.

Les roches, essentiellement basaltiques (Stuessy *et al.* 1984), portent des sols neutres-acides qui peuvent être très fertiles, mais qui sont également fragiles, peu épais, susceptibles de glisser vers la mer sur des pentes fortes ou d'être détruits et emportés par l'érosion éolienne, surtout s'ils sont déforestés.

LE CLIMAT

Le climat est tempéré chaud, l'archipel Juan Fernández étant situé à la même latitude, au sud, que Madère dans l'hémisphère Nord. Les températures à San Juan Bautista sont en moyenne de 18 °C, avec

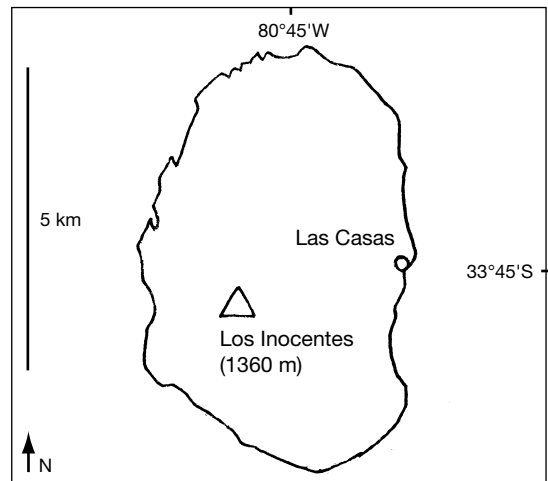


FIG. 2. — L'île Alejandro Selkirk ou Masafuera.

une amplitude de 6 à 25,5 °C. L'hiver, de juin à septembre, est sensible mais doux; le gel n'existe pas à Robinson Crusoe (Masatierra), mais il existe à Alejandro Selkirk (Masafuera) où les altitudes sont plus élevées et où la neige est signalée sur les sommets (Skottsberg 1952).

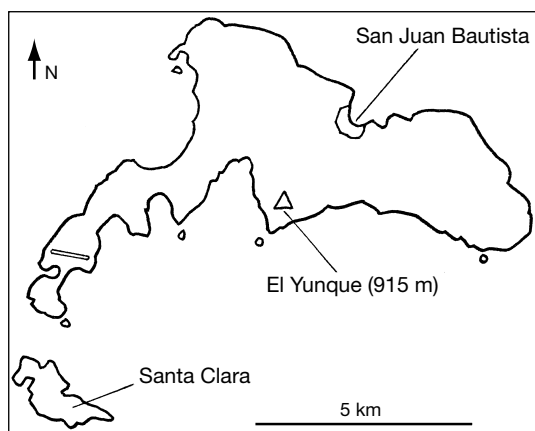


FIG. 3. — Les îles Robinson Crusoe, ou Masatierra, et Santa Clara, la plus petite (223 ha), qui est un îlot sec et inhabité. Son ancien nom d'île aux chèvres évoque la disparition de la végétation arbustive qui la couvrait.

Les vents, principalement du secteur sud, sont parfois forts, atteignant 50 nœuds, soit 90 km/h.

La pluviométrie est de 1041,5 mm/an à San Juan Bautista, avec une variabilité interannuelle importante, de 871 à 1459 mm. Toutefois, ces chiffres ne concernent que les basses altitudes, les seules où la pluviométrie ait été relevée; il est certain qu'elle est beaucoup plus forte sur les hautes pentes si l'on en juge par la riche flore de fougères qui s'y déploie (Skottsberg 1952).

Les sommets sont très fréquemment dans les nuages, ce qui est un élément important de l'écologie des hautes pentes; les orages seraient rares, voire absents, mais la grêle a été signalée.

Avec de telles conditions climatiques, on conçoit que la végétation d'origine ait été forestière, du niveau de la mer jusqu'aux sommets les plus élevés, mais l'état actuel de dégradation oblige à prendre en compte le peuplement humain, ainsi que les animaux et les végétaux qui l'ont accompagné.

LE PEUPLEMENT HUMAIN

Les îles furent découvertes en novembre 1574 par le navigateur espagnol Juan Fernández qui recherchait une route maritime permettant de descendre vers le Sud, le long de la côte chilienne, tout en échappant au courant de Humboldt. À Masatierra, Juan Fernández fit débarquer les premiers habitants, ainsi que quel-

ques couples de chèvres et – vraisemblablement – de rats. C'est à cette époque que débute le déboisement des basses pentes, notamment pour la construction navale et l'exploitation du bois de Santal.

Après divers échecs de l'implantation humaine, une population stable s'installa en 1877, avec la création de conserveries par Alfred de Roth. L'activité industrielle contribua à l'augmentation de la population ainsi qu'à l'implantation d'animaux domestiques, moutons, vaches, chevaux, et de divers animaux sauvages, coatis et plus récemment lapins de garenne. Les liaisons de plus en plus fréquentes avec le continent permirent l'arrivée de nombreuses espèces végétales dont certaines devinrent des pestes. Ces introductions continuent encore à présent, sans contrôle.

La population actuelle de l'archipel est évaluée à 700 personnes; le tourisme, encore timide, tend à s'amplifier.

LA FLORE ENDÉMIQUE

Les jugements élogieux n'ont jamais manqué, dès les premières expéditions botaniques. « Les îles Juan Fernández sont fameuses pour leurs formes endémiques si nombreuses et si particulières », cette phrase de Carl Skottsberg date de 1922 (dans Skottsberg 1952). « Le taux d'endémisme est l'un des plus élevés de la planète » (Pascal 2002; Danton 2004) puisqu'il est évalué à 64,3 %. Il s'agit de « l'une des flores endémiques les plus intéressantes du monde » (Marticorena *et al.* 1998).

Tout ceci a justifié dès 1935 l'instauration du Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández, qui couvre 92 % de la surface des îles et, en 1977, l'inscription de l'archipel parmi les Réserves mondiales de la Biosphère par l'UNESCO.

On compte actuellement dans l'archipel 213 espèces indigènes de plantes vasculaires, dont 137 endémiques. On trouvera ci-dessous la liste des genres endémiques, dont le nombre s'élève à 11 :

- *Thyrsopteris* Kunze: 1 espèce (fougères Dicksoniaceae);
- *Megalachne* Steud.: 2 espèces (Poaceae);
- *Podophorus* Phil.: 1 espèce disparue (Poaceae);
- *Juania* Drude: 1 espèce (Arecaceae);
- *Cuminia* Colla: 1 espèce avec deux variétés (Lamiaceae);

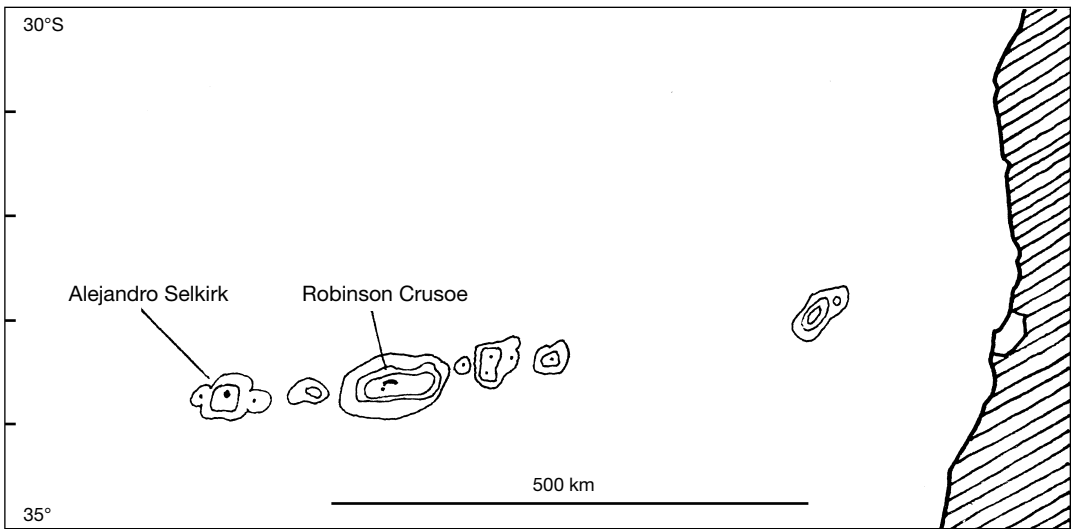


FIG. 4. — Des montagnes sous-marines complètent l'archipel Juan Fernández. D'après Stuessy *et al.* (1984).

- *Lactoris* Phil. : 1 espèce (Lactoridaceae) ;
- *Selkirkia* Hemsl. : 1 espèce (Boraginaceae) ;
- et enfin, quatre genres d'Asteraceae, avec 22 espèces au total :
- *Centaurodendron* Johow : 2 espèces ;
- *Dendroseris* D. Don, qui est, avec 11 espèces, le plus grand genre de l'archipel ;
- *Robinsonia* DC. : 8 espèces ;
- *Yunquea* Skotts. : 1 espèce.

En outre, l'île Robinson Crusoe compte une famille endémique, celle des Lactoridaceae Engl., qui se limite à une espèce unique, *Lactoris fernandeziana* Phil., dont la position systématique fait l'objet de nombreuses hypothèses (Tobe *et al.* 1993).

