



# *Mieux agir contre les espèces exotiques envahissantes*

Note de cadrage de l'atelier EEE

**Coordinateurs :** Serge Muller (Université Metz) et Yohann Soubeyran (Comité français de l'UICN)

**Contributeurs principaux :** Jean-Louis Chapuis (MNHN), Alain Dutartre (CEMAGREF), Pierre Ehret (MAAP), Enora Leblay, (FCBN), Hélène Menigaux (MEEDDM), Nicolas Poulet (ONEMA), Alain Roques (INRA), Guillaume Rousset (ONCFS), Jessica Thévenot (MNHN).

**Autres contributeurs :** Jean-Yves Meyer (Délégation à la recherche, Polynésie française), Anne-Claire Goarant (Province Sud de Nouvelle-Calédonie), Christophe Lavergne (Conservatoire botanique national de Mascarin, La Réunion), Frank Urtizbéréa (DAF, Saint Pierre et Miquelon).

# SOMMAIRE

1. Nature de la menace .....	2
2. Enjeux et conséquences en France .....	3
3. Une prise en compte croissante .....	11
4. Comment améliorer la gouvernance des espèces exotiques envahissantes ? .....	13
5. Proposition de questions à débattre lors de la conférence .....	20

Annexe 1 : données sur la flore et la faune indigènes, exotiques et exotiques envahissantes en France métropolitaine et en outre-mer .....	24
--	----

Annexe 2 : principaux outils et politiques de gestion des espèces exotiques envahissantes .....	23
---	----

## Encadrés

Encadré 1 : une question de temps .....	3
Encadré 2 : le cas des espèces indigènes envahissantes .....	7
Encadré 3 : la stratégie nationale du MEEDDM contre les espèces exotiques envahissantes .....	12
Encadré 4 : principaux points de blocage à une meilleure gouvernance des espèces exotiques envahissantes .....	13

## Etudes de cas

Etude de cas 1 : impacts et gestion de l'ibis sacré en France métropolitaine .....	8
Etude de cas 2 : les écrevisses « américaines » en métropole .....	8
Etude de cas 3 : le cerf de Virginie dans l'archipel de Saint-Pierre-et-Miquelon .....	9
Etude de cas 4 : le tuit-tuit de l'île de La Réunion menacé par la prolifération des rats .....	9
Etude de cas 5 : un ver envahissant, le nématode du pin, menace immédiate pour les forêts françaises de conifères .....	10
Etude de cas 6 : réchauffement climatique et espèces exotiques dans les îles australes françaises ..	11
Etude de cas 7 : l'écureuil à ventre rouge dans les Alpes Maritimes .....	17
Etude de cas 8 : perceptions opposées des espèces exotiques envahissantes : l'exemple du goyavier à La Réunion et de l'herbe de la pampa en région méditerranéenne .....	19

# 1) Nature de la menace

Les activités humaines induisent des changements environnementaux fondamentaux. Les invasions par des espèces exotiques, au même titre que le changement climatique font partie de ces changements globaux planétaires. Certains spécialistes des invasions biologiques n'hésitent d'ailleurs pas à nommer l'ère actuelle « homocène » pour illustrer une redistribution mondiale des espèces et une homogénéisation des faunes et des flores directement liées à la modernisation de nos moyens de transports et la globalisation de l'économie.

Depuis que l'Homme a débuté ses migrations, il a transporté avec lui, de façon volontaire ou non, bon nombre d'espèces animales et végétales hors de leurs aires de répartition naturelles. Mais avec la modernisation des moyens de transports, le développement des voyages et du tourisme et l'augmentation des volumes de marchandises échangés dans le monde, l'on assiste à une accélération de l'introduction d'espèces à l'extérieur de leur aire de répartition naturelle. Ces introductions intéressent désormais presque toutes les régions du monde, tous les écosystèmes et concernent tous les types d'organismes (virus, micro-organismes, plantes, animaux, champignons...).

Les espèces introduites n'induisent pas toutes des conséquences négatives au sein des écosystèmes dans lesquelles elles s'installent. Mais une partie d'entre-elles est à l'origine d'impacts majeurs, directs ou indirects, observés à différents niveaux. Elle peuvent être à l'origine de graves conséquences écologiques en affectant la composition spécifique et le fonctionnement des écosystèmes d'accueil, et avoir également des conséquences socio-économiques néfastes, en perturbant, par exemple, le mode de vie de certaines populations ou en ayant un impact sur la santé des hommes. Ces espèces sont alors qualifiées d'espèces exotiques envahissantes.

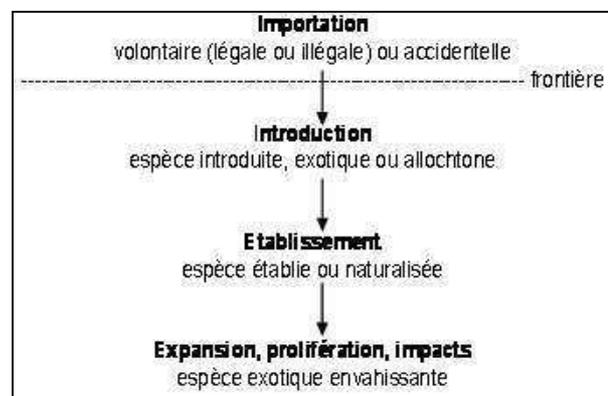


Figure 1 : les différentes étapes conduisant à l'apparition d'une espèce exotique envahissante

Conformément aux définitions de l'UICN<sup>1</sup> et du Programme mondial sur les espèces exotiques envahissantes<sup>2</sup>, une espèce exotique envahissante (EEE) est une espèce exotique (c'est-à-dire allochtone ou non indigène) dont l'introduction par l'homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes, avec des conséquences écologiques et/ou économiques et/ou sanitaires négatives. L'expression « espèce invasive » est également souvent utilisée en synonyme d'espèce exotique envahissante et a été validée avec ce sens en 2010 par le dictionnaire « Petit Robert ».

Les EEE sont considérées comme l'une des principales causes de l'érosion actuelle de la biodiversité mondiale et particulièrement dans les îles océaniques où elles sont perçues comme le premier facteur d'extinction d'espèces et de transformation des écosystèmes<sup>3</sup>. Elles sont impliquées dans des extinctions et des régressions d'espèces indigènes ou endémiques par le biais de mécanismes tels la prédation, la compétition, l'hybridation ou la transmission de maladies) ou dans la modification du fonctionnement des écosystèmes d'accueil. Sur le plan économique, leurs coûts peuvent être très importants. En Europe, une première estimation a permis de situer leurs coûts annuels entre 9 et 12 milliards d'euros<sup>4</sup>. Certaines espèces peuvent être également allergènes (comme l'Ambrosie à feuilles d'armoise) ou constituer des réservoirs et/ou vecteurs de maladies humaines (rage, leptospirose, salmonellose, bilharziose, maladie de Lyme, etc.).

L'introduction volontaire ou accidentelle d'une espèce peut être réalisée via un grand nombre de voies ou de vecteurs<sup>5</sup>. Les voies d'introduction étaient dans un premier temps pour la plupart volontaires et réalisées dans un but économique ou pour la satisfaction d'activités de loisir (horticulture, foresterie, chasse, pêche etc.), mais à présent la majorité des espèces franchissent les frontières par des voies accidentelles (dans la terre ou le sable transportés, via des plantes ou semences contaminées, par le fret aérien, les engins de transport, les eaux de ballast, etc.).

Le succès d'une invasion est souvent dû à une combinaison de caractères propres à l'espèce introduite, de caractéristiques plus ou moins favorables de l'écosystème colonisé et à un facteur hasard. Le nombre de fois que l'espèce a été introduite (pression de propagule), est l'un des facteurs déterminants augmentant les chances de succès de l'invasion. La taille initiale de la population introduite est un autre facteur important à considérer. Les caractéristiques biologiques d'une espèce, notamment sa capacité de reproduction et d'appropriation des ressources, peuvent contribuer à augmenter ses chances d'implantation. L'absence d'ennemis naturels dans le territoire d'introduction explique également en partie le succès de l'invasion d'une espèce exotique, libérée de toute régulation biologique. Enfin, différentes invasions peuvent se renforcer mutuellement et agir en synergie. Par exemple, les rats et de nombreux oiseaux exotiques sont des disséminateurs efficaces de plantes exotiques envahissantes.

#### **Encadré 1 : une question de temps**

Une espèce exotique peut rester longtemps dans le milieu naturel sans pour autant devenir envahissante. L'invasion se déclenche le plus souvent à la suite de modifications des conditions écologiques du milieu (perturbations, climat, etc.) ou de modifications biologiques (hybridation, mutation, etc.) ou encore lors du franchissement d'un seuil démographique par la population fondatrice permettant à celle-ci de croître de plus en plus rapidement, devenant ainsi envahissante. Le temps qui s'écoule entre le moment de l'introduction et le déclenchement de l'invasion est appelé « phase de latence ». Difficilement prédictible, cette phase peut varier de quelques années à plusieurs dizaines d'années, voire plus d'un siècle. Par exemple, le miconia (*Miconia calvescens*), un arbuste ornemental, a mis 35 ans pour devenir envahissant en Polynésie française. La renouée du Japon (*Fallonia japonica*), introduite comme plante ornementale en Europe en 1825, n'est devenue envahissante qu'à partir du milieu du 20<sup>ème</sup> siècle.

On a pu observer dans quelques cas la régression « naturelle » d'une espèce exotique antérieurement envahissante et son insertion dans les communautés biologiques. C'est le cas en particulier de l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*), très envahissante en Europe de l'Ouest durant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle et le début du XX<sup>e</sup> et qui a ensuite régressé, mais elle a été remplacée dans les mêmes habitats par une autre exotique encore plus compétitive, l'élodée à feuilles étroites (*Elodea nuttallii*).

## **2) Enjeux et conséquences en France**

### **Combien d'espèces exotiques ?**

Le territoire français, que ce soit la métropole ou l'outre-mer, n'échappe pas à ce phénomène d'invasions biologiques. Les tableaux 1, 2 et 3 en annexe 1 regroupent des données disponibles pour les milieux terrestres et d'eau douce sur le nombre d'espèces indigènes, d'espèces exotiques et d'espèces exotiques envahissantes de plantes, de vertébrés et de quelques groupes d'invertébrés en France métropolitaine et dans différentes collectivités françaises d'outre-mer.

Les arrivées massives d'espèces exotiques ont conduit à une transformation de la biodiversité qui se traduit, dans certaines familles, par un nombre équivalent voire parfois supérieur d'espèces exotiques par rapport aux espèces indigènes. Si la flore vasculaire de métropole est constituée à hauteur de 6% par des espèces exotiques<sup>6</sup>, on compte autant de plantes exotiques naturalisées que de plantes indigènes à La Réunion. En Polynésie française ce rapport s'élève à 40%. Concernant la faune vertébrée de métropole, et d'après l'INPN, celle-ci est constituée de 28% de poissons exotiques, 25% d'amphibiens exotiques, 10% de vertébrés exotiques, 7% de reptiles exotiques et 3% d'oiseaux exotiques naturalisées. En outre-mer, les vertébrés terrestres et d'eau douce naturalisés ou en semi-liberté à La Réunion, en Polynésie française et en Nouvelle-Calédonie contribuent respectivement à 60%, 30% et 15% de la faune vertébrée terrestre totale de ces territoires. La Martinique et la Guadeloupe ont quant à elles vu leurs faunes indigènes de mammifères (hors chiroptères) remplacées par des espèces exotiques<sup>7</sup>. Tous les mammifères terrestres de Polynésie française ou des îles australes françaises (îles Kerguelen, îles Amsterdam et Saint Paul, archipel Crozet) sont des espèces exotiques. La plupart des groupes d'invertébrés (oligochètes, myriapodes, crustacés, nématodes, mollusques, insectes,...) présentent des espèces exotiques dans tous les milieux. Le milieu marin n'est pas épargné par les introductions d'espèces. Il a été estimé que depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle le nombre d'espèces introduites en Méditerranée double tous les 20 ans<sup>8</sup>. Avec

près de 450 espèces introduites, la Méditerranée est une des régions du monde où le pourcentage d'espèces introduites par rapport aux espèces indigènes est le plus élevé<sup>9</sup>.

