

Espèce envahissante

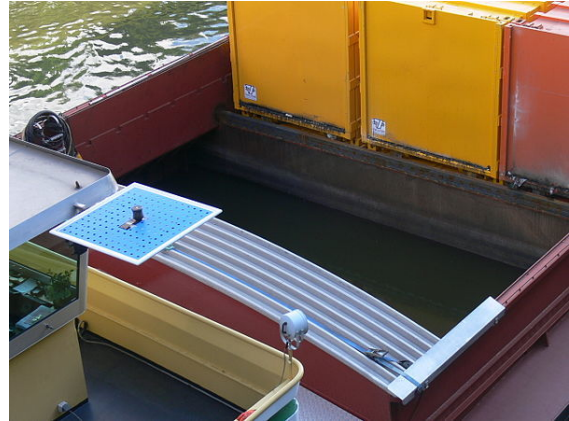


Cette espèce, Miconia calvescens, originaire d'Amérique centrale est jugée responsable dans l'accélération de l'érosion de certaines îles du Pacifique, tel l'archipel d'Hawaii



Les "tortues de Floride" (Trachemys spp.) et autres émydides nord-américaines, relâchée par leurs propriétaires dans la nature quand elles deviennent trop grandes, concurrencent fortement les espèces natives à l'Europe, comme la cistude

Le terme espèce indigène s'oppose à celui d'espèce exotique. En effet, une espèce indigène est présente naturellement dans son territoire alors qu'une espèce exotique



L'eau utilisée et transportée comme ballast est un des principaux vecteurs d'espèces invasives, par les navires de transport intercontinental d'abord, mais éventuellement par des bateaux plus petits tels que les péniches



Le poisson rouge est une espèce très vorace et friande d'alevins ou plantes aquatiques pouvant causer de gros dégâts dans la nature. De plus, une étude génétique a montré qu'en Angleterre la plupart des carassins communs capturés s'étaient hybridés avec le poisson rouge (pollution génétique) ce qui pourrait poser des problèmes à long terme pour la survie des carassins sauvages.

est introduite volontairement ou non sur ce territoire.

Une **espèce envahissante**, **espèce envahissante exogène**^[1] ou espèce exotique envahissante^[2] (l'anglicisme **espèce invasive** est parfois utilisé) est une espèce vivante exotique^[3] qui devient un agent de perturbation « nuisible » à la biodiversité autochtone des écosystèmes naturels ou semi-naturels parmi lesquels elle s'est établie. Cette explosion démographique peut être traduite par une invasion biologique. Les phénomènes d'invasion biolo-

gique sont aujourd'hui considérés par l'ONU comme une des grandes causes de régression de la biodiversité, avec la pollution, la fragmentation écologique des écosystèmes et la surexploitation des espèces, des milieux et ressources naturelles.

« Le qualificatif d'*espèce invasive* est associé à une espèce, à une sous-espèce ou à une entité d'un niveau taxonomique inférieur qui se trouve à l'extérieur de son aire de répartition ou de son aire de dispersion potentielle (c'est-à-dire hors de la zone géographique qu'elle occupe naturellement ou peut occuper sans intervention humaine par introduction ou autres démarches particulières) et est applicable à toute partie d'un individu (gamète ou propagule) susceptible de survivre et de se reproduire »^[4]

En réalité, il faut parler de « *population invasive* » et non d'espèce invasive, et chez certaines espèces, seules quelques sous-espèces sont devenues invasives (ex. : *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*, au sein des *Codium*). En Europe, on appelle parfois « *néophyte* » une espèce apparue après la découverte de l'Amérique^[5].

La biodiversité, quand elle n'est pas perturbée est en soi un facteur de résilience et de limitation de l'invasivité de nombreuses espèces introduites^{[6].[7]}. L'artificialisation d'un milieu est facteur d'invasivité d'espèces qui ne le seraient pas ailleurs^[8]. L'ONU, l'UICN^[9] et les scientifiques estiment que parallèlement à la dégradation, fragmentation et disparition des habitats, l'introduction d'espèces animales ou végétales exogènes et les dégâts liés à leur extension sont devenus l'une des causes majeures de régression de la diversité biologique, dans le monde comme en France^[10].

1 Apparition de la notion, définitions

Articles connexes : Invasion biologique et plante envahissante.

La notion écologique d'**espèce invasive** est récente. Pour la comprendre, il faut savoir que les équilibres entre espèces au sein des écosystèmes, à échelle de temps humaine au moins, sont relativement bien établis. Sans intervention humaine, les phénomènes d'extension brutale de l'aire de répartition d'une espèce (dite invasive) sont extrêmement rares. L'homme, depuis qu'il a développé la chasse, l'agriculture et l'élevage, et plus encore depuis qu'il dispose de moyens techniques lui permettant d'être présent et de se déplacer rapidement sur tous les continents, est devenu le principal vecteur de déplacement d'espèces, volontairement ou accidentellement. Certaines ne sont devenues envahissantes que quand la chasse a fait disparaître leur prédateur ou que l'homme leur a offert une alimentation facile ou nouveau milieu facile à coloniser (par exemple pour le sanglier qui bénéficie de cultures

et forêts monospécifiques notamment). Parfois elles colonisent simplement l'aire de répartition et la niche écologique d'espèces que l'homme a fait disparaître ou a affaibli. Beaucoup d'espèces introduites l'ont été involontairement ; le ballastage et déballastage des navires de commerce, le transport par les coques de péniches et de navires par exemple, est un vecteur d'introduction d'espèces qui a d'abord été ignoré, puis sous-estimé, et contre lequel peu de mesures sont prises. Certains comme Charles-François Boudouresque préfèrent parler d'**espèces introduites** pour marquer ce fait, mais toutes les espèces introduites ne se naturalisent pas, ni ne produisent une invasion biologique. Certaines demeurent très dépendantes des conditions artificielles provoquées par l'homme. La majorité des plantes exotiques sont stoppées par les changements de l'écosystème et par les interactions avec les populations indigènes.

Dans un environnement présentant une forte biodiversité, les ressources sont rares, elles sont déjà utilisées par les populations indigènes. En outre, une forte biodiversité induit la présence d'un prédateur efficace pour éradiquer la plante invasive. En d'autre terme, une espèce étrangère a la possibilité d'envahir un écosystème pauvre en espèces si elle arrive sans maladies, parasites et/ou consommateurs.

Les populations naturalisées échappent souvent au contrôle humain, mais toutes ne deviennent pas *invasives*. Williamson a défini la « règle des 3 X 10 » en 1996 (nombre de taxons invasifs dix fois inférieur au nombre de taxons naturalisés, lui-même dix fois inférieur au nombre de taxons exotiques fugaces qui correspondent au dixième des espèces introduites^[11] qu'environ une espèce introduite sur mille devient invasive, c'est-à-dire induit un impact écologique (cf. définition) mais cette notion a tout d'abord été une notion anthropique parce ce sont les impacts économiques ou sociaux sérieux que les humains ont remarqué en premier lieu.

2 Éléments de définition

Le terme de « *plantes transformatrices* » (de l'anglais *transformers*) désigne des plantes invasives causant des dommages avérés et importants sur le fonctionnement des écosystèmes^[12].