Les menaces sur la flore endémique

Cette remarquable flore endémique est, hélas, en voie de disparition du fait de la pression qu'exercent sur elle, depuis quatre siècles, les populations humaines des îles accompagnées d'une série de pestes animales et végétales toujours en augmentation. Le danger de disparition est tout à fait réel : le Santal endémique, *Santalum fernandezianum* F. Phil. semble être éteint depuis 1910 par suite de sa surexploitation ; le genre *Podophorus* n'a jamais été retrouvé et il en est de même pour *Robinsonia macrocephala* Decne.,

Eryngium sarcophyllum Hook. & Arn. ou *Chenopodium nesodendron* Skotts., recherchés activement, mais sans succès, depuis 1997. *Robinsonia berteroi* (DC.) R. W. Sanders, Stuessy & Martic., qui n'était plus représenté que par un arbre mâle, s'est éteint récemment (Danton & Perrier 2005). Sur Masafuera, *Dendroseris gigantea* Johow est dans une situation désespérée depuis plusieurs années.

En ce qui concerne les pestes animales – rats, lapins, moutons, coatis, chèvres, vaches, chevaux – leur activité est d'autant plus destructrice que la faune des îles ne comportait à l'origine aucun mammifère terrestre. La flore endémique n'a donc jamais coévolué avec ce type de prédateurs.

Les espèces végétales introduites sont toutes potentiellement dangereuses pour la flore locale ; il convient cependant d'en distinguer deux groupes.

Les arbres exotiques plantés à partir de 1930 – cyprès, pins, eucalyptus, albizia, acacias – dont l'éradication n'est pas souhaitable puisqu'ils constituent la ressource en bois de San Juan Bautista. Il est cependant nécessaire et relativement aisé de limiter l'extension de ces espèces en procédant à des abattages dès qu'elles s'implantent à une altitude supérieure à 150 m et en dehors des abords du village (Bahia Cumberland).

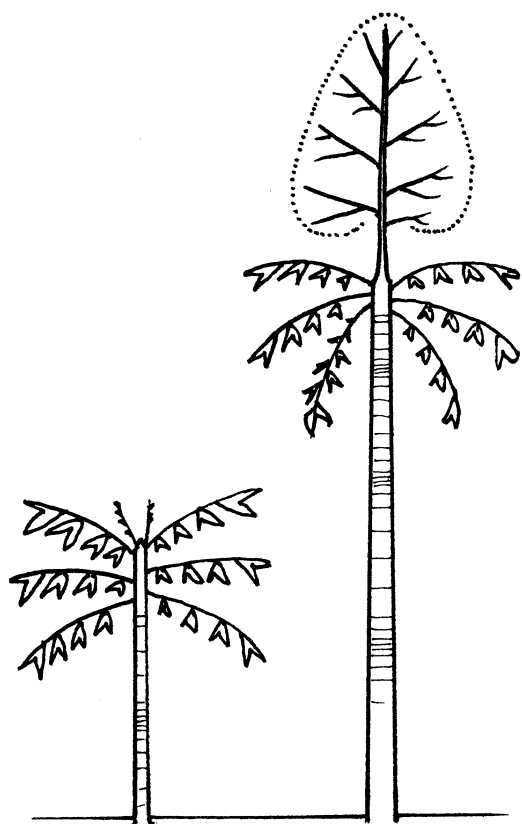


FIG. 5. — *Dendroseris pinnata* (Bertero ex Decne.) Hook. & Arn., une Asteraceae monocarpique qui atteint 5 m de hauteur, avec une faible croissance en diamètre. À gauche, le stade juvénile.

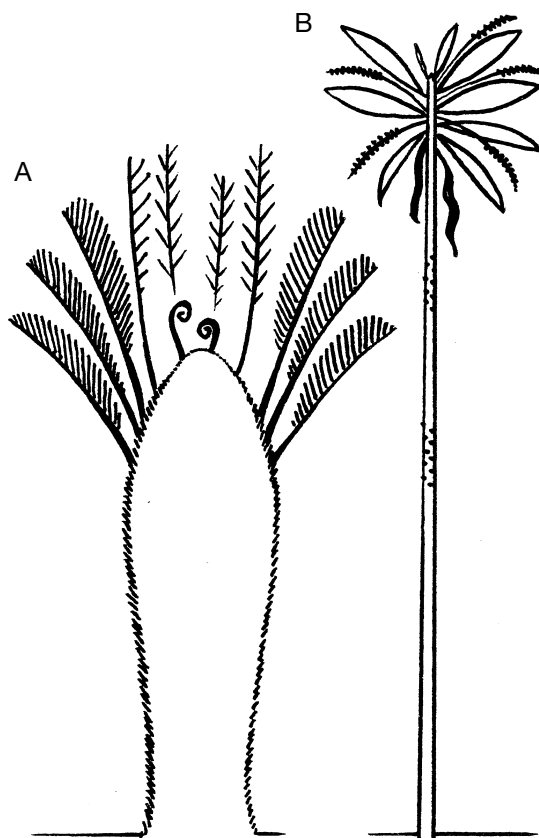


FIG. 6. — **A**, *Blechnum cycadifolium* (Colla) Sturm, une fougère arborescente de 3 m de hauteur; des groupes de feuilles fertiles (au centre) alternent avec des groupes de feuilles assimilatrices; **B**, *Plantago fernandezia* Bertero ex Barnéoud, une Plantaginaceae monocaule atteignant 4 m de hauteur.

Les pestes végétales représentent un problème beaucoup plus grave, vis-à-vis de la flore endémique; elles sont plus dangereuses encore que les pestes animales car elles sont plus difficiles à éradiquer. Il s'agit surtout de trois espèces exotiques: — le «Maqui», *Aristotelia chilensis* Stuntz (Elaeocarpaceae), un petit arbre à croissance rapide introduit pour la fabrication des casiers à langoustes; — La «Zarzamora», *Rubus ulmifolius* Schott (Rosaceae), une ronce d'origine européenne d'une extrême vigueur introduite vers 1920; la flore d'origine ne comportant aucune liane, les arbres locaux se laissent rapidement surcimer et meurent; — La «Murtilla», *Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae), un arbrisseau importé de l'île de Chiloe, au sud du

Chili, qui tend à recouvrir les crêtes d'un manteau monospécifique au détriment des endémiques et notamment de l'espèce locale *Ugni selkirkii* (Hook. & Arn.) O.Berg.

Le trio Maqui-Zarzamora-Murtilla est rendu plus dangereux encore par la présence du merle *Turdus falklandii magellanicus*, qui disperse les graines de ces trois plantes zoochores depuis le niveau de la mer jusqu'aux points culminants des îles.

Dans ces conditions, l'un des buts de l'approche architecturale va être d'interpréter l'évidente supériorité des pestes végétales sur les espèces endémiques. Les caractères architecturaux permettent-ils d'expliquer qu'une plante soit «peste» ou «victime»?

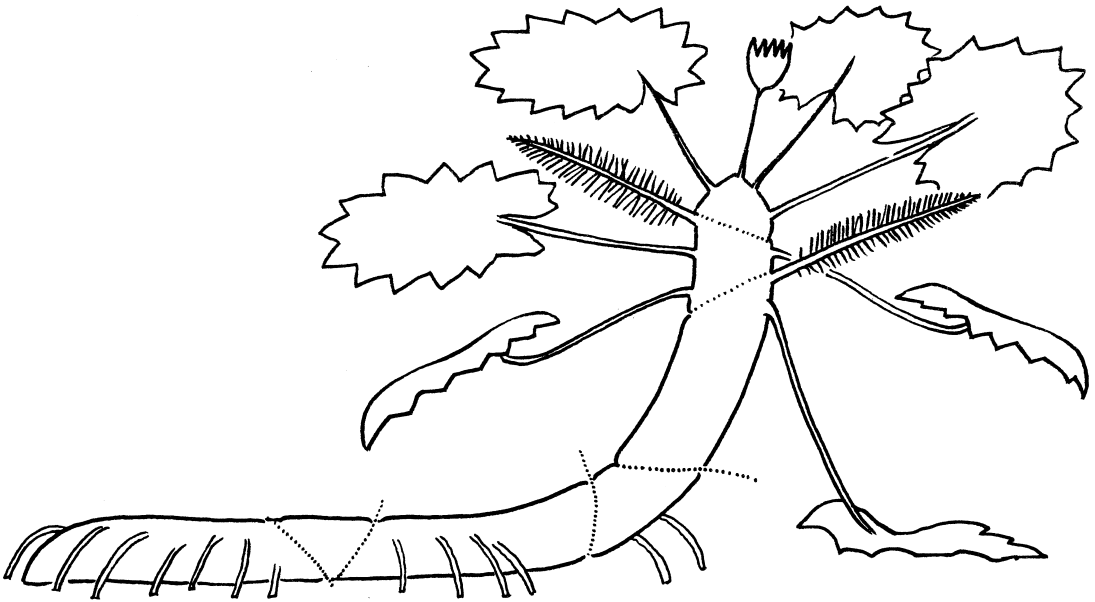


FIG. 7. — *Gunnera peltata* Phil., Gunneraceae. Les inflorescences sont terminales et, le long du tronc, des articles longs alternent avec des articles courts. Les limbes foliaires atteignent 1,5 m de diamètre.