Des données chiffrées précises sur les nombres d'espèces pouvant être qualifiées d'EEE manquent encore pour l'ensemble de notre pays, mais des estimations ont été établies pour certaines catégories d'espèces. D'après l'INPN, on compterait en métropole 74 espèces de plantes vasculaires exotiques envahissantes. Pour l'outre-mer les chiffres sont très variables : une centaine de plantes exotiques envahissantes à La Réunion, soixante en Polynésie française dont 35 sont légalement considérées comme une menace pour la biodiversité, et quelques unes dans les îles australes françaises ou à Saint Pierre et Miquelon<sup>10</sup>. Concernant les vertébrés, toujours selon l'INPN, 23 espèces de vertébrés exotiques terrestres et d'eau douce sont considérées comme envahissantes en métropole, dont 18 espèces de poissons. Pour l'outre-mer, sur les 145 espèces de vertébrés exotiques terrestres et d'eau douce recensés, au moins 42 espèces, dont 18 mammifères, 9 oiseaux, 6 amphibiens, 5 poissons et 4 reptiles, ont des impacts avérés ou fortement suspectés sur les flores, les faunes et les habitats indigènes<sup>10</sup>.

### Les voies d'introductions

Les voies d'introductions sont très nombreuses mais liées la plupart du temps aux activités humaines (figure 2). La majeure partie des plantes vasculaires et des vertébrés exotiques est introduite volontairement dans un but économique (plantes ornementale, agriculture, foresterie, élevage, aquaculture, NAC, etc) ou pour la satisfaction d'activités de loisir comme la chasse ou la pêche sportive. Sur l'île de La Réunion, plus de la moitié des plantes exotiques envahissantes recensées sont des plantes ornementales. La chasse et la pêche sont à l'origine de nombreuses introductions comme par exemple celle du cerf de virginie (*Odocoileus virginianus*) sur Saint-Pierre et Miquelon ou de la truite arc-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) ou du black bass (*Micropterus salmoides*) dans des cours d'eau de métropole et respectivement à La Réunion et en Nouvelle-Calédonie. La lutte biologique est également à l'origine de l'introduction volontaire de plusieurs espèces, notamment des insectes, aussi bien en métropole qu'en outre-mer.

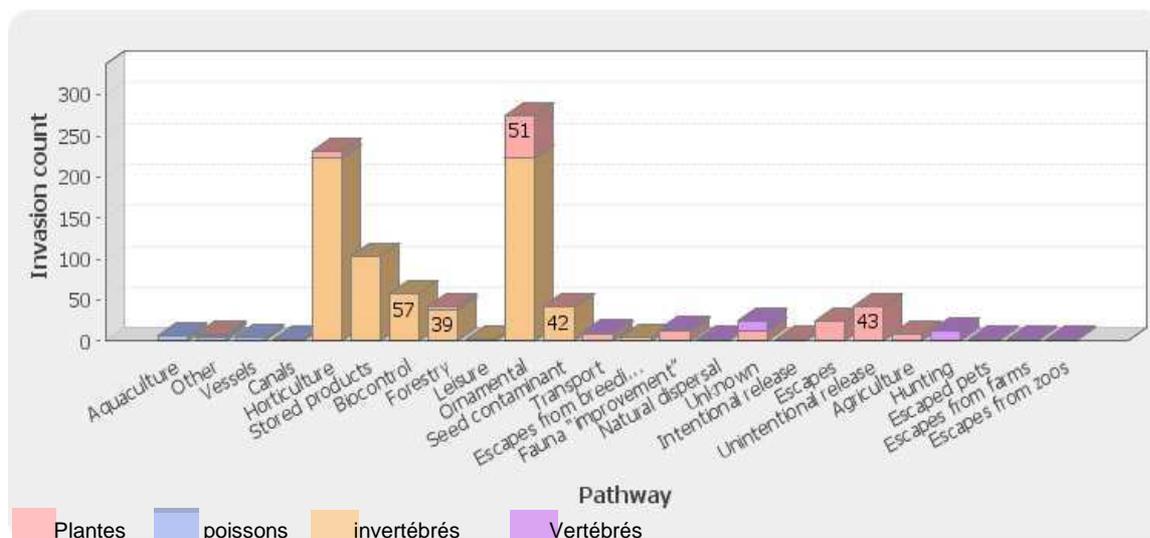


Figure 2 : principales voies d'introductions d'espèces exotiques en France (extrait de DAISIE, www.europe-aliens.org)

Certaines espèces ont été directement introduites dans la nature et d'autres se sont échappées des lieux où elles ont été cultivées ou élevées comme par exemple des plantes ornementales issues des pépinières, des oiseaux ou des mammifères issus des parcs animaliers ou des cages des particuliers. Le miconia (*Miconia calvenscens*), arbuste envahissant en Polynésie française a été introduit à Tahiti en 1927 par Harrison Smith pour son jardin de Papeari (aujourd'hui Jardin Botanique Harrison Smith) qui héberge une collection de 250 espèces introduites. La dernière espèce naturalisée en France métropolitaine est un oiseau, l'ibis sacré (*Threskiornis aethiopicus*), originaire d'Afrique et qui s'est échappé d'un parc animalier (voir étude de cas 1).

Une autre cause d'introduction d'espèce est le relâcher d'individus dans le milieu naturel par des citoyens. C'est par exemple le cas des tortues de Floride (*Trachemys scripta*) qui, achetées comme animaux de compagnie, étaient relâchées dans la nature par leurs propriétaires car elles

devenaient trop grosses pour leurs aquariums ou trop agressives. Cette espèce est interdite à la vente depuis 1997.

La plupart des voies d'introductions volontaires sont également à l'origine d'introductions accidentelles. Ainsi la crépidule (*Crepidula fornicata*), gastéropode marin présent en France depuis 1949, a été accidentellement introduite en Europe avec l'huître américaine (*Crassostrea virginica*).

D'autres activités humaines sans lien direct avec le commerce ou l'utilisation d'espèces sont indirectement responsables de l'introduction d'espèces exotiques. Le tourisme et les activités de transports représentent une source non négligeable d'introduction d'espèces exotiques. Les eaux de ballasts, avec entre 3 et 5 milliards de tonnes d'eaux transportées par les navires à travers le monde et jusqu'à 7 000 espèces différentes déplacées chaque jour, sont un des plus formidables vecteurs d'introduction d'espèces. Les constructions de routes et de canaux sont indirectement responsables de l'extension de nombreuses espèces. Par exemple, plusieurs espèces d'invertébrés aquatiques d'Europe de l'est ont profité de la connexion fluviale entre le bassin du Danube et celui du Rhin pour coloniser les hydrosystèmes français. Près de 300 espèces de Mer Rouge sont arrivées en Méditerranée à partir du Canal de Suez<sup>11</sup>. Le développement de l'activité minière en Nouvelle-Calédonie, s'accompagne, en plus de la pollution et de la destruction des habitats, d'une augmentation de l'activité de fret, des volumes de déchets, de flux de main d'œuvre induisant un risque important d'introduction de nouvelles espèces<sup>12</sup>. En 2009, le crapaud géant (*Chaunus marinus*) est arrivé sur la Grande-Terre de Nouvelle-Calédonie dans un lot de briques venu d'Australie.

Plus spécifique à l'outre-mer, une cause courante d'invasion est le retour à l'état sauvage d'animaux domestiques comme les chats et les chiens mais aussi les chèvres, les moutons, les bovins ou les porcs. On parle alors d'espèce marronnes (chats marrons ou chats harets, porcs marrons, etc.). Ce phénomène existe également sur plusieurs îles de Méditerranée comme par exemple dans l'archipel des îles d'Hyères où des chats harets sont présents.

## Conséquences

Les impacts des EEE sont très divers et leur intensité variable selon les situations rendant ainsi difficile une évaluation globale. On peut néanmoins distinguer des impacts sur les espèces indigènes et le fonctionnement des écosystèmes envahis, des impacts sur la santé humaine, des impacts socio-économiques regroupant à la fois des impacts économiques en tant que tels et des impacts plus liés à certains usages humains des écosystèmes envahis.

### Impacts sur les espèces et sur le fonctionnement des écosystèmes

Plusieurs espèces indigènes de métropole sont menacées par des EEE. Dans le sud de la France, la tortue de Floride (*Trachemys scripta*) est un nouveau prédateur pour la faune aquatique et menace par compétition la cistude (*Emys orbicularis*). Sur la façade atlantique, l'ibis sacré est en compétition avec des espèces autochtones pour des sites de nidification et des cas de prédation sur des espèces patrimoniales comme la sterne pierregarin ou la guifette noire ont été constatés (voir étude de cas 1). Parmi les invertébrés citons les écrevisses américaines qui ont des impacts sur les écrevisses natives, notamment sur l'écrevisse à pattes blanches (*Autopotamaubius pallipes*) et l'écrevisse à pattes rouges (*Astacus astacus*) (voir étude de cas 2). La coccinelle asiatique (*Harmonia axydiris*) importée en Europe pour lutter contre les pucerons a réussi à s'établir dans la nature et menace par compétition et prédation d'autres espèces de coccinelles. Parmi les plantes exotiques envahissantes, la griffe de sorcière (*Carpobrotus edulis*) constitue dans les zones envahies, notamment dans le sud de la France et sur la côte ouest, des peuplements très denses qui concurrencent la flore indigène. Les *Carpobrotus* peuvent également modifier la composition du sol en éléments nutritifs ainsi que conduire à un assèchement des horizons supérieurs du sol par une captation importante des eaux superficielles.

Si les conséquences écologiques des EEE en France métropolitaine peuvent être importantes, elles sont particulièrement graves dans les collectivités françaises d'outre-mer. Les îles sont, en effet, des écosystèmes particulièrement fragiles, avec souvent un fort taux d'endémisme, et elles sont très vulnérables aux introductions d'espèces nouvelles. Les introductions de mammifères dans ces territoires ont des impacts écologiques majeurs : les herbivores comme les cervidés, les moutons, les chèvres ou les lapins ont transformé la structure des communautés végétales et des habitats (voir étude de cas 3), les prédateurs comme les rats, les chats marrons, les chiens marrons ou la petite mangouste indienne ont notamment affecté les peuplements d'oiseaux indigènes (voir étude de cas 4 et tableau 1) et les omnivores comme le porc marron ont eu des impacts négatifs aussi bien sur les peuplements de vertébrés que d'invertébrés ou de plantes indigènes. Les milieux

aquatiques d'eau douce d'outre-mer ne sont pas épargnés et des poissons introduits comme la truite arc-en-ciel à La Réunion ou le black-bass en Nouvelle-Calédonie ont un impact très fort sur la faune aquatique indigène.

La plupart des extinctions d'espèces imputées aux EEE ont eu lieu, en France, en outre-mer. Selon la Liste rouge de l'UICN, 12 des 34 espèces de vertébrés éteintes recensées en outre-mer, soit 38 %, ont subi, en association avec la destruction des habitats et la chasse, les effets directs ou indirects de vertébrés prédateurs exotiques (rats, chats, mangoustes, etc.). Une des plus grandes crises d'extinction moderne est due à l'introduction de l'escargot carnivore de Floride (*Euglandina rosea*) en Polynésie française à des fins de contrôle biologique contre l'achatine (*Achatina fulica*), un autre escargot introduit originaire d'Afrique, qui est directement responsable de l'extinction de près de 57 espèces de mollusques indigènes ou endémiques.

Citons également le cas de la fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata*) qui en Nouvelle-Calédonie altère la structure et le fonctionnement des écosystèmes en éliminant la majorité des invertébrés dans les zones infestées, tout en favorisant certains autres, et en diminuant nettement la diversité et la densité de certains petits vertébrés comme les lézards.

**Tableau 1 : exemples de prédateurs introduits en outre-mer et des espèces d'oiseaux indigènes ou endémiques menacés par eux**

	Collectivité	Espèce indigène	Statut UICN*
Mangouste	Martinique	moqueur à gorge blanche ( <i>Ramphocinclus brachyurus</i> )	EN
Rats	Réunion	échenilleur de La Réunion ( <i>Coracina newtoni</i> )	CR
	Nouvelle Calédonie	perruche d'Ouvéa ( <i>Eunymphicus uvaeensis</i> )	EN
	Polynésie française	monarque de Tahiti ( <i>Pomarea nigra</i> )	CR
	TAAF	puffin à menton blanc ( <i>Procellaria aequinoctialis</i> )	VU
Chat	Réunion	pétrel de Barau ( <i>Pterodroma barau</i> )	EN
	Nouvelle-Calédonie	pétrel de Gould ( <i>Pterodroma leucoptera</i> )	VU
Chien	Nouvelle-Calédonie	cagou ( <i>Rhynchoceros jubatus</i> )	EN
Busard de Gould	Polynésie française	rousserolle à long bec ( <i>Acrocephalus caffer</i> )	EN
		pigeon impérial polynésien ( <i>Ducula pacifica aurorae</i> )	EN
		loriquet bleu ( <i>Vini peruviana</i> )	VU

\* EN=en danger d'extinction ; CR=en danger critique d'extinction ; VU=Vulnérable

L'impact des EEE relève également de l'altération des processus écologiques. On parle alors de « transformeurs d'écosystèmes<sup>13</sup> ». Des plantes exotiques envahissantes peuvent être à l'origine d'un changement significatif de la composition, de la structure et du fonctionnement des écosystèmes en modifiant la luminosité, le taux d'oxygène dans l'eau, la chimie des sols, le cycle des éléments nutritifs, le régime des feux, les interactions plantes animaux, etc. Une seule espèce peut altérer le fonctionnement d'un écosystème. En Métropole, le robinier faux acacia (*Robinia pseudacacia*), un arbre originaire d'Amérique du Nord et fixateur d'azote atmosphérique, provoque la disparation totale de la flore des pelouses sableuses oligotrophes où il s'installe en enrichissant le sol en azote. A Tahiti, l'arbuste miconia (*Miconia calvescens*) forme des couverts denses monospécifiques où la lumière arrivant au sol est extrêmement réduite. Il empêche toute régénération de plantes indigènes et endémiques en sous bois, et favorise l'érosion du sol par suppression de la couverture herbacée. Des plantes aquatiques exotiques envahissantes des milieux d'eau douce comme la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) en zone tropicale ou les jussies (*Ludwigia peploides* et *L. grandiflora*) en métropole limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, diminuent le taux d'oxygène dissous et peuvent conduire à une eutrophisation du milieu et à un bouleversement global des écosystèmes aquatiques. Citons enfin les deux espèces de caulerpe (*Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa cylindracea*) qui ont envahi la Méditerranée et entraîné une diminution de la diversité globale et une uniformisation des habitats colonisés.

