

Colloque organisé à l'occasion des 20 ans du DSF

20 ans d'expérience – Un défi pour l'avenir

Palais des Congrès de Beaune, 10 et 11 mars 2009

Quatrième session : que faut-il craindre des organismes envahissants ?

Champignons pathogènes et insectes ravageurs exotiques des arbres forestiers : analyse des introductions passées pour comprendre et anticiper les risques

Marie-Laure Desprez-Loustau et Alain Roques INRA Bordeaux, INRA Orléans



1. Définitions (diapositive 2) :

Avant de parler d'organismes invasifs, nous allons revenir sur quelques définitions.

Tout d'abord qu'est ce qu'une **espèce exotique** ? Il y a beaucoup de termes qui peuvent être utilisés en synonymie : espèces allochtones, espèces « alien » (anglicisme)... Une espèce exotique est une espèce qui se trouve en dehors de son aire naturelle de distribution et de potentiel de dispersion.

Au sens strict de l'Union Internationale de Conservation de la Nature et couramment en écologie, l'**espèce invasive** est un sous-ensemble de ces espèces exotiques c'est à dire une espèce exotique qui s'est installée hors de son aire naturelle et qui, de part sa colonisation importante, est une menace pour la biodiversité indigène. Plus généralement ces espèces invasives ont un impact jugé négatif qu'il soit au niveau environnemental, social ou économique.

Une espèce envahissante est un terme qui est généralement employé pour qualifier des espèces qui ont également un processus de colonisation important et à impact négatif mais qui peut englober à la fois des espèces autochtones ou allochtones. La principale différence entre une espèce invasive et une espèce envahissante est le pool de diversité de l'espèce : dans le cas d'une espèce invasive, la diversité introduite est généralement limitée par rapport au pool de diversité de l'espèce dans son ensemble et avec une discontinuité entre l'aire d'introduction et l'aire d'origine naturelle, contrairement aux espèces envahissantes, en continuité avec leur aire naturelle.

2. Les différentes étapes d'une invasion (diapositive 3) :

L'invasion biologique se caractérise par le franchissement de plusieurs étapes.

Une espèce invasive est donc une espèce qui a les capacités pour franchir ces différentes étapes, à commencer par son introduction dans une nouvelle aire (hors de l'aire de dispersion naturelle de l'espèce). Cette étape est parfois difficile à démontrer en particulier pour les champignons dont les spores peuvent voyager à de très longues distances. Ces espèces dont l'introduction est d'origine artificielle, sont capables de survivre aux transports puis d'établir une population qui se reproduit naturellement sans l'aide de l'homme dans cette nouvelle communauté. Elles se disséminent et finalement, à travers leurs colonisations, elles ont un impact négatif dans la nouvelle communauté envahie.

Williamson a étudié les probabilités de passage de ces différentes étapes, en particulier pour les plantes (mieux connues) et a montré qu'il y avait un ordre de grandeur de 10 à chaque franchissement d'étapes. Cela signifie que **simplement 10 % des espèces réussissent à franchir chaque étape** et chacun de leurs différents obstacles. Finalement on peut dire **qu'une invasion biologique réussie est un phénomène relativement rare** par rapport à l'ensemble des espèces qui potentiellement arrivent dans un milieu. L'invasion par une espèce est une cause majeure d'émergence de problèmes sanitaires. C'est le cas des maladies en particulier, et également des insectes et des organismes introduits invasifs (diapositive 4, Figure 1). Anderson et al. ont montré que pour les plantes en général donc pas uniquement les arbres forestiers, les introductions d'espèces constituent à peu près 50 % des causes probables à l'origine de nouvelles maladies (pourcentage vrai également pour des maladies en forêt).

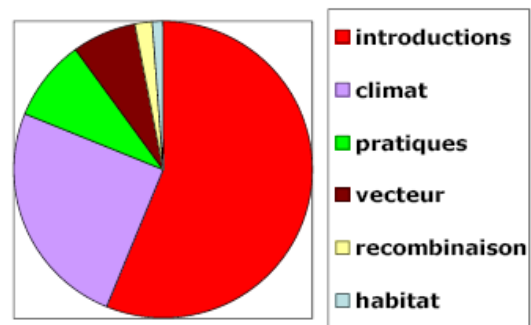


Figure 1. Beaucoup de problèmes émergents sont liés à des invasions

3. Le projet DAISIE

L'objet de cette intervention est de présenter un très court résumé des résultats qui ont été obtenus dans plusieurs projets européens en particulier le projet DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe) dont l'objectif était de dresser un inventaire de toutes les espèces exotiques pour l'Europe (diapositive 5, <http://www.europe-aliens.org>). Il rassemble 11 000 espèces que ce soit des insectes, des champignons mais bien sûr des plantes, des vertébrés et également un très grand nombre d'espèces invasives en milieu aquatique et marin.

