INVASIONS DES CORRIDORS FLUVIAUX DU SUD-OUEST PAR DES ESPÈCES VÉGÉTALES EXOTIQUES.

A.M. PLANTY-TABACCHI

Centre d'Écologie des Systèmes Aquatiques Continentaux, UMR 5576 CNRS-UPS,
29 rue J. Marvig, 31055 Toulouse Cedex, France.

RÉSUMÉ

L'étude de 245 sites répartis le long de huit rivières du Sud-Ouest de la France, depuis leur source jusqu'à leur embouchure, a permis d'identifier 420 espèces végétales exotiques au sein du corridor riverain, la rivière la plus colonisée étant l'Adour. Ces plantes présentent une vaste palette d'attributs biogéographiques, historiques, morphologiques, biologiques et écologiques. Dans leur grande majorité, elles ne sont pas particulièrement spécialisées vis-à-vis des conditions riveraines. La structure du corridor, le fonctionnement hydrologique, le degré d'anthropisation et le climat contrôlent l'arrivée et le maintien des espèces exotiques dans les zones riveraines des rivières.

Etudié sur 32 sites de l'Adour, le pourcentage en espèces exotiques (par rapport à la richesse totale en espèces) n'est pas constant d'une station à l'autre. Il évolue selon les gradients environnementaux qui participent à la sectorisation fonctionnelle du fleuve. Ce pourcentage en exotiques reflète la sensibilité des systèmes riverains aux invasions et peut être utilisé comme un marqueur du dysfonctionnement de ces systèmes.

INVASIONS OF RIPARIAN CORRIDORS IN SOUTHWESTERN FRANCE BY EXOTIC PLANT SPECIES.

ABSTRACT

In Southwestern France, 245 sites were studied along eight rivers from their headwater to their mouth. On the whole, 420 exotic plant species were found in riparian corridors. The more invaded stream is the Adour River. These 420 exotic species show a large pattern of biogeographic, historical, morphological, ecological and biological attributes. Most of these exotics were not pre-adapted to riparian conditions. The structure of the corridor, the hydrological regime, the human impact, and the climate control the establishment and the development of exotic species in riparian zones.

The percentage of exotics in the total species richness was studied in 32 sites along the Adour River. This percentage was not constant. It changed according to the environmental gradients identified along the river. The percentage of exotics reflects the vulnerability of riparian zones to plant invasions, and it can be used as an indicator of riparian system dysfunction.

INTRODUCTION

Dès le XIX^{ème} siècle, de nombreux botanistes remarquent la présence d'un certain nombre d'espèces provenant d'autres pays au sein des communautés végétales "naturelles" et l'implication de l'homme (consciente ou non) dans leur introduction. Les principales questions

soulevées alors concernent le degré d'intégration de ces plantes introduites dans la flore indigène d'un pays et leur capacité de persistance dans les systèmes naturels sans le secours de l'homme (DE CANDOLLE, 1855 ; TOUCHY, 1857 ; LAMIC, 1882-1886 ; THELLUNG, 1911-1912).

A partir de cette époque, la notion de plante envahissante est aussi abordée (DE CANDOLLE, 1855) mais elle est surtout évoquée dans le sens d'une extension de l'aire de distribution géographique d'une espèce pouvant aboutir à son cosmopolitisme.

Le concept d'invasion (CLEMENTS, 1927) découle d'une étude plus complète sur les successions végétales. Il s'applique à toute espèce (indigène ou introduite depuis un autre pays) colonisant une communauté et la dominant subitement. Cette notion a été reprise par ELTON (1958) pour les végétaux et les animaux mais en y associant les concepts biogéographiques et écologiques dans le but d'étudier plus particulièrement les invasions par des espèces exotiques et leurs conséquences sur la conservation des espèces autochtones. Aujourd'hui, le concept d'invasion englobe l'ensemble du processus depuis l'introduction de l'espèce exotique jusqu'à son expansion (LIZET et JOVET, 1984 ; MOONEY et DRAKE, 1986 ; DRAKE *et al.*, 1989 ; GROVES et DI CASTRI, 1991 ; PLANTY-TABACCHI, 1993).

Jusqu'à peu, les invasions en milieu riverain restaient méconnues (MALANSON, 1993 ; PLANTY-TABACCHI, 1993 ; TABACCHI, 1995 ; CRONK et FULLER, 1995). La plupart des travaux existants concernent presque exclusivement des espèces problématiques du point de vue économique, et en particulier des macrophytes aquatiques (ARTHINGTON et MITCHELL, 1989 ; DE WAAL *et al.*, 1994 ;...). Très peu d'auteurs s'intéressent à d'autres types d'espèces (CHRISTENSEN, 1962, 1963 ; HARRIS, 1966 ;...) et presque tous ces travaux portent sur l'autoécologie des espèces. De ce fait, notre démarche s'oriente vers une étude plus spécifique du processus des invasions végétales (PLANTY, 1988 ; PLANTY-TABACCHI, 1993 ; PLANTY-TABACCHI *et al.*, 1996), non seulement dans le lit mineur, mais aussi dans le corridor végétal riverain afin d'évaluer son importance pour les communautés en place.

