



GOBIERNO DE CHILE
CONAF



**Contribution à la mise en place d'une stratégie de
contrôle vis-à-vis des espèces exotiques envahissantes
en vue de la préservation et de la restauration
des écosystèmes terrestres de l'île
Robinson Crusocé (Chili).**

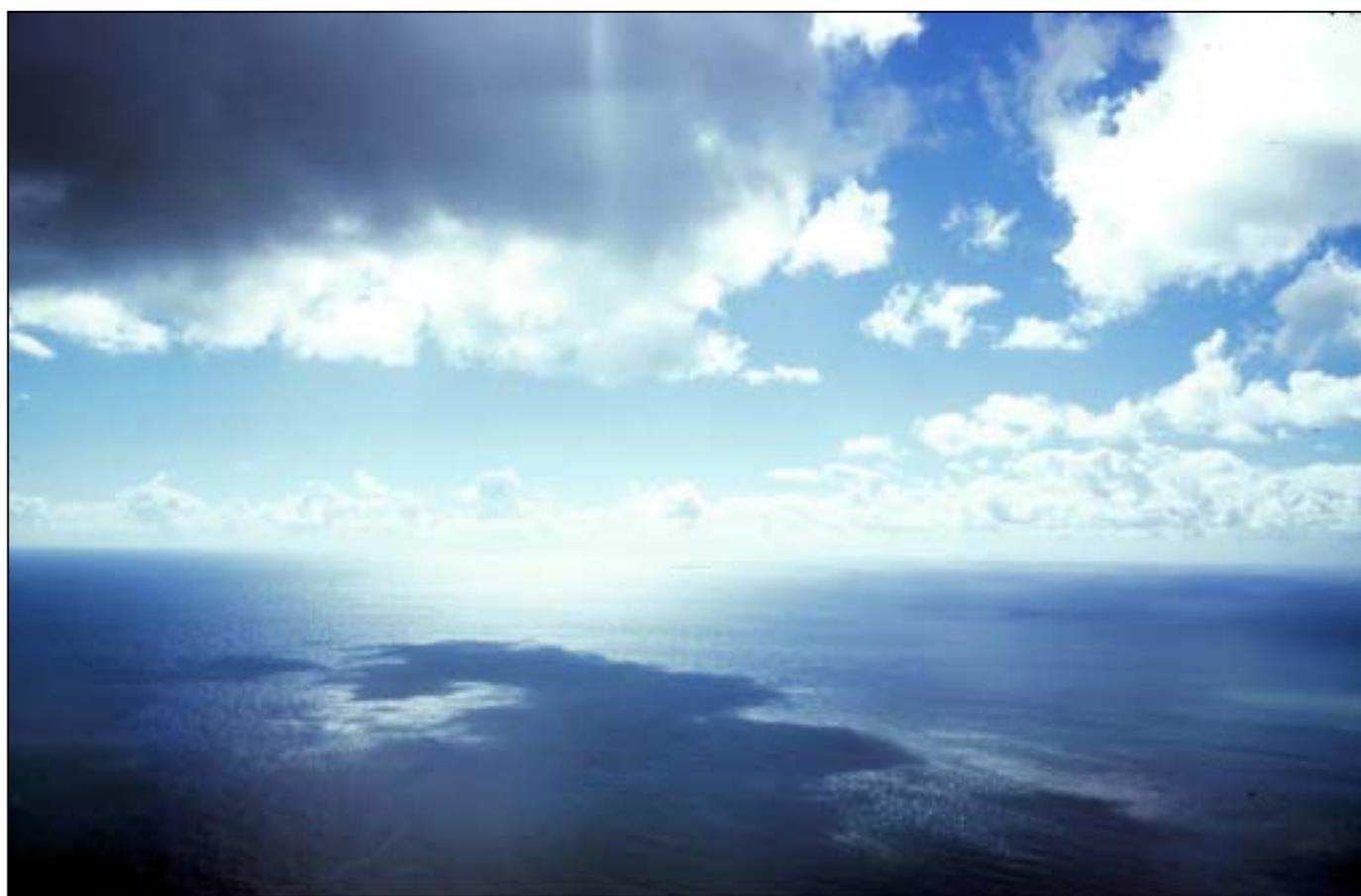
Volume 1 : Rapport

**Matthieu Fellmann
Formation des Ingénieurs Forestiers
12^{ème} promotion – 2001-2004**

Mémoire de fin d'études
Nancy, septembre 2004

« Rien n'est si dangereux qu'un ignorant ami »

Jean De La Fontaine



Fiche Signalétique

F.I.F. - E.N.G.R.E.F.	TRAVAUX D'ELEVE									
TITRE : Contribution à la mise en place d'une stratégie de contrôle vis-à-vis des espèces exotiques envahissantes en vue de la préservation et de la restauration des écosystèmes terrestres de l'île Robinson Crusoé (Chili).	Mots clés : Endémisme, île de Robinson Crusoé, espèces exotiques, espèces envahissantes, stratégie, contrôle, extinction, Parc National, Réserve de la Biosphère, Chili, CONAF.									
AUTEUR(S) : Matthieu FELLMANN	Promotion : 2001/2004									
Caractéristiques : 2 volumes., 110 pages sans les annexes, 9 annexes (6 Cartes) ; 5 p de bibliographie										
CADRE DU TRAVAIL										
ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : <i>CO</i> orporación <i>NA</i> cional <i>FO</i> restal (Chili)										
Nom du responsable : Mr José Antonio CABELLO										
Fonction : Ingénieur forestier- Responsable Coopération à la CONAF										
Nom du Correspondant ENGREF : Mr Jean Claude RAMEAU										
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Tronc Commun <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Stage entreprise <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Autres <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Option <input type="checkbox"/></td> <td>Stage étranger <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Spécialité <input type="checkbox"/></td> <td>Stage fin d'études <input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		Tronc Commun <input type="checkbox"/>	Stage entreprise <input type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/>	Option <input type="checkbox"/>	Stage étranger <input type="checkbox"/>		Spécialité <input type="checkbox"/>	Stage fin d'études <input checked="" type="checkbox"/>	
Tronc Commun <input type="checkbox"/>	Stage entreprise <input type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/>								
Option <input type="checkbox"/>	Stage étranger <input type="checkbox"/>									
Spécialité <input type="checkbox"/>	Stage fin d'études <input checked="" type="checkbox"/>									
Date de remise : Le 24 Août 2004										
Contrat Junior Entreprise OUI NON										

- Résumé -

L'île Robinson Crusoe, située à environ 670 km de Valparaiso (Chili) est l'une des trois îles constituant l'archipel de Juan Fernández.

Cette île, et l'archipel dans son ensemble, abrite une flore et une faune endémique importante, avec l'un des taux d'endémisme au niveau de la végétation les plus élevés au monde. Après la découverte de l'île en 1574, les écosystèmes de l'île, en particulier la forêt primaire, ont fait l'objet d'une exploitation intensive, accompagnée d'un surpâturage et d'introductions d'espèces. Aujourd'hui, une grande partie de la flore et de la faune de l'île est ainsi menacée d'extinction à court terme.

En 1935 l'archipel a été déclaré Parc national par l'état chilien, ce qui a permis d'arrêter l'exploitation de la forêt indigène et de contrôler le pâturage des animaux domestiques. Cependant, les nombreuses espèces, végétales et animales, exotiques introduites par le passé, et les nouvelles espèces entrant chaque année, représentent la nouvelle menace pour toutes les espèces indigènes de l'île, dont l'état de conservation se dégrade un peu plus chaque jour.

Ce rapport présente une stratégie de contrôle des espèces exotiques introduites en vue de la restauration des écosystèmes de l'île. Nous nous sommes appuyés sur nos observations de terrain et nos échanges avec les gardes-parc afin de définir et hiérarchiser les actions à mener sur les court, moyen et long termes pour contrôler les plantes exotiques envahissantes de l'île au profit des espèces indigènes.

Ce travail doit permettre à la *Corporación Nacional FOrestal*, gestionnaire du parc, de cibler ses actions dans un objectif global à long terme : la protection et la restauration des écosystèmes de l'île.

Les objectifs concrets définis dans ce rapport rendent également possible la présentation de ce plan d'actions à d'éventuels financeurs, motivé par la préservation de la biodiversité au niveau mondial.

- Summary -

Robinson Crusoe Island, situated approximately 670 kms from Valparaiso (Chile) is one of the three islands which constitutes the archipelago of Juan Fernández.

This island, and the archipelago generally, houses considerable endemic flora and fauna with a vegetation level among the highest in the world. Following the discovery of the island in 1574, the ecosystems of the island, particularly the forest, were intensely exploited accompanied by over pasturing and the introduction of various species. Today, a large amount of the island's flora and fauna is threatened with short-term extinction.

In 1935, the archipelago was declared a National Park by the Chilean State. This enabled stopping the exploitation of the indigenous forest and the checking of pasture land for domestic animals. However, the numerous species, exotic plants and animals introduced in the past and new species arriving each year, represent the new threat for all indigenous species of the island, already in a bad state of conservation.

This report presents a strategy of control for exotic species introduced with a view to the restoration of the ecosystems of the island. We relied on our observations on the ground and our exchanges with the Park guards, in order to define the actions to be taken in the short, medium and long term, to check the exotic plants invading the island at the expense of the indigenous species.

This work should allow the *Corporación Nacional FOrestal*, manager of the Park, to target its actions with a global objective in the long term : protection and restoration of the ecosystems of the island.

The concrete objectives defined in the report also make it possible to present this plan of action to people who, motivated by the preservation of biodiversity at world level, may be interested in offering financial help.

Remerciements

Avant toute chose, je tiens à remercier :

Mr Jean Claude Rameau, pour avoir été à l'origine de ce stage. Je tiens à le remercier de son immense savoir dont j'ai pu profiter tout au long de ma formation. Que sa motivation et son sens de l'engagement soient ici reconnus !

Mr José Antonio Cabello, de la CONAF, pour m'avoir permis de réaliser ce stage. Je le remercie de son hospitalité et du temps qu'il m'a consacré à mon arrivée.

La CONAF de Santiago du Chili, en particulier Juan Carlos Castillo, et la **CONAF de Viña del Mar**, pour avoir participé au bon déroulement de mon stage.

Mr Gaston Correa, administrateur du Parc national de l'archipel Juan Fernández, pour avoir facilité au maximum mes sorties sur le terrain, pourtant peu évidentes.

Tous les Gardes du Parc National, de « lobo 1 » à « lobo 9 », pour avoir accepté un jeune ingénieur « gringo » de 24 ans, et lui avoir fait partager leur connaissance du terrain.

Merci tout particulièrement à **Don Ramón Schiller**, « lobo 1 », pour m'avoir fait partager, à travers ses longs silences, son véritable amour de l'île. Gageons que ses efforts, menés depuis plus de 30 ans pour sauver ce trésor de vie, ne restent pas vains et qu'une vraie gestion de conservation de l'île soit mise en place par la CONAF et ses partenaires.

Mr Christian Diaz, responsable technique arrivé à la CONAF-Juan Fernández en avril 2004, avec qui j'ai eu un réel plaisir à travailler. Les nombreux échanges que nous ayons eus ont été très bénéfiques.

Mr Hernán Gonzáles, du *Servicio Agrícola y de Ganadero*, pour sa disponibilité et les échanges très intéressants que nous avons eus.

Mr Philippe Danton et Mr Christophe Perrier, pour leurs informations concernant la flore de l'île Robinson Crusoe et nos divers échanges.

Mr Peter Hodum membre fondateur de *Juan Fernández Islands Conservancy*, spécialiste de l'avifaune marine ; **Mme Jillian Key** de la direction scientifique de la Fondation Charles Darwin sur l'archipel des Galápagos et responsable de l'élaboration de la stratégie de contrôle des espèces envahissantes ; **Mr Bradford Keitt** du *Island Conservation and Ecology Group* ; **Mr Serge Muller** Directeur du laboratoire de phytogéographie à l'Université de Metz ; **Mr Jean-Louis Chapuis** Maître de conférence, pour l'aide qu'ils m'ont apportée durant mon stage, que ce soit à travers leurs conseils, leur mise à disposition de documents ou nos discussions.

A ma Famille, qui a toujours su me laisser aller là où mes convictions me portaient, et ce, même à l'autre bout du monde...

Table des matières

Résumé français/anglais	
Remerciements	
Avant propos	6
Introduction	8

Partie 1 : Contexte de l'étude

I. Les îles, des écosystèmes uniques à protéger	9
A. Le syndrome d'insularité	9
B. Un fort endémisme	10
C. Des laboratoires de l'évolution	11
D. Une grande fragilité	12
II. L'archipel Juan Fernández : un trésor oublié	13
A. Contexte général	13
1. Situation géographique	13
2. Statut de l'archipel	15
B. L'île Robinson Crusoe : contexte écologique	16
1. Climat	16
2. Géologie et géomorphologie	17
3. Pédologie	18
4. Hydrographie	19
5. Les richesses biologiques de l'île	19
C. Contexte socio-économique de l'île	26
III. Une empreinte profonde de l'homme	27
A. L'extinction d'espèces	27
B. Une flore proche de l'extinction	29
C. L'introduction d'espèces	30
IV. Une nouvelle menace : les plantes envahissantes	32
A. Définitions	33
B. Le processus d'invasion	34
C. Les invasions dans les îles océaniques	35
D. Etat actuel sur l'archipel Juan Fernández	36
E. L'archipel entier menacé	37

Partie 2 : Définition d'une stratégie de contrôle des espèces envahissantes

I. La nécessité d'une gestion intégrée	38
II. Etat des lieux	39
A. Etat actuel des principales pestes	39
1. Présentation des trois principales espèces végétales envahissantes de l'île	39
2. Autres espèces introduites	42
B. Le rôle du Zorzal dans l'expansion des espèces envahissantes	42
C. L'impact terrible du lapin	44
1. Présentation de l'espèce	44
2. L'érosion des sols	46
3. La faible régénération de la forêt	47
4. L'espoir d'une île sans lapin : l'exemple de Santa Clara	49

D. Les rats : une présence très insidieuse.....	50
E. La restauration de la flore indigène comme moyen de contrôle	52
F. L'urgence d'un plan de contrôle des introductions d'espèces sur l'île	53
1. L'apparition de nouvelles espèces faute de contrôle.....	53
2. L'introduction d'espèces végétales sur l'île Robinson Crusocé	54
3. Une situation qui peut encore empirer	55
G. Le peuplement forestier exotique.....	55
1. Espèces principales	56
2. Objectifs et utilisation du bois.....	59
3. Expansion du peuplement forestier exotique	59
H. Le diagnostic de la végétation à continuer	60
1. Etat actuel des connaissances	60
I. Une flore peu connue des insulaires et du grand public.....	62
J. Un besoin de cohérence et de mise en valeur : l'exemple de la <i>Plazoleta del Yunque</i> ...	63
K. L'absence d'un conseil scientifique	64
III. Proposition d'une stratégie vis-à-vis des espèces envahissantes	67
A. Stratégie à court terme (0-5 ans)	67
1. Le lapin et les rats : des espèces à éliminer d'urgence.....	67
2. L'élimination du Zorzal	71
3. Elimination des plantes envahissantes dans les zones à fort intérêt patrimonial ...	72
4. Mise en place d'un système de contrôle des introductions d'espèces.....	74
5. Inventaire et cartographie des espèces à forte valeur patrimoniale.....	78
6. Création d'un Jardin botanique	79
B. Gestion à moyen terme (sur 10 ans).....	80
1. Aide à la reconstitution de la forêt primaire.....	80
2. Recherche sur la lutte biologique contre <i>Rubus ulmifolius</i>	82
3. Contrôle d'autres espèces végétales envahissantes et état de vigilance.....	83
4. Eradication des autres espèces animales exotiques.....	87
C. Gestion sur le long terme	88
1. Contrôle dans les zones très envahies par <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Aristotelia chilensis</i> et <i>Ugni molinae</i>	88
2. Gestion du peuplement forestier exotique.....	91
3. Mise en place d'échanges avec d'autres gestionnaires d'île	95
4. Sensibilisation	96
D. Schéma récapitulatif.....	97
Partie 3 : Discussion	
I. Discussion.....	99
A. L'île Robinson Crusocé : un exemple mondial de restauration d'île océanique	99
B. Les projets passés et futurs.....	100
C. La place centrale de la CONAF à renforcer	100
1. Orientation des recherches	100
2. La CONAF, porteur de projets.....	101
3. La valorisation des gardes du parc	101
4. Le rôle des gardes du parc est à clarifier.....	102
D. Des signes d'espoir.....	102
Conclusion	103
Références bibliographiques	104
Contacts	109
Annexes (Vol. 2)	110

Liste des figures

Figure 1 : Contraste pluviométrique entre la côte au vent et la côte sous le vent dans une île haute.....	10
Figure 2 : Carte de l'île de île Robinson Crusocé et Santa Clara avec leurs principaux sites. .	14
Figure 3 : Diagramme ombrothermique pour l'île Robinson Crusocé (CASTILLA, 1987).	16
Figure 4 : Inventaire de la population des deux espèces de colibri sur l'île Robinson Crusocé (<i>Bahía Cumberland</i> , <i>Puerto Francés</i> , <i>El Rabanal</i> et <i>Piedra Agujereada</i>).....	22
Figure 5 : Origine des espèces de l'archipel Juan Fernández.....	24
Figure 6 : Captures annuelles (en tonnes) de langoustes de Juan Fernandez de 1930 à 1986	26
Figure 7 : Facteurs naturels et d'origine anthropique conduisant à une perte de la diversité sur les îles océaniques.....	29
Figure 8 : Évolution du nombre d'espèces exotiques introduites entre 1917 et 1980 sur l'archipel Juan Fernández..	31
Figure 9 : Proportion théorique entre le nombre d'espèces introduites et le nombre d'espèces envahissantes.	35
Figure 10 : Nombre d'espèces introduites dans chaque île de l'archipel JF et leur importance dans la flore globale de l'île.....	36
Figure 11 : Erosion des sols sur l'île Robinson Crusocé.	46
Figure 12 : Nombre d'espèces végétales exotiques présentes sur l'île Robinson Crusocé (à gauche) de 1823 à 1990 (27 expéditions) et sur Alejandro Selkirk (à droite) de 1854 à 1986 (11 expéditions).....	54
Figure 13 : Objectifs et utilisations principales des trois espèces du peuplement forestier exotique.....	59
Figure 14 : Nombre d'arbres exploités dans le peuplement exotique en 1997 et 1998	59
Figure 15 : Actions à mener en fonction du degré de destruction et de perturbation des écosystèmes	61
Figure 16 : Hiérarchisation des principales plantes exotiques naturalisées sur l'île Robinson Crusocé, selon les critères de Hiébert.....	85

Liste des photos

Photo 1 : Une couverture nuageuse couvre presque toujours le sommet du <i>Cerro El Yunque</i>	11
Photo 2 : Jeune Otarie de Juan Fernández.....	19
Photo 3 : Jeune coati.....	20
Photo 4 : Pétrel géant.....	21
Photo 5 : Colibri de Juan Fernández (mâle).....	22
Photo 6 : <i>Lycosa virgulata</i> . On distingue bien ses petits sur son abdomen.....	23
Photo 7 : <i>Lactoris fernandeziana</i> , seul représentant de la famille des <i>Lactoridaceae</i> , endémique de l'île Robinson Crusocé.....	25
Photo 8 : <i>Dendroseris litoralis</i> , « el col », l'un des emblèmes de l'île Robinson Crusocé, également présent sur l'île Santa Clara.	25
Photo 9 : Un des derniers plants de <i>Dendroseris nerrifolia in situ</i>	30
Photo 10 : <i>Boiga irregularis</i> , originaire d'Australie, d'Indonésie et de Nouvelle Guinée, à presque entièrement détruit l'avifaune forestière de l'île Guam.....	32
Photo 11 : <i>Aristotelia chilensis</i>	39
Photo 12 : Feuillage et drupes de la Ronce à feuilles d'orme	40
Photo 13 : <i>Ugni molinae</i> en fruit.	41
Photo 14 : Les espèces indigènes, ici <i>Gunnera peltata</i> , sont peu à peu étouffées par la murtille qui représente une vraie menace.	41
Photo 15 : Le lapin affectionne particulièrement les zones ouvertes parsemées de tache de ronce où il peut s'abriter.....	44
Photo 16 : Une part importante de l'île présente aujourd'hui un paysage désolant, où la végétation a presque entièrement disparu, comme ici, à <i>Puerto Francés</i>	46
Photo 17 : Une part importante de la forêt indigène de l'île Robinson Crusocé est aujourd'hui dépourvue de régénération.	47
Photo 18 : Plant de <i>Drimys confertifolia</i> planté par la CONAF.....	48
Photo 19 : L'Ile Santa Clara	49
Photo 20 : Des centaines de pieds de <i>Nicotiana Santa Clarae</i> sont réapparues sur l'île Santa Clara suite à l'élimination du lapin.	50

Photo 21 : <i>Robinsonia berteroi</i> . C'est la dernière photo qui a été faite de l'unique individu encore vivant...	52
Photo 22 : Cyprès à l'intérieur du parc, sur le sentier menant à la <i>Centinela</i> .	57
Photo 23 : <i>Dendroseris neriifolia</i>	62
Photo 24 : <i>Wahlenbergia fernandeziana</i>	62
Photo 25 : L'annélation des eucalyptus sur la <i>Plazoleta del Yunque</i> rend très dangereuse sa fréquentation, pourtant prévue pour accueillir des touristes.	63
Photo 26 : la forêt de la Piña est l'une des mieux conservées de l'île.	72
Photos 27 : La ronce (photo de droite) apparaît souvent à l'intérieur des rémanents des coupes de bois et d'espèces exotiques. Leur élimination est donc primordiale.	73
Photo 28 : Plantes ornementales, ici <i>Impatiens sodenii</i> , mises en place par la municipalité.	77
Photo 29 : Le bétail ne bénéficie pas de soins particuliers et surtout de zones d'alimentation suffisantes. Son état sanitaire est particulièrement alarmant.	81
Photo 30 : Des recherches pourraient être menées pour trouver d'éventuels parasites de la ronce.	82
Photo 31 : Jeune otarie tuée par 2 chiens. 100 otaries furent tuées lors de ce carnage !	87
Photo 32 : La partie basse de <i>bahía Cumberland</i> est entièrement envahie par la ronce et le maqui	88
Photo 33 : Si le maqui peut se développer à l'ombre de la forêt, il apparaît principalement au sein des trouées. Il est donc très important de contrôler en priorité ces zones.	89
Photos 34 : Le bosquet d'Eucalyptus à <i>Salsipuedes</i> (intérieur du PN) avait déjà été coupé il y a moins de 2 ans mais sans traitement des souches.	94

Avant propos

La mise en place de stratégies de contrôle des espèces exotiques envahissantes, deuxième facteur d'érosion de la biodiversité dans le monde, est l'un des enjeux actuels les plus importants en terme de maintien des écosystèmes.

A l'heure où l'économie s'oriente vers une mondialisation des marchés, l'homme va permettre de plus en plus à de nombreuses espèces de s'affranchir des barrières écologiques naturelles -océans, montagnes, etc.- et risque ainsi de renforcer ce phénomène d'invasion d'espèces.

Plus qu'une simple lutte -mécanique, chimique ou biologique- contre quelques espèces, cette recherche de stratégie est un véritable défi d'intégration et de compatibilité entre les activités humaines et la préservation des écosystèmes au niveau mondial.

Au sein de ces écosystèmes, les îles, en particulier les îles océaniques abritant une flore endémique souvent peu compétitive sur un territoire de faible surface, où les échanges avec les continents sont de plus en plus importants, sont particulièrement concernées par ce problème.

La proposition de la *Corporación Nacional forestal* (CONAF) de travailler sur le sujet au niveau de l'île Robinson Crusoe, Parc National et Réserve de la Biosphère, présentant l'un des taux d'endémisme le plus élevé au monde, a été une grande opportunité pour moi.

A la suite de la rencontre avec les gestionnaires du Parc National sur le continent chilien, la première décision a été de travailler sur les plantes végétales envahissantes et en particulier sur la dynamique de colonisation d'une ou deux espèces les plus problématiques de l'île, à travers l'installation de placettes permanentes.

Cependant, une fois sur l'île, cette étude nous a semblé prématurée, aucun plan de gestion et objectifs à long terme n'étant définis, et non adapté au cas de l'île (moyens humains, urgence d'actions, etc.). Si nous n'avons pas orienté notre étude sur ce sujet, l'expérience du botaniste Philippe Danton, spécialiste de la végétation de l'île, et nos observations de terrain nous ont permis de comprendre globalement le fonctionnement d'invasions et l'impact des principales espèces exotiques sur l'île.

De plus, la situation dramatique d'une partie de la flore endémique de l'île, au bord de l'extinction, nous a motivé à orienter notre travail vers la mise en place d'une stratégie de lutte contre les espèces exotiques envahissantes sur l'île dans une démarche globale de préservation des écosystèmes indigènes.

Pour mener à bien ce travail, nous avons ainsi cherché à :

- Identifier les principaux problèmes de dégradation, directe ou indirecte, des écosystèmes terrestres de l'île.
- Identifier les principales menaces occasionnées par les espèces exotiques envahissantes.
- Définir les priorités d'actions concrètes sur le court, moyen et long terme afin de contrôler les espèces envahissantes de l'île en vue de la préservation et de la restauration des écosystèmes insulaires.

Ce rapport s'adresse principalement :

A la CONAF, qui y trouvera une hiérarchisation des actions précises à mener sur le court, moyen et long terme, si elle souhaite préserver la biodiversité unique de l'île, aujourd'hui gravement menacée de disparition.

Aux financeurs potentiels :

- Élus, ambassades, etc., responsables du maintien de la qualité de vie et du patrimoine naturel du Chili ;

- Fondations, entreprises, etc., souhaitant s'investir dans la préservation d'écosystèmes, d'espèces animales et végétales uniques, véritable trésor à léguer aux générations futures.

Gageons que ce document, s'appuyant au maximum sur l'expérience de terrain que nous avons pu acquérir durant les quatre mois passés sur l'île grâce à la collaboration étroite de la CONAF, serve de base pour une gestion à court, moyen et long terme des pestes animales et végétales, nécessaire pour préserver la biodiversité unique de l'archipel.

Pour que soit sauvée cette île, qui un jour, a abrité un homme pendant plus de quatre ans, dont l'histoire a fait, fait et fera rêver tant de personnes dans le monde ...

Introduction

L'île Más a Tierra (ou Masatierra), située dans l'archipel Juan Fernández (Chili), est un petit bout de terre où, en 1704, fut abandonné un marin écossais du nom d'Alexander Selkirk ; il y resta 4 ans et 4 mois, seul, au milieu de l'océan Pacifique. A son retour, il inspira un certain Daniel Defoe... Aujourd'hui cette île est plus connue sous le nom de : l'île Robinson Crusoe.

En plus d'une histoire forte, cette île recèle un vrai trésor de biodiversité sur ses quelques 5000 ha, avec en particulier, plus de 130 espèces végétales endémiques à l'archipel.

Mais depuis sa découverte en 1574 par le navigateur Juan Fernández Sotomayor, l'île a souffert d'une forte exploitation de sa forêt primaire et a été le lieu de nombreuses introductions, volontaires ou non, d'espèces animales et végétales.

De par ces pressions, passées et actuelles, c'est aujourd'hui toute une flore unique au monde qui est menacée d'extinction à court terme.

Si la CONAF (*Corporacion Nacional Forestal*), organisme en charge de la gestion de l'île, déclarée Parc National en 1935 et Réserve Mondiale de la Biosphère en 1977, fait son possible pour préserver ces espèces uniques, la tâche est trop importante au regard des moyens dont elle dispose.

La CONAF, soucieuse de préserver cet archipel, nous a ainsi demandé de nous intégrer à son équipe sur l'île, constituée de dix gardes du parc et d'un administrateur, afin de l'aider dans le cadre de la lutte contre les plantes exotiques envahissantes et de la restauration de la flore indigène.

Avant de connaître le contexte insulaire et de percevoir concrètement les problèmes, des projets de suivi de la dynamique de quelques espèces étaient envisagés. Mais le cas des espèces envahissantes demande en priorité une gestion globale du problème, ce qui fait défaut sur l'île.

Ainsi, dans l'intention de fournir un travail utile à la CONAF pour la restauration, la préservation et la conservation de la biodiversité de l'île, nous avons travaillé sur « la mise en place d'une stratégie de contrôle des espèces envahissantes en vue de la restauration des écosystèmes insulaires de l'île Robinson Crusoe ».

Pour mener à bien ce travail, nous avons, d'une part, synthétisé le maximum des nombreux rapports d'études concernant l'île ; d'autre part, nous avons accompagné dès que cela était possible, les gardes du parc sur le terrain, afin d'avoir une vision concrète des problèmes sur l'ensemble de l'île et de profiter de la connaissance de terrain des gardes du parc, expérience riche d'enseignements.

Après une présentation globale de l'île, de sa biodiversité et du problème général des plantes envahissantes, un état des lieux sur les connaissances et les problèmes concernant de près ou de loin la flore indigène et les pestes, végétales et animales, a été réalisé. Suite à ce bilan, nous avons défini et hiérarchisé les actions à mener sur le court, moyen et long terme pour tenter de résoudre le problème des espèces envahissantes et envisager une restauration des écosystèmes de l'île, en particulier sa forêt primaire, au vu de la sauvegarde de nombreuses espèces uniques au monde. Enfin, nous mettons en avant certains points au travers d'une discussion.

Partie 1 : Contexte de l'étude

I. Les îles, des écosystèmes uniques à protéger

Les îles ont depuis longtemps attiré l'homme, tant pour la quête d'une vie idyllique et tranquille que pour leur richesse biologique. On distingue deux types d'îles suivant leur origine :

- **Les îles « continentales »**, fragments de continent qui se sont séparés au cours des temps géologiques : Madagascar il y a 100 millions d'années, la Nouvelle Zélande il y a 80-90 millions d'années, la Nouvelle Calédonie il y a 50 millions d'années à titre d'exemple.
- **Les îles océaniques**, isolées ou alignées le long de points chauds, de dorsales ou de fossés océaniques, qui sont toutes d'origine volcanique et ont surgi du fond de l'océan (Ile Robinson Crusoé, Ile de la Réunion, Hawaï, Madère, etc.).

A. Le syndrome d'insularité

Le terme de « syndrome insulaire » traduit l'ajustement écologique et évolutif des espèces, des populations et des peuplements aux conditions insulaires. Il regroupe tout un ensemble de modifications d'ordre morphologique, écologique ou éthologique.

Au niveau des peuplements

La diminution du nombre d'espèces provoque un relâchement des interactions interspécifiques avec la diminution des pressions de compétition ou encore une prime à la petite taille, les meilleurs candidats à la colonisation étant les petites espèces plus facilement dispersées et avec en général un cycle biologique plus court.

Au niveau des espèces et des populations

- On assiste à un élargissement des niches, c'est à dire de la gamme des ressources exploitées par chaque espèce, et dans certains cas, à des changements de niches (ex. *Eupithecia strauvophragma*, Chenille carnivore à Hawaii). (MEYER, 1994)
- Le phénomène d'arborescence, qui sur l'archipel de Juan Fernández, est principalement dû à une tendance évolutive vers la forêt hygrophile : le grand degré de lignification caractérise en effet les plantes des forêts humides comme le précise Meyer (1994).
- Des phénomènes de gigantisme et de nanisme.

On observe par ailleurs une tendance à la sédentarité, qui peut aller chez les oiseaux jusqu'à la disparition des fonctions de vol, ou encore l'absence chez les plantes insulaires de défenses chimiques ou physiques contre les herbivores : *Rhaphithamnus venustus* est ainsi dépourvue d'épines.

Le mode de nidification plus exposé des oiseaux avec un plumage beaucoup moins cryptique (plumage rouge du male du Colibri de Juan Fernández), illustre les réponses évolutives en l'absence d'ennemis naturels mais aussi **la plus grande vulnérabilité des espèces insulaires**.

B. Un fort endémisme

Les îles sont reconnues comme étant des « points chauds » de la biodiversité. Sur l'archipel Juan Fernández, 62,5% des plantes indigènes supérieures sont endémiques. Sa faible superficie terrestre (environ 100 km²) donne un des plus hauts taux d'endémisme par unité de surface au niveau planétaire.

Les conditions climatiques des îles océaniques sont restées invariables sur de longues périodes (MATTHEI, MARTICORENA, STUESSY, 1993). Ainsi, des espèces primitives disparues du continent ont pu se maintenir sur ces îles (paléo-endémisme¹).

Mais le nombre d'espèces présentes sur une île ne dépend pas que des processus d'équilibre entre le taux d'immigration et le taux d'extinction. Il relève aussi de la formation d'espèces nouvelles (néo-endémisme¹). De par cette spéciation, de nombreuses espèces sont endémiques aux îles.

- Une pauvreté relative

Sur les îles, une pauvreté en espèces peu parfois attirer l'attention, avec l'absence de certains groupes.

Si l'on prend l'exemple de l'archipel Juan Fernández, aucune espèce d'amphibiens, de reptiles ou encore de mammifères terrestres (exceptés ceux introduits par l'homme) n'est présente. De plus, on ne compte par exemple que 15 espèces d'oiseaux et un peu plus de 200 espèces de plantes vasculaires indigènes.

Mais cette pauvreté masque une richesse qualitative : deux espèces d'oiseaux sont endémiques de l'île Robinson Crusoe, deux espèces et deux sous espèces sont endémiques de l'île Alejandro Selkirk. Parmi les 213 espèces végétales indigènes de l'archipel, 133 sont endémiques et trois nouvelles espèces récemment découvertes doivent encore être décrites. Sur les 687 espèces d'insectes recensées par Kushel, 54 genres et 440 espèces sont endémiques de l'archipel (DANTON, 2002).

Ainsi, toutes ces espèces ne se trouvent nulle par ailleurs. Leur disparition de l'île signifierait donc leur perte définitive à la surface du globe et serait un appauvrissement notable du patrimoine naturel mondial.

- La richesse des îles hautes

A l'inverse des îles « basses » (Iles Maurice, Ile de Pâque, etc.), caractérisées par un relief très peu prononcé, une faible surface terrestre et des conditions écologiques drastiques, les îles « hautes », telles que l'île Robinson Crusoe, présentent une diversité de milieux importants

allant des plages aux sommets escarpés. Parfois, le relief important et les vents dominants porteurs d'humidité (les alizés) créent un climat contrasté avec un versant humide « au vent » et un versant plus sec « sous le vent », ce qui n'est pas le cas sur l'île Robinson Crusoe.

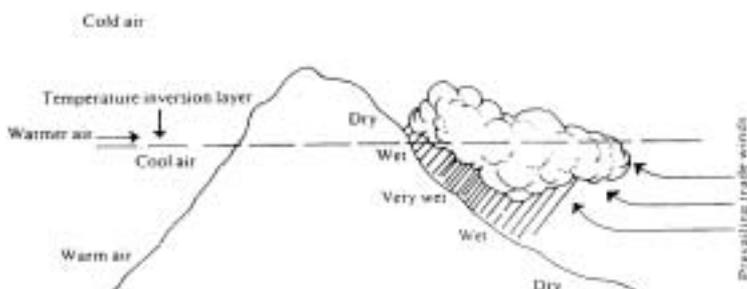


Figure 1 : Contraste pluviométrique entre la côte au vent et la côte sous le vent dans une île haute

¹ On distingue classiquement deux types d'endémisme : le néo-endémisme, espèces nouvellement formées à l'échelle géologique, et le paléo-endémisme ou endémisme par conservation ou encore endémisme relictuel. Les endémiques reliques appartiennent à de très anciennes lignées disparues ailleurs par réductions de leur aire géographique primitive (reliques biogéographiques), comme *Juania australis* ou *Lactoris fernandeziana* sur l'île Robinson Crusoe

Les différences de pluviométrie, la ceinture nuageuse en altitude et le gradient thermique altitudinal entraînent ainsi une diversification des milieux et, par conséquent, de toutes les communautés d'espèces animales et végétales associées.

Photo 1 : Une couverture nuageuse couvre presque toujours le sommet du *Cerro El Yunque*.



C. Des laboratoires de l'évolution

De par leur isolement géographique, le niveau élevé d'endémisme et les caractères biologiques uniques des plantes, les îles océaniques ont depuis longtemps intéressé les biologistes, écologues et autres scientifiques.

La flore et la faune insulaire ont ainsi joué un rôle central dans le développement de la pensée évolutionniste et écologique (conception de la théorie de l'évolution par sélection naturelle par C. Darwin lors de ses célèbres recherches sur l'archipel des Galápagos lors de son voyage sur le *Beagle*).

La flore de l'archipel Juan Fernández, de par son taux d'endémisme important, est particulièrement intéressante pour l'étude de l'évolution (phylogénétique) chromosomique (HOFFMANN, MARTICORENA, 1987).

Sur l'archipel Juan Fernández, un autre intérêt est l'évolution des Astéracées (ou Composées) arbustives. Les arbres produisent généralement des graines de grandes tailles qui ne sont pas transportées à grandes distances. Le nombre d'espèces arborées sur les îles éloignées du continent est donc faible. Mais sur ces îles isolées, certaines plantes herbacées ont évolué et se sont développées en arbustes, occupant ainsi cette niche écologique inoccupée (phénomène de « radiation »). C'est le cas des genre *Dendroseris* ou *Robinsonia*.

Les îles océaniques, comme celles de l'archipel Juan Fernández, sont donc un support inespéré pour mieux comprendre l'évolution des espèces et des phénomènes tels que la spéciation.

Mais cette qualité des îles ne doit pas se transformer en handicap : ces îles reçoivent souvent un nombre important de scientifiques venant faire des recherches sur différents sujets, mais des actions de protection concrètes pour la survie de ces espèces exceptionnelles font, paradoxalement, souvent défaut. N'oublions pas que, « si pour protéger il faut connaître », pour connaître il faudrait au préalable protéger ...

D. Une grande fragilité

Les communautés insulaires sont particulièrement exposées aux perturbations extérieures d'origine naturelle (raz-de-marée, volcans, cyclones, etc.) et vulnérables à celles d'origine humaine (surexploitation, introductions d'espèces, etc.).

Les causes de cette fragilité sont principalement démographiques et génétiques :

- La fragilité des populations animales ou végétales insulaires relève en premier lieu de la cassure avec la population d'origine et de la colonisation par un nombre restreint d'individus ne possédant qu'une petite partie de la variété génétique.
- Les espèces insulaires ont évolué en système relativement clos pendant plusieurs millions d'années, en l'absence de pressions de sélection exercées par les prédateurs, les grands herbivores, les maladies ou les perturbations (incendies par exemple). **Ces espèces résistent donc mal à l'entrée d'éléments nouveaux.**
De plus, Carlquist (MATTHEI, MARTICORENA, STUESSY, 1993) indique que « les agents externes, comme les pestes végétales/animales introduites, les parasites, etc., ont un « impact plus important sur les petites surfaces », telles que les îles de l'archipel Juan Fernández.
- La petite superficie terrestre ne permet pas aux peuplements de s'étendre et de se diversifier. Le risque d'extinction est donc plus élevé car les petites populations ne disposent pas de zone de réserve.

Comme le rappelle Paulian, cité par MEYER (1994), les espèces endémiques insulaires « constituent une combinaison génétique qui ne se retrouve nulle part ailleurs, et appartiennent par conséquent à une sorte de trésor génétique unique ».