Dans le cas des champignons, nous avons compilé l'ensemble des listes nationales disponibles au niveau de l'Europe mentionnant des espèces exotiques. En fait il y a assez peu de pays qui ont établi ces listes. Quand nous avons commencé, il n'y en avait pas en France, cette liste a donc été un des premiers objectifs de notre travail. Nous avons identifié 227 espèces supposées exotiques aussi bien champignons pathogènes que champignons non pathogènes. Nous avons travaillé en collaboration avec en particulier Régis Courtecuisse, pour les données de la Société Française de Mycologie. Parmi tous ces champignons exotiques, environ 70 sont des espèces pathogènes d'arbres forestiers. Nous avons comparé la répartition de ces espèces dans les principaux groupes de champignons par rapport à l'ensemble des espèces décrites de champignons et nous avons identifié un certain nombre de groupes sur-représentés dans les espèces exotiques : **les oïdiums et les Phytophthora** (diapositive 6). Dans le cas des insectes associés à des arbres ou des arbustes, 412 espèces d'insectes exotiques ont été identifiées en Europe. Ceci constitue environ 30 % du total des

insectes aliens en Europe. Dans ce cas, les groupes les plus importants sont globalement les **coléoptères et les homoptères** et dans le cas des insectes associés aux arbres, nous avons trouvé une légère sur-représentation des homoptères.

Une caractéristique importante de ces phénomènes d'invasion est leur augmentation exponentielle au cours du temps. Sur la courbe de la diapositive 7 (Figure 2) est représenté le nombre moyen de nouvelles espèces décrites en Europe depuis 1500 (date souvent retenue pour les temps modernes). Nous observons une **croissance exponentielle de ces introductions**. Nous sommes en particulier passés d'un taux de 8 espèces d'insectes introduites par an dans les années 1950-70 à plus de 17 dans la dernière décennie. Cette proportion se retrouve pour les insectes de plantes ligneuses, avec lors de ces dernières années 8 espèces par an introduites. La même tendance est observée pour les champignons, les mammifères et pour tous les groupes d'espèces introduites qui ont été étudiés.

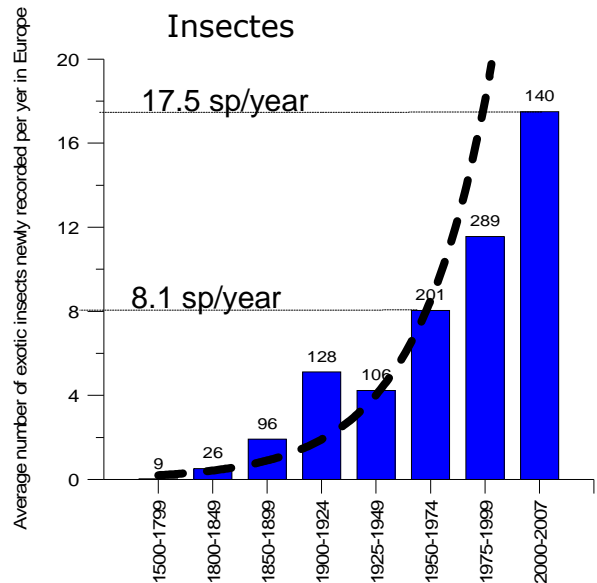


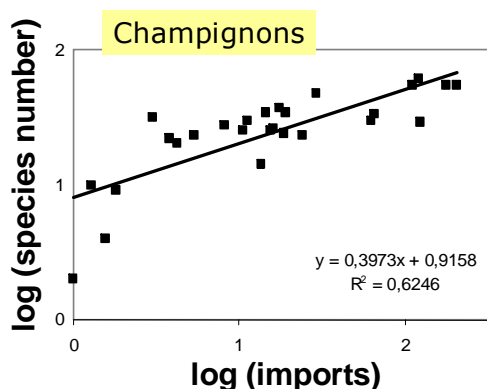
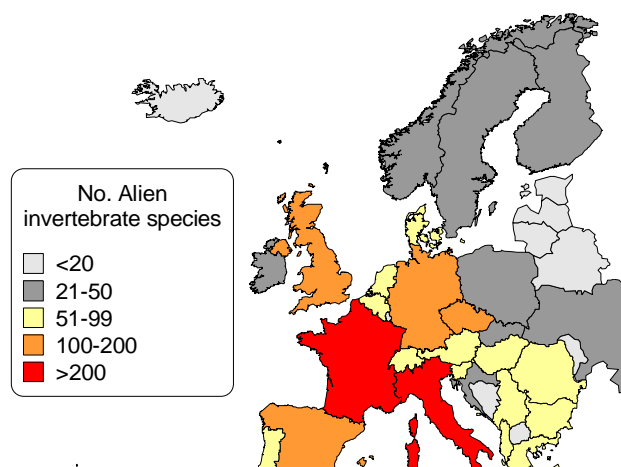
Figure 2. Nombre moyen de nouvelles espèces décrites en Europe depuis 1500