SITES ET MÉTHODOLOGIE

Deux cent quarante-cinq sites ont été échantillonnés le long de huit rivières du Sud-Ouest (Fig. 1, Tab. I) : la Garonne (Gironde comprise), l'Adour et six de ses affluents (l'Arros, la Midouze, le Luy, le Gave de Pau, le Gave d'Oloron et la Nive). Ces rivières présentent des degrés différents d'anthropisation de leur cours et de leur corridor riverain, les plus anthropisés étant ceux de la Garonne et de l'Arros.

Chaque site correspond à un tronçon de corridor riverain, tel que défini par DÉCAMPS (1984), FORMAN et GODRON (1986), et MALANSON (1993), de 500 m de long, qui comprend le lit mineur et est limité extérieurement à la zone inondable à 10 ans. Dans chacun de ces sites, les espèces d'origine exotique ont été inventoriées de manière exhaustive, par cheminement aléatoire jusqu'à ce qu'aucune espèce supplémentaire n'apparaisse. Les recensements ont été effectués entre 1988 et 1990, chaque rivière ayant été visitée plusieurs fois, au cours de cette période, entre mai et août.

Le long de l'Adour, une étude plus poussée a été réalisée sur 32 des sites retenus afin de recenser, dans un but comparatif, les richesses spécifiques en autochtones et en exotiques. Cette démarche fait suite à un premier recensement réalisé en 1987. A cette époque, 900 espèces avaient été trouvées et parmi elles nous avons identifié un grand nombre d'espèces exotiques (PLANTY et TABACCHI, 1987 ; TABACCHI et PLANTY-TABACCHI, 1990 ; TABACCHI *et al.*, 1990).

Figure 1

Localisation des sites le long des huit rivières étudiées.

Figure 1

Location of the sites along the eight studied rivers.

Le statut exotique des espèces (aire d'origine, date d'introduction, utilisation à l'origine) repose sur l'analyse de plus de 250 ouvrages et articles de floristique et d'écologie divers parus depuis l'ouvrage de DURANDE (1782) jusqu'à nos jours (PLANTY-TABACCHI, 1993). Parmi ces ouvrages, les plus utilisés ont été ceux de DE CANDOLLE (1855, 1883), LAMIC (1882-1886), THELLUNG (1911-1912), BOUVIER (1946), FOURNIER (1951-1952, 1977), JOVET (1967, 1971), GUINOCHET et DE VILMORIN (1973-1984), JARVIS (1981) et DE VILMORIN (1991). Les espèces que nous avons recensées répondent à la définition suivante (PLANTY, 1988 ; PLANTY-TABACCHI, 1993) : "espèces d'origine étrangère introduites dans notre pays par le biais des activités humaines, de manière volontaire ou involontaire, qui se sont installées dans le milieu riverain (directement ou non) et qui se maintiennent et se multiplient dans ce système sans le secours de l'homme, sur des surfaces et des périodes variables". Ainsi, toutes les espèces exotiques rencontrées sont comptabilisées sans préjuger de leur devenir au sein du système riverain, depuis les espèces adventices jusqu'aux espèces subspontanées.

Tableau I

Caractéristiques des rivières étudiées, répartition des sites et richesse en espèces végétales exotiques.

Table I

Characteristics of the studied rivers, site distribution and exotic plant species richness.

Cours d'eau	Caractéristiques du cours d'eau considéré		Echantillonnage		Richesse en espèces exotiques	
	Longueur (km)	N° d'Ordre	Module m3/s	Nombre de sites	Long. de cours (km)	% par rapport au total
Garonne (+ Gironde)	650	9	650	43	21,5	42
Adour	335	7	350	70	35,0	88
Gave de Pau (+ Gaves réunis)	210	7	190	34	17,0	40
Luy	155	5	20	22	11,0	17
Midouze	145	6	20	17	8,5	13
Gave d'Oloron	135	6	110	21	10,5	22
Arros	120	4	20	25	12,5	13
Nive	85	6	40	13	6,5	19
Total	1835	—	—	245	122,5	100

RÉSULTATS

Au total, 420 espèces exotiques appartenant à 90 familles différentes ont été recensées sur l'ensemble des huit rivières (Tab. I).