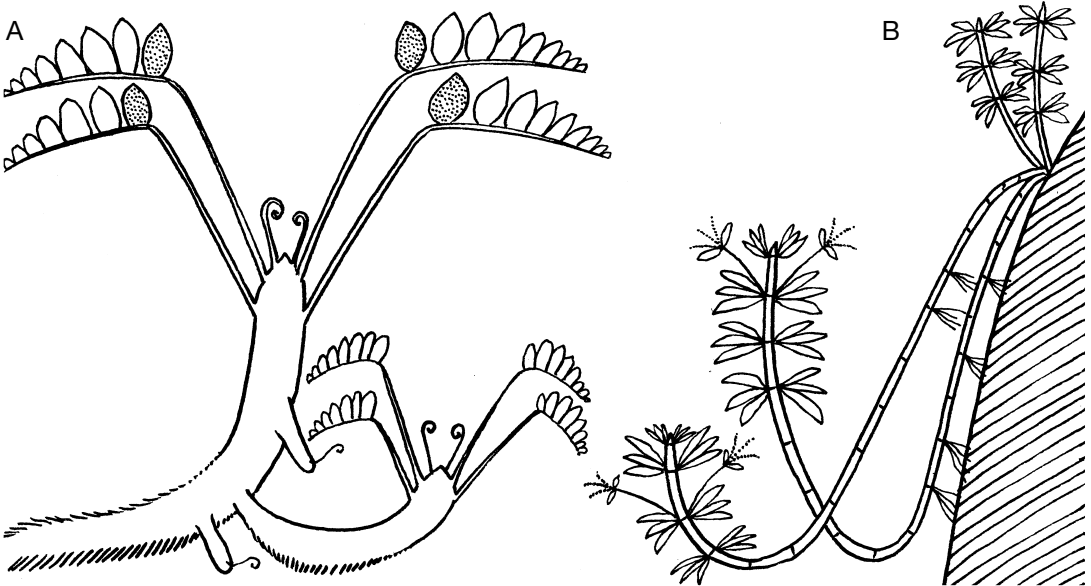


FIG. 8. — **A**, *Thyrsopteris elegans* Kunze, une fougère arborescente atteignant une hauteur de 4 m; les folioles basales (en gris) sont seules fertiles; **B**, *Peperomia berteriana* Miq., une Piperaceae poussant sur les falaises; les tiges dépassent 1 m de longueur.

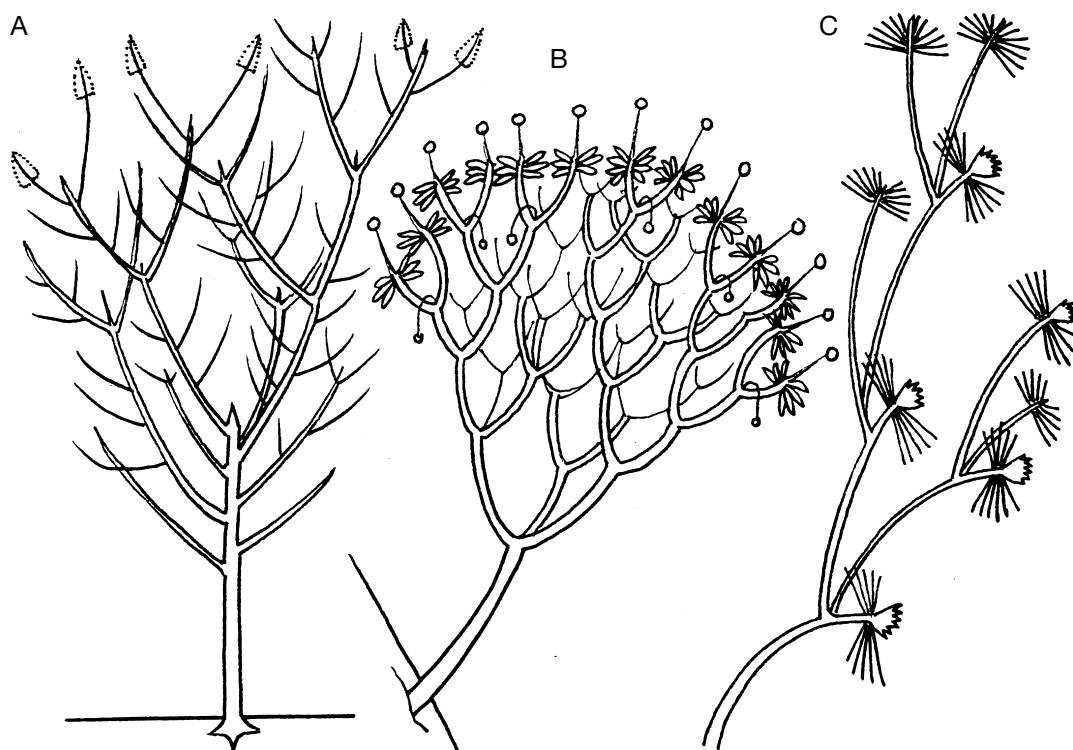


FIG. 9. — **A**, *Chenopodium cruseoanum* Skotts., une Chenopodiaceae arbustive atteignant 3 m de haut; la ramification est abondante et d'aspect anarchique; **B**, *Eryngium bupleuroides* Hook. & Arn., une Apiaceae dont la ramification est, au contraire, absolument schématique (hauteur: 1,5 m); **C**, la ramification de la Bromeliaceae *Ochagavia elegans* Phil. est également régulière et aisément prévisible; cette plante forme des coussins sur les falaises.

L'APPROCHE ARCHITECTURALE

Ce qui suit concerne essentiellement l'Île Robinson Crusoe ou Masatierra qui est d'ailleurs la plus riche des trois îles sur le plan floristique. Quelques espèces originaires de Masafuera et de Santa Clara ont été incluses dans l'étude.

Intentionnellement, il n'a été tenu compte ni des arbres exotiques utilisés pour le reboisement (voir plus haut), ni de la flore des jardins; ces derniers, groupés autour de San Juan Bautista, sont souvent très soignés, riches en fruitiers – agrumes, châtaigniers, nispero, goyaviers, avocatiers, papayers, poiriers, noyers, oliviers, figuiers, vigne, pêchers, grenadiers, etc. – ainsi qu'en plantes ornementales – troènes, montbretias, valérianes, hortensias, balsamines, camélias, scabieuses, roses, pelargo-

niums, bougainvillées, etc. (Danton & Perrier 2006).

Sur les 22 modèles architecturaux actuellement recensés (Hallé 2004), 12 ont été retrouvés parmi les plantes de Masatierra; il est intéressant de constater que le concept de modèle architectural est valable et que les endémiques prennent place aisément – à quelques détails près, voir ci-dessous – dans les modèles connus (Hallé & Oldeman 1970; Hallé *et al.* 1978).

LE MODÈLE DE HOLTUM

Le modèle de Holtum est représenté par cinq Asteraceae: *Dendroseris pinnata* (Bertero ex Decne.) Hook. & Arn. (Fig. 5); *Dendroseris berteroana* (Decne.) Hook. & Arn.; *Dendroseris regia* Skotts., endémique de Masafuera;