En Europe des définitions officielles ont été publiées en 2014

1. « **espèce exotique** » : tout spécimen vivant d'une espèce, d'une sous-espèce ou d'un taxon de rang inférieur d'animaux, de végétaux, de champignons ou de micro-organismes introduit en dehors de son aire de répartition naturelle, y compris toute partie, gamète, semence, œuf ou propagule de cette espèce, ainsi que tout hybride ou toute variété ou race susceptible de survivre et, ultérieurement, de se reproduire ;

2. « *espèce exotique envahissante* », une espèce exotique dont l'introduction ou la propagation s'est révélée constituer une menace pour la biodiversité et les services écosystémiques associés, ou avoir des effets néfastes sur la biodiversité et lesdits services ;
3. « *espèce exotique envahissante préoccupante pour l'Union* », une espèce exotique envahissante dont les effets néfastes ont été jugés de nature à exiger une action concertée au niveau de l'Union en vertu de l'article 4, paragraphe 3 ;
4. « *espèce exotique envahissante préoccupante pour un État membre* », une espèce exotique envahissante autre que les espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union, pour laquelle un État membre considère, en s'appuyant sur des données scientifiques, que les effets néfastes de sa libération et de sa propagation, même s'ils ne sont pas pleinement démontrés, sont lourds de conséquences pour son territoire, ou une partie de celui-ci, et requièrent une action au niveau de l'État membre concerné ;

3 Jardins botaniques et espèces invasives

Selon une analyse des données disponibles relatives à 34 des 100 espèces réputées les plus envahissantes du monde (selon l'UICN /Union internationale pour la conservation de la Nature), sur la base de cas documentés pour la période allant de 1800 au milieu des années 1900, les jardins botaniques seraient en partie responsables de la propagation de plus de 50 % des espèces invasives.

Pour 19 des 34 plantes étudiées, les points de départ des invasions ont très probablement été des jardins botaniques^[13].

En 2001, une sorte de code de bonnes pratiques visant à limiter le risque d'évasions accidentelles, dit « *Déclaration de St Louis* », est créé. Le Chicago Botanic Garden (CBG) remplace les espèces invasives par d'autres et a cessé ses échanges de graines avec d'autres jardins botaniques, mais la « *Déclaration de St Louis* » n'était signée, en 2010, que par 10 des 461 jardins botaniques des États-Unis^[14].

4 Travail des sols agricoles ou forestiers et espèces invasives

Le travail mécanique et le désherbage chimique ont connu un succès croissant au cours du XX^e siècle.

Or, ils favorisent fortement l'installation d'espèces invasives. De plus les engins en colportent souvent les propagules, contribuant l'extension géographique des zones colonisées.

De nombreuses études ont montré que le labour, le scarifiage du sol par sillons (sous-solage), le déchaumage et le brûlage dirigé, ou brûlage en andains modifient ou suppriment la « *concurrence* », ce qui favorise l'installation d'espèces pionnières exotiques ou d'espèces localement devenues résistantes à ces traitements.

Par exemple, une étude canadienne a observé sur 10 ans par rapport à des sites témoins comparables, les effets de la préparation mécanique de terrains forestiers sur la diversité spécifique et structurale du sous-bois. Dans tous les cas, la réponse de la communauté végétale se montre très influencée par l'intensité du traitement de préparation du terrain. Ainsi, sur un site boréal dominé par les saules (*Salix L. spp.*), l'aulne vert crispé (*Alnus crispa* (Ait.) Pursh ssp. *crispa*) et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.), un travail léger du sol a eu peu d'effet sur la diversité spécifique, mais les traitements plus intenses « ont augmenté de 10 à 16 fois l'abondance des espèces exotiques (et seulement légèrement la croissance de l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss) » plantée par les sylviculteurs. Sur un autre site (sub-boréal et oligotrophe, la diversité spécifique a diminué, d'autant plus que le sol avait été travaillé^[15]. Le brûlage a des effets en partie comparables^[16].

5 Surveillance

Des observatoires de la biodiversité ou divers organismes tels que les conservatoires botaniques^[17], agences de l'eau^[18], muséums, ONG et naturalistes surveillent de plus en plus l'apparition et la diffusion des espèces invasives.

Les sciences participatives et citoyennes sont également mobilisées, grâce notamment au smartphone qui permet de contribuer à des inventaires par exemple dans le cadre du projet Interreg^[19] *RINSE*^[20] via une application smartphone (« *Th@s Invasive* » ; gratuite, disponible en français ou en anglais, et facilement téléchargeable^[21]) permettant à chacun de recenser et cartographier un grand nombre d'espèces exotiques envahissantes, en photographiant l'espèce en question (qui sera géoréférencée par le GPS du smartphone et envoyé par le logiciel une fois confirmation faite par l'écocitoyen participant à cet inventaire général et permanent qui vise à limiter les impacts négatifs des espèces dites « *invasives* ». Mieux suivre l'extension géographique de ces espèces permettra d'accélérer voire d'anticiper les réponses, qui seront alors moins coûteuses, et ainsi limiter certains des effets négatifs de ces phénomènes de pullulation.

Ceci est possible grâce à un travail préalable d'aide à l'identification interactive par clé d'identification visuelle de plantes non-indigènes. Il a notamment été fait dans l'écozone qui inclut l'Allemagne, les Pays-Bas, la Belgique et le grand Nord-Ouest de la France^[22], et il pourra servir à d'autres régions et pays, où ces espèces seraient réglementées ou là où elles peuvent être recherchées par les douanes comme « contaminants d'exportations com-

merciales” (exemple : « contamination par des graines dans de la nourriture pour oiseaux, mauvaises herbes dans des bonsaïs »^[22]... Hormis pour les algues et mousses, ces clés interactives sont liées aux informations sur les espèces de la « *Q-bank Invasive Plants database* » (fiches descriptives et informatives, cartes d'aire de répartition mondiale, barcode moléculaire quand il est disponible, etc, et ces informations sont disponibles depuis 2013 à l'adresse <http://www.q-bank.eu/Plants/>^[22].

La dendrochronologie est depuis peu appliquée à certaines herbacées (vivaces)^[23]. Elle peut aider à rétrospectivement mieux comprendre la dynamique d'une population d'espèce invasive et d'affiner des scénarii de progression future^[23].

6 Impacts sur la biodiversité

Les plantes invasives déjà présentes peuvent déstabiliser le milieu et favoriser l'implantation d'autres végétaux étrangers. Au fur et à mesure que l'écosystème se dégrade à cause des invasions biologiques, la réussite invasive des organismes suivants augmente.

Certaines plantes ou espèces (animal, champignon) introduites, devenues très invasives, ont des impacts considérables sur la biodiversité, soit par la concurrence qu'elles exercent pour l'espace où elles croissent (ex : *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée), soit indirectement par des substances écotoxiques ou inhibitrices qu'elles émettent pour d'autres espèces, ou simplement parce qu'elles ne sont pas consommables par les herbivores natifs ou d'autres animaux autochtones.

Elles posent de graves problèmes de pollution génétique, par hybridation avec des espèces parentes.

Elles peuvent aussi être sources d'épidémies (zoonoses et parasitoses en particulier).

Elles sont selon le *Millennium Ecosystems Assessment* (2005) la seconde cause de régression de la biodiversité et elles ont causé la moitié des disparitions identifiées depuis 400 ans ce qui en fait une menace pour de nombreuses autres espèces et pour certains services écosystémiques dans le contexte du changement global^[24]. Usher estimait déjà en 1988 qu'aucune zone n'était épargnée, sauf peut-être l'Antarctique^[25]. Les zones humides, qui ont toujours été des couloirs de migration pour l'homme, et des couloirs de dispersion via les cours d'eau et les crues y sont très vulnérables (Moyle and Light, 1996 ; van der Velde et al., 2006)^[réf. incomplète]. Elles ne couvrent plus que 6 % environ de la surface de la terre, mais on y trouve 24 % (8 sur 33) des plantes classées comme étant les plus invasives au monde (Zedler and Kercher, 2004)^[réf. incomplète]. À titre d'exemple, la renouée du Japon, invasive des berges de cours d'eau et de certains talus d'infrastructure fait significativement reculer la biodiversité là où elle s'étend en taches très monospécifiques. Il était visible que sa progression se faisait toujours au détriment de la flore locale (herbacées notamment), mais une étude

récente a montré que la diversité en vertébrés et surtout en invertébrés en pâtissent aussi : l'abondance totale des invertébrés chute en moyenne d'environ 40 % sur les cours d'eau inventoriés, tandis que le nombre de leurs groupes (taxons) chute lui de 20 à 30 %. Secondairement — comme d'autres plantes invasives — la renouée fait reculer les populations d'amphibiens, reptiles, et oiseaux ainsi que de nombreux mammifères des habitats wikt:ripicoles, car ces derniers dépendent directement ou indirectement des espèces herbacées autochtones et/ou des invertébrés associés pour leur survie^[26]. De plus, la renouée s'installe plus facilement sur des néo-sols et milieux dégradés, pauvres en biodiversité.