Parmi ces 420 espèces (Tab. II), 73 % ont été introduites en Europe après 1500, la période majeure d'introduction se situant entre 1750 et 1900 (surtout entre 1800 et 1900). Ces espèces proviennent des diverses régions du Monde. Toutefois, deux zones d'origine s'individualisent : l'Amérique du Nord (21 % des espèces inventoriées) et l'Asie (avec également 21 % d'espèces concernées). La moitié des espèces recensées ont été introduites à l'origine comme plantes ornementales et se sont échappées des jardins, 9 % seulement de ces espèces étaient à l'origine considérées comme des messicoles ou comme des mauvaises herbes.

Si les espèces herbacées sont les plus nombreuses, 27 % des espèces rencontrées le long de nos cours d'eau sont des ligneuses. Près de 90 % de ces espèces exotiques se reproduisent par graines et 40 % sont capables de se reproduire à la fois de manière végétative et de manière sexuée. Toutefois, 75 % de ces espèces exotiques sont représentées au sein des communautés par quelques individus ou au mieux par une micropopulation. Seules 60 espèces sont présentes dans plus de 10 % des sites. Parmi ces dernières, les plus fréquentes sont *Conyza canadensis* (L.) Cronq. (présente dans 85 % des sites), *Robinia pseudacacia* L. (69 %), *Veronica persica* Poir. in Lam. (67 %), *Amaranthus retroflexus* L. (64 %), *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (62 %), *Impatiens glandulifera* Royle (53 %) et *Budleja davidii* Franchet (50 %).

Tableau II
Distribution des espèces exotiques selon leur période d'introduction en Europe occidentale et selon leur aire d'origine.

Table II
Distribution of exotic plant species according to their period of introduction in Western Europe and according to their origin area.

Période d'introduction	% d'espèces exotiques	Aire d'origine	% d'espèces exotiques
Avant 1500	18,8	Asie	21,4
Après 1500	73,2	Amérique du Nord	21,2
XVIème siècle	9,5	Amérique Centrale	8,1
XVIIème siècle	11,1	Amérique du Sud	11,8
XVIIIème siècle	18,0	Région méditerranéenne	12,1
XIXème siècle	27,6	(non française)	
XXème siècle	6,9		
		Autres	25,4
Indéterminée	8,1		

Tous les habitats existant au sein du corridor sont concernés par la présence d'espèces exotiques, même les zones matures comme les ripisylves. Le lit mineur est l'habitat le moins colonisé en terme de nombre d'espèces (1 % seulement), alors que 39 % des espèces exotiques recensées colonisent de manière préférentielle les grèves. Parmi ces exotiques, 84 % colonisent plus d'un habitat et du point de vue du degré d'hygrophilie, 60 % préfèrent des conditions mésiques.

L'étude comparative menée sur l'Adour concernant la richesse en autochtones et en exotiques a montré que le corridor végétal est colonisé par des espèces exotiques dès son cours montagnard (Fig. 2A). Seuls les sites les plus élevés (alt. > 1700 m) sont préservés. Le pourcentage en exotiques augmente jusqu'au piémont (Fig. 2B), se stabilise jusqu'au début du cours inférieur puis augmente sensiblement vers l'aval pour atteindre son maximum au niveau de l'embouchure (PLANTY-TABACCHI *et al.*, 1996).

DISCUSSION

Introduction et origine

Le fort pourcentage d'espèces introduites après 1500 résulte du développement des grands voyages d'exploration et de la création de nombreux jardins botaniques dans les grandes villes européennes, qui ont privilégié l'acclimatation d'espèces rares ou inconnues. Toutefois, la période-clé pour les introductions (volontaires et accidentelles) se situe à la fin du XVIIIème et durant le XIXème siècles. Durant cette période, l'arrivée de nouvelles espèces végétales en France a été favorisée par les campagnes napoléoniennes (notamment introductions de messicoles au travers des céréales et du fourrage transportés par les troupes), par le développement des activités agro-industrielles et celui des échanges commerciaux internationaux grâce aux trafics maritime et ferroviaire. Au cours du XIXème siècle, les introductions volontaires d'espèces ont été surtout induites par le développement de l'intérêt scientifique et le goût prononcé des gens pour tout ce qui est exotique, ainsi que par l'extension du nombre de jardins d'agrément. Au niveau européen, il est reconnu que les guerres du début du XXème siècle ont contribué à l'introduction de nouvelles espèces, notamment de poacées. La provenance des espèces rencontrées reflète également l'histoire des échanges internationaux. Dans le Sud-Ouest, les activités portuaires de Bayonne et Bordeaux sur l'Océan Atlantique sont à l'origine de l'introduction de nombreuses espèces (LAMIC, 1882-1886 ; JOVET, 1971, 1983). Dans cette région, l'engouement pour le thermalisme et les conditions climatiques ont favorisé l'implantation de nombreux parcs et jardins. Ceci explique sans doute le grand nombre d'espèces échappées des jardins rencontrées lors de cette étude et l'importance des villes comme points privilégiés d'introductions (jardins privés, parcs, décharges...). Ainsi, la période d'introduction, l'origine des espèces et leur utilisation initiale reflètent-elles globalement l'histoire des activités humaines. L'apparition d'espèces étrangères dans une région est donc non seulement liée à l'histoire d'un pays mais également à celle des activités économiques de la région considérée (THELLUNG, 1911-1912 ; FRENKEL, 1977 ; DI CASTRI, 1989 ; DE VILMORIN, 1991 ; PLANTY-TABACCHI, 1993). Ceci ne doit toutefois pas masquer le fait que la plupart des espèces ne s'implantent souvent dans les milieux naturels que longtemps après leur introduction dans un pays. D'ailleurs, il est souvent difficile de dater leur installation dans ces milieux.