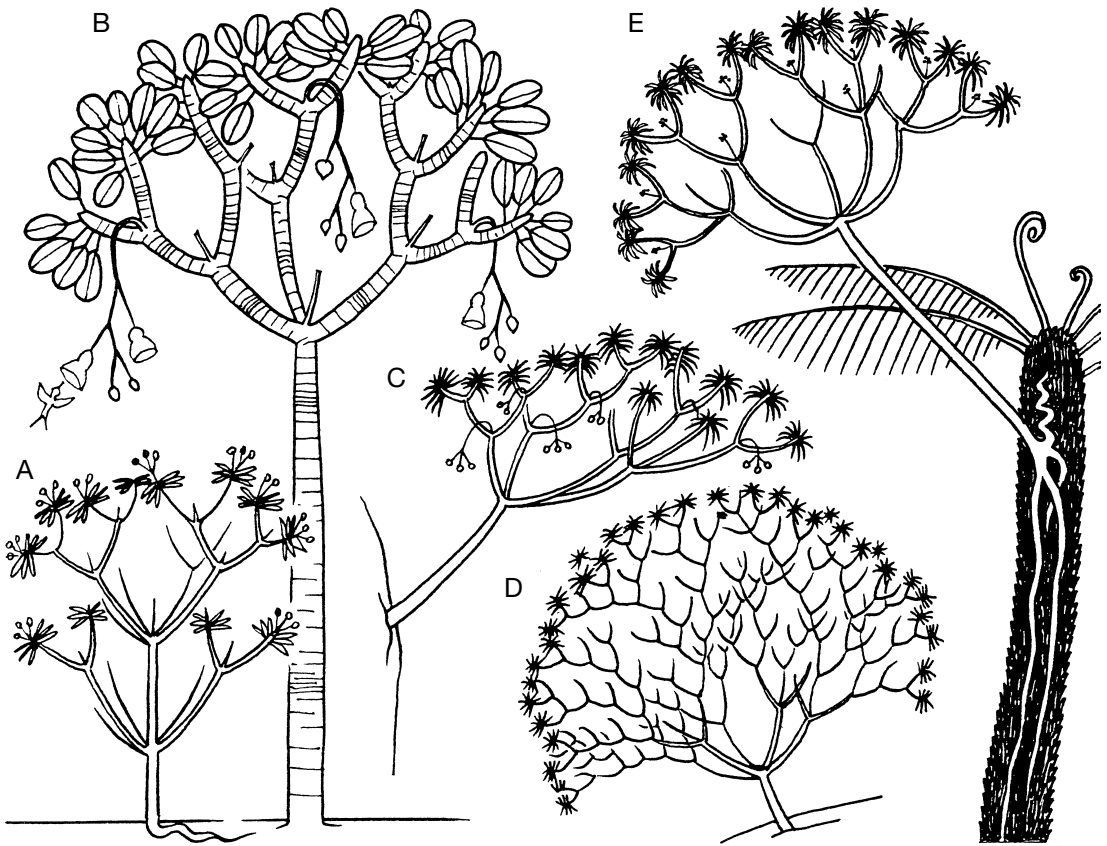


FIG. 10. — Le modèle de Leeuwenberg chez les Asteraceae endémiques : **A**, *Erigeron fernandezianus* (Colla) Sollbrig, une espèce subherbacée atteignant 1 m de haut ; il est fréquent que l'axe 1 porte deux étages d'axes 2 ; **B**, *Dendroseris litoralis* Skotts., « el col de Juan Fernández » ; ce petit arbre aux beaux capitules jaunes atteint 4 m et ses feuilles peuvent avoir près de 1 m de longueur ; **C**, un exemplaire femelle de *Robinsonia gayana* Decne. (hauteur : 1,2 m) ; **D**, *Robinsonia gracilis* Decne. (hauteur : 2 m) ; **E**, *Robinsonia evenia* Phil., un arbuste atteignant une hauteur de 2,5 m, représenté ici dans sa position habituelle, épiphyte sur une fougère arborescente.

Centaurodendron palmiforme Skotts. ; *Yunquea tenzii* Skotts., connu uniquement du sommet du Cerro El Yunque.

Carl Skottsberg avait repéré cette forme de plante ; parmi ce qu'il appelait les « arbres en rosettes », il distinguait le « type palmiforme » à inflorescence terminale, ce qui correspond à notre modèle de Holttum.

Cette architecture très particulière, ajoutée à la présence de feuilles composées pennées, nous semble justifier le maintien du genre *Phoenicoseris* Skotts. dont le caractère majeur, sur le plan architectural, est la monocarpie.

LE MODÈLE DE CORNER

Le modèle de Corner a été trouvé chez deux fougères arborescentes : *Dicksonia berteriana* (Colla) Hook., Dicksoniaceae ; *Blechnum cycadifolium* (Colla) Sturm, Blechnaceae (Fig. 6A).

Ces deux espèces marquent profondément les paysages, la première en sous-bois, la seconde sur les pentes ensoleillées où, sous le nom de « Pluma indio », elle est devenue symbolique de la végétation insulaire. Ce modèle caractérise aussi « la Chonta », *Juania australis* (Mart.) Drude ex Hook.f., Arecaceae, et *Plantago fernandezia* Bertero ex Barnéoud, Plantaginaceae, qui atteint

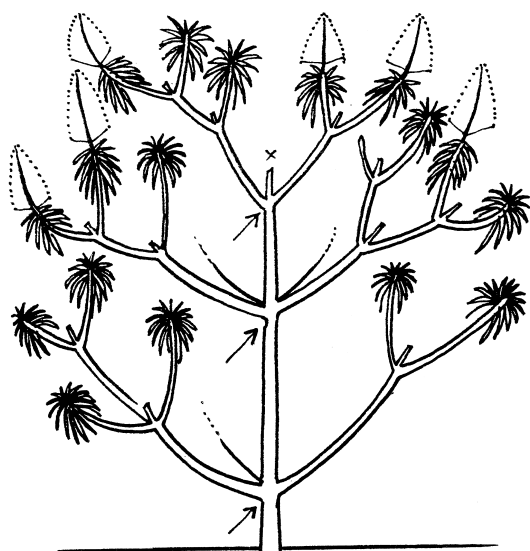


FIG. 11. — *Dendroseris neriifolia* (Decne.) Hook. & Arn., une Astera-
ceae arbustive de 2 m de hauteur, à tronc monopodial; les étages
de branches sont indiqués par des flèches.

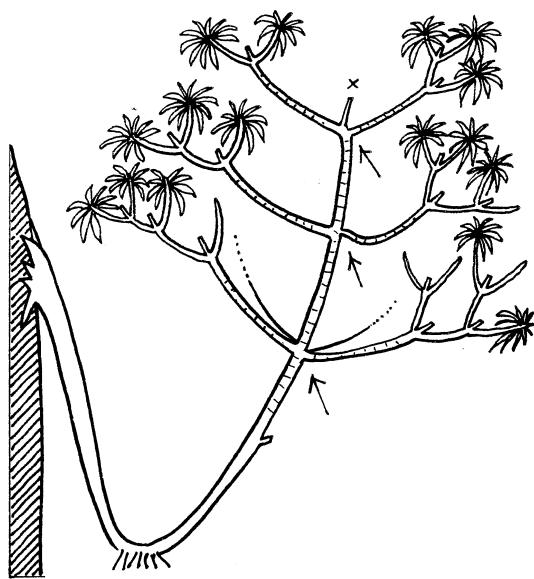


FIG. 12. — *Robinsonia berteroi* (DC.) R.W.Sander, Stuessy & Martic.,
une Astera-
ceae arbustive d'une hauteur totale de 5,5 m; les étages
de branches sont indiqués par des flèches.

exceptionnellement une hauteur de 4 m sur les falaises boisées (Fig. 6B).

LE MODÈLE DE CHAMBERLAIN

Le modèle de Chamberlain semble ne concerner que le genre *Gunnera* L. Sa présence a été vérifiée chez *G. peltata* Phil. et *G. bracteata* Steud ex Benn., Gunneraceae (Fig. 7).

LE MODÈLE DE TOMLINSON

Le modèle de Tomlinson est représenté par *Thyrsopteris elegans* Kunze, une fougère arborescente rampante des Dicksoniaceae (Fig. 8A); par *Peperomia berteriana* Miq., Piperaceae des falaises (Fig. 8B); par deux Campanulaceae, *Wahlenbergia fernandeziana* A.DC. et *W. grahamiae* Hemsl., également des falaises, et enfin par une Lobeliaceae introduite depuis la côte du Chili et naturalisée, *Lobelia tupa* L.

LE MODÈLE DE LEEUWENBERG

Le modèle de Leeuwenberg est de très loin le mieux représenté dans la flore locale de Masatierra. Carl Skottsberg donne une excellente description de cette forme qu'il nomme le « type candélabre ». La liste est longue, des plantes qui se conforment au modèle de Leeuwenberg: *Chenopodium sanctae-clarae* Johow, Chenopodiaceae; *Chenopodium cruseanum* Skottsbg., Chenopodiaceae (Fig. 9A); *Eryngium bupleuroides* Hook. & Arn., Apiaceae, « Pomponero » (Fig. 9B); *Eryngium fernandezianum* Skottsbg., Apiaceae; *Eryngium inaccessum* Skottsbg., Apiaceae; *Eryngium sarcophyllum* Hook. & Arn., Apiaceae, endémique de Masafuera (disparu); *Selkirkia berteroi* (Colla) Hemsl., Boraginaceae; *Ochagavia elegans* Phil., Bromeliaceae, « Ajo dulce » (Fig. 9C); ainsi que bon nombre d'Asteraceae endémiques: *Centaurodendron dracaenoides* Johow; *Dendroseris gigantea* Johow; *Dendroseris litoralis* Skottsbg., « el col de Juan Fernández » endémique de Santa Clara, une plante populaire, souvent plantée à San Juan Bautista (Fig. 10B); *Dendroseris macrantha* (Bertero & Decne.) Skottsbg.; *Dendroseris macrophylla* D.Don; *Dendroseris marginata* (Bertero ex Decne.) Hook. & Arn.; *Erigeron fernandezianus* (Colla) Solbrig (Fig. 10A); *Robinsonia evenia* Phil. (Fig. 10E); *Robinsonia gayana* Decne. (Fig. 10C); *Robinsonia*

gracilis Decne. (Fig. 10D); *Robinsonia masafueriae* Skotts., endémique de Masafuera; *Robinsonia thurifera* Decne., « Incienso ».

LE MODÈLE DE SCARRONE

Le modèle de Scarrone nécessite une mention particulière; il n'est représenté sous sa forme typique que chez deux Asteraceae endémiques devenues extrêmement rares, dont la ramification en étages est clairement visible: *Dendroseris neritifolia* (Decne.) Hook. & Arn. dont il n'existe plus que deux exemplaires dans la Quebrada El Lapiz, mais qui est cultivé dans certains jardins de San Juan Bautista (Fig. 11); et *Robinsonia berteroi* (DC.) R.W.Sanders, Stuessy & Martic., disparu en 2004 d'une vallée forestière située sous le Mirador de Selkirk, en direction de l'ouest.

L'architecture de cette plante a pu être confirmée grâce à la photographie publiée par C. Skottsberg (1952: fig. 14; Fig. 12).

Le modèle de Scarrone présente à Masatierra une intéressante variante, dans laquelle se trouve maintenue la ramification en étages antérieure à la floraison; mais lorsque cette dernière apparaît distalement sur un axe, celui-ci se défolie et finit par mourir après la dispersion des fruits. La nécrose progresse vers le bas, soit jusqu'aux ramifications inférieures, soit jusqu'au niveau d'un ou plusieurs relais qui apparaissent postérieurement à la floraison.