Selon Jacques Tassin, les invasions biologiques sont un peu facilement implicitement accusées « d'appauvrir les milieux naturels, alors qu'elles ne sont souvent que les révélatrices de dégradations liées à l'Homme »^[27].

7 Impacts écoépidémiologiques

On sait que de manière générale un nombre élevé d'espèces natives (biodiversité) limite les risques de grandes épidémies^{[28],[29]}.

Le risque de persistance d'une maladie varie néanmoins selon les relations prédateur-proie et de compétition entre espèces^[30]. Le nombre d'espèces-hôtes pour un pathogène ou parasite a également une importance^[31].

Les espèces envahissantes présentent des dynamiques de population très particulières, qui modifient parfois fortement la dynamique des agents pathogènes enzootiques, en cassant les équilibres écoépidémiologiques en place^[32]. Leur contribution à la diffusion de pathogènes et de maladies émergentes pourrait avoir été sous-estimée tant au sein de l'humanité (pour des maladies émergentes telles que le *West Nile Virus* par exemple^{[33],[34]}), que pour le monde sauvage^[35]. Elles pourraient ainsi parfois accélérer, aggraver certaines zoonoses (ex. : l'écureuil gris invasif transporte un microbe qui tue l'écureuil roux). Elles peuvent aussi accroître certains risques épidémiologiques pour l'humanité. Par exemple la prévalence des hantavirus augmente statistiquement nettement dans les zones où la biodiversité des rongeurs est plus faible^[36].

Selon les modèles théoriques, quand une espèce invasive naïve entre dans un système hôte-parasite établi, ce nouvel hôte peut tantôt réduire (« diluer ») ou augmenter (« spill-back ») la transmission des agents pathogènes pour les espèces-hôtes indigènes. Les données empiriques sont assez rares, notamment concernant les agents pathogènes des animaux. À titre d'exemple, le Buggy Creek virus (BCRV) (alphavirus transportés par des arthropodes et transmis via la piqûre de *Oeciacus vicarius*) à l'hirondelle à front blanc (*Petrochelidon pyrrhonota*) dont la reproduction est coloniale) a été étudié de ce point de vue. Dans l'ouest du Nebraska, le moineau domestique (*Passer domesticus*) a envahi des falaises qui

abritaient des colonies de reproduction d'hirondelles (il y a environ 40 ans). Ils ont été exposés au virus BCRV. Une étude a évalué l'impact de cette exposition et comment l'ajout de moineaux domestiques à ce système hôte-parasite a affecté la prévalence et l'amplification d'une lignée "aviaire" du virus BCRV. Les chercheurs ont constaté que la prévalence de l'infection chez les moineaux était huit fois celle des hirondelles à front blanc. Et les hirondelles nichant dans une colonie mixte étaient beaucoup moins susceptibles d'être infectées que les moineaux dans les colonies monospécifiques. Les moineaux infectés par le BCRV étaient en outre infectés avec des *titres* (teneur des prélèvements en virus) plus élevés que ceux des hirondelles à front blanc (et donc a priori plus contagieux ou diffusants). Le BCRV recherché chez les insectes sur le site a été positivement associé à la prévalence du virus chez les moineaux domestiques, mais non avec la prévalence du virus chez les hirondelles « des falaises ». Dans ce cas, l'introduction d'une espèce-hôte très sensible au virus, a conduit à pérenniser l'épizootie. Les moineaux envahissants ont sans doute un certain avantage (dilution du risque) à se mélanger avec des hirondelles qui résistent mieux qu'eux au microbe, mais peuvent augmenter la probabilité que les hirondelles soient infectées^[37].

8 En Europe

De nombreuses espèces manifestent des comportements invasifs en Europe, dont beaucoup d'espèces aquatiques^[38]. Début 2004, le Conseil de l'Europe a publié une « *Stratégie européenne relative aux espèces exotiques envahissantes*^[39] » (dans le cadre de la Convention de Berne), mais fin 2008, 14 États membres n'avaient pas encore de stratégies ou de plans visant à réduire les impacts des espèces invasives (ni des *génotypes* allochtones), bien que certains aient évoqué ces espèces dans leur stratégie nationale en matière de biodiversité. Ces espèces ont pourtant un coût élevé : les dégâts induits par ces espèces s'élèveraient à 12 milliards d'€/an pour l'Europe^[40]. En Italie, de 1995 à 2000, la dégradation des berges par le rat musqué et les dégâts agricoles collatéraux étaient estimés à environ 11 millions € (en dépit d'un plan de lutte de 3 millions €), la Grande-Bretagne a dû dépenser environ 150 millions €/an, rien que pour la lutte contre 30 plantes exotiques invasives, alors qu'elle perdait 3,8 milliards €/an en récoltes perdues.

- En 2007, un règlement du Conseil traite des espèces envahissantes dans l'aquaculture Règlement^[41].
- Le projet européen *DAISIE*^[42] a évalué pour 15 pays européens, de 2005 à 2008, l'importance des espèces exotiques établies en Europe (animaux, végétaux, champignons), avec pour la première fois une attention particulière portée aux invertébrés terrestres et aux champignons (travail coordonné par l'INRA). Les chercheurs ont été surpris d'identifier

1 517 espèces exotiques (insectes surtout, mais aussi acariens, vers, mollusques terrestres) déjà établies en Europe. Cet inventaire n'est pas exhaustif, ces espèces étant souvent d'abord discrètes et difficiles à détecter que les animaux et plantes supérieures.

Selon l'INRA, en moyenne 19 espèces d'invertébrés exotiques supplémentaires se sont introduites et ont développé des populations viables à invasives en Europe chaque année pour la période 2000-2007. C'est presque le double du taux moyen mesuré (10/an) en 1950 et 1975. Fin 2008, selon le Daisie ; sur environ 10 000 espèces invasives recensées en Europe, 11 % auraient un impact écologique et 13 % un impact économique. L'Asie est devenue le premier continent d'origine, avant l'Amérique du Nord. Moins de 10 % de ces organismes auraient été délibérément introduits (par exemple comme agents de lutte biologique ou NAC). La majorité serait arrivée avec des marchandises ou passagers involontairement « contaminés ».

Le commerce des plantes ornementales exotiques (sous toutes leurs formes) serait selon l'INRA une voie privilégiée d'invasion biologique. L'étude montre que les milieux riches en biodiversité et à haut taux de naturalité semblent plus épargnés par les invasions, alors que les milieux très anthropisés sont ceux qui accueillent la majorité des espèces exotiques (champs, parcs et jardins, habitations). Le réchauffement climatique semble avoir favorisé l'implantation croissante au moins dans l'Europe du Sud d'espèces d'origine subtropicale ou tropicale.

