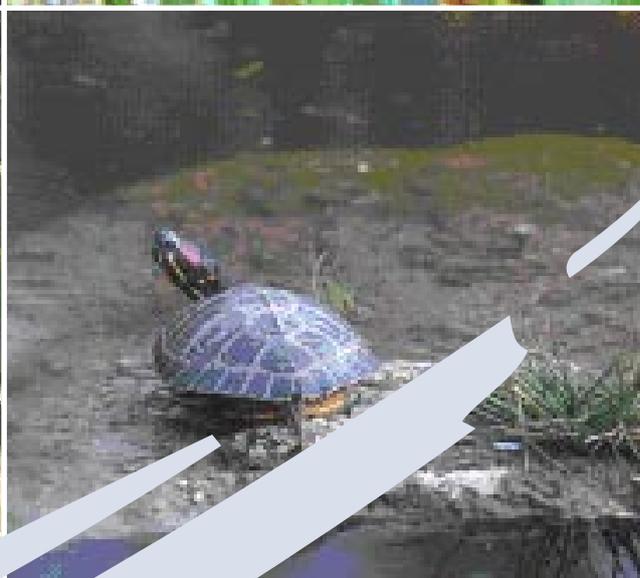


LES ESPÈCES ANIMALES ET VÉGÉTALES SUSCEPTIBLES DE PROLIFÉRER DANS LES MILIEUX AQUATIQUES ET SUBAQUATIQUES

Bilan à l'échelle du Bassin Artois-Picardie



LES ESPECES ANIMALES ET VEGETALES SUSCEPTIBLES DE PROLIFERER DANS LES MILIEUX AQUATIQUES ET SUBAQUATIQUES.

BILAN A L'ECHELLE DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE.

Commande n° 02009

octobre 2002

Etude réalisée par : Cécile Nepveu et Tiphaine Saint-Maxent, étudiantes DESS Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Université des Sciences et des Technologies de Lille, laboratoire Génétique et Evolution des Populations Végétales.

Référence bibliographique : Nepveu C., Saint-Maxent T., 2002. Les espèces animales et végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques. Bilan à l'échelle du bassin Artois-Picardie. Rapport de DESS - Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, 165 p.

Crédit photographique de la 1^{ère} de couverture :

Trachemys scripta, auteur : José Godin

Fallopia japonica, auteur : José Godin

Rana ridibunda, auteur : José Godin

Ludwigia peploides, auteur : Tiphaine Saint-Maxent

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre plus grande gratitude à toutes les personnes qui nous ont guidées dans la réflexion et la construction de ce travail ainsi que toutes celles qui nous ont aidées dans la recherche de documents :

nos deux maîtres de stages : Monsieur **Jean Prygiel**, Ingénieur et chef de mission à l'Agence de l'eau Artois-Picardie et Monsieur **José Godin**, maître de conférences à l'Université des Sciences et Technologies de Lille pour nous avoir confié cette étude, leur disponibilité et leur précieux conseils ;

Messieurs **Daniel Petit**, professeur à l'Université des Sciences et Technologies de Lille, et de nouveau **José Godin**, responsables du DESS « Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables », pour toutes les connaissances qu'ils nous ont transmises et leur sympathie ;

Monsieur **Joël Cüguen** pour nous avoir accueillies au sein de son laboratoire de Génétique et d'Evolution des Populations Végétales ;

Madame **Laurence Cousin**, secrétaire du DESS « Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables » pour s'être occupé de nos commandes de livres, de revues, ...

Monsieur **Christophe Lesniak**, assistant ingénieur à l'Agence de l'eau Artois-Picardie, pour son aide à l'élaboration des fiches d'espèces ;

Monsieur **Benoît Toussaint**, chef de la cellule « inventaire » du Centre Régional de Phytosociologie / Conservatoire Botanique National de Bailleul, Monsieur **Stéphane Jourdan** chargé d'études à la Fédération de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques du Nord ainsi que Messieurs **Julien Péon** et **Mickaël Beldame**, techniciens des milieux aquatiques-animateurs de gestion piscicole, pour leur disponibilité et les informations qu'ils nous ont fournies ;

Les documentalistes : Mademoiselle **Françoise Bunch** du Conseil supérieur de la Pêche, Madame **Sandrine Barat** du Centre Régional de Phytosociologie/ Conservatoire Botanique National de Bailleul et Madame **Martine Rymek** de l'Agence de l'eau Artois-Picardie, pour leur participation dans la recherche de documents ;

Monsieur **Yves Picquot** et Monsieur **Jean**, pour leur aide apportée dans la détermination d'une plante aquatique : le lagarosiphon (*Lagarosiphon major*) ;

Ainsi que l'ensemble des personnes contactées : Monsieur **Alain Dutartre**, Monsieur **Mathieu Detaint**, Monsieur **David Dhennin**, Monsieur **Michel Thellier**, Monsieur **Pelelosof**, Madame **Sandrine Conrate** et Madame **Dominique Gindre**.

Enfin nous remercions les personnes qui nous ont supportées durant 6 mois pour leur disponibilité, leur aide en informatique mais aussi et surtout leur sympathie, merci donc à Adeline, Anne, Francis (merci beaucoup pour les scans !), Stéphane, Max, Virgil ... mais aussi tous les étudiants de la promotion 2001/2002.

PRESENTATION DES STRUCTURES D'ACCUEIL

Nous avons effectué notre stage au sein du laboratoire de Génétique et d'Evolution des Populations Végétales à l'Université des Sciences et Technologies de Lille pour des raisons pratiques. Il a donc été notre lieu d'accueil physique puisque nous ne participions pas aux activités du laboratoire mais répondions à une commande de l'Agence de l'eau Artois-Picardie.

L'AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE

L'agence de l'Eau Artois-Picardie est un établissement public créé en 1967.

Placée sous la double tutelle du ministère chargé de l'Environnement et de celui chargé de l'Economie et des Finances, l'agence a pour rôle le financement des ouvrages de lutte contre la pollution et l'amélioration de la ressource en eau grâce à des redevances perçues auprès des collectivités, des industriels et des agriculteurs.

Sa zone de compétence couvre le Nord, le Pas-de-Calais, la Somme et le nord de l'Aisne.

Plus de 180 personnes y travaillent pour la qualité de notre vie.

La première pierre du bâtiment actuel de l'Agence a été posée le 15 septembre 1995 en présence de Corinne Lepage, Ministre de l'Environnement ; le personnel est entré dans les nouveaux locaux en avril 1997.

Rôles et Missions

- Protéger l'eau pour les générations futures, sa mission s'inscrit dans une perspective de gestion de la ressource en eau.
- Connaître les milieux pour adapter sa politique de l'eau et mieux définir ses priorités d'action.
- Inciter financièrement ; c'est le levier d'action pour lutter contre la pollution, pour préserver les milieux aquatiques et permettre un usage efficace de l'eau.
- Percevoir des redevances : ses recettes proviennent de redevances calculées en fonction des quantités d'eau utilisées et des pollutions générées. Chacun est concerné car tous les usages de l'eau la polluent. C'est le principe « pollueur-payeur ».

L'agence de l'eau trouve ses ressources financières grâce à des redevances qu'elle perçoit auprès des collectivités locales, des industriels et des agriculteurs soit pour l'eau prélevée soit pour les eaux usées rejetées.

L'organisation

Le personnel de l'agence de l'eau est constitué pour une grande partie d'agents contractuels et de quelques fonctionnaires détachés.

Le Secrétariat Général

La secrétaire générale assiste le directeur pour les fonctions suivantes :

- l'institutionnel, elle assure l'organisation des assemblées et fait appliquer les décisions prises,
- le juridique,
- la gestion du personnel,
- l'image de l'agence et la circulation de l'information.

La Direction administrative et financière

Elle assure la gestion et la régulation de l'incitation financière et logistique. Elle gère les flux en recettes et en dépenses.

La Direction « ressources et milieux »

Elle a en charge la stratégie d'alimentation en eau, la protection des ressources, la collecte et le traitement des données.

La Direction « lutte contre la pollution »

Elle est chargée des études et des interventions de lutte contre la pollution des collectivités locales, de l'industrie et de l'agriculture.

L'organisation des compétences au niveau du bassin Artois-Picardie se fait autour du Comité de Bassin. Pour protéger les ressources en eau, assurer la dépollution et l'équilibre des milieux aquatiques, l'agence de l'eau met en œuvre, en cohérence avec la politique nationale définie par le Ministère chargé de l'Environnement, la politique arrêtée par son Comité de Bassin.

Le Conseil d'Administration

Le Conseil d'Administration, organe délibérant, applique le programme d'interventions. Celui-ci, fixé pour cinq ans, confère à l'agence un caractère d'échéancier au terme duquel des objectifs précis devront être réalisés : en fait ce programme correspond à l'état des dépenses qu'elle compte engager pour réaliser les objectifs qui lui paraissent prioritaires.

Le conseil d'Administration décide également de l'affectation de l'ensemble des ressources financières et oriente la politique générale de l'agence.

Le Directeur de l'agence de l'eau (actuellement Mr Alain Strebelle pour celle d'Artois-Picardie) est nommé par arrêté du Premier Ministre. Ses compétences sont définies par Décret. Il est chargé de la direction générale de l'Agence du fonctionnement de l'ensemble des services.

LE LABORATOIRE DE GENETIQUE ET D'EVOLUTION DES POPULATIONS VEGETALES

Notre structure d'accueil a été le laboratoire de Génétique et d'Evolution des Populations Végétales de l'Université des Sciences et Technologies de Lille placé sous la tutelle du Ministère de l'Education Nationale, du ministère de la Recherche et du Centre National de Recherche Scientifique. L'objectif de ce laboratoire est d'étudier les processus qui interviennent dans l'organisation et la dynamique de la diversité génétique au sein d'une espèce végétale. Les recherches s'orientent autour de deux axes :

- l'analyse de la structure génétique spatio-temporelle des populations naturelles afin de connaître les processus responsables de l'organisation de la diversité génétique ;
- l'évolution des facteurs du succès reproducteur afin de mieux comprendre les mécanismes responsables des changements génétiques.

Il comprend également une équipe travaillant sur le sujet « diversité génétique en milieux fragmentés et anthropisés » sous la tutelle de Monsieur VERNET, avec Monsieur Godin responsable de la section « écologie et aménagement ». C'est dans ce cadre que nous avons réalisé notre stage.