Plusieurs mètres d'axes peuvent être perdus par cet étrange mécanisme qui n'est pas sans analogie avec la monocarpie du modèle de Holttum. Les axes morts ne sont pas soumis à élagage mais restent dressés au-dessus de la plante, offrant une forte prise au vent; leur disparition, par simple érosion du bois mort, peut nécessiter un à deux ans.

Cette variante du modèle de Scarrone a été trouvée par Skottsberg (1952) chez *Robinsonia macrocephala* Decne. [syn.: *Symphyochaeta macrocephala* (Decne.) Skotts.], dont il analyse et figure le mécanisme de croissance. Cette espèce endémique est actuellement disparue. Fort heureusement, cette architecture originale subsiste chez *Dendroseris pruinata* (Johow) Skotts., dont un bel exemplaire a été vu au Cerro Alto (Fig. 13) et *Dendroseris micrantha* (Bertero ex Decne.) Hook. & Arn. observé sous le rocher du Camote (Fig. 14).

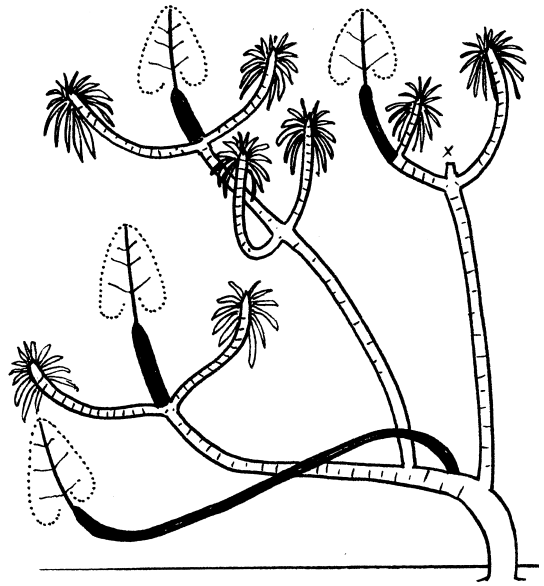


FIG. 13. — *Dendroseris pruinata* (Johow) Skotts., une Asteraceae arbustive chez laquelle la floraison entraîne des nécroses d'axes (en noir). Hauteur: 2 m.

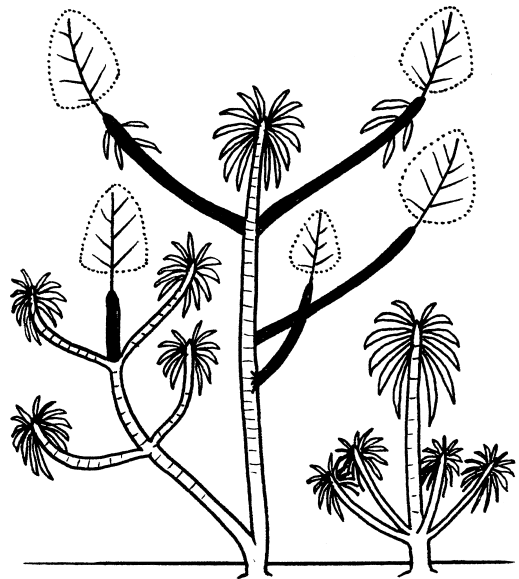


FIG. 14. — *Dendroseris micrantha* (Bertero ex Decne.) Hook. & Arn. est un autre exemple d'Asteraceae chez laquelle la floraison entraîne des nécroses d'axes (en noir). Hauteur: 1,5 m. À droite, la forme de jeunesse.

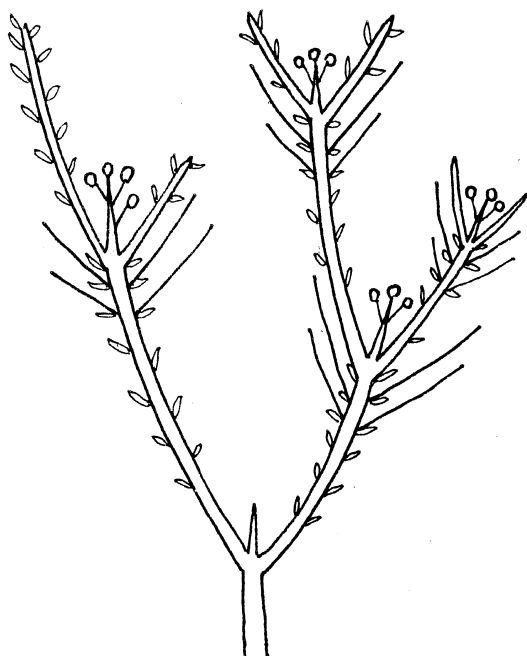


FIG. 15. — *Pernettya rigida* (Bertero ex Colla) DC., un arbuste de 1 à 2 m de hauteur, est la seule Ericaceae des îles Juan Fernández ; c'est aussi le premier exemple du modèle de Koriba dans cette famille.

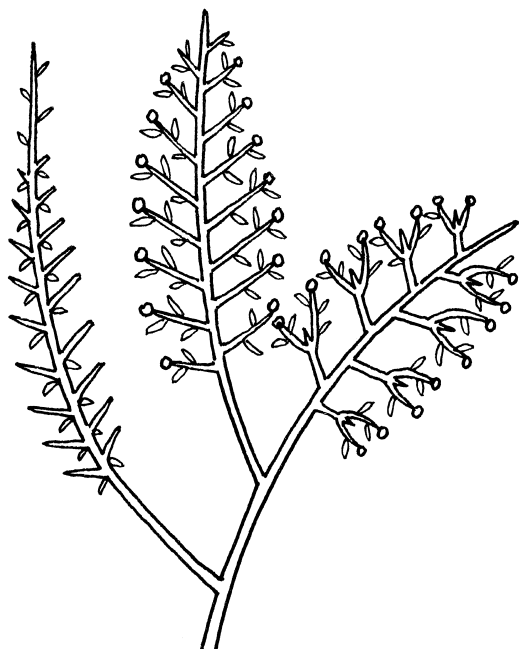


FIG. 16. — *Escallonia calcottiae* Hook. & Arn. est une Grossulariaceae buissonnante de 2 m. Les très vieux exemplaires deviennent des arbres.

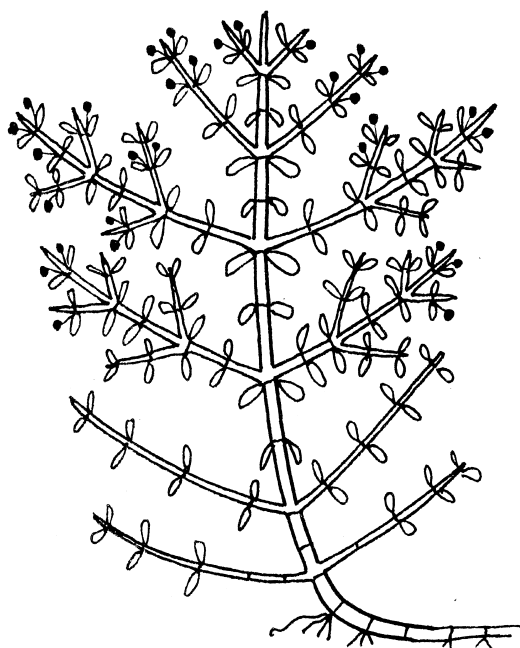


FIG. 17. — *Haloragis masatierrana* Skottsb. est une Haloragidaceae herbacée ou sous-ligneuse de 1 m de hauteur.

Cette même variante du modèle de Scarrone existe chez une endémique des Canaries, *Aeonium holochrysum* Webb & Berthel., Crassulaceae, présente dans l'île Robinson Crusoe, et différentes autres espèces du genre *Aeonium* Webb & Berthel.

LE MODÈLE DE KORIBA

Le modèle de Koriba n'a été trouvé que chez *Pernettya rigida* (Bertero ex Colla) DC., la seule Ericaceae de l'archipel, localement appelée « Murtillón » (Fig. 15).

LE MODÈLE DE STONE

Le modèle de Stone apparaît chez une Grossulariaceae, *Escallonia calcottiae* Hook. & Arn. (Fig. 16), ainsi que chez le « Boldo », *Peumus boldus* Molina, Monimiaceae, une plante médicinale chilienne plantée dans les jardins de San Juan Bautista.

LE MODÈLE D'ATTIMS

Le modèle d'Attims est celui de *Coprosma oliveri* Fosberg, Rubiaceae ; *Haloragis masatierrana* Skottsb., Haloragidaceae (Fig. 17) ; *Rhaphithamnus venustus* (Phil.) B.L.Rob., une Verbenaceae arborescente

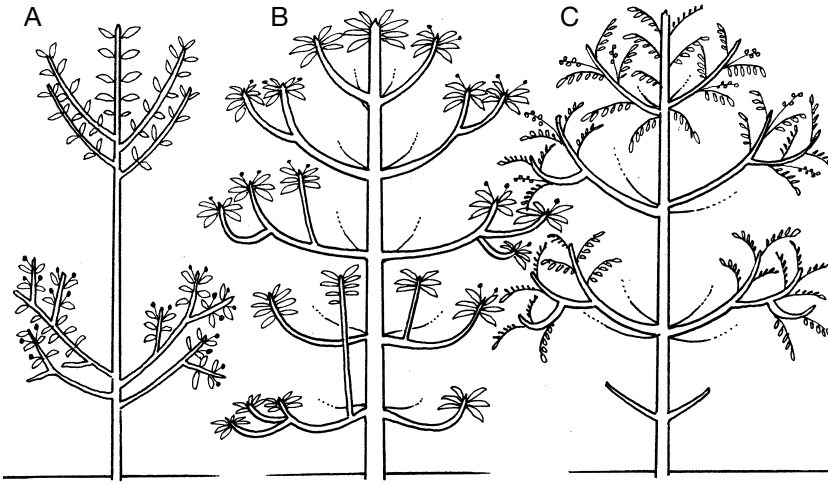


FIG. 18. — Le modèle de Rauh: **A**, le Maqui, *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz, une Elaeocarpaceae arborescente devenue l'une des principales pestes végétales de l'île; **B**, le Canelo, *Drimys confertifolia* Phil., Winteraceae; cet arbre atteignant 15 m est l'une des composantes principales des forêts primaires; **C**, le Naranjillo, *Fagara mayu* (Bertero ex Colla) Engl., Rutaceae, atteint 20 m de hauteur: c'est le plus grand arbre de la forêt primaire.