### Impacts sanitaires

De nombreuses espèces animales exotiques sont des vecteurs ou des réservoirs de maladies transmissibles à l'homme. Le tamia de Sibérie ou écureuil de Corée, vendu comme animal de compagnie et lâché depuis les années 1970 dans plusieurs forêts périurbaines en Ile-de-France et en Picardie, pourrait jouer un rôle potentiellement important sur le plan de la santé humaine. Cette espèce est, en effet, un meilleur réservoir des bactéries responsables de la maladie de Lyme que ne le sont le campagnol roussâtre et le mulot sylvestre, et il supporte 30 à 70 fois plus de tiques (*Ixodes ricinus*), vecteurs de la maladie, que ces rongeurs forestiers autochtones.

Pour les seuls invertébrés, plus de 100 espèces exotiques sont susceptibles d'affecter la santé humaine et animale<sup>14</sup>. Elles incluent notamment le moustique-tigre asiatique, *Aedes albopictus*, vecteur du Chikungunya désormais établi dans le sud-est de la France, plusieurs espèces de poux et de tiques susceptibles de transmettre des virus et bactéries pathogènes, et de nombreux vers endoparasites de l'Homme ou causant des zoonoses aux animaux domestiques ou sauvages.

Des plantes exotiques envahissantes peuvent être allergisantes comme l'ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*), une plante annuelle originaire d'Amérique du Nord, qui pose un problème de santé publique en France métropolitaine. En effet, son pollen allergisant, à partir de quelques grains par m<sup>3</sup>, peut provoquer diverses réactions: rhinite, conjonctivite, asthme, urticaire... La fréquence des allergies est assez importante, puisque entre 6 à 12% de la population exposée souffre de ces symptômes. Le sud-est de la France est particulièrement touché par ce phénomène, mais l'ambrosie progresse actuellement vers le nord et l'ouest du pays. La dissémination de cette plante est fortement favorisée par les activités humaines, comme les transports (graines transportées par les roues des voitures et engins...), la commercialisation de graines de tournesol infestées d'ambrosies pour le nourrissage des oiseaux en hiver et les travaux d'aménagements (déplacements de terre contaminée...). D'autres plantes sont toxiques pour l'homme ou les animaux comme l'arum (*Zantedeschia aethiopica*), le ricin (*Ricinus communis*), les solanacées ou les troènes (*Ligustrum* spp.).

### Impacts socio-économiques

Les impacts économiques incluent par exemple les effets préjudiciables des EEE sur les rendements, l'augmentation du coût du contrôle, le coût de la restauration des milieux naturels, les effets des pathogènes introduits sur les espèces sauvages et les impacts sur la santé des hommes et, plus difficilement estimable, les impacts sur les services rendus par les écosystèmes. Des coûts additionnels importants peuvent inclure une modification de l'usage de certains habitats envahis et une baisse d'opportunité de valorisation directe (ex : industrie pharmaceutique) ou indirecte (ex : tourisme) des ressources.

Si du point de vue économique les impacts sont réels, ils restent très peu documentés dans notre pays. Plusieurs estimations sont toutefois disponibles. Par exemple, l'impact économique de la prolifération de la crépidule en rade de Brest sur la production de coquille Saint-Jacques a été évalué à 28 millions d'euros<sup>15</sup>. Il a été estimé à La Réunion que l'éradication d'un hectare de longose (*Hedychium gardnerianum*) coûte environ 24000 euros<sup>16</sup>. En Nouvelle-Calédonie, la fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata*) affecte un grand nombre de secteurs économiques (maraîchage, production fruitière, élevage,...) en occasionnant des dommages aux plantes et aux fruits en raison de son association avec des cochenilles ou des pucerons, ou en gênant la conduite des récoltes à cause des piqûres.

Une étude récente a permis de commencer à estimer les impacts des EEE sur les différents services rendus par les écosystèmes en Europe<sup>17</sup>. Le ragondin (*Myocastor coypu*), originaire d'Amérique du sud, illustre parfaitement comment une seule espèce exotique peut avoir des impacts multiples : dommages aux cultures ; réduction, par consommation de la végétation aquatique, de la surface de roselières utilisées par diverses oiseaux aquatiques pour les besoins de leur reproduction, et par des poissons d'eau douce comme frayères ; dégradation des berges des cours d'eau, accélération du colmatage du lit des rivières et perturbation du régime hydraulique<sup>18</sup>.

#### **Encadré 2 : Le cas des espèces indigènes envahissantes**

Les proliférations de certaines espèces indigènes, comme par exemple celles de la chenille processionnaire du pin ou du goéland leucophée dans différentes régions françaises ou encore celle des algues vertes sur le littoral armoricain, peuvent également être à l'origine de nuisances tant environnementales que socio-économiques. Ces phénomènes résultent généralement de pollutions ou dysfonctionnements des écosystèmes, consécutifs à des actions humaines. Les conséquences de ces proliférations d'espèces indigènes peuvent parfois être similaires à celles des espèces exotiques. Toutefois, les actions de préventions d'introduction, de détection précoce et de sensibilisation des acteurs à leurs responsabilités dans la dissémination des espèces sont spécifiques aux EEE, ce qui justifie une approche particulière pour leur gouvernance.

### Etude de cas 1 : impacts et gestion de l'ibis sacré en France métropolitaine <sup>19</sup>

Texte rédigé par Guillaume Rousset (ONCFS)

En France métropolitaine, des populations d'ibis sacré (*Threskiornis aethiopicus*), espèce exotique échappée de captivité, se sont implantées en milieu naturel sur la façade atlantique, de la Bretagne à la Gironde, depuis la fin des années 1980, et près des côtes méditerranéennes, du Roussillon à la Camargue, depuis le milieu des années 1990. Dans les deux cas, les premiers oiseaux étaient issus de parcs zoologiques, où des colonies étaient laissées libres de voler. Sortant de ces parcs, ils ont commencé par fréquenter les zones humides avoisinantes avant de rapidement étendre leurs déplacements jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres de la colonie initiale. Ils ont niché en pleine nature, s'installant dans des héronnières. Les populations ont alors grossi, pour atteindre en 2004 environ 400 couples nicheurs dans l'ouest de la France (plus de 2 500 individus), et 75 couples dans le Midi (plus de 300 oiseaux).

Le développement des populations d'ibis sacré a eu un impact sur l'environnement et la biodiversité. En effet, cet oiseau, entrant en compétition avec des espèces autochtones pour des sites de nidification, a ainsi évincé certaines espèces de sites importants. De plus, des cas de prédation (œufs, poussins) d'espèces à forte valeur patrimoniale (sterne pierregarin, sterne caugek, guifette noire, guifette moustac) ont été constatés.

En 2004, le Ministère chargé de l'environnement mandate l'ONCFS et l'INRA pour mener une expertise collective sur les problèmes posés par les populations introduites d'ibis sacré en France métropolitaine. Cette expertise met en évidence les impacts réels de la prolifération de l'ibis sacré sur l'environnement, et les risques associés à sa présence suivant les différentes options possibles d'intervention. Elle illustre également, la pluralité des opinions (plus de 70 entretiens ont été menés), y compris au sein de la communauté scientifique sur la conduite à tenir face à cette situation. Au final, les autorités ont décidé d'engager des actions de limitation de la présence de l'ibis sacré en métropole.

### Etude de cas 2 : les écrevisses « américaines » en métropole <sup>20</sup>

Texte rédigé par Nicolas Poulet (ONEMA)

On ne compte pas moins de cinq espèces d'écrevisses introduites en métropole dont l'écrevisse américaine *Orconectes limosus*, l'écrevisse du Pacifique *Pacifastacus leniusculus* et l'écrevisse rouge de Louisiane *Procambarus clarkii*, qui sont reconnues pour avoir un impact sur les écrevisses natives, notamment sur l'écrevisse à pattes blanches *Autopotamaubius pallipes* et l'écrevisse à pattes rouges *Astacus astacus*. Ces trois espèces ont été introduites et dispersées volontairement en France entre 1911 et 1976, entre autres pour combler la raréfaction des écrevisses natives suite à la destruction de leurs habitats.

Seulement, outre le fait qu'elles soient plus compétitives (taille, fécondité, tolérance, agressivité...) que les écrevisses natives, elles sont porteuses saines d'un champignon *Aphanomyces astacii*, responsable de l'aphanomycose, létal pour les écrevisses natives. Ainsi, suite à leur introduction, on a assisté à l'extinction de nombreuses populations d'écrevisses natives. De plus, l'écrevisse de Louisiane, qui colonise les marais et les zones aval des cours d'eau, montre un comportement fouisseur et une forte agressivité : elle a considérablement modifié la structure des écosystèmes qu'elle a envahis (éradication des macrophytes, minage des berges...).

Aucune technique de contrôle ne s'est avérée réellement efficace ; seul l'emploi de biocides (testés au Royaume-Unis et en Finlande) semble donner des résultats intéressants mais leur emploi est mal perçu en France.

Considérant que l'invasion était inéluctable, le législateur a autorisé le transport vivant de ces espèces afin qu'elles puissent être commercialement exploitées (Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006). Le bénéfice de cette mesure reste à démontrer autant d'un point de vue économique qu'écologique. A noter que l'arrêté du 21 juillet 1983 relatif à la protection des écrevisses indigènes et interdisant l'importation à l'état vivant de l'écrevisse de Louisiane n'a pas été abrogé, ce qui crée un flou juridique concernant cette espèce.

Aujourd'hui, la situation ne semble pas s'être améliorée : même si les populations d'écrevisses américaines semblent diminuer, c'est en réponse à l'avancée de l'écrevisse de Louisiane qui gagne de plus en plus de terrain. De même, l'écrevisse du Pacifique remonte naturellement et à la faveur d'introductions illégales, dans les zones apicales des cours d'eau, derniers refuges des écrevisses natives.

### **Etude de cas 3 : le cerf de Virginie dans l'archipel de Saint-Pierre-et-Miquelon**

*Texte rédigé avec la contribution de Frank Urtizbera (DAF Saint-Pierre-et-Miquelon)*

Une douzaine d'individus du cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) ont été introduits par les chasseurs en 1953 à des fins cynégétiques dans l'archipel de Saint-Pierre-et-Miquelon (en fait à Miquelon et Langlade). Cette espèce s'est très bien acclimatée au contexte de la forêt boréale de l'archipel dominée par le sapin baumier (*Abies balsamea*) et sa population s'est progressivement accrue.

La chasse au cerf a été ouverte à partir de 1964 et fait actuellement l'objet de quotas de prélèvements annuels fixés par arrêté préfectoral après avis du Conseil territorial de la chasse et de la faune sauvage. Ces prélèvements sont toutefois largement insuffisants et la population de cerfs ne cesse de croître. Elle compromet désormais la régénération de la forêt, comme l'a montré une expertise franco-canadienne réalisée en mai 2008. Celle-ci a recommandé une réduction forte de la population de cerfs. Ces recommandations n'ont pas été mises en œuvre pour le moment, alors que le caractère insulaire et les dimensions modestes du territoire pourraient permettre une action rapide et efficace.

Faudra-t-il attendre que la forêt ne soit plus en mesure de se régénérer ou même ait disparu (sa surface a déjà diminué de 32 % sur l'ensemble Miquelon-Langlade entre 1952 et 2005), pour qu'enfin les recommandations des experts soient suivies ?