Selon DAISY^[43] La majorité de ces espèces étudiées (1341 espèces, soit 86 % du total) ont été introduites involontairement par les importations de marchandises et la circulation des véhicules ou des hommes. 218 espèces (soit 14 % au moment de l'étude) ont cependant été introduites tout à fait intentionnellement, dans la quasi-totalité des cas à des fins de lutte biologique et essentiellement pour l'horticulture et les cultures ornementales (468 espèces, soit 29 %), les évadées plus ou moins non intentionnelles (par exemple issues des serres (204 espèces, soit 13 %) suivent, devant les ravageurs des produits stockés (201 espèces, soit 12 %) et les « passagers clandestins » (95 espèces, soit 6 %), la forêt et les ravageurs des cultures (90 et 70 espèces, respectivement 6 % et 4 %). Pour 431 espèces (soit 27 %), la voie d'introduction en Europe reste inconnue. La voie « *sans aide* », c'est-à-dire de dispersion spontanée d'une espèce exotique dans une nouvelle région, ou à partir d'une zone d'origine ou d'une zone où elle a été récemment introduite est probable pour certains arthropodes en Europe continentale, bien que n'étant pas précisément documentés dans les données. Les aspects spatio-temporels sont en cours d'étude, de même que les vecteurs et implications pour la gestion des espèces exotiques. L'identification et l'alerte, ainsi que les moyens de

fermer les « voies d'invasion » sont des éléments importants de toute stratégie visant à réduire la pression des propagules des arthropodes souvent de petite taille et involontairement transférés. Cela exige une coordination et des responsabilités claires pour tous les secteurs impliqués dans l'élaboration de politiques et de toutes les parties prenantes associées. Une base de donnée *Daisie-europe-aliens* est librement consultable par le public.

Projet de nouvelle stratégie et réglementation européennes sur les espèces exotiques envahissantes(2011-2014) :

- La Commission Européenne a lancé une consultation^[44] en ligne (ouverte à tous); du 3 mars au 5 mai 2008 et prévoit une communication pour la fin 2008, qui devrait se traduire par des mesures européennes pour analyser et traiter ce problème.
- Selon les experts réunis au Congrès *Congrès Neobiota 2010*^[45], le coût annuel des dégâts induits par ces espèces pourrait atteindre, voire dépasser 12 milliards d'euros/an.
- La Commission européenne a préparé de 2008 à 2013 une nouvelle stratégie ^[46], annoncée en 2008^[47], avec une nouvelle proposition législative, soumise au Conseil et au Parlement le 9 septembre 2013; elle vise à prévenir et gérer le danger induit par ces espèces. Elle a **3 priorités** : 1) des contrôles visant à alerter en amont et éviter l'introduction intentionnelle d'espèces préoccupantes; 2) des mesures d'éradication en cas d'émergence d'une "invasion biologique" et 3) mesures d'atténuation des dommages quand l'espèce est déjà installée^[48]. les États-membres pourront alimenter la liste des espèces à considérer comme « *invasives* ».
- En 2014, un nouveau règlement européen « *fixe des règles visant à prévenir, à réduire au minimum et à atténuer les effets néfastes sur la biodiversité de l'introduction et de la propagation au sein de l'Union, qu'elles soient intentionnelles ou non intentionnelles, d'espèces exotiques envahissantes* »^[49]; il a été adopté le 22 oct 2014, et son article 4 prévoit une « *Liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union* » à fixer au plus tard le 2 janvier 2016 (est jugée préoccupante pour l'Union « *une espèce exotique envahissante dont les effets néfastes ont été jugés de nature à exiger une action concertée au niveau de l'Union en vertu de l'article 4, paragraphe 3* » (du règlement)^[49].

8.1 En France

Un arrêté ministériel du 2 mai 2007 ^[50] interdit la commercialisation, l'utilisation et l'introduction dans le milieu



Jussie à grandes fleurs

naturel de la jussie à grandes fleurs et de jussie rampante (deux plantes invasives), puis un arrêté ministériel du 30 juillet 2010 vise diverses espèces réputées invasives et interdit l'introduction de certaines espèces dans le milieu naturel métropolitain^[51]. Divers inventaires sont faits ou déjà publiés, qui seront à régulièrement mettre à jour, notamment à l'échelle de bassins, les canaux et cours d'eau, ainsi que les ports étant des axes d'introduction importants pour nombre d'invasives ^[52]. La France, y compris pour les phénomènes de maladies émergentes, est une zone à haut risques, car très bien desservie par des aéroports en lien avec le monde entier, traversées de nombreux axes de transport terrestres ou marins et par canaux, et « *seul pays d'Europe à avoir une façade à la fois sur la Mer du Nord, la Manche, l'Atlantique et la Méditerranée pour un total de 5500 km de côtes* »^[52], avec des ports d'importance internationale (de Bordeaux à Dunkerque, en passant par La Rochelle, Nantes, Brest, Cherbourg, Le Havre, Boulogne, Calais, etc.)^[53]. Cette position de carrefour géographique "multimodal" et son climat tempéré sont très propices à l'introduction d'espèces et au risque d'invasivité.

En complément de l'article l'article L. 411-3 du code de l'environnement, un projet de loi, préparé en 2013 par le « *Comité Parlementaire de Suivi du Risque Ambrosie* » a été élargi à d'autres espèces susceptibles de poser problème, et annoncé pour mi-2014. Il pourrait être examiné en automne 2014 pour fixer un cadre juridique national de lutte contre des plantes invasives et indésirables pour des raisons sanitaires ou économiques (orobanche)

9 En zone tropicale

Dans ces zones les îles sont particulièrement touchées et vulnérables. En juillet 2005, une « *initiative sur les espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer* » a été lancée par le Comité français de l'UICN et le MEDAD qui doit produire un rapport et état des lieux complet sur la menace des invasions biolo-

giques en France d'outre-mer, avec un réseau de plus de 100 experts et l'appui de 10 coordinateurs locaux.

Dans les forêts, les coupes rases favorisent la diffusion d'espèces invasives telles que *Lantana camara* dans certaines parties de l'Afrique, d'autant plus que la trouée dans la canopée est vaste ou mise en connexion avec d'autres^[54]

10 Le rôle des transports longue-distance

Les espèces invasives introduites avec les eaux de ballast ou sous les coques de navires sont de plus en plus nombreuses. Les trains, camions et voitures en transportent aussi. Et une étude^[55] de 2007 de l'université d'Oxford a montré que dans des régions au climat comparable, plus on s'approche d'une zone desservie par des lignes aériennes, plus augmente le risque d'invasion par des espèces étrangères animales, avec une « fenêtre d'invasion » en juin-août, a priori du fait du nombre de vols et de passagers qui augmente et de conditions climatiques favorables. 800 lignes aériennes ont été étudiées du 1^{er} mai 2005 au 30 avril 2006 (soit 3 millions de vols environ).