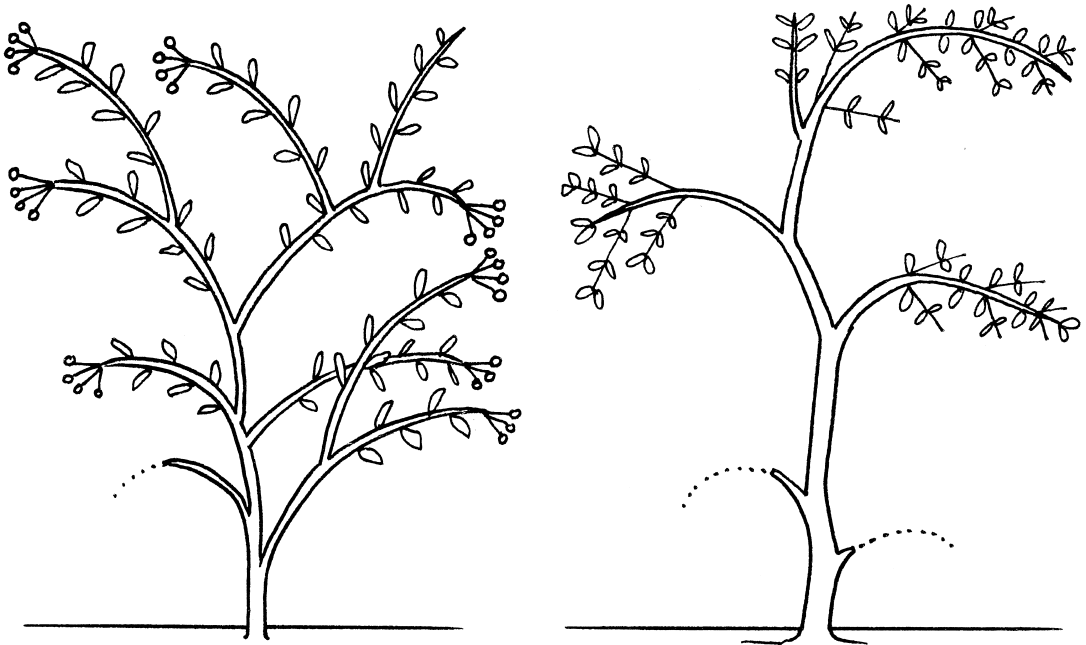


FIG. 19. — *Cestrum parqui* L'Hér. est une Solanaceae buissonnante atteignant 2 m de hauteur.

FIG. 20. — La Luma, *Myrceugenia fernandeziana* (Hook. & Arn.) Johow, une Myrtaceae atteignant une hauteur de 15 m, est l'arbre le plus commun des forêts primaires. Ici, en sous-bois, la forme juvénile est plagiotrope, avec des étages foliaires disposés horizontalement. À la lumière, chez la Luma adulte, les axes sont verticaux.

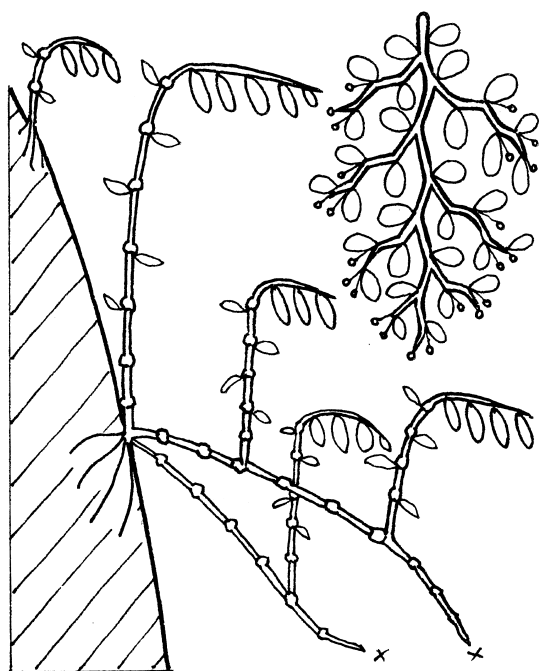


FIG. 21. — *Lactoris fernandezia* Phil., Lactoridaceae, est un arbrisseau charnu et fragile, aux nœuds renflés, ne dépassant pas 1,5 m. Quelle que soit la hauteur de la plante, sa partie distale se courbe à l'horizontale, formant un plateau assimilateur; ce dernier est vu par dessus en haut à droite. En bas, les tiges âgées s'affaissent; la réitération complète le buissonnement basal.

connue sous le nom de « Juan Bueno » et peut-être aussi de l'Urticaceae *Boehmeria excelsa* (Bertero ex Steud.) Wedd. qui semble pouvoir réaliser indifféremment ce modèle ou le suivant.

LE MODÈLE DE RAUH

Le modèle de Rauh occupe la deuxième place en fréquence et contient quelques espèces importantes pour l'écologie insulaire: *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz, Elaeocarpaceae introduite, le « Maqui » (Fig. 18A); *Boehmeria excelsa* (Bertero ex Steud.) Wedd., Urticaceae (voir ci-dessus); *Cuminia eriantha* (Benth.) Benth., Lamiaceae; *Drimys confertifolia* Phil., Winteraceae, le « Canelo » (Fig. 18B); *Fagara mayu* (Bertero ex Colla) Engl., Rutaceae, le « Naranjillo » (Fig. 18C); *Ugni molinae* Turcz., Myrtaceae introduite, la « Murtilla »; *Ugni selkirkii* (Hook. & Arn.) O.Berg., le « Murtillón ».

LE MODÈLE DE CHAMPAGNAT

Le modèle de Champagnat est celui du « Palqui », *Cestrum parqui* L'Hér., une Solanaceae chilienne introduite (Fig. 19), de la « Zarzamora », *Rubus ulmifolius* Schott, Rosaceae introduite (Fig. 23) et de *Berberis corymbosa* Hook. & Arn., Berberidaceae.

LE MODÈLE DE TROLL

Enfin, le modèle de Troll est représenté par la « Luma », *Myrceugenia fernandeziana* (Hook. & Arn.) Johow, Myrtaceae, qui est l'arbre le plus abondant dans les forêts de Masatierra (Fig. 20). La plagiotropie généralisée du modèle de Troll est bien visible sur la jeune « Luma » en sous-bois; l'adulte a des axes dressés, une sexualité latérale et se conforme au modèle d'Attimis.

Le modèle de Troll a également été trouvé chez la seule Flacourtiaceae de l'île, *Azara serrata* Ruiz & Pav., chez la Fabaceae *Sophora fernandeziana* (Phil.) Skottsb. et *Lactoris fernandeziana* Phil., endémique de Masatierra et membre unique de la famille des Lactoridaceae (Fig. 21).

DIVERSITÉ ARCHITECTURALE ET LATITUDE

Avec 12 modèles recensés pour 4711 hectares, la flore de Masatierra est relativement riche en architectures, ce qui n'est pas surprenant, compte tenu de la latitude (33°). La diversité architecturale diminue à mesure que l'on s'éloigne de l'Équateur (Hallé *et al.* 1978) et ce chiffre de 12 modèles paraît conforme au caractère « tempéré chaud » du climat de l'île.

Il reste à déterminer si ces données architecturales permettent d'interpréter, au moins dans une certaine mesure, la supériorité du trio Maqui-Zarzamora-Murtilla sur les endémiques et, inversement, l'évidente vulnérabilité de ces dernières.

L'ARCHITECTURE DES PESTES VÉGÉTALES

La liste ci-dessus concerne exclusivement les modèles et elle ne mentionne pas la réitération de ces modèles (Hallé *et al.* 1978), autre composante de l'architecture végétale. La forme de croissance observée sur le terrain est un ensemble formé par ces deux composantes, le modèle et sa réitération.