### **Etude de cas 4 : le tuit-tuit de l'île de La Réunion menacé par la prolifération des rats**

*Texte rédigé avec la contribution d'Hermann Thomas (Parc National de La Réunion)*

Le tuit-tuit ou échenilleur de La Réunion (*Coracina newtoni*) est un passereau forestier strictement endémique et très menacé de l'île de La Réunion. En 1976 sa population était encore estimée à environ 120 couples. Une dizaine d'années plus tard, ce ne sont plus qu'une trentaine de couples qui sont comptabilisés, répartis sur uniquement 16 km<sup>2</sup> dans le massif de la Roche Ecrite. Un cri d'alarme est alors lancé par la SREPEN (Société Réunionnaise pour l'Etude et la Protection de l'Environnement) et un projet de Réserve naturelle est engagé, qui aboutira à la création en 1999 de la RNN de La Roche Ecrite sur 3635 ha. Cette Réserve a été intégrée en 2008 dans la zone cœur du Parc national de La Réunion.

Les études menées sur les causes de régression de l'espèce mettent l'accent en particulier sur la prédation par les rats, dont la prolifération est favorisée par les déchets alimentaires abandonnés sur les sentiers de grande randonnée qui traversent le massif. Le plan de gestion de la RNN a donc promu une meilleure sensibilisation du public aux conséquences des comportements individuels et une intervention contre les prédateurs introduits par empoisonnement des rats à l'aide de raticides disposés sur le sol dans des tubes PVC de diamètre spécifique à ces rongeurs selon un maillage autour des nids. Les résultats des opérations menées par la SEOR (Société d'Etudes Ornithologiques de La Réunion) ont été spectaculaires, puisqu'ils ont permis d'obtenir un succès reproductif de 75 % dans les territoires d'intervention contre les prédateurs, contre 30 % dans les territoires sans intervention. Les actions mises en place ont ainsi permis d'arrêter le déclin du Tuit-tuit puisque, depuis 2004, ce sont 74 poussins bagués qui ont pu s'envoler pour une population totale estimée début 2010 à 64 mâles chanteurs et 27 couples reproducteurs.

La situation reste cependant encore très précaire et nécessite la poursuite acharnée des actions de lutte contre les rongeurs introduits, car tout relâchement risquerait d'ajouter une espèce à la longue liste (pas moins de 18 espèces !) des oiseaux endémiques éteints à La Réunion !

### **Les risques à venir**

Le développement économique et le commerce international conduisent inévitablement à une augmentation du risque d'introduction d'espèces. Pour limiter ces risques d'introduction, une attention particulière doit être portée aux espèces encore non présentes sur le territoire mais réputées envahissantes dans d'autres régions à conditions climatiques et écologiques similaires (voir étude de cas 5). De nombreuses espèces exotiques déjà naturalisées ou en cours de naturalisation ne manifestent pas aujourd'hui de caractère envahissant mais pourraient le devenir dans un futur proche si les conditions écologiques du milieu venaient à être modifiées en leur faveur. Ces espèces « dormantes » constituent de véritables « bombes écologiques » à retardement. Dans le futur, le changement climatique et la diffusion des EEE interagiront de manière significative. Ce changement ne fera pas que fournir un climat plus favorable aux espèces exotiques, mais il perturbera profondément le fonctionnement des écosystèmes, permettant à un grand nombre d'espèces

exotiques, inoffensives pour l'instant, de devenir envahissantes. Ce processus a été bien montré dans l'archipel de Kerguelen, où une légère augmentation de température a permis à certaines espèces végétales qui y avaient été introduites, mais n'étaient pas envahissantes, de fructifier et ainsi de s'étendre considérablement<sup>21</sup> (voir étude de cas 6).

Un autre risque potentiel à venir est l'augmentation de l'apparition de maladies émergentes. Les espèces introduites transportent, en effet, souvent des agents pathogènes qui peuvent trouver dans les territoires colonisés des nouveaux hôtes à infecter, aussi bien de la faune sauvage que parmi les animaux domestiques, ou même l'homme (voir l'exemple du tamia de Sibérie cité plus haut). A titre d'exemple, nous pouvons citer l'épidémie de paludisme aviaire à Hawaï. L'homme a d'abord introduit, via des oiseaux exotiques infectés, le *Plasmodium relictum*, qui est un parasite sanguin des oiseaux. Puis, le moustique vecteur du parasite est arrivé en 1826 et a permis la diffusion du parasite dans la faune aviaire locale déclenchant une épidémie de paludisme aviaire dont les conséquences ont été particulièrement graves puisque cette épidémie a conduit à l'extinction d'une dizaine d'espèces d'oiseaux endémiques de l'archipel. Nous pouvons également citer l'acarien *Varroa destructor* qui constitue une menace majeure pour l'apiculture mondiale avec des conséquences socio-économiques graves. L'homme est au cœur de cette épizootie planétaire. Dans un premier temps, il a mis en contact l'acarien, initialement parasite de l'abeille orientale (*Apis cerana*) et pour laquelle il est peu pathogène, avec l'abeille européenne (*Apis mellifera*) introduite en Asie et chez qui le *Varroa destructor* s'est développé avec un niveau de mortalité important. Ensuite, il a disséminé dans le monde le parasite adapté à son nouvel hôte grâce au commerce de ruches d'abeilles européennes infectées.

#### **Etude de cas 5 : un ver envahissant, le nématode du pin, menace immédiate pour les forêts françaises de conifères**

(Texte rédigé par Alain Roques, INRA)

Le nématode du pin, *Bursaphelenchus xylophilus*, est un petit ver, d'origine nord-américaine, qui s'attaque aux conifères, principalement aux pins. Il infeste les canaux résinifères des arbres et s'y multiplie, bloquant ainsi la circulation de la sève. Cela engendre un rapide dépérissement, conclu par la mort de l'arbre infesté en 60 jours en moyenne. Le jaunissement des aiguilles et leur dessèchement sont les signes avant-coureurs de la maladie, connue sous le nom de flétrissement du pin ou pine wilt disease. Alors que cet organisme n'a qu'un impact limité dans sa région d'origine, son introduction en Asie s'est traduite par une mortalité estimée en Chine à plus de 35 millions de pins en une vingtaine d'années. Introduit accidentellement au Portugal en 1999 avec le commerce du bois, il a été contenu pendant 9 ans dans une zone limitée au sud de Lisbonne. Malgré des mesures intensives de confinement (limitation du commerce et du transport de bois, abattages préventifs de « zones tampons » autour des foyers détectés), le nématode a réussi à se propager en 2008-2009 à la plus grande partie du pays avec une incursion en Espagne où des mesures d'éradication ont été prises. Le risque d'invasion dépend du nombre d'arbres hôtes, du climat (la température moyenne de l'air doit dépasser 20 °C pendant des périodes prolongées), et de la densité des vecteurs de transmission. En effet, le nématode du pin se transmet d'un arbre à l'autre en contaminant un insecte spécialisé dans l'exploitation du bois de pin, un capricorne du genre *Monochamus*. Une fois introduit dans une nouvelle région, il se propage assez vite, grâce à son insecte vecteur qui le transporte localement au rythme de plusieurs kilomètres par an, et surtout grâce au transport accidentel par l'homme. Le nématode peut se dissimuler dans toutes les marchandises en bois : rondins, caisses, poteaux électriques, traverses de chemin de fer, etc. Les échanges de bois d'une zone infestée vers une zone indemne augmentent donc le risque de dissémination de cet organisme nuisible. Ce risque est aggravé par la présence de ports, de rivières, de chemins de fer et de tout autre moyen de transport.

Un plan de surveillance est mené en France par le Département Santé des Forêts et les services régionaux en charge de la protection des végétaux (DRAAF/SRAL). Pour 2009 il a concerné la collecte de 600 échantillons de bois selon une procédure d'échantillonnage raisonné incluant les peuplements forestiers et les zones à risque liées aux activités commerciales.

Une simulation récente réalisée par l'INRA montre que l'expansion naturelle du nématode est susceptible d'affecter à relativement brève échéance (2020-2030) l'ensemble de la péninsule Ibérique et les pinèdes du sud-ouest de la France, cette expansion pouvant être en fonction de l'ampleur du réchauffement climatique. La simulation montre aussi qu'une introduction additionnelle dans un port quelconque de la côte Méditerranéenne serait susceptible de se traduire par une colonisation rapide de l'ensemble des pinèdes du sud de la France et du couloir rhodanien. Le renforcement des mesures de détection et des mesures préventives, incluant la surveillance des insectes vecteurs, est donc un enjeu majeur pour assurer la pérennité des écosystèmes forestiers.

## Etude de cas 6 : réchauffement climatique et espèces exotiques dans les îles australes françaises

(Texte rédigé avec la contribution de Jean-Louis Chapuis, MNHN)

Le réchauffement climatique influence d'ores et déjà la dynamique des populations de certaines espèces exotiques. Dans les îles australes françaises (îles Kerguelen, archipel Crozet, îles Amsterdam et Saint Paul), les espèces introduites proviennent essentiellement des régions tempérées et ont dû s'acclimater à un environnement contraignant. La rigueur du climat de ces îles a freiné l'installation de nouvelles espèces et limité la propagation des espèces déjà présentes. Or, les modifications climatiques enregistrées dans ces régions et qui se traduisent localement par une augmentation de quelques dixièmes de degré et une diminution des précipitations, sont en train de changer la donne. Plusieurs exemples en témoignent. Certaines graminées introduites, qui auparavant se maintenaient par multiplication végétative et dont la distribution était très limitée, sont maintenant capables de produire des graines fertiles dispersées par le vent, augmentant ainsi considérablement leur pouvoir de dissémination. Le pissenlit se développe déjà sur de grandes surfaces à Kerguelen à la faveur du réchauffement climatique. Ce phénomène est également observable chez des insectes. Ainsi la mouche bleue *Calliphora vicina*, arrivée dans les années 1970 aux îles Kerguelen, vivait réfugiée dans les bâtiments chauffés des bases scientifiques sans pouvoir boucler son cycle de reproduction. Dans les années 1980, l'augmentation des températures moyennes a permis le déroulement complet de son cycle. Elle a ainsi commencé à coloniser la région et à entrer en compétition pour l'accès aux ressources avec une mouche aptère indigène (*Anatalanta aptera*).

### 3) Une prise en compte croissante

La prise de conscience des enjeux des invasions biologiques est assez récente dans notre pays. Ainsi, à l'île de La Réunion, l'importance des invasions constatées depuis le milieu du 20<sup>ème</sup> siècle avait conduit la collectivité régionale à solliciter en 1989 l'intervention d'un expert sud-africain (I. McDonald) pour faire des propositions sur les actions à mener. C'est toutefois l'introduction en 1984 de l'algue *Caulerpa taxifolia* sur les côtes méditerranéennes de la France qui a permis une prise de conscience et une large médiatisation du phénomène d'invasions biologiques dans notre pays. La polémique engendrée par cette introduction et ses conséquences (l'espèce avait été qualifiée d'algue tueuse par certains médias) avaient conduit à l'organisation en mars 1997 d'un séminaire international sous l'égide de l'Académie des Sciences, afin de faire le point de la situation et de proposer des actions à mettre en œuvre pour tenter de juguler l'invasion.

Depuis une dizaine d'années, de nombreuses avancées ont été réalisées. Plusieurs initiatives en attestent comme par exemple le programme INVABIO<sup>22</sup> qui a permis la mise en œuvre de trente projets de recherche relatifs aux invasions biologiques, l'organisation de colloques (ex : forum des gestionnaires de 2007 consacré aux EEE), la réalisation de synthèses sur le sujet<sup>10, 23, 24</sup>, ou une médiatisation autour de certaines espèces comme la caulerpe, l'ambrosie ou la renoué du Japon et la multiplication de support de sensibilisation (affiches, brochures, etc). En termes de médiatisation et de vulgarisation scientifique, on peut citer la publication récente d'un numéro spécial « Dossier pour la science » consacré aux espèces invasives et comment lutter contre elles<sup>25,24</sup>.

D'autres exemples illustrent une certaine volonté d'élargissement partenarial et régional. La France a ainsi pris part à des initiatives européennes comme les programmes DAISIE ou ALARM ou à différents séminaires régionaux aussi bien en métropole (Mèze, 2005) qu'en outre-mer (Seychelles, 2003 ; Tahiti, 1997 ; Nouvelle-Calédonie, 2003 ; Moorea 2007). Les collectivités françaises d'outre-mer s'inscrivent dans des programmes régionaux de coopération orientés vers le partage de l'information à l'image de la Nouvelle-Calédonie, de la Polynésie française et de Wallis et Futuna qui participent au programme PII (Pacifique invasives initiative) et au programme PILN (Pacifique Invasives Learning Network), ce dernier programme constituant un bel outil de communication par échange des connaissances entre les gestionnaires des différents pays de la région Pacifique. Citons également l'initiative conduite depuis 2005 par le Comité français de l'UICN sur les EEE dans les collectivités françaises d'outre-mer et qui s'appuie sur un réseau de près de 100 experts et personnes ressources et mobilise un point focal dans chacune des collectivités.

