

Au péril de la biodiversité

Michel PASCAL, François SIORAT,
Ronald BRITHMER, Jean-Michel CULIOLI
et Xavier DELLOUE

L'introduction d'espèces dans les îles et, d'une manière générale, le rôle des invasions biologiques sur la biodiversité suscitent une récente prise de conscience de la part des institutions internationales.

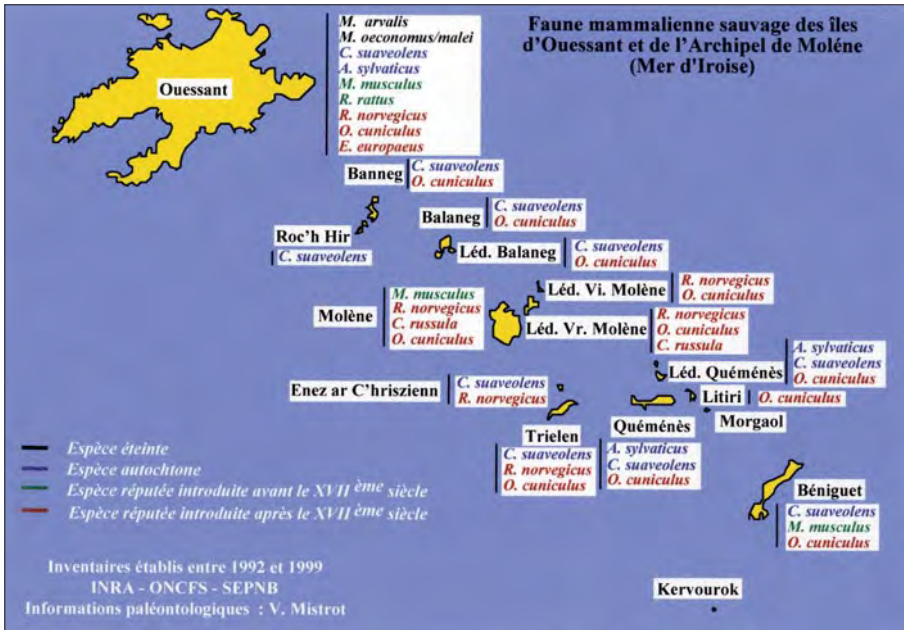
Si la Convention de Rio sur la biodiversité (1992) n'évoque que de façon marginale le rôle des invasions biologiques sur la biodiversité en général, leur mise à l'ordre du jour des dernières réunions internationales qui se tiennent dans le cadre du suivi de cette convention (CBD, 2001) témoigne du rôle majeur conféré récemment à ces événements. Mais qu'entend-on par inva-

sions biologiques ? Pourquoi cette récente prise de conscience de leur importance par les institutions internationales ? En quoi les îles constituent-elles des entités biogéographiques particulièrement sensibles aux invasions biologiques ? Quelle(s) politique(s) adopter pour s'en garantir ou pallier leurs conséquences ? Quels outils développer au service de cette(ces) politique(s) ?



Fortin / Bretagne vivante

Vue aérienne de l'Île aux Chevaux, archipel de Houat-Hoëdic.



Cet inventaire montre que seules deux espèces réputées autochtones (*C. suaveolens* et *A. sylvaticus*) figurent actuellement dans l'inventaire des mammifères sauvages du complexe Ouessant-archipel de Molène.

L'objet de cet article est de tenter d'éclairer ces diverses questions. Il ne peut cependant prétendre à l'exhaustivité en raison, entre autres, de la nature complexe des phénomènes évoqués ; l'appréciation des conséquences des invasions biologiques relève de champs multiples de la connaissance (écologie, biogéographie, archéologie et histoire, ethnologie et sociologie, économie, etc.), de nos jours encore peu ou pas intégrés au sein d'une démarche commune permettant l'élaboration de politiques cohérentes, adaptées à la multitude des cas particuliers. Les auteurs de cet article, impliqués dans des actions relevant de la biologie de la conservation au sens de Barbault (1997), ont placé délibérément ce texte dans un contexte de conservation de la biodiversité.