Ce laboratoire est dirigé par Joël CUGUEN et compte 28 personnes sans les stagiaires de courte durée : 10 enseignants chercheurs, 1 chercheur CNRS, 1 ingénieur, 3 personnes techniques de laboratoire, 3 personnes techniques de serre, 3 employés en CDD, 3 chercheurs post-doctorant, 1 doctorant, 2 étudiants en DEA. Le personnel se scinde en deux équipes de recherche et en un service administratif et technique. Les laboratoires utilisent une surface de 595 m² et le service commun des serres exploite une surface de 410 m². Les techniques mises en œuvre dans le laboratoire sont celles, essentiellement, de la biologie moléculaire et de la culture végétale.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	1
PRESENTATION DES STRUCTURES D'ACCUEIL	3
L'Agence de l'eau Artois-Picardie	3
Le laboratoire de Génétique et d'Evolution des Populations Végétales	5
SOMMAIRE	6
INTRODUCTION	11
I. LES INVASIONS BIOLOGIQUES : UN CONCEPT DIFFICILE A DEFINIR	12
A. Historique.....	13
1. Les introductions délibérées	13
2. Les espèces qui s'échappent	16
3. Les introductions accidentelles	16
B. Définitions	18
1. Notion d'indigénat	18
2. Notion d'introduction.....	19
3. Notion de naturalisation.....	20
C. Biologie des invasions	21
1. Qu'est ce qu'une espèce envahissante ?	21
a) Les « pullulations naturelles ».....	22
b) Les envahisseurs favorisés par l'homme	22
c) Les « pullulations » d'espèces transplantées	26
d) « Prolifération de définitions »	27
(1) Les différentes phases de l'intégration d'une espèce.....	27
(2) Espèce « envahissante ».....	27
(3) Les différentes conception d'invasion biologique et d'espèce invasive.....	27
(4) Nos définitions.....	28
e) Récapitulons	30
2. Quels sont les habitats favorables ?	31
3. Caractéristiques d'une espèce envahissante	32
a) Cas des espèces arrivées spontanément ou introduites:.....	32
b) Cas des espèces indigènes :	33
4. Progression d'une espèce envahissante exotique.....	35
5. Conséquences des invasions biologiques	37
a) Impacts écologiques.....	37
(1) Négatifs	37
(2) Bénéfiques	39
b) Impacts économiques	40

(1) Gêne à la pêche	40
(2) Gêne à l'aquaculture	41
(3) Gêne au tourisme.....	41
(4) Gêne à la navigation.....	42
(5) Gêne à l'industrie	42
(6) Bilan économique.....	42
c) Impacts génétiques et évolutifs	43
d) Impacts sanitaires.....	44
e) La perception des effets des invasions biologiques varie avec les points de vue	44
D. Aspects réglementaires	46
1. Aux niveaux international et communautaire	46
a) La Convention de Berne	46
b) Les autres textes internationaux.....	48
2. Au niveau national	49
a) Quelques notions de droit public français	49
b) Une législation française encore imparfaite	50
(1) Les espèces protégées	50
(2) Les espèces d'oiseaux considérés comme gibier	51
(3) Les animaux aquatiques	51
(4) Les espèces piscicoles.....	51
(5) Cas particuliers	54
(6) Règlements sanitaires	54
(7) Les « obligations » internationales.....	54
c) La loi Barnier.....	55
d) Le statut juridique en droit interne des espèces animales liées aux milieux aquatiques continentaux de France Métropolitaine	57
E. Conclusion.....	58
II. LES ESPECES ANIMALES ET VEGETALES SUSCEPTIBLES DE PROLIFERER DANS LES MILIEUX AQUATIQUES ET SUBAQUATIQUES DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE	62
A. Présentation des tableaux.....	63
1. Etat des lieux	63
a) Statut d'origine (dans le bassin Artois-Picardie)	63
b) Les modes d'introductions (dans le milieu naturel)	64
c) Autres catégories.....	64
2. Caractéristiques des espèces.....	64
a) Indications biologiques.....	64
b) Risques d'envahissement	65
c) Prolifération.....	65
3. Impacts.....	65
a) Quelques exemples d'impacts négatifs.....	66

(1) Sur le milieu naturel et les espèces qui y sont présentes	66
(2) Sur l'homme et ses activités	67
b) Quelques exemples d'impacts positifs	67
(1) Sur le milieu naturel et les espèces qui y sont présentes	67
(2) Sur l'homme et ses activités	68
4. Gestion.....	69
5. Le code de couleurs.....	69
B. Les jeux de fiches descriptives	75
1. Les fiches détaillées	75
a) Biologie.....	75
(1) description.....	75
(2) Comportement	76
(3) Régime alimentaire	76
(4) reproduction et propagation.....	76
b) Origine géographique et modalités d'apparition en France	78
c) Distribution actuelle.....	78
d) Biotopes.....	78
(1) Les animaux.....	78
(2) Les végétaux.....	79
e) Conséquences des proliférations (impacts)	80
(1) Positives	80
(2) Négatives.....	80
f) Régulation naturelle	81
g) Interventions humaines / méthodes de gestion	82
(1) Pour les espèces végétales	84
(2) Pour les espèces animales	86
h) Pour en savoir plus.....	87
2. Les fiches synthétiques	87
III. SITUATION ACTUELLE ET PERSPECTIVES D'AVENIR	89
A. Bilan à l'échelle du bassin Artois-Picardie.....	89
B. La gestion des espèces proliférantes dans le bassin Artois-Picardie.....	90
1. Jusqu'à aujourd'hui.....	90
a) Gestion des espèces végétales	90
b) Gestion des espèces animales	92
2. A l'avenir	93
3. Modèle de procédure selon Alain Dutartre (2001)	93
a) Description.....	93
b) Choix	97
c) Evaluation.....	97
C. Lacunes, enjeux et perspectives	97

1. Hétérogénéité des informations disponibles.....	97
2. Subjectivité des choix	98
a) Choix des espèces	98
(1) Végétales.....	99
(2) Animales	99
(3) Conclusions.....	99
b) Choix des couleurs du tableau	100
3. Perspectives	100
a) Une meilleure connaissance des espèces.....	100
b) Coordination nécessaire des moyens de lutte	101
c) Informer le grand public	102
CONCLUSION.....	103
GLOSSAIRE.....	104
LISTE DES ABREVIATIONS.....	110
BIBLIOGRAPHIE.....	111
PERSONNES CONTACTEES.....	117
LISTE DES TABLES ET DES FIGURES.....	119
Carte	119
Figures.....	119
Photographies.....	119
Tableaux.....	119
ANNEXES	120
ANNEXE I: LES TEXTES REGLEMENTAIRES.....	121
Annexe Ia: article 11 de la Convention de Berne :.....	121
Annexe Ib: articles L411-1,2,3,4,5,6 du code de l'environnement :.....	122
Annexe Ic : articles L424-10 et L424-11 du Code de l'Environnement :.....	124
Annexe Id : articles L431-2, L431-3du Code de l'Environnement (Titre III : Pêche en eau douce et gestion piscicole) :.....	125
Annexe Ie : articles L432-10, 11, 12, du Code de l'Environnement :	126
Annexe If : Décret n° 85-1189 du 8 novembre 1985 fixant la liste des espèces de poissons, de grenouilles et de crustacés susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques :.....	127
Annexe Ig : arrêté du 17 décembre 1985 :.....	129
annexe Ih : interdiction d'importation et de vente de la tortue de Floride sur le territoire européen :	131
Annexe Ii : article L412-1 du Code de l'environnement :	132
Annexe Ij : recommandation du Conseil de l'Europe R.(84)14 issue de la Convention de Berne : ..	133
Annexe Ik : extraits de la Loi Barnier (Loi n°95-101 relative au renforcement de la protection de l'environnement) :	134

Annexe II : arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces gibiers :	135
Annexe In : interdiction de l'utilisation des poisons contre le rat musqué et le ragondin (lettre de la sea-river n°66_6 : http://www.sea-river.com):.....	140
ANNEXES II : LISTES DES ESPECES	141
Annexe IIa : Liste des espèces animales aquatiques et subaquatiques introduites et autochtones susceptibles de proliférer dans le bassin Artois Picardie	141
Annexe IIb : Espèces végétales indigènes ou exotiques susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin Artois-Picardie	143
ANNEXE III : FICHES SYNTHETIQUE ET DETAILLEES DU RAT MUSQUE (<i>ONDATRA ZIBETHICUS</i>) ET DES JUSSIES (<i>LUDWIGIA SP.</i>)	146
Rat musqué (N, Nu, Gi)	147
Jussies.....	157

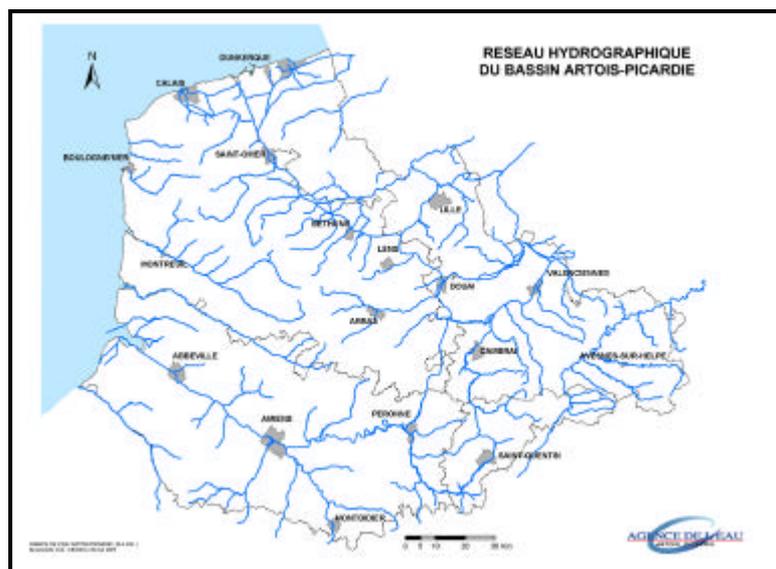
INTRODUCTION

Les introductions d'espèces animales et végétales sont considérées comme la deuxième cause d'appauvrissement de la biodiversité juste après la destruction des habitats. Or la conservation de la biodiversité est devenue une préoccupation majeure tant au niveau international : Convention de Rio, qu'au niveau national : lors du second Comité Interministériel de la Recherche Scientifique et Technologique qui s'est tenu le 1^{er} juin 1999, le gouvernement a décidé que la biodiversité serait l'un des thèmes prioritaires de recherche pour les prochaines années. C'est dans ce contexte qu'un programme de recherche nommé « Invasions biologiques » a été lancé en 2000.

Les réseaux hydrographiques sont propices aux « invasions biologiques » car ils forment des couloirs de dissémination qui facilitent une propagation rapide des espèces nouvelles et parce que les bords des cours d'eau sont généralement des milieux perturbés considérés comme les plus favorables à l'invasion. L'introduction d'espèces exotiques dans les milieux aquatiques et subaquatiques constitue non seulement une atteinte à la biodiversité, mais perturbe également de nombreuses activités humaines. Cela peut se traduire par un préjudice économique et financier considérable.