Mais, les écosystèmes insulaires sont caractérisés par « une tendance à une grande instabilité quand l'isolement est rompu ». Ceux-ci sont donc **très vulnérables à la modification de leur milieu ou à la concurrence d'espèces introduites, plus compétitives.**

Suite à ces pressions, l'érosion de cette grande diversité biologique des îles s'accélère : les listes rouges de l'IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) montrent que la majorité des espèces menacées d'extinction sont situées dans les zones insulaires : plus de 90% des disparitions récentes d'oiseaux et de reptiles et 80% des disparitions de mammifères concernent des espèces insulaires (www.islandconservation.org).

Une vraie volonté d'action est donc nécessaire pour protéger ces « trésors de l'évolution ».

II. L'archipel Juan Fernández : un trésor oublié

A. Contexte général

Au 15^{ème} et 16^{ème} siècle, l'Europe, en particulier l'Angleterre et l'Espagne, luttèrent pour la conquête du « nouveau monde ». La devise espagnole « Tout le Pacifique pour l'Espagne » provoqua la réaction anglaise : « l'Angleterre contrôle les vagues ». Malgré ces tensions, la vice-royauté du Pérou dirigée par Francisco Pizarro, à qui appartenait la Capitainerie Générale du Chili, fit de grands efforts pour envoyer des bateaux et maintenir le commerce entre ses colonies.

Un navigateur espagnol, du nom de Juan Fernández Sotomayor, décida de trouver une nouvelle voie navigable plus rapide évitant les courants contraires et les tensions anglo-espagnoles pour relier Callao (au Pérou) et Valparaiso (au Chili).

Le 22 novembre 1574, le navigateur distingua des falaises abruptes au milieu de l'océan : il venait de découvrir ce qui allait devenir l'île Robinson Crusoe...

Juan Fernández, arrivé un 22 novembre, baptisa l'île Santa Cécilia. Il baptisa Santa Clara la petite île qui l'accompagnait.

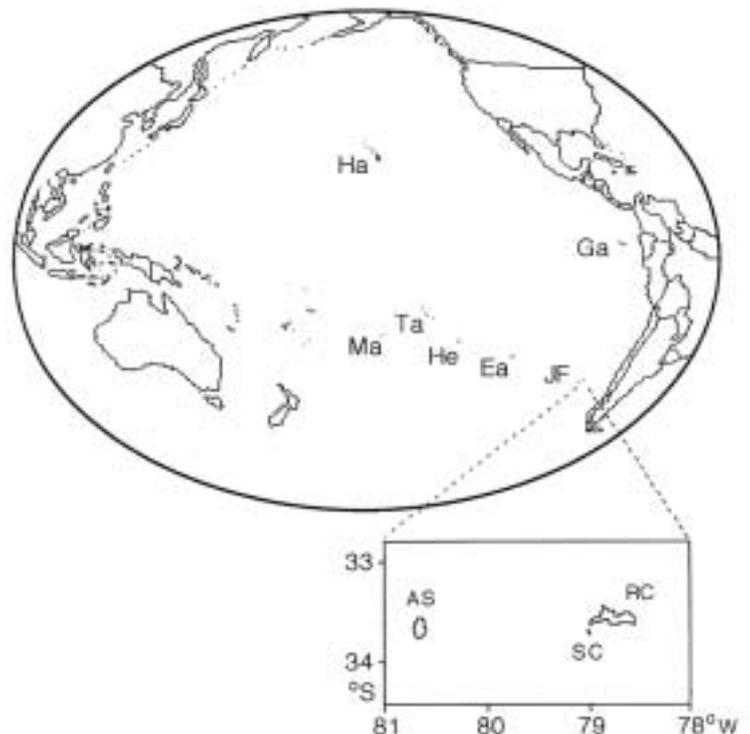
A l'époque, cette expédition fut un pas énorme pour la navigation dans cette partie du Pacifique Sud. En effet, Juan Fernández avait mis 30 jours depuis Callao (Pérou) jusqu'à Concepción (Chili), ce qui, normalement, prenait au moins trois mois ! (ORELLANA et al., 1975). Pour tous les navigateurs, Juan Fernández venait de « résoudre l'un des plus grands problèmes de la géographie physique de l'océan » (MEYER, 2000).

Deux ans plus tard, Juan Fernández fut commissionné pour prendre possession des îles au nom de la Couronne de Castille.

1. Situation géographique

L'archipel Juan Fernández de latitude Sud 33°37' et 78°50' de longitude Ouest, est situé à environ 700 km du port de Valparaiso.

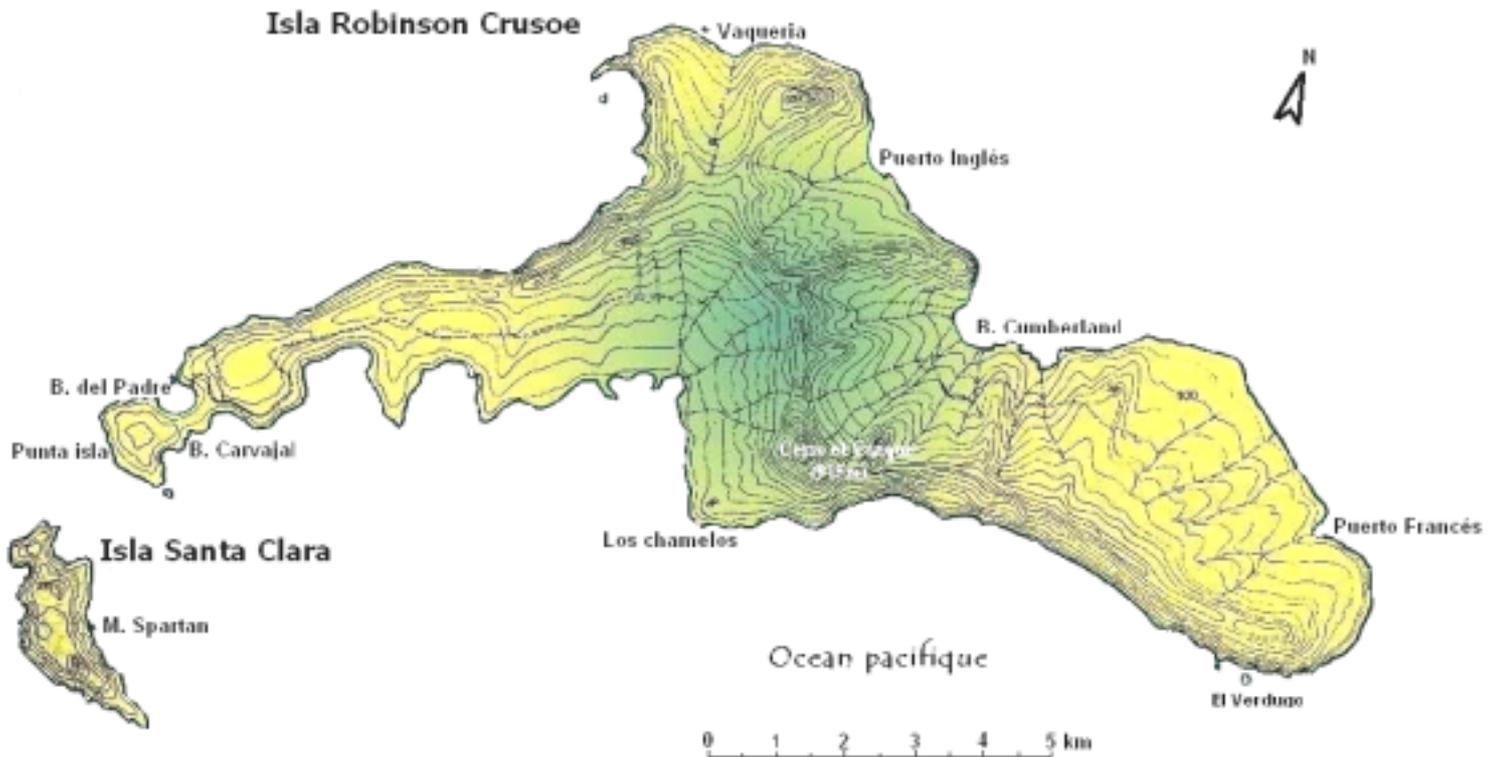
L'archipel est constitué de deux îles principales : Masatierra - la « plus proche du Chili continental » - ou île Robinson Crusoe (nom officiel depuis 1966) et Masafuera - la « plus loin du Chili continental » - ou Alejandro Selkirk. Une troisième île, Santa Clara, plus petite, est adjacente à la partie ouest de l'île Robinson Crusoe.



L'île Robinson Crusoe

L'île Robinson Crusoe ($33^{\circ}37'S, 78^{\circ}53'W$) se situe à 667 km du port de Valparaiso avec une superficie de 4 793 ha. On peut distinguer deux parties principales : la partie ouest, péninsule d'environ six km de long et un km de large quasi dépourvue de végétation, et une partie dont le relief marqué est dominé par le *Cerro El Yunque* (915 m).

Figure 2 : Carte de l'île de Robinson Crusoe et Santa Clara avec leurs principaux sites.



L'île Santa Clara

Cette île ($33^{\circ}42' S, 79^{\circ}01' W$) se situe en continuité de la partie ouest de l'île Robinson Crusoe, à environ 1,5 km de cette dernière. Sa superficie est de 221 ha avec une altitude maximale de 376 m (*Cerro Johow*).

Santa Clara et la partie ouest de l'île Robinson Crusoe, anciennement liées, constituent la partie la plus ancienne de l'archipel (CASTILLA, 1987).

L'île Alejandro Selkirk

L'île Alejandro Selkirk ($33^{\circ}45' S, 80^{\circ} 45' W$), située à 120 km de l'île Robinson Crusoe, couvre une superficie de 4 952 ha. Son point culminant, *El Cerro los Inocentes*, est d'environ 1 360m d'altitude.

Son aspect général rappelle celle d'un dôme, où l'érosion est également très active. Sur la partie ouest, où l'on peut voir des falaises hautes de 1000 m, s'étend une montagne au relief marqué. La zone orientale présente des pentes moins abruptes, entrecoupée de nombreux ravins (*quebradas*) parcourus ou non par des ruisseaux.



2. Statut de l'archipel

a. Le Parc National de l'Archipel Juan Fernández

L'archipel, dès sa découverte, a subi une forte exploitation de ses richesses naturelles, faunistiques et floristiques, menant à l'extinction et au bord de l'extinction de nombreuses espèces.

Ainsi, en 1935, l'Etat chilien décida de classer l'archipel en Parc National, pour protéger les centaines d'espèces endémiques présentes.

Le territoire du parc (9 571 ha) englobe toute l'île Alejandro Selkirk, l'île Santa Clara et environ 90 % de l'île Robinson Crusó (4 397, 44 ha), le village de San Juan Bautista et la pointe ouest de l'île où se trouve l'aérodrome étant exclus du parc.

Au Chili, l'organisme responsable de la gestion des Parcs nationaux est la *Corporación Nacional Forestal* (CONAF). La mission première de la CONAF est de « garantir à la société l'usage durable des écosystèmes forestiers et l'administration efficace du SNASPE (*Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado*), afin de participer à l'amélioration de la qualité de la vie des générations actuelles et futures ».

Le SNASPE correspond aux zones naturelles, terrestres ou aquatiques, que l'État chilien protège et gère pour assurer leur conservation (<http://www.conaf.cl>). Le SNASPE est ainsi constitué de Parc Nationaux (31), de Réserves Nationales (48) et de Monument Naturels (15), l'ensemble couvrant environ 14 millions d'hectares, soit 19% du territoire.

Les parcs nationaux se définissent comme une zone où existent des espèces, des milieux uniques représentatifs de la diversité biologique du pays et d'un grand intérêt éducatif, scientifique ou récréatif.

b. Réserve de la Biosphère (UNESCO) depuis plus de 20 ans

Un programme mondial de coopération scientifique internationale, en rapport avec les interactions entre l'être humain et la biosphère, débuta suite à la Conférence de la Biosphère (1968) et au programme des Nations Unies « Man and Biosphère » (1971).

Durant la même année de sa création, le programme MAB intégra le concept de « Réserve de la Biosphère », dont le but est de mettre en place un réseau mondial de zones naturelles protégées. Ces zones sont considérées comme particulièrement intéressantes de par « la fonction qu'elles peuvent remplir pour satisfaire les nécessités scientifiques, économiques, éducatives, culturelles et récréatives ». (FAO, PNUMA, 1994)

Une Réserve de la Biosphère (RB) est une aire protégée terrestre ou côtière, écologiquement représentative, incluant un ou plusieurs des composants suivants : des échantillons représentatifs de la biomasse naturelle, des communautés uniques, comme c'est le cas pour l'Archipel Juan Fernández, des paysages résultants de modèles traditionnels d'utilisation de la terre, ou des écosystèmes modifiés ou dégradés pouvant être restaurés.

Chaque Réserve doit être d'une surface suffisante pour constituer une réelle unité de conservation et s'adapter à différentes utilisations sans aucun conflit. Elle doit également bénéficier d'une protection légale à long terme.

Missions

Les missions principales des RB sont :

- Conserver pour son utilisation présente et future, la diversité et l'intégrité des communautés biotiques végétales et animales dans les écosystèmes naturels et seminaturels, et

sauvegarder la diversité génétique des espèces, nécessaires à leur maintien. Cette conservation doit se faire en intégrant les populations locales.

- Etablir des zones de recherches écologiques, incluant des études de base aussi bien dans la réserve que ses alentours.
- Faciliter l'éducation et la formation.

Organisation

En 1979, le concept intègre les besoins et les perceptions des communautés. Le modèle de Réserve de la biosphère s'organise ainsi en trois parties : une aire centrale « protégée », entourée par une zone « d'amortissement » (ou zone d'amortissement intérieure) puis une zone de « transition » (ou zone d'amortissement extérieure).

Dans la zone d'amortissement, se développe les activités compatibles avec l'aire protégée, comme l'éducation à l'environnement, le tourisme ou des activités récréatives. Malheureusement, comme le soulignent Wells et Brandon (FAO, PNUMA, 1994), en général peu d'attention a été donnée pour promouvoir des actions dans les zones d'amortissement...

En 2000, 90 pays avaient adopté ce concept et 368 aires protégées avaient reçu ce statut. En Amérique Latine, il existe 45 Réserves réparties sur 15 pays. L'archipel Juan Fernández, déclarée Réserve de la Biosphère en 1977, fut l'une des premières à recevoir ce statut. Au Chili, 15 aires protégées bénéficient de ce classement. (FAO, PNUMA, 1994 ; MAB, OCTAVIUS, 2000).

Ces deux statuts de protection importants soulignent la richesse et la nécessité de préserver la biodiversité de l'archipel Juan Fernández. Ils devraient surtout motiver les décideurs nationaux et internationaux, à mettre en place tous les moyens nécessaires pour conserver la biodiversité de l'archipel.

Ceci devra probablement passer par une coopération technique et financière avec des structures nationales et internationales.

B. L'île Robinson Crusoe : contexte écologique

Plus de 150 km séparent l'île Robinson Crusoe de l'île Alejandro Selkirk. Etant donné les conditions climatiques toujours aléatoires et la rareté des moyens de transport, il n'a pas été possible d'étudier précisément le cas de l'île Alejandro Selkirk. Les données présentées concernent donc en majorité l'île Robinson Crusoe.

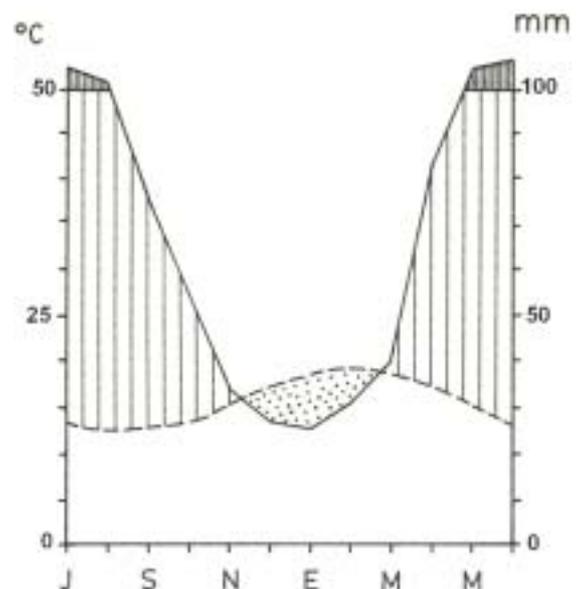
Figure 3 : Diagramme ombrothermique pour l'île Robinson Crusoe (CASTILLA, 1987).

1. Climat

L'archipel Juan Fernández possède un climat qui s'apparente au climat subtropical froid, assez comparable à celui des Açores dans l'hémisphère Nord (DANTON, PERRIER, BOUDRIE, 2003).

Le climat de ces îles est influencé par le courant de Humboldt au Nord et les vents du sud-est.

La pluviosité marque une tendance cyclique, avec la majeure partie des précipitations entre les mois d'avril et septembre, les mois de juin et juillet étant



particulièrement pluvieux avec une précipitation moyenne de 160 mm par mois.

Pour la période 1974-1984, la pluviosité annuelle au niveau de *San Juan Bautista* a oscillé entre 553 mm (année très sèche) et 1658 mm (année particulièrement humide) (MEYER, 2000). Ces valeurs ne reflètent en rien la pluviométrie des sommets. Les précipitations annuelles moyennes sont d'environ 1000 mm au niveau de la mer.

L'amplitude thermique entre l'été et l'hiver, de par le rôle tampon de l'océan, est faible : une température moyenne de 17°C entre le mois de janvier et mars, et 13°C des mois de juillet à septembre pour une température moyenne annuelle de 15,6°C. (MEYER, 2000).

L'humidité atmosphérique relative avoisine les 75% (7° à 78%) au niveau du village et 100% ou plus sur les sommets. Les vents dominants sont de secteur sud et sud-est et peuvent atteindre des pointes de 90 km/h à San Juan Baustistuta, atteignant probablement les 150 km/h sur les crêtes. (DANTON, PERRIER, BOUDRIE, 2003)

Comme le remarquent DANTON et PERRIER (2003), ce qui étonne le plus dans la météorologie locale, c'est la rapidité avec laquelle celle-ci peut changer dans une même journée : « il n'est pas rare de se lever le matin sous la pluie, de voir briller le soleil à midi, de finir la journée sous un ciel menaçant et de se coucher sous un firmament constellé d'étoiles. Il est bien difficile dans ces conditions de suivre scrupuleusement un programme de sorties ou même de parier sur sa date de retour » (nous sommes d'ailleurs restés une semaine de plus sur l'île pour cause de pluie!).

2. Géologie et géomorphologie

L'origine de la formation de l'archipel semble être liée à la présence d'un point chaud² au niveau de la dorsale de Juan Fernández, en relation avec la plaque de Nazca (STUESSY et al., 1984 ; CALDERON SANCHEZ, 1999). L'activité éruptive aurait été principalement de type « fissural » (RIVEROS, 1982).

Quensel et Baker, cités par ALAN et MITCHELL (1994), précisent que la baie de Cumberland correspondrait à un cratère dont une partie s'est effondrée dans l'océan. Ces caldeiras³ sont également visibles à *Vaqueria*, *Puerto Inglés* et *Puerto Francès*.

De par leur origine volcanique, les îles Robinson Crusoe et Santa Clara présentent une certaine monotonie lithologique. Les roches des îles sont principalement des basaltes olivinitères généralement de couleur noire. On rencontre également des dépôts de conglomérats et des tufs volcaniques altérés (RIVEROS, 1982).

Des anciens dépôts marins sableux sont présents dans le secteur de *Tierras blancas* et de l'aérodrome, apportant une variation lithologique sur l'île Robinson Crusoe.

L'île Robinson Crusoe et l'île Santa Clara, sont âgées de **3,8 à 4,2 millions** d'années, la partie ouest de île Robinson Crusoe et Santa Clara étant les plus âgées. L'île Alejandro Selkirk est, quant à elle, âgée de **0,85 - 2,4 millions** d'années (STUESSY, et al., 1984, STUESSY, SANDERS, SILVA, 1984 ; DANTON, PERRIER, BOUDRIE, 2003).

² « Point chaud » : zone fixe de formation du magma dans le manteau, caractérisée par un flux thermique élevé, sur laquelle défile la croûte océanique (DANTON, PERRIER, 2003)

³ Caldeiras : Vaste dépression, de forme grossièrement circulaire, formée par l'effondrement de la partie centrale du volcan, la chambre magmatique sous-jacente ayant été vidée par des éruptions.

Ces îles du Pliocène-Pleistocène sont donc jeunes. A titre de comparaison, les plus vieilles îles d'Hawaii ont 70 millions d'années et celles de la Polynésie française 12-15 millions d'années (MEYER, 1994).

La géomorphologie de l'île est liée au relief très escarpé des structures volcaniques originales, au climat de type subtropical humide, à l'érosion maritime et, enfin, à la présence de l'homme et à ses pratiques d'exploitation non contrôlées des ressources naturelles.

3. Pédologie

La seule étude pédologique de l'archipel Juan Fernández a été faite par L'IREN en 1982.

Les sols sont issus principalement de la dégradation des matériaux volcaniques.

Pour une partie de l'île, l'origine de ces derniers semble être principalement d'ordre effusive (fissural) plus qu'explosif (volcanisme éruptif), comme nous l'avons vu précédemment.

Mais pour une autre partie, à savoir la majorité du secteur central, couverte actuellement par la forêt indigène, le substrat est composé de cendres volcaniques récentes, différentes du substrat normal.

L'origine de cette couche de cendres est encore discutée. L'une des théories est la présence de centres volcaniques à proximité de l'île (RIVEROS, 1982).

Les principaux types de sols présents sont :

-Les sols « divers »

Une grande partie des sols, de par l'hétérogénéité des matériaux, de l'intensité des processus de dégradation, de la morphologie abrupte et autres conditions extrêmes, n'a pu être clairement définie à l'intérieur d'un groupe précis. Près de 50% de la superficie de l'île est couverte par ce type de sol.

- Les sols de montagne, de développement récent.

Ces sols, situés au-dessus de 250-300 m d'altitude, proviennent de cendres volcaniques. Ils présentent un horizon superficiel très organique bien développé.

Ils couvrent près de 30 % de la surface de l'île.

- Les sols de relief intermédiaire, de développement plus important.

Ils occupent les zones de versant des vallées ou encore les aires de piedmont. Ils sont très sensibles à l'érosion (*Puerto Francès, Vaqueria*).

Ils occupent plus de 15 % de l'île.

- Les sols de dépôts sur relief semi-stabilisé.

De texture fine, présents sur des zones globalement planes, ces sols se situent généralement sur des substrats de type conglomérats ou lave. Ces sols couvrent environ 5% de la surface de l'île et correspondent aux secteurs de l'aérodrome et de *Villagra*.

Ces sols disparaissent peu à peu, en particulier sur les zones basses, à cause de la terrible érosion du vent et de la pluie sur les milieux dégradés (déforestation ancienne, surpâturage, lapins).

4. Hydrographie

De nombreuses petites rivières, de deux à trois m de large au maximum, principalement temporaires, couvrent l'île. Elles sont alimentées par des pluies abondantes (juillet et août).

Les conglomérats volcaniques multicolores qui affleurent dans la partie centrale de l'île Robinson Crusoe, incluant la Bahia Cumberland, sont à l'origine de tous les cours d'eau principaux possédant un exutoire sur la côte.

Notons qu'un problème d'assèchement de certaines rivières au sein du peuplement forestier exotique est apparue récemment (Gardes du parc , comm. pers.).

5. Les richesses biologiques de l'île

a. La Faune

➤ Les Vertébrés

• Les Mammifères

L'archipel n'a jamais abrité de mammifères terrestres avant sa découverte. Tous les mammifères terrestres présents aujourd'hui ont donc été introduits à partir de 1574.

- Espèces indigènes

Seuls quelques mammifères marins, arrivés là de manière naturelle, peuplaient l'archipel.

- L'Otarie de Juan Fernández ou *Lobo fino de dos pelos* (*Arctocephalus philippii*)

Cette espèce, endémique de l'archipel, est le mammifère marin le plus représenté sur Juan Fernández.

Cependant, l'espèce a failli disparaître. Chassés pour leur peau, réputée de bonne qualité, du 17^{ème} siècle jusqu'au début du 20^{ème} siècle, des millions d'individus furent tués. Au début du 19^{ème} siècle, un bateau transporta jusqu'à Londres plus d'un million de peau ! (VICUÑA, 1883) Entre 1788 et 1809, environ 74 bateaux nord américains emportèrent plus de 2 700 000 peaux. Il faut ajouter à ce chiffre les peaux abîmées qui furent laissées sur place, les peaux non comptabilisées et les « récoltes » des bateaux anglais. Ainsi, il est estimé que ce sont plus de 5 millions d'otaries qui furent exterminées en 21 ans ! (TORRES, 1987)

Une partie de ces peaux vendues en Europe aurait servi, par exemple, à la confection des bottes de l'armée Napoléonienne...(VICUÑA, 1883)

La population était considérée éteinte, mais de petites colonies furent retrouvées dans des criques inaccessibles pour les bateaux. Dans les années 60, la population ne comptait plus que quelques centaines d'individus (CONAF, 1995). Un programme de coopération entre le Parc national et le WWF a permis de mettre en place un plan de sauvegarde de l'espèce. Aujourd'hui, le dernier recensement effectué, en décembre 2003 et janvier 2004, fait état de plus de 50 000 individus sur tout l'archipel, plus des deux tiers se trouvant sur Alejandro Selkirk. (DIAZ-MUNOZ, 2004).



Photo : Matthieu Fellmann

Photo 2 : Jeune Otarie de Juan Fernández

- L'Éléphant de mer (*Mirounga leonina*) cité par Lord Anson, n'a quant à lui pas eu la chance de survivre à cette chasse industrielle...

Les eaux de l'archipel abritent également des dauphins et autres baleines de passages. Des Orques viennent parfois chasser les otaries.

- Espèces introduites par l'homme

Aujourd'hui, de nombreuses espèces de mammifères terrestres sauvages, considérées comme des pestes, ont été introduites :

- Les micro-mammifères

Pour plus de clarté, nous regroupons sous le terme micro-mammifères les deux espèces de rats *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* et l'espèce de souris *Mus musculus*, présentes sur l'île. Ils font partie des premiers mammifères à avoir été introduits et ceci, involontairement. Ils consomment principalement les graines des végétaux limitant ainsi la régénération. Ils peuvent également écorcer les arbres. Ils constituent donc une menace importante pour la végétation de l'île.

- La chèvre (*Capra hircus*)

Introduit par Juan Fernández Sotomayor lui même, l'espèce constituait une de viande pour les marins. Ce fut l'une des principales sources de nourriture du marin Alejandro Selkirk, « le vrai Robinson Crusoé », pendant son séjour sur l'île.

Très vorace et capable d'accéder à presque toutes les parties des îles, elle a eu un impact important sur la végétation.

Ses effectifs sont maintenus à environ 200 individus (Gardes du parc , comm. pers.) grâce à la consommation par les habitants. En revanche, sur l'île Alejandro Selkirk, l'espèce est encore bien représentée, avec environ 1000-1500 individus (Gardes du parc , comm. pers.).

- Le lapin (*Oryctolagus cuniculus*)

Le lapin a été introduit dans les années 1940. En l'absence de réels prédateurs, la population a explosé, l'espèce étant considérée aujourd'hui comme une réelle peste animale.

C'est l'espèce qui, sans aucun doute, provoque le plus de dommages aux écosystèmes insulaires (CONAF, 1995).

- Le Coati (*Nasua nasua*)

Espèce originaire du versant oriental des Andes boliviennes, le coati a été introduit sur l'île dans les années 1930, probablement comme animal de compagnie (VALDEBENITO ASTROZA, 1976).

Omnivore, les adultes avoisinent une longueur de 80cm avec la queue, pour un poids d'environ 5kg.

Cette espèce est un grand danger pour les animaux, en particulier pour les pétrels, oiseaux nichant au sol. Il représente particulièrement une menace pour la flore (écorçage des troncs). Il participe également à la dispersion des principales pestes végétales de l'île (zoochorie), en consommant en particulier le maqui (VALDEBENITO ASTROZA, 1976).



Photo : Matthieu Fellmann

Photo 3 : Jeune coati.

Sa population, en forte diminution pour des raisons encore inconnues (maladie probablement), est estimée aujourd'hui à 200-300 individus (Gardes du parc, comm. pers.).

Des mammifères domestiques, vaches, cochons, chevaux, brebis, chiens, etc. ont également été introduits. Ils ont eu et, pour certains, ont encore un impact sur les milieux (surpâturage, piétinement, etc.) et les espèces.

Certains individus de chats domestiques (*Felis domesticus*) sont redevenus sauvages. S'ils constituent l'un des prédateurs du lapin, ils exercent également une prédation sur l'avifaune insulaire, telle que le colibri, et parfois sur les jeunes otaries.

Citons également le massacre de 100 jeunes otaries par des chiens, dont nous avons été le triste témoin.

- Les Oiseaux

- ✓ L'avifaune marine (Danton, 2002)

Quatre espèces de pétrels sont présentes et nichent sur l'archipel :

- *Pterodroma cooki*, présent sur l'île Robinson Crusoe et Santa Clara ; il niche dans les cavités des falaises.
- *Pterodroma externa*, endémique de l'archipel.
- *Pterodroma longirostris*, endémique de l'île Alejandro Selkirk.
- *Pterodroma neglecta*, uniquement présent sur quelques « Morros » (gros rochers isolés dans la mer) proches de l'île Robinson Crusoe ; il niche dans les trous et les abris naturels des rochers.

Le Puffin à pattes roses (*Puffinus creatopus*) et l'Océanite à ventre blanc (*Fregetta grallaria*) nichent également sur l'île.

Des oiseaux pélagiques tels que des Albatros (*Diomedea sp.*) ou le Pétrel géant (*Macronectes giganteus*) pêchent dans les eaux à proximité de l'île.

L'ensemble de ces espèces est repris en annexe 1.



Photo 4 : Pétrel géant

Photo : Matthieu Fellmann

- ✓ L'avifaune terrestre

Quinze espèces d'oiseaux nicheurs sont présentes sur l'archipel (annexe 1). Cinq ne nichent que sur l'île Robinson Crusoe et Santa Clara (deux espèces endémiques), quatre ne nichent que sur Alejandro Selkirk (deux espèces et deux sous espèces endémiques).

Parmi elles, deux espèces, respectivement endémique de île Robinson Crusoe et de Alejandro Selkirk, sont en danger d'extinction :

- *Sephanoides fernandensis* (Picaflor de Juan Fernández), dû à la prédation des rats et des chats et à la présence nouvelles des guêpes.
- *Afrastura Masafuerae* (Rayadito de Más a fuera), plutôt naturellement rare et à ce titre très fragile.

- Le Colibri de Juan Fernández (*Sephanoides fernandensis*)



C'est l'un des emblèmes de l'île Robinson Crusoé. Cette espèce est l'une des 11 espèces d'oiseaux endémiques du Chili et est considérée comme l'une des 10 espèces d'oiseaux les plus menacées du pays.

Cet « oiseau-mouche » niche dans les forêts calmes de l'île, et fréquente assez souvent le village où il vient se délecter du nectar des fleurs, telle que *Dendroderis littoralis* présent dans presque tous les jardins et rues du village. Il construit de petits nids de mousse à l'extrémité des rameaux des arbres et arbustes. Le mâle est d'un beau rouge brique ; la femelle est d'un gris-vert métallique sur le dos et de couleur blanche sur le poitrail et le ventre.

Photo 5 : Colibri de Juan Fernández (mâle)

Suite à la forte dégradation de son habitat (en surface et surtout en qualité), la population a diminué de plus de 1000 individus (CONAF, 1995), pour atteindre aujourd'hui environ 200 individus ... (JOHOW PIROLA, 2002).

Figure 4 : Inventaire de la population des deux espèces de colibri sur l'île Robinson Crusoé (*Bahía Cumberland*, *Puerto Francés*, *El Rabanal* et *Piedra Agujereada*). Notons la terrible chute de *S. fernandensis*, espèce endémique de l'île. (JOHOW PIROLA, 2002)

Année	<i>S. fernandensis</i>	<i>S. galeritus</i>
1987-1988	798	6 806
1988-1989	685	9 631
1999	670	537
2000	844	496
2001	456	513
2002	179	231

Or, comme le souligne la CONAF (1995), la **conservation de cet oiseau en danger d'extinction, dépend directement de l'état de conservation de la flore indigène.**

Ainsi, la lutte contre les espèces végétales (et animales) envahissantes, favorable à la **restauration de la flore indigène**, aura une **influence positive directe sur la population du Colibri de Juan Fernández.**

✓ Espèce d'oiseaux introduites (DANTON, 2002)

- *Columba livia*, le Pigeon commun, niche dans les falaises maritimes. Peu présent à l'intérieur des terres, c'est tout de même un granivore de plus sur l'île. Comme le remarque DANTON (2002), il pourrait cependant devenir, à la faveur d'une nouvelle introduction végétale, également un problème.
- *Passer domesticus*, ou Gorrion, semble avoir été introduit récemment. Son impact est encore minime comparé à d'autres espèces introduites.

Une espèce d'oiseau, le Zorzal, (*Turdus falklandii* subsp. *magellanicus*) pose de gros problèmes en terme de conservation de la flore. En effet, il est le principal agent de dissémination des pestes végétales de l'archipel. De plus, son arrivée sur l'île, naturelle ou liée à l'homme, n'est toujours pas clairement élucidée. Des tests ADN permettraient de lever ce doute.

Nous reviendrons plus précisément sur le problème du Zorzal dans la seconde partie de ce rapport.

✓ Autres groupes

Aucun poisson d'eau douce ne peuple l'archipel.

Les reptiles terrestres sont apparemment absents de l'île : cependant il serait important de s'intéresser à la présence éventuelle d'une espèce de lézard observée à plusieurs reprises et à différents endroits par les gardes du parc .

Si les batraciens étaient également absents, une espèce, *Pleuroderma thaul*, a été introduite dans les années 60. Insectivore, cette grenouille représente une pression de plus pour les insectes terrestres et aquatiques indigènes de l'île.

➤ Les Invertébrés

Ce groupe est, comme souvent, celui qui souffre le plus du manque d'études sur l'archipel. De plus, les études les plus récentes sur le sujet, datent déjà de près de 40 ans. Or, vu le nombre d'espèces et le taux d'endémisme, les invertébrés constituent une des richesses à part entière de l'île, malheureusement très méconnue.

Ainsi, Kushel (DANTON, 2002) a pu dénombrer 687 espèces d'insectes dont 440 endémiques, soit plus de 60% du nombre total d'espèces inventoriées. 54 genres sont endémiques.

De nombreux autres groupes – classe des Arachnides (58 espèces, dont 49 espèces endémiques), Crustacées (11 espèces dont 8 endémiques), Gastéropodes (30 espèces dont 24 endémiques), etc. (DANTON, 2002)- présentent également une grande diversité, dont une partie importante reste probablement à découvrir.

Photo 6 : *Lycosa virgulata*. On distingue bien ses petits sur son abdomen.



Les invertébrés ne font malheureusement pas exception en matière d'introduction. Guêpes (*Vespa germanica*), charançons et araignées posent de véritables problèmes de conservation (voir partie sur le contrôle des introductions), mais peuvent constituer également une grande gêne pour la population (guêpes, araignées). Une espèce de fourmi, type fourmi d'Argentine (*Linepithema humile*), espèce connue pour sa voracité, est très présente dans le village (détermination à confirmer). Son impact sur l'entomofaune indigène est probablement loin d'être négligeable. Encore une fois, des études et des mesures font malheureusement défaut.

Richesse marine

Les fonds marins qui bordent l'archipel, dont on peut s'étonner qu'aucune partie ne soit intégrée dans le Parc National, recèlent une faune et une flore aquatique riche et originale, malheureusement trop peu étudiées. Les eaux froides superficielles, entre 0 et 200 m de profondeur, environnant l'archipel sont d'origine subantarctique, liées au courant de Humboldt. En été, l'archipel est baigné par des eaux d'origine tropicale (CASTILLA, 1987).

Ces eaux abritent l'animal phare de l'archipel : la langouste de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), espèce endémique de l'archipel J.F. et du petit archipel des *Desventuradas* (îles San Felix et San Ambrosio) situé plus au nord.

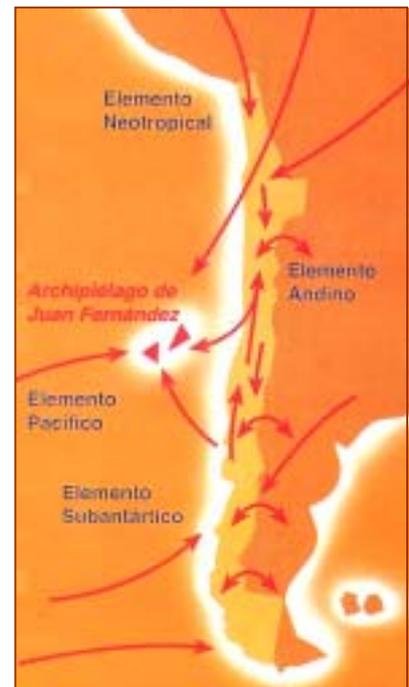
Ces fonds présentent également une grande richesse ichtyologique avec près de 150 espèces inventoriées, dont 15% sont endémiques (SEPULVEDA VIDAL, PAQUENO 1985 ; CONAF, 1988). Lors de notre présence sur l'archipel, un projet d'approfondissement des connaissances dans le domaine était en cours.

b. La Flore

La flore de l'archipel Juan Fernández s'est formée au cours des temps par des apports naturels extérieurs de provenances diverses : Amérique centrale, Amérique du sud, Australie, Hawaii, Polynésie, Nouvelle Zélande (cf. figure 5). A titre d'exemple, le genre *Dendroseris* tiendrait ses origines d'une plante sud américaine du genre *Hieracium* ; le genre *Robinsonia* descendant lui de *Senecio* sudaméricains (HOFFMANN, MARTICORENA, 1987).

La majorité des données floristiques présentées dans ce rapport sont issues des ouvrages de MATTHEI, MARTICORENA, STUESSY, (1993) et de STUESSY et al. (1998)., en ce qui concerne la flore de l'île Robinson Crusoe (DANTON, PERRIER, 2004). Elles ont été complétées par les résultats d'inventaires des botanistes Philippe DANTON et Christophe PERRIER

Figure 5 : Origine des espèces de l'archipel Juan Fernández (RICCI, LEIVA, ?)



La flore de l'archipel Juan Fernández, l'un des joyaux du Parc national Juan Fernández, abrite 213 espèces indigènes dont **133 espèces sont endémiques à l'archipel** (DANTON, PERRIER, BOUDRIE, 2003 ; Annexe 2). Il faut souligner que ce taux d'endémisme, près de 62%, est un des plus élevés au monde.

Comme le souligne DANTON (2004), la flore de l'archipel Juan Fernández est exceptionnelle à plus d'un titre :

- Le nombre important d'**espèces endémiques** parmi la flore indigène ;
- Parmi ces espèces, plusieurs sont de véritables reliques d'époques à présent révolues, qui ont pu trouver refuge dans ces endroits isolés où les conditions écologiques sont restées inchangées sur de longues périodes (*Lactoris fernandeziana*, *Thyrsopteris elegans*) ;



Photo : Matthieu Fellmann

Photo 7 : *Lactoris fernandeziana*, seul représentant de la famille des *Lactoridaceae*, endémique de l'île Robinson Crusoe.