10.1 Exemples

Les exemples d'espèces invasives ayant provoqué des crises économiques plus ou moins importantes ne manquent pas :

- *Homo sapiens* peut être considéré comme une espèce invasive du fait d'une démographie incontrôlée, d'impacts significatifs et néfastes sur l'environnement global (flore, faune, climats...)^[réf. nécessaire] ;
- *Wasmannia auropunctata*, la *petite fourmi folle* qui a envahi la Nouvelle-Calédonie et Tahiti ;
- Le Champignon *Phytophthora infestans* sur la culture de pomme de terre en Irlande provoquant la Grande Famine en 1845 ^[réf. souhaitée] ;
- Le Phylloxéra *Viteus vitifoliae* sur les vignes européennes à la fin du XIX^e siècle ^[réf. souhaitée] ;
- La Méduse *Mnemiopsis leidyi* en Mer Noire ayant considérablement affaibli les ressources halieutiques ^[réf. souhaitée] ;
- La moule zébrée qui peut boucher des canalisations, gêner la navigation et diminuer la biodiversité^[réf. souhaitée] ;
- L'étoile de mer dévoreuse de corail (*Acanthaster planci*) est sujette à des « explosions de populations » qui ruinent les écosystèmes coral-

liens, parmi les plus riches et les plus fragiles au monde^[réf. souhaitée] ;

- La guêpe commune *Vespa vulgaris* en Australie et en Nouvelle-Zélande ^[réf. souhaitée] ;
- Le frelon asiatique *Vespa velutina* en France notamment, prédateur d'abeilles et d'autres insectes pollinisateurs^[réf. souhaitée] ;
- L'introduction du Rat noir *Rattus rattus* et du Rat gris *Rattus norvegicus* en Europe au Moyen Âge^[réf. souhaitée] ;
- La jacinthe d'eau, diminuant la vie aquatique, faute de lumière, dans les rivières ou les lacs^[réf. souhaitée].

Dans un contexte où les déplacements humains sont toujours plus nombreux, l'impact climatique des activités humaines toujours plus fort et la tentation de recours aux organismes génétiquement modifiés toujours plus grande, le risque d'une augmentation des phénomènes d'espèces invasives avec ses conséquences sur la biodiversité est bien réel. Il a d'ailleurs commencé à être pris en compte au cours de la Conférence de Rio en 1992. Elles sont aujourd'hui la deuxième cause de régression de la biodiversité.

11 Exemples de cas d'invasions par des espèces introduites

Article détaillé : Liste d'espèces invasives classées parmi les plus nuisibles au XXI^e siècle.

- le lapin en Australie, et sur plusieurs îles : 24 lapins furent introduits en Australie en 1874 et se reproduisirent très rapidement^[56]. Afin d'arrêter les dégâts provoqués par ces millions d'animaux, les Australiens relâchèrent des renards, jusqu'ici absents de l'île-continent, qui s'attaquèrent aux marsupiaux^[56].
- *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée
- la perche du Nil dans le lac Victoria
- la grenouille taureau dans le Sud-Ouest de la France
- l'écrevisse de Louisiane en Europe
- la truite fario (européenne) en Amérique du Nord
- l'écureuil gris qui provoque une forte régression de l'écureuil roux au Royaume-Uni
- le cerisier tardif (*Prunus serotina Ehrh*) devenu invasif en France par exemple en forêt de Compiègne
- la petite fourmi de feu ou fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata*), espèce super-invasive en Polynésie ou en Australie



Le crabe royal du Kamtchatka, déporté dans le détroit de Mourmansk par l'URSS dans les années soixante, a prospéré et descend graduellement le long des côtes de Norvège vers le sud. Rien ne l'arrête dans les profondeurs marines.

- Les Plathelminthes terrestres invasifs en France, prédateurs de vers de terre, signalés seulement en 2013, mais déjà présents dans plusieurs départements [58],[59],[60],[61],[62],[63],[64],[65],[66].

12 Espèces invasives et effet Allee

Les espèces invasives peuvent réguler leur croissance et s'étendre dans leur nouvel habitat en causant des perturbations dans leur communauté biologique locale. Tous les taxons peuvent selon le contexte devenir une espèce invasive^[A 1].

D'autre part, l'effet Allee est défini en écologie comme une relation positive entre tout composant de la fitness individuelle et l'effectif (ou la densité) de conspécifiques^[A 2].

12.1 Approche théorique

La plupart des espèces invasives sont introduites en petits effectifs à des localisations différentes. Il a été démontré que les espèces sujettes à l'effet Allee ne pourront jamais s'établir à moins d'être introduites avec un effectif initial suffisamment grand (au moins supérieur au seuil de l'effet Allee). Dans le cas où elles seraient introduites en nombre légèrement inférieur au seuil d'Allee, elles devraient pouvoir s'établir grâce à des effets de stochasticité démographique. En revanche, pour les modèles déterministes, la population devrait s'éteindre lorsque les effectifs se situent sous ce seuil^[A 1].

Plusieurs phénomènes qui apparaissent lors d'invasion peuvent être dus à l'effet Allee : Par exemple, le *range pinning*, soit la vitesse d'invasion nulle, s'explique par la seule existence d'un effet Allee dans le cadre d'un espace discret (espace divisé en *patches*), sans aucun gradient environnemental (conditions homogènes du milieu) et pour des *patches* équivalents dans leurs propriétés biotiques et abiotiques^[A 3]. Ce mécanisme s'exprime comme une fonction du taux de dispersion et du rapport entre seuil d'Allee et capacité de charge des *patches*. En espace continu homogène, une vitesse d'invasion nulle ne peut exister que s'il existe un rapport exact d'1/2 entre la capacité de charge du milieu et le seuil d'Allee de la population^[A 3].

On note d'autre part que plus l'effet Allee est sévère, plus la vitesse de la vague de dispersion de l'espèce invasive sera lente^[A 4].

12.2 Quelques exemples

L'effet Allee a été détecté dans les plantes invasives, par exemple une Asclépiadacée, la vigne adventice *Vincetoxicum rossicum*^[A 5] ou la spartine à feuilles alternes *Spartina alterniflora*^[A 6], dans les insectes invasifs

- Plusieurs espèces de *Prosopis* sont devenues envahissantes dans plusieurs endroits du monde, dont *Prosopis chilensis* dans la Corne de l'Afrique où il a été importé du Chili pour freiner l'avancée du désert^[57]. *Prosopis glandulosa* est considéré par l'UICN comme une des 100 espèces les plus envahissantes.
- la palourde asiatique qui envahit certains fleuves français, aux dépens de bivalves d'eau douce indigènes dont certaines moules d'eau douce
- la jussie à grandes fleurs et la jussie rampante, des plantes aquatiques appartenant au genre *Ludwigia* commercialisées comme plantes d'ornement de bassin, qui colonisent aujourd'hui de nombreux cours d'eau et étangs, aboutissant à leur fermeture progressive et leur assèchement. Une grave menace pour les milieux aquatiques de France et d'Europe.
- La Moule zébrée dans le fleuve Saint-Laurent et dans une grande partie de l'Europe
- *Sinanodonta woodiana*, une moule d'eau douce géante venue de Chine, souvent sous forme de larves (glochidie) attachées à des poissons (carpes, poissons rouges...) utilisés en pisciculture ou réutilisés pour le repoissonnement

comme le bombyx disparate *Lymantria dispar*^[A 7], dans des espèces invasives aquatiques comme la moule zébrée *Dreissena polymorpha*^[A 8].

Les preuves empiriques pour l'implication de l'effet Allee dans les espèces invasives sont encore assez rares bien que le nombre d'exemples s'est accru dans les dernières années^[A 9].

12.3 Gestion

Le temps entre l'introduction initiale et l'établissement de l'espèce invasive (*lag time*) peut simplement être causé par la combinaison entre l'effet Allee et les processus de stochasticité de la population^[A 1]. Cette donnée est à prendre en compte lors de la mise en place de programmes de gestion des espèces invasives. Un effet Allee non reconnu peut causer une estimation erronée des risques d'invasion^[A 9].

On ne peut pas dire qu'une espèce n'est pas invasive parce que de petites introductions aléatoires n'ont pas amené à une invasion ; répétées dans le temps, ces petites introductions réparties aléatoirement dans différents *patches* peuvent devenir suffisamment étendues pour dépasser la densité géographique critique permettant ainsi à l'espèce invasive de brutalement devenir pandémique^[A 3]. Ainsi, l'invasion dans un espace discret combiné à un effet Allee se manifeste par une série d'évènements locaux et brusques^[A 3]. De plus, pour une espèce invasive avec un fort effet Allee, l'éradication est facilitée car il est seulement nécessaire de réduire la densité de la population sous le seuil d'Allee^[A 7].