Des comités locaux de réflexion et d'action ont vu le jour dans plusieurs régions (ex : Pays de la Loire, Loire-Bretagne, 2002 – 2003) et en outre-mer (La Réunion, Polynésie française, Nouvelle-Calédonie) avec pour objectifs de coordonner, organiser et hiérarchiser les actions relatives aux EEE.

Ces collectifs réunissent des acteurs de la recherche, de la gestion des milieux naturels, de la réglementation, de la société civile, etc., et constituent les premières démarches transversales et multi-partenariales engagées concrètement sur les questions de gestion des EEE à des échelles géographiques déjà importantes. Des actions ont également été conduites en partenariat avec le secteur privé dans un but de sensibilisation et de prévention. On peut citer par exemple l'approche concertée de l'agence méditerranéenne de l'environnement et du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles avec des horticulteurs et des paysagistes pour élaborer des fiches d'informations sur 15 plantes exotiques envahissantes précisant leurs risques écologiques et proposant des espèces de substitution <sup>26</sup>.

La Stratégie nationale pour la biodiversité adoptée en 2004 souligne l'urgence de renforcer la lutte contre les invasions. Les stratégies locales pour la conservation de la biodiversité, déclinaisons régionales de la stratégie nationale pour la biodiversité ont identifié les EEE comme une priorité d'action. D'autres documents d'orientations ou de planification comme les ORGFH (Orientations régionales pour la gestion de la faune et de la qualité de ses habitats) ou les Orientations régionales forestières intègrent en partie ou totalement les EEE. Dernièrement, le Grenelle de l'environnement a réaffirmé cet enjeu avec l'engagement d'appuyer la mise en place d'un dispositif de prévention, de gestion et de lutte contre les EEE pour la métropole et l'outre-mer (encadré 3). Une des avancées majeures a été la rédaction et la transmission à l'outre-mer dès 2008, conformément aux engagements du Grenelle de l'environnement, des éléments de cadrage pour une stratégie de lutte contre les EEE en outre-mer. Cinq axes principaux sont proposés : 1- Définition des mesures réglementaires interdisant certaines activités ; 2- Veille technique relative aux espèces invasives ; 3- Mise en œuvre des actions de police de la nature ; 4 - Lutte contre les espèces invasives installées ; 5- Coordination, animation et sensibilisation. Pour aider à la mise en place de ce cadre stratégique, les moyens du ministère de l'écologie ont été synthétisés dans la loi de finance 2009. D'ores et déjà, des régions métropolitaines (ex : Languedoc-Roussillon) et des collectivités françaises d'outre-mer (La Réunion, les Antilles françaises, la Guyane) se sont lancées dans la préparation d'une stratégie de lutte contre les EEE.

**Encadré 3 : la stratégie nationale du MEEDDM contre les espèces exotiques envahissantes**

*Texte rédigé par Hélène Menigaux (MEEDDM)*

A la suite du Grenelle de l'Environnement, le MEEDDM a lancé la définition de sa stratégie de lutte contre les EEE ayant un impact négatif sur la biodiversité. Celle-ci comprend notamment :

- la constitution d'un réseau de surveillance, permettant d'agir dès la détection de l'arrivée d'une nouvelle espèce ou de l'expansion de l'aire de présence d'une espèce déjà installée ;
- le renforcement des moyens de prévention de l'introduction d'EEE en élargissant la liste actuelle des espèces de jussies actuellement réglementées en application de l'article L.411-3 du Code de l'environnement à d'autres EEE. Cette liste en cours de préparation doit faire l'objet d'une analyse des risques précise sur l'ensemble du territoire national, basée sur des évaluations scientifiques ;
- la mise en place de plans nationaux de lutte contre les EEE présentes sur le territoire les plus préoccupantes. Ces espèces sont identifiées sur la base d'un travail de hiérarchisation des espèces concernées en fonction de l'intérêt à agir. La rédaction de deux plans nationaux d'actions a été lancée en 2009 et cela doit se poursuivre en 2010 par la rédaction de quatre nouveaux plans d'action ;
- un volet communication qui doit également permettre de sensibiliser le public à propos des bons gestes à adopter et des conséquences écologiques de certains de ses actes.

Pour la mise en œuvre de cette stratégie, le MEEDDM s'appuie sur deux coordinateurs techniques : la Fédération Nationale des Conservatoires Botaniques Nationaux pour les espèces de flore et le Muséum National d'Histoire Naturelle pour les espèces de faune.

Du fait de la sensibilité des territoires d'Outre-mer (milieux insulaires, fort taux d'endémisme des espèces...), des éléments de cadrage pour la mise en œuvre de la stratégie nationale à l'Outre-mer ont été transmis en 2008 aux représentants de l'Etat. Outre la mise en place d'un dispositif déclinant les différents axes de cette stratégie, en raison de la spécificité de chaque territoire, le rôle des DREAL/DIREN a été renforcé dans la mise en œuvre de cette politique.

Malgré une prise de conscience tardive et un important déficit de moyens alloués à ces thématiques, notre pays commence à combler peu à peu ses lacunes en ce domaine. La poursuite et l'intensification des efforts pour aboutir à une coordination nationale sur le sujet et des moyens consacrés aux invasions biologiques, ainsi que le développement de stratégies régionales et locales devraient contribuer à combler ce retard difficilement acceptable.

## 4) Comment améliorer la gouvernance des espèces exotiques envahissantes ?

Malgré les avancées présentées dans le paragraphe précédent, de nombreux points de blocages s'opposent encore à une gouvernance efficace des EEE (voir encadré ci-dessous). Les EEE sont un problème environnemental et un enjeu socio-économique important. La complexité de la gouvernance des EEE réside dans une dimension multi-niveau, à la fois verticale (nationale, régionale, locale...) et horizontale entre différentes disciplines (biologie, droit, économie, sociologie, etc.) et différents secteurs d'activités (environnement, agriculture, privé, etc.).

La mise en place d'un cadre de dialogue, d'une plate-forme de coordination et de coopération associant tous les acteurs s'avère évidemment indispensable. Une des clés de la gouvernance des EEE réside dans la volonté politique d'agir et dans la coordination des actions, ce qui renvoie à des questions de prise de conscience, de responsabilisation, puis d'organisation et de méthode de travail, mais aussi d'acquisition de connaissances et de développement des recherches sur cette problématique.

### **Encadré 4 : Principaux points de blocage à une meilleure gouvernance des espèces exotiques envahissantes**

1. La méconnaissance au sein de la société du phénomène des invasions ;
2. Les controverses sur les conséquences des invasions et la nécessité d'agir contre les invasions et l'absence de structures de concertation et de prise de décision ;
3. Les difficultés de définition et de mise en œuvre d'une réglementation efficace par méconnaissance des espèces concernées et l'absence de moyens de surveillances dédiés ;
4. Les difficultés de prise de conscience des conséquences des comportements individuels et de la nécessité de faire passer l'intérêt collectif avant l'intérêt individuel ;
5. L'insuffisance de la recherche orientée vers les besoins de la gestion ;
6. Les difficultés de transfert des résultats de la recherche et leurs appropriations par les décideurs, les gestionnaires et les citoyens ;
7. Les difficultés de faire reconnaître et soutenir au niveau national les initiatives locales ;
8. Les réticences des responsables politiques à intervenir du fait des enjeux socio-économiques ;
9. Les difficultés à évaluer correctement les enjeux de la gestion des EEE et les financements nécessaires ;
10. Les difficultés de coordination entre les intervenants.

### **Coordonner des acteurs multiples**

La gestion des EEE implique de nombreux acteurs (l'Etat et ses services déconcentrés, les collectivités locales, les chercheurs, les gestionnaires de l'environnement, les acteurs privés, les associations de protection de la nature ou d'usagers) et nécessite des interventions à différents niveaux : i) la réglementation sur le contrôle aux frontières, le commerce, le contrôle des transports, etc. ; ii) l'information et la sensibilisation du public ; iii) la veille et la détection précoce des nouvelles espèces ; iv) la régulation à long terme pour contenir les espèces déjà installées (lutte manuelle, mécanique, chimique ou biologique) ; v) la recherche en sciences du vivant et sciences humaines. La coordination de ces acteurs doit s'inscrire à la fois dans une politique globale nationale et dans des politiques locales aussi bien pour le développement des outils de prévention et de surveillance que

pour l'acquisition et la gestion des informations (base de données par exemple) ou pour la définition d'interventions adaptées aux situations. Le tableau 2 propose un aperçu des principales catégories d'acteurs impliquées ou pouvant l'être dans différents domaines de la gestion des EEE.

**Tableau 2 : Les principaux acteurs impliqués dans la gestion des EEE**

Catégories d'acteurs	Domaines de gestion des EEE						Décisions	Echelles
	Réglementation	Surveillance	Intervention	Connaissance	Sensibilisation	Financement		
Europe Commission Européenne EPPO	x	x					x	Internationale Internationale
Administrations de l'Etat Ministère chargé de l'écologie Ministère chargé de l'agriculture Ministère de la santé Ministère du budget (Douanes)	x x x x	x x x x	x x x				x x x x	Nationale Nationale Nationale Nationale
Services déconcentrés de l'Etat Préfecture Services en charge de l'environnement (DIREN-DREAL) Services en charge de l'agriculture (DAF-SPV ; DAF-DSV, DRAAF-SRAL, DDPP) Service en charge de la santé (ARS, DDASS)							x x x	Locale Locale Locale Locale
Collectivités territoriales Conseil régional Conseil général Communes et regroupements de communes							x x x	Locale Locale Locale
Collectivités du Pacifique * et TAAF	x						x	
Etablissements Publics ONCFS ONF ONEMA MNHN		x x x x	x x x	x x x	x x x			Nationale et Locale Nationale et Locale Nationale et Locale Nationale et Locale
Gestionnaires d'espaces Réserves naturelles Parcs nationaux Parcs naturels régionaux Conservatoire du littoral Conservatoires régionaux d'espaces naturels Collectivités territoriales Associations		x x x x x x x	x x x x x x	x x x x x	x x x x x			Locale Locale Locale Locale Locale Locale Locale
Expertise Organismes de recherche Conservatoires botaniques Etablissements publics Associations naturalistes Réseaux d'expertise internationaux (ISSG, GISP...)			x x x x	x x x x	x x x x			Nationale et Locale Locale Nationale et Locale Locale Internationale
Société civile Secteur privé Associations et Fédérations nationales Citoyens					x x		x x x	Locale Nationale et Locale Locale

\*Polynésie française, Nouvelle-Calédonie, Wallis et Futuna

Conférence française pour la biodiversité – 10-12 mai 2010 – Note de cadrage – Atelier «EEE» –  
« Mieux agir contre les espèces exotiques envahissantes » – 19 avril 2010

Les besoins de coordination sont donc importants et s'inscrivent dans des échelles à la fois internationales (Europe pour la France métropolitaine et Pacifique, Océan Indien, Caraïbes, Amériques du Sud pour les collectivités d'outre-mer), nationales et locales. L'absence actuelle de coordination au niveau national dans ce domaine se traduit par des difficultés dans la mise en œuvre d'une politique globale et cohérente de gestion des EEE. Mais des efforts importants ont été récemment réalisés dans ce sens avec notamment la définition par le MEEDDM d'un cadre national stratégique contre les EEE (encadré 3) ou encore avec la mise en place pour les milieux aquatiques, d'un groupe de travail Onema-Cemagref, coordonné par l'Onema (Invasions Biologiques en Milieu Aquatique, IBMA).

### **Compléter et améliorer la réglementation et sa mise en œuvre**

Comme dans beaucoup de pays, les mesures réglementaires de prévention ou de lutte sont fragmentées et éparpillées dans plusieurs textes, selon que l'espèce relève de la réglementation agricole (organismes de quarantaine/nuisibles aux végétaux), du domaine sanitaire (animaux domestiques), de la chasse, de la pêche, de l'environnement, sous la compétence de services différents avec des mandats différents. Cette fragmentation réduit la visibilité des mesures réglementaires, augmente le risque de conflits ou de lacunes dans leur exécution et contribue à l'existence de nombreuses divergences de terminologies (espèces envahissantes, espèces invasives, espèces non indigènes, organismes nuisibles, ravageurs).