Les Agences de l'eau sont donc très concernées par ce phénomène. Notre étude a été réalisée dans le cadre d'une commande de l'agence de l'eau Artois-Picardie à l'Université des Sciences et Technologies de Lille sous l'intitulé : « Les espèces animales et végétales invasives dans les milieux aquatiques et subaquatiques. Bilan au niveau du bassin Artois-Picardie ». Comme nous nous sommes rapidement aperçu que les proliférations d'espèces indigènes pouvaient perturber les écosystèmes et les activités humaines au même titre que celles des espèces exotiques, nous les avons intégrées à notre travail dont le sujet est devenu : « Espèces animales et végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques. Bilan à l'échelle du Bassin Artois-Picardie ».

L'aire d'étude comprend tous les plans d'eau et les cours d'eau jusqu'au lit majeur du bassin Artois-Picardie.



Carte n°1 : Carte du bassin Artois-Picardie

I. LES INVASIONS BIOLOGIQUES : UN CONCEPT DIFFICILE A DEFINIR

A l'échelle des temps géologiques, la modification de l'aire de distribution des espèces constitue un phénomène naturel qui joue un rôle important dans l'histoire du peuplement de chaque région. Cependant depuis le Néolithique, période à laquelle l'élevage et l'agriculture se sont développés, l'homme a accéléré et amplifié cette dynamique en introduisant des espèces (Anonyme, 2001).

Au cours des cinq derniers siècles, en raison du développement des explorations et du commerce maritime, l'homme a, volontairement ou non, introduit un nombre d'espèces animales et végétales dans la quasi-totalité des **écosystèmes** du globe. Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, avec l'avènement de la société industrielle, on constate une accélération de ce phénomène due à l'augmentation des activités humaines liées au déplacement des biens et/ou des personnes, aux constructions humaines telles que le canal de Panama en 1914, à l'agriculture et l'aquaculture. Ces introductions se sont encore multipliées dans les années 1960 où l'on note l'énorme intensification du commerce mondial, le montant des échanges internationaux ayant été multiplié par 17 entre 1965 et 1990. L'introduction d'espèces peut causer de graves problèmes écologiques, avoir un impact économique majeur et même se révéler nocive pour la santé publique (Meusnier, 2001).

Les espèces peuvent être introduites volontairement par l'homme, c'est le cas des introductions de plantes cultivées qui pour la plupart ont été des succès par l'aide apportée par l'homme. D'autres espèces sont introduites involontairement par l'homme comme les adventices de culture, la plupart de ces introductions ont été des échecs (les espèces ne parviennent pas à se reproduire dans le nouveau milieu) et la majorité des succès est réputée ne pas poser de problèmes (Pascal & Chapuis, 2000). En effet, certaines des espèces introduites ont présenté une phase de prolifération initiale spectaculaire, suivie d'un déclin de leur abondance. La plupart des espèces introduites ne semblent donc pas avoir eu d'impact sur les espèces ou les communautés indigènes. Cependant il ne s'agit pas d'une règle générale. Les introductions réussies peuvent être à l'origine de pertes économiques importantes et de graves atteintes à la diversité biologique.

C'est pourquoi récemment les gestionnaires d'espaces protégés, confrontés à des « déséquilibres » de flores et de faunes, s'occupent « au quotidien » de communautés animales et végétales dans le but de préserver la biodiversité. Les scientifiques qui se sont investis dans des travaux de biologie de la conservation sont, quant à eux, intéressés par la compréhension des phénomènes relatifs à la réussite ou à l'échec des introductions d'espèces, par les conséquences engendrées par la présence de ces « étrangères » à différentes échelles du vivant (espèce, population, peuplement, communauté, écosystème), et par la mise au point et le suivi d'expériences de restauration écologique fondées sur le contrôle de ces espèces et parfois par leur éradication (Pascal & Chapuis, 2000).

A. HISTORIQUE

Une première voie d'introduction particulièrement importante est l'homme néolithique qui, en remplaçant les cueilleurs-chasseurs du Paléolithique (6 à 4500 ans avant notre ère), a introduit de nouvelles espèces dans son milieu ou les a emportées avec lui (Lemoine, 1999). En effet le bassin méditerranéen a vu la mise en place de la révolution néolithique et donc l'apparition de l'agriculture et de l'élevage. A cette époque l'homme a colonisé les îles méditerranéennes : Chypre vers 10000 avant Jésus Christ, les îles occidentales un peu plus tard vers 5/6000 avant Jésus Christ et a emporté avec lui des espèces domestiques, essentiellement moutons, chèvres et bœufs, mais il a également introduit un certain nombre d'espèces sauvages comme, par exemple, le renard, le hérisson, la fouine, etc..., sans que l'on sache très bien quelles étaient les raisons de ces introductions. Coloniser des îles comme les Baléares, la Corse, la Sardaigne au Néolithique n'était pas chose facile. Les navires étaient de simples embarcations de bois taillé, semblables aux pirogues de Polynésie. Il est difficile d'imaginer une fouine se faufiler dans ce type d'embarcation. D'où la question qui se pose : est-ce qu'il y avait une volonté des hommes préhistoriques d'emporter avec eux la faune à laquelle ils étaient habitués ? Quel intérêt pour un homme préhistorique d'avoir un renard, un hérisson ou une belette ? Les îles méditerranéennes étaient peuplées, avant l'arrivée de l'homme, exclusivement par une faune endémique héritée du Tertiaire. Sur une courte période de quelques milliers d'années tout au plus, la totalité de cette faune a disparu au profit d'une faune exclusivement moderne et introduite.

Les premières grandes civilisations apportèrent également leurs habitudes alimentaires et leurs connaissances médicales. La pharaonne Hatshepsout aurait fait embarquer en 1400 avant Jésus-Christ, 210 hommes sur 5 bateaux pendant 7 mois pour aller chercher en Somalie et acclimater chez elle l'arbre à encens (*Boswellia sacra*). Il est bien connu que grecs et romains se déplacèrent avec leurs plantes médicinales, légumes et arbres fruitiers. Les croisés de retour en Europe rapportèrent dans leurs bagages, un bon nombre de graines bulbes ou plants. Les premiers rosiers domestiques vinrent de Syrie (les Perses furent les premiers à développer le culte du jardin) comme aussi des plantes telles que le lys de la Madone (*Longiflorum candidum*) ou encore le chardon-Marie (*Silybum marianum*) (Lemoine, 1999).

Ainsi, plusieurs types d'introduction sont à distinguer : les introductions délibérées, les espèces qui s'échappent et les introductions accidentelles.

1. Les introductions délibérées

Beaucoup d'introductions délibérées ont été motivées par le souci d'accroître localement le potentiel d'espèces utiles à l'homme. Dans la plupart des régions du monde par exemple, les besoins alimentaires sont couverts par des espèces animales et végétales qui sont originaires d'autres continents.

La découverte de l'Amérique fut l'occasion de prendre connaissance d'une agriculture très ancienne et relativement développée, basée sur trois plantes principales : le maïs, le manioc et la pomme de terre. L'agriculture amérindienne était néanmoins diversifiée, et les Européens en profitèrent pour transférer dans le monde une vingtaine de plantes sud-américaines : maïs, manioc, pomme de terre, tomate, citrouille, tabac, fraise, piment, plusieurs espèces de haricots... L'Europe bénéficia un peu plus tard, de plantes venues d'Amérique du Nord telles que le topinambour (*Helianthus tuberosus*) et le tournesol (*Helianthus annuus*). La dinde et le canard de Barbarie profitèrent aussi à l'élevage européen. Ces transferts furent à la base de la plus grande révolution alimentaire de l'histoire (Lévêque & Mounolou).

Les échanges intercontinentaux jouèrent également un rôle dans la révolution industrielle (coton, hévéa pour le caoutchouc) et enrichirent le stock de produits médicaux (quinine) (Lévêque & Mounolou).

Le transfert d'espèces sud-américaines s'est également fait vers l'Afrique et l'Asie : hévéa, coton, cacaoyer, patates douces, arachides, maïs, ... (Lévêque & Mounolou)

D'autre part, sur le continent américain furent importées d'Europe des espèces comme le cheval, le bœuf, le porc, les volailles et le blé ; d'Afrique, le café et l'igname ; d'Asie, le riz, la canne à sucre, le soja, le bananier, les agrumes et le cocotier (Lévêque & Mounolou).

Dans le registre des cultures, la véritable guerre économique que se livrèrent les nations occidentales au XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles permit l'introduction dans plusieurs colonies des hévéa, thé, café, vanille, ... bien loin de leur aire de répartition. A l'époque toutes les ruses étaient bonnes pour « voler » quelques précieux pieds à la puissance adverse afin de briser les monopoles ; il était fréquent de se faire offrir par quelques « faux-traitres » des pieds d'espèces sans intérêt ... qui furent également acclimatées ; cela fut probablement le cas pour le camélia (*Camellia japonica*) dont les fleurs auraient été confondues avec celles du thé (Lemoine, 1999).

La part des jardins dans les introductions est certainement l'une des plus importantes : renouée du Japon (*Fallopia japonica*), buddleia (*Buddleia davidii*), mimosa (*Acacia*) furent introduits pour l'ornement. Après les jardins botaniques et leurs acclimatations, c'est au tour des producteurs de plantes de participer à ces nombreuses introductions. Il leur arrive de faire la multiplication et de favoriser la dispersion, de véritables pestes colorées comme la jussie (*Ludwigia* sp.) plante aquatique proposée à la vente pour l'ornement des pièces d'eau.

La diffusion de plantes nectarifères exotiques mélilot (*Melilotus officinalis*), indigotier (*Indigofera geradianai*), robinier (*Robinia pseudoaccaciai*) est également favorisée par certains apiculteurs et il n'est pas rare de voir des articles élogieux sur la balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*), le rudbekia (*Rudbekia hirta*) ou la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) dans diverses revues apicoles !

Les forestiers, privés comme publics, recherchant des profits plus élevés, n'ont pas non plus hésité à introduire diverses espèces arborées notamment pour valoriser les terrains montagnards et difficiles comme les dunes, terrils, sols acides ou engorgés... : robinier, pins à crochets, noir, maritime (*Pinus uncinata*, *P. nigra*, *P. pinaster*) et de nombreux peupliers américains ou hybrides ne sont que quelques exemples (Lemoine, 1999).

L'élevage des vers à soie (bombyx du mûrier (*Bombyx mori*) et bombyx de l'ailante (*Attacus cyathius*), lépidoptères) permit l'acclimatation puis l'« ensauvagement » de ses plantes nourricières. La plantation d'ailantes (*Ailanthus* sp.) sur les terrains incultes de France fut même encouragée par Guérin-Menneville, promoteur de cette sériciculture vers 1865, lorsque les élevages de vers à soie (sur mûriers) furent décimés par la pébrine (maladie frappant le ver à soie, et qui leur donne une couleur gris ou poivre).