La présence de l'effet Allee permet d'utiliser un agent spécialiste de l'espèce plutôt qu'un généraliste : les prédateurs généralistes peuvent ralentir ou arrêter la dispersion de n'importe quel invasif, mais les prédateurs spécialistes ne peuvent affecter que les populations sujettes à un effet Allee et peuvent ralentir la dispersion dans le cas d'un effet Allee non critique et l'arrêter dans le cas d'un effet critique^[A 10].

En conclusion, la meilleure stratégie de gestion dépend du type d'effet Allee (fort et faible), du budget annuel disponible et des objectifs mis en place dans le programme de gestion^[A 6].

13 Notes et références

- [1] D'après l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN).
- [2] P. Genovesi et C. Shine, *Stratégie européenne relative aux espèces exotiques envahissantes*, éditions du Conseil de l'Europe, 2004.
- [3] ou allochtone ou non indigène ou exogène ou étrangère
- [4] Pascal et al., 2000.

- [5] selon le modèle Nobis. La forte diversité dans les régions chaudes et peuplées est manifeste. voir page 21
- [6] Kennedy, T.A., Naeem, S., Howe, K.M., Knops, J.M.H., Tilman, D. & Reich, P. (2002) Biodiversity as a barrier to ecological invasion. *Nature*, 417, 636–638.(Résumé)
- [7] Stachowicz, J.J., Fried, H., Whitlatch, R.B. & Osman, R.W. (2002) Biodiversity, invasion resistance, and marine ecosystem function : reconciling pattern and process. *Ecology*, 83, 2575–2590. ([http://onlinelibrary.wiley.com/resolve/reference/XREF?id=10.1890/0012-9658\(2002\)083{}2575:BIRAME{}2.0.CO;2](http://onlinelibrary.wiley.com/resolve/reference/XREF?id=10.1890/0012-9658(2002)083{}2575:BIRAME{}2.0.CO;2) Résumé)
- [8] Fabio Bulleri et Laura Airoidi, ; *Artificial marine structures facilitate the spread of a non-indigenous green alga, *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*, in the north Adriatic Sea* ; *Journal of Applied Ecology* ; Volume 42, Issue 6, pages 1063–1072, online : 2005/10/31 ; Version papier December 2005. DOI : 10.1111/j.1365-2664.2005.01096.x (Article complet)
- [9] MacNeely, J., Strahm, W., 1997. *L'U.I.C.N. et les espèces étrangères envahissantes : un cadre d'action. Conservation de la vitalité et de la diversité*. In : U.I.C.N. (Ed.), Congrès mondial sur la conservation, Ottawa, pp. 3-10.
- [10] Muller, S., 2004. *Plantes invasives en France*. Muséum d'Histoire Naturelle, Paris.
- [11] Williamson M., *Biological invasions*, Chapman & Hall, London, 1996, 256 pp.
- [12] (en) RICHARDSON D.M., PYSEK P., REJMANEK M., BARBOUR M.G., PANETTA F.D. et WEST C.J., « Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions », *Biodiversity and Distribution*, n° 6, 2000, p. 93-107
- [13] étude (Trends in Ecology, DOI : 10.1016/j.tree.2011.01.005) faite par Philip Hulme (Université de Lincoln à Christchurch, Nouvelle-Zélande)
- [14] brève du 17 Mars 2011 par Andy Coghlan : "Botanic gardens blamed for spreading plant invaders" sur le site www.newscientist.com, à son tour cité par Tela Botanica Rubrique « Points de vue » en ligne mercredi 23 mars 2011
- [15] Haeussler, S., Bedford, L., Boateng, J. O., & MacKinnon, A. (1999). *Plant community responses to mechanical site preparation in northern interior British Columbia*. *Canadian Journal of Forest Research*, 29(7), 1084-1100.(résumé)
- [16] Barbara Köhler, Andreas Gigon, Peter J. Edwards, Bertil Krüsi, Regula Langenauer, André Lüscher, Peter Ryser (2005), *Changes in the species composition and conservation value of limestone grasslands in Northern Switzerland after 22 years of contrasting managements* ; Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, Volume 7, Issue 1, 2005-03-31, Pages 51-67 (résumé)
- [17] Lettre d'information du Conservatoire botanique national de Bailleul, Numéro spécial "Invasives", Décembre 2007], [(fr) lire en ligne (page consultée le 8 janvier 2010)]

- [18] Voir par exemple les *Fiches invasives (animales et végétales) de l'Agence de l'eau Artois-Picardie*
- [19] programme Interreg IV A des 2 mers
- [20] *Rinse-Europe*
- [21] eu/smartphone-apps téléchargement sur la plate forme de RINSE ou en recherchant « Th@s Invasive » sur Google Play pour Android ou sur App Store pour iPhone
- [22] Valkenburg, J. L. C. H., Duistermaat, H., & Boer, E. (2013). Image-driven electronic identification keys for invasive plant species in the Netherlands. *EPPO Bulletin*, 43(2), 250-254 (résumé).
- [23] Page de waldwissen.net relative aux cernes de croissance chez les herbacées
- [24] Vitousek, P.M., D'Antonio, C.M., Loope, L.L., Rejmánek, M., Westbrook, R., 1997. *Introduced species : a significant component of human-caused global change*. *N. Z. J. Ecol.* 21, 1-16.
- [25] Usher, M.B., Kruger, F.J., Macdonald, I.A.W., Loope, L.L., Brockie, R.E., 1988. *The ecology of biological invasions into nature reserves : an introduction*. *Biol. Conserv.* 44, 1-8.
- [26] GERBER E., KREBS C., MURRELL C., MORETTI M., ROCKLIN R., SCHAFFNER U. [2008]. Exotic invasive knotweeds (*Fallopia* spp.) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biological Conservation* 141 : 646-654 (9 p., 4 fig., 35 réf.).
- [27] Jacques Tassin (CIRAD); *Plantes et animaux venus d'ailleurs : une brève histoire des invasions biologiques* Éditions Orphie ; Avril 2010 ; 125 p. ISBN 978-2-87763-550-9
- [28] Ostfeld R. S., Keesing F. 2000 *The function of biodiversity in the ecology of vector-borne zoonotic diseases*. *Can. J. Zool.* 78, 2061–2078. doi:10.1139/cjz-78-12-2061 (doi:10.1139/cjz-78-12-2061)CrossRef
- [29] Keesing F., Holt R. D., Ostfeld R. S. 2006 Effects of species diversity on disease risk. *Ecol. Lett.* 9, 485–498. doi:10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x (doi:10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x) Web of Science
- [30] Gilbert L., Norman R., Laurenson K. M., Reid H. W., Hudson P. J. 2001 Disease persistence and apparent competition in a three-host community : an empirical and analytical study of large-scale, wild populations. *J. Anim. Ecol.* 70, 1053–1061. doi:10.1046/j.0021-8790.2001.00558.x (doi:10.1046/j.0021-8790.2001.00558.x) Web of Science
- [31] Dobson A. 2004 Population dynamics of pathogens with multiple host species. *Am. Nat.* 164 (Suppl.), S64–S78. CrossRef Medline Web of Science
- [32] Telfer S., Bown K. J., Sekules R., Begon M., Hayden T., Birtles R. 2005 *Disruption of a host–parasite system following the introduction of an exotic host species*. *Parasitology* 130, 661–668. doi:10.1017/S0031182005007250 Web of Science
- [33] Ezenwa V. O., Godsey M. S., King R. J., Guptill S. C. 2006 Avian diversity and West Nile virus : testing associations between biodiversity and infectious disease risk. *Proc. R. Soc. B* 273, 109–117. doi:10.1098/rspb.2005.3284 (doi:10.1098/rspb.2005.3284) Texte complet
- [34] Swaddle J. P., Calos S. E. 2008 Increased avian diversity is associated with lower incidence of human West Nile virus infection : observation of the dilution effect. *PLoS ONE* 3, e2488. doi:10.1371/journal.pone.0002488 (doi:10.1371/journal.pone.0002488) Medline
- [35] Kelly D. W., Paterson R. A., Townsend C. R., Poulin R., Tompkins D. M., 2009, *Parasite spillback : a neglected concept in invasion ecology ?*; *Ecology* 90, 2047–2056. doi:10.1890/08-1085.1 Web of Science
- [36] Suzán G., Marcé E., Giermakowski J. T., Mills J. N., Ceballos G., Ostfeld R. S., Armien B., Pascale J. M., Yates T. L. 2009 *Experimental evidence for reduced rodent diversity causing increased hantavirus prevalence*. *PLoS ONE* 4, e5461. (doi:10.1371/journal.pone.0005461) CrossRef
- [37] Valerie A. O'Brien¹, Amy T. Moore¹, Ginger R. Young, Nicholas Komar, William K. Reisen et Charles R. Brown ; *An enzootic vector-borne virus is amplified at epizootic levels by an invasive avian host*
- [38] Leppäkoski, E., Gollasch, S. & Olenin, S., eds. (2002) *Invasive aquatic species of Europe — distribution, impacts and management*; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- [39] Stratégie européenne relative aux espèces exotiques envahissantes (Sauvegarde de la Nature, n° 137, 74 pages, publié le 1er janvier 2004)
- [40] étude dirigée par Montserrat Vilà. publiée lundi 20 avril dans le magazine de l'Ecological Society of America, citée par le journal Le Monde du 23 avril 2009, dans un article intitulé *Le ragondin et la bernache figurent parmi les dix espèces exotiques les plus envahissantes en Europe*
- [41] (CE) n° 708/2007 du Conseil du 11 juin 2007
- [42] Delivering Alien Invasive Species Inventories in Europe
- [43] Chapitre de *Alien terrestrial arthropods of Europe* d'Alain ROQUES, Marc KENIS, David LEES, Carlos LOPEZ-VAAMONDE, Wolfgang RABITSCH, Jean-Yves RASPLUS et David B. ROY
- [44] Consultation européenne sur les espèces envahissantes
- [45] *Neobiota 2010*, et (résumé des interventions (282 pages))
- [46] Portail européen Espèces invasives
- [47] Cf. Suites de la Communication 2008 de la Commission « Vers une stratégie européenne sur les espèces envahissantes »
- [48] Communiqué de la Commission européenne (2013) *Environnement : l'UE lance une nouvelle action visant à protéger la biodiversité contre le problème des espèces envahissantes* ; 9 septembre 2013