Force est de constater qu'aujourd'hui seulement deux espèces de jussies (plantes aquatiques) ont bénéficié d'un arrêté ministériel d'interdiction de transport, du colportage, de l'utilisation, de la mise en vente, de la vente ou de l'achat dans le cadre de l'application de l'article L. 411-3 du Code de l'Environnement. Etant donnée la valeur de la biodiversité d'outre-mer, l'avancée des actions contre les EEE y a été considérée, tardivement, comme une priorité (transmission des éléments de cadrage en 2008). Malgré les importantes réflexions engagées sur le sujet, on peut regretter à ce jour l'absence d'arrêtés ministériels récents, aussi bien pour la métropole que pour l'outre-mer. Le dispositif réglementaire applicable à la mer ne traite pas des invasions marines sauf en interdisant les introductions dans les aires marines protégées.

La récente mise en place de mesures réglementaires au plan international comme la norme phytosanitaire NIMP/ISPM 15 (obligation de traiter le bois par chauffage à cœur à 56°C pendant 30 minutes) commence à apporter une parade efficace au risque de dissémination des organismes envahissants par le commerce du bois et de ses dérivés tout en évitant au maximum les risques d'entrave aux échanges internationaux. Mais de telles mesures ne concernent pas le commerce des plantes ornementales qui est un des vecteurs les plus importants d'EEE.

De manière générale, la poursuite actuelle des introductions d'espèces témoigne des limites des mesures phytosanitaires et zoosanitaires actuelles, de l'absence de mesures propre aux EEE, d'un système de biosécurité faible et de l'absence de méthodes standardisées d'analyse de risque d'invasion. Se pose ici l'importante question de la transversalité entre administrations concernées (Ministère chargé de l'écologie, Ministère de l'agriculture, Ministère de la santé, Douanes) et entre leurs services déconcentrés.

### **Promouvoir la réactivité**

La réactivité est une des clés du succès de la gestion des EEE. Il apparaît donc essentiel de développer un système national de surveillance du territoire couplé à un dispositif d'alerte rapide dès lors qu'un nouvel organisme arrive en France mais aussi dans les pays voisins, afin de pouvoir déboucher sur une réelle capacité de réaction. Or il n'existe pas dans notre pays de système national de surveillance du territoire dédié à cette thématique, ni de système d'alerte, ni d'instances de décisions concertées permettant de répondre aux alertes.

La question de réactivité sous-tend celle de la prise de décision. La gouvernance doit rechercher plusieurs objectifs comme par exemple l'efficacité des décisions en termes de temps et de coûts et l'acceptation et la légitimité de décisions ou d'actions. Tous les acteurs sont à associer au processus, d'abord pour les informer, et ensuite, s'ils le souhaitent, pour leur permettre de s'impliquer. L'absence de prise en compte d'un groupe d'acteurs peut conduire à des oppositions virulentes. Mais en multipliant les acteurs prenant part au débat, chacun ayant une perception du problème et des intérêts propres à défendre, se pose la question de comment faire passer l'intérêt collectif avant les intérêts particuliers et comment justifier le principe de précaution qui est central à la problématique EEE (voir étude de cas 7).

Sur le plan réglementaire, l'état actuel du processus de décisions, toujours très centralisé, ne favorise pas la réactivité. C'est particulièrement flagrant dans les départements et certaines collectivités d'outre-mer (ainsi qu'en Corse) qui sont dans l'impossibilité de réglementer les introductions d'espèces sur leur territoire alors même que c'est dans ces territoires que le problème se pose avec le plus d'acuité.

L'amélioration de la réactivité passe également par le développement d'une recherche en amont visant à caractériser les organismes potentiellement envahissants et de procédures d'évaluation de risque d'introduction de ces espèces. Or, ce type de recherche est aujourd'hui encore trop peu soutenu. En termes de recherche par exemple, partant de l'observation qu'une majorité d'EEE arrivent aujourd'hui d'Asie, l'équipe de zoologie forestière de l'INRA développe des systèmes d'arbres européens « sentinelles » sur ce continent afin d'identifier à l'avance quelles espèces asiatiques sont capables de coloniser les arbres européens (Alain Roques, comm. pers. 2010).

#### **Etude de cas 7 : l'écureuil à ventre rouge dans les Alpes Maritimes**

(Texte rédigé par Jean-Louis Chapuis, MNHN et Hélène Menigaux, MEEDDM)

Espèce originaire de l'est de l'Asie, l'écureuil à ventre rouge (*Callosciurus erythraeus*) a été introduit sur la presqu'île du Cap d'Antibes à la fin des années 1960 par un particulier, en tant qu'animal d'ornement. Après une phase d'installation (1970-1990), ce rongeur a franchi la barrière d'habitation constituée par la ville d'Antibes – Juan-les-Pins à la fin des années 1990. Actuellement, son expansion vers l'intérieur des terres est encore freinée par l'autoroute A8. Les dégâts occasionnés sont identiques à ceux observés sur d'autres lieux d'introduction (Argentine, Japon, Belgique) : rongement des câbles téléphoniques, écorçage d'essences d'arbres et d'arbustes, consommation des agrumes, des olives... Eradiqué en Belgique, contrôlé au Japon, mais également sur le Cap d'Antibes par certains citoyens (tir, piégeage, et même empoisonnement), il est apparu urgent au MEEDDM de lancer un plan d'action destiné à limiter cette espèce dont l'effectif actuel est estimé à plusieurs milliers d'individus. Les principaux objectifs de ce plan sont d'empêcher son expansion dans le sud de la France, où il pourrait causer des dégâts importants (notamment aux cultures fruitières), et de contribuer à la protection de l'écureuil roux occupant la même niche écologique.

Ce cas est exemplaire à plusieurs titres :

- non intervention dès les premières années suivant son introduction, ceci par méconnaissance de l'espèce et sous-estimation de ses capacités à se développer ;
- après une phase d'installation, expansion de ce rongeur rendant actuellement les interventions plus difficiles et plus coûteuses ;
- nécessité d'intervenir rapidement, avant que la dernière barrière géographique ne soit franchie, malgré une connaissance encore incomplète de ses impacts potentiels ;
- perception contrastée de l'espèce par les résidents et les touristes, certains les limitant, d'autres les nourrissant...

#### **Améliorer les connaissances et orienter la recherche vers des finalités pratiques**

Malgré des progrès significatifs accomplis ces dernières années, de nombreuses questions sur les EEE demandent encore d'importants efforts de recherche pour les années à venir. Les impacts écologiques et socio-économiques de la majeure partie des EEE ne sont pas ou très peu documentés localement<sup>24</sup>. La connaissance du nombre et de l'identité des espèces introduites nécessite des recherches taxonomiques ou archéo-zoologiques, car ces informations sont encore souvent mal connues. Pourtant, une bonne connaissance de l'impact des populations exotiques envahissantes sur les écosystèmes et la biodiversité est importante pour améliorer les stratégies de lutte. La difficulté à identifier ou prédire les impacts d'EEE est bien souvent à l'origine de conflits d'intérêts. Les sciences humaines (économie, sociologie, ethnologie) sont encore trop peu sollicitées, alors qu'elles peuvent apporter des nouveaux éléments de compréhension indispensables, comme par exemple la perception des invasions par les communautés locales, qui peuvent parfois être en décalage avec le discours des chercheurs et des gestionnaires d'espaces, ou le développement d'outils pour l'analyse cout-bénéfice susceptible de mieux orienter le choix des décideurs. La connaissance des voies d'introductions est également importante car elle peut permettre la mise en place de mesures spécifiques destinées à réduire les flux d'espèces et à informer les publics sur les risques

environnementaux de certaines pratiques. Gardons toutefois à l'esprit que les scientifiques informent mais ne prennent pas les décisions. Celles-ci reviennent aux responsables politiques.

Si la recherche « académique » est essentielle pour l'amélioration des connaissances sur la biologie ou l'écologie des EEE ou pour améliorer la compréhension de processus plus généraux comme l'évolution des espèces, la recherche doit également être orientée vers des finalités pratiques afin de répondre aux besoins des gestionnaires de terrain. Le partenariat entre chercheur et gestionnaires est absolument indispensable pour garantir que les résultats des recherches menées trouvent rapidement une traduction et des applications locales en matière de gestion de l'environnement et des ressources naturelles. Or, bien que des tentatives aient été faites pour renforcer le dialogue entre chercheurs et gestionnaires, comme par exemple dans le programme INVABIO, de nombreux efforts restent encore à faire. Une démarche allant dans ce sens est l'initiative PI@ntNet (coordonnée par l'UMR AMAP, Telabotanica et l'équipe IMEDIA de l'INRIA) et notamment son programme consacré aux plantes exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer dont objectif est de créer une plate-forme informatique d'information et d'aide à l'identification, à l'acquisition, à la gestion, à l'analyse et au partage de données sur les plantes exotiques envahissantes.

La création de base de données est indispensable pour assurer la diffusion, le partage et l'utilisation des informations (localisation, impacts, prédictions, méthodes de lutte, etc.) par les chercheurs mais également par les gestionnaires d'espaces naturels, voire même par les citoyens. Il existe d'ores et déjà des bases de données consultables en ligne (par exemple : base de données mondiale sur les espèces exotiques envahissantes : [www.issg.org/database/welcome](http://www.issg.org/database/welcome); base de donnée européenne DAISIE : [www.europe-aliens.org](http://www.europe-aliens.org); inventaire national du patrimoine naturel: [www.inpn.mnhn.fr](http://www.inpn.mnhn.fr); base de donnée de l'UICN France pour l'outre-mer français : [www.especes-envahissantes-outremer.fr](http://www.especes-envahissantes-outremer.fr)). Mais l'existence de nombreuses bases de données conduit également à une dispersion et une fragmentation de l'information de telle sorte que d'une base à l'autre l'information est quelquefois différente et souvent difficile à transférer. C'est pourquoi des réflexions devront être également menées pour faciliter les échanges de données entre les différentes bases existantes.

### ***Soutenir et coordonner les initiatives locales***

Pour faire face aux invasions biologiques constatées, de nombreuses initiatives sont prises au niveau local notamment par des gestionnaires d'espaces naturels dans le but de limiter la propagation et les impacts de certaines EEE. Ces initiatives peuvent aboutir à des résultats positifs (voir par exemple l'étude de cas 4). Mais le succès de ces opérations passe notamment par des financements constants et tout relâchement pourrait réduire à néant les efforts engagés. Bien souvent, faute de financements, les suivis des conséquences des opérations de lutte sur le long terme, pourtant essentiels, ne sont pas réalisés.

Le réseau associatif, et pas seulement le réseau écologiste/naturaliste, est un partenaire local incontournable pour la mobilisation de la société civile et la mise en place d'une stratégie efficace de lutte contre les invasions biologiques. Il dispose pour cela de plusieurs atouts : compétences naturalistes et connaissance du terrain ; capacité de mobilisation importante pour la diffusion d'information, la surveillance ou pour des actions de lutte. De nombreuses opérations sont conduites localement par des associations et mériteraient d'être mieux soutenues et accompagnées tant sur le plan des financements que sur celui de l'expertise et du conseil.

L'empirisme qui prévaut dans diverses initiatives locales est directement lié aux difficultés rencontrées pour obtenir des informations pratiques par les gestionnaires dans les premières phases de leur démarche de gestion. L'implication de chercheurs et d'experts dans un souci d'amélioration de ces pratiques, aussi bien en termes d'efficacité qu'en termes d'innocuité vis-à-vis des organismes ou des systèmes non visés, est un processus lent qui nécessite la mise en commun d'expériences, le partage d'un même langage, la reconnaissance mutuelle des rôles respectifs des partenaires, etc. Toutes ces choses nécessitent du temps et des relations durables qui ne peuvent s'appuyer seulement sur les programmes classiques de recherche de courte durée.

### ***Accroître la sensibilisation et gérer les conflits d'intérêts***

Le Conseil de l'Europe reconnaissait en 1996 que « la nécessité de prévenir l'introduction d'espèces exotiques d'animaux et de plantes continuait à se heurter dans de nombreux pays à l'indifférence des pouvoirs publics et de la population ». Près de 15 ans plus tard, ce constat demeure

d'actualité. Faire émerger la prise de conscience des dangers que représentent les EEE reste un défi majeur à relever. Une récente étude (Commission européenne) vient encore renforcer ce constat : seulement 2 % des européens estiment que les invasions biologiques constituent une menace sérieuse pour la biodiversité. L'activité horticole est considérée au niveau mondial comme la principale source de dissémination de plantes exotiques envahissantes. Pourtant de nombreuses EEE continuent d'être vendues dans les jardinerie ou les pépinières. L'aménagement du territoire comme par exemple le verdissage des bords de routes, des ronds-points, des espaces publics est principalement réalisé à base d'espèces exotiques ornementales sélectionnées pour leurs critères esthétiques et économiques, parfois même pour leur caractère de robustesse et de croissance rapide, sans prendre en considération leur potentiel envahissant. La mode des nouveaux animaux de compagnie et de cages est à l'origine de nombreuses introductions d'espèces (voir l'étude de cas sur l'écreuil à ventre rouge).