Les transferts intercontinentaux de végétaux et d'animaux pour améliorer la production alimentaire existent donc depuis plusieurs siècles. De toute évidence, ils ne se sont pas achevés comme en témoigne, par exemple, l'introduction du kiwi en Europe il y a seulement quelques décennies. Ce phénomène d'introduction d'espèces s'est accéléré à la fin du XIX^{ème} siècle avec l'avènement de la société industrielle (Lévêque & Mounolou).

Quelques 277 espèces de poissons ont ainsi été introduites en Europe, en majeure partie pour l'aquaculture. On notera que près d'un tiers de ces introductions a eu lieu dans les années 1960-1970. En France, 27 espèces de poissons introduits ont été recensées, contre 31 en Grande-Bretagne, 19 en Allemagne, 43 en Italie et 20 en Belgique. Plus d'un tiers de la faune piscicole actuelle est composée d'espèces introduites (Lévêque & Mounolou).

Noms latins	Noms vernaculaires	Origines	Date de l'introduction	Raisons	Impacts
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Ombre de fontaine	Amérique du Nord	1904	Loisirs-Pêche	Inconnu
<i>Carassius auratus</i>	Carassin doré	Asie	XVIII ^{ème} siècle	Loisirs-Pêche	Inconnu
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	Europe centrale	Ere romaine	Aquaculture	Inconnu
<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	Asie	1978-1979	Accident	Inconnu
<i>Silurus glanis</i>	Silure à glane	Europe centrale	1857	Curiosité scientifique	Ecologique (?)
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusie	Amérique du Nord	1924	Lutte biologique	Ecologique
<i>Stizostedion luciopra</i>	Sandre	Europe centrale	1888	Loisirs-Pêche	Pathologique
<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche soleil	Amérique du Nord	1877	Curiosité scientifique	Ecologique
<i>Pachychilon pictus</i>	Cyprin lippu tacheté	Europe de l'Est	1987	Accident	Inconnu
<i>Micropterus salmoides</i>	Black-bass à grande bouche	Amérique du Nord	1890	Loisirs-Pêche	Ecologique
<i>Ictalurus melas</i>	Poisson-chat	Amérique du Nord	1871	Curiosité scientifique	Ecologique (?)
<i>Chondrostoma nasus</i>	Hotu	Europe centrale	1853	Accident	Ecologique
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truite arc-en-ciel	Amérique du Nord	1884	Loisirs-Pêche	Pathologique
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpe herbivore	Asie	1957	Lutte biologique	Ecologique
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpe argentée	Asie	1975	Lutte biologique	Ecologique
<i>Aristichthys nobilis</i>	Carpe chinoise	Asie	1975	Lutte biologique	Ecologique
<i>Hucho hucho</i>	Huchon	Europe centrale	1951-1957	Lutte biologique	Ecologique
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Saumon chinook	Amérique du Nord	1877	Loisirs-Pêche	Inconnu
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Saumon coho	Amérique du Nord	1884-1891	Aquaculture	Inconnu
<i>Coregonus peled</i>	Coregon sibérien	Europe centrale	1983	Loisirs-Pêche	Inconnu
<i>Micropterus dolomieu</i>	Black-bass à petite bouche	Amérique du Nord	1890	Loisirs-Pêche	Inconnu
<i>Acipenser baeri</i>	Esturgeon de Sibérie	Europe de l'Est	1975-1987	Aquaculture	Inconnu
<i>Salvelinus namaycush</i>	Ombre du Canada	Amérique du Nord	1886	Loisirs-Pêche	Inconnu
<i>Umbra pygmaea</i>	Poisson-chien pygmée	Amérique du Nord	1910-1911	Curiosité scientifique	Inconnu
<i>Leuciscus idus</i>	Ide	Europe centrale	1930-1960	Accident	Inconnu
<i>Ambloplites rupestris</i>	Crapet de roche	Amérique du Nord	1904-1910	Curiosité scientifique	Inconnu
<i>Pimephales promelas</i>	Tête de boule	Amérique du Nord	1980	Loisirs-Pêche	Pathologique

Tableau n°1 : synthèse des introductions de poissons d'eau douce en France d'après Keith (1996).

Le monde est devenu progressivement un vaste supermarché de la **biodiversité**. Si une espèce paraît avoir un intérêt quel qu'il soit, on essaie de l'acclimater pour en tirer profit. Mais il y a un problème ! Les caractéristiques biologiques attendues chez ces espèces (croissance rapide, adaptabilité, reproduction facile), sont autant de propriétés qui en font de bons candidats aux invasions biologiques (Lévêque & Mounolou).

2. Les espèces qui s'échappent

L'introduction d'espèces est donc pratiquée un peu partout dans le monde. Beaucoup de ces introductions en captivité se soldent à terme par la dispersion des espèces introduites dans le milieu naturel (Lévêque & Mounolou). Ainsi, des cultures de plantes exotiques permirent leur « ensauvagement » dans des milieux proches de leur zone d'introduction (Lemoine, 1999) ; les inondations catastrophiques de décembre 1999 ont provoqué, dans la région bordelaise, la destruction de bassins de pisciculture contenant de l'esturgeon sibérien (*Acipenser baeri*). Des milliers d'individus de cette espèce se sont dispersés dans le bassin de la Garonne où son cousin, l'esturgeon d'Europe (*Acipenser sturio*) était déjà menacé de disparition. On s'attend désormais à des croisements entre ces deux espèces. Cet exemple est loin d'être anecdotique et constitue plutôt la règle de telle sorte que des dizaines d'espèces aquatiques ont ainsi été introduites « accidentellement » un peu partout dans le monde. On peut également avoir la surprise aujourd'hui, sur les bords du Golfe du Morbihan ou dans les marais de Guérande, de voir passer un vol d'ibis sacré (*Threskiornis aethiopicus*). Ces échassiers originaires d'Afrique Nord-tropicale se sont échappés d'un parc animalier et sont maintenant « naturalisés » en France (Lévêque & Mounolou).

De même, le ragondin (*Myocastor coypus*) mammifère qui ressemble à un petit castor, fut élevé dès la fin du XIX^{ème} siècle pour sa fourrure. Echappé de captivité, ou introduit volontairement dans certains cas, il a colonisé progressivement l'ensemble du territoire français. Le rat musqué (*Ondatra zibethica*) s'est lui aussi naturalisé à partir d'individus échappés d'élevages. C'est le cas également pour le vison d'Amérique (*Mustela vison*), le raton laveur (*Procyon lotor*) et le chien viverrin (*Nyctereutes procyonoides*).

3. Les introductions accidentelles

Les cultures, avec les échanges commerciaux, permirent l'arrivée clandestine d'espèces végétales indésirables avec des lots de semences mal triées.

La révolution industrielle apporta son lot de plantes. L'Oseille en écusson (*Rumex scutatus*) descendit des montagnes du Sud de la France avec les grumes de conifères servant à étayer les galeries de mines du Nord/Pas-de-Calais, pour coloniser les pentes instables des terrils miniers.

L'exploitation des minerais de plomb ou de zinc favorisa les voyages des espèces végétales métallocoles et leur installation dans des régions très éloignées des zones d'affleurement naturel de roches riches en minerais. Les graines coincées dans les laines en provenance du Commonwealth et lavées dans les industries wallonnes germèrent à proximité et nous apportèrent : le séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*).

Les guerres sont également responsables de l'introduction de quelques espèces (on parle d'adventices obsidionales). En 1815 et 1870, les russes et les prussiens qui s'installèrent, respectivement, en France avec leurs cavaleries, apportèrent leur fourrage, pailles et couvertures pleines de graines... comme celles de l'impatiante à petites fleurs (*Impatiens parviflora* DC.), la fausse-roquette d'Orient (*Bunias orientalis* L.), le sisymbrium élevé (*Sisymbrium altissimum* L.) et la petite mauve (*Malva pusilla* Sm.). Le même scénario s'est répété avec l'arrivée des alliés lors de la Seconde Guerre Mondiale : les américains débarquèrent en Provence quelques caisses de matériel riches en pestes **cryptogamiques** qui nous donnèrent le champignon chancre du platane (*Ceratocystis fimbriata* f. sp, *Platani*), et il est fort probable que les crampons des véhicules militaires ou des bottines « rangers » aient apporté leur petite contribution (Lemoine, 1999). D'ailleurs la crépidule (*Crepidula fornicata*), mollusque, d'origine américaine, qui a été signalé pour la première fois en Europe dans la baie de Liverpool en 1872, aurait été introduite sur les côtes françaises à l'occasion du débarquement allié en 1944 (Blanchard, 1997).

C'est probablement le développement du commerce international qui est aujourd'hui à l'origine d'une circulation sans précédent de milliers d'espèces animales et végétales à travers le monde, ainsi que de nombreux micro-organismes. Sa libéralisation entraîne la multiplication des routes commerciales dans le monde, situation qui accentue les risques d'invasion. L'utilisation de l'eau comme ballast depuis les années 1880 fut aussi le début de la mise en place non intentionnelle d'un vaste réseau d'échanges faunistiques et floristiques entre des aires biogéographiques qui étaient restées isolées jusque là. C'est un des moyens les plus importants de dispersion transocéanique d'organismes aquatiques (Hamer *et al.*, 2000). L'exemple des grands lacs d'Amérique du Nord est symptomatique. On estime que, depuis 1970, environ 75 % des espèces exotiques proviennent de l'eau contenue dans les ballasts des bateaux arrivant d'Asie (Lévêque & Mounolou).

Les sédiments associés aux eaux de ballast sont impliqués dans l'introduction d'espèces marines via les transports internationaux (Hamer *et al.*, 2000).

Hamer, Lucas et McCollin (2001) ont étudié les restes de membranes cellulaires de dinoflagellés « nuisibles » dans les sédiments contenus dans les eaux de ballast des navires transitant dans les ports anglais et gallois ; 69% de leurs échantillons contenaient des membranes. La fréquence, l'abondance, la diversité des espèces dans les échantillons est extrêmement variable. Il n'y a pas de corrélation claire entre la fréquence de présence et l'abondance des restes membranaires, la fréquence de nettoyage de la citerne contenant l'eau de ballast, l'origine de l'eau de ballast ou le type de bateau. La variabilité des espèces trouvées dans les échantillons s'explique par le fait que l'eau est chargée et déchargée, et que les sédiments présents dans les bacs d'eau de ballast représentent l'accumulation de sédiments d'origine différentes et souvent de plusieurs années d'opérations de ballast. De telle sorte que beaucoup d'espèces de dinoflagellés reconnues dans les échantillons ont une répartition cosmopolite, cependant certaines n'avaient jamais été recensées dans les eaux britanniques. Ceci prouve que les eaux de ballast constituent une source d'introduction d'espèces toxiques et/ou exotiques. Les résultats de ces travaux sont en accord avec ceux d'autres études effectuées dans d'autres pays (Hamer *et al.*, 2001).