Diversité et plasticité

Le principal fait marquant de cette étude est la grande diversité d'espèces rencontrées le long des rivières du Sud-Ouest : diversité sur le plan taxonomique, mais aussi sur les plans morphologique, biologique et fonctionnel. Ces espèces, dans leur grande majorité, ne semblent pas spécialisées vis-à-vis des zones riveraines, notamment en ce qui concerne leur degré d'hygrophilie. Le fait que la majorité de ces espèces soient des espèces ornementales pourrait suggérer que ce phénomène n'est que transitoire. Toutefois, la proportion d'espèces se reproduisant par graines (avec ou sans multiplication végétative) trouvées tempère cette

Figure 2

Richesse en espèces végétales sur 32 sites de l'Adour.

- (A) : carte de répartition du nombre total d'espèces (autochtones et exotiques) ; chaque point figuré sur la carte correspond à un site d'étude, la taille du point est proportionnelle au nombre d'espèces recensées.

- (B) : évolution longitudinale du pourcentage en espèces végétales exotiques présentes dans le corridor riverain. La courbe de tendance a été obtenue par la méthode de régression locale D.W.L.S. (MCLAIN, 1974). Dans le schéma représentant la rivière et son corridor, le lit mineur est figuré en noir et la végétation en gris.

Figure 2

Plant species richness along the Adour River (32 studied sites).

- (A) : Distribution map of total species number (autochthonous and exotic) ; each dot on the map represents a studied site, the size of the dot corresponds to the number of species which are present in the site.

- (B) : Longitudinal distribution in the riparian corridor of the proportion of exotic plant species. The curve is fitted through D.W.L.S. local regression (MCLAIN, 1974). In the schema of the stream and its corridor, the channel is represented in black and the vegetation in grey.

constatation, de même que l'importance du nombre d'espèces vivaces et pérennes. En effet, ces espèces polycarpiques ont potentiellement plus de chances au cours de leur vie de trouver des conditions favorables à une implantation durable *in situ* dans les zones riveraines. De plus, la grande majorité de ces exotiques colonisent plusieurs types d'habitats au sein du système riverain, même si elles ont un habitat de prédilection. Cette capacité leur permet de se maintenir dans le corridor riverain si les conditions régnant dans leur habitat préférentiel se dégradent et ainsi de pouvoir ultérieurement se réimplanter dans cet habitat. La relative neutralité de la majorité de ces exotiques par rapport au degré d'hygrométrie ambiante favorise aussi leur capacité à se maintenir dans les zones riveraines d'une année sur l'autre. Le fait que plus de 80 % d'entre elles soient capables de résister à plus de 40 jours de gel par an constitue un atout supplémentaire.

Richesse spécifique et perturbations

Le grand nombre d'espèces exotiques trouvées le long de nos rivières peut surprendre de prime abord. Il résulte probablement de la relative clémence du climat régnant dans le Sud-Ouest. Mais cela ne suffit pas pour expliquer une telle sensibilité du système et les différences observées d'une rivière à l'autre et entre sites sur une même rivière.