Les différentes catégories d'acteurs impliquées dans la gestion des espèces exotiques ont parfois une perception différente de la problématique, ce qui peut être à l'origine de conflits d'intérêt (voir étude de cas 8). Par exemple, certaines espèces exotiques considérées comme envahissantes par des chercheurs, des associations ou des gestionnaires d'espaces sont perçues positivement par d'autres acteurs (politiques, agriculteurs, forestiers, bureaux d'études, citoyens). Cette diversité de perception entre les acteurs constitue un frein important à la mise en œuvre de réglementations, de bonnes pratiques ou de programmes de lutte. Le message de La Réunion (UE 2008) a rappelé le besoin d'une meilleure information coordonnée des politiques, du grand public et du secteur privé (animalerie, aquaculture...), d'une plus forte implication du secteur privé en tant que partenaire privilégié et d'une meilleure connaissance et prise en compte des relations socio-économiques et culturelles des populations avec les espèces exotiques.

Plusieurs travaux et programmes de lutte ont montré que les communautés concernées sont toujours plus réceptives si les actions conduites ont des effets positifs pour elles. Il s'agit donc de trouver les leviers, y compris des mécanismes d'incitation, pour impliquer les communautés locales dans ces initiatives.

#### **Etude de cas 8 : perceptions opposées des espèces exotiques envahissantes : l'exemple du goyavier à La Réunion et de l'herbe de la pampa en région méditerranéenne**

Le goyavier (*Psidium cattleianum*) est un arbuste exotique très envahissant à l'île de La Réunion, dont la dissémination est assurée grâce à ses graines transportées par des oiseaux (eux-mêmes souvent exotiques) qui en consomment les fruits. Là où il se développe, il forme des peuplements denses quasi monospécifiques, excluant les plantes indigènes. Or, les fruits de cette espèce sont très appréciés localement. Une association s'est constituée afin de promouvoir l'extension de sa culture dans l'île. La création récente d'une organisation de producteurs permet désormais d'obtenir des subventions européennes (POSEIDOM) pour développer le marché de cette espèce. Une fête annuelle lui est d'ailleurs consacrée par la commune de La Plaine des Palmistes.

Mais l'extension de sa culture, souhaitée par certains et aidée par les subventions européennes, accroîtra inévitablement son invasion dans les milieux naturels !

L'herbe de la pampa (*Cortaderia solleana*) est une graminée originaire d'Amérique du Sud, formant des touffes très spectaculaires et décoratives, pouvant atteindre plus de 3 m de hauteur et 1 m de diamètre. Cette espèce est très appréciée et largement commercialisée par les horticulteurs comme plante de jardin et d'ornementation dans des espaces verts ou sur les ronds-points. Toutefois la commercialisation de plantes fertiles a conduit à sa naturalisation dans le sud de la France et sur le littoral atlantique, où pour un grand nombre de ses utilisateurs, l'herbe de la pampa n'est pas perçue comme une plante exotique mais comme une plante caractéristique des zones humides de la région. Cependant, celle-ci tend à devenir envahissante sur des sols sableux et dans certaines zones humides, comme la Camargue.

C'est pourquoi cette espèce a été retenue par le Ministère chargé de l'Ecologie pour faire l'objet d'un plan d'action prioritaire afin de limiter son invasion par une information des acheteurs et une réglementation de sa commercialisation.

### *Mieux partager les coûts des invasions biologiques et optimiser les ressources financières*

Les coûts environnementaux et économiques des EEE sont très élevés et sont supportés presque exclusivement par la société (contribuables, usagers, consommateurs, producteurs, etc.). Il conviendrait de modifier le partage des coûts afin que les « bénéficiaires des EEE » prennent en compte les préjudices et coûts pour la société qu'ils occasionnent par leurs choix économiques. Le principe pollueur-payeur pourrait être mis en œuvre par des taxes ou des contributions instituées sur certaines activités à risque véhiculant des EEE.

Par ailleurs, une analyse des besoins de répartition aux diverses échelles administratives possibles des ressources financières à injecter dans la gestion des EEE devra être réalisée pour en optimiser l'emploi et ne pas défavoriser les échelons locaux les plus fragiles.

### *Articuler la problématique EEE avec les autres pressions et l'intégrer dans les politiques d'aménagement*

Les différentes pressions exercées sur l'environnement (destruction et fragmentation des habitats, pollutions, surexploitation des ressources, dégradations des sols, changements climatiques, EEE) sont souvent appréhendées de manière indépendante. Or, elles sont reliées les unes aux autres par des interfaces naturelles (sols, eau, air) et par les activités humaines (démographie, mondialisation des échanges, comportements sociaux, etc.).

Toute décision politique ou réglementaire devrait être évaluée quant à son impact sur les risques associés aux EEE. Une décision dans le domaine des transports, de l'agriculture, de l'environnement ou en matière de santé publique peut avoir des conséquences imprévues. Par exemple, à la veille de la mise en place d'une trame verte et d'une trame bleue, le maintien ou la restauration de corridors écologiques peut faciliter la diffusion d'EEE (plantes, oiseaux...). L'accompagnement des politiques d'aménagement et une gestion adaptée des corridors écologiques sont indispensables pour limiter leur rôle dans les phénomènes d'invasion.

### *Renforcer la coopération régionale*

La prévention des introductions ne peut pas s'envisager au seul niveau national, pas plus que la lutte au niveau national ou local pour les collectivités françaises d'outre-mer. La coopération régionale que ce soit en termes de surveillance de la région et d'alerte, de partage d'information, de construction de programmes régionaux sur des EEE communes ou des habitats envahis communs, etc. revêt une importance évidente. Une autre importante question mais qui est souvent peu évoquée est celle de notre responsabilité vis-à-vis d'autres pays en tant que territoire source d'EEE.

## **5) Proposition de questions à débattre lors de la conférence**

Comment passer du constat à l'action ? Nous proposons ici huit questions de débat afin de faire avancer la réflexion et, espérons-le, permettre d'identifier de nouvelles pistes d'actions concrètes pour mieux agir contre les EEE.

### **Question n°1**

La perception des EEE est très différente selon les acteurs. Le « grand public » et les décideurs n'ont souvent qu'une connaissance très partielle des enjeux écologiques, socio-économiques et sanitaires des EEE et de ce fait réagissent parfois même négativement lorsque des interventions sont décidées contre certaines EEE (ex. griffes de sorcières, ibis sacré).

- **Comment améliorer la prise de conscience par la société civile des enjeux relatifs aux invasions biologiques, afin qu'elle adhère et participe aux actions préventives et curatives mises en place ?**

## Question n°2

La réglementation relative aux EEE reste encore très incomplète dans notre pays et son application très restreinte, à cause d'une inertie des politiques à agir du fait des enjeux socio-économiques liés à l'utilisation commerciale de certaines EEE, du manque d'outils d'analyses du risque pour identifier les espèces potentiellement envahissantes et du manque de connaissance de la réglementation existante et des espèces concernées par celle-ci. Par ailleurs, il n'existe pas dans notre pays un système national de surveillance du territoire dédié à cette thématique, ni de système d'alerte, ni d'instances de décisions concertées permettant de répondre aux alertes

- **Comment améliorer l'efficacité de la réglementation relative aux EEE afin de limiter les introductions et la propagation d'espèces susceptibles de devenir envahissantes ? Comment prendre en compte les spécificités ultra-marines ? Quel système de surveillance biologique du territoire envisager ?**

## Question n°3

De nombreuses actions de prévention et de gestion des EEE ont été mises en œuvre au niveau local dans notre pays (y compris dans l'outre-mer) par des acteurs très divers (collectivités, associations, administrations, entreprises, etc.) depuis plusieurs décennies, souvent avec succès mais de manière empirique, sans parfois ni coordination ni évaluation de leur efficacité.

- **Comment faire en sorte que les initiatives locales et leurs acquis soient mutualisés et que leurs enseignements puissent servir à d'autres opérations ?**

## Question n°4

Les actions sont souvent menées sur des périodes trop courtes, faute de financements suffisants pour avoir un résultat efficace et durable sur les invasions.

- **Comment engager des opérations sur le long terme ? Quelles structures peuvent ou doivent en prendre en charge les financements ?**

## Question n°5

Les suivis techniques et les évaluations scientifiques des opérations menées sont souvent inexistantes ou insuffisantes, par manque d'intérêt ou de moyens financiers, ce qui ne permet pas de tirer tous les enseignements des actions menées.

- **Quels systèmes et instruments d'évaluation de la pertinence et de l'efficacité des actions menées contre les EEE pourraient être mis en place ?**

## Question n°6

Il a été démontré que les invasions biologiques sont favorisées par la mondialisation des échanges au niveau international, ainsi que par les perturbations naturelles et/ou anthropiques croissantes des écosystèmes. Par ailleurs, le changement climatique influence déjà les dynamiques des populations des espèces exotiques (de même que celles des espèces indigènes) et jouera un rôle de plus en plus important.

- **Quelles actions peut-on proposer pour limiter les facteurs locaux et globaux favorisant les invasions ?**

## Question n°7

Les intérêts et comportements individuels, éventuellement influencés par des lobbies, sont parfois en opposition avec l'intérêt collectif relatif aux invasions biologiques.

- **Qui décide du statut d'espèce exotique envahissante ? Sur la base de quels critères, intérêts, représentations ? Comment améliorer les modes de dialogues avec les professionnels qui commercialisent ou retirent des bénéfices des espèces exotiques envahissantes ?**

## Question n°8

Certaines invasions surviennent après une période de « latence » de plusieurs décennies et les conséquences de ces invasions ne deviennent visibles par tous que lorsqu'il est souvent trop tard pour éradiquer les espèces que les experts avaient déjà identifiées comme espèces à risques.

- **Quel doit être le rôle des experts et des conseils scientifiques dans la gouvernance des invasions ? Faut-il attendre qu'une invasion soit reconnue comme néfaste par tous les acteurs pour décider d'une intervention ou se suffire des avis des experts pour prendre des décisions qui peuvent parfois être impopulaires ? Quel(s) groupe(s) d'experts, quel processus d'analyse de la situation et quel(s) type(s) de structure est (sont) légitime(s) pour prendre des décisions dans un contexte incertain ou évolutif ?**

# Annexe 1 : données sur la flore et la faune indigènes, exotiques et exotiques envahissantes en France métropolitaine et en outre-mer

Tableau 1 : Constitution de la flore vasculaire en outre-mer et en métropole

	Flore vasculaire indigène	% endémisme	Flore vasculaire introduite	Flore vasculaire naturalisée	Plantes exotiques envahissantes
<i>Outre-mer</i> <sup>1</sup>					
Nouvelle Calédonie	3261	74	1412	360	67
Polynésie française	880	62	1800	600	60
Wallis et Futuna	350	2	281	114	60**
Réunion	835	28	>2000	826	100
Mayotte	629	5	585	200	80
Martinique	1403	2,5 (14,5*)			4
Guadeloupe	1600	2 (13*)	1260	236	16
Guyane	5350	2,8	379	131	2
TAAF	70	34	118	?	16
Saint Pierre et Miquelon	385	0	136	80	6
France métropole	4900 <sup>3</sup>	1,4 <sup>3</sup>	1258 <sup>2</sup>	732 <sup>2</sup>	74 <sup>3</sup>

\* taux d'endémisme au niveau régional

\*\* plantes exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes

Tableau 3 : Nombre d'arthropodes et de mollusques dans différentes collectivités d'outre-mer et en métropole <sup>3</sup>

	arthropodes			mollusques		
	Ind	Exo	Env	Ind	Exo	Env
Réunion	?	?	?	73	38	6
Nouvelle-Calédonie	?	?	?	259	20	1
Polynésie française	?	?	?	417	40	1
Guadeloupe	?	?	?	73	11	1
Martinique	?	?	?	56	10	1
France métropole	40388	656 <sup>4</sup>	11	660	38	6

Tableau 2 : constitution de la faune de vertébrés terrestres en outre-mer et en métropole

	Mammifères terrestres			Oiseaux			Poissons d'eau douce			Reptiles terrestres			Amphibiens		
	Ind	Exo	Menace	Ind	Exo	Menace	Ind	Exo	Menace	Ind	Exo	Menace	Ind	Exo	Menace
<i>Outre-mer</i> <sup>1</sup>															
Guadeloupe	14	8	6	70	10	2	16	3	2	21	8	3	3	3	3
Martinique	11	6	5	65	14	1	16	6	2	8	5	3	1	3	3
Guyane	183	?	3	718	?	?	480	?	?	158	?	1 ?	108	?	?
Réunion	2	15	9	18	22	4	21	11	4	3	14	3	0	2	?
Mayotte	4	10	7	35	11	2	25	1	1	15	2	1	0	2	?
Polynésie française	0	12	11	31	13	4	33	4	2	10	3	2	0	0	0
Nouvelle-Calédonie	9	12	11	112	14	4	58	8	3	69	4	2	0	1	1
Wallis et Futuna	1	7	7	25	3	2	18	2	2	11	1	1	0	0	0
Saint Pierre et Miquelon	5	7	5	87	4?	1	?	?	?	0	0	0	0	1	?
TAAF	0	9	9	50	1 ?	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0
France métropole <sup>3</sup>	107	12	1	527	16	1	82	35	18	40	3	0	32	11	1

nd=indigène ; Exo=exotique ; Menace = espèces pour lesquelles l'impact sur la biodiversité est identifié localement ou connu ailleurs pour être important

<sup>1</sup> extrait de Soubeyran 2008 et mis à jour

<sup>2</sup> Lambdon *et al.*, 2008 : Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. Preslia 80:101-149.