Photo : Matthieu Fellmann

- **11 genres** -*Centaurodendron*, *Cuminia*, *Dendroseris*, *Juania*, *Lactoris*, *Megalachne*, *Podophorus*, *Robinsonia*, *Selkirkia*, *Thyrsopteris*, *Yunquea*- et **1 famille** -les *Lactoridaceae* - sont endémiques à l'archipel ;

Photo 8 : *Dendroseris litoralis*, « el col », l'un des emblèmes de l'île Robinson Crusoe, également présent sur l'île Santa Clara.

- Certaines architectures de plantes sont typiques des milieux insulaires, en particulier le fait que de nombreuses espèces soient ligneuses alors qu'elles sont souvent herbacées sur les continents ;
- Le développement de la différenciation sexuelle (plantes dioïques) chez plusieurs espèces endémiques semble une réponse appropriée aux problèmes de consanguinité engendrés par la condition insulaire ;
- Enfin, cette flore, vu l'âge récent de l'archipel, est un fabuleux « laboratoire vivant » pour mieux comprendre les phénomènes complexes de l'évolution et de la spéciation des végétaux ;
- Ajoutons encore que les potentialités chimiques, pharmaceutiques, génétiques ou encore l'utilisation ornementale de certaines espèces de cette flore originale, n'ont encore été que peu explorées.

Sur les îles Robinson Crusoe et Santa Clara, **154 espèces sont indigènes** (43 Fougères et 111 Plantes à fleurs), dont **94 espèces sont endémiques** (20 Fougères et 74 Plantes à fleurs) (DANTON, 2004).

Ces chiffres traduisent cette extraordinaire richesse et ce trésor de vie qu'est l'archipel Juan Fernández, et l'importance de préserver cette flore, patrimoine naturel unique.

Mais il y a urgence, comme le soulignait déjà l'IUCN en 1984 (IUCN, 1986), considérant l'archipel Juan Fernández, pour la fragilité de ces espèces, comme **l'une des 12 aires protégées les plus menacées au monde ...** Triste performance !

C. Contexte socio-économique de l'île

L'île Robinson Crusoe est la seule île de l'archipel habitée de manière permanente. Les espagnols installèrent le premier village, « *Todos los Santos* », en 1591. Après une présence humaine discontinue, le premier village, base de l'actuelle commune de San Juan Bautista, fut créée en 1877. La population est aujourd'hui d'environ 720 habitants.

Le territoire communal n'est pas intégré dans celui du Parc national. Avant 1989, la zone urbanisée était de 107 hectares. En vue d'augmenter la possibilité d'accueil (création de l'aérodrome, de nouvelles maisons, etc.), la zone urbaine, extraite du territoire du parc national, fut augmentée à 313, 5 ha (décret n° 606 du 27 sept. 1989). (ALAN, MITCHELL, 1994)

Santa Clara est inhabitée et l'île Alejandro Selkirk abrite chaque année une population temporaire de 30-40 personnes d'octobre à mai, durant la saison de la pêche de la langouste.

En 1981, l'archipel Juan Fernández fut déclaré commune de la Province de Valparaiso, dépendant administrativement de la Région de Valparaiso (V région).

La principale activité économique des insulaires est la pêche à la langouste : l'archipel fournit 70% de la consommation chilienne (GALLIMARD, 2003.). L'espèce a été pêchée de manière intensive dans les années 50 et sa pêche est aujourd'hui soumise à une réglementation. La langouste est pêchée uniquement avec des casiers qui sont posés entre 10 et 100 m de profondeur tout autour des trois îles de l'archipel Juan Fernández ainsi qu'autour des *Desventuradas* (San Felix et San Ambrosio) (DANTON, 2002). Tout autre mode de pêche est interdit. Une taille minimale, peu respectée (Danton, comm. pers.), est requise : 11, 5 cm de longueur de céphalothorax.

Cependant les populations de la langouste sont en déclin. Il serait important d'envisager des mesures de protection (une extension du Parc au domaine maritime par exemple), permettant au moins à une partie de la population de se renouveler, assurant ainsi la pérennisation de l'espèce et de sa pêche.

Les autres activités sont la pêche de poissons et de crabes, le tourisme, l'administration, l'élevage et de façon plus marginale, la vente de produits du jardin.

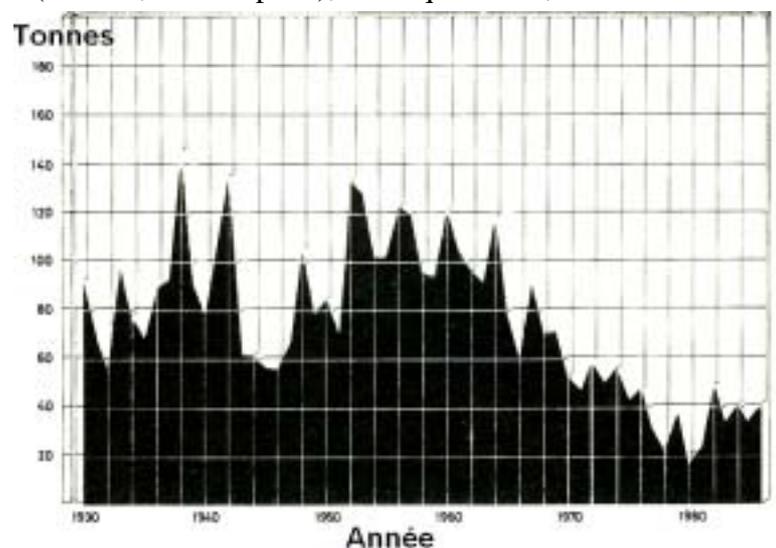


Figure 6 : Captures annuelles (en tonnes) de langoustes de Juan Fernandez de 1930 à 1986 (CASTILLA, 1987)

III. Une empreinte profonde de l'homme

Les écosystèmes naturels des îles isolées sont très sensibles au contact humain (HOFFMANN, MARTICORENA, 1987).

Sur l'archipel Juan Fernández, l'intervention humaine est relativement récente : elle commença à la fin du 16^{ème} siècle, peu après sa découverte. Cependant ses effets eurent rapidement un impact sur la biodiversité de l'île, tel que la destruction d'une part importante de la forêt originelle. En effet, les longs voyages entre le Cap Horn et l'Amérique du sud obligeaient les marins à faire escale sur l'archipel pour réparer les bateaux, voire pour en reconstruire. Les arbres furent également utilisés comme bois de chauffage (en 1869, 1200 tonnes de bois de chauffage furent exploitées et vendues). Au début du 18^{ème} siècle, une colonie d'espagnols s'installa pour exploiter la végétation indigène.

Les incendies volontaires ont également détruit une grande part de la forêt. La majorité des feux étaient allumés pour libérer de l'espace pour l'élevage. Parfois, les premiers insulaires, pour prouver leur courage, montaient sur les plus hautes montagnes de l'île et allumaient un feu, qui brûlait pendant plus d'une semaine ! (STUESSY, et al., 1998).

Cette « empreinte humaine » se visualise aujourd'hui sous différentes formes : la destruction et l'érosion de la diversité de l'île, la modification des habitats, l'introduction de nouvelles espèces animales et végétales s'installant principalement sur ces espaces perturbés, les espèces indigènes étant peu à peu menacées de disparition.

A. L'extinction d'espèces

Le terme « extinction » est généralement utilisé seulement pour une disparition complète de l'espèce. Cependant, comme le remarque STUESSY et al. (1998), une quantité importante de phytodiversité peut être perdue, même si une espèce est encore représentée par quelques individus (nombre d'individus inférieur au nombre minimum nécessaire à la reconstitution de la population, perte d'une partie du patrimoine génétique). C'est le cas malheureusement, de nombreuses espèces sur l'île Robinson Crusoé.

On peut distinguer les disparitions dues à des facteurs naturels et des disparitions liées à l'homme. Il est évident que l'homme, partie de cet environnement, pourrait être considéré comme une cause naturelle de disparition. Mais les moyens techniques actuels créent une rupture d'échelle telle, qu'elle n'en devient plus naturelle.

- Disparition naturelle

Des altérations substantielles apparaissent à travers la disparition naturelle d'une espèce ou la subsidence⁴ des îles océaniques.

La petite surface terrestre des îles, comme l'île Robinson Crusoé, ne permet pas aux peuplements de disposer de zones de réserve et augmentent ainsi le risque d'extinction des espèces. Comme le remarque Cox et Moore, « la vie insulaire est plus dangereuse que celle des continents » (*island life is more hazardous than that on the mainland*) (MEYER, 1994).

La théorie du « taxon cycle » met en évidence la disparition inévitable de toute espèce insulaire, sur des temps géologiques. Les espèces colonisatrices de l'île évoluent en espèces insulaires selon une série d'étapes. La population des immigrants se différencie, s'adapte et se

⁴ Subsidence : Lent mouvement d'affaissement d'une partie de l'écorce terrestre sous le poids des dépôts sédimentaires et sous l'action de déformations.

spécialise à des habitats réduits et évolue en endémiques. Jusqu'à l'apparition de nouveaux colonisateurs, qui entraîneront la disparition des espèces et seront une source pour l'apparition de nouvelles espèces (MEYER, 1994).

La subsidence des îles océaniques, provoque une inévitable diminution de la surface de l'île et ainsi de la taille de la population de certaines espèces. Ainsi, la réduction de la surface émergée de l'île Robinson Crusoe au cours des temps géologiques a été d'environ 95 % (STUESSY et al., 1998). Le pourcentage d'espèces disparues à la suite de cette réduction d'espace est estimé entre 20 et 40 % du nombre original d'espèces présentes il y a deux millions d'années. Si cette hypothèse est vraie, la flore vasculaire endémique originelle était constituée d'environ 200 espèces.

Si ces épisodes peuvent affecter la biodiversité, il est impossible d'éviter ces remodelages liés à l'histoire géologique de la Terre. En revanche, nous pouvons, et devons, intervenir pour diminuer, si ce n'est arrêter, la destruction massive à court terme de la flore de l'île, liée à la présence humaine.

- Disparition d'espèces liées à l'action humaine

Chaque espèce est une bibliothèque.

Ce sont des bibliothèques entières que nous brûlons. E.O. WILSON, Prof. Harvard

Beaucoup de facteurs participent à la perte de la biodiversité végétale des îles océaniques. Sans aucun doute, les impacts les plus dramatiques et négatifs sont liés à l'activité humaine (STUESSY et al., 1998).

La végétation des deux îles a beaucoup changé au cours des temps. Avant le XVIème siècle, l'île Robinson Crusoe était probablement couverte de forêts dans sa majeure partie et l'île Santa Clara d'une formation arbustive plus ou moins dense. Mais l'arrivée de l'homme modifia brutalement cette végétation (DANTON, 2004).

De 1759 à 1814, les Espagnols installèrent une petite colonie humaine. Après l'indépendance du Chili en 1818, l'île fut utilisée comme bague et louée pour la culture. Les fermiers, dont l'objectif était d'obtenir le maximum de bénéfices, utilisèrent les arbres comme combustible, pour la construction des maisons et la réparation des embarcations. D'autres espèces comme le chonta (*Juania australis*), palmier endémique de l'île, furent transformées en objets vendus comme souvenir. La végétation restante fut brûlée pour le pastoralisme. A partir de cette époque, la destruction de la flore fut de plus en plus intensive.

Pour l'instant, quatre extinctions d'espèces d'Angiospermes sont à déplorer sur l'île Robinson Crusoe : celle de *Santalum fernandezianum*, *Podophorus bromoides*, *Robinsonia macrocephala*, *Notanthera heterophylla*. Le Santal fut exploité intensivement pendant le 19^{ème} siècle pour la vente de bois aromatique à destination du marché oriental (STUESSY et al., 1998). Le dernier individu a été vu et photographié par le botaniste suédois Carl Skottsberg en 1908.

La disparition d'une espèce animale de l'archipel est également à déplorer : celle de l'éléphant de mer (*Mirounga leonina*). En effet, la chasse industrielle semble avoir eu raison de cette espèce.

Mais le nombre de disparition est, d'une manière comparative à d'autres îles, « faible ». A titre d'exemple, les îles Hawaii possèdent 72% des espèces disparues des Etats-Unis (MEYER, 1994), avec 100 taxons éteints et plus de 200 en danger. Sur l'île Sainte Hélène, qui a connu des conditions d'exploitation très similaires à l'île Robinson Crusoé, 7 des 46 espèces végétales endémiques sont considérés comme éteintes et de nombreuses espèces ne sont représentées que par quelques individus (WHITTAKER, 1998).

Nous avons donc la chance (mais pour combien de temps encore ?), de trouver la quasi-totalité de la flore (et de la faune) originale de l'île, ce qui permet réellement d'envisager sa sauvegarde autrement qu'en extrême urgence. Mais le temps joue en la défaveur des gestionnaires, puisqu'une grande partie de cette flore est au bord de l'extinction. Durant ces deux dernières années deux espèces ont disparu : *Notanthera heterophylla* (2003) et très récemment *Robinsonia berteroi* (2004)...

. "I wish draw attention to the fact that so many of the endemic types are very scarce"
C., SKOTTSBERG

B. Une flore proche de l'extinction

Les textes, paysages et cartes anciennes étudiées par STUESSY et al. (1998), montrent que la forêt primaire couvrait toute la partie est de l'île de île Robinson Crusoé. La partie ouest semblait être couverte par un tapis de graminées déjà à l'époque de la découverte de l'archipel (DANTON, 2004).

Outre l'impact substantiel des facteurs naturels sur la végétation (réduction de surfaces, etc.), l'action de l'homme (cf. figure suivante) depuis plus de quatre siècles a entraîné la réduction de nombreuses formations végétales, en particulier de la forêt primaire.

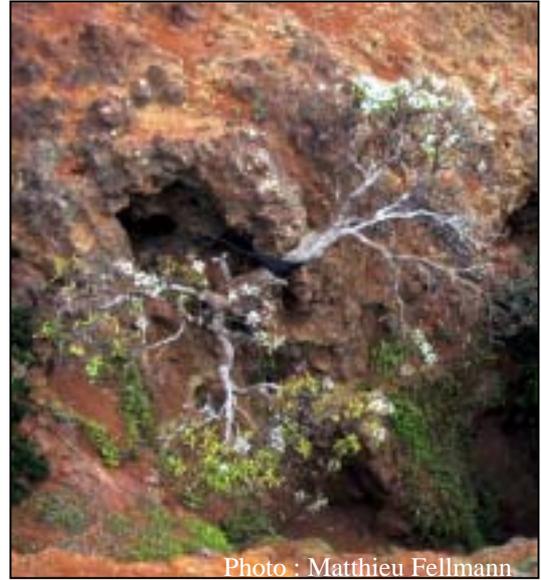
Figure 7 : Facteurs naturels et d'origine anthropique conduisant à une perte de la diversité sur les îles océaniques (tiré et adapté de Stuessy et al., 1998)

I. Facteurs naturels	II. Facteurs anthropiques
A. Changements physiques de l'île	A. Coupes et exploitation
1. Réduction de la surface	B. Animaux introduits
a. Subsidence	1. Domestiques
b. Erosion	2. Ensauvagés
2. Altération des sols	3. Contrôle biologique
a. Climat	C. Plantes introduites
b. Incendies (naturels)	1. Culture
B. Changement biotique dans l'île	2. Ornement, défense
1. Nouveaux compétiteurs	3. Involontaire
2. Nouveaux prédateurs	D. Incendies
3. Pertes d'espèces associées	1. Accidentels
4. Pertes d'espèce clef de voûte (<i>keystone species</i>)	2. Volontaires
5. Pertes de pollinisateurs	
	Changements climatiques

Au début des années 1980, SANDERS et al. (1982) notaient déjà une raréfaction de certaines espèces. Ainsi *Juania australis*, palmier endémique de l'île Robinson Crusoé, est devenu beaucoup plus rare, dû à l'exploitation intensive de son bois.

De par la restriction de leur habitat (surexploitation, incendies, pâturage, introduction d'espèces animales et végétales) certaines espèces sont à présent proches de l'extinction tels que : *Dendroseris neriifolia*, *Greiga berteroi* ou *Dendroseris gigantea* sur Alejandro Selkirk.

Photo 9 : Un des derniers plants de *Dendroseris neriifolia* *in situ*. L'érosion est telle que la CONAF a dû installer des cordes de soutien pour pouvoir maintenir l'individu... quelques années de plus.



Près de 50 espèces végétales de l'archipel Juan Fernández sont menacées d'extinction (Annexe 3). Rappelons que ces espèces sont presque toutes endémiques.

Or ces espèces, en plus d'avoir subi une destruction directe par exploitation, ou encore par incendies, sont aujourd'hui confrontées à la concurrence déloyale des espèces exotiques introduites.

C. L'introduction d'espèces

Les espèces insulaires ont évolué en système relativement clos pendant plusieurs centaines de milliers d'années, en l'absence de pressions de sélection exercées par les prédateurs, les grands herbivores ou les maladies. Ces espèces sont donc très peu adaptées à une déprédation ouverte et résistent mal à l'entrée d'éléments nouveaux (MEYER, 1994).

Or, depuis sa découverte en 1574, l'archipel Juan Fernández a été le lieu de nombreuses introductions d'espèces liées à l'homme.

Dès son arrivée sur l'île, Juan Fernández apporta avec lui le premier couple de chèvres (*Capra hircus*), originaire des Pyrénées (MEYER, 2000). La chèvre exerce ainsi une pression sur le milieu depuis plus de 4 siècles, dont une partie de l'impact est difficile à évaluer puisque les premières descriptions fiables de la flore, par Maria Graham, datent de 1823.

Le navigateur a introduit également des arbres fruitiers comme le figuier ou les cognassiers, et quelques herbes alimentaires (choux, persil...) pour soigner les marins atteints du scorbut.

Les animaux domestiques furent aussi introduits. En 1616, des bovins, des porcs (introduits par les jésuites) et des chèvres étaient présents sur l'île.

Au 17ème siècle, les îles étaient régulièrement visitées par les corsaires qui venaient y chercher de l'eau douce, des coquillages, des herbes pour lutter contre le scorbut ou encore de la viande de chèvre. Dans l'intention de combattre les pirates, les espagnols introduirent des chiens afin d'empêcher les ennemis de s'approvisionner en viande. Malgré l'efficacité des chiens, probablement aussi au détriment des otaries et autres oiseaux, l'énorme population de chèvres ne put être exterminée.

Avec l'arrivée de l'homme sur l'archipel, des plantes de différentes parties du monde, principalement du Chili continental, ont commencé à être introduites. En 1954, Skottsberg s'inquiétait déjà de « la menace des plantes introduites pour la flore endémique » (JOHOW, 1896 ; MATTHEI, MARTICORENA, STUESSY, 1993).

Dans les années 80, les études faites par l'université de Concepcion et l'université de l'Etat de l'Ohio, ont montré que depuis l'un des passages de Skottsberg en 1917, le nombre d'espèces introduites à, quant à lui, augmenté.

Figure 8 : Évolution du nombre d'espèces exotiques introduites entre 1917 et 1980 sur l'archipel Juan Fernández. Les auteurs ont également observé moins d'espèces indigènes par rapport à 1917 (Stuessy, Sander, Silva, 1984).

Locality	Number of native species		% Decrease of native species	Number of introduced species		% Increase of introduced species
	1917	1980		1917	1980	
MASATIERRA						
Portezuelo, Cumberland side	39	30	23	1	5	400
Portezuelo, Villagra side	32	29	9	0	2	200
Salsipuedes	18	16	11	2	4	100
Damajuana	16	12	25	0	3	300
SANTA CLARA						
Morro Spartan	5	4	20	5	5	0
MASAFUERA						
Quebrada Casas	30	20	33	0	0	0
Quebrada Vacas	6	2	67	2	2	0

En introduisant des espèces étrangères volontairement ou accidentellement, l'homme a rompu l'isolement et l'équilibre des îles. La variété des espèces introduites par l'homme est large : elle concerne autant les plantes, les mammifères que les oiseaux ou encore les insectes. Les effets de ces introductions sont multiples : modification des habitats naturels, déplacement voire exclusion des espèces indigènes.

Ainsi, l'archipel Juan Fernández est confronté aujourd'hui à un grave problème : celui de l'invasion de l'île et de ses milieux naturels par des espèces végétales et animales introduites.

IV. Une nouvelle menace : les plantes envahissantes

L'isolement est un moteur primordial de l'évolution de la diversité biologique sur Terre. Il entraîne la création de nouvelles espèces, la construction de relations écologiques particulières et l'apparition d'écosystèmes uniques. Jusqu'à l'ère moderne, les faunes et les flores de différentes régions du monde ne se mélangeaient que par propagation lente et colonisation occasionnelle, à longues distances, à travers les océans et autres barrières naturelles.

Les échanges interspécifiques qui se faisaient lentement, sauf lors de la mise en contact de différentes masses continentales, ont vu leur rythme s'accélérer il y a quelques milliers d'années avec les migrations humaines, la colonisation, le transport d'animaux et de plantes domestiques par-delà les frontières biogéographiques (CLOUT, 1998). La multiplication des voies de communication et l'intensification des trafics (aériens, maritimes, etc.) augmentent inexorablement la fréquence des introductions accidentelles d'espèces exotiques, auxquelles viennent s'ajouter toutes les introductions délibérées à partir de cultures ou d'élevages. Si la fréquence de cette anthropochorie s'accroît, le nombre d'individus introduits en une même région s'accroît également, ce qui augmente la probabilité d'installation durable de ces espèces.

Les déplacements d'espèces se font sur des distances de plus en plus grandes, mettant en contact des entités biologiques sans aucune histoire commune, sans passé coévolutif. Il s'ensuit une difficulté particulière à prédire les conséquences de telles introductions sur les communautés autochtones. On peut en attendre des effets directs par compétition ou par prédation, mais aussi des effets indirects par transferts parasitaires ou génétiques (www.environnement.gouv).

« La publication en 2003 par l'UICN de la liste rouge des espèces menacées, montre que les espèces envahissantes ont entraîné des ravages sur de nombreuses îles dans le monde,



exterminant plantes et animaux natifs et perturbant le fragile équilibre écologique » (Atelier de travail Régional COI, 2003). L'introduction d'espèces allochtones est aujourd'hui **la deuxième cause d'érosion de la biodiversité dans le monde**, après la destruction directe des habitats. En plus de l'impact sur la biodiversité, les pestes, les maladies introduites et les procédés pour leur destruction entraînent chaque année, au niveau mondial, des coûts évalués à deux milliards de dollars! (IUCN, <http://www.issg.org>)

Photo 10 : *Boiga irregularis*, originaire d'Australie, d'Indonésie et de Nouvelle Guinée, à presque entièrement détruit l'avifaune forestière de l'île Guam.

Selon certains écologues, la pollution biologique par les espèces exotiques envahissantes pourrait bientôt devenir le premier facteur de dégradation écologique (Atelier de travail Régional COI, 2003). Ce problème est une menace à long terme pour les écosystèmes puisque, lorsque l'exploitation des milieux est arrêtée, les écosystèmes peuvent commencer, si l'impact humain n'a pas été trop important (latérisation⁵), à se reconstituer. Mais si la destruction s'arrête, les espèces introduites présentes, elles, ne disparaissent pas et peuvent au contraire continuer à se propager, jusqu'à éliminer la flore et la faune locales (QUENTIN, FULLER, 1995).

⁵ Latérisation : Transformation d'un sol en latérite - sol rougeâtre, principalement de la zone tropicale humide, caractérisé par la présence d'alumine libre et d'oxydes de fer - par lessivage de la silice.

A. Définitions

Certaines espèces exotiques sont, bien sûr, utiles à l'homme : plantes et animaux domestiques, agents de lutte biologique, etc. D'autres ne sont ni « utiles » ni « nuisibles ». Néanmoins beaucoup envahissent les écosystèmes naturels et semi-naturels et sont écologiquement - et souvent économiquement- nuisibles. Ce sont les espèces « nuisibles » ou « envahissantes » (CLOUT, 1998).

De nombreux termes existent concernant l'idée de plantes « naturalisées », plantes « envahissantes » et les concepts associés.

RICHARDSON et al. (2000) proposent un classement de ces différentes espèces introduites. Ils établissent ainsi 6 stades :

- **Plantes exotiques** (*Alien plants*) : plantes dont la présence dans une aire géographique donnée est due à une introduction accidentelle ou non par l'homme. Sur l'île Robison Crusoé de nombreuses espèces exotiques sont présentes : plus de 330 introduites sur 485 espèces présentes, soit près de 68%.
- **Plantes « assistées »** (*Casual alien plants*) : plantes exotiques dont le maintien de la population dans l'aire géographique où elles se trouvent n'est possible que par l'intervention de l'homme.
- **Plantes naturalisées** (*Naturalized plants*) : plantes exotiques pouvant se reproduire de manière autonome dans l'aire géographique où elles se trouvent, sans l'intervention de l'homme.
- **Plantes invasives ou envahissantes** (*Invasive plants*) : plantes naturalisées ayant un fort pouvoir de germination (nombreuses semences facilement disséminées) leur permettant d'étendre rapidement leur aire de répartition. A travers leur développement, elles peuvent affecter la biodiversité et ou le fonctionnement des écosystèmes (appelé également « *environmental weeds* »). Des espèces telles que, *Albizia lophanta*, *Eucalyptus globulus* présentes sur l'île Robison Crusoé peuvent être considérées comme envahissantes.
- **« Mauvaises herbes »** (*Weeds*) : plantes (pas forcément exotiques) présentes de façon indésirable dans des sites, où elles ont un impact économique et/ou environnemental.
- **Transformeurs** : (*Transformers*) : plantes envahissantes qui provoquent un changement structurel et fonctionnel à l'échelle de l'écosystème où elles sont présentes.
S'il est clair que *Aristotelia chilensis*, *Rubus ulmifolius* et *Ugni molinae* voire *Acaena argentea* font partie des plantes envahissantes, elles ont probablement atteint dans certains cas, le statut de transformeurs, dans le sens où elles transforment profondément les conditions écologiques de l'habitat et interdisent la présence de certaines espèces indigènes.

B. Le processus d'invasion

L'invasion n'est pas un phénomène anormal. C'est en fait l'augmentation du rythme des introductions et des invasions qui pose problème.

Le processus d'invasion se fait par différentes étapes qui sont :

1- L'introduction, 2- L'acclimatation, 3- La facilitation, 4- La propagation, 5- L'interaction avec d'autres animaux et végétaux, 6- La stabilisation (QUENTIN, FULLER, 1995).

L'introduction d'une plante envahissante (ou de ses propagules), ne se fait pas au moyen de la dispersion naturelle mais est transportée par l'homme, volontairement ou non, surmontant ainsi les barrières géographiques.

Acclimatation : Une fois introduite, une plante envahissante a besoin de s'installer au-delà du site d'introduction pour former des populations suffisamment grandes pour s'auto-entretenir dans la végétation naturelle ou semi-naturelle.

L'issue de cette étape dépend, d'une part, de la distance qui sépare l'espèce de la végétation locale : si celle-ci est assez proche, la fugue sera alors possible. Elle dépend, d'autre part, des caractéristiques de la plante (système de reproduction) et de l'environnement (climat, pédologie, etc.).

Facilitation : Une espèce végétale acclimatée peut se maintenir à une faible population si elle n'est pas « facilitée » d'une manière ou d'une autre pour se propager, par exemple, par l'introduction d'un agent de dispersion. Pour le cas de l'archipel Juan Fernández, le rôle du zorzal dans l'expansion de la ronce, du maqui et de la murtila, doit être sérieusement considéré.

Propagation : La rapidité de propagation d'une plante exotique introduite dépend des rythmes intrinsèques de croissance et de reproduction de l'espèce. L'efficacité de la dispersion des graines est un facteur déterminant de la rapidité de la propagation.

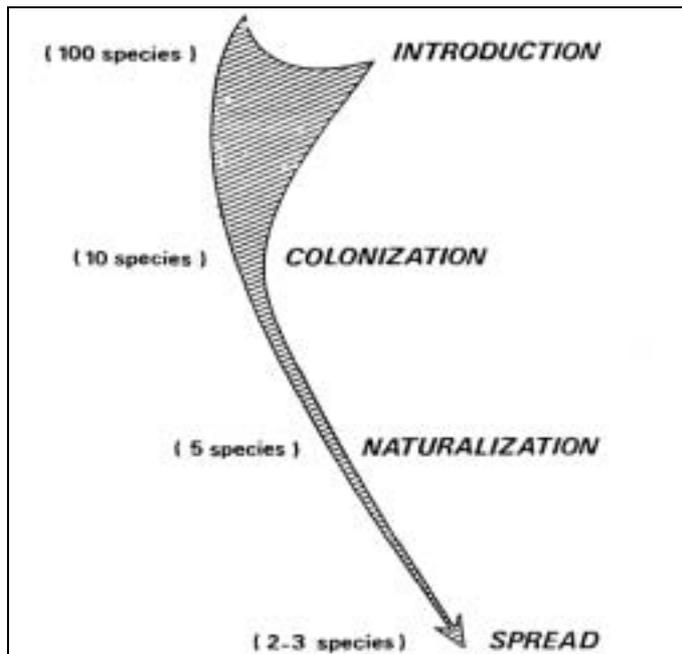
Souvent, la propagation survient beaucoup de temps après l'introduction de l'espèce. Ce phénomène, encore peu compris, peut s'expliquer, outre les mutations, par le fait que la population est incapable d'augmenter sans être « aidée », par exemple, par l'arrivée d'un pollinisateur, d'un disperseur ou de l'altération des habitats qui permettent à l'espèce de s'installer durablement. Encore une fois, le zorzal joue un rôle important dans la propagation des plantes envahissantes sur l'archipel Juan Fernández.

Une fois que commence la propagation, la population de l'espèce allochtone peut augmenter jusqu'à mettre en danger la faune et la flore autochtones, rendant nécessaire la mise en place d'un plan de gestion intégrée pour lutter contre cette espèce.

Interaction avec les animaux et végétaux autochtones : une fois que l'espèce allochtone commence à se propager dans les nouveaux habitats, loin d'où elle fut plantée originellement, elle se trouvera avec les animaux et végétaux autochtones de la zone. Le résultat de cette interaction déterminera si l'espèce allochtone sera une envahissante « qui s'adapte » ou une envahissante « qui expulse » relatif à la faune et à la flore autochtone. (QUENTIN, FULLER, 1995 ; RICHARDSON et al., 2000).

Stabilisation : Certaines espèces semblent se stabiliser lorsqu'elles constituent un peuplement monospécifique. Cependant, cette étape de stabilisation est peu connue, en raison du caractère récent de la majorité des invasions.

Williamson (MULLER et al., 2002) a défini la règle des 3 x 10 (*the 3 ten rules*), correspondant



à la réduction d'un facteur de 10 environ entre le nombre des espèces introduites sur un territoire, des espèces naturalisées et des espèces envahissantes sur ce territoire. Théoriquement, sur 100 espèces introduites, une deviendra envahissante. Dans la même échelle Di Castri (MEYER, 1994) estime que théoriquement, sur 100 espèces introduites, deux ou trois deviendront envahissantes:

Figure 9 : Proportion théorique entre le nombre d'espèces introduites et le nombre d'espèces envahissantes.

C. Les invasions dans les îles océaniques

Les îles océaniques semblent être plus sujettes à l'invasion d'espèces introduites que les écosystèmes continentaux. Cette hypothèse s'appuie sur la grande quantité d'espèces envahissantes rencontrées sur celles-ci. Ceci s'explique par différentes raisons :

- La pauvreté en espèces : cette pauvreté induit une compétition moindre entre les espèces, avec certaines niches écologiques non occupées. De là, il est plus probable que les espèces allochtones s'installent et se propagent dans les îles océaniques que dans des régions avec une flore très riche.
- Une évolution isolée : la flore et la faune autochtones des îles éloignées ont évolué isolément, sans adaptations très élevées pour la compétition. L'absence de mammifères sur ces îles est une de leur caractéristique, et les espèces végétales de ces îles ne possèdent généralement pas de défense contre un éventuel abrutissement. Ces espèces sont donc très sensibles à l'introduction d'herbivores ou d'espèces végétales généralement plus compétitives.
- Les îles colonisées très tôt : les îles furent les premières colonies européennes et furent rapidement peuplées pour protéger les routes commerciales. Ces îles ont donc subi très tôt une pression particulièrement forte (exploitation du bois, introduction d'espèces, etc.).
- La petite taille : leur petite dimension signifie que leur histoire a été « concentrée » et pratiquement aucun secteur n'a été épargné par l'exploitation, l'altération et l'introduction d'espèces.
- L'exagération de la libération écologique : toutes les espèces allochtones arrivent dans les îles, souvent libres de leur bagage naturel de parasites et de maladies, ce qui

constitue un avantage certain sur les espèces autochtones. Ceci est particulièrement vrai sur les îles qui généralement possèdent une faune pauvre en espèces et, ainsi en insectes généralistes ou autres herbivores, pouvant s'alimenter des espèces allochtones. (QUENTIN, FULLER, 1995)

Un problème d'environnement : la modification des écosystèmes naturels

La difficulté d'étudier les effets des invasions par des plantes introduites réside dans le fait que la plupart de ces espèces dominent les zones perturbées. Il est donc difficile de séparer les effets induits par les plantes envahissantes des effets de la perturbations qui leur permet de s'établir (MEYER, 1994).

En règle générale, l'extension des pestes végétales est d'autant plus forte que les milieux sont perturbés par l'homme. Il est important de prendre en compte le rôle de la perturbation des milieux (surexploitation de la forêt, pression sur la végétation par la faune introduite, etc.) dans l'installation des plantes envahissantes : sur l'île Robinson Crusoé, de nombreux secteurs, où la forêt primaire, surexploitée, a disparu, sont aujourd'hui colonisés par *Aristotelia Chilensis*, *Rubus ulmifolius* ou *Ugni molinae*.

L'hybridation

L'hybridation est une autre menace pour les espèces endémiques sur les îles océaniques. Certaines des espèces introduites peuvent devenir, comme nous l'avons vu, des espèces envahissantes et menacer la flore indigène des îles. Elles peuvent également engendrer des problèmes d'hybridation avec les espèces locales. En effet, à cause d'une spéciation rapide, peu de barrières génétiques séparent les espèces insulaires du même genre et, si l'hybridation inter-spécifique et inter-générique s'élargit, elle peut réduire la diversité spécifique.

D. Etat actuel sur l'archipel Juan Fernández

Après trois heures de vol au-dessus de l'océan Pacifique, nous mettons enfin le pied sur l'île Robinson Crusoé. Les courbes des montagnes laissent sans voix le nouveau Robinson... Mais rapidement, la réalité nous rattrape : derrière un petit panneau qui demande de ne pas introduire d'animaux et de graines, se trouvent des tapis de *Papaver somniferum*, *Carduus sp.*, etc. que survole une vingtaine de pigeons : le décor est posé...

Sur l'île Robinson Crusoé ce sont plus de 330 espèces qui ont été introduites, volontairement ou involontairement, par l'homme depuis sa découverte (Annexe 2).

Si, à titre d'exemple, la flore introduite au Chili représente 13 % de la flore totale (MATTHEI et al., 1993), les espèces introduites sur l'île Robinson Crusoé représentent presque 70 % des espèces présentes sur l'île !

	Nombres d'espèces introduites	Part dans la flore globale de l'île (%)
Ile Robinson Crusoé	333	68
Santa Clara	28	66
Alejandro Selkirk	124	50

Figure 10 : Nombre d'espèces introduites dans chaque île de l'archipel JF et leur importance dans la flore globale de l'île (adapté de DANTON, PERRIER, BOUDRIE, 2003).

E. L'archipel entier menacé

Il est important de souligner que si l'interdiction de tout établissement humain durable sur l'île Alejandro Selkirk permet de protéger certains milieux, elle n'empêche en rien l'introduction de nouvelles espèces et donc la menace sur la biodiversité de l'île. En effet, bien que l'île Robinson Crusoé, seule île habitée où arrivent régulièrement des bateaux et avions venus du continent, soit principalement concernée par l'introduction de nouvelles espèces, c'est bien tout l'archipel qui est concerné.

Les échanges entre l'île Robinson Crusoé et l'île Alejandro Selkirk, via principalement les pêcheurs de langoustes et la CONAF, peuvent être source d'introductions d'espèces exotiques venant de l'île Robinson Crusoé. De nombreux exemples existent comme *Briza minor* inventorié pour la première fois en 1875 sur l'île Robinson Crusoé et en 1965 sur l'île Alejandro Selkirk, d'*Aristotelia chilensis* déterminé en 1864 sur l'île Robinson Crusoé et 1916 sur l'île Alejandro Selkirk ou encore de *Rubus ulmifolius* décrit pour la première fois en 1927 (LOOSER, 1927) sur l'île Robinson Crusoé et 1965 sur l'île Alejandro Selkirk. Le cas est naturellement vrai dans l'autre sens puisque des espèces semblent être apparues en premier sur l'île Alejandro Selkirk puis sur l'île Robinson Crusoé (*Gallium aparine*, *Agrostis stolonifera*, *Rumex acetosella*, *Anagallis arvensis*, etc.) (Annexe 2).

De plus, comme le précise STUESSY (1984), l'île Robinson Crusoé est dans l'alignement direct plein ouest de l'île Alejandro Selkirk. Des échanges de la flore endémique mais aussi des espèces introduites entre les deux îles peuvent donc se produire, sans même la participation de l'homme (anémochorie, zoochorie, aquachorie, etc.).

Il y a donc un véritable risque d'entretien de cette situation d'introductions, une île constituant une source de « contamination » pour l'autre.

Lutter contre l'introduction et la dissémination d'espèces introduites sur l'île Robinson Crusoé permettrait donc de diminuer le nombre potentiel de nouvelles espèces introduites sur l'île Alejandro Selkirk. Un contrôle des bateaux se rendant sur l'île Alejandro Selkirk doit être mis en place pour diminuer ces échanges de nouvelles espèces exotiques entre les deux îles (cf. deuxième partie).

L'archipel Juan Fernández, et plus particulièrement l'île Robinson Crusoé, lieu de l'étude, abrite une faune et une flore unique, souvent en danger d'extinction. L'un des problèmes majeurs actuels est la menace des espèces exotiques introduites sur ce patrimoine naturel. L'objectif de notre travail a donc été de définir une stratégie de contrôle des espèces envahissantes en vue de la préservation des écosystèmes insulaires encore présents et du lancement de leur restauration.

Partie 2 :

Elaboration d'une stratégie de contrôle vis-à-vis des espèces envahissantes sur l'île Robinson Crusocé en vue de la préservation et la restauration des écosystèmes insulaires.

Comme le précise Dutartre, (LE HIR, 2002) « pour intervenir efficacement sur les populations d'espèces végétales envahissantes sans nuire à l'écosystème, il faut définir un plan de gestion propre à chaque site », ce que nous nous sommes efforcés de faire.

Pour pouvoir définir une stratégie vis-à-vis des espèces végétales envahissantes sur l'île Robinson Crusocé, nous avons décidé de parcourir au maximum l'île, tout en étant limités par le relief escarpé de celle-ci. Si au départ notre réflexion devait porter seulement sur les espèces végétales, les relations avec les espèces animales envahissantes sont telles, que nous avons abordé le problème des espèces envahissantes en général.