Prise de conscience

Une définition simple d'une invasion biologique pourrait être l'accroissement durable de l'aire de répartition d'un taxon (Williamson, 1996). Parmi les invasions biologiques, il en est de spontanées qui, à l'échelle des temps géologiques, ont participé à l'évolution dans sa globalité (Darwin). Cependant, depuis le néolithique, en particulier avec l'avènement de l'éle-

vage, puis de l'agriculture (voir, entre autres, Vigne, 1994), l'Homme n'a cessé d'interférer de façon croissante dans ce processus, indirectement, en favorisant des phénomènes invasifs par la modification des habitats (invasions sub-spontanées), et directement, par l'introduction, volontaire ou non, d'espèces.

Il est des invasions biologiques bien connues du public en raison des conséquences désastreuses qu'elles ont eues sur l'activité humaine en général. Par grand type de conséquences et à titre d'exemple, on pourrait citer le bacille de la peste, qui réduisit de près de 90 % et de façon foudroyante l'effectif des populations européennes au Moyen Âge. Ou, plus récemment, l'impact de l'agent de la variole, qui fit disparaître nombre de tribus nord et sud-américaines au XVIII^{ème} siècle. Parmi les invasions biologiques à fort impact sur l'agriculture et l'élevage, on peut citer celle du mildiou de la pomme de terre, qui provoqua, à la fin du XIX^{ème} et au début du XX^{ème} siècles, les dernières famines européennes en Irlande, ou la catastrophe provoquée par le développement des populations de lapins en Australie, ou encore la très récente épidémie de fièvre aphteuse européenne. Moins connue du grand public, l'introduction de la perche du Nil (*Lates niloticus*) dans le lac Victoria (68 000 km²), entre 1954 et 1957, qui fit

disparaître, dès 1970, 200 des 300 espèces de poissons cichlidés (*Haplochromis*) dont 99 % étaient des endémiques, provoquant une simplification dramatique de la chaîne trophique et une cascade de modifications dans le fonctionnement de l'écosystème lacustre (Lévêque, 1997).

Voici quelques exemples, parmi tant d'autres, qui révèlent que le rôle de l'Homme dans les invasions biologiques est ancien et, pour les cas évoqués au moins, bien documenté. Par ailleurs, toujours pour les exemples exposés, les conséquences de ces introductions ont été identifiées, évaluées et jugées désastreuses. Quels faits nouveaux justifient le regain d'intérêt porté aux invasions biologiques en cette fin de millénaire ?

Le premier relève du constat que le rôle de l'Homme dans les invasions biologiques s'est considérablement accru au cours XX^e siècle. Les travaux menés en milieux insulaires sont, à cet égard, des plus convaincants. Par exemple, la Nouvelle-Calédonie, qui est l'un des dix " hot spots " mondiaux de la biodiversité, voit sa très riche flore vasculaire indigène comprenant 3 322 espèces, dont 77 % d'endémiques, actuellement "enrichie" de 1 324 allochtones (570 espèces cultivées et 772 spontanées). Les introductions réalisées pendant les 40 dernières années (1950-1990) représentent à elles seules 60 % de ce total. De même, sa faune de vertébrés comptait, en 1995, 216 espèces autochtones dont 81 endémiques, et 56 espèces allochtones dont 57 % ont été introduites ces 40 dernières années (voir graphique). Le processus d'introduction s'est donc largement accéléré au lendemain de la seconde guerre mondiale, à la faveur du développement du trafic mondial des biens et des personnes (Pascal & Chapuis, 2000).