- [49] (UE) N° 1143/2014 du parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 *relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes*
- [50] arrêté ministériel du 2 mai 2007 publié au J. O. n°114 du 17 mai 2007.
- [51] Arrêté du 30 juillet 2010 interdisant sur le territoire métropolitain l'introduction dans le milieu naturel de certaines espèces d'animaux vertébrés : Journal officiel de la République Française du 10 septembre 2010, édition n°210 Texte de l'arrêté
- [52] Dewarumez J.-M., Gevaert F., Massé C., Foveau A., Gruilois D., 2011. *Les espèces marines animales et végétales introduites dans le bassin Artois-Picardie*. UMR CNRS 8187 LOG et Agence de l'Eau Artois-Picardie. PDF, 140 pages.
- [53] Noël, P., 2002. *Les invertébrés aquatiques introduits en France*. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie 72 suppl, 19-27
- [54] Ørjan Totland, Philip Nyeko, Anne-Line Bjerknes, Stein Joar Hegland et Anders Nielsen ; *Does forest gap size affects population size, plant size, reproductive success and pollinator visitation in Lantana camara, a tropical invasive shrub ?*; Forest Ecology and Management Volume 215, Issues 1-3, 25 August 2005, Pages 329-338 doi: 10.1016/j.foreco.2005.05.023 (Résumé)
- [55] Source : « *Proceedings of the Royal society* », Avril 2007
- [56] Jean Demangeot, *Les milieux « naturels » du globe*, Paris, Armand Colin, 10^e édition, 2002, p.105
- [57] Article du journal *La nation*, n° 148 du 16 octobre 2008.
- [58] « Alerte au ver plat tueur de lombrics ! », *Le Télégramme*, 17 avril 2013
- [59] *La France Agricole*, n° 3489 du 31 mai 2013, page 27
- [60] « Espèces invasives : des plathelminthes terrestres prédateurs de lombrics », *Le Courrier de la Nature* juillet-août 2013, n° 276, page 14.
- [61] « Une ombre plane sur notre mascotte. Menace sur les vers de terre », *Techniques Culturelles Simplifiées* juillet-août 2013, n° 73, page 32.
- [62] « Menace sur nos lombrics », revue *Espèces* septembre 2013, n° 9, page 9.
- [63] « Nos vers de terre sont en danger », *Réussir Grandes Cultures*, <http://www.reussir-grandes-cultures.com/actualites/nos-vers-de-terre-sont-en-danger-FUQLYOSZ.html>
- [64] « Écosystème - Le ver qui tue les lombrics » *Le Télégramme*.
- [65] France Inter, Planète Environnement, émission du 6 octobre 2013, « Un ver envahisseur »
- [66] (en) Justine J-L, Winsor L, Gey D, Gros P & Thévenot J, « The invasive New Guinea flatworm *Platydemus manokwari* in France, the first record for Europe : time for action is now » *PeerJ* 2014 ;2 :e297. DOI :10.7717/peerj.297 (Article en anglais avec traduction française intégrale)

13.1 Références pour espèces invasives et effet Allee

- [1] Ackleh, A.S., Allen, L.J.S. & Carter, J. (2007). Establishing a beachhead : A stochastic population model with an Allee effect applied to species invasion. *Theor. Pop. Biol.*, 71, 290-300.
- [2] Stephens, P.A., Sutherland, W.J. & Freckleton, R.P. (1999). What is the Allee effect ? *Oikos*, 87, 185-190.
- [3] Keitt, T.H., Lewis, M.A. & Holt, R.D. (2001). Allee effects, invasion pinning, and species' borders. *Am. Nat.*, 157, 203-216.
- [4] Wang, M.H. & Kot, M. (2001). Speeds of invasion in a model with strong or weak Allee effects. *Math. Biosci.*, 171, 83-97.
- [5] Cappuccino, N. (2004). Allee effect in an invasive alien plant, pale swallow-wort *Vincetoxicum rossicum* (Asclepiadaceae). *Oikos*, 106, 3-8.
- [6] Taylor, C.M. & Hastings, A. (2004). Finding optimal control strategies for invasive species : a density-structured model for *Spartina alterniflora*. *J. Appl. Ecol.*, 41, 1049-1057.
- [7] Liebhold, A. & Bascombe, J. (2003). The Allee effect, stochastic dynamics and the eradication of alien species. *Ecol. Lett.*, 6, 133-140.
- [8] Leung, B., Drake, J.M. & Lodge, D.M. (2004). Predicting invasions : propagule pressure and the gravity of Allee effects. *Ecology*, 85, 1651-1660.
- [9] Taylor, C.M. & Hastings, A. (2005). Allee effects in biological invasions. *Ecol. Lett.*, 8, 895-908.
- [10] Fagan, W.F., Lewis, M.A., Neubert, M.G. & van den Driessche, P. (2002). Invasion theory and biological control. *Ecol. Lett.*, 5, 148-157.