<sup>3</sup> D'après l'Inventaire national du patrimoine naturel ([www.inpn.fr](http://www.inpn.fr))

<sup>4</sup> D'après DAISIE ([www.europe-aliens.org](http://www.europe-aliens.org))

## Annexe 2 : principaux outils et politiques de gestion des espèces exotiques envahissantes

### *Outils et politiques internationaux*

Plusieurs conventions internationales ratifiées par la France ont identifié les EEE comme une menace majeure. La Convention sur la diversité biologique (CDB) propose une approche globale des EEE et demande à chaque Partie contractante, «dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra, d'empêcher d'introduire, de contrôler ou d'éradiquer les espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces» (Article 8(h)). Les autres conventions internationales significatives sont : la Convention sur les zones humides (Ramsar, 1971), la Convention relative au commerce international des espèces sauvages et menacées d'extinction (Washington, 1973), la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune et à la flore sauvage (Bonn, 1979) ; la Convention sur la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Berne, 1979).

D'autres outils internationaux traitent des EEE et couvrent différentes catégories d'espèces ou de voies d'introduction.

- La Convention Internationale pour la Protection des Végétaux (CIPV)
- L'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE)
- L'Organisation Maritime Internationale (OMI) et la Convention internationale (ratifiée par la France) pour le contrôle et la gestion des eaux et sédiments de ballast
- Concernant plus particulièrement l'outre-mer français, des conventions régionales (Caraïbes, Pacifique, Antarctique, Océan indien) pour la protection de l'environnement envisagent la limitation des introductions d'espèces exotiques ou leur contrôle

### *Outils et politiques européens*

Les Etats membres de l'UE appliquent des mesures et des normes conformes aux directives et règlements techniques de la Communauté européenne, élaborés en conformité avec les normes et les codes de la CIPV/OEPP et de l'OIE. Ainsi, la Directive 2000/29/CE définit les mesures de protection contre l'introduction d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux et contre leur propagation et établit des procédures standardisées en matière d'inspections aux frontières et à l'intérieur des pays.

Concernant la protection de la biodiversité, les deux instruments pertinents sont i) la Directive Oiseaux qui prévoit la prévention d'introductions d'espèces d'oiseaux susceptibles de porter préjudice à la flore et à la faune locales ;ii) la Directive Habitats-Faune-Flore qui prévoit la prévention de l'introduction intentionnelle dans la nature d'une espèce non indigène à leur territoire afin de ne porter aucun préjudice aux habitats naturels dans leur aire de répartition naturelle ni à la faune. Notons toutefois que le réseau Natura 2000 fondé sur ces directives n'est pas applicable dans l'outre-mer français.

Pour les milieux aquatiques, la Directive Cadre Eau (2000/60/CE) identifie les EEE parmi les critères biologiques à prendre en compte lors de la réalisation d'un état des lieux et la mise en place d'un programme de surveillance et de mesures correctives. Pour le milieu marin, la Directive-cadre (2008/56/CE) reconnaît que l'introduction d'espèces non indigènes met en péril la biodiversité européenne et demande aux États membres d'inclure les espèces envahissantes dans la description du «bon état écologique».

Concernant plus particulièrement les voies d'introduction, le Règlement n°708/2007 relatif à l'utilisation en aquaculture des espèces exotiques et des espèces localement absentes établit un cadre régissant les pratiques aquacoles. Les États membres veillent à ce que toutes les mesures appropriées soient prises afin d'éviter l'introduction dans la nature d'organismes aquatiques susceptibles d'avoir un effet néfaste sur la biodiversité.

Une stratégie européenne contre les EEE a été adoptée en 2004 dans le cadre de la convention de Berne<sup>27</sup>. La Commission européenne a, quant à elle, publié en 2008 une communication intitulée « vers une stratégie de l'Union européenne relative aux espèces envahissantes ». Ces deux documents

proposent un cadre général susceptible de faciliter la mise en œuvre d'actions prioritaires. Suite aux conclusions du Conseil de l'UE en juin 2009, une stratégie de l'UE relative aux EEE est en cours de préparation par la Commission (la stratégie doit voir le jour en 2010).

### *Cadre législatif et réglementaire national*

Conditionnée par les règles communautaires du marché unique, la réglementation des importations sur le territoire national se limite essentiellement aux mesures phytosanitaires et zoosanitaires, élaborée par la Commission Européenne et mis en œuvre par le Ministère de l'Agriculture (art.L.251-4, 251-6, 251-12, 251-18, 251-20 du Code rural). Les contrôles portent principalement sur l'absence de ravageurs (sur plantes) et de maladies et des systèmes de contrôle et de quarantaine sont donc appliqués conformément aux standards phytosanitaires et zoosanitaires en vigueur. Les DOM, régions ultra-périphériques européennes, sont concernés par ce cadre réglementaire. Ce n'est pas le cas des autres territoires ultramarins.

L'article L. 411-3 du Code de l'Environnement (CE) pose des règles générales relatives à l'introduction d'espèces non indigènes dans les milieux naturels. L'article dans sa forme originelle (1995) comprenait un régime général d'interdiction d'introduction dans la nature. En 2005, la Loi sur le Développement des territoires ruraux a élargi le champ d'application de cet article pour permettre l'interdiction du commerce et du transport des espèces non-indigènes mais l'a également rétréci en instaurant un système de listes d'espèces interdites d'introduction dans le milieu naturel. Cette modification permet de mettre fin aux discussions sur le caractère indigène à un territoire ou exogène d'une espèce. Le décret d'application du 4 janvier 2007 prévoit la préparation d'arrêtés interministériels fixant les listes des espèces dont (a) l'introduction dans le milieu naturel et (b) la commercialisation sont interdites.

D'autres outils réglementaire concernent plus spécifiquement la faune sauvage captive (arts.L 412-1 et L.413-2 à 3 du CE) et les conditions de détention, de vente, de transport de certaines espèces non domestique (arrêtés ministériels du 10 août 2004), le contrôle des organismes nuisibles aux végétaux (arrêté ministériel du 31 juillet 2000), le contrôle dans le milieu naturel des EEE qui perturbent l'équilibre du milieu naturel ou de la biodiversité indigène (art. L. 411-3-III du CE).

Le Code Rural prévoit diverses formes de surveillance du territoire (épidémiologie en santé animale –art . L. 201-1 et suivants, et surveillance biologique du territoire en lien avec les végétaux – art. L ; 251.1 et suivants) qui peuvent concerner des EEE. De même, le code rural prévoit (art. L. 251.3) l'organisation de la lutte contre certains EEE qualifiés d'organismes nuisibles dans le vocabulaire international de la protection des végétaux (ex : ragondins, capricornes asiatiques, etc).

Les textes précédemment cités s'appliquent dans les départements d'outre-mer et les collectivités de Saint Pierre et Miquelon, de Mayotte, de Saint Martin et dans les TAAF. Les collectivités françaises du Pacifique (Nouvelle-Calédonie, Polynésie française et Wallis et Futuna) développent quant à elles leurs propres corpus réglementaire.

---

## Bibliographie

- 1 UICN, The World Conservation Union. (2000). Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. 15 p
- 2 McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P.J. & Waage J.K. (2001). A global Strategy on invasive Alien Species. UICN in collaboration with GISP, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK, 55 p
- 3 Sax, D.F. and Gaines, S.D. (2008). Species invasions and extinction: The future of native biodiversity on islands. Proceedings of the National Academy of Sciences 105: 11490-11497.
- 4 Kettunen *et al.* (2008). Technical support to EU strategy on invasive species (IS) - Assessment of the impacts of IS in Europe and the EU (Final module report for the European Commission). Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium. 40 pp. + Annexes,
- 5 Hulme P.E. (2007). Biological Invasions in Europe: Drivers, Pressures, States, Impacts and Responses. In: Hester R and Harrison RM (eds) Biodiversity Under Threat Issues in Environmental Science and Technology, 25, pp.56-80
- 6 Lambdon *et al.*, (2008). Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80: 101–149
- 7 Lorvelec O., Pascal M., Delloue X. & Chapuis J.L. (2007). Les mammifères terrestres non volants des Antilles françaises et l'introduction récente d'un écureuil. *Rev.Ecol. (Terre Vie)*, 62 : 295-314
- 8 Verlaque, M. & Boudouresque C.F., (2004). Invasions biologiques marines et changement global. Actes des 2<sup>e</sup> journées de l'Institut français de la biodiversité "Biodiversité et changement global, dynamique des interactions", Marseille, 25-28 Mai 2004 : 74-75
- 9 Boudouresque, C.F. & Verlaque, M. (2002). Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Mar. Pollut. Bull.*, 44: 32-38
- 10 Soubeyran, Y. (2008). Espèces exotiques envahissantes dans les collectivités, françaises d'outre-mer. Etat des lieux et recommandations. Comité français de l'UICN
- 11 Boudouresque C.F., (2008). Les espèces introduites et invasives en milieu marin. Troisième édition. GIS Posidonie publ., Marseille : 201 p.
- 12 Beauvais M.L., Coléno A. & Jourdan H. (2006). Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien, Paris, IRD Éditions, 260 p. + cd-rom
- 13 Richardson D.M. *et al.* (2000). Naturalization and invasion of alien plant: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.
- 14 Roques A. *et al.* (2009). Alien Terrestrial Invertebrates of Europe. pp 63-79 In DAISIE (ed) Handbook of alien species in Europe. Springer Science + Business Media B.V.)
- 15 Bachelet G. *et al.* (2005). Les Mollusques invasifs des bassins conchylicoles du littoral Manche Atlantique : diversité et structure génétiques des populations invasives, compétition avec les taxons indigènes, gestion du risque pour les écosystèmes et la conchyliculture. Programme de recherche INVABIO.
- 16 Lavergne C. (2005). Invasion par les plantes exotiques envahissantes dans une île océanique : Impact écologique à la Réunion et valeur patrimoniale des écosystèmes indigènes envahis. Rapport INVABIO, Conservatoire Botanique National de Mascarin et Université de la Réunion, 152 p.
- 17 Vilà *et al.* (2010). How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European cross-taxa assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment* 8: 135-144
- 18 Bertolino S. & Genovesi P. (2007). Aquatic alien mammals introduced into Italy : impacts and control strategies.
- 19 Clergeau P., Yesou P. & Chadenas C. (2005). Ibis sacré, Etat actuel et impacts potentiels des populations introduites en France métropolitaine. Rapport d'expertise, Mars 2005
- 20 Collas M., Julien C. & Monnier D. (2007). La situation des écrevisses en France – résultats des enquêtes nationales réalisées entre 1977 et 2006 par le Conseil Supérieur de la Pêche. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 386 : 1-38
- 21 Frenot Y., Gloaguen J.C. & Trehen P. (1997). Climate change in Kerguelen Islands and colonisation of recently deglaciated areas by *Poa kerguelensis* and *Poa annua*. Antarctic communities : species, structure and survival. 358-366.
- 22 Barbault R. & Atramentovicz M. (coord) (2010). Les invasions biologiques, une question de natures et de sociétés. Quae éditions. 179 p.
- 23 Muller S. (coord.) (2004). Plantes invasives en France. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 168 p.
- 24 Pascal M., Lorvelec O. & Vigne J.-D., (2006). Invasions Biologiques et Extinctions : 11 000 ans d'histoire des Vertébrés en France. Coédition Belin–Quæ, Paris, 1-350.
- 25 La conquête des espèces. Comment lutter contre les espèces invasives. Dossier pour la science n°65 . Octobre-Décembre 2009.