4. Origine des espèces invasives (diapositive 8):

Ces espèces invasives **proviennent principalement de deux zones : l'Amérique du Nord et l'Asie**. Il y a une proportion significative d'espèces dont nous ne connaissons pas l'origine et enfin ¼ du total qui vient des autres continents. L'origine nord américaine était prépondérante dans le passé. Concernant les introductions plus récentes, l'Asie devient la 1^{ère} origine.

Où s'établissent ces espèces invasives? Aussi bien pour les champignons que pour les insectes, on observe que la France fait partie des quelques pays qui hébergent le plus d'espèces invasives (diapositive 9, Figure 3). **Les principaux pays qui les hébergent sont la France, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne**, donc les grands pays centraux de l'Europe. Nous verrons plus tard quelles sont les hypothèses explicatives de ce phénomène.

Figure 3. La France est parmi les pays les plus "riches" en organismes exotiques



Un très grand nombre d'espèces a été listé au niveau de l'Europe, ce qui ne signifie pas que toutes les espèces se retrouvent dans tous les pays.

Figure 4. Fréquence du nombre d'espèces d'insectes en fonction du nombre de pays où ils sont présents

Dans le cas des insectes en particulier, le graphe de la diapositive 10 (Figure 4) montre la fréquence du nombre d'espèces d'insectes en fonction du nombre de pays dans lequel ils sont présents. La plupart des insectes ne sont présents que dans un ou quelques pays. D'autre part les insectes invasifs sont très préférentiellement trouvés dans des habitats anthropiques : 66 % des mentions concernent des zones agricoles, essentiellement des parcs et jardins, des zones urbanisées, éventuellement des serres et dans près de la moitié des cas, **les insectes exotiques se sont maintenus sur leur arbre exotique d'origine et ne sont pas passés sur des espèces indigènes.**

Nous avons vu que les grands pays du centre de l'Europe présentent le plus gros nombre d'espèces introduites. Bien sûr il y a certainement un effet lié aux capacités d'observations dans cette zone, des organismes de recherche ou de développement sont peut-être plus mobilisés pour dresser des inventaires.

Pour aller plus loin, nous avons fait des analyses pour identifier les facteurs responsables aussi bien pour les insectes que pour les champignons pathogènes. Les principaux facteurs qui ressortent, après avoir retiré la surface du pays qui bien sûr est un facteur explicatif important, sont des facteurs économiques avant les facteurs géographiques. En particulier on observe une **relation très forte entre le nombre d'espèces introduites dans un pays et le niveau des importations** (graphique de gauche sur les champignons de la diapositive 11).

Une variable moins importante en pourcentage de variance expliquée est le climat qui ressort dans plusieurs analyses.

Les introductions de champignons et d'insectes, contrairement aux plantes et aux animaux qui ont souvent été au départ introduits volontairement, sont des introductions non délibérées, portées par les marchandises. Il est donc difficile de connaître l'origine des introductions mais pour un certain nombre de cas, nous avons essayé d'identifier la source la plus probable. Ce qui est intéressant à noter dans le cas des insectes est que finalement le matériel forestier ou **les filières forestières ne sont pas majoritaires pour expliquer les introductions. Les sources principales sont plutôt le commerce de plantes ornementales, comme les bonzaïs** dans les années récentes (diapositive 11).

5. Interception des espèces invasives (diapositive 12)

Il existe des réglementations pour essayer de prévenir ces introductions. Nous avons comparé les données d'interception fournies par l'OEPP aux nouvelles mentions d'insectes ou de champignons identifiés sur le territoire. La diapositive 14 présente le résultat concernant les insectes. Nous voyons tout de suite que seul un petit nombre d'espèces qui se sont établies ont été interceptées. De plus, **ce ne sont pas forcément les groupes qui sont préférentiellement interceptés qui s'avèrent les plus importants dans les introductions** (Cerambycides par exemple). Ce phénomène résulte notamment d'un biais de la taille de l'insecte : en général les organismes les plus gros sont plus facilement identifiés même si ceux-ci ne sont pas forcément ceux qui posent le plus de problèmes.