L'exotisme de cet exemple ne doit pas masquer la manifestation de ce phénomène sur les îles des côtes de la France métropolitaine. À titre d'exemple, l'inventaire de la faune sauvage mammalienne des îles du complexe insulaire Ouessant - archipel de Molène laisse apparaître que son peuplement actuel est composé de huit espèces dont six introduites (84 %), la dernière en date, le hérisson européen, l'ayant été au début des années 1990. Le lapin, quant à lui, aurait été introduit sur plusieurs de ces îles dans la seconde moitié du siècle (voir carte).

Par ailleurs, à l'évolution purement quantitative du nombre d'introductions, se superpose une profonde modification des mobiles qui en sont à l'origine. Essentiellement réalisées dans un but " utilitaire " ou fortuitement jusqu'au second

conflit mondial, les introductions à vocation " ludique " (chasse, pêche, oisellerie, aquariophilie...) représentent 75 % des introductions de vertébrés réalisées ces 40 dernières années en Nouvelle-Calédonie (voir graphique). Elles constituent à elles seules 54 % du total des introductions. Dans le droit fil de ce constat, la motivation à l'origine de l'introduction du hérisson sur Ouessant aurait été purement " esthétique ", celle à l'origine des introductions récentes du lapin, cynétique.

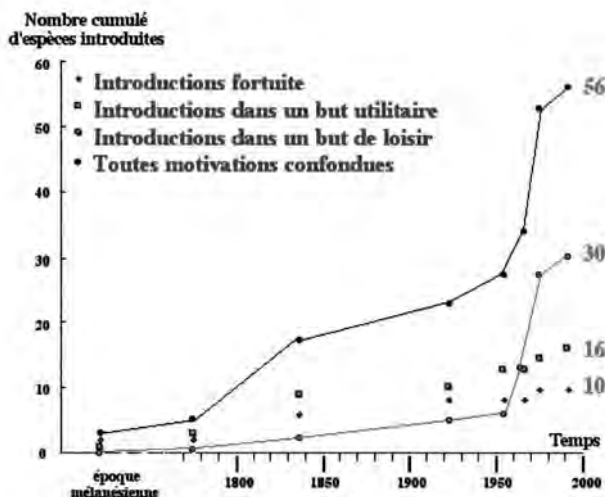
Le deuxième fait nouveau découle des conclusions d'une enquête réalisée à la demande du Congrès des États-Unis. Critiquable à divers égards, cette enquête a le mérite de fixer des ordres de grandeur réputés valides et estime le coût cumulé occasionné par les invasions biologiques à l'économie des États-Unis à 97 milliards de dollars américains et son coût annuel actuel, en augmentation constante, à plus d'un milliard de dollars. L'évaluation de ce coût annuel a été portée à plus de 115 milliards de dollars à la lumière de travaux récents (Pimentel *et al.*, 2000, *in* Cox, 1999). Les dépenses médicales induites par l'introduction de pathogènes n'y sont pas intégrées, et il en est de même du coût " écologique " ou environnemental en raison des difficultés à en réaliser l'évaluation marchande.

Enfin, le résultat des derniers travaux en date confirme la consistance de l'hypothèse émise dans les années 1980 quant à l'accélération récente de la vitesse de disparition des espèces du globe. En effet, ce taux de disparition serait de 50 à plusieurs centaines de fois supérieur à celui que laissent prévoir les données paléontologiques (Wall *et al.* 2001) et les invasions biologiques constituent, avec la destruction et la fragmentation des habitats, l'une des trois causes majeures de cette érosion (Diamond, 1989).

Les îles, des entités particulièrement sensibles

Les îles constituent des écosystèmes isolés, aux réseaux trophiques simplifiés, aux communautés dysharmoniques (certains taxonomiques en sont parfois totalement absents, comme par exemple les mammifères terrestres, les amphibiens et les reptiles sur les îles subantarctiques) et manifestant un fort taux d'endémisme. Ces communautés isolées ont évolué longtemps sans contact avec les communautés continentales d'où proviennent les espèces qui les envahissent, et elles se révèlent à bien des égards " naïves " et sans défense à

La Nouvelle-Calédonie est l'un des dix huit sites identifiés pour leur exceptionnelle biodiversité à l'échelle du globe. Les introductions d'espèces menacent ce statut en banalisant sa faune et sa flore et en menaçant d'extinction certaines de ses espèces endémiques. (D'après Gargominy et al. 1996.)



l'encontre des mécanismes de conquête développés par ces nouveaux venus.