Les observations de terrain, nous ont permis de bien connaître l'état actuel global de l'île et les différents stades de colonisation des espèces envahissantes ou encore de mieux comprendre les interactions entre les différents problèmes que rencontre l'île.

Si cette méthode se base sur un certain empirisme, elle nous a permis de ne pas nous limiter à quelques sites de l'île et de nous adapter aux disponibilités des gardes du parc (Annexe 4 - Carte 1).

I. La nécessité d'une gestion intégrée

Le nombre de problèmes, de diverses natures, qui menacent l'île est tel, qu'il nous a semblé primordial d'intégrer dans cette lutte contre les espèces végétales envahissantes, les problématiques liées, telles que l'élimination d'espèces animales invasives et la préservation et la restauration de la flore indigène de l'île.

Confronté à une quantité considérable de problèmes, le danger est de vouloir tout résoudre en une seule fois avec le risque de ne jamais venir à bout d'un problème. Ainsi, nous avons hiérarchisé les actions en fonction de leur priorité de réalisation, sur le court, le moyen et le long terme.

Si nous nous sommes intéressés particulièrement aux problèmes de l'île Robinson Crusocé, certains problèmes étant présents sur les deux îles (zorzal, maqui, Eucalyptus, etc.) et certaines actions proposées pourront naturellement être appliquées à l'île Alejandro Selkirk.

II. Etat des lieux

Notre premier travail a été de réaliser le maximum d'observations sur le terrain pour mieux cerner le problème des espèces envahissantes et de faire un état général des lieux.

A. Etat actuel des principales pestes

Si plus de 300 espèces exotiques ont été introduites sur l'île Robinson Crusocé, trois espèces sont particulièrement envahissantes. L'annexe 4 (Cartes 2, 3, 4) présente la répartition des trois espèces suivantes sur l'île Robinson Crusocé.

1. Présentation des trois principales espèces végétales envahissantes de l'île

A partir des années 80, SANDER et al. (1984) ont noté une nette augmentation de l'envahissement d'arbustes particulièrement agressifs sur l'île Robinson Crusocé que sont le Maqui (*Aristotelia chilensis*), une Ronce (*Rubus ulmifolius*) et la Murtila (*Ugni molinae*). Aujourd'hui, ces espèces sont les plantes envahissantes majeures de l'île Robinson Crusocé.

a. Le maqui (*Aristotelia chilensis*)

Originaire du Chili continental (de Coquimbo à Chiloé), le maqui est un arbuste héliophile facultatif qui croît généralement dans des zones humides et ombragées (VALDEBENITO ASTROZA, 1976 ; HOFFMANN, 1998). Cette espèce de la famille de Eleocarpacees, peut atteindre 5 mètres de hauteur avec un diamètre de 70 cm.

Photo 11 : *Aristotelia chilensis*

Décrit pour la première fois sur l'île en 1864, le maqui couvre aujourd'hui de vastes espaces. Au départ, le maqui a occupé les endroits les plus humides, où l'exploitation du bois a ouvert des étendues continues (SANDERS, 1982). De ces sites perturbés, il s'est répandu à l'intérieur des forêts, profitant de trouées naturelles ou d'exploitation.

Une fois le maqui installé, sa grande compétitivité, empêche le développement des espèces indigènes (*Myrceugenia fernandeziana*, *Drimys concertifolia*, *Rhaphitamnus venustus*...).

De plus, les formations denses de maqui constituent un habitat pour des espèces introduites telles que les rats ou le coati.

Cependant, il représente une certaine valeur pour la population locale : en effet les tiges sont utilisées pour la construction des casiers à langouste ; l'espèce fut probablement introduite pour cette raison par les premiers colons.



Photo : Matthieu Fellmann

b. La ronce ou zarzamora (*Rubus ulmifolius*)

Sous arbrisseau de la famille des Rosacées, il atteint près de 10 mètres sur l'île Robinson Crusocé utilisant les arbres à proximité comme support.

En France, cette espèce est thermophile et héliophile. Sur l'île Robinson Crusocé, elle bénéficie souvent de trouées pour s'installer, bien que quelques plantules puissent s'observer à l'ombre des arbres (Danton, comm. pers.).

En France, cette espèce drageonne et se marcotte naturellement. Elle est pollinisée par les insectes et dispersée par les animaux (RAMEAU et al., 1989).

Introduite sur l'île de manière fortuite (LOOSER, 1927) ou peut-être pour former des haies défensives, l'espèce fut décrite pour la première fois en 1927 sur l'île Robinson Crusocé. Looser (1927) s'alarmait déjà de son introduction, craignant que « cette peste européenne reproduise, peut-être de manière accentuée, les préjudices occasionnés sur le continent chilien ».



Photo 12 : Feuillage et drupes de la Ronce à feuilles d'orme

Grâce aux conditions climatiques favorables de l'île, l'espèce produit une quantité importante de graines dispersées par le zorzal, et la population a, aujourd'hui, littéralement explosée.

Cette plante nécessite néanmoins un minimum de lumière pour croître : celle-ci peut être trouvée dans des trouées ou sous des espèces à feuillage moins dense, comme celui du maqui (voir « interaction entre la ronce et le maqui »). Une fois installée, la ronce utilise comme support la végétation présente (maqui, luma, canelo, etc.) pour atteindre la canopée. De là, elle étouffe peu à peu toute végétation.

La ronce forme ainsi dans certains secteurs de l'île de véritables « murs végétaux » de plus de 7 mètres de hauteur totalement impénétrables. Ainsi, plus les mesures contre l'espèce seront tardives et plus il sera difficile d'agir dans ces formations, constituant, de plus, des sources de graines importantes, propices à de nouvelles colonisations.

Aujourd'hui, *Rubus ulmifolius* couvre des superficies considérables, principalement perturbées, sur plus de 1000 ha (CONAF, EMBAJADA REAL DE LOS PAISES BAJOS, 2001).

Interaction entre la ronce et le maqui

Par nos observations sur le terrain, nous supposons une interaction entre le maqui et la ronce pour l'installation et le développement de cette dernière.

Si le feuillage dense d'espèces indigènes telles que la luma permet rarement à la ronce de pousser, le feuillage plus clair du maqui laisse passer une quantité de lumière suffisante pour que la ronce apparaisse. Les cépées denses de maqui constituent ensuite une protection idéale pour la ronce, contre la dent des herbivores ou de la lame de gardes du parc, permettant à la ronce de croître. Enfin, la ronce utilise le maqui comme support pour atteindre la lumière et commencer son expansion.

Une hypothèse d'interaction avait déjà été émise par VALDEBENITO ASTROZA en 1976.

La gestion des plantes envahissantes doit donc être très réactive afin d'intervenir le plus tôt possible dans les nouvelles zones colonisées, principalement par le maqui, pour stopper cette spirale infernale.

c. La murtilia (*Ugni molinae*)



Photo : Matthieu Fellmann

Cette espèce de la famille des Myrtacées, est un arbuste forestier localisé sur les montagnes côtières du sud du Chili. Elle est endémique du Chili, bien qu'une thèse récente veuille la rattacher à la région de la Tasmanie (<http://www.cuarta.d/diario/2004/07/20/20.05.4a.cro.murtillaCRO.MURTILLA.html>). Cette guerre est due au marché présent autour de l'espèce, dont la feuille possède une haute concentration en principes actifs, recherchés par les industries pharmaceutiques.

La murtilia peut atteindre deux mètres de hauteur et de largeur et possède une grande capacité d'adaptation, même sur des sols très pauvres. Les fruits sont d'une taille modeste (7-13 mm) (<http://www.belleza.cl/market/murtilla/murtila3.html>).

Photo 13 : *Ugni molinae* en fruit.

Introduite sur l'île pour la saveur de ses fruits, appréciée des insulaires, cette espèce est un grand danger pour la flore indigène (*Ugni selkirkii*, *Blechnum cycadifolium*, etc.). Sa grande plasticité lui permet de pousser presque partout sur l'île, même dans des sites non perturbés. Sur l'île Robinson Crusocé elle colonise les zones de l'île aujourd'hui dépourvues de végétation ainsi que les crêtes où une végétation basse évolue, malheureusement étouffée peu à peu par cette plante très compétitive.

Photo 14 : Les espèces indigènes, ici *Gunnera peltata*, sont peu à peu étouffées par la murtilia qui représente une vraie menace.



Photo : Matthieu Fellmann

Ainsi, ces trois espèces cernent à elles seules l'ensemble des écosystèmes de l'archipel, des zones dégradées, jusqu'aux crêtes en passant par la forêt primaire. Ces trois principales pestes végétales pour l'île Robinson Crusocé, bénéficient du zorzal pour disperser leurs graines.

Les efforts doivent donc être principalement concentrés sur ces trois espèces envahissantes, avec **une présence constante des gardes du parc sur le terrain pour prévenir et contrôler tout nouveau foyer de colonisation.**

2. Autres espèces introduites

Hormis ces trois espèces, d'autres plantes présentent également un caractère envahissant, ce à une échelle plus restreinte. C'est le cas, par exemple, de l'amapola (*Papaver somniferum*) ou encore du trùn (*Acaena argentea*).

La plupart de celles-ci sont des herbacées, souvent pionnières, avec un pouvoir de compétition face aux espèces climaciques assez faible. Néanmoins, certaines envahissent de manière inquiétante les milieux. Sur la base de nos observations de terrain, nous avons répondu au questionnaire de Hiebert, afin d'évaluer le caractère invasif de quelques espèces végétales allochtones. Nous présentons ce travail en seconde partie (cf. « Gestion à moyen terme : Contrôle d'autres espèces végétales envahissantes et état de vigilance »)

B. Le rôle du Zorzal dans l'expansion des espèces envahissantes

Comme nous l'avons vu, le processus d'invasion passe par des étapes préliminaires, telles que la « facilitation » et la « propagation » (voir première partie). Pour franchir ces stades, les espèces envahissantes doivent être « aidées » par un ou plusieurs disséminateurs.

Sur l'île Robinson Crusoé, l'expansion des plantes envahissantes, allant jusqu'à des secteurs inaccessibles tels que le *Cerro el Yunque*, point culminant de l'île, montre que cette propagation est due aux oiseaux, qui peuvent accéder aux endroits les plus escarpés.

Or, sur l'île, le zorzal (*Turdus flacklandii magellanicus*) est la principale espèce d'oiseau (en plus des pigeons et de la centaine de moineaux) apte à consommer des fruits. De plus, l'espèce présente une population très importante estimée à au moins 4000-5000 individus (gardes du parc, comm. pers.).

- Présentation

Oiseau des forêts denses, le zorzal (cf. dessin) est également adapté à vivre dans les bosquets et les parcs. Il consomme les lombrics et autres insectes mais apprécie aussi les fruits qu'il trouve au sol ou cherche dans les arbres (DASKAM, T., ROTTMANN, J., 1984). Il est bien répandu sur le Chili continental.



Eduardo Ruiz-Tagle

- Le Zorzal sur l'archipel Juan Fernández

Le zorzal est largement répandu sur l'île Robinson Crusoé et sur l'île Alejandro Selkirk. Dans les deux îles, *Turdus flacklandii magellanicus* occupe tous les types d'habitats à végétation dense (Hahn, 2002). Il affectionne donc particulièrement les zones envahies par *Rubus ulmifolius* et *Aristotelia chilensis*, milieux très denses, protégés de tout intrus par les épines de la ronce et disposant d'une nourriture à profusion.

Il n'est pas clairement élucidé si l'espèce était déjà présente sur l'archipel avant sa découverte et la transformation des habitats (HAHN, 2002). HAHN précise que les oiseaux endémiques montrent généralement une préférence pour les habitats autochtones et ceux introduits pour les formations allochtones, ce qui amène à se demander si le zorzal n'a pas été introduit, vu sa forte présence dans le maqui ou la ronce.

Cependant, d'après DANTON, des données de 1870, ce qui n'est pas très vieux et correspondrait à l'installation du village, parlent déjà de la présence du Zorzal.

Il serait intéressant de déterminer l'ancienneté de la présence de l'oiseau sur l'île par une étude ADN.

Dans tous les cas, **le zorzal constitue aujourd'hui le principal disséminateur des pestes végétales de l'île** : des sentiers menants au *Mirador de Selkirk*, à la *Plazoleta del Yunque* ou encore ceux de *Salsipuedes* sont jonchés de ses fientes composées de graines de maqui, ronce et murtila.

S'il est clair que le zorzal est le disséminateur principal des pestes végétales sur l'île, son rôle de dissémination des espèces indigènes n'est en revanche pas évident. SKOTTSBERG, (1917), a étudié les différents moyens de dispersions des espèces indigènes de l'île. Il note certes 29 espèces avec des fruits comestibles – *Juania* (rouge), *Rhaphithamnus* (violet), *Myrceugenia* (deux, rouge), etc. – mais s'étonne qu'il n'y ait seulement qu'une seule espèce d'oiseau, *Turdus magellanicus*, consommant les baies. L'auteur conclut donc que la « majorité des fruits à pulpe ne sont pas mangés par les oiseaux et tombent simplement au sol après maturation ». Le déplacement par gravité ou encore par hydrochorie de ces fruits peut ensuite avoir lieu.

- Zorzal / Ronce-Maqui-Murtila : une « invasion successive » ?

Les plantes envahissantes n'occupent pas toujours une niche vide : il y a parfois exploitation de niches nouvelles créées par des « **invasions successives** ». Les exemples de jeu combiné d'éléments étrangers introduits, à l'origine de nouvelles associations envahissantes sont nombreux : extension de *Myrica faya* dans les îles Hawaïenne grâce à la dissémination active de ses graines par une espèce d'oiseau introduite *Zosterops japonica* ; invasion de *Passiflora mollissima* en relation avec l'activité des cochons sauvages à Hawaï ; *Acridotheres tristis*, oiseau que l'on rencontre normalement de l'Afghanistan jusqu'au Bangladesh, se nourrit en partie des fruits de *Lantana camara*, *Rubus mollucanus*, *Psidium cattleianum* et serait le principal responsable de l'extension de ces espèces végétales à la Réunion (MEYER, 1994), etc.

Le rôle joué par le zorzal dans la dissémination de la ronce, de la murtila et du maqui a une importance notoire. En effet, ces trois espèces envahissantes, disposant d'un disséminateur, peuvent facilement réapparaître après d'éventuelles actions de lutte localisées (mécanique, chimique) contre celles-ci.

- Les milieux originels gravement menacés

Le zorzal est présent à toutes les altitudes (Hahn,2002). Cette donnée très importante, indique que des espèces telles que *Rubus Ulmifolius*, *Aristotela Chilensis*, *Ugni molinae* peuvent coloniser des sites tel que le mont *El Yunque* et sa flore unique, jusque là protégés par leur inaccessibilité.

En 2001, dernière année où une équipe accéda à ce sommet, Philippe Danton et les gardes du parc s'ont pu constater la présence « assez importante » de *Rubus ulmifolius* et *Aristotelia chilensis*. C'est donc tout l'écosystème du mont *El Yunque* qui est menacé ...

Une élimination du zorzal (avec capture et maintien éventuels de certains individus) doit donc être mise en place. Aucun travail efficace et durable ne pourra être envisagé tant que les pestes végétales disposeront d'un disséminateur aussi efficace et important.

C. L'impact terrible du lapin

1. Présentation de l'espèce

a. Présentation générale

- Description

Le lapin a le dessus du corps variant du fauve, du brunâtre, du gris au noir. Il porte souvent une tache roussâtre à ocre sur la nuque. Le dessous du corps est blanchâtre et sa queue très courte est brune sur le dessus, blanche en dessous. Le lapin à toujours ses longues oreilles aux bords noirs dressées. D'une hauteur au garrot de 16 à 18 cm, l'espèce pèse de 700 g à deux kilos, avec une moyenne de 1300 g.

- Activité

L'activité du lapin est surtout nocturne, mais aussi matinale et crépusculaire. Durant la nuit, notamment, l'activité est entrecoupée de petits épisodes de repos. Il est rare que plus des 2/3 des animaux soient actifs en même temps. Le lapin consacre 30 à 60 % de son temps à l'alimentation, jusqu'à 20 % aux relations sociales et le reste à la toilette et au repos.

Il est sédentaire ou presque. Son rayon d'action est d'environ 200 m autour des terriers, mais peut aller jusqu'à 500 m lorsqu'il recherche sa nourriture.

- Régime alimentaire

Le lapin est un herbivore strict de type opportuniste : il consomme principalement des plantes herbacées, des racines, l'écorce des arbres et les jeunes semis. En cas de pénurie il peut même consommer des mousses et des lichens. En France, il fait des dégâts dans les champs, les plantations d'arbres et les pépinières.

Le lapin se concentre sur un même secteur d'alimentation, créant un " front d'abrutissement " caractéristique, inconnu chez le lièvre et les Sylvilagus.

Grâce à la caecotrophie (consommation de fèces particuliers : les caecotrophes), le lapin arrive à tirer profit au maximum du milieu. Il est ainsi capable de vivre dans des milieux très rudes, avec très peu de végétation, comme c'est le cas sur les parties basses de l'île Robinson Crusocé.

- Habitat

Il vit en principe dans les régions sèches et chaudes ayant des terrains sablonneux, argileux ou même caillouteux. En France, il occupe les espaces herbeux, les landes, les parcs, les bois clairs, les plantations forestières, les dunes côtières ou encore les garrigues. On le trouve en plaine, sur les collines et en basse-montagne (jusqu'à 1000 m dans les Alpes et 2000 m dans les Pyrénées).

En France, les meilleurs refuges sont des couverts arbustifs bas et herbeux tels que des sous bois de ronces ou de fougères. L'envahissement de l'île Robinson Crusocé par la ronce, est ainsi bénéfique au lapin, qui trouve là un habitat idéal pour s'abriter.

Photo 15 : Le lapin affectionne particulièrement les zones ouvertes parsemées de tache de ronce où il peut s'abriter. (BIADI, 1994)



- Reproduction

D'une longévité de 10 ans, le lapin atteint la maturité sexuelle au bout de 3-4 mois.

Le début et l'intensité de la reproduction sont liés à l'augmentation de la photopériode, mais aussi au climat, qui influence le début de croissance de la végétation.

La capacité de reproduction du lapin est forte. En conditions normales, une lapine a chaque année **de 10 à 25 lapereaux** en moyenne, selon les régions et les années, en **deux à cinq portées de trois à cinq jeunes**. Ainsi, en l'absence de prédateurs naturels, la population de lapins peut rapidement devenir incontrôlable et entraîner de graves impacts sur la végétation.

La gestation dure environ 30 jours. La lapine peut être à nouveau saillie dès le jour de la mise-bas, puis tous les 7 jours environ si elle n'a pas été fécondée.

- Répartition

A l'origine, son territoire était sans doute limité à la péninsule ibérique et au nord-ouest de l'Afrique.

Puis il a été introduit par l'homme au nord et à l'est de l'Europe, jusqu'aux Iles Britanniques, en Irlande, dans le sud de la Suède, à Gotland et jusqu'à la Vistule. On le trouve également sur les îles de Méditerranée occidentale, aux Açores, à Madère, aux Canaries. ou encore en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Amérique du Sud et sur certaines îles de l'Océanie.

Le lapin est présent actuellement partout dans le monde, notamment dans plus de 800 îles.

(BIADI, 1994)

b. Le lapin sur l'île Robinson Crusocé

SANDER, STUESSY ET MARTICORENA considéraient déjà en 1982, malgré la présence importante de brebis et de chèvres, que « le lapin constituait le pire ennemi de la flore de Masatierra », ce qui pour nous aujourd'hui, ne fait aucun doute.

Introduit dans les années 1940, la densité moyenne de lapin sur l'île Robinson Crusocé était estimée en 1985 à **25 lapins/ha**, portant ainsi la population à environ 70 000 individus (CONAF, 1985).

En 2002, une nouvelle évaluation de la densité a été faite lors du projet hollandais portant la population à près de 55 000 individus (SAIZ, 2002) et ce alors qu'un plan d'éradication de l'espèce était lancé depuis près de 3 ans.

D'après les différentes études réalisées, la population de lapins est estimée à au moins 50 000 à 60 000 individus. Nous remarquerons que **toutes les évaluations de densité ont considéré que l'animal était absent de la forêt. Or, nous avons pu constater le contraire de nombreuses fois** (forêt de la *Pascua*, du *Cerro Alto*, de la *Plazoleta del Yunque*, etc.). Ceci confirme l'idée que ces chiffres obtenus correspondent à un minimum.

La densité moyenne de lapin est de l'ordre de 20 à 30 ind./ha. **Or, celui-ci est considéré comme nuisible à partir de 20 ind./ha** (OJEDA, GONZALES, ARAYA, 2003). Le lapin est donc un réel problème et, si quelques sites sont particulièrement concernés, c'est bien l'île dans son ensemble qui est touchée : depuis les crêtes de *Salsipuedes*, à celles de la *Centinela* en passant par la forêt de la *Pascua* ou celle de la vallée de la *Piña*.

2. L'érosion des sols

Divers facteurs ont contribué à l'érosion des sols de l'île et ont entraîné la situation actuelle : surexploitation de la forêt primaire de l'île, destruction de cette dernière par incendies, surpâturage (ovins, bovins, équins), accentuation par l'action de la pluie et du vent.

Malgré l'élimination des brebis à la fin des années 80, le contrôle des chèvres par la population, et le contrôle du nombre de chevaux et des vaches, le couvert végétal et la régénération de la forêt sont encore très faibles sur l'île Robinson Crusocé. En effet, si des actions ont été menées sur les animaux domestiques, le lapin n'a subi, quant à lui, aucune réelle diminution de ses effectifs, malgré de nombreuses tentatives.

Le lapin, se satisfaisant de fourrages peu appétants, entretient ainsi la détérioration produite par le bétail, et ce **à un niveau encore plus drastique** (Uni. Cat. Val, 1982).

Notons que cet impact sur le couvert végétal affecte indirectement les communautés d'invertébrés ou encore les potentialités d'accueil pour certains oiseaux nichant au sol (CHAPUIS, FRENOT, LEBOUVIER, 2003).

Les sols dénudés et perforés par les terriers de lapins (de plusieurs mètres de profondeur), sur des centaines d'hectares ne sont plus fixés et, dépourvus de réelle structuration (CALDERON SANCHEZ, 1999), sont rapidement emportés sous l'effet du vent et des précipitations aidées par les fortes pentes. Sur l'île Robinson Crusocé, des précipitations extraordinairement élevées ont été enregistrées entre 1965 et 1996. Ces pluies torrentielles ont dépassé les 100 mm/24 h, ayant avoisiné les 290 mm en 24 heures ! (CALDERON SANCHEZ 1999)

Ces chiffres montrent le rôle crucial joué par la végétation et le danger que représente sa disparition pour le maintien global de l'île.

L'université Mayor du Chili a travaillé sur la cartographie des sols suivant leur degré d'érosion (Annexe 4 - Carte 5). Près de 2000 ha sont touchés par une « **érosion sévère** » et « **très sévère** ». Le tableau suivant présente ces résultats.

Figure 11 : Erosion des sols sur l'île Robinson Crusocé. (Universidad mayor, 2003)

Degré d'érosion	Superficie (ha)
Erosion très sévère	1103
Erosion sévère	795
Erosion modérément sévère	565
Erosion modérée	123
Erosion non apparente ou légère	1604
Erosion géologique sévère (falaises, etc.)	591
Sans information	12



Photo : Matthieu Fellmann

Ainsi, peu à peu, la végétation luxuriante de l'île Robinson Crusocé fait place à un paysage lunaire...

Photo 16 : Une part importante de l'île présente aujourd'hui un paysage désolant, où la végétation a presque entièrement disparu, comme ici, à *Puerto Francés*.

...Stratégie de contrôle vis-à-vis des espèces envahissantes sur l'Île Robinson Crusocé

L'érosion des sols constitue donc l'une des menaces majeures pour la conservation à long terme de la végétation indigène de l'île : l'étude de l'Université *Mayor* du Chili montre que plus de 3 700 ha de ce territoire ont subi une augmentation de l'érosion entre 1987 et 2003. (UNIVERSIDAD MAYOR, 2003). Le plus préoccupant est que cette augmentation de l'érosion concerne les parties abritant les dernières forêts indigènes : de nombreuses espèces endémiques sont donc directement menacées par ce processus d'érosion.

Rappelons également que plusieurs centaines d'années sont nécessaires à la formation de quelques centimètres de sol sur ces roches mères volcaniques.

De plus, ces sols sont emportés avec toute **la banque de semences accumulées** depuis des millions d'années, réduisant peu à peu tout espoir de recolonisation future.

Il est important de noter que tous ces sols dénudés sont généralement colonisés par des plantes introduites envahissantes, celles-ci étant souvent pionnières et/ou à croissance rapide, telles que *Aristotelia chilensis*, *Ugni molinae*, *Lobelia tupa*, *Acaena argentea*, etc. C'est toute une chaîne de problèmes qui se met ainsi en place.

3. La faible régénération de la forêt

Nous voulons attirer l'attention sur ce problème très important. Si l'impact du lapin se traduit par des centaines d'hectares dénudés, facilement visibles, l'espèce détruit également la régénération de la forêt primaire. **Au moins la moitié des forêts indigènes restantes est quasiment ou totalement dépourvue de régénération naturelle, et donc, vouée à disparaître à moyen terme (50- 100 ans).**

Photo 17 : Une part importante de la forêt indigène de l'île Robinson Crusocé est aujourd'hui dépourvue de régénération.



Photo : Matthieu Fellmann

Comme le remarque JAKSIC (www.geocities.com/biodiversidadchile/conejo.htm), lorsque les pâtûres viennent à manquer, ce qui est le cas sur l'île Robinson Crusocé, le lapin consomme « les jeunes pousses d'arbres et l'écorce des individus plus âgés. Les lapins peuvent donc avoir un impact terrible sur des plantations forestières ».

Ainsi, la pression du lapin, à l'extérieur et à l'intérieur de la forêt indigène, est telle, qu'elle empêche toute restauration de cette dernière par plantations. En effet, toutes les tentatives ont échoué. De 1985 à 1986, plus de 45 000 plants d'espèces indigènes (*Myrceugenia Fernándeziana*, *fagara mayu*, *Drymis confertifolia*...) ont été plantés (principalement dans le secteur de la *Centinela* et *el Tope*). Pendant la nuit, les lapins coupaient tous les plants plantés le jour par les personnes embauchés pour les travaux. Aujourd'hui, sur les 45 000 plants, aucun n'a repris ! (Gardes du parc , comm. pers.)



En règle générale, le peu de plants installés lors de plantations qui réussissent à se maintenir ne peuvent en aucun cas dépasser le grillage de protection !

Photo 18 : Plant de *Drimys confertifolia* planté par la CONAF.

Dès que les feuilles des plants dépassent la protection, ils sont automatiquement consommés par le lapin, conduisant toute plantation à l'échec.

Ainsi, le lapin ne touche pas seulement les zones ouvertes et les anciennes pâtures mais également une grande partie de la forêt primaire (*Pascua*, *Cerro Alto*...), où l'espèce est largement présente, comme nous avons pu l'observer (observation d'individus, nombreuses moquettes, passages, etc.).

De là, **aucune zone dévégétalisée par le passé ne peut être recolonisée par la flore indigène**. En effet, il a été calculé que la vie d'une plantule d'arbuste dans les zones où le lapin est présent est de moins de deux mois...

(<http://www.geocities.com/biodiversidadchile/conejo.htm>)

Il est vrai que d'autres facteurs peuvent également participer à l'absence de régénération. Nous citerons par exemple :

- le surpâturage dans la forêt indigène par les vaches qui a été arrêté que depuis 5 ans.
- L'influence des conditions climatiques, qui peut également être émise : le microclimat forestier (« l'ambiance forestière ») présent dans les forêts primaires bien conservées peut favoriser la régénération, avec, à l'inverse, son absence dans les forêts trop fragmentées. Elle semble aussi plus importante dans les zones froides et humides (*Villagra*, *Plazoleta del Yunque*). Mais ce facteur climatique peut avoir une influence sur la régénération mais aussi sur la répartition du lapin qui évite généralement les zones froides et humides...

Dans tous les cas, l'influence de ces facteurs climatiques est très difficile à mettre en avant. Rappelons que le lapin est présent depuis 1940 et que nous ne possédons donc aucune référence de régénération à large échelle en son absence : l'évaluation précise de l'influence de facteur abiotiques tels que le climat sur celle-ci en devient rapidement très hasardeuse...

De plus, si ces facteurs peuvent avoir une influence sur l'importance de la régénération à l'intérieur de la forêt primaire, ils ne peuvent expliquer son absence totale dans la majorité de la forêt (ou la situation de la flore de l'île Robinson Crusoé serait plus que dramatique !). Nous avons pu observer de nombreux restes de plants, ou de tiges d'herbacés consommées par le lapin à l'intérieur des forêts natives. N'oublions pas que le lapin, au vu de sa densité considérable, a atteint le stade de peste animale pour son impact sur le milieu.

...Stratégie de contrôle vis-à-vis des espèces envahissantes sur l'Île Robinson Crusocé

Ainsi, nous remarquons, que si un projet de restauration de la forêt primaire peut être intéressant dans le futur, la priorité est avant tout à l'élimination du lapin. En effet, ce dernier empêche toute réussite de plantations et oblige « l'installation de protections individuelles, de grillage électrique, l'usage de poison (contre le lapin et les rats) dans les périmètres de plantation » (HONEYMAN, 2003), ce qui induit des coûts élevés pour une réussite aléatoire.

De plus, cette action, si elle est réussie, n'aura qu'un effet ponctuel et à court terme, la régénération naturelle qui assure le maintien à long terme de la forêt, étant toujours quasi absente...

4. L'espoir d'une île sans lapin : l'exemple de Santa Clara

L'île Santa Clara, située à 1,5km de l'île Robinson Crusocé, avoisine les 221 hectares. Elle était probablement couverte d'une formation arbustive plus ou moins dense avant l'arrivée de l'homme (Danton, 2004).

Mais au début des années 80, Santa Clara était appelée « l'île aux chèvres » où « toute la flore indigène avait disparu » (SANDERS, STUESSY, MARTICONERA, 1982).



Photo : Matthieu Fellmann

Photo 19 : L'île Santa Clara

Malgré l'élimination des caprins, l'érosion des sols s'est poursuivie et l'absence de la flore originelle persista. Ceci a été dû à la présence du lapin, dont la population augmenta suite à l'élimination de la chèvre. En 1982, la densité de lapin était estimée à près de 11 ind./ha. En 1998, elle était estimée à près de 89 ind./ha ! (OJEDA, GONZALES, ARAYA, 2003)

Les tentatives d'élimination du lapin sur l'île Robinson Crusocé n'ayant pas abouti, les derniers financements disponibles du projet de restauration de l'île en collaboration avec les Pays Bas, furent consacrés à Santa Clara, île de plus petite taille, pour essayer d'éliminer l'espèce.

Pour réaliser ce travail, environ 6 personnes de l'île furent embauchées à plein temps pendant près de 7 mois. Le travail réel, limité par les conditions climatiques (transport en bateau), passé à éliminer le lapin fut d'environ 4 mois (Gardes du parc, comm. pers.).

Au vu de l'inefficacité de la seule utilisation de fusils et de pièges pour éliminer le lapin, différents moyens furent employés de manière complémentaire :

- fumigènes à l'intérieur des terriers (5600 terriers traités).
- anticoagulant, dispersés à proximité des terriers et sur les zones de gagnages
- chasse dirigée

Cette démarche semble avoir été efficace puisque, après un contrôle réalisé du 26 au 28 avril 2004 avec les gardes du parc, nous n'avons constaté aucun signe de présence de lapin sur Santa Clara.

...Stratégie de contrôle vis-à-vis des espèces envahissantes sur l'Île Robinson Crusoe

L'exemple de Santa Clara, où le lapin a probablement été éliminé, est plus qu'encourageant et donne une vraie référence de travail. Il montre l'importance de se fixer un but unique, avec une méthodologie adaptée au terrain, utilisant les moyens les plus efficaces connus, comme a su le faire la CONAF.

En quelques mois, la flore originale est réapparue, comme ces centaines de pieds de



Nicotiana Santa Clarae alors que 9 pieds étaient connus auparavant, ou encore le retour important de *Dendroseris litoralis*, *D. Pruinata* et *Wahlebergia berteroi*. Des espèces, jamais observées sur l'île jusqu'alors, sont également présentes aujourd'hui : *Haloragis masatierrana*, *Apium fernandezianus* et *Margyricarpus digynus*.

Photo 20 : Des centaines de pieds de *Nicotiana Santa Clarae* sont réapparues sur l'île Santa Clara suite à l'élimination du lapin. Seulement 9 individus étaient présents jusque là.

L'élimination supposée du lapin de Santa Clara représente un réel espoir pour la protection de ses espèces et de ses habitats : l'absence de tout autre animal introduit (rat, coati, chèvre), permet de prévoir durablement des projets de restauration et de protection des espèces animales (Pétrels) et végétales (suivi du retour de la flore originelle, lutte mécanique et chimique contre les plantes exotiques, etc.). Une sensibilisation et une intégration de la population sur les enjeux de protection de la biodiversité de l'île doivent être poursuivis pour ne pas voir le lapin réintroduit par une quelconque personne.

Riche de l'expérience de Santa Clara, la CONAF et ses partenaires doivent mettre en place un plan d'élimination du lapin, afin de donner une vraie chance à des perspectives de préservation et de restauration de la flore insulaire.

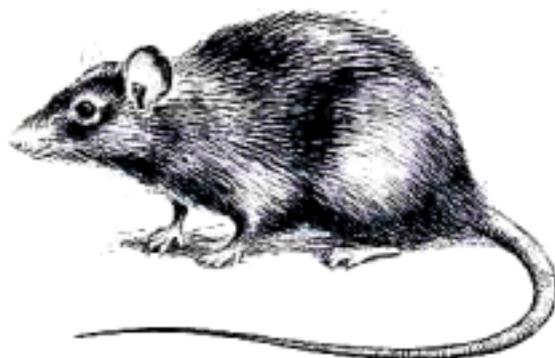
D. Les rats : une présence très insidieuse

3 espèces de micromammifères introduits sont présentes sur l'île Robinson Crusoe : *Rattus rattus* (Rat noir), *Rattus norvegicus* (Rat gris ou Surmulot), *Mus musculus* (Souris grise). Arrivés avec les navires, ce sont les premiers animaux à avoir été introduits, probablement involontairement, avec la chèvre.

- Le rat noir (dessin) est un animal surtout nocturne. Bien qu'appréciant tous les aliments, il se nourrit essentiellement de **fruits frais et de graines**.

L'espèce se reproduit tout au long de l'année. Ses portées peuvent atteindre de **7 à 8 petits et ce jusqu'à 5 fois par an**. Extrêmement sociable, *Rattus rattus* vit en colonie pouvant compter plusieurs centaines d'individus.

- Le surmulot se reproduit toute l'année et peut avoir comme le rat noir, **20 descendants par an et par**



femelle. La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 3 mois.

Rattus norvegicus est omnivore et ingurgite 1/10ème de son poids en nourriture par jour.

Il vit en colonie hiérarchisée sur un vaste domaine.

- La souris grise atteint sa maturité à l'âge de trois mois. Elle a généralement **4 ou 5 portées** par an. **Chacune de celles-ci engendre 4 à 7 petits.** Cette précocité entraîne une prolifération de l'espèce si aucun facteur défavorable à son développement n'intervient.

Active au crépuscule et surtout durant la nuit, omnivore, la souris grise apprécie les céréales, la farine et le fromage, et a la particularité de décortiquer les graines avant de les manger. (<http://rat.eliminator.free.fr/Rat.htm>)

L'impact de ses micro-mammifères sur la faune sauvage, en particulier sur les oiseaux est bien connu. Mais leur caractère de rongeur les amène principalement à consommer des fruits et des graines.

Hormis au niveau du village, on ne perçoit pas la présence des rats dans le milieu naturel si l'on ne fait pas attention. Néanmoins, nous avons pu en observer très facilement à plusieurs reprises en nous arrêtant quelques minutes (en particulier à la *Plazoleta del Yunque*). Mais c'est la nuit que l'on se rend compte de l'ampleur de l'invasion des rats. Lors du projet hollandais, des caméras infra rouges ont été installées pour les observer. S'il a été difficile de déterminer les espèces, ce sont des dizaines et des dizaines d'individus qui ont pu être observés, se déplaçant et se nourrissant principalement dans les arbres.

Des pièges furent aussi placés pour évaluer la densité. L'étude, faite par les gardes du parc et Marco Gonzales, montre que la densité de rats est de 40 ind/ha à *Puerto Ingles* et à *Plazoleta del Yunque*, avec des densités d'environ 20 ind./ha à *Villagra*, *Puerto Frances* et *Vaqueria* (Diaz, comm. pers.).

Une étude menée par CUEVAS (2002) à *Quebrada del durazno*, montre que, dans les carrés de 3 mètres sur 3 étudiés, 70,6% des graines de *Fagara mayu* (naranjillo) ont été consommées, dont 77 % par les rats.

12 individus de *Rattus norvegicus* ont été disséqués. Très vite dégradées, les graines consommées n'ont pas été identifiables. Seul des graines de murtilla ont pu être déterminées. Ces graines, très dures, semblent ainsi sortir intactes du tube digestif. Les rats participent donc également à la dispersion de cette plante envahissante.

De plus aucune déprédation sur les graines de maqui n'a été constatée et, au contraire, elles ont été dispersées par le Zorzal (*Turdus falcklandii magellanicus*) (CUEVAS, 2002).

Les rats et les lapins ont probablement un impact « complémentaire » : les rats consommant d'avantage les bourgeons et les graines, pendant que les lapins coupent les plantules des graines qui auraient réussi à germer.

De plus, les rats semblent être également des disséminateurs d'espèces envahissantes telles que la murtilla (CUEVAS, 2002).

Rappelons que les rats ont aussi un fort impact à travers l'écorçage des ligneux. Nous en avons malheureusement été les tristes témoins, avec l'écorçage du dernier plant connu de *Robinsonia berteroi*. L'individu à présent séché, l'espèce a probablement disparu...

Photo 21 : *Robinsonia berteroi*. C'est la dernière photo qui a été faite de l'unique individu encore vivant...



L'élimination du lapin, doit obligatoirement s'accompagner de celle des rats. En effet, la disparition du lapin pourrait permettre aux rats de se développer d'avantage et de profiter d'une végétation plus dense pour se dissimuler, compliquant leur élimination.

Les rats posant également des problèmes pour la population humaine, un partenariat avec la municipalité peut être envisageable.

E. La restauration de la flore indigène comme moyen de contrôle

Lorsque les invasions sont importantes, des méthodes de contrôle biologique et/ou écologique devraient être privilégiées, car elles seules sont alors efficaces à long terme (MULLER et al., 2002).

Sur l'île Robinson Crusocé, les interventions mécaniques et/ou chimiques pour lutter contre les plantes envahissantes seront nécessaires. Cependant, pour contrôler durablement ces plantes, l'objectif principal de la CONAF doit être la restauration des habitats primaires. Pour ce faire, il faut, d'une part, stopper la perturbation de ces habitats (lapins) et, d'autres part, envisager des plantations sur le moyen terme. Rappelons que les espèces envahissantes, comme c'est le cas sur l'île, profitent souvent de zones perturbées pour débiter leur colonisation. De plus, un écosystème stable sera plus résistant aux invasions d'espèces végétales exotiques (MULLER, 2004). **La restauration écologique des habitats est donc indissociable du contrôle des espèces envahissantes** (Atelier de travail Régional COI, 2003).