Les grandes rivières que sont la Garonne, l'Adour et le Gave de Pau abritent beaucoup plus d'exotiques que les rivières plus petites. Du fait de leur longueur, ces rivières traversent des paysages et des zones climatiques variées et sont donc susceptibles de drainer davantage d'espèces. Toutefois, la richesse en espèces exotiques ne dépend pas seulement de la taille du cours d'eau : une rivière comme l'Adour, qui est deux fois moins longue que la Garonne, est pourtant presque deux fois plus riche, même si l'on considère la richesse moyenne en espèces (Adour : $41,5 \pm 5,9$ espèces par site, Garonne : $27,4 \pm 3,8$). A ce critère de taille s'ajoute, notamment, celui de la dynamique hydrologique. Ainsi, une petite rivière très dynamique comme la Nive est-elle bien plus riche en espèces qu'une rivière de plaine plus calme comme la Midouze (richesse totale cf. Tab. I ; richesse moyenne : $18,4 \pm 8,2$ espèces par site contre $11,3 \pm 3,1$). De même, le degré de développement du corridor végétal riverain intervient dans le recrutement potentiel d'espèces exotiques. Un corridor trop anthropisé comme celui de l'Arros, qui n'existe qu'à l'état de relique sur une grande partie de son cours (à cause d'une très forte emprise agricole), ne favorise pas l'implantation de nombreuses espèces exotiques (53 espèces au total, $8,8 \pm 2,3$ en moyenne par site) ou même autochtones. De même, un corridor trop fermé comme celui du Luy, qui présente des strates arborée et arbustive bien développées dans l'ensemble, n'est pas colonisé par un grand nombre d'espèces exotiques (71 espèces et seulement une richesse moyenne par site de $11 \pm 1,9$ espèces).

L'Adour s'individualise non seulement par sa richesse en exotiques mais également par le nombre d'espèces qui lui sont propres. En effet, un tiers des espèces exotiques recensées n'ont été trouvées qu'au bord de cette rivière. Le corridor riverain de l'Adour compte parmi les corridors les plus riches au niveau floristique d'Europe occidentale puisqu'il abrite, au total, 1396 espèces, dont près de 25 % sont des exotiques. Jusqu'à présent, cette rivière présente une dynamique hydrologique quasiment naturelle ainsi qu'un corridor bien conservé dans l'ensemble et suffisamment perméable à l'intrusion de nouvelles espèces. Il en résulte une capacité d'accueil importante au sein du corridor riverain, par multiplication des habitats colonisables. Et ainsi, de nombreuses espèces exotiques et autochtones peuvent coexister dans le corridor riverain, qu'elles soient riveraines *stricto sensu* ou non (TABACCHI *et al.*, 1996). De plus, le degré d'anthropisation sur cette rivière favorise de manière générale l'installation des espèces exotiques surtout vers l'aval. Par contre, sur la Garonne et sur l'Arros, lorsque ce degré d'anthropisation est trop élevé, il agit comme un facteur limitant. En effet, sur ces deux rivières, l'emprise humaine (agricole et/ou urbaine) est telle que l'étendue du corridor riverain est très faible sur une grande partie de leur cours (quand il existe encore) et le nombre d'habitats colonisables au sein du corridor restreint.

La plupart des espèces exotiques recensées dans nos sites ne sont représentées que par des micropopulations, mais se révèlent relativement fréquentes à l'échelle régionale.

D'autres peuvent être abondantes localement et rares à l'échelle régionale. Ces deux types d'espèces pourraient donc être considérées comme des espèces dont le passage dans le corridor riverain n'est qu'éphémère. Toutefois, les populations de certaines de ces espèces peuvent se maintenir en l'état plusieurs décennies. Il ne faut donc pas conclure hâtivement quant à leur devenir au sein de l'écosystème. En effet, compte tenu de la diversité de ces exotiques, il n'est pas possible de déterminer *a priori* parmi elles les envahisseurs potentiels (NEWSOME et NOBLE, 1986 ; NOBLE et SLATYER, 1980 ; NOBLE, 1989). De même qu'il est difficile de prédire le ou les facteurs susceptible(s) de déclencher l'expansion d'une espèce en particulier, expansion qui peut n'avoir lieu que bien longtemps après l'introduction proprement dite.

Le lien entre invasions et facteurs de perturbation a été longtemps discuté (REJMANEK *et al.*, 1987), mais il est actuellement admis que l'existence d'au moins un facteur de perturbation favorise le processus d'invasion (ORIAN, 1986 ; CRAWLEY, 1987 ; DI CASTRI, 1989 ; HOBBS, 1989 ; REJMANEK, 1989 ; TABACCHI, 1992 ; PLANTY-TABACCHI, 1993 ; DÉCAMPS *et al.*, 1995 ; TABACCHI *et al.*, 1996). Ainsi, en milieu riverain, les facteurs tels que les crues, les inondations, les étiages, les coupes à blanc etc. favorisent entre autres l'installation et le développement de nouvelles espèces, et notamment des exotiques par ré-initialisation des phénomènes de colonisation.