C'est pour ces diverses raisons que 90 % des 30 espèces d'amphibiens et reptiles, 93 % des 176 espèces ou sous-espèces d'oiseaux, et 81 % des 61 espèces de mammifères dont la disparition documentée a eu lieu depuis le début du XVII^e siècle, étaient insulaires. Ce constat du récent impact de l'Homme ne doit pas masquer son rôle à l'époque qui a précédé la période des grandes découvertes, prélude à la diaspora européenne. À l'occasion de la colonisation des îles du Pacifique par les Polynésiens et les Mélanésiens, colonisation qui a débuté il y a 4 000 ans et s'est achevée il y a 1 500 ans, l'Homme serait à l'origine de la disparition d'au moins 200 espèces d'oiseaux connus actuellement par leurs seuls restes sub-fossiles (Bibby, 1995). Cette revue ne concerne que des vertébrés, un taxon particulièrement étudié. Il est très probable qu'il en est de même pour nombre d'autres groupes zoologiques ou botaniques.

Réceptacles d'un endémisme dont on perçoit tout l'intérêt depuis les travaux de Darwin, l'ensemble des îles du monde est actuellement le siège d'un événement sans précédent. À titre d'exemple, l'Homme a introduit dans 82 % d'entre elles l'une et ou l'autre des trois espèces commensales de *Rattus* (*R. exulans*, le rat du Pacifique, *R. rattus*, le rat noir, *R. norvegicus*, le rat surmulot) et, dans 800 d'entre elles au moins, le lapin et ceci au cours des quatre derniers millénaires et plus particulièrement au cours des quatre derniers siècles, durées dérisoires au regard de l'histoire de leurs communautés animales et végétales. À l'heure actuelle, les biologistes spécialistes des milieux insulaires s'accordent

pour dire qu'aucune île au monde n'a été épargnée par des invasions biologiques d'origine anthropique.

Enfin, les mers qui entourent les îles sont elles-mêmes le siège d'introductions. Certaines d'entre elles sont susceptibles de fortement perturber le fonctionnement des écosystèmes marins riverains et, par voie de conséquence, d'influer sur les espèces animales insulaires qui en dépendent. C'est l'hypothèse émise quant aux conséquences de la récente introduction de *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée.

Est-ce à dire que cette situation est sans issue et irrémédiable ?

Quelle(s) politique(s) adopter ?

Les biologistes spécialistes des invasions s'accordent pour admettre le bien fondé d'une règle empirique baptisée la règle des 10 %. Cette règle stipule que, sur 100 tentatives d'introduction, 10 seulement donnent le jour à des populations viables et que, sur 100 de ces populations viables, seules 10 posent des problèmes à leur écosystème d'accueil (Williamson, 1996).

Par ailleurs, l'expérience identifie divers taxons dont l'introduction conduit de façon quasi certaine à de graves problèmes de nature variée. Par exemple, l'abondante documentation relative aux conséquences résultant de l'introduction des trois espèces de rats commensaux ou du lapin ne laisse planer aucun doute quant aux risques que comporterait

l'introduction d'une de ces espèces. Des listes d'espèces reconnues particulièrement dangereuses sont régulièrement mises à jour, telle celle publiée très récemment par l'IUCN (2000).

Cependant, si la règle des 10 % peut conduire à juger négligeable le risque de 1 % de voir une introduction biologique se solder par de graves problèmes, la récente et importante augmentation des introductions d'origine anthropique, volontaires ou non, amènerait à elle seule à reconsidérer cette appréciation purement quantitative. De même, si les expériences passées permettent d'identifier des taxons à haut risque, nombreux sont ceux

qui ont fait l'objet d'introductions récentes, dont les conséquences ne sont pas encore perçues ou analysées. En outre, les approches théoriques ne sont pas à même d'établir actuellement le " portrait robot " de l'espèce invasive induisant des problèmes (Williamson, 1996). Par ailleurs, la diversification des motifs à l'origine des introductions entraîne une diversification des espèces en faisant l'objet.