En plus de l'intérêt de préserver des espèces uniques, cette restauration permettra donc un contrôle écologique, en renforçant la compétition de la flore indigène sur la flore allochtone et en réduisant l'espace libre pour ces dernières.

F. L'urgence d'un plan de contrôle des introductions d'espèces sur l'île

Sur l'île Robinson Crusoé, il n'existe pour l'instant aucun contrôle des marchandises organiques, arrivant chaque mois par bateau, par les touristes et leurs bagages. N'importe quelle espèce animale ou végétale peut ainsi entrer librement sur l'île, augmentant jour après jour le nombre d'espèces exotiques présentes avec tous les risques qui en découlent.

Il est indispensable de mettre en place un contrôle des plantes envahissantes pour prévenir toute introduction de nouvelles espèces ou prolifération d'espèces déjà présentes. Pour ce faire, les marchandises et les personnes arrivant sur l'île doivent être contrôlées.

1. L'apparition de nouvelles espèces faute de contrôle

Rappelons que toutes les espèces d'un écosystème sont liées par des interactions, directes ou indirectes, particulièrement dans des territoires restreints tels que les îles. Par exemple, comme le précise MEYER (1994), la disparition d'oiseaux pollinisateurs endémiques a des conséquences au niveau de tout l'écosystème. Ainsi, certains oiseaux, pollinisateurs ou disséminateurs de fruits de nombreuses plantes endémiques, peuvent être considérées comme des espèces « clef de voûte » (*keystone species*). Ceci est peut être le cas du colibri de Juan Fernández, dont l'habitat est menacé par les pestes végétales envahissantes.

En plus de ces trois espèces végétales, il existe malheureusement beaucoup d'autres espèces introduites qui posent aujourd'hui de graves problèmes sur l'île.

- La Guêpe (*Vespula germanica*)

La guêpe, présente sur le continent chilien, connue comme l'une des pestes animales majeures du Chili, a été introduite il y a environ 5 ans sur l'île (González, comm., pers.), probablement dans les caisses de fruits apportées du continent par bateaux.

Aujourd'hui, l'espèce est présente sur toute l'île, jusque dans le bosquet primaire de la *Piña* où nous avons pu l'observer.

Sa présence est une gêne majeure pour la population : outre les nids dans les maisons, la découpe de poissons sur les quais devient très difficile.

En raison du dérangement occasionné pour la population, le SAG (*Servicio Agrícola y de Ganadero*) est en train de lancer une campagne d'éradication. Un poison est donné gratuitement à la population et le SAG, aidé par la CONAF, répartit le produit sur toute l'île.

Si un contrôle nécessite obligatoirement des fonds, l'élimination d'espèces envahissantes, va également engendrer des coûts importants. Ils seraient donc judicieux de préférer des mesures préventives à des mesures trop souvent curatives...

L'exemple de la guêpe, devrait être utilisé pour sensibiliser les habitants sur la nécessité de la mise en place d'un **plan de contrôle global des introductions d'espèces sur l'île Robinson Crusoé.**

- Autres exemples

Loxosceles laeta est une araignée redoutable, appelée au Chili *araña de los rincones*. Chaque année, elle est la cause de plusieurs morts sur le continent, d'où elle est originaire. Elle est aujourd'hui présente sur l'île, probablement arrivée aussi par bateau dans les caisses de denrées fraîches (DANTON, 2002). Ce petit animal dangereux pose un véritable problème de santé publique.

La capture d'un individu immature en 2001 par Philippe Danton, montre que l'espèce installée depuis suffisamment de temps, peut se reproduire...

Un charançon, parasite des cultures sur le continent, est apparu assez récemment dans le jardin expérimental du parc. Il est, une fois de plus, probablement arrivé avec les fruits et les légumes que le village importe régulièrement du port de Valparaiso.

Cet insecte est une menace directe pour les plantes endémiques cultivées dans le jardin de la CONAF. Pire, il se rencontre depuis quelques années à l'extérieur du village... (DANTON, 2002)

2. L'introduction d'espèces végétales sur l'île Robinson Crusocé

Depuis le début du 19^{ème} siècle, date des premiers inventaires sur l'archipel, le nombre d'espèces introduites sur l'archipel n'a pas cessé d'augmenter comme le montre la figure suivante.

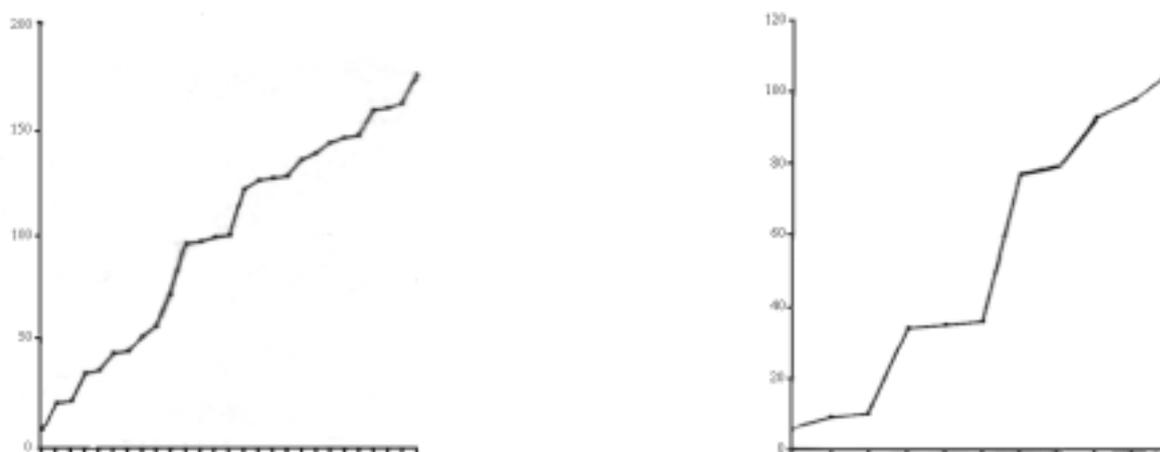


Figure 12 : Nombre d'espèces végétales exotiques présentes sur l'île Robinson Crusocé (à gauche) de 1823 à 1990 (27 expéditions) et sur Alejandro Selkirk (à droite) de 1854 à 1986 (11 expéditions). Deux augmentations sont particulièrement visibles sur les deux îles dont une en 1900, probablement dues à l'installation du premier village sur l'île (1877) (MATTHEI, MARTICORENA, STUESSY, 1993).

En 1993, dans leur inventaire des angiospermes introduits sur l'archipel, MATTHEI, MARTICORENA, STUESSY arrivaient à un total de 195 espèces (175 à île Robinson Crusocé, 106 à Alejandro Selkirk, 25 à Santa Clara). Déjà, les auteurs insistaient sur le fait que « l'augmentation du nombre de plantes introduites sur Juan Fernández pendant les 10 dernières années doit motiver des moyens de prévention plus actifs contre de nouvelles introductions sur l'archipel ».

En 1990, près du quart des espèces exotiques, avait été introduit durant les 35 dernières années (1955-1990) (Annexe 2). Elles sont toutes considérées aujourd'hui, à l'exception de *Bromus lithobius*, comme des « mauvaises herbes » dans le sens où elles

présentent une tendance plus ou moins marquée à l'envahissement (MATTHEI, 1993). Toutes sont venues du **Chili continental : ce dernier constitue la source principale des nouvelles plantes introduites sur l'archipel** (MATTHEI, 1993).

Il est donc certain, qu'un contrôle des embarcations (bateaux, avions), en provenance du Chili continental et à destination de l'archipel, limiterait considérablement la probabilité d'introductions de nouvelles espèces.

Aujourd'hui, d'après l'inventaire de Philippe Danton, plus de 330 espèces exotiques sont présentes sur l'île Robison Crusocé ...

3. Une situation qui peut encore empirer

Si la situation actuelle est préoccupante, elle peut encore s'aggraver si rien n'est fait.

En effet, l'exemple de Tahiti, en Polynésie française, est marquant : si l'île avait pu « supporter » jusque là de nombreuses introductions d'espèces végétales (plus de 1500 sur l'ensemble du territoire), il n'a suffi que d'une seule, *Miconia calvescens*, considérée comme « la pire des échappées exotiques » pour bouleverser les écosystèmes tahitiens.

Ce petit arbuste fut introduit en 1937 comme plante ornementale dans les jardins. En moins de 50 ans, il a occupé la totalité des habitats jusqu'à 1300 m d'altitude, incluant la forêt de montagne où stagnent les nuages, souvent formée par des populations indigènes intactes et abritant plus de 70% de la flore endémique de Tahiti.

Miconia calvescens occupe à présent les deux tiers de Tahiti où elle menace 40 à 50 espèces endémiques. Elle s'étend à présent sur les îles voisines de Moorea et Raiatea... (MEYER, 1994 ; MEYER, FLORENCE, 1996 ; WHITTAKER, 1998).

Ce type d'invasion peut se produire sur l'archipel Juan Fernández tant qu'aucun contrôle ne sera mis en place : des espèces telles que *Lantana camara*, *Lonicera japonica* (encore présents récemment dans les jardins) peuvent représenter un nouveau danger, et encore plus important que celui des espèces envahissantes présentes aujourd'hui.

La mise en place d'un système des contrôles des entrées sur l'île doit donc être l'une des priorités du gestionnaire et ses partenaires.

G. Le peuplement forestier exotique

Au début du 19^{ème} siècle, la *compañía del mar del Sur* exploita les forêts de l'île. Puis, la population développa une activité pastorale, brûlant la partie restante des forêts accessibles, avant de se tourner vers les ressources de l'océan.

Avec l'arrivée de l'administration du parc fin 1960, qui correspondait, au départ, au Service Agricole et d'Elevage (*Servicio Agrícola y Ganadero*) et, à partir de 1972, à la CONAF, les premières plantations à grande échelle furent lancées afin de maintenir les sols et protéger le village contre les effondrements de terrains. Pour ce faire, l'organisme utilisa des essences à croissance rapide : *Eucalyptus globulus*, *Cupressus div.sp.*, et *Pinus radiata*. Si quelques plantations d'Eucalyptus et de Cyprès avaient été faites du temps de Alfred de Rodht, fondateur des bases de l'actuel village, ce sont réellement les premières plantations importantes d'espèces exotiques qu'a connues l'île.

Le premier rôle du peuplement forestier exotique est donc la protection des sols contre l'érosion. Mais rapidement, la population a vu l'intérêt de ces espèces dans la construction et la confection de différents objets. Ceci a permis de diminuer l'exploitation des espèces indigènes. Le tableau ci-dessous présente, entre autre, l'utilisation des trois principales

espèces constituant le peuplement forestier exotique et l'estimation de l'importance de leur consommation.

1. Espèces principales

Le peuplement forestier exotique est principalement composé d'*Eucalyptus globulus*, de *Cupressus div. sp.* et de *Pinus radiata*.

- *Eucalyptus globulus*

Présentation de l'espèce

Localisé dans les forêts ouvertes du sud ouest de l'Australie (Tasmanie, Nouvelles Galles du sud), *Eucalyptus globulus* a été largement planté sur environ 15 millions d'hectares dans le monde pour l'exploitation de son bois à croissance rapide (BINKLEY, RYAN, STAPE, 2003). D'une hauteur moyenne de 20-25 m (hauteur maximale : 70 m), cette espèce de la famille des Myrtacées se propage grâce à ses graines qui germent facilement.

Exigence écologique

L'eau et la disponibilité en nutriments sont les principaux facteurs abiotiques limitant la croissance et la dispersion de l'espèce (BINKLEY, RYAN, STAPE, 2003). Sur l'île, les précipitations importantes (1000 mm/an) assurent une alimentation en eau suffisante. En fond de vallée ou au sein de la forêt dégradée, l'Eucalyptus trouve les nutriments nécessaires à son développement, sachant s'adapter à des conditions un peu plus extrêmes. L'Eucalyptus se développe ainsi très bien sur l'île Robinson Crusocé avec des accroissements de un à deux cm sur le rayon.

L'accroissement d'Eucalyptus dans de bonnes conditions est d'au moins 12 m³/ha/an et peut atteindre facilement 15-20 m³/ha/an (BINKLEY, RYAN, STAPE, 2003). L'accumulation en bois peut donc être très importante si la consommation est insuffisante.

D'après BINKLEY, RYAN, STAPE (2003), cette croissance rapide des peuplements est accompagnée d'une grande utilisation des ressources de la zone occupée, pouvant entraîner des impacts écologiques. Ces auteurs ont montré qu'une forêt d'Eucalyptus au Brésil, la plus productive des 40 constituant l'échantillon, consommait 869 mm d'eau par an.

Ce point important doit être intégré pour la gestion du peuplement forestier exotique sur l'île, où quelques petits cours d'eau traversant les forêts d'Eucalyptus s'assèchent à présent depuis deux ou trois ans durant l'été.

Eucalyptus globulus sur l'île Robinson Crusocé

Sur l'île Robinson Crusocé, l'espèce représente la majeure partie du peuplement forestier exotique. Sa forte croissance, la régénération très dynamique de l'espèce et la faible quantité consommée par la population en sont les principaux facteurs. Le chauffage au bois ayant été remplacé par le gaz, la consommation en Eucalyptus, principal bois de chauffage, a beaucoup diminué.

Actuellement une part importante du peuplement dépasse les 60 cm de diamètre, voire un mètre de diamètre. Or, il est techniquement très difficile d'exploiter ces arbres sur l'île. Ces derniers sont donc laissés : les graines prolifèrent et participent à la dispersion de l'espèce.

Ainsi, des peuplements d'Eucalyptus sont déjà présents à l'intérieur du parc (*Salsipuedes*, *Plazoleta del Yunque*, *Ravanal*, etc.) et représentent un nouveau danger pour la végétation insulaire.

Régénération, expansion sur l'île : l'Eucalyptus se régénère très bien et rapidement. Il est présent dans les milieux ouverts et semi-ouverts de l'île.

Utilisation sur l'île : L'Eucalyptus est principalement utilisé dans la construction d'une partie de l'armature des bateaux de pêcheurs.

- *Cupressus div.sp.*

Trois espèces sont présentes sur l'île : *Cupressus macnabiana*, le plus représenté dans ce genre, *Cupressus goveniana* et *Cupressus macrocarpa*.

Présentation

Ces trois espèces sont originaires de Californie.

Cupressus macnabiana et *Cupressus goveniana* se développent en arbres de petite taille, de 10-12m. Cependant, en conditions favorables *Cupressus goveniana* peut atteindre près de 50m. Quant à *Cupressus macrocarpa*, il atteint environ 20-25 m de hauteur .

Exigence écologique

Espèce assez plastique, héliophile, l'espèce se développe sur des milieux ouverts assez secs (LEBOURGEOIS, 2000).

Ces espèces, en particulier *Cupressus macrocarpa*, semblent profiter du feu pour assurer leur régénération, l'incendie provoquant l'ouverture et la dispersion des graines (www.botanik.uni-bonn.de/conifers/index.htm). Cette caractéristique est à prendre en compte dans le cas de l'île, tant au niveau du risque important d'incendie, qu'au niveau des conséquences sur la végétation indigène et la dispersion de ces espèces pyrophytes.

Cupressus sp. sur l'île Robinson Crusoé

Sur l'île Robinson Crusoé les Cyprès couvrent une surface d'environ 10 ha. S'ils n'occupent pas de grandes surfaces, ils colonisent de manière importante les zones dénudées à l'intérieur du parc où ils forment de véritables petits bosquets (*Centinela*).

Espèce facile à travailler, elle est appréciée des habitants. Cependant, son aptitude à faire beaucoup de branches basses fait qu'une partie des individus n'est pas utilisée. On rencontre donc également des Cyprès de diamètre important très difficiles à abattre et source de graines.

Régénération, expansion sur l'île : le Cyprès se régénère très bien sur l'île, en particulier sur sols dénudés.

Utilisation sur l'île : Le Cyprès est utilisé pour les fondations des maisons et la fabrication des bateaux des pêcheurs. Il sert également pour la fabrication des cadres immergés où sont conservées les langoustes, grâce à sa bonne résistance à l'eau. Son bois est apprécié pour la fabrication d'objet artisanaux à destination des touristes.



Photo : Matthieu Fellmann

Photo 22 : Cyprès à l'intérieur du parc, sur le sentier menant à la *Centinela*.

- *Pinus radiata*

Présentation de l'espèce

A l'état naturel, *Pinus radiata* ne se rencontre qu'aux Etats Unis, limité dans une bande côtière au Sud de la Californie.

Arbre généralement à tronc unique, *Pinus radiata* peut atteindre 30 à 50 m de hauteur pour un diamètre de 1,5 m. L'espèce appartient aux groupes de pins qui conservent les cônes déjà murs pendant plusieurs années (sérotineux). Les cônes pendant cette période s'ouvrent et se ferment suivant l'humidité ou la chaleur, libérant chaque fois des graines viables.

Exigence écologique

En Australie, l'espèce est présente dans les zones où il n'y a pas de saison sèche et avec un maximum d'humidité durant les mois d'hiver. Ces conditions se retrouvent précisément sur l'île Robinson Crusocé. La croissance végétale démarre dès que la température moyenne est de 11,5°C, ce qui signifie que sur l'île la période de végétation est quasi constante sur l'ensemble de l'année.

Cependant, *Pinus radiata* préfère les sols profonds (1,30 m) (BOUCHAFRA , 1982), absents sur l'île Robinson Crusocé. De plus, il a besoin de sols bien drainés et légers, une grande partie des sols de l'île ne répondant pas à cette exigence. Ces facteurs abiotiques semblent limiter la croissance et surtout l'expansion de *Pinus radiata* sur l'île qui se rencontre assez rarement en dehors du peuplement forestier exotique et de manière isolée.

L'espèce est considérée comme « **capable d'envahir les habitats naturels ou semi-naturels importants, c'est à dire abritant une végétation riche en espèces, souvent rares ou endémiques** » (QUENTIN, FULLER, 1995). Néanmoins, sur l'île Robinson Crusocé, aucun individu n'a été rencontré dans des habitats naturels non ou peu perturbés. Les résultats de la grille de Hiebert, présentés en deuxième partie, montrent que l'espèce a l'avantage d'avoir un impact et un potentiel invasif sur l'île beaucoup moins important que *Eucalyptus globulus* et *Cupressus div. sp.* Il faudra néanmoins rester vigilant à tout envahissement.

Pinus radiata sur l'île Robinson Crusocé

C'est l'espèce la plus utilisée par les habitants. De par sa consommation et les conditions écologiques, les diamètres rencontrés dépassent rarement les 60 cm.

Régénération, expansion : *Pinus radiata* se régénère assez bien au niveau du peuplement forestier exotique mais est limité par la forte présence d'Eucalyptus.

On rencontre fréquemment des individus isolés, le plus souvent sur terrains nus, à l'intérieur du parc. Aucune pineraie n'y est présente.

Utilisation : *Pinus radiata* est surtout utile à la construction des maisons, pour l'armature extérieure.

2. Objectifs et utilisation du bois

Essence	Utilisation	Diam. Max. utilisé	Volume utilisé / rendement	Surface	Régénération
<i>Eucalyptus globulus</i> <i>Eucalipto</i>	-Fond du bateau -Ossature des pièges à langouste -Bois de chauffe	50-60 cm	«moyen à faible » rendement moyen	Importante (≈60-65 ha)	-Très dynamique -Fort pouvoir de dispersion -Rencontrée dans divers milieux
<i>Cupressus div.sp</i> <i>Cipre</i>	-Cadre de rétention des langoustes dans l'eau (ne coule pas) -Sous bassement des maisons, terrasses	40-50 cm Exception : 1 m	« Moyen » Rendement faible (beaucoup de « déchets » : Elagage nécessaire)	Moyenne (≈20-25 ha)	-Dynamique -Très abondante sur sols nus
<i>Pinus radiata</i> <i>Pino</i>	-Maison (hors mis sous bassement et terrasse) entièrement fait en pin. -Porche des maisons...	40-50cm	« Important » Bon rendement	Moyenne (≈20-25 ha)	-Moyenne -Dispersée sur sols nus

Figure 13 : Objectifs et utilisations principales des trois espèces du peuplement forestier exotique

Nous remarquerons, qu'il est très difficile de connaître précisément le volume exploité par an pour chaque essence : aucun registre n'est tenu, certaines personnes exploitent le bois sans en informer la CONAF, etc. Nous ne pouvons donner qu'une importance d'exploitation relative entre les trois espèces.

Nous évaluons également la surface couverte, la cartographie faite par l'université mayor, estimant à 115-120 ha la superficie du peuplement forestier exotique, n'ayant pas différencié les trois espèces principales du peuplement forestier exotique.

Le tableau ci-dessous montre l'importance de l'exploitation des trois espèces durant les années 1997 et 1998 :

	<i>Pinus radiata</i>	<i>Cupressus sp.</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Totaux
1997	87	52	23	162
1998	67	86	32	185
Moyenne	77	69	28	174

Figure 14 : Nombre d'arbres exploités dans le peuplement exotique en 1997 et 1998 (Andrade et al., 1999)

3. Expansion du peuplement forestier exotique

Aucune information précise n'existe sur l'expansion du bosquet exotique, les études cartographiques réalisées n'ayant pas abordé cet aspect. De plus, la cartographie du peuplement forestier exotique réalisée récemment n'a pas différencié les espèces, et ne permet donc pas d'orienter plus précisément sa gestion (Annexe 4 - Carte 6). Cependant, cette cartographie permet de bien montrer l'ampleur du peuplement forestier exotique qui a largement dépassé la zone hors Parc National.

L'Eucalyptus et les Cyprès semblent présenter la dynamique d'expansion la plus importante et se rencontrent dans divers sites à l'intérieur du parc.

Pour l'instant, la consommation de bois exotique ne permet pas de maintenir à un niveau constant les surfaces du peuplement forestier exotique.

H. Le diagnostic de la végétation à continuer

1. Etat actuel des connaissances

Un travail important d'inventaire floristique a été fait par les nombreux botanistes, biologistes venus sur l'île (Sckottsberg, Stuessy, etc). Philippe Danton, botaniste français, a réalisé les travaux les plus récents, permettant d'avoir aujourd'hui une idée assez précise de la flore, indigène et introduite, de l'île (Annexe 2).

Cependant, pour une restauration de la flore indigène, objectif à long terme de l'élimination des espèces envahissantes, quelques points restent à approfondir :

- Des espèces à rechercher et à conserver

Certaines espèces semblent disparues comme *Robinsonia Macrocephala* dont la description la plus récente date du début du 20^{ème} siècle, de *R. berteroi* dont un seul individu est (était) connu en conditions naturelles, ou encore de *Podophorus bromoides*, l'espèce n'ayant plus été revue depuis le 19^{ème} siècle (considérée comme disparue).

Retrouver ces espèces permettrait, d'une part, de connaître précisément les zones à protéger (contre d'éventuelles plantes envahissantes par exemple) et, d'autre part, de disposer de graines pour pouvoir cultiver sous serre de nouveaux individus qui pourront éventuellement être replantés *in situ* dans le cadre d'un projet de restauration de la flore de l'île. C'est ainsi que *Dendroseris macrophylla* et *D. gigantea* (Alejandro Selkirk) ont été redécouvert en 1998 par Philippe Danton.

Rappelons que de nombreuses espèces sont au bord de l'extinction et qu'il est fort probable que certaines disparaissent dans les années à venir, ne pouvant résister à la destruction de leur habitat (érosion, lapin) ou à la concurrence des plantes envahissantes. Le maintien de quelques individus dans des conditions *ex situ*, est donc impérative. Cela permettra de préserver, au moins artificiellement, ces espèces, dans l'attente d'une restauration de leur habitat et de leur réimplantation *in situ*.

Pour ce faire, la CONAF doit remettre en état ses pépinières, créées au début des années 90 en collaboration avec le WWF (projet envisagé par la CONAF lors de notre présence).

En raison de toutes ces données, la CONAF ne peut plus aujourd'hui se placer dans le simple cadre d'une protection et d'une gestion des habitats et des espèces, mais dans un contexte de **conservation et de restauration** de ces derniers. Cela induit des actions et une approche totalement différentes, comme nous le présentons dans la figure page suivante :

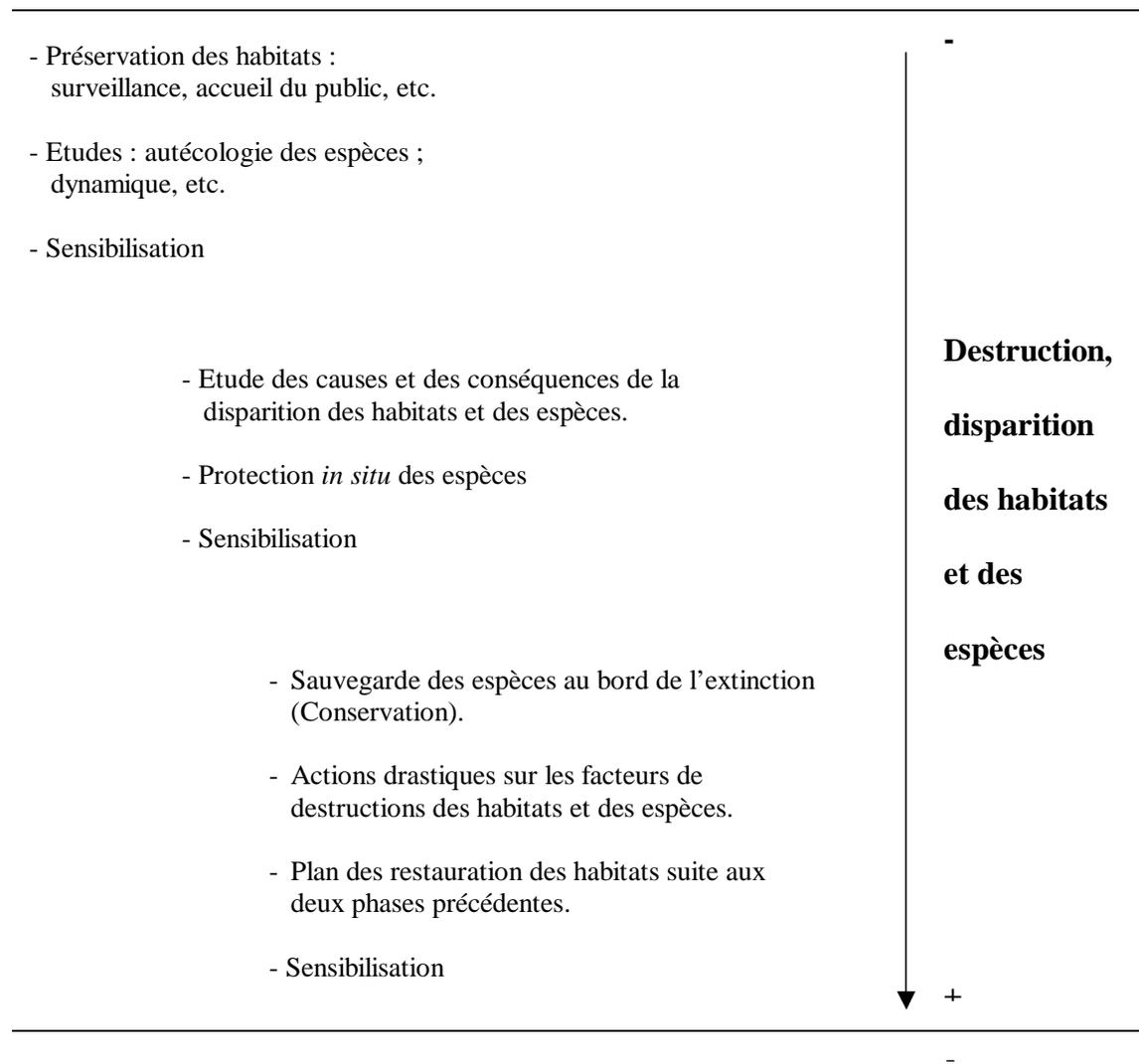


Figure 15 : Actions à mener en fonction du degré de destruction et de perturbation des écosystèmes

- Le manque d'une cartographie de la végétation endémique

Comme nous l'avons vu, l'île (et l'archipel en général) abrite un nombre important d'espèces végétales endémiques, véritable trésor biologique. Or, par manque de moyens et de personnels, la CONAF ne dispose d'aucune cartographie précise de ces espèces. Seuls quelques gardes du parc connaissent les sites abritant ces espèces. De nombreuses localisations seraient tout simplement perdues si certains gardes du parc, comme Ramon Schiller, n'étaient plus là.

La cartographie des espèces à forte valeur patrimoniale, à l'aide d'un GPS performant, doit être l'une des priorités à court terme de la CONAF

- Un ouvrage sur la flore de l'archipel

Actuellement aucune flore de l'archipel n'a été publiée. Ce document permettrait :

- à la CONAF de disposer d'un ouvrage de base pour la formation des gardes ; ceux-ci, au fur et à mesure de leurs observations sur le terrain, pourraient éventuellement compléter des données écologiques concernant certaines espèces.

...Stratégie de contrôle vis-à-vis des espèces envahissantes sur l'Île Robinson Crusoe

- aux stagiaires, chercheurs, de se familiariser beaucoup plus rapidement avec cette flore originale.
- de disposer d'un ouvrage de présentation de la flore pour la population ou les touristes, souvent désireux d'informations complémentaires sur la richesse végétale de l'île.

NB : Philippe Danton a commencé ce travail.

I. Une flore peu connue des insulaires et du grand public

Outre l'absence totale d'ouvrage de présentation de la flore ouvert au grand public, les conditions d'accès très difficiles à divers endroits de l'île et la rareté de certaines espèces, rendent presque impossible pour la population et les touristes l'observation de la plupart des plantes indigènes.

Photo 23 : *Dendroseris nerifolia*



Photo : Matthieu Fellmann

Ainsi, la population locale connaît très peu la végétation de son île, pourtant l'une des raisons principales de la création du Parc national.

Rappelons qu'il est beaucoup plus facile de sensibiliser les gens à la protection de certaines espèces si ceux-ci les ont observées et ont compris la menace qui pèse sur elles.

Les touristes, souvent de passage pour quelques jours, repartent souvent sans réelles informations, sur cette végétation exceptionnelle.



Photo : Matthieu Fellmann

Photo 24 : *Wahlenbergia fernandeziana*

Si des livres peuvent permettre aux habitants et au grand public de mieux connaître la flore de l'île, une découverte concrète de ses espèces serait beaucoup plus attractive et probablement plus efficace en terme de sensibilisation.

La première solution serait la mise en place de sentiers de découverte botanique au sein de l'île, au cours desquels, les touristes s'appuieraient sur une brochure explicative pour découvrir la biodiversité de l'île. Cette dernière solution est néanmoins limitée par la difficulté de déplacement sur l'île et le risque de dérangement de la faune et des écosystèmes.

Une autre solution, qui peut être complémentaire, serait la création d'un jardin botanique, un outil intéressant pour faire découvrir aux gens la richesse végétale de l'île, rassemblant des espèces uniques, souvent impossibles à voir dans la nature.

J. Un besoin de cohérence et de mise en valeur : l'exemple de la *Plazoleta del Yunque*

La *Plazoleta del Yunque*, facile d'accès, est la zone la plus fréquentée par les touristes et la population locale. Pourtant, lorsqu'on arrive sur le site, un alignement de Cyprès accueille le visiteur. Derrière ce « mur végétal », des tables de pique-nique ont été installées à l'ombre d'Eucalyptus. Pour un parc national, dont la richesse principale est sa flore unique, il y a là une réelle incohérence à corriger. Bien que l'Eucalyptus puisse constituer une source d'alimentation pour le Colibri de Juan Fernández, cela ne doit pas motiver son maintien, comme le préconise certains ornithologues (JOHOW PIROLA, 2002). Une réelle pérennisation de l'espèce doit obligatoirement passer par la préservation et le retour de la flore indigène.

De plus, sur la *Plazoleta del Yunque*, site prioritaire pour la protection du Colibri de Juan Fernández, un énorme travail de restauration a été fait. Plusieurs hectares de ronces ont été traités en collaboration avec la population, et des plantes endémiques telles que *Gunnera peltata* sont revenues naturellement. Il est regrettable qu'aucun panneau ne présente ce qui a été fait sur le site, action pourtant très intéressante, ou encore, que rien ne soit expliqué au sujet des espèces endémiques qui se trouvent tout au long du sentier. Seul est resté un ancien panneau d'interdiction d'entrée, accompagnant le grillage de protection contre la dent du bétail, ce qui ne laisse pas vraiment entendre au visiteur qu'il peut entrer !

Nous voulons également souligner un autre point important, qui est la mise en sécurité du site. Conscient de cette incohérence, la CONAF a voulu éliminer les Eucalyptus. Le diamètre très important des individus et la difficulté technique de débiter le bois ont amené le gestionnaire à réaliser des annélations sur ces Eucalyptus. Rappelons que tous les individus mesurent plus de 60 cm de diamètre et 25m de haut ! Si l'élimination des Eucalyptus est une bonne chose, ce type d'intervention est à arrêter impérativement dans les sites fréquentés par les habitants et les touristes. Le risques de chute de branches, voire de l'arbre, peut en effet arriver à tout moment, surtout sur cette île où le vent souffle fréquemment. Il faudra donc procéder à l'abattage des arbres (Eucalyptus mais aussi Cyprès, chêne...) et au traitement des souches (cf. gestion du peuplement forestier exotique).



Photo : Matthieu Fellmann

Photo 25 : L'annellation des eucalyptus sur la *Plazoleta del Yunque* rend très dangereuse sa fréquentation, pourtant prévue pour accueillir des touristes.

K. L'absence d'un conseil scientifique

Sur l'archipel Juan Fernández, la CONAF est constituée d'un administrateur en charge du bon fonctionnement administratif du Parc, de 9 gardes du parc et d'un responsable technique (arrivé en mars 2004).

La CONAF-Juan Fernández ne dispose d'aucun conseil scientifique, rassemblant des spécialistes de l'archipel, chargé de définir de manière concertée, les orientations, recherches et actions à mettre en place, pour l'année à venir.

Si la CONAF de la 5^{ème} région, située à *Viña del mar*, responsable du Parc National de Juan Fernández, supervise les actions mises en place, il est très difficile pour elle de définir ou réajuster des objectifs, de par la distance, la particularité des lieux et les autres parcs nationaux dont elle a la charge.

Actuellement, de nombreux scientifiques sont présents sur l'île, apportant leurs connaissances dans divers domaines le temps de leur présence. Certains d'entre eux, comme le botaniste Philippe Danton ou Peter Hodum, biologiste spécialiste des oiseaux marins et membre fondateur de la *Fundación Juan Fernández Islands Conservancy*, sont présents chaque année et s'investissent dans la gestion et la conservation de l'île sur le long terme et ont accumulé une connaissance importante de l'archipel.

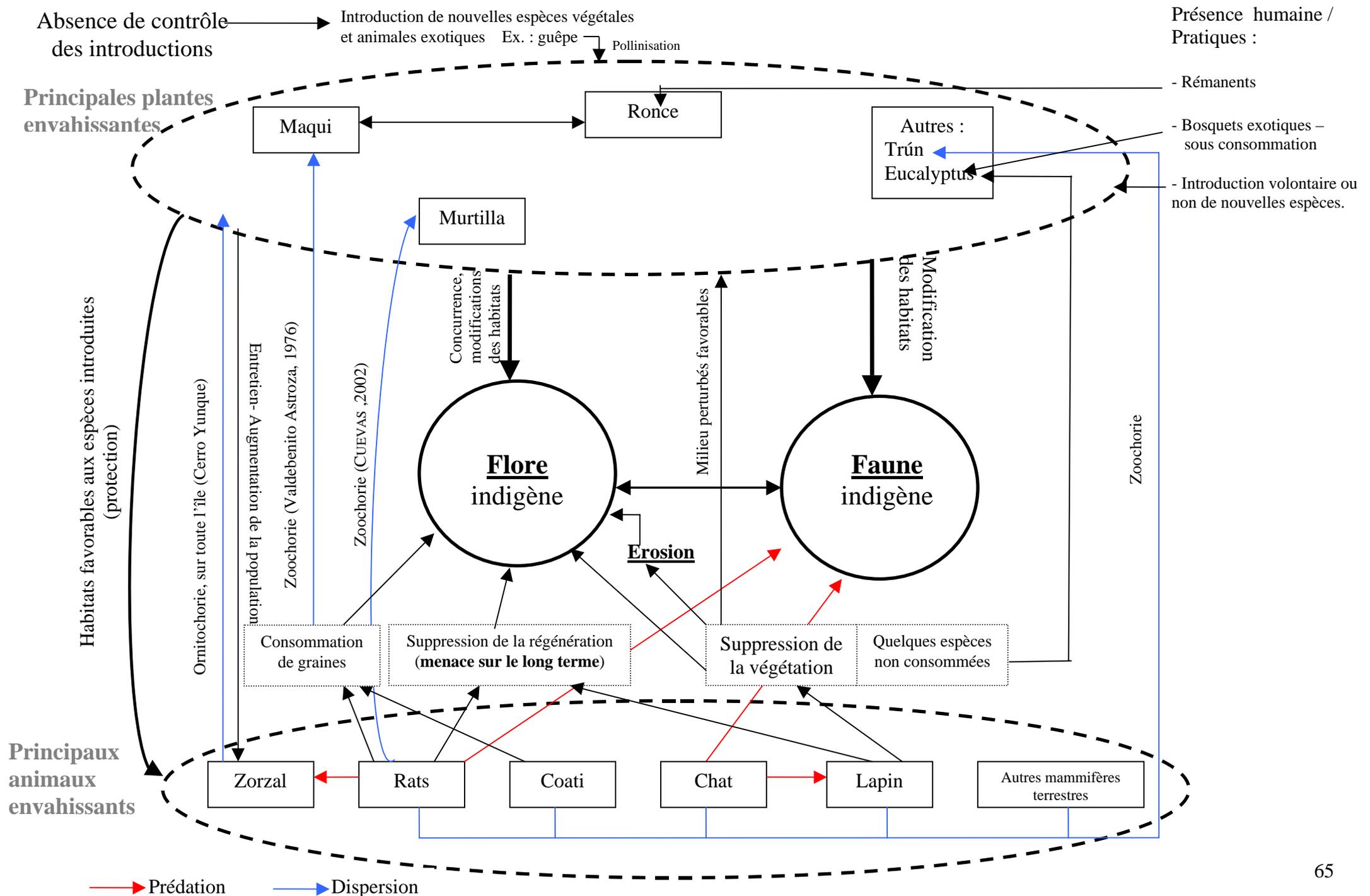
La CONAF devrait profiter de ces différents spécialistes pour former un groupe de réflexion, composé de scientifiques ayant la plus grande expérience de l'archipel et désireux de s'investir personnellement dans la restauration de la biodiversité de l'île.

Ce conseil scientifique permettrait **la définition et la coordination des actions sur l'année à venir et ce, dans le cadre d'une stratégie globale définie par la CONAF.**

Cela faciliterait, d'une part, l'échange entre les principaux scientifiques afin que tous connaissent les travaux de chacun pour ne pas refaire deux fois le même travail. D'autre part, cela permettrait d'avoir le point de vue de spécialistes dans différents domaines pour ainsi mener des actions favorables à l'écosystème dans son ensemble et non pour un groupe d'espèces précis. Des plantations de *Dendroseris litoralis*, normalement en bordure d'île, n'auraient ainsi pas été réalisées au milieu de la forêt native de la *Plazoleta del Yunque*, dont le but était de favoriser la présence de Colibri de Juan Fernández.