L'évolution du pourcentage en exotiques le long de l'Adour montre que la sensibilité du corridor riverain aux invasions n'est pas la même d'amont en aval. Les différences observées sont liées aux différents secteurs fonctionnels du fleuve (PLANTY-TABACCHI, 1993 ; PLANTY-TABACCHI *et al.*, 1996 ; TABACCHI *et al.*, 1996) et reflètent l'évolution de la combinaison des gradients de perturbations naturels et anthropiques. La présence d'un fort pourcentage en espèces exotiques ne signifie pas forcément un faible nombre d'espèces autochtones (*ibid.* ; TABACCHI, 1995). D'une manière générale, nous n'avons pas constaté, à ce jour, un effet négatif des exotiques sur la biodiversité du corridor. Au contraire, nous avons pu voir qu'au niveau du cours inférieur et de l'embouchure de l'Adour, l'augmentation de la richesse spécifique totale était due à l'implantation d'espèces exotiques dans des zones où la plupart des espèces autochtones n'étaient que peu, ou plus du tout, capables de s'implanter. Leur présence en grand nombre signale le plus souvent un dysfonctionnement local du système riverain dû à des changements des conditions environnementales, souvent imputables aux actions de l'homme sur le fleuve (modification de l'occupation du sol, régulation des débits,...).

CONCLUSIONS

Jusqu'à présent, le bilan de la présence d'espèces exotiques le long des cours d'eau du Sud-Ouest serait plutôt si ce n'est positif du moins rassurant. Tout d'abord, elles participent localement à l'augmentation de la diversité spécifique des corridors riverains. Ensuite, même si ces espèces sont nombreuses, très peu parmi elles ont une emprise importante dans le milieu et aucune pour l'instant ne semble mettre en danger le fonctionnement général du système riverain. Dans beaucoup de sites, elles colonisent des zones devenues impropres à la survie de la plupart des espèces en place (zones enrochées des berges par exemple). Ces constatations marquent une grande différence avec d'autres écosystèmes, comme les étangs landais ou certains canaux artificiels, où les invasions végétales s'avèrent problématiques.

Il convient toutefois de rester vigilant, dans la mesure où les corridors riverains constituent des voies de propagations privilégiées d'espèces du fait de leur linéarité, de leur organisation en réseau et de leurs interconnexions avec le bassin versant et les voies de communication terrestres. Mais il est difficile de prédire la prédisposition des espèces exotiques recensées à devenir réellement envahissantes, ainsi que leur dynamique d'installation.

Toutefois, les mesures d'éradication de certaines espèces (comme celles des renouées de Sakhaline et du Japon) sont peut-être envisagées trop hâtivement et ne tiennent pas compte de la cause de leur implantation dans le milieu. Seule la conséquence, en l'occurrence l'invasion, est considérée. Or, dans un écosystème, ce processus d'invasion ne peut-il pas être considéré également comme un signal d'alarme et pas seulement comme un fléau ? En effet, l'explosion démographique soudaine d'une espèce peut mettre en évidence un dysfonctionnement local (ou régional) du système, que ce dysfonctionnement soit momentané ou non, d'origine naturelle ou artificielle. C'est là, en fait, que réside le problème fondamental.

De plus, les conséquences de l'éradication d'une espèce ne risquent-elles pas d'être plus néfastes pour l'écosystème que la présence de cette espèce ? Par exemple, l'éradication complète d'une espèce ne permettra-t-elle pas l'invasion par une ou plusieurs espèces plus agressives pour l'écosystème et les communautés en place ? L'élimination d'une espèce et les moyens utilisés pour atteindre ce but n'entraîneront-ils pas également la disparition dans le milieu d'autres espèces végétales et animales ? Ou encore l'éradication de certaines espèces (d'arbres notamment) ne risque-t-elle pas d'induire en bord de rivière des phénomènes importants d'érosion ? Ces interrogations nous conduisent à penser que la gestion de tels écosystèmes instables, que sont les milieux riverains, est loin d'être évidente.

En conclusion, il semblerait que nos connaissances actuelles sur le processus d'invasion en milieu riverain soient encore très incomplètes. De ce fait, la prévision des risques environnementaux et économiques liés à ces phénomènes demeure très approximative, voire inexistante. Il importe en particulier de comprendre que le processus résulte de la conjonction des propriétés de l'envahisseur potentiel (la plante) et de celles du récepteur (l'écosystème envahi). Le problème, lorsqu'il existe, ne réside donc pas seulement dans la plante. Les mesures de gestion, actuellement axées sur un contrôle de l'invasion à un niveau jugé *a priori* "raisonnable", reposent rarement sur une analyse fine des processus liés au fonctionnement du système envahi, et encore moins sur une approche prédictive du phénomène (vitesse de propagation, limites d'expansion, conséquences sur les cycles biogéochimiques et sur la biodiversité). D'autre part, les actions curatives à court terme (traitement local par herbicides, par exemple) n'intègrent que très rarement l'étude de leurs propres conséquences à long terme sur l'écosystème. L'amélioration de nos connaissances sur ces aspects devrait fournir une approche nouvelle de la gestion des invasions en milieu riverain et peut-être, qui sait, qu'une invasion n'est pas nécessairement un processus négatif du point de vue du fonctionnement de l'écosystème.