C'est donc essentiellement l'homme, qui permet l'arrivée d'espèces éloignées de milliers de kilomètres et séparées par des barrières naturelles initialement quasi-infranchissables (océans, hautes montagnes, déserts) (Lemoine, 1999) en conséquence de l'évolution de ses activités. Les transferts d'individus se font donc sur des distances de plus en plus grandes, mettant en contact des entités biologiques sans aucune histoire commune, sans passé co-évolutif, il s'ensuit une difficulté particulière à prédire les conséquences de telles introductions sur les communautés indigènes (Raavel, 2001a).

B. DEFINITIONS

« **Autochtone** », « **allochtone** », « **introduction** » font partie des nombreuses notions à expliciter et pour lesquelles une multitude de définitions existent. En effet, de nombreux auteurs se sont intéressés aux « **invasions biologiques** » et chacun a utilisé ces termes en leur donnant des significations différentes. En fait, la diversité des cas justifie la perception de chaque auteur. Il est très difficile d'élaborer des définitions universelles, c'est pourquoi nous avons choisi d'adopter ou de préciser les significations à donner aux termes adaptés à notre étude.

1. Notion d'indigénat

De nombreux qualificatifs sont utilisés pour préciser si une espèce est originaire ou non du site dans lequel elle se trouve. A quelques nuances près, « **autochtone** », « **indigène** » et « **native** » sont synonymes ainsi que leurs antonymes : « **allochtone** », « **exogène** » et « **exotique** » (ce dernier est utilisé pour qualifier les espèces provenant d'un autre pays voire d'un autre continent).

✓ **Autochtone** : qualificatif associé à une espèce, une sous-espèce ou une entité d'un niveau taxonomique inférieur qui se trouve à l'intérieur de son aire de répartition naturelle ou de son aire de dispersion potentielle (c'est à dire, dans le domaine géographique qu'elle occupe naturellement ou peut occuper par expansion naturelle sans interventions humaines par introduction ou démarches particulières) (Anonyme, 1999a). Par exemple, des marsupiaux comme le koala, le kangourou sont des espèces présentes naturellement uniquement en Australie : ce sont donc des espèces autochtones et même **endémiques** à ce pays.

A cette définition, il faudrait intégrer une notion de temps, en effet lors des dernières glaciations, les espèces d'altitudes étaient parfaitement à leur place dans le Nord/Pas-de-Calais, ce qui n'est plus du tout le cas aujourd'hui. Le qualificatif « **autochtone** » est donc très relatif et subjectif. Effectivement, en limite d'aire de répartition, si un facteur écologique change (augmentation de la température par exemple) une espèce peut se développer dans une région d'où elle était absente mais où désormais sa présence est tout à fait logique.

Les amphibiens ont disparu de nos régions pendant les dernières glaciations. Lors du réchauffement qui a suivi il sont revenus : sont-ils allochtones car absents sur une longue période ou autochtones puisqu'ils vivaient sur notre territoire avant ces changements climatiques ?

✓ **Allochtone** : qualificatif associé à une espèce, une sous-espèce ou une entité d'un niveau taxonomique inférieur qui se trouve à l'extérieur de son aire de répartition naturelle ou de son aire de dispersion potentielle ; il est applicable à toute partie d'un individu (**gamète ou diaspore**) susceptible de survivre et de se reproduire (Anonyme, 1999a). Nous avons choisi de qualifier d'allochtone toute espèce qui n'est pas présente naturellement dans le Bassin Artois-Picardie. Ainsi, le centranthe rouge (*Centranthus ruber*) arrivé des zones d'éboulis naturels de régions de montagne et bien adapté aux pentes mobiles des terrils du Nord/Pas-de-Calais, est une espèce allochtone dans le bassin Artois-Picardie au même titre que le cerisier tardif (*Prunus serotina*) originaire d'Amérique du Nord.

Comme l'explique l'Equipe Faune Sauvage et Biologie de la Conservation de l'INRA de Rennes, les spécialistes de l'**Invasive Species Specialist Group (ISSG)** limitent leurs travaux aux invasions biologiques d'origine anthropique, éliminant les arrivées spontanées en élargissant l'aire de répartition d'une espèce autochtone à son aire de répartition potentielle (Anonyme, 2001).

Cependant, dans le cadre de notre étude, il est nécessaire de prendre en compte les arrivées spontanées, c'est pourquoi nous retiendrons les définitions d'autochtones et d'allochtones de l'ISSG en ne considérant que l'aire de répartition naturelle de l'espèce. Ainsi une espèce qui étend son aire de répartition sans intervention humaine directe pourra être qualifiée d'espèce allochtone dans les régions qu'elle colonise et dont elle était absente auparavant (nous avons décidé d'appeler ce phénomène « arrivée spontanée » bien que souvent ces arrivées soient tout de même liées aux activités humaines : ouverture des canaux par exemple).

2. Notion d'introduction

L'homme a importé des espèces allochtones que ce soit pour l'agriculture, l'élevage, l'ornement, les zoos,... De ces espèces importées, certaines vont se retrouver à l'état sauvage de manière plus ou moins fugace et devenir des espèces introduites ou acclimatées (Allain, 2000-2001) :

v **Espèce importée** : espèce ayant surpassé grâce à l'action de l'homme une barrière géographique majeure inter ou intra continentale (Richardson *et al.*, 2000). Lorsqu'il s'agit d'une importation volontaire par l'homme, l'espèce est confinée dans des espaces clos (aquarium, zoos, cultures, ...). Il peut s'agir également d'une importation non volontaire (via l'eau de ballast d'un navire par exemple) : l'espèce peut alors disparaître immédiatement ou se maintenir temporairement dans le milieu où elle a été importée. On la qualifie alors d'**espèce introduite** ou acclimatée tant qu'elle ne s'y reproduit pas.

v Une **espèce introduite** est une espèce importée que l'on trouve dans la nature à l'état sauvage (après importation volontaire ou non) mais dont les populations ne parviennent ni à augmenter leurs effectifs ni même à se maintenir dans le temps (à moins d'introductions répétées par l'homme) du fait d'une reproduction sans succès ou insuffisante (Williamson & Fitter, 1996).

v Le phénomène d'**introduction d'espèce** est donc le déplacement par l'homme d'une espèce hors de son aire de répartition géographique historiquement connue dans le milieu naturel. Elle comprend deux types d'introductions :

- **L'introduction accidentelle** qui est une introduction dans le milieu naturel, par le jeu d'activités humaines non délibérément dirigées dans le but d'introduire une espèce.
Le crabe chinois (*Eriocheir sinensis*) originaire de Chine et de Corée a été introduit en Europe au début du siècle. Transporté à l'état larvaire dans les eaux de ballast des navires, il a gagné la France (Languedoc-Roussillon) grâce à l'ouverture des canaux (Petit, 1960).
- **L'introduction intentionnelle** qui est une introduction dans le milieu naturel réalisée délibérément par l'homme pour satisfaire et enrichir ses diverses activités.
Par exemple, pour la pisciculture ont été introduites des espèces comme la carpe (*Cyprinus carpio*), le silure (*Silurus glanis*), la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), pour l'apiculture et l'ornement des plantes comme les renouées (*Fallopia sp.*).

Remarque: l'introduction et la **réintroduction** sont à priori des opérations bien distinctes. L'introduction vise actuellement des allochtones tandis que la réintroduction concerne des espèces qui ont existé à l'état naturel dans la région concernée jusqu'à une période plus ou moins récente. Une telle distinction soulève en réalité certaines difficultés : à quelle échelle faut-il se placer pour séparer plantes indigènes et introduites ?

3. **Notion de naturalisation**

Certaines **espèces importées et introduites** dans le milieu naturel par l'homme vont au contraire s'étendre sans intervention humaine directe, elles deviennent **espèces naturalisées** (Allain, 2000-2001). En effet, une fois l'espèce introduite dans le milieu naturel, celle-ci peut non seulement s'adapter à son nouvel environnement mais aussi s'y reproduire. Il convient de signaler qu'une espèce introduite peut être naturalisée dans une région et pas dans une autre. Par exemple, la tortue de Floride (*Trachemys scripta*) se reproduit dans le bassin Adour-Garonne mais pas dans celui d'Artois-Picardie où sa présence est pourtant signalée.

Remarque: en ce qui concerne les espèces végétales nous considérons qu'elles sont naturalisées quel que soit le type de reproduction observée : sexuée ou végétative.

D'autres espèces allochtones, par dispersion marginale (extension d'aire de proche en proche « marginal dispersion »), (Crisp, 1958), (Boudouresque & Ribera, 1994), peuvent s'introduire d'elles-mêmes dans des régions externes à leurs aires de répartition naturelle actuelles et ce sans intervention de l'homme. Certains auteurs les qualifient d'« **espèces introduites spontanément** », nous avons préféré les nommer **espèces arrivées naturellement ou spontanément**. Elles aussi peuvent suivre le processus de naturalisation. La moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et le hotu (*Chondrostoma nasus*) sont arrivés en France de cette manière.

Ainsi une **espèce naturalisée** (ou établie) est une espèce introduite dans le milieu naturel dont les populations ont franchi les barrières abiotiques et biotiques de leur nouvel environnement et dont les individus se reproduisent régulièrement. Les populations sont alors autonomes et donc viables (Williamson & Fitter, 1996) ; (Richardson *et al.*, 2000).

Il convient d'élargir cette définition aux espèces arrivées spontanément. Par exemple, la berce du Caucase a été importée au XIX^{ème} siècle comme plante d'ornement, elle est présente aujourd'hui dans le milieu naturel où elle effectue son cycle de vie complet sans l'intervention de l'homme, c'est donc une espèce naturalisée (Müller, 2001c).

C. BIOLOGIE DES INVASIONS

1. Ou'est ce qu'une espèce envahissante ?

La vie est, par nature, un processus qui conduit à l'**expansion**. Potentiellement, toute espèce est, ou a été un envahisseur. De fait, n'importe quelle population animale ou végétale placée dans des conditions favorables tend à croître en nombre : c'est la croissance exponentielle définie par un taux intrinsèque d'accroissement maximal (constante biologique propre à l'espèce considérée). Pourtant, à observer la nature, on peut avoir l'impression d'un équilibre : parce que les ressources alimentaires ne sont pas illimitées, parce que d'autres espèces interviennent (compétiteurs ou prédateurs, parasites ou agents pathogènes), il y a un frein à la croissance. Si cette stabilisation des effectifs que l'on constate dans beaucoup de populations animales ou végétales peut être assimilée à un équilibre de la nature, il s'agit d'un équilibre dynamique, résultant de multiples pressions ou interactions **antagonistes** dont beaucoup traduisent un potentiel d'accroissement considérable simplement contenu. Que l'équilibre vienne à être rompu, et alors telle ou telle espèce deviendra « envahissante » tandis que telle ou telle autre sera vouée à l'extinction.