6. Quels enseignements (diapositive 13) ?

À partir de cet inventaire, est ce que l'on peut faire ressortir quelques enseignements pour la gestion des invasions ? Quelles sont les pistes de recherches actuelles, les points importants pour expliquer ces invasions ? Il y a un lien fort avec les facteurs du changement global et sans doute aussi les facteurs climatiques, le réchauffement permettant

l'établissement de certaines espèces tropicales par exemple. Une autre caractéristique importante des invasions, est leur vitesse. Le temps anthropique est différent du temps évolutif : ces introductions amènent la rencontre d'espèces qui n'ont pas eu le temps d'évoluer, ce qui explique dans certains cas des dégâts très importants. Dans le cas du châtaignier par exemple originaire d'Asie, les espèces de châtaigniers asiatiques ont coévolué avec des champignons pathogènes comme *Cryphonectria parasitica* et présentent un fort niveau de tolérance. Quand ces mêmes champignons sont en contact avec des espèces comme le châtaignier américain ou le châtaignier européen avec lesquels il n'y a **pas eu de coévolution, la sensibilité est extrêmement élevée.**

Un caractère qui rend difficile la gestion des invasions est l'imprédictibilité des organismes invasifs : **comment identifier parmi 1000 organismes qui arrivent celui qui va poser des problèmes ?** C'est une des questions importantes sur lesquelles nous travaillons. Nous essayons de distinguer quelques caractéristiques qui nous permettraient de cibler les actions que l'on peut avoir au niveau de l'identification de la gestion de ces invasifs.

Nous avons plusieurs projets en cours pour répondre à la question : peut-on prédire le potentiel invasif d'une espèce ou son risque d'établissement ? Nos projets ont des aspects théoriques sur la compréhension des mécanismes mais le but est de cibler les bonnes espèces et de focaliser les efforts sur les espèces qui présentent le plus de risques.

a. Lié à l'espèce (diapositive 14)

L'identification des espèces est très importante. Nous avons fait allusion aux espèces cryptiques en particulier pour les champignons, pour lesquels le développement de nouveaux outils pour l'identification et la taxonomie est particulièrement important.

b. Lié à l'origine (diapositive 15)

Une approche particulièrement intéressante, a été développée par Alain Roques en collaboration avec des collègues chinois (nous avons vu que l'origine asiatique des insectes exotiques semble devenir prépondérante) pour identifier les agents qui pourraient poser le plus de problèmes. L'idée a été d'installer des dispositifs **d'arbres sentinelles (espèces françaises) et de les importer dans des milieux différents en Chine** pour effectuer différentes observations : voir **par quelles espèces locales les arbres vont être infectés**, voir s'ils vont présenter de l'herbivorie sachant que ces espèces en particulier pourraient être les **futures espèces invasives dont il faudrait surveiller l'introduction.**

c. Lié aux filières d'introduction (diapositive 16)

Une autre approche se développe beaucoup en particulier en Australie et aux Etats-Unis. Cette approche n'est plus une approche « espèce-centrée » c'est-à-dire à partir de listes d'espèces dressées dont on pense qu'il faut empêcher l'introduction (les résultats montrent que cette approche a été en grande partie inefficace), mais une approche dont l'idée est d'identifier des filières d'introduction à haut risque et de **cibler ces filières pour éviter les introductions sans s'attacher à des espèces particulières.**

7. Identifier les risques

Du point de vue de la recherche, cette recherche des filières est menée par des études de génétique des populations qui s'attachent à retracer l'histoire des invasions. Plusieurs posters sont présentés sur cette question.

8. Gérer le risque (diapositive 17)

Nous essayons toujours de travailler en amont parce qu'une fois l'invasion déclarée, il y a beaucoup moins de moyens d'intervention. L'idée est donc vraiment d'essayer d'intervenir dans les premières phases avec la difficulté de ne jamais savoir exactement quelles espèces il faut cibler.

Il est primordial d'effectuer une **détection à différents niveaux**, que cela soit aux frontières de l'Europe ou à l'intérieur de l'Europe. Une étude a apporté un élément d'optimisme : les insectes exotiques en Europe sembleraient décroître; par contre les nouvelles espèces introduites montreraient une tendance inversée liée aux mesures strictes prises il y a plusieurs décennies par les Etats-Unis et le Canada.

Cette détection aux frontières ne sera sans doute pas suffisante, il est donc très important de détecter ces phénomènes invasifs le plus tôt possible une fois arrivés en Europe. Le rôle des correspondants-observateurs du DSF pourrait être ici déterminant. Mentionnons toutefois que d'après les résultats obtenus sur les insectes, la détection semble devoir **se focaliser en amont et sur des espaces plus anthropisés que les forêts** puisque apparemment ces espaces voient s'accumuler un certain nombre d'espèces dont on peut craindre ensuite qu'elles se propagent dans nos forêts.

Pour terminer, notez que l'INRA a plusieurs projets de recherches (diapositive 20) en cours sur des cas spécifiques d'invasions récentes ou à craindre.

Je vous remercie de votre attention.