Enfin, il est des effets multiplicateurs subtils associés à l'introduction d'une espèce. En effet, là où un ornithologue, un mammalogiste ou un botaniste voit un étourneau, un surmulot ou une griffe de sorcière, le parasitologue, le bactériolo-



Tentative d'éradication de la population de rats surmulots sur l'Île aux Chevaux (CEL-SEPNB-INRA, janvier 2002). L'hélicoptère (haut, gauche) fut le moyen qui permit le transport de l'important matériel de piégeage-appâtage de cette opération qui a duré plus d'un mois ; des postes de piégeage-appâtage constitués chacun d'une ratière (bas gauche) destinés à la capture du surmulot, d'un piège INRA destiné à s'assurer de l'absence de micromammifères autochtone et d'un tube porte-appât (haut droit) ont été répartis selon une grille géométrique. Seuls les pièges ont été armés, contrôlés quotidiennement (bas droit), et les surmulots sacrifiés au cours d'une première étape. L'absence de capture de rongeur a déclenché la phase de lutte chimique qui s'est elle-même achevée avec l'absence de disparition d'appât ; le contrôle du succès ou de l'échec de l'opération se fera en janvier 2003 par ouverture de l'ensemble du dispositif. (photos : Fortin / Bretagne vivante)

giste, le virologue, l'entomologiste et le spécialiste des maladies cryptogamiques verra un écosystème. Autre élément multiplicateur de risque : au sein d'un archipel constitué d'îles peu touchées par les invasions biologiques, il en est souvent une qui en héberge un nombre important en raison, par exemple, d'une colonisation humaine ancienne. Il est alors tentant de la considérer comme "perdue". En conséquence, il est aussi tentant de limiter aux autres îles de l'archipel d'éventuels efforts de conservation d'une part, et de permettre, voire de favoriser nombre d'introductions "expérimentales" sur l'île "perdue", d'autre part. Procéder ainsi consiste à ignorer que le degré d'insularité de l'ensemble des îles de l'archipel à l'égard de ces allochtones a été réduit. Autrement dit, pour certaines de ces espèces introduites, il devient possible de coloniser spontanément l'ensemble du système insulaire à partir de l'île "perdue".

Beaucoup de collectivités humaines insulaires se prévalent de leurs originalités par rapport à celles du proche continent. Ces originalités sont le produit de leur histoire, contingentée par l'isolement, les ressources insulaires et les mécanismes qui en sous-tendent l'abondance, la répartition spatiale et temporelle, et la disponibilité. L'aspiration actuelle à rompre cet isolement les conduit à augmenter des échanges de toutes natures avec le proche continent. Ce faisant, et paradoxalement, elles réduisent l'originalité globale dont elles se prévalent. En particulier, quand elles perturbent fondamentalement le fonctionnement de l'écosystème insulaire par l'introduction d'espèces allochtones, elles portent atteinte à un élément contingent d'une large part de leur originalité. Ce paradoxe est-il insoluble ?

Il y a fort à parier que nombre des introductions sont réalisées actuellement en totale ignorance du risque qu'elles entraînent, et que cette ignorance est partagée tant par les individus que par les pouvoirs publics. Par exemple, n'est-il pas singulier qu'il soit parfaitement légal, à la condition de satisfaire aux exigences des services vétérinaires, d'introduire le lapin, en raison de son classement dans la liste des espèces gibier, sur n'importe quelle partie du territoire national, qu'il s'agisse d'îles du littoral de la France métropolitaine, de celles des départements d'outre-mer, voire de territoires d'outre-mer (TAAF) ?