La rupture de l'équilibre, pour une espèce donnée, peut se produire de trois manières différentes, par suite de trois types de changements ou de perturbations :

- ✓ des changements **intrinsèques**, propres à la population considérée (variation cyclique, **mutation, dérive génétique**) ;
- ✓ des altérations de même nature affectant une autre espèce et changeant ainsi ses interactions avec l'espèce donnée et d'autres composantes du système écologique en cause ;
- ✓ des modifications **extrinsèques**, par exemple l'introduction accidentelle d'une nouvelle espèce étrangère au système considéré, la transformation du cadre physique ou chimique (défrichements, apport d'engrais, irrigation, ...), ou encore un changement climatique.

Evidemment, ces divers types de modifications peuvent se produire simultanément et survenir soit naturellement, soit par suite d'une intervention humaine (Barbault, 2001).

a) Les « pullulations naturelles »

L'exemple type de l'espèce envahissante est le criquet, dont les phases de pullulation (l'une des sept plaies d'Égypte) ont marqué la mémoire humaine dès la plus haute Antiquité. Il s'agit notamment de deux espèces véritablement adaptées à l'invasion périodique de vastes territoires, qu'elles ravagent alors totalement au point de mettre rapidement un terme à leur propre expansion par épuisement des ressources naturelles et afflux des ennemis naturels. Ces deux espèces sont la locuste (ou criquet migrateur, *Locusta migratoria*) et le criquet pèlerin (*Chistocerca gregaria*). La première se rencontre à l'état solitaire dans la boucle du Niger, tandis que la seconde est inféodée aux massifs montagneux sahariens, au pourtour de la mer Rouge et à la région indo-pakistanaise. Le déclenchement des phases d'invasion est sans doute lié à des changements climatiques périodiques, qui favorisent le processus de **grégarisation** du criquet, à la suite de quoi il devient migrateur. Ce phénomène conduit à la formation de gigantesques essaims capables de franchir des distances considérables (plusieurs milliers de kilomètres). Les individus se rassemblent, s'agitent et présentent des transformations morphologiques caractéristiques qui s'accroissent de génération en génération (allongement des ailes notamment). Puis les essaims s'envolent vers de nouvelles aires où ils vont se nourrir et se reproduire. Après la sécheresse qu'ont connue les zones sahéliennes au début des années 1980 et l'épisode plus humide qui a suivi, les conditions ont été favorables à la grégarisation : entre 1986 et 1989, des invasions de criquets sont signalées dans toute l'Afrique boréale. Il a fallu réunir plus de trois cent millions de dollars pour lutter contre elles.

Beaucoup de pullulations naturelles sont de type cyclique. On peut citer le cas des campagnols, qui connaissent des pics d'abondance tous les trois ou quatre ans et celui de nombreuses maladies, expression de pullulations microbiennes ou virales. On peut évoquer aussi toutes les pullulations saisonnières (méduses, moustiques, pucerons) amplifiées certaines années par des conditions climatiques propices (Barbault, 2001).

En fait, il est bien difficile aujourd'hui d'évoquer des cas de pullulations (accroissement de densité observé localement) ou d'extension géographique d'espèces (accroissement numérique d'une population animale ou végétale par expansion au-delà de la région où on la connaissait antérieurement) qui, de près ou de loin, ne soient pas liées à l'action de l'homme. Celui-ci a tellement imprimé sa marque sur la planète, façonnant les paysages, transformant les écosystèmes, effaçant et transplantant des espèces, que la distinction entre envahisseurs « naturels » et envahisseurs « favorisés par l'homme » n'a guère de signification (Barbault, 2001).

b) Les envahisseurs favorisés par l'homme

L'homme est, directement ou indirectement, à l'origine de la plupart des invasions biologiques spectaculaires que l'on connaît aujourd'hui. Si on laisse pour l'instant de côté le cas particulier des transports et introductions d'espèces exotiques, il faut insister sur le fait que, par son propre développement, l'homme a radicalement changé les conditions de vie de beaucoup d'espèces, entraînant la régression des unes et la prolifération de quelques autres (ce qui n'est d'ailleurs pas sans rapport).

Avec l'apparition de l'agriculture puis de l'agronomie industrielle, l'homme a créé de vastes étendues homogènes productrices de ressources alimentaires considérables, éliminant ainsi les grands prédateurs (loups, lynx, ours). En déplaçant bien des équilibres, il a favorisé à son détriment toute sorte de pullulations. On peut citer ici le cas des ravageurs de récoltes et plantations, instructif à tous égards mais on développera plutôt celui, plus général, d'espèces (rats, mouettes et goélands) qui démontrent la **propension** des êtres vivants à devenir envahissants et qui confirment le rôle de l'homme dans ce processus.

Ainsi, célèbres dans l'histoire par les grandes épidémies de peste qu'ils ont apportées à l'Europe, les rats sont originaires d'Asie du Sud-Est. Leur expansion partout dans le monde a manifestement suivi celle des hommes et a été facilitée par eux : profitant de leurs moyens de transport, des ressources alimentaires qu'ils ont créées et accumulées et occupant ses maisons, granges, greniers ou égouts, souris et rats ont pu se répandre partout et croître en nombre. Cette spectaculaire conquête a marqué l'histoire des hommes, surtout pour avoir favorisé d'autres invasions : celle de nombreux agents pathogènes dont les rats et autres muridés étaient les vecteurs (**peste, tularémie, salmonelloses, brucelloses, typhus murin, typhus de brousse**).

Le goéland argenté ou la mouette rieuse sont-ils réellement par nature des envahisseurs ? Pourtant, ces deux espèces ont présenté des augmentations d'effectifs importantes. Entre les années 1920 et 1970, les populations de goéland argenté ont connu une forte croissance démographique sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce. En Bretagne, la population reproductrice, au bord de l'extinction au début du XX^{ème} siècle, était estimée à 5 000 couples en 1955, 19 000 en 1965, 49 000 en 1977 et 66 000 couples en 1987. Tous les auteurs s'accordent pour voir dans les mesures de protection de l'espèce et dans la modification de ses habitudes alimentaires les deux facteurs qui ont permis l'expansion démographique et géographique du goéland argenté. Des travaux récents ont montré l'importance des facteurs alimentaires et le rôle des décharges.

La multiplication de celles-ci a permis en effet :

- ✓ l'installation et la forte croissance des colonies à des endroits et dans des régions où la pauvreté des ressources alimentaires naturelles ne l'aurait pas permis ;
- ✓ une modification et un élargissement de la répartition hivernale des populations, les oiseaux n'hésitant pas à séjourner à l'intérieur des terres pour utiliser les décharges ;
- ✓ une augmentation de la fécondité moyenne assez importante pour faire évoluer le taux de croissance des populations sur une large échelle spatio-temporelle ;
- ✓ une diminution probable de la mortalité juvénile et une diminution possible de la mortalité adulte.

L'ensemble de ces modifications a entraîné entre le début du XX^{ème} siècle et les années 1970, un accroissement généralisé des populations et leur maintien à un niveau très élevé. L'utilisation des décharges n'est pas un simple phénomène secondaire consécutif à l'augmentation des effectifs de goélands mais en constitue bien une des causes principales. Après cette période de croissance démographique généralisée, les populations semblent actuellement se stabiliser ou décroître selon les régions. L'explication généralement avancée du déclin rapide des populations de goélands argentés en Grande-Bretagne et en Irlande est que les reproducteurs contractent le **botulisme** (neuro-intoxication due à une puissante neurotoxine bactérienne produite par différentes espèces de *Clostridium*), lorsqu'ils se nourrissent sur les décharges pendant la saison de reproduction.

Cette maladie est apparue vers le milieu des années 1970, sans doute à cause de l'utilisation de sacs plastiques noirs favorisant le développement de la bactérie *Clostridium botulinum*, et provoque une mortalité massive sur les colonies de reproduction. Elle affecte non seulement la survie adulte mais également la fécondité en éliminant des reproducteurs et agit donc rapidement sur le taux de multiplication des effectifs. Cependant, son action n'a été démontrée que sur un nombre limité de colonies situées principalement en Pays de Galles, région ayant connu une chute de 78 % des effectifs de goélands argentés en quinze ans.

Ainsi, le statut « **envahisseur** » n'est pas une propriété intrinsèque de telle ou telle espèce. Toute espèce a, potentiellement, la capacité de croître en nombre et de se répandre. Ce sont les circonstances qui font l'« envahisseur réalisé » : les transplantations accidentelles de plantes et d'animaux en fournissent de nombreux exemples (Barbault, 2001).



Photo n° 1 : envol de goélands argentés (*Larus argentatus*), José Godin.



Photo n°2 : vol de mouettes rieuses (*Larus ridibundus*) au-dessus d'une décharge, José Godin.

c) Les « pullulations » d'espèces transplantées

Les invasions biologiques ont connu une explosion pendant les derniers siècles, à la suite de l'action de l'homme. En effet, le développement spectaculaire des moyens de transports humains a facilité les échanges entre des régions éloignées. L'homme transporte des marchandises, des animaux domestiques, des plantes et surtout sa culture, de sorte qu'il a introduit dans de nombreuses régions, non seulement des plantes cultivées mais encore un cortège de plantes **adventices**. L'exemple de la *Flora juvenalis* est caractéristique. Au XVII^{ème} siècle, le commerce du coton était en pleine expansion et Montpellier fut un site important pour son importation. Un canal fut construit sur le Lez où celui-ci était lavé. Les cargaisons le contenant apportèrent aussi des graines de nombreuses autres espèces et on assista à une invasion spectaculaire de plantes exotiques qui constituèrent la *Flora juvenalis*. Le lavage du coton dans le Lez s'est arrêté en 1880. Vers 1910, il ne restait plus dans la région que dix espèces exotiques, parmi les 458 répertoriées en 1859. Actuellement, une seule de ces plantes, une jussie (*Ludwigia uruguaensis*), subsiste. Cet exemple montre qu'une introduction n'est pas suffisante pour provoquer une invasion durable.

Considérons un autre exemple, l'histoire méditerranéenne récente d'une algue marine : la caulerpe (*Caulerpa taxifolia*), algue tropicale bien connue des aquariophiles. Son destin d'envahisseuse a commencé en 1984, quand elle est signalée en Méditerranée, au pied du Musée océanographique de Monaco, par Alexandre Meinesz, de l'université de Nice. Au départ, il s'agit manifestement d'un accident : qui aurait pu croire qu'une algue tropicale était capable de vivre au-dessous de 15 degrés Celsius, et pouvait résister dans les eaux méditerranéennes qui connaissent des températures proches ou inférieures à 10 degrés Celsius en hiver ? Pourtant, la souche qui se répand actuellement le long de la côte méditerranéenne survit à des températures de 7 degrés Celsius : elle est clairement différente de l'espèce « sauvage », probablement transformée par la vie en captivité (mutation ou hybridation ? Les travaux en cours permettront d'y répondre). La caulerpe couvrait 3 hectares en 1990, plus de 400 en 1992 et environ 2 000 en 1994 : il s'agit bien d'une invasion en cours. On la signale sur la côte italienne, en Sicile et aux Baléares, vraisemblablement transportée par les bateaux. Elle a peu de prédateurs, les consommateurs potentiels, poissons ou oursins, étant découragés par la présence de substances toxiques synthétisées par l'algue.