Nous proposons l'idée qu'il existe une balance entre ces deux composantes: lorsque l'une augmente,

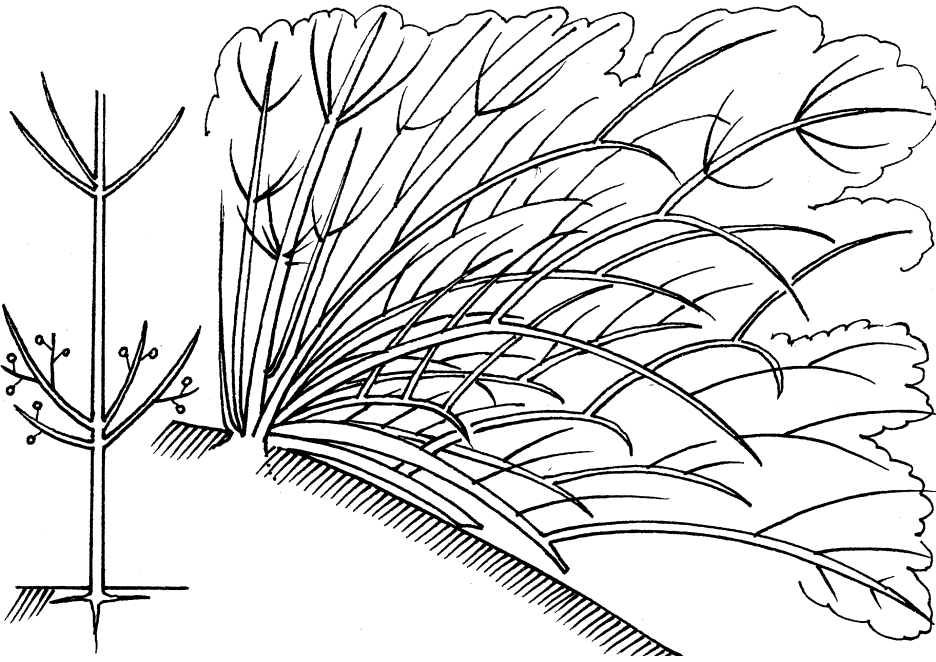


FIG. 22. — Affaissement, buissonnement basal et réitération chez le Maqui (*Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz). Le modèle architectural, à gauche, s'estompe et finit par disparaître. Le dessin est simplifié; au centre, les axes sont si nombreux qu'aucune lumière ne traverse. Hauteur : 5 m.

l'autre diminue, d'où résulte un continuum entre deux situations extrêmes; quelques exemples sont ici nécessaires.

L'un des extrêmes est constitué par des plantes incapables de réitérer et dont la forme reste exactement, pendant toute leur vie, celle de leur modèle architectural: *Cocos*, *Elaeis*, *Juania* et beaucoup d'autres palmiers sont dans ce cas.

Une situation presque identique s'observe chez des plantes dont la réitération se limite à la régénération des axes amputés, ou des axes dont l'orientation initiale a été accidentellement modifiée: *Cyathea*, *Dicksonia*, *Encephalartos*, *Cycas*, *Araucaria*, *Abies*, quelques angiospermes comme *Pandanus*, *Garcinia*, *Platonia*, *Allanblackia*, *Schumanniohyton*. Cette situation est rare; elle ne concerne que des plantes anciennes, des arbres tropicaux pour la plupart, dépourvus d'aptitudes à la compétition entre espèces.

L'essentiel du continuum est constitué par des plantes chez lesquelles les deux composantes s'expriment, aisément visibles l'une et l'autre. En par-

tant d'*Agathis*, *Sequoia* ou *Pinus*, chez lesquelles la «composante modèle» est encore favorisée, on arrive à *Quercus*, *Shorea*, *Eucalyptus*, *Vochysia*, *Aesculus*, *Terminalia* ou *Tectona*, dont les deux composantes, modèle et réitération, s'expriment de façon équilibrée, sans hégémonie de l'une sur l'autre. Il ne semble pas que cette situation d'équilibre soit particulièrement propice à l'émergence de «pestes végétales»; bien entendu, l'architecture n'étant qu'un caractère parmi d'autres, cette émergence peut provenir des performances de la sexualité: *Buddleja davidii*, *Ailanthus altissima* ou *Miconia calvenscens* pourraient être dans ce cas.

Enfin, à l'autre extrême, on trouve des plantes chez lesquelles le modèle se fait beaucoup plus discret, l'essentiel de la forme de croissance étant dû au mécanisme de la réitération (Hallé *et al.* 1978) au sens large, y compris l'émission de rejets basaux ou de drageons, et la possibilité de marcotter spontanément. Les trois principales pestes des îles Juan Fernández sont dans ce cas, le Maqui, *Aristotelia chilensis*, la Zarzamora, *Rubus ulmifolius* et la

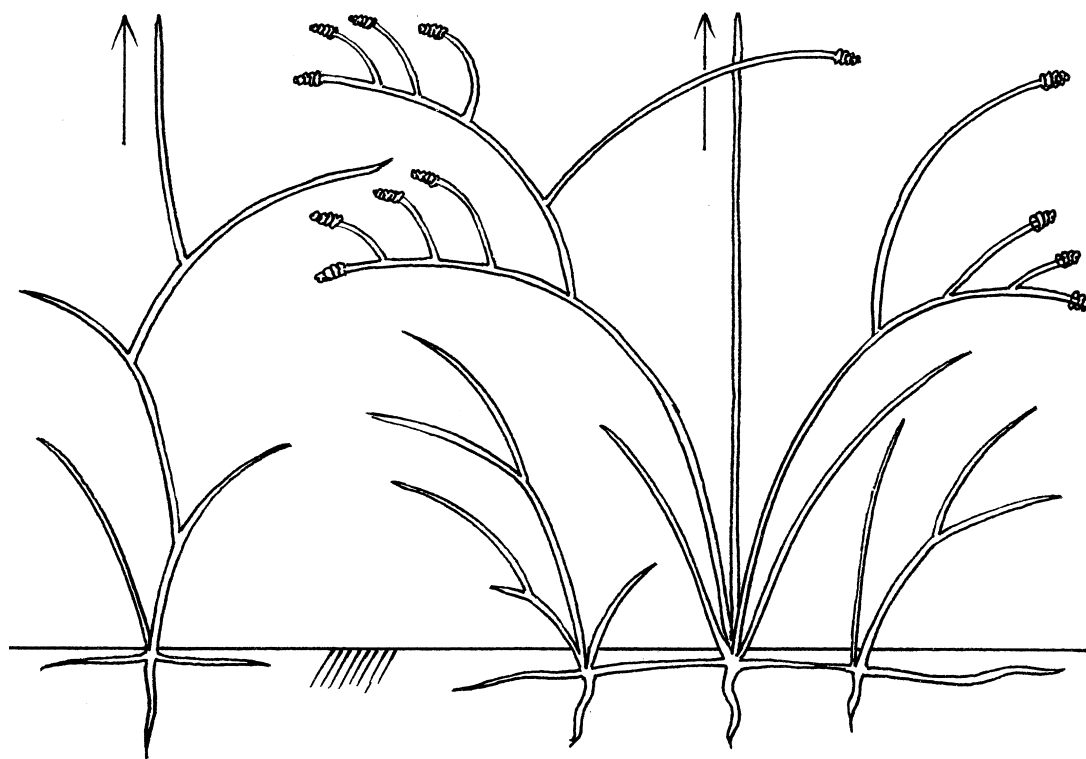


FIG. 23. — Affaissement, buissonnement basal, réitération et multiplication végétative par drageons chez la Zarzamora (*Rubus ulmifolius* Schott). Cette liane forme des ronciers de 4 m de hauteur et surcime des arbres hauts de 10 m.

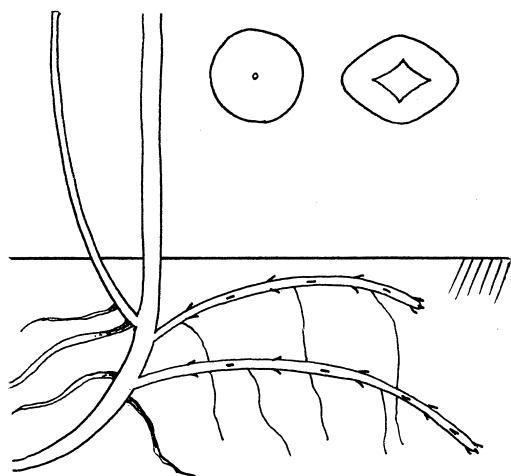


FIG. 24. — Buissonnement basal et multiplication végétative par stolons souterrains chez la Murtilla (*Ugni molinae* Turcz.). Les stolons sont feuillés lorsqu'ils sont jeunes, ce qui permet de les distinguer aisément des racines. Par la suite, la distinction reste aisée sur le plan anatomique: la racine a une section circulaire et une moelle réduite, le stolon a une section quadrangulaire et une moelle abondante.

Murtilla, *Ugni molinae*. Ces plantes se comparent, sur le plan architectural, à des pantropicales comme *Ximenia americana*, *Sambucus* spp., *Lantana camara* ou *Chromolaena odorata*.

Il semble que les pestes se recrutent préférentiellement chez des plantes dont la réitération montre une tendance à l'hégémonie. Chez le Maqui et la Murtilla, le modèle de Rauh est réduit à sa plus simple expression, avec un nombre d'étages de branches qui se limite généralement à deux, voire un seul; sur certains rejets basaux de Maqui, on n'observe aucune branche latérale et l'axe s'affaisse sans s'être ramifié: le modèle disparaît, submergé par la puissance de la réitération. En ce qui concerne la Zarzamora, le modèle de Champagnat est, en lui-même, très peu contraignant puisqu'il n'est fondé que sur l'affaissement des axes successifs.