Un état des lieux préalable a donc été nécessaire pour mieux comprendre les inter-relations dans l'île, le contexte global dans lequel s'insère le problème des espèces envahissantes et l'impact que ces dernières ont sur la flore et la faune indigènes. Ces principales interactions sont résumées dans le schéma synoptique suivant :

Schéma synoptique du complexe d'interactions Plantes envahissantes -Pestes Animales- Flore et Faune



« Les îles peuvent être considérées comme des continents miniatures où les conséquences de la mauvaise gestion des ressources biologiques par l'homme (fragmentation des habitats, introductions d'espèces exotiques, etc.) se manifestent plus rapidement que sur les continents » (MEYER, 1994). Sur l'île Robinson Crusocé, l'exploitation intensive de la forêt, et, actuellement, la pression des espèces animales et végétales envahissantes risquent bientôt d'avoir raison de l'incroyable biodiversité de cette île : des 2000 ha de forêts primaires présents en 1980, près de la moitié a aujourd'hui disparu... (UNIVERSIDAD MAYOR, 2003). Or, au Chili, l'une des caractéristiques principales des parcs nationaux est «de ne pas être significativement altéré par l'action humaine et d'être capable de s'autoperpétuer» (<http://www.conaf.cl>). Force est de constater que nous nous éloignons dramatiquement de cette situation...

La mise en place d'une stratégie globale, pour gérer l'un des principaux problèmes de l'île, l'invasion des milieux par des espèces exotiques est donc impérative.

Rappelons que la **restauration écologique des habitats est indissociable du contrôle des espèces envahissantes** (Atelier de travail Régional COI, 2003). Nous prendrons donc en considération les facteurs de destruction de la flore indigène et nous envisagerons, parallèlement à l'élimination des espèces envahissantes, la préservation et la restauration de la forêt primaire.

III. Proposition d'une stratégie vis-à-vis des espèces envahissantes

De nombreux problèmes, souvent liés, affectent l'île Robinson Crusocé. Notre objectif a été de définir les actions à mener pour contrôler les espèces envahissantes et surtout, de **hiérarchiser ces actions**. Ainsi, nous avons envisagé une gestion intégrée à court, moyen et long terme.

A. Stratégie à court terme (0-5 ans)

1. Le lapin et les rats : des espèces à éliminer d'urgence

De nombreux programmes de restauration de la flore indigène de l'archipel ont déjà été lancés depuis les années 90, tels que celui mené par la CONAF en partenariat avec le WWF-USA (CONAF, WWF-USA, 1992). Celui-ci a permis la création de pépinières, la protection *ex situ* de certaines espèces ou encore la plantation de quelques spécimen menacés dans le jardin de la CONAF.

Nous voulons insister sur le fait, qu'**il ne pourra être envisagé aucun plan de gestion des plantes envahissantes et de restauration durable de la flore de l'île Robinson Crusocé, sans l'élimination préalable du lapin et des rats** (action complémentaire).

Cette étape constitue donc la priorité numéro 1.

a. La suppression du lapin et des rats

Comme le précise Bradford Keitt, du *Island Conservation and Ecology Group*, il serait plus efficace et économique de définir un plan d'éradication global des principales pestes que sont le lapin, les rats, le coati et les chats domestiques, que de traiter chaque espèce séparément. Cette décision dépendra naturellement des aides financières qui auront été trouvées.

Dans tous les cas, l'urgence de l'éradication du lapin est certaine. Cependant, la seule élimination du lapin peut avoir des effets non voulus tels que l'augmentation du nombre de rats, due à l'élévation du nombre de graines disponibles. La densité plus importante de la végétation après l'élimination du lapin pourra également rendre beaucoup plus difficile l'élimination ultérieure des rats.

Ainsi, nous conseillons vivement **l'élimination groupée du lapin et des rats**, afin de limiter les coûts, et d'éviter l'augmentation des rats suite à la disparition du lapin. **Ceci permettrait d'éliminer les deux principales pestes animales vis-à-vis de la végétation indigène.**

b. L'éradication du lapin

- Le lapin : source de viande pour la population

Le lapin est chassé de manière occasionnelle par les insulaires. En réalité, moins de 10 chasseurs le chassent régulièrement (Gardes du parc, comm. pers.). Au vu de l'abondance des richesses marines et de la facilité d'approvisionnement via le continent, il n'y a aucune dépendance de subsistance pour la population vis-à-vis du lapin.

De plus, une partie de la population, en particulier les éleveurs, est favorable à cette élimination tant les pâtures deviennent de plus en plus rares. Il a été calculé que, sur certaines zones du Chili, cinq lapins mangent la même quantité qu'une brebis (<http://www.geocities.com/biodiversidadchile/conejo.htm>).

Enfin, une partie importante de la population, vivant du tourisme, est consciente que des paysages désolants, sans végétation, auront très peu d'attrait.

Ainsi, une majorité de la population est consciente de la nécessité d'éliminer le lapin. Une dernière sensibilisation de la population au problème permettra l'adhésion d'une majorité.

- Les tentatives d'élimination déjà réalisées

L'homme, à travers sa consommation de lapin, n'exerce pas un rôle de régulation de la population de lapin (CONAF., 1985). Il est donc normal que la population de lagomorphe ait rapidement atteint des effectifs énormes.

Dans les années 80, une campagne d'élimination de l'espèce fut lancée. Son premier objectif était la « diminution brusque de la densité de lapin ». Or, pour ce faire, la technique utilisée fut « la capture artisanale intensive » réalisée par une personne employée à plein temps. Ces captures ce sont faites à l'aide de pièges individuels. Des chasseurs furent également payés pour chaque animal tué.

De juin 1983 à décembre 1984, près de 11 000 lapins furent tués. Au vu de l'importance de la population, de la capacité reproductive de l'espèce, ces mesures ne sont pas parvenues à éliminer le lapin, comptant à l'époque près de 70 000 individus ! Et à la CONAF (1985) de reconnaître l'absence d'une « diminution significative de la densité de lapins ».

En 1998, le projet hollandais renouvelle une tentative. Les fusils et les pièges sont de nouveaux utilisés.

Quatre ans après, ce projet échoue de nouveau.

Ces échecs sont néanmoins riches d'enseignements. Outre la mise en évidence de la limite des moyens utilisés (fusils, pièges), la méthode est également à revoir. En effet, pour avoir le maximum de résultats à court terme, les personnes employées pour éliminer le lapin étaient envoyées dans les endroits présentant les plus grandes densités (*El Ingles, El Francès, Villagra-tres puntas, Vaqueria, El Pangal*), sans aucune logique globale d'avancement. Les populations diminuaient donc localement, sans que l'on soit jamais certain d'avoir supprimé l'espèce d'une zone précise. Cette expérience montre également l'importance d'utiliser des moyens d'éradication adaptés à l'ampleur de l'envahissement de l'espèce : si la myxomatose ne peut pas être utilisée, le gazage des terriers et l'utilisation d'anticoagulants doivent être les principaux modes d'élimination de l'espèce.

La CONAF doit à présent se servir de tous ces échecs pour mettre en place un plan d'éradication du lapin, s'appuyant sur l'expérience accumulée par les gardes du parc et surtout, la connaissances de spécialistes en éradication de l'espèce.

c. L'éradication des rats

L'éradication du lapin devra s'accompagner de celle de rats. De plus, mener une élimination simultanée des deux espèces (aux moyens d'anticoagulants par exemple) sera financièrement plus intéressante.

A ce jour, les rats ont été éliminés de plus de 80 îles dans le monde. « Les changements et les améliorations observés ont plus que confirmé les hypothèses concernant les effets des rongeurs sur la faune et la flore des îles et montré ainsi que les efforts déployés sont extrêmement payants » (VEITCH, 1998).

Remarquons que la population serait naturellement très favorable à l'élimination des rats. Des aides pourraient être trouvées au niveau de la municipalité ou des instances étatiques, la destruction des rats permettant l'amélioration des conditions de vie sur l'île.

d. Le travail avec des spécialistes

Si la CONAF est en charge de gérer le parc national, celle-ci ne peut avoir les connaissances dans tous les domaines. Pour l'élimination du lapin et des rats, un travail en commun entre elle et des professionnels de l'éradication des pestes animales sur les îles doit être mis en place.

Cela permettra une utilisation plus optimale des fonds financiers investis. En effet, le projet d'élimination du lapin de l'île Robinson Crusocé et l'île Santa Clara, lancé par la CONAF et l'ambassade des Pays bas, a coûté environ 360 000 dollars US, avec pour seul résultat l'élimination du lapin de Santa Clara et ses 220 ha.

Nous avons ainsi pris contact avec *The Island Conservation and Ecology Group* (www.islandconservation.org), organisation à but non lucratif venue il y environ deux ans sur l'île Robinson Crusocé. Cette association, spécialisée dans la protection de la biodiversité des îles et l'élimination des pestes animales a, par exemple, participé avec les structures locales et nationales à l'élimination des différents mammifères introduits sur **24 îles océaniques dans le monde**. En 2002, ce groupe a éradiqué les rats de l'île Anacapa, au large de Los Angeles dans le Parc National *Channel Islands*. Ce groupe est également sur le point de terminer l'éradication du chat sur l'île Guadalupe - ce qui serait la deuxième plus importante éradication de chat d'une île dans le monde - afin de permettre la restauration et la protection de la faune indigène (Keitt, comm. pers.).

Les professionnels de ce groupe sont venus sur l'île Robinson Crusocé pour envisager un éventuel projet. Ils ont considéré que l'élimination du lapin de l'île sera difficile. Cependant, *The Island Conservation and Ecology Group* est "prêt à conduire cette éradication ou aider la CONAF dans sa réalisation", ce qui constitue une opportunité à saisir.

Afin de profiter de leur expérience, la CONAF, doit impérativement développer des échanges de savoirs et d'aides techniques avec des structures internationales (Australie, Nouvelle Zélande, France, etc.). L'échange avec les personnes ayant participé à l'éradication sur l'île de Madère pourrait être également très intéressant (Danton, comm. pers.).

Ces spécialistes devront définir une méthodologie d'éradication du lapin et des rats adaptée au cas de l'île : milieux très escarpés, forêt primaire, etc. Pour cela, ils devront **travailler en collaboration étroite avec les gardes du parc**, qui connaissent parfaitement les réalités du terrain.

A titre d'information, nous présentons en annexe 5 les points importants, les techniques utilisables et les limites qui devront être prise en compte lors de la définition de la méthode d'élimination du lapin.

e. Coûts et durée

The Island Conservation and Ecology Group évalue le coût de l'élimination du lapin de l'île à 1,2 - 1,5 millions de dollars US et probablement **un peu plus de 2 millions de dollars US** avec l'élimination des rats.

Si la somme semble un peu élevée, (nous avons fait une estimation rapide des coûts, cf. annexe 6), elle permet d'avoir une idée du budget nécessaire à un tel projet, sur une île au relief escarpé.

Dans tous les cas, *The Island Conservation and Ecology Group* peut être déjà une source intéressante pour des conseils techniques.

La CONAF doit donc chercher un appui technique et financier pour mener cette éradication qui permettra l'élimination des espèces animales affectant actuellement le plus la flore indigène. De là, de vrais projets de restauration de la biodiversité de l'île pourront être faits, avec le lancement de plantations sur l'île et le retour naturel fort probable de nombreuses espèces, comme c'est le cas sur l'île de Santa Clara.

Rappelons que lors du projet de collaboration entre la CONAF et les Pays Bas, plus de 2, 5 millions de dollars ont été mis à disposition sur cinq ans. Certes beaucoup plus de thèmes ont été abordés mais malheureusement peu de résultats sont visibles aujourd'hui. Avec un peu moins que cette somme, il serait possible de supprimer le lapin et le rat.

La durée totale de l'élimination de ces espèces est estimée à environ cinq ans.

Bien que certains pronostics de la CONAF, prévoient un « contrôle du lapin » en deux ans (BORDEU et al., 1992), la durée estimée pour éliminer seulement le lapin est dans tous les cas de 4 à 5 ans (durée estimée par Keitt, Guillermo Araya et nous même).

Gageons que la CONAF et ses partenaires sauront mettre en place les moyens nécessaires pour éliminer ces fléaux de l'île Robinson Crusocé, pour enfin donner de vraies perspectives à des projets de restauration de la flore indigène, élément clef du patrimoine naturel du Parc National.

2. L'élimination du Zorzal

Le zorzal est le principal oiseau, consommant les baies de la ronce, du maqui et de la murtilla. A travers ces fientes, il disperse ces plantes envahissantes sur l'ensemble de l'île, jusqu'à des sites, jamais colonisé jusqu'alors, tel que le *Cerro El Yunque*.

Or, un travail efficace et durable contre les plantes envahissantes est impossible si le zorzal continue à apporter de nouvelles graines qui réinstallent de nouvelles populations.

Cette mesure peut sembler drastique pour certains et c'est toujours un échec d'éliminer une espèce. Cependant, cette suppression prend tout son sens si elle permet la sauvegarde de nombreuses autres.

De plus, nous conseillons l'élimination de l'espèce car les expériences passées montrent qu'une réduction de la population n'a qu'un effet sur le court terme : plus de 1000 zorzals ont été tués lors d'une campagne d'abattage en 2002. Aujourd'hui, d'après les gardes du parc et les habitants, la population s'est reconstruite voire multipliée.

Des tentatives d'élimination basé sur des primes n'ayant pas abouti dans le passé, il serait encore une fois préférable de **demandeur l'avis et les conseils de professionnels ayant une expérience en la matière pour éliminer l'espèce.**

Les résultats espérés suite à l'élimination du lapin et des rats ne peuvent en aucun cas être obtenus si le zorzal n'est pas également éliminé.

En effet, à la suite de l'éradication du lapin et des rats, de nombreuses zones dépourvues de végétation vont être envahies par des espèces pionnières, dont beaucoup d'espèces exotiques font partie. S'il est obligatoire de passer par ce stade d'envahissement encore plus prononcé, la présence du zorzal va permettre l'établissement des trois pestes végétales que nous connaissons bien, à savoir le maqui, la murtilla et la ronce. Ces dernières, contrairement aux espèces pionnières souvent annuelles (*Papaver somniferum...*), vont être beaucoup plus durables et difficiles à maîtriser.

Le mode principal de propagation, contrôlable, de ces pestes, à savoir le zorzal, doit donc être impérativement éliminé, sans quoi, tous les efforts mis en place pour éradiquer le lapin et les rats auront été faits en vain.

3. Elimination des plantes envahissantes dans les zones à fort intérêt patrimonial

L'élimination mécanique et chimique des plantes envahissantes de l'île, ne peut être faite, à court terme, sur de grandes surfaces. En revanche, elle est possible sur des zones restreintes clairement définies.

Comme le rappellent QUENTIN ET FULLER (1995), dans certaines situations, un système de lutte planifiée géographiquement sera plus efficace qu'un plan basé sur les espèces. De ce constat, des résultats ont été obtenus à Hawaii en concentrant le contrôle sur des petites zones de grande valeur écologique.

Il nous semble donc prioritaire **d'intervenir, en premier lieu, sur les zones colonisées par des plantes envahissantes présentant un intérêt majeur en terme de biodiversité**, et envisager ensuite, sur le moyen et long terme, la gestion des zones très envahies concernant souvent des milieux profondément dégradés.

Ainsi, la CONAF devra éliminer en priorité les plantes envahissantes à l'intérieur de la forêt indigène encore bien conservée.

Nous définissons comme sites prioritaires les forêts primaires :

- du sommet du Cerro El Yunque
- de la Piña
- de la Plazoleta del Yunque
- de la Pascua
- du Cerro alto



Photo 26 : la forêt de la Piña est l'une des mieux conservées de l'île.

Photo : Matthieu Fellmann

Cette liste peut naturellement être complétée par la CONAF.

Ces sites prioritaires devront être régulièrement suivis et les espèces allochtones éventuellement retraitées.

- Elimination mécanique et chimique

Les conditions d'accès et l'expérience passée d'élimination de plantes envahissantes sur certains sites, montrent que la solution la plus réalisable est de :

- Couper, à l'aide de tronçonneuses ou de croissants, les cépées de maqui, de murtila et de ronce.
- Il est impératif ensuite d'appliquer sur la tranche de la tige coupée à l'aide d'un pinceau un herbicide, afin de limiter au maximum le retour de ces espèces comme nous le précisons en annexe 7.

- Si la quantité de plantes envahissantes coupées est faible, les rémanents pourront être dispersés sur place. En revanche, si les quantités sont importantes, nous conseillons

vivement de **brûler, dans la mesure du possible, ces rémanents**. En effet, nous avons noté que ces accumulations de branches sont souvent des lieux de colonisations idéales pour la ronce entre autres.



Photo : Matthieu Fellmann



Photo : Matthieu Fellmann

Photos 27 : La ronce (photo de droite) apparaît souvent à l'intérieur des rémanents des coupes de bois et d'espèces exotiques. Leur élimination est donc primordiale.

Certes, les gardes du parc ne veulent pas brûler ces andains par peur de provoquer un incendie mais il est facile de contrôler un feu de taille restreinte.

Il serait bien que ce traitement des rémanents soit incluse dans toute coupe et autorisation de coupe.

Pour un travail optimal et efficace, la CONAF devrait fournir à la CONAF-Juan Fernández, des tronçonneuses de petite dimension. En effet, pour l'abattage d'espèces telles que le maqui, il va falloir monter le matériel jusqu'au sommet, au niveau de la forêt primaire. De plus, la densité de la végétation rend difficile le déplacement avec un outillage trop lourd. Actuellement, la CONAF-Juan Fernández ne dispose que de quatre tronçonneuses de dimension moyenne.

- Le contrôle régulier du Cerro el Yunque

Vu le grand intérêt biologique du site et de sa fragilité, il serait important que chaque année, un contrôle du site soit effectué par les gardes afin d'éliminer les pestes végétales présentes ou éventuellement réapparues après leur traitement. Rappelons que la forêt du mont *El Yunque* abrite des espèces uniques telles que *Yunquea tenzii* et que cet écosystème est encore très mal connu : Philippe Danton est en effet le seul botaniste à avoir pu se rendre sur ce site.

De plus sa petite surface, environ 3 ha, le rend particulièrement vulnérable à d'éventuels envahisseurs.

La forêt du Cerro *El Yunque* sera naturellement incluse dans le plan d'élimination global du zorzal, certains individus pouvant venir se réfugier dans cette zone.

4. Mise en place d'un système de contrôle des introductions d'espèces

a. Situation actuelle

Actuellement, le contrôle des introductions d'espèces sur l'archipel Juan Fernández se résume en :

- L'absence d'une législation sur les introductions d'espèces ;
- L'absence d'infrastructures aux zones de départ à destination de l'île Robinson Crusoé chargées de la destruction de matériel interdit ;
- L'absence de surveillance d'apparition de nouvelles espèces exotiques sur l'île ;
- L'absence de mesures de prévention contre la diffusion inter-îles, île Robinson Crusoé/Alejandro Selkirk.

En résumé, une personne peut introduire sur l'île n'importe quelle espèce animale (serpent, oiseaux, etc.) ou végétale (autres espèces de *Rubus*, *Lantana camara*, etc.) de son choix.

Au vu des conséquences dramatiques qu'a eu l'introduction d'espèces sur certaines îles – *Scabies pedunculata* aux Galápagos, *Trichosurus vulpecula* en Nouvelle Zélande, *Ligustrum robustum subsp. walkeri* à la Réunion, etc.- **la situation préoccupante de l'île Robinson Crusoé et de sa biodiversité, va encore s'aggraver terriblement si aucune mesure concrète n'est prise.**

b. Le rôle du SAG

Le SAG, *Servicio Agrícola y de Ganadero*, participe au développement de la productivité et à l'amélioration de la compétitivité du secteur agricole à travers les politiques de santé des végétaux et des animaux et de la qualité alimentaire.

Le SAG est en charge de contrôler l'introduction d'espèces exotiques, potentiellement dangereuses pour les ressources agricoles ou la faune et la flore sauvage. Il est habilité pour mettre en place des mesures curatives suite à l'envahissement d'une espèce allochtone (<http://www.sag.gob.cl>)

Une antenne du SAG doit ainsi être créée pour l'archipel Juan Fernández, afin de contrôler l'introduction d'espèces exotiques. Rappelons que ces introductions, en plus d'être une grande menace pour la biodiversité de l'île, raison d'être du Parc national Juan Fernández, peut également être une source de gêne pour la population (ex. : Guêpe).

Durant notre présence sur l'île, nous avons pu rencontrer le docteur Gillian Key, membre du conseil scientifique de la station Charles Darwin et coordinatrice du plan de contrôle des espèces envahissantes sur l'archipel des Galápagos, et ainsi connaître leur stratégie vis-à-vis des plantes envahissantes.

Le SAG dispose là d'un exemple très intéressant (mesures, expériences, etc.), sur lequel il devrait s'appuyer pour mettre en place un contrôle des introductions d'espèces sur l'archipel Juan Fernández.

c. Une reconnaissance légale nécessaire

La première étape est de donner une réalité juridique à un système d'inspections et de quarantaine pour l'archipel Juan Fernández. Les textes devront en particulier permettre la création d'une unité déconcentrée du SAG sur Juan Fernández avec une autonomie financière. La législation définira également les responsables du système de contrôle (SAG, CONAF, etc.) et ses missions.

Pour rester sur l'exemple de l'archipel des Galápagos, le Parc national des Galápagos et la fondation Charles Darwin, en relation avec l'Etat équatorien, ont mis en place un Système d'Inspection et de Quarantaine pour les Galápagos (*Sistema de Inspección y Cuarentena para Galápagos – SICGAL*). Ce programme de contrôle des introductions d'espèces exotiques sur l'archipel est conduit par le SESA (*Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria*), équivalent du SAG en Equateur. Le SESA est en charge du contrôle des ports et aéroports d'embarquement du continent et tous ceux des Galápagos afin de contrôler le transport de matières organiques et de biens jusqu'aux îles ou entre les îles. Le SICGAL est réalisé par cinq équipes d'inspecteurs situés à Quito (capitale), Guayaquil et les îles Santa Cruz, San Cristobal et Isabela

Toutes les actions du SICGAL, les missions du SESA et des autres structures ont été définies et reconnues en 1998 par la loi de régime spécial pour la conservation et le développement durable de la Province des Galápagos (*Ley Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos*, articles 54 et 56) et par le Règlement de Contrôle Total des Espèces envahissantes en 2003.

Ce règlement, très complet, peut servir d'exemple à la mise en place d'une base juridique à un plan de contrôle des entrées sur l'archipel Juan Fernández. Le cas de l'archipel des Galápagos étant tout de même différent (population, îles, tourisimes plus important), le règlement devra être adapté au cas de l'archipel Juan Fernández. Il définira les règles de régulation d'introduction d'espèces (interdiction d'introduire une espèce animale sauvage par exemple).

Cette reconnaissance législative est impérative pour pouvoir bénéficier de moyens législatifs et humains nécessaires et mettre en place un contrôle efficace des introductions d'espèces.

d. Stratégie de contrôle des introductions d'espèces sur l'île

Rappelons qu'il est souvent beaucoup plus cher de lutter contre l'invasion d'une espèce que de prévenir celle-ci par un contrôle efficace des entrées aux zones de départ et d'arrivée sur l'archipel.

Suivant l'exemple des Galápagos et du SICGAL, un système d'inspection et de quarantaine doit être mis en place sur l'archipel Juan Fernández .

Il est possible de définir trois grands axes de ce contrôle, à l'intérieur desquels, divers outils pourront être développés :

- Inspection et quarantaine

Cet axe correspond au premier objectif du contrôle, à savoir, limiter au maximum l'introduction depuis le continent d'espèces allochtones sur l'archipel.

Nous présentons ci-dessous, les principales actions qui pourraient être mises en place par le SAG pour répondre à cet objectif de prévention. Naturellement, le SAG, spécialisé dans les contrôles phytosanitaires, sera libre de compléter cette liste de propositions.

- Il serait important que les matières végétales et animales, sous-produits et dérivés transportés sur l'île Robinson Crusoé fasse l'objet d'un contrôle sanitaire et phytosanitaire réalisé par les inspecteurs du SAG dans les lieux d'embarquement – aérodromes et ports – en direction de l'île. Les produits contrôlés pourrait être estampillés.

La situation de l'archipel Juan Fernández est assez simple puisque seule l'île Robinson Crusoé est reliée directement au continent à travers les transports aérien et naval. Le contrôle devra donc être fait dans les aérodromes (compagnies aériennes : Lassa et autres) et surtout dans les ports d'embarquements, tel que Valparaiso, d'où part le principal bateau d'approvisionnement de l'île. **L'inspection du Navarino, qui assure au moins 90 % du ravitaillement de l'île, doit être la priorité de ce contrôle.** La fumigation de la partie organique sur le port d'embarquement sera probablement nécessaire pour un contrôle efficace des introductions sur l'île.

Un contrôle des bateaux de l'armée et autre bateaux de croisières pourra également être fait.

- Lors du contrôle dans les aérodromes, les inspecteurs s'assureront qu'aucun morceau de terre ne soit collé sur les vêtements, chaussures, etc. des passagers. Il serait intéressant que les chaussures des personnes soient traitées (passage sur un tapis badigeonné). Le SAG, spécialiste et responsable dans ce domaine, devra définir les actions qu'il juge nécessaires et adaptées au cas de l'archipel.
- Sur l'île, le SAG pourra organiser avec les pêcheurs se rendant sur l'île Alejandro Selkirk, pour prévenir également l'introduction d'espèces exotiques sur l'île Alejandro Selkirk présentes sur l'île Robinson Crusoé et vice et versa.
- Dans la mesure du possible, les emballages et récipients utilisés pour le transport de charge devront être résistants, propres et bien fermés.
- Les inspecteurs s'assureront que les produits, avant d'être emballés, seront propres, sans terre, sans insecte et autre organisme vivant.
- Suivant à l'exemple des Galápagos, il serait très bénéfique pour l'archipel Juan Fernández que l'introduction de plantes ou d'animaux vivants sur l'archipel soit interdit, en raison du risque important d'introductions de pestes, de maladies et de parasites qui pourraient affecter la biodiversité unique de l'archipel Juan Fernández. Le fourrage apporté du continent pour le bétail devra également faire objet d'un contrôle.
- Les inspecteurs auraient naturellement libre accès aux ports et aérodromes souhaités.

- Suivi et Vigilance

Aucun système ne peut garantir la prévention totale d'espèces introduites. Pour cela, il serait intéressant que le SAG mette en place un système de suivi et de vigilance, en observant au niveau du village et à l'intérieur de l'île, l'arrivée éventuelle de nouvelles espèces. Si les inspecteurs du SAG constatent la présence d'une nouvelle espèce exotique, ils procéderont à son élimination si celle-ci est considérée comme potentiellement envahissante. Pour le savoir, ils pourront s'appuyer sur des listes de références préalablement définies pour l'archipel Juan Fernández.

- Définition de listes de références : liste noire et liste blanche

Afin d'orienter plus précisément la vigilance, une liste des espèces envahissantes dont l'introduction sera interdite doit être définie (liste noire). A l'inverse, une liste d'espèces ne présentant aucun risque d'envahissement sera également établie (liste blanche) : leur introduction pourra être autorisée (ornementation). Cependant, il serait beaucoup plus intéressant en terme de valorisation de la biodiversité de l'île d'utiliser des espèces végétales indigènes, qui possèdent par ailleurs de grandes qualités ornementales. Des échanges entre la CONAF et la population pourraient ainsi avoir lieu par se biais.

Liste noire : cette liste mentionnera toutes les espèces définies par les études menées sur l'île ou par la littérature comme potentiellement envahissantes.

Liste blanche : elle définira les plantes qui pourront être utilisées par la population.

Ces deux listes sont naturellement complémentaires. Ces listes seront régulièrement mises à jour en fonction des observations de terrain et des nouvelles données de la littérature.

En même temps, un travail pourrait être mené avec la municipalité pour l'ornementation de la commune. Pour l'instant, la commune plante un peu de tout, tant des espèces indigènes qu'exotiques, sans même connaître le potentiel invasif de ces dernières. Le choix d'espèces ornementales devrait être fait en fonction de ces listes de références (liste blanche) et également dans un but de mettre en avant la flore indigène unique de l'île.

Photo 28 : Plantes ornementales, ici *Impatiens sodenii*, mises en place par la municipalité.

La vigilance est un procédé officiel dans lequel se récoltent des informations (présence d'une peste, d'une maladie, etc.) à partir d'un système de pièges, d'échantillons, d'observations et de mesures qui permettent de détecter à temps la présence d'un nouvel organisme.

Le SAG possède l'expérience technique en la matière pour mettre en place ces mesures de suivi et de vigilance nécessaires.

Il peut exister un laps de temps important entre l'introduction d'une nouvelle espèce et l'évidence de son caractère invasif. Cette seconde « barrière » a pour but de surveiller cet aspect.



Photo : Matthieu Fellmann

- Communication, sensibilisation

Le SAG, appuyé par la CONAF, pourra sensibiliser, à travers des présentations, brochures, etc., la communauté et les différents acteurs (élus, propriétaires de bétail, touristes etc.) de l'importance de la protection de la biodiversité, la problématique des espèces introduites, l'importance de leur contrôle et des activités d'inspection menées, etc.

Elus, décideurs : une sensibilisation des élus et décideurs, au niveau local, régional et national, pourra être faite en insistant sur les impacts économiques causés par les invasions biologiques (coût de la lutte, diminution du tourisme, etc.) ou l'impact sur la population (rats, guêpe).

La CONAF et ses partenaires montreront les conséquences négatives de toute absence de contrôle (poursuite d'introductions d'espèces exotiques, disparition d'espèces endémiques, banalisation de la végétation et des paysages de l'île, etc.)

Population : La réglementation des entrées pour être efficace a besoin de l'assentiment de la population. L'exemple de l'introduction de la guêpe, ayant fortement frappé les gens, pourra être utilisé pour justifier un contrôle global de l'introduction d'espèces animales et végétales. Un livret des plantes exotiques à ne pas introduire pourrait également être donné à la population.

Des touristes : une explication du danger d'introduire des espèces exotiques sur l'archipel devra également être fait auprès des touristes arrivant sur l'île. A ce sujet, nous avons réalisé une brochure, expliquant le problème des plantes envahissantes sur l'île Robison Crusocé, à destination des touristes et de la population. Les touristes étrangers sont nombreux et cette brochure a été traduite en trois langues (espagnol, anglais, français) et est présentée en annexe 8.

Eleveurs : il serait également important de contrôler l'apport éventuel de graines pour l'alimentation du bétail, source de nouvelles plantes envahissantes. A titre d'exemple, *Lobelia tupa* semble avoir été introduite dans ces conditions. Pour ce faire il est souhaitable qu'une part de la population, possédant du bétail, soit sensibilisée au problème.

La mise en place d'un contrôle des introductions des espèces, à travers ces trois grands axes que sont l'inspection, la vigilance et la sensibilisation constitue donc l'une des clés pour la protection à long terme du patrimoine naturel de l'île.

5. Inventaire et cartographie des espèces à forte valeur patrimoniale

Si Philippe Danton et la CONAF ont commencé depuis 1997 un inventaire de la flore de l'archipel, de nombreuses prospections restent à faire pour trouver de nouveaux individus d'espèces actuellement menacées d'extinction à très court terme.

Ces recherches sont importantes si l'on veut, d'une part, protéger durablement ces espèces dans leur milieu et, d'autre part, réussir leur reproduction en laboratoire ou en jardin botanique.

Tous les résultats de ces inventaires doivent impérativement se traduire par la cartographie des sites de localisation des espèces menacées de l'île. Actuellement, seuls quelques gardes du parc connaissent l'emplacement d'espèces rares, ce qui fragilise grandement ce savoir. Une cartographie assurerait la pérennité de ces connaissances. De plus, cette localisation précise des espèces à fort enjeu patrimonial permettrait d'affiner la gestion conservatoire de l'île.

Suite à ce travail, l'étude de l'autécologie des espèces pourra être réalisée pour mieux comprendre leur répartition et définir les espèces adaptées lors de plantations pour la reconstitution de la forêt primaire. Enfin, il sera possible de lancer la création d'une flore, support de gestion et de vulgarisation.

6. Création d'un Jardin botanique

Deux constats sont à souligner en ce qui concerne la flore de l'île :

- La situation dramatique d'une partie de la flore endémique de l'île : près de 60 espèces végétales sont en danger d'extinction, avec des espèces représentées par seulement un ou deux individus ! De plus, comme nous l'avons vu, beaucoup d'espèces ont été introduites. Or selon Carlquist, cité par Matthei and al. (1993), les agents externes tels que des plantes exotiques, parasites ou maladies, exercent une influence plus importante sur les petites surfaces que sur les grandes. En d'autres termes, les populations plus petites sont des proies plus faciles pour ces agents. Ceci montre combien il est difficile de protéger *in situ*, avec moins de 5000 ha, cette flore unique. Cette situation très particulière oblige donc, en plus d'une protection *in situ* des espèces, la mise en place d'une gestion conservatoire *ex situ* de celles-ci.
- Les conditions de terrain difficiles font que la grande majorité des habitants n'a, hormis les espèces phares (Col, Chonta, Luma), quasiment aucune connaissance de cette flore, pourtant principale motivation du classement de l'archipel en Parc National.

Un Jardin botanique serait donc un outil excellent pour améliorer l'appropriation de la richesse botanique de l'île par les insulaires, et ainsi participer à leur sensibilisation.

Il est cependant important de souligner que la seule création d'un jardin botanique **ne peut en rien sauver la flore de l'île Robinson Crusocé**. Elle est en revanche parfaitement complémentaire d'une protection *in situ* des espèces, et en ce sens primordiale.

Un travail très important a déjà été réalisé par le botaniste Philippe Danton pour la réalisation de ce jardin complété d'un conservatoire botanique. Il serait souhaitable que la gestion du jardin et du conservatoire se fasse en collaboration étroite entre la CONAF et la population.

Gageons que ces efforts soient concrétisés le plus tôt possible, avant que d'autres espèces ne disparaissent.

B. Gestion à moyen terme (sur 10 ans)

Suite à l'élimination du lapin, du rat, du zorzal et à la mise en place d'un contrôle des entrées sur l'île, une deuxième phase d'actions, axées principalement vers la protection et la reconstitution de la forêt primaire et la poursuite de l'élimination des plantes envahissantes, pourra être menée.

1. Aide à la reconstitution de la forêt primaire

a. Le contrôle de plantes envahissantes par restauration des écosystèmes terrestres insulaires

Les plantes envahissantes de l'île (murtilla, maqui, trún, etc.) colonisent principalement les milieux ouverts perturbés. Les luttes technique et chimique à court terme contre ces plantes envahissantes, doivent être obligatoirement complétées par une reconstitution de la forêt native de l'île, afin de contrôler durablement les invasions d'espèces exotiques et de protéger une flore en danger d'extinction.

b. Plan de reconstitution de la forêt primaire

Dans la mesure où le lapin et les rats seront éradiqués, la population de zorzal éliminée, des projets de restauration de la forêt primaire de l'île pourront enfin être envisagés.

La reconstitution de la forêt indigène se fera à travers des campagnes de plantations. Les méthodes utilisées et les espèces plantées devront être définies par la CONAF, en respectant la connaissance du terrain de ses gardes du parc, en collaboration avec Philippe Danton spécialiste de la flore de l'archipel.

Comme l'a souligné HONEYMAN (2003) quelques points importants devront être respectés :

1. Les zones seront reforestées avec des plants provenant du même secteur (adaptation microclimat, écotype, etc.).
2. Si l'importance de la régénération le permet, les plants seront directement prélevés dans la forêt avoisinante.
3. Les rémanents issus de l'élimination des espèces allochtones, seront - si les quantités sont importantes et si les conditions le permettent - brûlés au moyen de petits feux contrôlés.

Si cela n'est pas possible, ils seront repartis de manière homogène au niveau du sol, en veillant à ne pas former de tas trop importants, propices à l'installation de plantes envahissantes telles que la ronce.

4. Souvent, les tuteurs utilisés pour les plantations sont des brins de maqui préalablement détruits. Rappelons que cette espèce a une capacité de régénération végétative énorme. Ainsi, les gardes devront veiller, s'ils utilisent du maqui comme tuteur, à le planter dans le sens inverse de la croissance de la tige, ce qui évite généralement leur reprise (Danton, comm., pers.)

Ainsi, les plantations se feront suivant différentes étapes :

- a. Inspection de la zone à planter et le marquage éventuel des brins de maqui à conserver temporairement.
- b. Elimination de la ronce et du maqui et autres espèces allochtones pouvant constituer une concurrence aux plantations.
- c. Recherches de plantules dans la forêt à proximité et/ou apport des plants élevés dans les pépinières de la CONAF.
- d. Plantation des semis.
- e. Contrôle des plants et évaluation de la reprise. Une fois les plants suffisamment développés, les individus de maqui éventuellement conservés seront abattus et traités. Les rejets de ronces et de maqui devront être arrachés.

c. Travail avec les éleveurs

Le bétail (vaches) représente pour certaines personnes peu représenter un placement d'argent, éventuellement nécessaire pour être rapatrié d'urgence sur le continent.

Cependant, la disparition du lapin et le retour de la végétation herbacée ne doivent pas se traduire par une augmentation du bétail. D'une part, dans l'intérêt de la biodiversité de l'île, pour permettre le retour durable d'espèces et, d'autre part, pour la population, qui, en maintenant les effectifs actuels, améliorera l'état sanitaire de son bétail aujourd'hui très médiocre.

Photo 29 : Le bétail ne bénéficie pas de soins particuliers et surtout de zones d'alimentation suffisantes. Son état sanitaire est particulièrement alarmant.

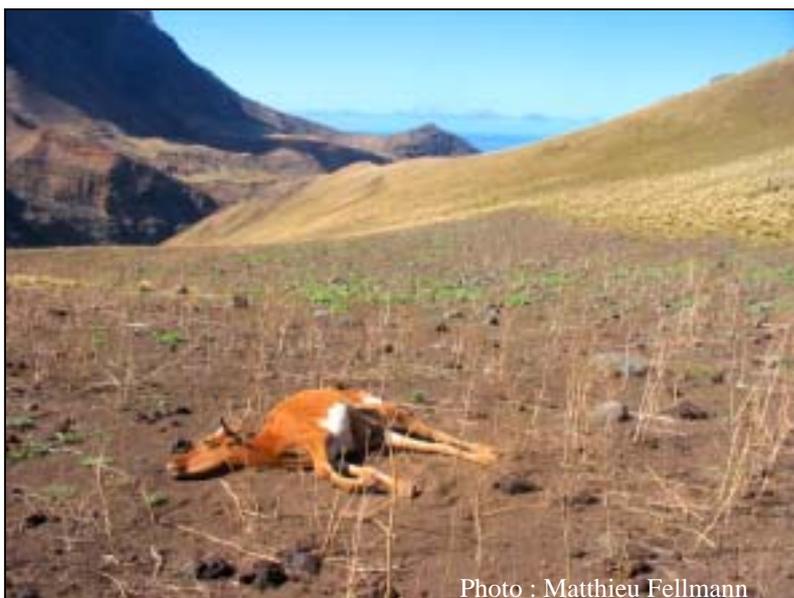


Photo : Matthieu Fellmann

Pour permettre le retour de la végétation sur les secteurs très dénudés, ces derniers ne devront subir aucun pâturage, jusqu'à un retour de la végétation jugé suffisant par la CONAF. Pour ce faire, la CONAF devra organiser avec les éleveurs des rotations du bétail sur l'île.