Aussi cette expansion inquiète-t-elle les pêcheurs et les naturalistes : elle semble affecter les herbiers à posidonies, base de l'écosystème littoral de la Méditerranée et, du même coup, entraîner un appauvrissement de la faune littorale. Si l'inquiétude est de mise, il faut toutefois rappeler que ce n'est pas le premier envahisseur marin. Ainsi, dans les années 1980, on peut citer le cas de deux algues marines : *Laminaria japonica* et *Undaria pinnatifida* qui nous arrivèrent du Japon, probablement associées aux **naissains** d'huîtres. La valeur alimentaire de ces algues, pourtant bien envahissantes, a favorisé leur exploitation : c'est en France le cas d'*Undaria*, exploitée industriellement depuis 1985. A quand l'exploitation de la caulerpe, qui en fera une espèce acceptée ? (Barbault, 2001).

d) « Prolifération de définitions »

(1) Les différentes phases de l'intégration d'une espèce

Toutes les introductions ne sont pas obligatoirement suivies d'une invasion ; dans beaucoup de cas les espèces **arrivées naturellement** ou **introduites**, même si elles atteignent le stade de l'intégration écologique restent cantonnées à des aires limitées, avec des effectifs réduits ; elles ne sont détectées généralement que par les spécialistes (Khalanski, 2001).

Pour qu'une espèce soit durablement installée dans sa nouvelle aire de répartition, elle doit passer par trois phases constituant autant d'obstacles à surmonter (Haury & Pattee, 1996):

- ✓ l'installation hors de l'aire de reproduction qui se fait par l'extension de l'aire de répartition,
- ✓ **la naturalisation** qui se traduit par le succès de la reproduction ; une espèce qui ne se reproduit pas est dite **acclimatée**,
- ✓ **l'intégration écologique** qui traduit l'insertion de l'espèce dans le jeu des multiples interactions avec les peuplements indigènes et l'adaptation sur le long terme aux fluctuations des conditions du milieu. (Khalanski, 2001)

Par conséquent une espèce, même **exotique**, naturalisée et intégrée à une faune ou une flore locale n'est pas obligatoirement une **espèce envahissante**. Cependant de nombreux auteurs font l'amalgame entre une espèce « exotique », « introduite », « envahissante » et « invasive » alors qu'il s'agit de quatre statuts bien différents.

(2) Espèce « envahissante »

L'expression « **espèce envahissante** » s'applique de façon générale à toute espèce, autochtone ou allochtone, qui se multiplie abondamment en augmentant sa répartition géographique ou ses effectifs sur un site.

On parlera de ronces envahissantes dans une friche ou de massettes envahissantes (*Typha sp.*) dans un plan d'eau. En remontant dans le temps on peut évoquer des phénomènes naturels comme la progression d'aires de certaines espèces vers le nord de l'Europe depuis la dernière glaciation. Ainsi, à partir de zones refuges, le chêne vert (*Quercus ilex*) ou le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) ont conquis des espaces auparavant occupés par le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) ou le genévrier oxycèdre dans les régions méditerranéennes (Maillet, 1996).

(3) Les différentes conceptions d'invasion biologique et d'espèce invasive

❖ Pour Williamson (1996) une invasion biologique est un accroissement durable de l'aire de répartition d'un taxon.

Selon cette définition, les invasions biologiques ne se limitent pas à celles d'origine anthropique mais intègrent les invasions spontanées, processus naturel identifié à l'échelle des temps géologiques et réputé participer à l'évolution dans sa globalité (Darwin, 1859) ; (Mac Arthur & Wilson, 1967) ; (Wilson, 1969) ; (Anonyme, 2001).

Cette définition convient aux trois catégories de « pullulation » que nous avons évoquées précédemment pourtant elle ne semble pas complète.

❖ Selon le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (aujourd'hui Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable), pour prétendre au statut d'espèce invasive, il faut posséder des qualités particulières : « les populations qui présentent un caractère invasif appartiennent à des espèces animales ou végétales, introduites volontairement ou involontairement sur des territoires plus ou moins éloignés de leur aire d'indigénat et dont la prolifération dans les milieux naturels ou anthropisés y provoque des changements significatifs de composition, de structure et/ou de fonctionnement pouvant directement influencer les usages qui y sont développés » (Raevel, 2001b).

Cette définition limite le terme d'invasif aux espèces exotiques. Cependant les problèmes posés par les invasions biologiques ne se limitent pas aux espèces allochtones. En particulier dans les zones humides, des modifications environnementales peuvent conduire à des proliférations d'espèces indigènes posant des problèmes de gestion aussi importants que ceux causés par des espèces exotiques. Il s'agit le plus souvent de changements trophiques ou de modifications de gestion (abandon ou intensification de pratiques de gestion) (Grillas, 1998), comme sur la Lys au niveau de l'écluse de Merville (59) où une opération de curage en réoxygénant le fond, a permis une levée accrue de sagittaires (*Sagittaria sagittifolia*, plante aquatique) dont les herbiers étaient déjà importants (Deruyver, 1997).

❖ Williamson et Fitter (1996) utilisent aussi le terme de « **peste biologique** » qu'ils définissent comme une espèce ayant un effet écologique ou économique très négatif .

Olsen ajoute qu'il s'agit d'une espèce qui cause plus de mal que de bien à une ressource précieuse, en conflit avec les intérêts humains mais que c'est une définition relative puisqu'elle dépend des intérêts de chacun (1998). Cette définition apporte les notions de dommages écologiques et économiques mais aussi la subjectivité de la perception de ces dégâts. Ces aspects de l'invasion biologique doivent être pris en compte.

Par conséquent, aucune de ces définitions ne convient dans sa globalité à notre étude, nous avons décidé de nous inspirer de toutes pour élaborer les nôtres.

(4) Nos définitions

Dans un premier temps, nous avons choisi de qualifier d'« invasive » toute espèce, exotique ou indigène, dont la prolifération à un endroit donné provoquait des gênes aux utilisateurs et/ou aux gestionnaires du site.

Cependant, nous avons remarqué que pour de nombreux naturalistes et gestionnaires la notion d'espèce invasive impliquait celle d'espèce exotique. Ainsi qualifier une espèce indigène d'invasive était choquant mais pouvait aussi être dangereux.

En effet, dans la majorité des cas, il est souvent admis qu'il faut éradiquer une espèce exotique même représentée par quelques individus. Par contre, l'élimination d'une espèce indigène sur une station est mal perçue : la qualifier d'invasive pourrait porter à confusion et entraîner des mesures de lutte radicales contre ses développements massifs.

D'une manière générale, que l'espèce soit exotique ou indigène, les directives de gestion à préconiser sont la surveillance et le contrôle du développement des populations « gênantes » selon les utilisations du milieu concerné. Il est néanmoins nécessaire d'être plus vigilant avec les espèces allochtones dont le comportement et les impacts dans un écosystème dont elles étaient absentes jusqu'à présent, sont souvent imprévisibles.

C'est pourquoi nous proposons de différencier deux catégories d'espèces envahissantes : les invasives d'origine exotique et les proliférantes d'origine indigène.

✓ Une **espèce invasive** est une espèce **arrivée naturellement** ou **introduite** volontairement ou non par l'homme, qui a accru son aire de répartition initiale (les causes de cet accroissement pouvant être naturelles ou d'origine anthropique) et s'est **naturalisée** dans un écosystème dont elle était absente auparavant. Elle n'y rencontre plus les facteurs limitants de son écosystème d'origine et la prolifération de certaines populations, dans des conditions biotiques et abiotiques particulières, engendre des perturbations d'ordre écologique ou économique perçues différemment selon les intérêts de chacun.

✓ De même, une **espèce proliférante** est une espèce indigène dont la prolifération de certaines populations, dans des conditions biotiques et abiotiques particulières, engendre des perturbations d'ordre écologique ou économique perçues différemment selon les intérêts de chacun.

e) Récapitulons...

Comme nous allons utiliser de nombreux termes, il nous a semblé pratique de récapituler l'ensemble des définitions.

Espèce autochtone :	espèce qui se trouve à l'intérieur de son aire de répartition.
Espèce allochtone :	espèce qui se trouve à l'extérieur de son aire de répartition.
Espèce importée :	espèce ayant surpassé grâce à l'action de l'homme une barrière géographique majeure inter ou intra continentale.
Espèce introduite :	espèce importée que l'on trouve dans la nature à l'état sauvage mais dont les populations n'arrivent pas à augmenter leurs effectifs ni même à se maintenir dans le temps, du fait de l'absence de reproduction.
Introduction d'espèce :	déplacement par l'homme d'une espèce hors de son aire de répartition géographique historiquement connue dans le milieu naturel.
Introduction accidentelle :	introduction d'une espèce allochtone dans le milieu naturel par le jeu des activités humaines non délibérément dirigées dans le but d'introduire une espèce.
Introduction intentionnelle :	introduction d'une espèce allochtone dans le milieu naturel réalisée délibérément par l'homme pour satisfaire et enrichir ses diverses activités.
Réintroduction :	introduction d'individus d'une espèce disparue d'un site où elle existait antérieurement.
Espèce naturalisée :	espèce introduite dans le milieu naturel dont les populations ont franchi les barrières abiotiques et biotiques de leur nouvel environnement.
Espèce envahissante :	espèce autochtone ou allochtone qui se multiplie abondamment en augmentant sa répartition géographique et/ou ses effectifs sur un site.
Invasion d'espèces :	phénomène par lequel une espèce étend son aire de distribution et/ou se multiplie abondamment dans des zones qu'elle a nouvellement colonisées. La multiplication (pullulation) correspond à une surabondance durable et ne doit pas être confondue avec une variation naturelle ponctuelle de l'abondance.
Espèce invasive :	espèce introduite volontairement ou non par l'homme ou espèce arrivée naturellement dont l'effectif de certaines populations, dans des conditions particulières, induit des perturbations d'ordre écologique et/ou économique.
Espèce proliférante :	espèce indigène dont l'effectif de certaines populations, dans des conditions particulières, induit des perturbations d'ordre écologique et/ou économique.

2. Quels sont les habitats favorables ?

D'après Williamson (1996), toutes les communautés peuvent être envahies mais certaines probablement plus que d'autres en raison de leur fragilité. Ainsi, les habitats perturbés, les écosystèmes dégradés et les communautés biologiques déstabilisées, souvent par l'action de l'homme, voient leur compétitivité s'amoindrir nettement (Williamson, 1996) ; (Lévêque, 2000) ; (Mack *et al.*, 2000). Il en est de même pour les habitats comportant des niches écologiques vacantes ou ayant un faible nombre d'espèces (Williamson, 1996) ; (Mack *et al.*, 2000) ; (Tranchant, 2001).