L'affaissement, dû à la gravité et à un bois peu abondant ou particulièrement souple, est un autre caractère de ces pestes, bien visible chez le Maqui

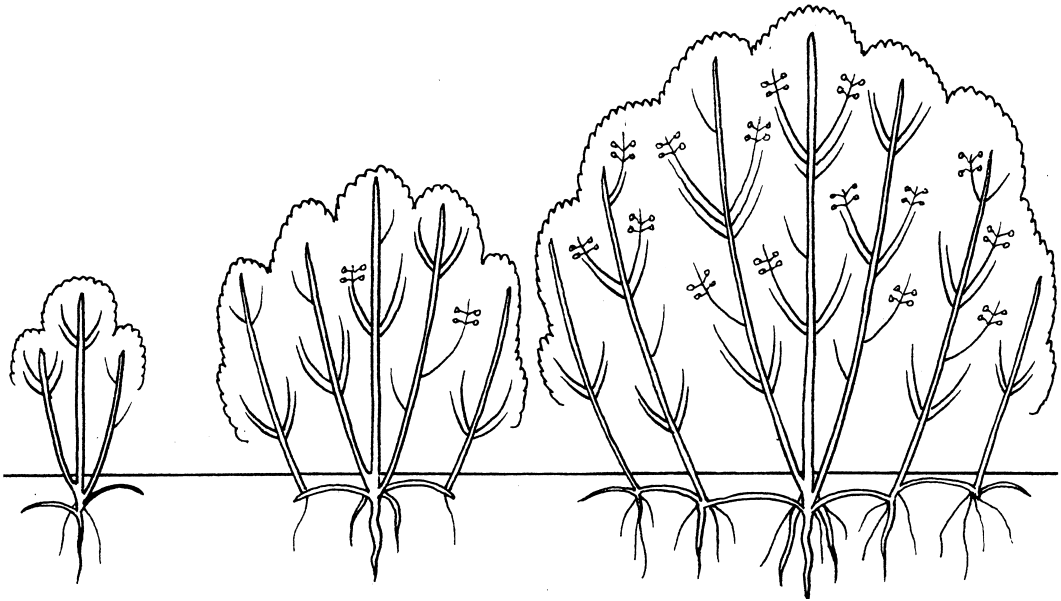


FIG. 25. — L'accroissement d'un clone de Murtilla (*Ugni molinae* Turcz.). Cette Myrtaceae buissonnante, ligneuse et très résistante, atteint 3 m de hauteur.

ou la Zarzamora. Leurs axes affaiblis meurent ou s'empilent les uns sur les autres en une couche épaisse de plusieurs mètres, dense, sombre et hostile (= roncier) qu'aucune plantule n'est capable de traverser : seules peuvent atteindre la lumière les réitérations basales émises par la Zarzamora ou le Maqui. Ce qui précède permet de comprendre la forme de croissance du Maqui (Fig. 22).

La multiplication végétative est un facteur supplémentaire de l'agressivité des pestes. Le drageonnement et l'émission de rejets souterrains permettent à la Zarzamora de s'implanter de proche en proche et de gagner en surface au détriment de la flore locale qu'elle recouvre (Fig. 23).

La multiplication végétative de la Murtilla se fait par l'émission souterraine, à des profondeurs variables, d'un réseau de stolons en arceaux (Fig. 24), ne portant que des feuilles en écailles. Ces stolons sont ensuite capables de se différencier, soit apicalement, soit latéralement, ce qui a pour résultat d'augmenter le volume du clone de Murtilla (Fig. 25).

Ce syndrome de caractères architecturaux qui confèrent l'agressivité végétative est vraisemblablement dû à une longue coévolution, sur le conti-

nent d'origine, avec des prédateurs, notamment des mammifères herbivores ; il vient s'y ajouter l'efficacité de la dispersion des graines, favorisée par l'avifaune locale (voir ci-dessus). Tout cela explique que le trio Maqui-Zarzamora-Murtilla constitue une véritable menace pour les espèces endémiques.

Ces dernières, par exemple les Asteraceae qui sont le symbole de l'endémisme insulaire – *Centaurodendron*, *Dendroseris*, *Robinsonia*, *Yunquea* –, ont un modèle architectural contraignant qui les prive de plasticité écologique ; dépourvues à la fois de réitération, de possibilités d'affaissement et de multiplication végétative, elles ont, en outre, adopté des mécanismes de pertes d'axes ou de monocarpie, qui étaient adaptés au contexte paisible d'une île intacte, mais qui prennent un caractère « suicidaire » face aux pestes. On comprend la vulnérabilité de ces précieuses endémiques, dans la compétition avec le trio Maqui-Zarzamora-Murtilla. La dispersion des graines par le vent, si elle a permis à leurs ancêtres de s'implanter dans les îles, est un mécanisme trop aléatoire pour leur permettre de résister à l'avancée implacable des espèces zoochores.

UNE SOLUTION, LE JARDIN BOTANIQUE

Dans le contexte actuel, la lutte contre les pestes végétales des îles Juan Fernández est sans espoir. L'arrachage manuel, pour efficace qu'il soit, consomme trop d'énergie pour pouvoir être étendu à l'échelle des îles : la population réduite et la topographie souvent vertigineuse rendent le problème inextricable.

C'est pourquoi, dans l'immédiat, il semble que la seule solution réaliste soit la création d'un jardin botanique. Situé à proximité du village de San Juan Bautista, ce jardin aurait pour vocation la sauvegarde des 137 espèces endémiques de l'archipel.

Au-delà de sa fonction biologique, au-delà de son attrait touristique, ce jardin permettrait à la population îlienne de manifester son attachement à un patrimoine naturel dont elle est fière et qui est partie intégrante de son identité culturelle.

Remerciements

Nous exprimons nos chaleureux remerciements à la Fondation Yves Rocher, sous l'égide de l'Institut de France, qui a assuré le financement de nos voyages, dans le cadre d'une enquête botanique consacrée à l'archipel depuis 1997.

Nos remerciements vont également à la CONAF, dont les guides, les gardes et les marins ont assuré l'encadrement des sorties sur le terrain, ainsi qu'à Juan Vera Alvarez, directeur de la météorologie pour l'île Robinson Crusoe, qui nous a aimablement communiqué les données sur le climat pour la période 1961-2001.

RÉFÉRENCES

- DANTON P. 2004. — *Plantas silvestres de la Isla Robinson Crusoe. Guía de reconocimiento – Wild Plants of Robinson Crusoe Island. Identification Guide – Plantas salvajes de l'île Robinson Crusoe. Guide de reconnaissance*. Embajada Real de los Países Bajos; CONAF V Región, Viña del Mar, Chili, 194 p.
- DANTON P. & PERRIER C. 2005. — Notes sur la disparition d'une espèce emblématique : *Robinsonia berteroi* (DC.) Sanders, Stuessy & Martic. (Asteraceae), dans l'île Robinson Crusoe, archipel Juan Fernández (Chili). *Journal de la Société botanique de France* 31: 3-8.
- DANTON P. & PERRIER C. 2006 — Nouveau catalogue de la flore vasculaire de l'archipel Juan Fernández (Chili) – Nuevo catálogo de la flora vascular del archipiélago Juan Fernández (Chile). *Acta Botanica Gallica* 153 (4): 399-587.
- DANTON P., BRETEAU E. & BAFFRAY M. 1999. — *Les îles de Robinson, trésor vivant des mers du Sud entre légende et réalité*. Nathan, Paris, 144 p.
- HALLÉ F. 2004. — *Architectures de plantes*. JPC Édition, Palavas-les-Flots, 162 p.
- HALLÉ F. & OLDEMAN R. A. A. 1970. — *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Masson, Paris, 178 p.
- HALLÉ F., OLDEMAN R. A. A. & TOMLINSON P. B. 1978. — *Tropical Trees and Forests, an Architectural Analysis*. Springer Verlag, Berlin; Heidelberg; New York, 441 p.
- MARTICORENA C., STUESSY T. F. & BAEZA C. M. 1998. — Catalogue of the vascular flora of the Robinson Crusoe or Juan Fernández Islands, Chile. *Gayana Botánica* 55 (2): 187-211.
- NATLAND J. H. 2003. — Capture of Helium and other volatiles during the growth of Olivine Phenocrysts in Picritic Basalts from the Juan Fernandez Islands. *Journal of Petrology* 44 (3): 421-456.
- OLDEMAN R. A. A. 1974. — *Architecture de la forêt guyanaise*. ORSTOM, Paris, 204 p.
- PASCAL O. 2002. — Plantes et forêts de Mayotte. *Patrimoines naturels* 53. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 108 p.
- SANTANTONIO G. 2006. — L'île de Robinson. Film Ushuaïa Nature, présenté par Hulot N. avec la participation de Danton P.
- SKOTTSBERG C. 1952. — The vegetation of the Juan Fernandez Islands, in SKOTTSBERG C. (ed.), *The Natural History of Juan Fernandez and Easter Island*. Vol. 2 : *Botany*. Almqvist & Wicksells, Uppsala: 793-960, pls 58-116.
- STUESSY T. F., FOLAND K. A., SUTTER R. W., SANDERS R. W. & SILVA O. M. 1984. — Botanical and geological significance of Potassium-Argon dates from the Juan Fernández islands. *Science* 225: 49-51.
- TOBE H., STUESSY T. F., RAVEN P. H. & OGINUMA K. 1993. — Embryology and karyomorphology of Lactoridaceae. *American Journal of Botany* 80 (8): 933-946.

Soumis le 18 décembre 2006;
accepté le 27 juillet 2007.