Un compromis très intéressant serait de concentrer une partie du cheptel dans la partie intermédiaire de la baie de Cumberland, zone très envahie par le maqui et la ronce. Comme nous avons pu le constater, les vaches semblent apprécier ces espèces (voir chapitre « Contrôle dans les zones très envahies par *Rubus ulmifolius*, *Aristotelia chilensis* et *Ugni molinae* »).

Cela permettrait ainsi de laisser la végétation réapparaître sur certains secteurs tout en exerçant une pression sur les plantes envahissantes.

2. Recherche sur la lutte biologique contre *Rubus ulmifolius*

a. Une solution élégante : la lutte biologique

La lutte biologique contre les espèces exotiques envahissantes s'est fortement développée depuis les années 1950, principalement dans les pays anglo-saxons. Son principe, assez simple, découle d'une constatation : le développement des espèces indésirables n'est jamais ralenti, ni par des parasites, ni par des pathogènes, absents dans le milieu d'introduction : la solution à cette invasion pourrait donc être l'introduction d'agents antagonistes naturels issus du milieu d'origine de la plante.

Cependant, de nombreux exemples passés et actuels montrent que des introductions mal maîtrisées peuvent conduire à des catastrophes biologiques. Ainsi, pour son application sur l'île de La Réunion, avant d'entreprendre des recherches, il est apparu indispensable de rédiger un cahier des charges encadrant les recherches

b. *Rubus ulmifolius* sur l'île Robison Crusoé

Pour VALDEBENITO ASTROZA (1976), le contrôle biologique, par introduction de consommateurs ou pathogènes, est la seule manière pour éliminer la population de *Rubus ulmifolius*. Si elle n'est peut être pas la seule solution pour contrôler la ronce, il est vrai que cette technique induirait une pression plus durable sur l'espèce, qui, par la densité de ses peuplements et ses défenses naturelles, décourage rapidement les gardes du parc pour toute lutte mécanique.



Photo 30 : Des recherches pourraient être menées pour trouver d'éventuels parasites de la ronce.

Ainsi, si les trois moyens de contrôle, mécaniques, chimiques et biologiques sont nécessaires et complémentaires, cette dernière option peut être explorée. Cependant, il faut souligner que **la mise en place de recherches de luttes biologiques est très lourde**. Comme le rappelle QUENTIN et FULLER (1995), la recherche d'un agent biologique consommateur d'une plante envahissante peut être **longue** (de 5 à 10 ans) et **onéreuse**. De plus **60-75 % des tentatives se concluent par des échecs...**

c. Une coopération de recherche à mettre en place

En 1976, VALDEBENITO ASTROZA recommandait l'utilisation du champignon *Phragmidium violaceum*, qui « semblait efficace contre cette espèce de ronce ». Un champignon, type rouille, est présent sur certaines feuilles de ronce de l'île, mais ne semble pas avoir d'effet notable sur la population.

Encore une fois, une coopération avec des spécialistes est nécessaire. La définition d'un agent de lutte ne peut pas se prendre sur l'avis d'une seule personne et doit être le fruit d'une mûre réflexion entre spécialistes internationaux du sujet, ayant réalisé ce type de travail sur d'autres îles océaniques.

Des échanges pourraient être mis en place avec d'autres pays, tels que l'Australie, spécialiste dans le domaine des espèces envahissantes, particulièrement touchée par différentes espèces de ronces, telles que *Rubus ulmifolius*. A ce sujet, l'Australie semble avoir ralenti la lutte biologique contre les espèces de *Rubus* au profit d'une lutte mécanique et

chimique. Il ne serait pas surprenant que ce soit également la meilleure solution pour l'île Robison Crusoé...

Ainsi, si la CONAF souhaite mettre en place une lutte biologique contre *Rubus ulmifolius*, il serait important de développer une coopération avec des spécialistes. Mais cette solution, aux apparences simples, peut parfaitement aboutir à un échec voire pire puisque que l'île abrite 2 espèces endémiques de Rosacées (*Margyracaena skottsbergii*, *Margyricarpus digynus*). Le débat reste donc entier, et si la CONAF souhaite venir à bout de ce problème, elle sera probablement obligée de s'investir dans d'autres techniques de lutte (mécaniques et chimiques) au moins complémentaires.

3. Contrôle d'autres espèces végétales envahissantes et état de vigilance

En plus de trois principales plantes envahissantes, de nombreuses autres espèces exotiques ont été introduites sur l'île, dont certaines peuvent également devenir envahissantes et avoir un impact sur les milieux.

Pour mieux orienter les actions à mener, nous nous sommes intéressés aux principales espèces exotiques naturalisées bien répandues sur l'île (17 espèces), définies avec l'aide du botaniste Philippe Danton.

Pour évaluer l'impact sur le milieu, la faisabilité de contrôle ou encore le potentiel invasif de chacune de ces espèces, nous nous sommes appuyés sur le questionnaire de Hiebert.

- Présentation du questionnaire de Hiebert

Cette grille publiée par R.D Hiebert en 1997 sous la forme d'un questionnaire a été utilisée par l'ONF à l'île de la Réunion (LESAGE, 2003). Elle permet entre autre de mettre en évidence l'importance de l'impact de l'espèce sur le milieu naturel et la faisabilité du contrôle. L'ONF (Lesage, 2003) l'a adaptée pour estimer également le potentiel invasif des espèces.

A chacun de ces thèmes est associée une série de questions sur le nombre de populations rencontrées, leur superficie, le type de reproduction de l'espèce, etc. (Annexe 9)

Afin d'avoir la meilleure objectivité possible, nous avons été plusieurs personnes à remplir ce questionnaire : 3 gardes du parc , Hernán Gonzáles du SAG, Philippe Danton, Christophe Perrier (collaborateur de P. Danton) et moi même.

- Système de notation pour classer les espèces exotiques

Le système de classement utilise des valeurs numériques pour les différents paramètres étudiés.

Pour l'impact de l'espèce sur le milieu, une espèce ayant un score supérieur à 50 est considérée comme sérieusement menaçante et nécessite une attention prioritaire.

De la même façon, une espèce est considérée comme contrôlable si la valeur de la faisabilité du contrôle est comprise entre 50 et 100.

Une espèce aura un potentiel invasif important si la valeur pour ce paramètre est supérieure à 30.

- Limites de la méthode

Les données sur certaines espèces n'étant pas encore complètes il a parfois été difficile de répondre à certaines questions. De plus, les termes parfois peu précis employés dans le questionnaire n'ont pas facilité la participation des gardes du parc .

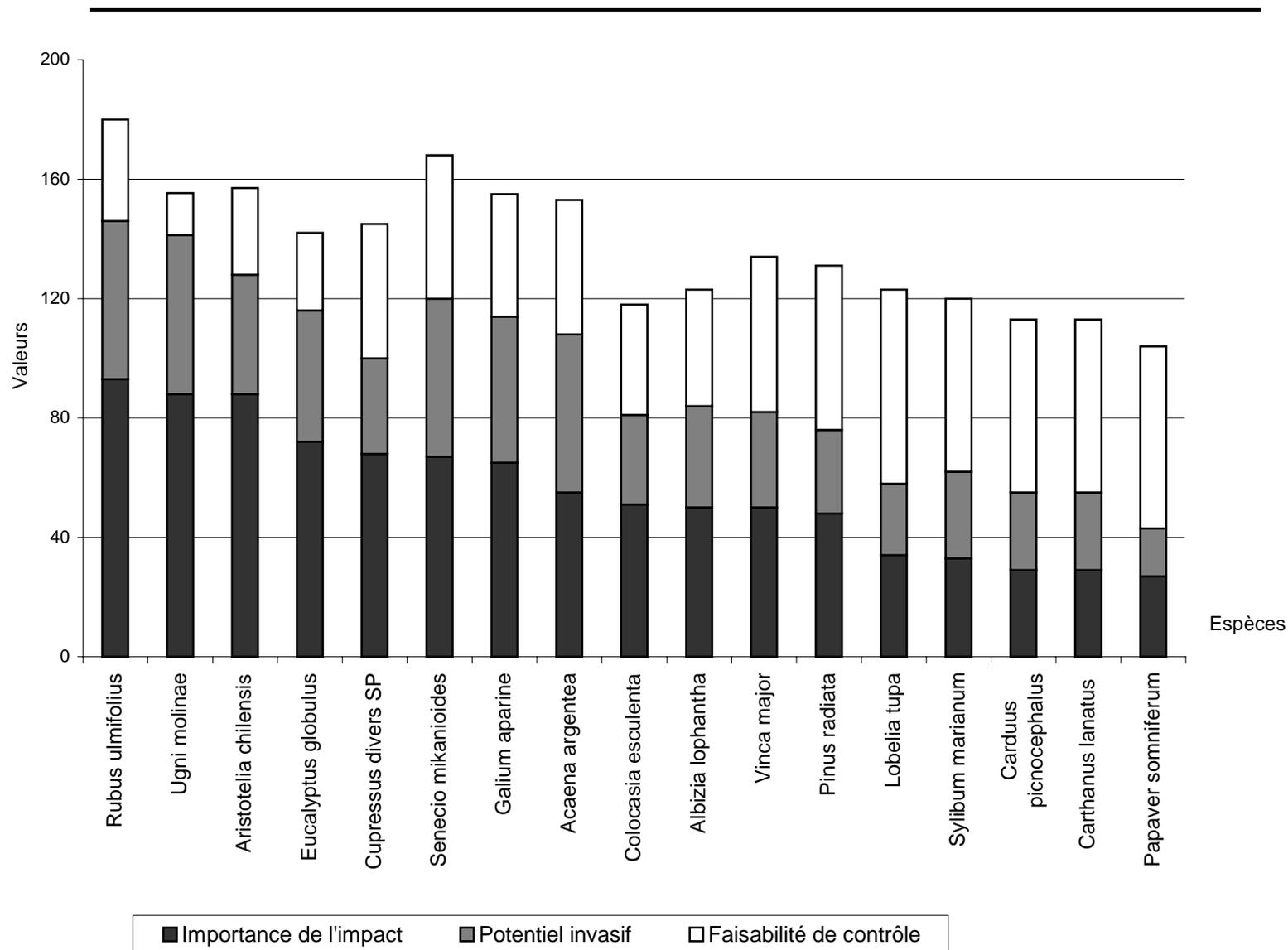
Cependant, cette méthode permet de donner une tendance sur l'impact et le potentiel invasif des espèces exotiques, données très intéressantes en elles-mêmes. De là, nous avons pu procéder à une hiérarchisation des 17 espèces exotiques retenues.

- Résultats obtenus

Le graphique suivant présente la valeur des trois paramètres pour chaque espèce, classée en fonction de l'importance de l'impact de l'espèce sur le milieu, de son potentiel invasif et enfin de la faisabilité de contrôle de l'espèce.

Cette classification fait ressortir divers aspects :

Figure 16 : Hiérarchisation des principales plantes exotiques naturalisées sur l'île Robison Crusoé, selon les critères de Hiébert.



- Elle confirme la principale menace en terme de plantes envahissantes que sont *Rubus ulmifolius*, *Aristolelia chilensis* et *Ugni molinae*. Les résultats montrent la **grande difficulté de contrôle de la murtila**, s'expliquant par sa présence principalement sur les crêtes, où il sera difficile d'amener du matériel. Cela montre l'importance de ne pas laisser se répandre les populations de murtila, difficiles à contrôler par la suite.

- En plus de ces trois espèces envahissantes bien connues, d'autres espèces, beaucoup moins considérées pour le moment, ont un fort impact sur le milieu et un potentiel invasif important. Il s'agit d'*Eucalyptus globulus*, *Cupressus sp*, *Senecio mikanioides*, *Galium aparine* et *Acaena argentea*. Outre les Cyprès, ces espèces présentent un potentiel invasif très élevé.

Remarquons que deux des trois espèces du peuplement forestier exotique plantées par la CONAF, sont dans ce groupe. Cette donnée est très importante car elle met en avant l'urgence d'un contrôle et d'une gestion de ces peuplements forestiers exotiques envahissant (voir « Gestion du peuplement forestier exotique »).

- Le cas particulier d'*Acaena argentea*

Cette espèce, déjà bien représentée sur l'île, possède un potentiel invasif très important et peut entraîner le retard de l'installation de la flore indigène. En revanche, elle joue un rôle central dans le **maintien des sols** grâce aux immenses tapis végétaux qu'elle forme. L'érosion est l'un des problèmes majeurs que connaît l'île. Ainsi, dans ce contexte, cette espèce ne doit pas faire l'objet d'une éradication, mais de suppressions locales en faveur des plantations d'espèces indigènes (reconstitution de la forêt primaire). En effet le trún supporte mal la concurrence végétale : il est absent à l'intérieur de la forêt native. Une gestion de l'espèce à travers la restauration de la flore indigène est donc envisageable.

- Espèces à surveiller

D'autres espèces, bien que présentant des valeurs plus faibles, sont à surveiller : *Colocasia esculenta*, *Albizia lophantha*, *Vinca major*, *Pinus radiata*.

Notons que *Pinus radiata* est l'espèce du peuplement forestier exotique présentant l'impact et le potentiel invasif le plus faible avec une faisabilité de contrôle importante.

Soulignons également qu'une espèce telle que *Albizia lophantha*, a un potentiel invasif assez important et devrait faire l'objet d'un **plan d'élimination**. En effet, l'espèce, qui n'est quasiment pas utilisée par la population (collier avec les graines), se régénère très bien sur l'île et pourrait poser de sérieux problèmes dans le futur.

- Enfin, les autres espèces étudiées restantes (*Lobelia tupa*, *Sylibum marianum*, *Papaver somniferum*, *Carduus picnocephalus*, *Carthamus lanatus*) ont un impact et un potentiel invasif moindre et ne posent pas de problème majeur pour le moment. Si la CONAF est suffisamment présente sur le terrain, une lutte mécanique sera suffisante pour contrôler les populations.

Nous insistons bien sur le fait que la liste de plantes étudiées n'est pas exhaustive et que d'autres espèces devront probablement faire l'objet de contrôle. C'est le cas par exemple de *Acacia sp.* et de *Pinus pinaster*, récemment découvert sur l'île par Philippe Danton, connu pour son fort potentiel invasif.

4. Eradication des autres espèces animales exotiques

L'une des priorités pour la sauvegarde des espèces de l'île Robinson Crusocé est bien l'élimination du lapin, des rats et du zorzal.

Cependant, de nombreux autres animaux exotiques introduits sont présents sur l'île et seront susceptibles de récupérer cette niche écologique laissée vide et de poser de nouveaux problèmes.

Ainsi, la CONAF doit affermir sa position envers toutes les espèces exotiques, risque potentiel pour les espèces indigènes, en les éliminant, dans la mesure où cela est encore possible. C'est le cas par exemple du moineau domestique, encore en faible effectif sur l'île mais qui pourrait profiter de l'élimination du zorzal.

Pour les autres espèces telles que le coati ou le pigeon des programmes d'élimination spéciaux devront être mis en place, étant donné l'importance de la population et la difficulté pour les abattre.

Il est important que la CONAF soit ferme sur le problème de la présence d'espèces exotiques sur l'île : si certaines ne constituent pas encore un problème, elles peuvent le devenir. Par **principe de précaution**, la corporation doit éliminer les espèces animales exotiques (au moins les mammifères et les oiseaux) présents sur l'île, ceux-ci pouvant favoriser l'envahissement par les plantes exotiques ou la destruction des écosystèmes insulaires.

Une réflexion au sujet des animaux domestiques devrait également être menée. En effet les chiens provoquent de gros dégâts sur les populations d'otaries. En ce qui concerne les chats domestiques, ils sont les principaux prédateurs du Colibri de Juan Fernández, en grand danger d'extinction.

S'il semble difficile d'éliminer les chiens, animaux de compagnie des insulaires, la CONAF doit en revanche éliminer automatiquement tout chien réitérant une attaque sur les colonies d'otaries.

Photo 31 : Jeune otarie tuée par 2 chiens. 100 otaries furent tuées lors de ce carnage ! Suite aux photos prises, la CONAF a abattu les 2 chiens.



Photo : Matthieu Fellmann

Le cas du chat domestique est plus problématique, puisqu'il mène une pression sur une espèce en grand danger d'extinction. De plus, certains chats redeviennent sauvages et sont ainsi beaucoup plus difficiles à contrôler. Il serait intéressant d'engager un dialogue avec la population afin d'envisager la suppression des chats sur l'île. De plus, si les rats et les souris sont éliminés, les chats n'auront plus une réelle « fonction » sur l'île.

Un plan de gestion sur environ 10 ans, respectant la stratégie définie précédemment sur le court et le moyen terme, pourrait déjà avoir des résultats très positifs : limitation de la dispersion de plantes envahissantes et de leur introduction, retour de la végétation indigène, etc. Il permettrait d'envisager un retour et un maintien de la biodiversité de l'île.

Cependant, d'autres actions doivent être menées sur le long terme afin de pérenniser la sauvegarde de cette biodiversité.

C. Gestion sur le long terme

1. Contrôle dans les zones très envahies par *Rubus ulmifolius*, *Aristotelia chilensis* et *Ugni molinae*



Photo 32 : La partie basse de *bahía Cumberland* est entièrement envahie par la ronce et le maqui

Après l'élimination des trois principales plantes envahissantes dans les zones à fort intérêts environnementaux, les efforts seront portés sur le reste de l'île.

Le contrôle des plantes envahissantes (maqui, ronce, murtilla) se fera en respectant certains points :

- Élimination du haut vers le bas

Comme nous l'avons vu précédemment, le plus grand intérêt patrimonial se trouve dans la forêt primaire, elle-même localisée dans les parties hautes de l'île. Une fois les zones prioritaires traitées, l'élimination des plantes envahissantes du reste de l'île devra être poursuivie en respectant une **logique d'avancement du « haut vers le bas »**.

De plus, afin de lutter au maximum contre la dynamique d'envahissement de l'île et optimiser les moyens mis en œuvre, il est important de **traiter en premier lieu les zones récemment colonisées**, avec le minimum d'individus matures, pour ensuite travailler sur les grandes taches d'envahissement, comme le souligne le parc national des Galápagos et la fondation Charles Darwin (1998).

- Surveillance des trouées.

On distingue classiquement deux catégories d'espèces en fonction de leur mode de régénération : les espèces de végétation pionnière (espèces nomades, etc.) et les espèces climaciques (espèces de forêt primaire « stable », espèces sédentaires).

Ces dernières sont capables de germer en sous-bois sous un couvert dense, tel que *Myrceugenia Fernándeziana*. Elles peuvent se maintenir à l'ombre des arbres adultes, attendant la formation d'une trouée de lumière afin d'accélérer leur croissance. Les espèces primaires sont dépendantes d'une trouée pour se reproduire.

A l'inverse les espèces pionnières sont strictement héliophiles. Les graines ne peuvent germer qu'avec des valeurs élevées de lumière. Les plantules sont ainsi exclusivement trouvées dans les trouées.

Les espèces pionnières et les espèces primaires dépendent donc souvent de trouées pour atteindre leur maturité. Mais ces premières sont caractérisées par une croissance plus rapide. Si, de manière générale, ces espèces laissent place peu à peu aux espèces à tendance sciaphiles, ce schéma ne semble pas fonctionner avec certaines espèces introduites ((MEYER, 1994). *Aristotelia chilensis*, par exemple, aurait un comportement de type espèce pionnière, mais sa croissance et sa compétitivité sont telles, que la végétation primaire n'apparaît pas derrière elle.

Si peu de choses sont connues sur le comportement précis des pestes végétales sur l'archipel Juan Fernández, tant les conditions d'une vallée à une autre diffèrent, nous avons néanmoins pu constater que les pestes végétales, en particulier le maqui, font souvent leur première apparition au sein de trouées, engendrées par la chute d'arbres sénescents.

Notons ici, comme est en train de le mettre en évidence le botaniste Philippe Danton, que le maqui semble également réussir à régénérer à l'ombre de la forêt native. Il serait donc important qu'une vigilance régulière, avec arrachage des plantules de maqui, soit faite dans les parties de forêt primaire bien conservée.



Photo : Matthieu Fellmann

Photo 33 :

Si le maqui peut se développer à l'ombre de la forêt, il apparaît principalement au sein des trouées. Il est donc très important de contrôler en priorité ces zones.

Il est donc impératif de contrôler les trouées et l'apparition éventuelle de pestes végétales **au sein de la forêt primaire**. Les zones de forêt en bon état de conservation, bien connues des gardes du parc, devront donc être contrôlées régulièrement (*Plazoleta del Yunque, Piña, Pascua*, etc.). Pour ce faire, il sera nécessaire **qu'au moins une partie des gardes du parc soit presque tous les jours sur le terrain pour assurer une vigilance au niveau de la colonisation de nouveaux espaces** et permettre une intervention suffisamment rapide afin d'éliminer tout nouveau foyer.

Nous rappelons ici que le **contrôle par herbicide des pestes est obligatoire** (cf. Annexe 7).

Cette vigilance et ces actions menées sur le terrain par les gardes du parc sur les trouées ou sur des zones en sous bois, aura l'avantage d'être assez simple à réaliser et

permettra de stopper l'installation de ce qui sera un véritable bosquet de pestes végétales, beaucoup plus difficile à éliminer. Grâce à cela, un temps et des moyens importants seront économisés.

- Contrôle de zones très envahies : l'utilisation de la dent animale

Une fois le zorzal éliminé (et seulement après) un contrôle des zones très envahies par les espèces exotiques pourra être fait afin de diminuer les sources de graines disponibles et restaurer les écosystèmes insulaires.

Sur les zones particulièrement colonisées par la ronce et le maqui (espèces souvent jumelées), en plus des techniques de lutte présentées en annexe 7, un moyen intéressant serait l'utilisation des chèvres.

Dans le sud de la France (Forêt des Maures), les chèvres sont utilisées depuis près d'un siècle pour limiter la propagation des ronces et autres arbustes en prévenant ainsi les incendies (SUSSE et al., 2003). Les chèvres peuvent également être avantageusement complétées par des bovins et équins (ouverture mécanique du milieu).

Cette solution a le grand avantage de **s'adapter aux disponibilités de l'île**, démarche importante sur ces lieux isolés, pour mettre en place une gestion efficace dans le temps.

L'utilisation des chèvres permettra :

- De porter une pression constante sur les populations de plantes envahissantes et de limiter leur progression.
- D'aider à l'élimination définitive de ces espèces exotiques. En effet, grâce à leur action sur la ronce et les parties basses du maqui, la pénétration par l'homme sera possible et les pieds à abattre beaucoup plus visibles.

Ainsi, l'élimination des plantes envahissantes sur des zones très touchées, au moyen de chèvres, complétées éventuellement par des bovins/équins, s'organisera de la manière suivante :

1. Définition de la zone à traiter, d'environ **1 hectare** afin de ne pas mettre une trop grande surface à nue. Mise en place d'une **clôture électrique mobile**, afin d'empêcher les chèvres de sortir et les chiens de rentrer. La densité de chèvre (5/ha par exemple) sera à déterminer au bénéfice des expériences faites sur le terrain .
2. Installation des chèvres. **Chaque chèvre devra être munie d'une cloche**, au cas où celle-ci réussirait à sortir de l'enclos.
3. Une fois la zone jugée suffisamment « ouverte », l'enclos et les chèvres pourront être déplacés sur une autre zone. Pour ouvrir d'avantage le site, des bovins/équins pourront être mis sur la zone quelques temps.

Les gardes du parc procéderont au traitement du secteur pâturé (cf. technique de lutte). Les rémanents seront être brûlés dans la mesure du possible. Rappelons que sur ces terrains fortement colonisés par le maqui et la ronce, une quantité importante de graines se sont accumulées et ne tarderont pas à se développer à l'intérieur d'andains éventuellement laissés.

4. Un second passage devra être fait pour éliminer les rejets ou repousse de ronces ou maquis nouvellement sortis.
5. Les gardes du parc procéderont à la plantation d'espèces indigènes sur la zone traitée. Rappelons que, de par la surexploitation passée, ces secteurs sont aujourd'hui très altérés. Un échelonnage de plantations ou un dosage précis entre plantes herbacées, arbustives et arborescentes sera nécessaire pour assurer une bonne reprise de la végétation. Ces espèces à planter seront définies par la CONAF en collaboration avec Philippe Danton.
6. Il sera naturellement important de suivre les plantations. Les éventuelles nouvelles plantules de ronces ou de maqui seront traités.

L'utilisation des chèvres, pour le contrôle de la ronce et du maqui, par la CONAF devrait avoir des résultats très positifs à des coûts limités. Cette technique, jamais utilisée jusqu'alors, constitue pour nous une étape importante dans le contrôle des plantes invasives sur l'île Robison Crusoé.

2. Gestion du peuplement forestier exotique

Il y a encore 10 ans, la préoccupation était le maintien du peuplement forestier exotique et la limitation de son exploitation par la population (ALAN, MITCHELL, 1994). Or, l'exploitation du peuplement forestier exotique semble aujourd'hui avoir diminué avec des conditions de vie qui ont changé : utilisation quasi générale du gaz par les habitants pour se chauffer et cuisiner ; approvisionnement depuis le continent en bois d'œuvre, etc. De plus, 10 ans après, le peuplement forestier exotique a colonisé d'avantage d'espaces à l'intérieur comme à l'extérieur de la zone urbaine, entrant profondément à l'intérieur du parc.

Ainsi, la problématique aujourd'hui est différente : comment contrôler l'expansion des espèces du peuplement forestier exotique à l'intérieur du Parc National, tout en répondant au besoin de la population et en maintenant son rôle de protection des sols à proximité du village ?

a. Gestion à l'extérieur du Parc national

- Travailler en faveur du pin (conversion)

Eucalyptus globulus, est l'espèce qui compose la majorité du peuplement forestier exotique aujourd'hui. Espèce très compétitive à fort pouvoir de dissémination, elle est peu consommée par les insulaires. A l'inverse, *Pinus radiata*, principale espèce utilisée par la population couvre une surface assez faible.

Dans les zones à *Eucalyptus* et *Cyprès* où la régénération naturelle de *Pinus radiata* sera présente, on veillera à exploiter au fur et à mesure les arbres adultes présents afin de laisser peu à peu la place au pin. Un dégagement des semis devra éventuellement être fait, en supprimant la régénération d'*Eucalyptus* ou de *Cyprès*. La définition de ces zones de « conversion » devra être faite.

Nous préconisons de travailler en faveur du Pin pour plusieurs raisons :

- c'est l'espèce la plus consommée par la population : cela répondra donc à une demande et une forme de contrôle à travers cette consommation sera faite.
- les conditions de l'île, en particulier les sols peu profonds, ne semblent pas permettre à l'espèce de se répandre rapidement et en grande quantité vers l'intérieur du parc.

- en tant que résineux, l'espèce ne régénérant pas sur souche, le pin à l'intérêt de ne pas nécessiter de traitement chimique une fois abattu, ce qui simplifie donc le traitement des individus à l'intérieur du parc.

Remarque : Nous tenons à souligner que si *Pinus radiata* pourra être favorisée sur certains secteurs, il serait grandement souhaitable que *Pinus pinaster*, connu pour son potentiel envahissant, soit, à l'inverse, **éliminer**.

Quelques zones de conversions ont pu être définies lors du projet hollandais (ANDRADE et al. 1999) :

Secteur	Espèce dominante actuelle	Action à envisager
<i>La mona grande</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Conversion <i>Pinus radiata</i>
<i>El tope</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Conversion <i>Pinus radiata</i>
<i>La mona chica</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Conversion <i>Pinus radiata</i>
<i>Cordon central</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Conversion <i>Pinus radiata</i>
<i>El colorado</i>	Eucalyptus à faible densité	Plantation de <i>Pinus radiata</i>

Source : Andrade et al., 1999

Il serait intéressant qu'à présent des mesures de gestion précises soient définies dans le cadre d'un plan de gestion du peuplement forestier exotique.

- Abattage des gros Eucalyptus

Ces arbres doivent être abattus en priorité dans les zones où les dessertes permettent leur exploitation. Une source de graines importante sera ainsi enlevée. Il sera important de bien veiller à traiter les souches.

- Choix d'une espèce de Cyprès

Actuellement trois espèces de Cyprès sont présentes sur l'archipel. Celles-ci n'ont pas le même port, la même branchaison et n'ont donc pas le même intérêt à être produites sur l'île. Il serait intéressant de ne garder qu'une seule espèce de Cyprès afin de limiter le nombre d'espèces potentiellement envahissantes. Cette espèce de Cyprès devra présenter le plus grand intérêt pour les habitants (quantité de bois, peu de branches basses, etc.) pour qu'il soit utilisé et ainsi contrôlé. Le potentiel invasif de l'espèce devra être pris en compte, en sachant que le genre *Cupressus* regroupe souvent des espèces pionnières colonisant rapidement les milieux mis à nus.

Lors du projet hollandais, *Cupressus macnabiana* a été retenu. Ce choix peut être discutable, l'espèce étant assez petite (peu de bois) et très branchue dès la base.

Il est important que la CONAF et ses partenaires mènent une réflexion pour définir une espèce unique de Cyprès bien adaptée à la situation de l'île. Cette espèce sera naturellement cantonnée au secteur réservé pour le peuplement forestier exotique.

- Elagage des Cyprès

La forte branchaison basse du Cyprès fait que de nombreux sujets ne sont pas utilisés. Ces Cyprès poussent ainsi librement et sont sources des nombreuses populations qui colonisent aujourd'hui l'intérieur du parc.

Afin de mieux utiliser la ressource en bois, un élagage des jeunes plants devrait être fait, afin d'assurer leur utilisation future.

Cependant, l'organisation actuelle de l'exploitation de la ressource bois sur l'île rend difficile ce genre d'action. En effet, la personne élaguant quelques arbres n'est pas sûre de

profiter de ses efforts. La CONAF, en collaboration avec la population, doit donc définir une organisation pour assurer la mise en valeur du peuplement forestier exotique et son exploitation raisonnée.

- Augmenter la demande en bois

• Bois de chauffage

Une des utilisations du peuplement forestier exotique, en particulier en ce qui concerne l'Eucalyptus, était la production de bois de chauffage. Mais aujourd'hui, le bois a laissé place au gaz. Ainsi, les sujets de plus de 50-60 cm, n'ont aucun débouché et sont généralement laissés, constituant une source de graines.

La faible consommation en bois de chauffage ne permet donc pas un contrôle suffisant du peuplement forestier exotique. Cependant l'équipement en chauffage au bois des écoles du village et du gymnase permettrait de trouver une utilisation d'une partie de ces gros bois et des nombreux rémanents. De plus, cette solution assurerait un chauffage à des coûts raisonnables.

• Bois d'œuvre

Bien que la matière première soit disponible, une part importante du bois d'œuvre (charpente, plancher, etc.), principalement *Pinus radiata*, est acheté sur le continent, faute de matériel adapté à l'exploitation des arbres sur l'île. Cela représente un coût supplémentaire pour la population et un contrôle moindre sur le peuplement forestier exotique.

Il serait important que la CONAF-Juan Fernández dispose d'un matériel approprié pour débiter soit en bois de chauffage (Eucalyptus) soit en planche (Pins) des arbres de 70 à 80 cm de diamètre pour ainsi augmenter l'utilisation du bois et le rendement de l'exploitation sur l'île.

- Gestion : une exploitation à orienter

L'organisation de l'exploitation du peuplement exotique rend difficile la mise en place d'une gestion précise et contrôlée. En effet, les habitants, après demande à la CONAF, abattent les arbres dont ils ont besoin, choisissant généralement le lieu et le diamètre de l'arbre. Ainsi, ce sont surtout les parties proches du village qui sont exploitées et les arbres de petits et moyens diamètres. Cette exploitation très individuelle rend difficile la mise en place d'une gestion globale. De plus, les moyens (câble, tracteur, tronçonneuse) font souvent défaut, ce qui réduit les possibilités d'exploitation.

S'il semble très difficile d'obliger les gens à exploiter des secteurs et surtout des diamètres précis il serait cependant possible de les orienter. En effet, si la CONAF-Juan Fernández possédait au moins une scie circulaire mobile, elle pourrait la mettre à disposition des habitants sous certaines conditions : exploitation de zones de conversion, d'Eucalyptus de gros diamètre, etc. Chacun y trouverait là un avantage puisque la CONAF pourrait mieux orienter la gestion et les habitants pourraient débiter du bois plus facilement.

Il est donc souhaitable que la CONAF-Juan Fernández soit dotée de matériel pour mettre en place une gestion du peuplement forestier exotique en concertation avec les habitants.

- La définition d'un plan de gestion

Un plan de gestion du peuplement forestier exotique serait très bénéfique pour la préservation de l'île. Il permettrait de définir les objectifs de chaque zone (production de gros

bois de Pins, bois moyen d'Eucalyptus, etc.), les actions à mener sur 10 ans (conversion, dégagement, abattage des gros bois, etc.).

Le but de ce plan de gestion, ne serait naturellement pas d'être aussi précis que dans le cas de forêts de production, mais d'organiser géographiquement l'utilisation du peuplement forestier exotique et d'orienter l'exploitation (exploitation dans des zones en conversion par exemple) intégrant la demande de la population et la préservation environnementale. Il devrait également amener une vraie réflexion sur le risque d'incendie, très important dans la baie de Cumberland.

b. Gestion à l'intérieur du parc

En plus de nous être intéressé aux orientations de gestion du peuplement forestier exotique et à l'importance de la mise en place d'un plan de gestion, nous avons également réfléchi sur le contrôle de ces espèces à l'intérieur du parc, en vue de la protection des écosystèmes natifs insulaires.

Sous forme d'individus ou de petits peuplements, les espèces du peuplement forestier exotique colonisent peu à peu de nombreux secteurs à l'intérieur du parc.

Leur traitement pourra se faire soit :

- Par annélation.

Cette action consiste à écorcer l'arbre à sa base afin de provoquer sa mort.

Un panneau stipulant le danger de chutes de branches devra éventuellement être placé près des zones traitées.

Cette technique, a plusieurs intérêts :

- Elle est plus facile à réaliser que l'abattage complet et le débitage grossier de l'arbre.
- Elle n'entraîne pas l'accumulation brutale de matières organiques au sol, favorable aux incendies.

- Par abattage et traitement des souches



Photo : Matthieu Fellmann

Le traitement des souches est impératif. A titre d'exemple, le bosquet d'Eucalyptus à *Salsipuedes* avait été abattu il y a moins de deux ans. Aucune souche n'ayant été traitée, tout le travail a du être fait de nouveau cette année. Cette fois, les souches furent traitées.

Photos 34 : Le bosquet d'Eucalyptus à *Salsipuedes* (intérieur du PN) avait déjà été coupé il y a moins de 2 ans mais sans traitement des souches. Cette année, nous les avons traitées (photo de droite) avec le garde du parc Ramón Schiller.



Photo : Matthieu Fellmann

Rappelons que lorsque cela sera possible (*plazoleta del Yunque*), **les rémanents seront brûlés** pour ne pas favoriser l'installation d'autres plantes envahissantes telles que *Rubus ulmifolius* ou constituer un abris supplémentaire pour les rats.

Ces actions sont détaillées dans la fiche sur les technique de lutte contre les plantes envahissantes de île Robinson Crusocé, annexe 7.

Encore une fois, il s'agira de hiérarchiser les interventions en fonction :

- du stade de colonisation de ces espèces exotiques : les « taches » les plus récentes à l'intérieur du parc seront abattues en priorité, pour limiter toute progression.
- de la végétation indigène présente : le bosquet d'Eucalyptus de *Salsipuedes* (abattu cet été), au coté de *Libertia Chilensis*, et le bosquet au dessus de *Ravanal* où toute végétation a disparu, ne présentent en effet pas la même urgence.
- si le site est fréquenté ou non pas les touristes : en effet, il est incohérent que des sentiers ou des zones de pique-nique soient bordés par des espèces exotiques (*Plazoleta del Yunque* avec Cyprès, Eucalyptus, Chêne, etc.) alors que la richesse principale de l'île est sa flore unique. Ces zones touristiques devront donc être traitées et la flore indigène mise en valeur pour la sensibilisation du grand public.

Il est donc important que la CONAF puisse mener une gestion très réactive et intervenir dès l'apparition de nouveaux plants d'Eucalyptus, de Cyprès ou de Pins. Il n'est pas souhaitable d'attendre que ceux là forment un petit peuplement mature avant d'agir.

3. Mise en place d'échanges avec d'autres gestionnaires d'île

Au vu des nombreux problèmes de l'archipel Juan Fernández et de leur diversité, la CONAF, gestionnaire d'espaces et non spécialiste de l'élimination du lapin ou de la ronce, ne pourra gérer seule ces problèmes.

Ainsi, des échanges doivent être mis en place avec d'autres gestionnaires d'îles océaniques, travaillant sur les mêmes problématiques.

Par exemple, des échanges avec l'un des responsables en charge de l'élimination de *Rubus ulmifolius* en Australie (Mr Bruzzese), la personne ayant coordonné l'élimination du lapin sur l'île de Madère ou le responsable de la biosécurité au Galápagos pourrait être très enrichissant.

L'UICN a également lancé depuis 2001 un réseau entre gestionnaires d'îles touchées par le problème des espèces invasives (<http://www.issg.org/>). Le but est l'échange de savoir et la coopération. L'UICN représente donc un partenaire potentiel très intéressant pour la CONAF et ses partenaires.

La venue de spécialistes sur divers problématiques serait donc très bénéfique pour la CONAF, afin de profiter de leur expérience et de définir des actions adaptées aux problèmes de l'archipel Juan Fernández.

4. Sensibilisation

Il est important qu'une démarche de sensibilisation sur le long terme, accompagne les différentes actions qui seront menées par la CONAF.

Cette sensibilisation concernera principalement :

➤ La population

La sensibilisation de la population, garante d'une prise de conscience sur le long terme de l'importance de protéger l'île et de la réussite des actions menées par la CONAF, doit être accentuée.

Actuellement cette sensibilisation est principalement réalisée par les scientifiques extérieurs venant sur l'île. Il est important que la CONAF, s'investisse également dans ce domaine en tant que gestionnaire de l'île. De plus, cette sensibilisation permettrait un rapprochement entre la CONAF et la population.

La sensibilisation de la population pourrait se faire à travers :

- Des présentations sur des thèmes ayant trait à l'île (biodiversité végétale) ou sur des actions menées par la CONAF (élimination du lapin sur Santa Clara et retour de la flore). Ces exposés seraient fait par les gardes du parc au niveau de la maison de la culture. trois à quatre exposés par an, qui pourraient se faire en collaboration avec un scientifique avec qui la CONAF a travaillé, seraient suffisants.

- L'école du village

La sensibilisation des enfants nécessite souvent une approche et une formation particulière (jeux ludiques, etc.), que n'ont pas les gardes, ce qui les décourage souvent à s'investir d'avantage au niveau des écoles. Pourtant, la transmission de la connaissance des gardes du parc au niveau de la flore et de la faune de l'île serait d'un grand apport.

Les gardes du parc ne doivent pas chercher à créer l'animation mais travailler en collaboration avec les instituteurs de l'école, qui eux concevront l'animation à l'intérieur de laquelle le garde du parc aura son rôle à jouer en fonction de ses connaissances propres.