14 Annexes

14.1 Bibliographie

- Rémy, E. , Beck C., *Allochtone, autochtone, invasive : catégorisations animales et perception d'autrui*, Politix.
- Christian Lévêque, *Faut-il avoir peur des introductions d'espèces ?*, (Le Pommier, 2008).
- Christian Lévêque, *Quand les espèces deviennent envahissantes*, in Biodiversité. Les menaces sur le vivant (Les dossiers de La Recherche n° 28, août-octobre 2007)
- Jacques Tassin, *Plantes et animaux venus d'ailleurs : une brève histoire des invasions biologiques*, Editions Orphie, 2010.

- Jacques Tassin, *La grande invasion : qui a peur des espèces invasives ?*, Éditions Odile Jacob, 2014.
- Wolfgang Nentwig, *Espèces invasives. Plantes, animaux et micro-organismes*, Presses polytechniques et universitaires romandes, collection « Le savoir suisse », 2012.
- Elton, C.S. 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen

14.2 Articles connexes

- Invasion biologique
- Liste d'espèces invasives
- Liste d'espèces classées parmi les plus invasives au XXI^e siècle
- Liste d'espèces susceptibles d'être classés nuisibles en France
- Insecte ravageur
- Effet Allee
- Plante envahissante
- La Global Invasive Species Database est une base de donnée qui regroupe les espèces invasives
- Migration humaine#Migrations préhistoriques :
 - Extinction de la Mégafaune australienne
 - Extinction de l'Holocène
- Cent espèces envahissantes parmi les plus nuisibles du monde

14.3 Liens externes

- France-Inter, La tête au carré, 31 mars 2014, “Les Invasions Biologiques” (30 minutes)

Généralités :

- ISSG-GISD-IUCN
 - (en) Invasive Species Specialist Group (page d'accueil)
 - (en) Global Invasive Species Database (Accès direct à la base de données)
 - (fr) Les 100 pires espèces invasives (fichier PDF)
 - (fr) Comité français de l'UICN : Initiative sur les espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer
- (en)(ja) Biodiversity Network Japan

- (fr)(en) Ne déplacez pas de bois de chauffage

Exemples de pays :

- (en) GISD-ISSG-IUCN ci-dessus, pour la France
- (en) Espèces invasives en Belgique
- (fr) Site de la Société pour l'Étude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest dont le n°120-121 du journal SUD-OUEST NATURE traite des espèces invasives en France.
- (fr) Faune et flore : quand les espèces nous envahissent - vidéo conférence des cafés de Nancy-Université, PERU Laurent, 12/06/2007, tous publics, 76 minutes
- (fr) site dédié aux espèces invasives en Bretagne

Exemples d'espèces :

- (fr) Invasives en action sur la Loire”
- (fr) Les écureuils introduits en France et en Europe occidentale : de la connaissance à la prévention Actes du 13^e Forum des gestionnaires du 16 mars 2007 (31 p)



- Portail de l'écologie



- Portail de la conservation de la nature



- Portail de la protection des cultures

15 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

15.1 Texte

- **Espèce envahissante** *Source* : http://fr.wikipedia.org/wiki/Esp%C3%A8ce_envahissante?oldid=115317323 *Contributeurs* : Kku, Jeffde-longe, Boism, Capbat, Koyuki, Jyp, Spedona, MedBot, VIGNERON, Phe-bot, Bibi Saint-Pol, Urban, Hégésippe Cormier, Pixeltoo, Criric, Vincnet, Leag, Erasmus, Antoinetav, Padawane, Mirgolth, Ecolog-fwiki, Maximini1010, Holycharly, Stéphane33, RobotE, Romanc19s, David Berardan, Lmaltier, Cæruleum, Ultrogothe, Jerome66, MMBot, Crouchineki, Damouns, Ludovic89, Julianedm, GFDL fan, MelancholieBot, Cehagenmerak, Puff, Pautard, Erasoft24, Lanredec, Astirmays, Jacques Prestreau, Jmax, Co, Manu1400, Lamiot, GaMip, Carlitotard, Naturnet, Macassar, Salix, Escarbot, JAnDbot, Calcineur, Remike, Gaut42, Nono64, Jean.claude, Eiffele, VonTasha, M-lemot-dit, Salebot, DorganBot, Critias, Idioma-bot, TXiKiBoT, VolkovBot, Jp33, Tengu84, Lylvic, Jymm, Ange Gabriel, Vlaam, Dhatier, DumZiBoT, DeepBot, Redirectionneur Phou-frwiki, Arct, Mro, Seiurus, TwoTurtles, WikiCleanerBot, ZetudBot, NjardarBot, Wutsje, Luckas-bot, Micbot, Nakor, Pinof, Tracouti, Xufanc, Moipaulochon, Disker, TaBOT-zerem, Harvey Stillnot, ArthurBot, Xqbot, Jjackamo, Citron, MathsPoetry, RibotBOT, Lucas-gipbe, Skull33, MastiBot, Lomita, Tados, Gallais.r, Diab', Terpsichores, KamikazeBot, EmausBot, Salsero35, Ediacara, Kilith, JackieBot, ZéroBot, Liz de Quebec, WikitanvirBot, ChuispastonBot, Jules78120, Surdox, MerllwBot, Zebulon84, Utilisateur disparu, OrlodrimBot, Le pro du 94 :), AvocadoBot, Jeanloujustine, BonifaceFR, Mario93, Nibelma, LeCardibot, Renyu, Reyhstan, Addbot, AméliorationsModestes, Sophia-ka, LauraFarina, Girart de Roussillon et Anonyme : 55

15.2 Images

- **Fichier:Arct0053_-_Flickr_-_NOAA_Photo_Library.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/72/Arct0053_-_Flickr_-_NOAA_Photo_Library.jpg *Licence* : Public domain *Contributeurs* : NOAA Photo Library : arct0053 *Artiste d'origine* : Mike Dunn, NC State Museum of Natural Sciences. Credit : NOAA Climate Program Office, NABOS 2006 Expedition.
- **Fichier:External.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/External.svg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Denelson83
- **Fichier:Fairytales_konqueror.png** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Fairytales_konqueror.png *Licence* : LGPL *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Gelbw-schmuckschildkroete-03.jpg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/Gelbw-schmuckschildkroete-03.jpg> *Licence* : CC BY-SA 2.0 de *Contributeurs* : http://www.tiermotive.de/tieralbum/4images/details.php?image_id=2027 *Artiste d'origine* : Wilfried Berns
- **Fichier:Goldfish2.cropped.jpg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Goldfish2.cropped.jpg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Jussiaea_grandiflora.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Jussiaea_grandiflora.jpg *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : photo by Bouba *Artiste d'origine* : Bouba sur Wikipedia français
- **Fichier:Nuvola_apps_bug.png** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Nuvola_apps_bug.png *Licence* : LGPL *Contributeurs* : <http://icon-king.com> *Artiste d'origine* : David Vignoni / ICON KING
- **Fichier:PCN-icone.png** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/PCN-icone.png> *Licence* : CC BY 1.0 *Contributeurs* : Transferred from fr.wikipedia ; transferred to Commons by User:Bloody-libu using CommonsHelper. *Artiste d'origine* : Original uploader was Philippe Kurlapski at fr.wikipedia
- **Fichier:Péniche2007_03_031.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/P%C3%A9niche2007_03_031.jpg *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : F. Lamiot
- **Fichier:Starr_Miconia_calvescens0.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Starr_Miconia_calvescens0.jpg *Licence* : Copyrighted free use *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?

15.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0