REMERCIEMENTS

Je remercie Monsieur G. DURRIEU et Madame M. SAINT-MARTIN, pour m'avoir permis d'accéder aux "trésors" de la bibliothèque du Laboratoire Botanique et Forestier de Toulouse, ce qui m'a facilité grandement la tâche lors de la collecte des données bibliographiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ARTHINGTON A.H., MITCHELL D.S., 1989. Aquatic invading species in GROVES R.H., BURDON J.J., Ecology of Biological Invasions, An Australian Perspective, 34-53, Australian Academy of Science, Canberra.
- BOUVIER R., 1946. Les migrations végétales. Flammarion, 303 p.
- CHRISTENSEN E.M., 1962. The rate of naturalization of tamarisk in Utah. *Am. Midl. Nat.*, 68, 51-57.
- CHRISTENSEN E.M., 1963. Naturalization of Russian-olive (*Eleagnus angustifolia*) in Utah. *Am. Midl. Nat.*, 70, 133-137.
- CLEMENTS F.E., 1927. Plant succession and indicators. New York, 453 p.

- CRAWLEY M.J., 1987. What makes a community invasible ? *In* GRAY A.J., CRAWLEY M.J. (Eds), Colonisation, Succession and Stability, 429-451, Blackwell Scientific Publications.
- CRONK Q.C.B., FULLER J.L., 1995. Plant Invaders. Chapman and Hall, London, 241 p.
- DE CANDOLLE A., 1855. Géographie Botanique Raisonnée. Imprimerie Martinet, Paris, 2 vol.
- DE CANDOLLE A., 1883. Origine des Plantes Cultivées. Germer-Baillères, Paris, 310 p.
- DE VILMORIN J.B., 1991. Le Jardin des Hommes. Ed. Le Prés aux Clercs, Paris, 421 p.
- DE WAAL L.C., CHILD L.E., WADE P.M., BROCK J.H., 1994. Ecology management of riverside plants. Wiley and Sons Ltd, Chichester, England, 217 p.
- DÉCAMPS H., 1984. Towards a landscape ecology of river valleys *in* COOLEY J.H., GOLLEY F.E. (Eds), Trends in ecological research for the 1980's, 164-178, Plenum Publ. Co.
- DÉCAMPS H., PLANTY-TABACCHI A.M., TABACCHI E., 1995. Flow regulation and invasions by plant species along riparian margins. *Regul. Rivers*, 11, 23-33.
- DI CASTRI F., 1989. History of Biological Invasions with special Emphasis on the Old World *in* DRAKE J.A. *et al.* (Eds), Biological Invasions : a global perspective, 1-29, Scope 37, Wiley and Sons.
- DRAKE J.A., MOONEY H.A., DI CASTRI F., GROVES R.H., KRUGER F.J., REJMANEK M., WILLIAMSON M. (Eds), 1989. Biological Invasions : a global perspective, Scope 37, Wiley and Sons, 525 p.
- DURANDE A., 1782. Flore de Bourgogne. L.N. Frantin Imprimeur du Roi, 2 vol.
- ELTON C.S., 1958. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. Methuen, 181 p.
- FORMAN R.T.T., GODRON M., 1986. Landscape Ecology. Wiley and Sons, 620 p.
- FOURNIER P., 1951-1952. Flore Illustrée des Parcs et Jardins. Ed. Lechevalier, Paris, 3 vol.
- FOURNIER P., 1977. Les Quatre Flores de la France. 2ème éd., Ed. Lechevalier, Paris, 2 vol.
- FRENKEL R.E., 1977. Ruderal vegetation along some California roadsides. *Reprint Series Edition, University of California Press*, 20, 163 p.
- GROVES R.H., DI CASTRI F. (Eds), 1991. Biogeography of Mediterranean Invasions. Cambridge University Press, Cambridge, 485 p.
- GUINOCHET M., DE VILMORIN R., 1973-1984. Flore de France, C.N.R.S., 5 volumes, Doin, Paris, Gibault R., 1912.
- HARRIS D.R., 1966. Recent plant invasions in the arid and semi-arid Southwest of the United States. *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, 56, 408-422.
- HOBBS R.J., 1989. The Nature and Effects of Disturbance relative to Invasions *in* DRAKE J.A. *et al.* (Eds), Biological Invasions : a global perspective, 389-406, Scope 37, Wiley and Sons.
- JARVIS P.J., 1981. Aspects of the biogeography and the ecology of introduced species *in* PINDER N., Conservation and Introduced Species, Univ. Coll. London Disc. Pap., 30, 1-23.
- JOVET P., 1967. De quelques adventices du Sud-Ouest de la France. *Rev. Gén. Sci. Pures et Appliquées*, 74, 343-448.
- JOVET P., 1971. Plantes adventices et naturalisées dans le Sud-Ouest de la France. Actes VIème Symp. Flora Europea 1970, *Boissiera*, 19, 305-318.
- JOVET P., 1983. A propos d'une étude de Marcel Debray sur les *Bidens* naturalisés en France. *C. R. Soc. Biogéogr.*, 59 (1), 71-75.