- Des journées à thème

La sensibilisation ludique des enfants, et de la population en générale, pourrait se faire au travers d'un ou deux jours à thème chaque année. L'objectif des ces journées serait une sensibilisation sur un sujet global de préservation de l'environnement : les thèmes pouvant aller du compost dans les jardin, à la protection du Colibri ou à l'élimination de plantes envahissantes d'une zone etc.

Actuellement, quelques actions similaires sont réalisées, encore une fois par des personnes extérieures travaillant généralement pour des fondations. Ces personnes sont toujours aidées techniquement par la CONAF. En revanche cette dernière n'est pas présente lors de ces journées à thème auprès de la population, ce qui ne met pas en valeur son travail. La participation d'au moins un garde lors de ces actions serait donc à privilégier.

- La création d'un journal

Si des exposés et des journées à thèmes sont intéressantes, elles touchent souvent les mêmes personnes (femmes, rarement les pêcheurs, etc.). Afin de toucher un maximum d'habitants, un outil de sensibilisation et d'information proche de la population tel qu'un journal pourrait être mis en place par la CONAF. Il pourrait être publié tous les mois durant l'été (lors de la présence de la majorité des chercheurs) et tous les deux à trois mois le reste de l'année. Ce journal rassemblerait des articles sur différents sujets. Les scientifiques, les stagiaires pourraient présenter leur travail, leurs résultats ; des thèmes précis pourraient être abordés -

flore de l'île, l'endémisme, recyclage, etc.- et les listes d'espèces à ne pas introduire diffusées. Les principales actions menées par la CONAF sur cette période pourraient également être présentées. La rédaction des articles serait donc réalisée par un maximum de personnes (scientifiques, stagiaires, gardes du parc, habitants), la CONAF se chargeant de centraliser ces articles et mettre en forme le journal.

Un tel support est très intéressant car il permet d'aborder une large gamme de thèmes dans un même journal et laisse plus de temps à la personne pour s'informer (au moins un mois pour lire ce journal).

Un partenariat pour l'impression pourrait éventuellement être fait avec la municipalité, la maison de la culture.

➤ Les touristes

Chaque année, environ 2500-3000 touristes viennent sur l'île Robinson Crusocé. Si ce chiffre reste modeste, il est cependant intéressant de sensibiliser ce public. Des panneaux d'explication sur la richesse de l'île (flore, avifaune, etc.) devraient être installés sur les secteurs les plus visités.

Rappelons également qu'une part importante de ces touristes sont étrangers : les panneaux devraient donc au moins être traduits en anglais, ce qui n'est pas le cas actuellement.

Le projet de jardin botanique participera à cette sensibilisation de la population et des touristes.

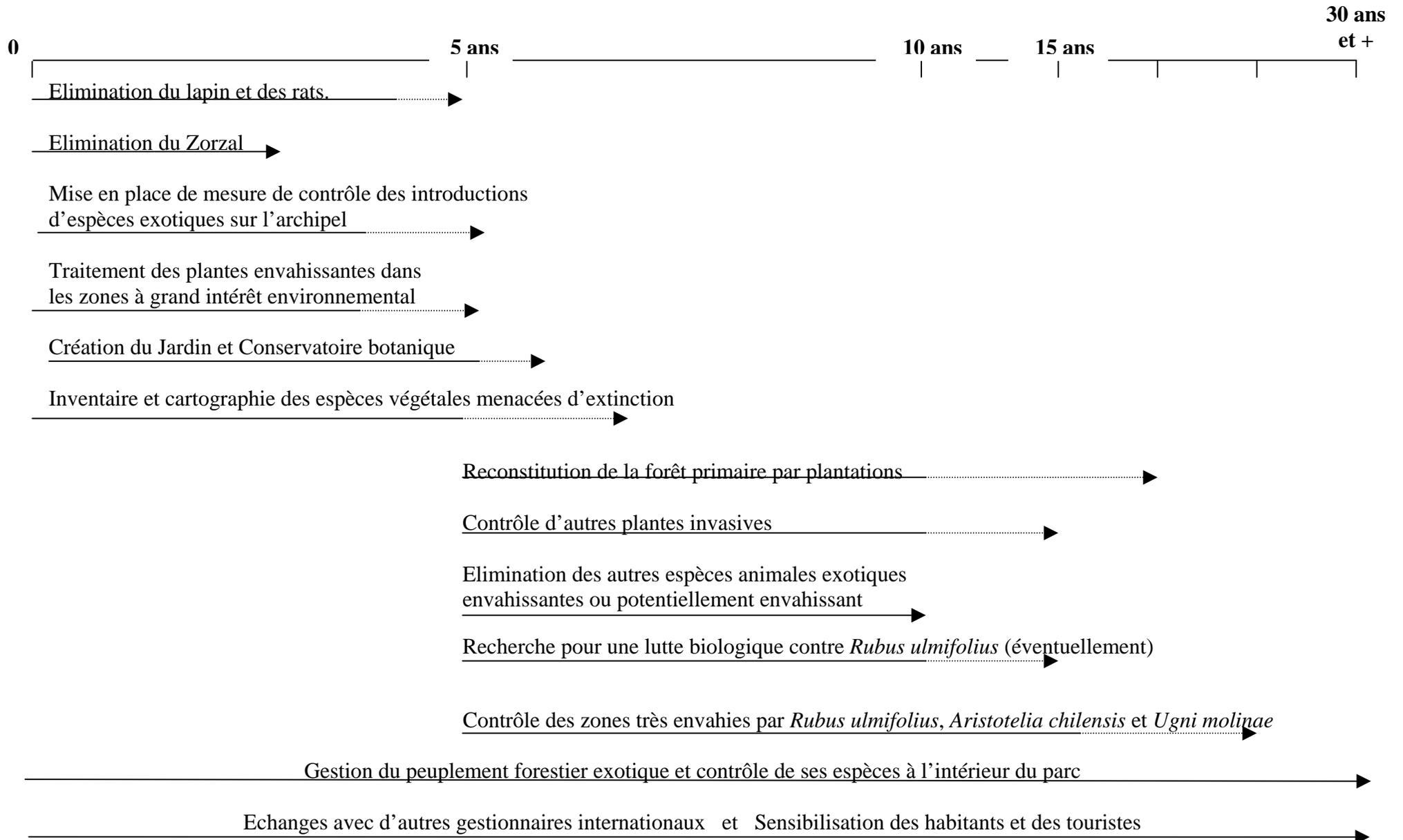
D. Schéma récapitulatif

Si rien n'est fait dans les années à venir, la dégradation de l'île Robinson Crusocé va s'accélérer, avec l'introduction de nouvelles espèces et la poursuite de l'érosion des sols. Un point de « non retour » risque d'être atteint...

En revanche, si la CONAF prend en main un plan d'action, un pas vers la restauration de la flore de l'île Robinson Crusocé aura été fait. En 10 ans, nous pensons que les résultats seront déjà très visibles (élimination de pestes animales, limitation des plantes envahissantes, retour de la régénération, possibilité de reconstituer une partie de la forêt primaire par plantation...).

Nous résumons la chronologie des mesures dans le schéma suivant :

...Stratégie de contrôle vis-à-vis des espèces envahissantes sur l'Île Robinson Crusocé



Partie 3 : Discussion

I. Discussion

A. L'île Robinson Crusoé : un exemple mondial de restauration d'île océanique

Les espèces de nombreuses îles océaniques sont aujourd'hui menacées partout dans le monde. Aussi, les Etats et différents organismes internationaux s'intéressent de plus en plus à la problématique qui affecte ces « hot spots » de la biodiversité mondiale.

Dans ce contexte, l'île Robinson Crusoé pourrait devenir un exemple de restauration et de sauvegarde des îles océaniques. En effet, cette île a de nombreux avantages pour le lancement de projets de restauration :

- Le nom de Robinson Crusoé, connu de tous, pourra être le symbole du sauvetage d'une île où les richesses biologiques ont permis un jour à un marin de rester quatre ans et quatre mois au milieu de l'océan Pacifique. Il est aujourd'hui l'un des symboles d'une vie avec la nature sauvage.
- Si la majorité des espèces endémiques de l'île est en grand danger d'extinction, la plupart sont encore présentes in situ. Dans beaucoup d'autres îles (Madagascar, Hawaii, etc.) le nombre d'espèces disparues est beaucoup plus important et rend quasi impossible leur retour. C'est donc une chance à saisir, et cela dans les meilleurs délais puisqu'en un an, deux espèces ont probablement disparues de l'île (*Nothantera heterophylla* et *Robinsonia berteroi*).
- La petite taille de la population (environ 700 habitants et 2500-3000 touristes par an) permettra une sensibilisation assez facile de la majorité des personnes, sous différentes formes et lieux (maison de la culture, école, radio, centre d'information de la CONAF, etc.).
- Un conflit d'intérêt apparaît parfois entre les gestionnaires et la population qui tire profit de certaines plantes envahissantes, telles que le Goyavier.
Sur l'île Robinson Crusoé, il y a peu de conflits vis-à-vis des espèces envahissantes voire au contraire : toute la population souhaite éliminer la ronce. Le sujet le plus sensible risque d'être les éliminations du lapin et de la murtille mais un dialogue avec la population est largement possible et souhaitable.
- Enfin, portées par une volonté forte, des objectifs précis et des moyens financiers adaptés, des actions concrètes sur le terrain peuvent avoir rapidement des résultats positifs, vu la petite taille de l'île Robinson Crusoé (moins de 5000 ha).
Remarquons que sur l'île de la Réunion, l'Office National des Forêts a mené des opérations de restauration écologique sur plus de 100 000 ha (principalement après des incendies et des travaux de lutte contre les espèces végétales envahissantes) (Atelier de travail Régional COI, 2003). Si les moyens sont différents, cela montre bien qu'agir sur 5000 ha est largement faisable. Au Galápagos, *Cedrela odorata*, plante originaire du Mexique jusqu'au Nord de l'Amérique du sud, occupe aujourd'hui plus de 14 000 ha sur l'île Santa Cruz, (FAO, 1993), soit près du triple de la surface de l'île Robinson Crusoé.

Bien que l'envahissement de certaines espèces devienne très préoccupant, la petite taille de l'île Robinson Crusoe permet donc de garder espoir.

B. Les projets passés et futurs

En 1997, l'ambassade des Pays-Bas a ratifié avec la CONAF un projet de « Conservation, Restauration et Développement de l'archipel Juan Fernández ». L'ambassade a apporté 2 millions de dollars sur 5 ans.

Cependant, le projet a échoué. En plus du manque de connaissances sur le contexte local et la nature des problèmes, l'un des gros défauts de ce projet fut le trop grand nombre d'objectifs. Jusqu'à 16 sous projets furent menés, de la lutte contre les plantes envahissantes, au développement de la situation des femmes en passant par la gestion de la langouste.

De plus, un contrôle par de nombreux compte rendus d'actions, a fortement alourdi le travail sans en améliorer la qualité. Malgré sa motivation pour continuer, l'ambassade des Pays-Bas a arrêté le projet fin 2003.

La situation de l'île étant à présent mieux connue, il est important que les futurs projets portent sur un nombre limité d'objectifs (cinq à six), avec une obligation de résultat. Rappelons qu'il n'est pas possible de résoudre, au moins sur le court terme, tous les problèmes de l'île dans tous les domaines (social, écosystèmes terrestres, ressources halieutiques, etc.). **Il est important que la CONAF et ses partenaires s'appuient sur les structures existantes** pour cela : municipalité de San Juan Bautista et sa cellule en charge des projets sociaux, syndicat des pêcheurs ou fondations de protection des océans, etc.

Un éventuel futur projet de conservation des écosystèmes de l'île devra donc cibler précisément les objectifs (présentés dans ce rapport) et chercher les fonds nécessaires pour réaliser ces priorités.

En terme de financements, le plus efficace serait qu'une fondation cherche et gère les fonds internationaux, apportés en complément de ceux de la CONAF. Cette (ou ces) fondations devront être en permanence en relation avec la Corporation afin de définir ensemble les actions à mener sur l'année pour atteindre les objectifs fixés.

C. La place centrale de la CONAF à renforcer

Aujourd'hui, par manque de plan de gestion sur le long terme et de moyens financiers, la plupart des actions sur l'archipel sont menées par des scientifiques externes à la CONAF. Malheureusement, les priorités de recherches des scientifiques ne sont pas forcément les mêmes que celles de la CONAF, car souvent dépendent de financeurs extérieurs. Suivre les recommandations de ces chercheurs peut entraîner la perte de toute cohérence dans la gestion du Parc National, principalement par les oppositions en terme de priorités.

1. Orientation des recherches

Il est urgent que la CONAF fixe, en collaboration avec des spécialistes de l'archipel (Peter Hodum, Philippe Danton, etc.) les priorités de gestion et de restauration des milieux et/ou d'espèces précises, suivant une stratégie de restauration sur le long terme.

La CONAF **doit décider sur quel domaine elle souhaite travailler** (élimination du lapin et des rats, élimination au moins temporaire du zorzal, etc.) et ainsi **sélectionner les**

recherches à soutenir. Si chaque travail de recherche a toujours un intérêt en soi, le nombre limité de personnel oblige à une hiérarchisation de ceux-ci.

De plus, il serait intéressant que l'orientation des recherches et autres travaux effectués par des personnes extérieures soit précisée par la CONAF et ses partenaires (experts, fondations, etc.). Ceci permettra à tout les partenaires de savoir quelles études ont déjà été faites ou qu'elles études sont en cours, afin de ne pas répéter plusieurs fois le même travail, ce qui est parfois le cas sur l'archipel.

2. La CONAF, porteur de projets

Il est urgent que la CONAF, responsable de la gestion et de la protection du Parc National de l'archipel Juan Fernández, **soit à la base du lancement de nouveaux projets de restauration de l'archipel.** Si elle a besoin d'une aide technique et financière pour résoudre tous les problèmes que connaît l'île Robinson Crusoé, elle doit dans un premier temps définir clairement ses objectifs de protection et présenter des demandes d'aides pour leur réalisation.

Il est important que la demande d'actions vienne de la CONAF (et éventuellement de la municipalité) pour s'assurer d'une vraie motivation et d'un réel suivi des mesures.

A l'heure où l'île Robinson Crusoé est à une étape charnière, avec la disparition probable de nombreuses espèces à l'horizon, il est grandement souhaitable que la CONAF se fixe des objectifs clairs et se donne les moyens d'y parvenir : recherches d'aides, présence accrue des gardes du parc sur le terrain, coopération avec les structures locales, etc.

3. La valorisation des gardes du parc

La base de la gestion du Parc national de Juan Fernández repose principalement sur l'équipe de gardes du parc. En effet, sur les 11 personnes de la CONAF-Juan Fernández, 9 sont des gardes du parc .

Divers points semblent importants afin d'améliorer l'efficacité du travail des gardes, en particulier leur formation.

- La formation des gardes du parc

Comme le remarquent MEYER et FLORENCE (1996), les invasions d'espèces exotiques peuvent être facilitées par les perturbations humaines, comme c'est le cas sur l'île Robinson Crusoé, mais aussi par manque de conscience de la part du grand public. La CONAF doit continuer et intensifier cette sensibilisation vis-à-vis du danger que les pestes végétales (cf. brochure annexe 8) et animales représentent. Cette sensibilisation pourrait permettre également à la population de mieux comprendre les actions de la CONAF.

De plus, actuellement, la CONAF, afin d'avoir l'appui de la population, travaille principalement à proximité du village, où ses actions peuvent être perçues. Or, la principale richesse et menace se trouvent sur les divers sommets de l'île, loin du regard des habitants. Le travail sur ces zones étant prioritaires, une des solutions pour garder ce contact avec la population, serait la présentation par un garde du parc des différentes actions menées par la CONAF. Ces présentations permettront de rapprocher la CONAF de la population et d'installer une certaine transparence, évitant tout préjugé de la part de la population.

Mais pour cela, les gardes du parc ont besoin d'une formation sur les techniques de communication et l'utilisation de programmes tel que Powerpoint. Nous avons commencé la

constitution d'un herbier électronique de la flore de l'île. Il sera mis à disposition des gardes du parc , pour servir à ces présentations futures.

Si ceci n'est qu'un exemple, rappelons que la formation est un point très important pour améliorer l'efficacité de la gestion et donner une opportunité au personnel, souvent demandeur, de se perfectionner dans un domaine.

4. Le rôle des gardes du parc est à clarifier

L'effet d'insularité oblige souvent la CONAF à utiliser son personnel pour des missions qui ne sont normalement pas les leurs. Il est fréquent, par exemple, de voir des gardes du parc passer la majeure partie de leur temps à réparer le moteur de la voiture, du bateau ou encore de restaurer les bâtiments de la CONAF et ce au détriment de leur rôle de **contrôle**, de **gestion** du parc et de **sensibilisation** de la population.

Cette partie de maintenance du matériel de la CONAF prend trop d'importance sur le temps de travail des gardes du parc . Il serait préférable que la CONAF embauche, sous contrat, une ou deux personnes spécialement en charge de cette maintenance, pour disposer de l'ensemble des gardes du parc , fonctionnaires et donc limités en nombre, afin qu'ils puissent remplir les réelles missions qui leurs incombent.

D. Des signes d'espoir

De nombreux efforts vont être nécessaires pour améliorer la situation de l'île Robinson Crusoe et mettre hors de danger ses espèces endémiques. Cependant le travail commencé par la CONAF et certains scientifiques semble porter ses fruits. S'il y a encore 10 ans, lors de la fête pour le marquage des bêtes, où toute la population se retrouve au milieu de l'île, les sols terminaient jonchés de détritits, aujourd'hui, les gens ramassent d'eux-mêmes leurs déchets.

Il semble également que les jeunes générations prennent conscience de l'importance de baisser le cheptel bovin pour améliorer sa qualité grâce au retour d'une végétation plus dense.

Gageons, que des projets portés par la CONAF verront le jour afin de provoquer cette dynamique de changement, indispensable à la sauvegarde de la biodiversité de l'île.

Conclusion

De nombreux écosystèmes et espèces de l'île Robinson Crusoé sont aujourd'hui voués à disparaître si aucune mesure n'est prise à court terme. Les pressions passées et actuelles acculent, chaque jour un peu plus, la forêt primaire sur des surfaces réduites : elle est prise en tenaille entre les plantes envahissantes et les dents des lapins et des rats.

La première étape avant tout projet de restauration, est la réalisation d'un état des lieux de la situation et la définition des actions à mener en hiérarchisant les priorités en fonction des menaces. C'est ce que nous avons tenté de réaliser dans ce travail : en nous appuyant sur nos observations de terrain avec les gardes du parc et les différentes études déjà réalisées. Nous avons ainsi proposé une stratégie sur le court, moyen et long terme pour enrayer l'envahissement par les espèces exotiques.

La CONAF, gestionnaire du Parc National, pourra si elle le désire s'appuyer sur ce document pour orienter ses actions de contrôle sur les espèces envahissantes, dans une démarche globale de restauration des écosystèmes sur le long terme. La Corporation pourra orienter les recherches en fonction de ces priorités d'actions et développer des coopérations pour les réaliser.

Nous souhaitons sincèrement que la CONAF, saura porter des projets afin de préserver durablement l'île Robinson Crusoé, véritable joyau de la biodiversité. Pour que ce point de non retour, que craignait déjà Skottsberg - « on ne peut arriver qu'à la seule conclusion que les îles (Juan Fernández) ont subi un lourd préjudice, avec déjà une perte irréparable pour le monde scientifique » - ne soit jamais atteint.

Mais la CONAF trouvera-t-elle les moyens humains, techniques et financiers pour y parvenir ?

Nous l'espérons sincèrement, pour que les générations futures d'insulaires et de continentaux puissent connaître ce témoin unique de la diversité de la vie et sa capacité d'évolution, qu'est l'île Robinson Crusoé.

Références bibliographiques

ALAN, F., MITCHELL, A., 1994. *Diagnostico sobre el manejo del bosque aloctono en la isla île Robinson Crusoé, su uso e impacto ambiental.* Informe de practica profesional, Universidad playa ancha de ciencias de la educacion, 23p.

ANDRADE et al., 1999. *Practica profesional Parque nacional Archipelago de Juan Fernández.* Universidad mayor, 32 p.

ATELIER DE TRAVAIL REGIONAL COI, 2003. *Lutte contre les espèces exotiques envahissantes et restauration des écosystèmes terrestres dans les îles du Sud Ouest de L'Océan Indien.* Synthèse et Recommandations, 33p.

BIADI, F., 1994. *Le lapin de garenne.* Ed. ONCFS, 40 p.

BINKLEY, D., RYAN, M. G., STAPE, J. L., 2003. Eucalyptus production and the supply, use and the efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. *Forest Ecology and management*, 17p.

BORDEU et al., 1992. *Propuesta para la conservacion y recuperacion del patrimonio natural del archipelago de Juan Fernández.* CONAF, 14 p.

BOUCHAFRA A., 1982. *Contribution à l'étude de la productivité et du comportement de Pinus radiata dans la region de Chaouen.* Memoire 3^{ème} cycle Agronomie, Institut agronomique et veterinaire Hassan II, p 1-11.

CALDERON SANCHEZ, M., C., 1999. *Analisis alometrico de carcavas : antecedentes para la modelacion y el diseno de estructuras de conservacion.* Universidad de chile, 116 p. .

CASTILLA, J.C. 1987. *Islas oceanicas chilenas : conocimiento científico y necesidades de investigaciones.* Ed. J. C. Castilla y Univ. Cato. De Chile, Santiago, 353 p.

CHAPUIS, FRENOT, LEBOUVIER, 2003. Recovery of native plant communities after eradication of rabbits from the subantartic Kerguelen Islands, and influence of climate change. *Biological Conservation*, n° 117, p. 167-179.

CLOUT, M., 1998. Et voici l'Homogocène... *Planète conservation*, numéro double n°4/97-n°1/98, p. 3.

CONAF, 1985. *Primer analisis de los resultados de la aplicacion de in procedimiento de control del connejo en Juan Fernández,* 20 p.

CONAF, 1988. *Informe anual del proyecto conservacion del picaflor de Juan Fernández, Sephanoides fernandensis.* 67 p.

CONAF, EMBAJADA REAL DE LOS PAISES BAJOS, 2001. Proyecto conservacion, restauracion y desarrollo del archipelago Juan Fernández. Informe Tecnico, Operativo y Financiero, segundo semestre Ano 4, 38p.

CONAF, WWF-USA, 1992. *Programa de conservacion y recuperacion de plantas amenazadas de Juan Fernández.* 45 p. .

CONAF, 1995 . *Proyecto Conservation, Restauracion y desarrollo del archipelago de Juan Fernández.* Postulacion a fondos de cooperación internacional del gobierno de los países bajos, env. 200 p.

CUEVAS, H., J., 2002. *Lluvia de semillas en los bosques de la isla île Robinson Crusoé.* CONAF-Gobierno países bajos, Informe tecnico 32, 25p.

DANTON, P., 2002. Aperçu de la faune de l'archipel Juan Fernández, au Chili. *Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon*, Tome 71, Fascicule 9, p. 335-354.

DANTON, P., 2004. *Plantas silvestres de la isla île Robinson Crusoé.* Embajada Real de los Países Bajos – CONAF, 194 p.

DANTON, P., BRETEAU, E., BAFFRAY, M., 1999. *Les îles de Robinsons : trésor vivant des mers du sud, entre légende et réalité.* Nathan, 143 p. .

DANTON, P., PERRIER, C., BOUDRIE, M ; 2003. Quelques généralités sur l'archipel Juan Fernández, Chili. *J. Bot. Soc. Bot. France*, n°24, p. 5-15.

DANTON, P., PERRIER, C., 2004. Liste de la flore vasculaire de l'île Robinson Crusoé, archipel Juan Fernández, Chili. *J. Bot. Soc. Bot. France*, n°24, p. 67-78.

DASKAM, T., ROTTMANN, J., 1984. Aves de Chile. Coll. Apuntes, Publicaciones Lo Castillo S.A, 56 p.

DIAZ-MUNOZ, H., 2004 (en cours de publication). *Censo y estimacion total de la poblacion de lobo fino de Juan Fernández (Arctocephalus philippii) en Isla Alejandro Selkirk, Sector Loberia Vieja.* Sociedad Planeta Vivo, 21p.

FAO, 1993. Serios problemas causan las plantas introducidas en Galapagos. Flora y fauna y areas silvestres, FAO America latina y caribe.

FAO, PNUMA, 1994. *Manejo de reservas de la biosfera en America latina.* 115p.

GALLIMARD, 2003. *Le grand guide du Chili.* Bibliothèque du voyageur, nouvelle édition, 372 p.

HAHN, T., 2002. *Comparative investigations of the avifauna and ecology of the Juan Fernández Islands, Chile.* Recherche report, 77 p.

HOFFMANN, A. J., MARTICORENA, C., 1987. La vegetacion de las islas oceanicas chilenas, p. 127-165. In. *Islas oceanicas chilenas : conocimiento científico y necesidades de investigaciones.* Ed. J. C. Castilla y Univ. Cato. De Chile, Santiago, 353 p.

HOFFMANN, A., 1998. *Flora silvestre de Chile - Zona central.* Ediciones fundacion Claudio Gay, 254p.

HONEYMAN, P., 2003. *Factores bioticos asociados a la regeneracion del bosque de Juan Fernández.* Informe preliminar, CONAF, 23 p.

- IUCN, 1986.** 16th session of the general assembly of IUCN. Madrid, série n. 4, vol. 1.
- JOHOW, F., 1896.** *Estudios sobre la flora de las Islas de Juan Fernández.* 289 p.
- JOHOW PIROLA, F., 2002.** *Apuntes sobre la biología reproductiva de los picaflores de la isla île Robinson Crusoe o Masatierra (V región, Chile).* Informe final, 12p.
- LEBOURGEOIS, F., 2000.** *Autécologie de quelques essences résineuses.* ENGREF, 140 p.
- LE HIR, 2002.** *La biodiversité menacée par les plantes invasives.* Le monde, 5 novembre 2002.
- LESAGE, C. , 2003.** *La réserve de la roche écrite face aux espèce végétales exotiques : contribution à une stratégie de gestion globale.* Rapport DESS « Ressources Naturelles et environnement », Université de Nancy I, ONF, vol. 1, 23 p.
- LOOSER, G., 1927.** La zarzamora (*Rubus ulmifolius*) en Juan Fernández. *Revista chilena de historia natural*, p.84-85.
- MAB, OCTAVIUS, 2000.** *Les Réserves de la Biosphère.* 21p.
- MATTHEI,O., MARTICORENA, C., STUESSY, T. F., 1993.** La flora adventicia del archipiélago de Juan Fernández. *Gayana Bot.*, n°50, vol. 2, p. 69-102.
- MEYER, J. O. S., 2000.** *Juan Fernández: el tesoro del Chile.* 78 p. .
- MEYER, J.Y, FLORENCE J., 1996.** Tahiti's indigène flora endangered by the invasion of *Miconia calvescens*. *Journal of biogeography*, n°23, p. 775-781.
- MEYER, J-Y., 1994.** *Mécanismes d'invasion de Miconia calvescens dc en Polynésie française.* Thèse Biologie des populations, université Montpellier II, 126p.
- MULLER, S. et al., 2002.** *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain – Etat des connaissances et propositions d'actions.* Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 19p.
- MULLER, S., 2004.** *Des espèces végétales invasives dans les espaces protégés en France : réflexions sur les actions à mener.* Université de Metz, 8 p.
- OJEDA, G., P., GONZALES A., H., ARAYA, G., 2003.** *Erradicacion del conejo europeo Oryctolagus cuniculus, desde la isla Santa Clara archipiélago de Juan Fernández.* CONAF-Gobierno países bajos, Informe tecnico n° 48, 30p. .
- ORELLANA, M., et al., 1975** *Las islas de Juan Fernández : historia, arqueología y antropología de la isla Crusoe.* Universidad del Chile, Dpto de ciencias antropologicas et arqueologicas, 153 p.
- Parque Nacional Galapagos, Fundacion Charles Darwin, 1998.** *Identificación y manejo de malezas en las islas Galapagos.* 66 p.

QUENTIN, C. B., FULLER, C. y J., 1995. *Plantas invasoras : la amenaza para los ecosistemas naturales*. WWF, UNESCO, Royal Botanic Garden, Edition Nordan comunidad, 205p.

RAMEAU et al., 1989. *Flore forestière française*. IDF, DERF, ENGREF, Vol. 1 Plaines et collines, 1785 p.

RICCI, M., LEIVA, I., ? . Flora Parque Nacional Archipiélago Juan Fernander. Brochure CONAF- Gobierno países bajos.

RICHARDSON et al., 2000. Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions. *Diversity and distribution*, vol. 6, p. 93-107.

RIVEROS, A. O., 1982. *Estudio recursos fisicos archipelago Juan Fernández*. Informe 45, IREN, 378 p. .

RUIZ, J., RUIZ-TAGLE, E.,? Parque nacional Juan Fernández: Aves. Poster

SAIZ, F. 1982. *Proposicion de un metodo de control integrado del conejo en el archipelago de Juan Fernández*. Universidad Catolica de Valparaiso, 25p.

SAIZ, F., 1997. *Evaluacion de la densidad poblacional de Oryctolagus cuniculus (L.), previa al proceso de erradicacion*. CONAF-Gobierno países bajos, Informe tecnico 1, 10 p. .

SAIZ, G., F., 2002. *Evaluacion de la densidad poblacional de Oryctolagus cuniculus, durante el proceso de erradicacion*. CONAF-Gobierno países bajos, Informe tecnico 30, 30p.

SANDERS, R. W., STUESSY T.F., MARTICONERA C., 1982. Recent changes in the flora of the Juan Fernández Islands, Chile. *Taxon*, n°31, vol. 2, p. 284 –289.

SEPULVEDA VIDAL, J. I., PAQUENO, G, 1985. Fauna ictica del archipelago de Juan Fernández, p.81-91. In. *Investigaciones marinas en el Archipelago de Juan Fernández*.

SKOTTSBERG, C., 1917. Pollination biology and seed dispersal on the Juan Fernández islands (notes). Natural history of the Juan Fernández and Easter islands, ?, p 503-547.

STUESSY et al., 1998. Loss of plant diversity and extinction on île Robinson Crusoe islands, Chile. Institute of botany, *Academia Sinica Monograph*, série n° 16, p. 243-257.

STUESSY T. F, SANDER R. W., SILVA M., 1984. Phytogeography and evolution of the flora of the Juan Fernández Islands : a progress Report, In. Radovsky F. J, Raven P. H., Sohmer S. H., 1984. Biogeography of the tropical Pacific. *Assoc. Syst. Coll. And B. P. Bishop Musuem*; Lawrence; Kansas, p 55-69

STUESSY, T.F., et al., 1984. Botanical and geological significance of Potassium-Argon – Dates from the Juan Fernández Islands. *Science*, vol. 225, p 49-51.

SUSSE et al., 2003. *Plan simple de gestion de la forêt de Saint- Daumas (Maures)*. 22 p.

UNIVERSIDAD MAYOR, 2003. *Estudio Interpretativo de Imagenes Satelitales y fotos aereas de parque nacional A rchipelago de Juan Fernández*. Informe final.

VALDEBENITO ASTROZA, P., 1976. *Programma de saneamiento ecologico del Parque Nacional Juan Fernández.* CONAF, 73 p.

VEITCH, D., 1998. L'envahisseur à nos côtés. *Planète conservation*, numéro double n°4/97-n°1/98, p. 19.

VICUÑA, M. B., 1883. *Juan Fernández. Historia verdadera de la Isla île Robinson Crusoe.* Tome I et II, Rafael Jover ed. Santiago de Chile. 834 p.

WHITTAKER, R., J., 1998. *Island biogeography : ecology, evolution and conservation.* Oxford University press, 278 p.

Documents électroniques

URL <<http://www.conaf.cl>>

CONAF, 2004. *Gobierno de Chile – CONAF* (Site officiel de la CONAF)

URL : < <http://www.botanik.uni-bonn.de/conifers/index.htm> >

EARLE, C., J., 2003. *Gymnosperm database.*

URL : < <http://www.islandconservation.org> >

ICEG, ?. *Island Conservation and Ecology Group.*

URL : <<http://www.geocities.com/biodiversidadchile/conejo.htm>>

JAKSIC, F, 2002. *El conejo español en Chile.*

URL : <<http://www.cuarta.d/diario/2004/07/20/20.05.4a.cro.murtillaCRO.MURTILLA.html>>

ROMERO, M. 2004. *Australiano patepalo reclama propiedad de la murtila chilena.*

URL : <<http://www.sag.gob.cl>>

SAG, 2004. *Gobierno de Chile –SAG* (Présentation générale)

URL : < <http://www.issg.org> >

UICN, 2004. *Invasive Species Specialist Group.*

URL <<http://www.rat.eliminator.free.fr/Rat.htm>>

?, 2001. *Présentation Rats et souris*

URL < <http://www.belleza.cl/market/murtilla/murtilla3.html>>

?. *Vita Murtila, Chilean guava.*

Contacts

Par ordre chronologique de prise de contact :

Organisme	Adresse	Téléphone / mail	Personnes	Objet de la prise de contact
Botaniste indépendant	5, rue Galilée 38000 Grenoble	Robinsonia@wanadoo.fr	Philippe Danton	Informations sur la flore de l'île de île Robinson Crusoe. Etat actuel de l'île.
AME Agence Méditerranéenne de l'Environnement	Languedoc rousillon	brunel@ame-lr.org	Sarah Brunel	Informations sur les plantes envahissantes
INRA	Unité de recherches Intégrées en Horticultures- laboratoire de Botanique Jardin Botanique de la villa Thuret BP 2078 06606 Antibes cedex	Tel (33)0493678866 Fax (33)0493678888	Catherine Ducatillon	Informations sur les plantes envahissantes
Laboratoire de phytoécologie de l'Université de Metz	Campus bridoux, Avenue du Général Delestraint 57070 Metz	Muller@sciences.univ-metz.fr	Serge Muller	Informations, ouvrages sur les plantes envahissantes
<i>Charles Darwin Fundacion</i>	<i>Puerto Ayora, Isla Santa cruz</i> Galapagos-Ecuador Casilla 17-01-3891 Quito – Ecuador	(593-5) 2526146/47 (593-5) 2527013 ext. 102	Dr Gillian Key	Stratégie mis en place sur l'archipel des Galápagos
ONCFS	/	j.b.mouronval@oncfs.gouv.fr	JB MOURONVAL	Phénomènes d'Ornithochorie, mise en évidence.
<i>Island Conservation and Ecology Group</i>	<i>Center for Ocean Health, LML</i> 100 Shaffer Road University of California Santa Cruz, CA 95060	Tel:831-459-1475 Fax: 831-459-3383	Bradford S. Keitt	Elimination des espèces animales envahissantes (Lapin, rats, etc.)

Annexes (Vol. 2)

Liste des annexes :

Annexe 1 : Liste de la faune principale de l'archipel Juan Fernandez

Annexe 2 : Flore de l'Archipel Juan Fernandez

Annexe 3 : Liste des espèces menacées d'extinction sur l'Archipel Juan Fernández

Annexe 4 : Cartes
Carte 1 : Principaux parcours réalisés lors de l'étude
Carte 2 : Répartition de *Aristotelia Chilensis* sur l'île Robinson Crusoe
Carte 3 : Répartition de *Rubus ulmifolius* sur l'île Robinson Crusoe
Carte 4 : Répartition de *Ugnie molinae* sur l'île Robinson Crusoe
Carte 5 : Erosion sur l'île Robinson Crusoe et l'île Santa Clara
Carte 6 : Etendue du peuplement forestier exotique sur l'île Robinson Crusoe

Annexe 5 : Elimination du lapin sur l'île Robinson Crusoe : Points importants, techniques utilisables, contraintes

Annexe 6 : Estimation du coût de l'élimination du lapin et des rats sur l'île Robinson Crusoe

Annexe 7 : Techniques de lutte, mécaniques et chimiques, envisageables contre les principales plantes ligneuses envahissantes de l'île Robinson Crusoe.

Annexe 8 : Brochure sur le danger de l'introduction d'espèce sur l'île Robinson Crusoe (français, anglais, espagnol)

Annexe 9 : Grille de Hiebert et tableaux des résultats

- Résumé -

L'île Robinson Crusoe, située à environ 670 km de Valparaiso (Chili) et l'une des trois îles constituant l'archipel de Juan Fernández.

Cette île, et l'archipel dans son ensemble, abrite une flore et une faune endémique importante, avec l'un des taux d'endémisme au niveau de la végétation les plus élevés au monde.

Après la découverte de l'île en 1574, les écosystèmes de l'île, en particulier la forêt primaire, ont fait l'objet d'une exploitation intensive, accompagnée d'un surpâturage et d'introductions d'espèces. Aujourd'hui, une grande partie de la flore et de la faune de l'île est ainsi menacée d'extinction à court terme.

En 1935 l'archipel a été déclaré Parc national par l'état chilien, ce qui a permis d'arrêter l'exploitation de la forêt indigène et de contrôler le pâturage des animaux domestiques. Cependant, les nombreuses espèces, végétales et animales, exotiques introduites par le passé, et les nouvelles espèces entrant chaque année, représentent la nouvelle menace pour toutes les espèces indigènes de l'île, déjà en mauvais état de conservation.

Ce rapport présente une stratégie de contrôle des espèces exotiques introduites en vue de la préservation et de la restauration des écosystèmes de l'île. Nous nous sommes appuyés sur nos observations de terrain et nos échanges avec les gardes parc afin de définir et hiérarchiser les actions à mener sur le court, moyen et long terme pour contrôler les espèces exotiques envahissantes de l'île au profit des espèces indigènes.

Ce travail doit permettre à la *Corporación Nacional Forestal*, gestionnaire du parc, de cibler ses actions dans un objectif global à long terme : la protection et la restauration des écosystèmes de l'île.

Les objectifs concrets définis dans ce rapport rendent également possible la présentation de ce plan d'actions à d'éventuels financeurs, motivé par la préservation de la biodiversité au niveau mondial.

- Summary -

Robinson Crusoe Island, situated approximately 670 kms from Valparaiso (Chile) is one of the three islands which constitutes the archipelago of Juan Fernández.

This island, and the archipelago generally, houses considerable endemic flora and fauna with a vegetation level among the highest in the world.

Following the discovery of the island in 1574, the ecosystems of the island, particularly the forest, were intensely exploited accompanied by over pasturing and the introduction of various species. Today, a large amount of the island's flora and fauna is threatened with short-term extinction.

In 1935, the archipelago was declared a National Park by the Chilean State. This enabled stopping the exploitation of the indigenous forest and the checking of pasture land for domestic animals. However, the numerous species, exotic plants and animals introduced in the past and new species arriving each year, represent the new threat for all indigenous species of the island, already in a bad state of conservation.

This report presents a strategy of control for introduced exotic species with a view to the protection and the restoration of the ecosystems of the island. We relied on our observations on the ground and our exchanges with the Park guards, in order to define the actions to be taken in the short, medium and long term, to check the exotic plants invading the island at the expense of the indigenous species.

This work should allow the *Corporación Nacional Forestal*, manager of the Park, to target its actions with a global objective in the long term : protection and restoration of the ecosystems of the island.

The concrete objectives defined in the report also make it possible to present this plan of action to people who, motivated by the preservation of biodiversity at world level, may be interested in offering financial help.