Se prémunir contre les invasions biologiques nécessite donc une prise de conscience collective de leur impact potentiel et relève de mesures acceptées collectivement et produites par une politique active et avisée.

Quels outils développer ?

Prévenir est, en règle générale, moins coûteux que guérir. C'est l'argument avancé par l'IUCN dans son récent guide relatif à la prévention de l'érosion de la biodiversité mondiale par les introductions d'allochtones (IUCN, 1999). Ce document insiste sur l'indispensable information des pouvoirs publics et du public. Il est aussi des mesures simples qui, sans éliminer totalement les risques d'introductions sur une île, sont à même d'en réduire considérablement le nombre. Parmi celles-ci, par exemple, l'obligation de débarquer personnes et marchandises, ces dernières de préférence en conteneurs, sur une unique zone portuaire équipée de dispositifs simples et peu onéreux destinés à intercepter certaines espèces candidates aux invasions et dotée d'un personnel avisé des mesures à prendre.

Ces mesures ne sont cependant pas à même d'éliminer totalement le risque de voir une espèce indésirable prendre pied sur une île. Une surveillance attentive est à même d'en diagnostiquer précocement la venue. La probabilité de succès d'une tentative d'élimination sera d'autant plus grande qu'elle sera entreprise tôt, avant la phase d'installation de l'espèce. Dans bien des cas, ces mesures sont prises trop tardivement ou ne sont pas conduites avec le discernement, la vigueur et la persévérance autorisant leur succès. Force est alors de gérer au quotidien et au prix fort ces populations invasives installées.

Enfin, l'éradication de certaines espèces invasives installées sur des îles de surface réduite (jusqu'à 30 km² à ce jour : éradication du rat surmulot de l'île de Langara - Pacifique, Canada) a été entreprise avec succès dans le cadre d'opérations relevant de la biologie de la conservation. Une récente publication consacrée aux opérations conduites à l'encontre d'espèces mammaliennes invasives fait état, pour la Nouvelle-Zélande, de 161 tentatives dont 113 couronnées de succès et, pour l'ensemble du territoire français, de 6 opérations dont 5 couronnées de succès (Pascal & Chapuis, 2000). Au nombre de celles-ci figurent l'éradication du rat surmulot de l'ensemble des îles de l'archipel des Sept-Îles en 1994 (Pascal *et al.*, 1996) et de l'île Trielen et de l'îlot Chrétien dans l'archipel de Molène en 1996. Depuis, la généralisation de la démarche, des méthodes et des techniques mises au point sur ces îles bretonnes, a été testée, semble-t-il pour le moment avec succès, à l'encontre du rat noir (les 4 îlets de Sainte-Anne, Martinique, en 1999 ; l'île Lavezzi et 16 îlots périphériques, Corse, en 2000) et, simultanément, du rat noir

et de la mangouste *Herpestes javanicus* (îlet Fajou, Guadeloupe, en 2001).

De telles opérations ne peuvent cependant être envisagées actuellement que comme des expériences à part entière pour des raisons évoquées ailleurs (Pascal & Chapuis, 2000). Elles sont exécutées selon un cahier des charges minutieux, établi conjointement par des équipes de scientifiques et de gestionnaires et validé par les structures qui auront, entre autres, la responsabilité d'en assurer le financement sur un terme forcément long et préétabli. Ce cahier des charges doit, pour le moins, établir :

- les diverses raisons qui sous-tendent la volonté d'éliminer la ou les espèces allochtones cibles,
- les dysfonctionnement écosystémiques susceptibles d'être entraînés par l'élimination de la ou des espèces cibles,
- la stratégie d'éradication, ses modalités et ses outils,
- les outils permettant d'établir le succès ou l'échec de l'opération d'éradication,
- les outils permettant d'assurer la pérennité d'un éventuel succès,
- les outils permettant d'établir l'impact de la disparition de la ou des populations allochtones sur diverses populations autochtones (point zéro et suivi).