- LAMIC J., 1882-1886. Recherches sur les plantes naturalisées dans le Sud-Ouest de la France. *Ann. Soc. Nat. de Bordeaux et du Sud-Ouest, Mém. n° 1*, 122 p.
- LIZET B., JOVET P., 1984. Réflexions sur la notion de climax anthropiques à travers deux exemples : les fourrés à *Buddleia* de Paris, et les bois exotiques surimposés à la lande atlantique des falaises de Biarritz. *C. R. Biogéogr.*, 60 (1), 5-18.
- MALANSON G.P., 1993. Riparian Landscapes. Cambridge study in Ecology, Cambridge University Press, 296 p.
- MCLAIN D.H., 1974. Drawing contours from arbitrary data points. *The Computer Journal*, 17, 318-324.
- MOONEY H.A., DRAKE J.A., 1986. Ecology of Biological invasions of North America and Hawaii. Ecological Study 58, Springer Verlag, 351 p.
- NEWSOME A.E., NOBLE I.R., 1986. Ecological and physiological characters of invading species in GROVES R.H., BURDON J.J., Ecology of Biological Invasions, An Australian Perspective, 1-20, Australian Academy of Science, Camberra.
- NOBLE I.R., 1989. Attributes of invaders and the invading process : terrestrial and vascular plants in DRAKE J.A. et al. (Eds), Biological Invasions : a global perspective, 301-313, Scope 37, Wiley and Sons.
- NOBLE I.R., SLATYER R.O., 1980. The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances. *Vegetatio*, 43, 5-22.
- ORIAN G.H., 1986. Site Characteristics favouring Invasions in MOONEY H.A., DRAKE J.A. (Eds), Ecology of Biological Invasions in North America and Hawaii, 133-145, Springer Verlag.
- PLANTY A.M., 1988. Plantes étrangères et invasions du réseau hydrographique de l'Adour : étude préliminaire. Mémoire de DEA, Toulouse III, non publié, 191 p.
- PLANTY A.M., TABACCHI E., 1987. Recherches sur l'Adour et sa végétation riveraine. Mémoire de DES/DEA, Toulouse III, 2 tomes, 335 p.
- PLANTY-TABACCHI A.M., 1993. Invasions des corridors fluviaux par des espèces végétales d'origine étrangère. Thèse de Doctorat de l'Université P. Sabatier Toulouse III, 177 p. + bibliographie + annexes.
- PLANTY-TABACCHI A.M., TABACCHI E., NAIMAN R.J., DEFERRARI C., DÉCAMPS H., 1996. Invasibility of species-rich communities in riparian zones. *Conservation Biology*, 2 (sous presse).
- REJMANEK M., 1989. Invasibility of Plant Communities in DRAKE J.A. et al. (Eds), Biological Invasions : a global perspective, 369-388, Scope 37, Wiley and Sons.
- REJMANEK M., SASSER C.E., GOSSELINK J.G., 1987. Modelling of vegetation dynamics in the Mississippi river deltaic plain. *Vegetatio*, 69, 133-140.
- TABACCHI E., 1992. Variabilité des peuplements riverains de l'Adour. Influence de la dynamique fluviale à différentes échelles d'espace et de temps. Thèse de Doctorat, U.P.S. Toulouse III, France, 227 p.
- TABACCHI E., 1995. Structural variability and invasions of pioneer plants community in riparian habitats of the middle Adour River. *Can. J. Bot.*, 73, 33-44.
- TABACCHI E., PLANTY-TABACCHI A.M., 1990. Evolution longitudinale de la végétation du corridor de l'Adour. *Botànica pirenaico-cantàbrica Monografias*, 5, 455-468.
- TABACCHI E., PLANTY-TABACCHI A.M., DÉCAMPS O., 1990. Continuity and Discontinuity of the riparian vegetation along a fluvial corridor. *Landscape Ecology*, 5, 9-20.

- TABACCHI E., PLANTY-TABACCHI A.M., SALINAS M.J., DÉCAMPS H., 1996. Landscape structures and diversity in riparian plant communities : a longitudinal comparative study. *Regul. River*, 12, 367-390.
- THELLUNG A., 1911-1912. La flore adventice de Montpellier. Mém. Soc. Nat. Sci. Nat. Math., Cherbourg, 38, 57-728.
- TOUCHY Dr., 1857. Sur quelques plantes étrangères à Montpellier trouvées aux abords de cette ville. *Bull. Soc. Bot. France*, 4, 626-627.