À la lecture de ce qui précède, on comprendra que la banalisation de pareilles opérations d'éradication n'est pas accessible dans le proche avenir et que la prévention demeure la meilleure façon de se prémunir des invasions biologiques, tout particulièrement sur les îles qui constituent des écosystèmes particulièrement vulnérables à ce type d'agression. ■

Bibliographie

Pour des raisons éditoriales, ce texte ne comprend pas les références bibliographiques relatives aux exemples particuliers exposés. Le lecteur intéressé par celles-ci peut en faire la demande par courrier électronique à Michel Pascal (pascal@beaulieu.rennes.inra.fr).

BARBAULT R. 1997 - Écologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Masson, Paris, 286 p.

BIBBY C.J. 1995 - "Recent past and future extinction in birds", Extinction rates (J.H. Layton & R.M. May Eds.), Oxford University Press, Oxford, p. 99-110.

COX G.W. 1999 - Alien species in North America and Hawaii. Impacts on natural ecosystems. Island Press, Washington DC - Covelo, California, USA, 387 p.

DIAMOND J. 1989 - "Overview of recent extinc-

tions", Conservation for the twenty-first century (D. Western & M.C. Pearl Eds.), Oxford University Press, Oxford, p. 37-41.

GARGOMINY O., BOUCHET P., PASCAL M., JAFFRÉ M. & TOURNEUR J.-C., 1996 - Conséquences des introductions d'espèces végétales et animales sur la biodiversité en Nouvelle-Calédonie. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 51 (4), p. 375-402.

IUCN 1999 - Guidelines for the prevention of Biodiversity Loss due to Biological invasions. *Species*, 31-32, p. 28-42.

IUCN, 2 000 - 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. Special lift-out in *Aliens*, 12, Auckland, N.-Z., 12 p.

LÉVÊQUE C. 1997 - Introduction de nouvelles espèces de poissons dans les eaux douces tropicales : objectifs et conséquences. *Bull. fr. pêche piscic.*, 344/345, p. 79-91.

PASCAL M., SIORAT F., COSSON J.-F. & BURIN DES ROZIERES H. 1996 - Éradication de populations insulaires de surmulot (archipel des Sept-Îles - archipel de Cancale, Bretagne, France). *Vie et Milieu - Life and Environment*, 46 (3/4), p. 267-283.

PASCAL M. & CHAPUIS J.-L. 2000 - Éradication de mammifères introduits en milieux insulaires : questions préalables et mise en application. *Rev. écol. (Terre Vie)*, suppl. 7, p. 85-104.

VIGNE J.-D. 1994 - "Les transferts anciens de mammifères en Europe occidentale : histoires, mécanismes et implications dans les sciences de l'homme et les sciences de la vie. Des animaux introduits par l'homme dans la faune de l'Europe". *Colloque d'histoire des connaissances zoologiques*, 5, Bodson L. (éd.), Université de Liège 15-38.

WALL D., MOONEY H., ADAMS G., BOXSHALL G., DOBSON A., NAKASHIZUKA T., SEYANI J., SAMPER C. & SARUKHÂN J. 2001 - An international Biodiversity Observation Year. *Trends in Ecology & Evolution*, 16, p. 52-54.

WILLIAMSON M. 1996 - Biological invasions. Chapman & Hall, Londres, 256 p.

Michel PASCAL est directeur de recherche à l'INRA-Rennes, station SCRIBE, équipe Faune sauvage et Biologie de la conservation. **François SIORAT** est conservateur de la réserve naturelle des Sept-Îles. **Ronald BRITHMER** est chargé de mission des suivis scientifiques du parc naturel régional de la Martinique. **Jean-Michel CULIOLI** est chargé de mission des suivis scientifiques du parc marin des bouches de Bonifacio. **Xavier DELLOUE** est garde-moniteur responsable de la réserve naturelle du Grand-Cul-de-Sac-Marin du parc national de la Guadeloupe.