Maillet (1996), constate, globalement, qu'une similitude climatique et édaphique entre régions d'origine et régions d'accueil accroît les chances d'invasion.

Cependant la plupart des écologistes sont très prudents. Cheylan (1997) explique que le taux de naturalisation des espèces introduites est aussi lié à l'histoire **phylogénétique** des territoires et à l'histoire de leur faune et de leur flore. Lorsque le temps qui a séparé deux continents est extrêmement long la rencontre de leurs faunes et de leurs flores peut être assez catastrophique. Par contre, dans des territoires avec des faunes et des flores qui ont une origine phylogénétique et une histoire relativement communes, ce choc entre faunes et flores est moins intense. C'est la raison pour laquelle l'Australie, par exemple, qui avait une flore et une faune extrêmement spécifiques (l'Australie a développé un écosystème très original) reçoit avec une telle violence les introductions venues d'un autre territoire.

Cheylan (1997) illustre son explication par l'exemple du cactus raquette du Mexique (*Opuntia*), qui a été introduit en Australie mais aussi en Afrique où il est présent depuis 150 ans. A sa connaissance, aucun parasite indigène ne s'attaque à ce végétal car il s'agit d'une famille typiquement américaine qui n'a aucun équivalent en Afrique. Les faunes parasitaires africaines se trouvent face à une plante totalement inconnue. La séparation entre l'Afrique et l'Amérique centrale/Amérique du Sud, (faisant place à l'Atlantique) date de 60 millions d'années, de sorte que les faunes africaines actuelles n'ont pas de parasites susceptibles de s'adapter facilement à cette nouvelle ressource (Cheylan *et al.*, 1997). De ce fait, en 1925, le taux de colonisation était de 400 000 hectares par an !

La même année furent importés d'Argentine 2750 œufs du papillon *Castoblastis cactorum*, qui vit aux dépens du cactus raquette. L'insecte se propagea et se multiplia rapidement et un contrôle efficace de la population de cactus fut ainsi obtenu : les espaces préalablement recouverts d'impénétrables champs de cactus retournèrent à l'agriculture. Il a donc fallu, pour contrôler l'abondance du cactus raquette, importer son parasite naturel de son aire d'origine puisque la faune parasitaire africaine n'en contenait aucun (Barbault, 2001). Par contre, dans d'autres régions, si des plantes exotiques relativement proches de plantes indigènes sont introduites, rapidement toute une faune de parasites et de pathogènes s'adaptent à ce nouvel arrivant (Cheylan *et al.*, 1997). De la sorte, la canne à sucre (*Saccharum officinarum*) originaire d'Amérique du Sud est grignotée par plusieurs espèces de phytophages dans les régions où elle est importée (Afrique, Asie). Contrairement au cactus raquette du Mexique (*Opuntia*).

Malgré ces informations qu'il faut prendre de manière nuancée, il s'avère que n'importe quelle espèce peut envahir n'importe quelle sorte d'habitat et qu'il reste donc difficile voire impossible de prédire individuellement la prédisposition d'une espèce à être envahissante ou d'un habitat à être envahi (Williamson, 1996) ; (Pascal *et al.*, 2000) ; (Tranchant, 2001).

3. Caractéristiques d'une espèce envahissante

a) Cas des espèces arrivées spontanément ou introduites:

Ribera et Boudouresque (1994) donnent les critères de reconnaissance d'une espèce introduite susceptible de devenir invasive:

- ✓ l'espèce est nouvelle pour l'aire considérée (en fonction des données de la littérature),
- ✓ il existe une discontinuité géographique entre son aire connue et sa nouvelle station,
- ✓ la cinétique d'extension de l'aire est cohérente à partir d'une station initiale ponctuelle,
- ✓ l'espèce introduite a tendance à « pulluler » tout au moins pendant un certain temps,
- ✓ il existe à proximité une source d'introduction potentielle,
- ✓ la nouvelle population ne possède qu'une partie de la variabilité génétique de l'espèce dans son aire d'origine.

Ces critères ne sont généralement pas tous réunis mais permettent de juger de la probabilité qu'une espèce soit introduite (Boudouresque & Ribera, 1994).

Dans la compétition avec les espèces autochtones, une moindre pression de prédation, l'absence de parasites, une reproduction plus efficace (plus forte fécondité, moindre mortalité larvaire), une meilleure capacité à exploiter les ressources nutritives et à occuper l'espace dans un habitat donné constituent des avantages significatifs pour l'espèce introduite ou arrivée naturellement. Ces avantages expliquent les développements massifs et rendent compte aussi du déclin de certaines espèces autochtones. L'invasion sera à priori facilitée si l'espèce occupe une niche écologique vacante.

Ces caractéristiques peuvent être regroupées en quatre catégories (Khalanski, 2001) :

- 1) Des facteurs écologiques et biologiques qui traduisent une grande faculté d'adaptation aux conditions environnementales :
 - grande amplitude écologique (Maillet, 1996),
 - grande abondance et large aire de distribution géographique,
 - tolérance vis-à-vis de facteurs environnementaux limitants pour les espèces indigènes (polluants chimiques, perturbation de l'habitat),
 - colonisation favorisée par les activités humaines (transport par bateaux ou canaux),
 - mode de vie grégaire (pour les animaux), reproduction clonale (pour les plantes),
 - grande variabilité génétique ou génotype adapté.
- 2) Des causes de mortalité réduites :
 - absence de prédateurs,
 - absence de parasites,
 - absence d'exploitation par l'homme.

3) Une reproduction efficace :

- maturité sexuelle précoce,
- fécondité élevée,
- taux de survie élevé des stades embryon-larvaires,
- capacité rapide de dispersion des œufs et larves.

4) Une bonne exploitation des ressources trophiques :

- faible spécialisation du régime alimentaire,
- croissance rapide,
- prélèvement des ressources plus efficace que les compétiteurs indigènes.

(Khalanski, 2001)

D'autres facteurs peuvent favoriser le succès d'une espèce introduite, la sur-introduction (apport répété d'une espèce exotique dans un même site), faible biodiversité de la communauté de la région d'accueil, les milieux perturbés par l'homme, les remaniements génétiques (**hybridation, polyploïdisation**) (Boudouresque & Ribera, 1994).

b) Cas des espèces indigènes :

En ce qui concerne les phénomènes de prolifération d'espèces indigènes, il est clair que certaines espèces profitent des activités humaines non seulement pour étendre la gamme des milieux colonisés mais aussi pour accroître leur compétitivité dans des milieux naturels déjà plus ou moins occupés. Ainsi, les populations presque mono-spécifiques de chiendent rampant (*Elymus repens*) dans certaines prairies alluviales, de cirse des champs (*Cirsium arvense*) ou d'ortie dioïque (*Urtica dioica*) dans les friches agricoles trouvent bien leurs origines dans une perturbation anthropique de l'habitat. Dans les milieux aquatiques, certaines espèces de lentilles d'eau sont bien connues pour leur propension à couvrir de vastes étendues de même que les « fleurs d'eau » (algues vertes, cyanobactéries...). Ces phénomènes de développement intempestif sont en partie liés aux problèmes d'eutrophisation des eaux, bien qu'ils ne soient pas forcément corrélés directement à l'activité humaine (Hendoux *et al.*, 1999).

Effectivement, la qualité des eaux peut présenter des impacts très variables. Dans un grand nombre de cas, les milieux sont moyennement à fortement minéralisés. Les principaux nutriments que sont le phosphore et l'azote jouent des rôles importants, la forte **trophie** des eaux favorisant généralement les proliférations. Ainsi la dominance de la communauté **planctonique** par des cyanobactéries est la caractéristique de nombreux écosystèmes aquatiques eutrophisés.

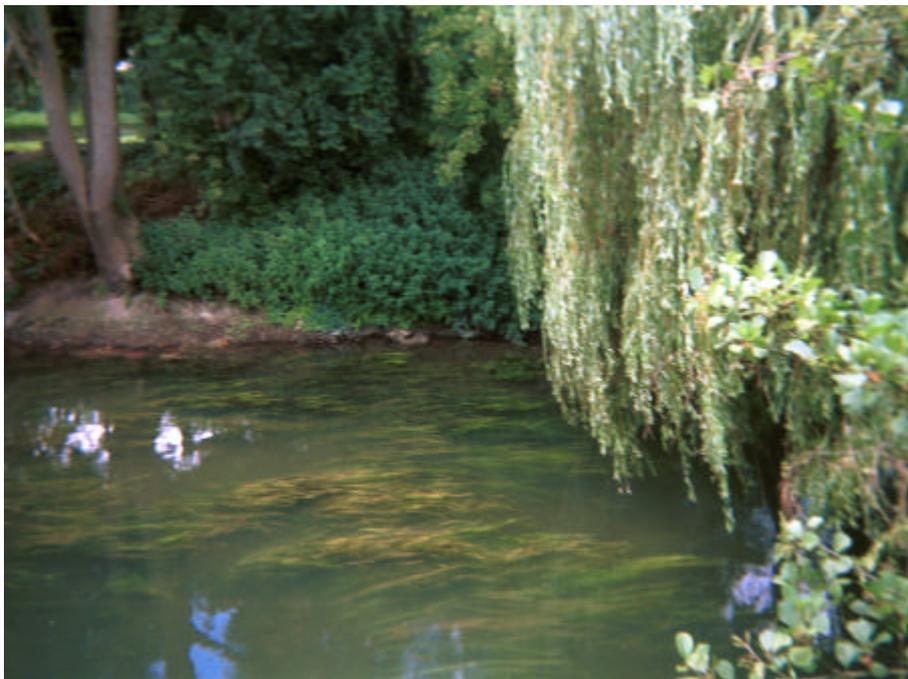


Photo n°3 : prolifération de sagittaire (*Sagittaria sagittifolia*) (feuilles rubanées) sur la Lys à Merville (59), Cécile Nepveu, juin 2002.



Photo n°4 : prolifération de callitriche à fruits plats (*Callitriche platycarpa*) sur le Crinchon à Achicourt (62), Cécile Nepveu, juillet 2002.

4. Progression d'une espèce envahissante exotique

Il y a quatre phases successives dans l'introduction d'une espèce : **l'arrivée, l'établissement, l'expansion et la persistance**. C'est au cours des deux premières phases que se joue le succès ou l'échec d'une introduction. En effet, l'arrivée de quelques individus d'une espèce n'implique pas automatiquement son établissement, et encore moins sa naturalisation, c'est à dire son intégration définitive (au moins à l'échelle humaine) à la flore ou à la faune d'une région : C'est même très certainement le contraire qui se produit, les introductions réussies ne représentant qu'un faible pourcentage des introductions potentielles (Boudouresque & Ribera, 1994).

Dans un premier temps, on observe généralement une faible croissance des effectifs : l'espèce semble fragile vis à vis des variations des conditions abiotiques ; puis, lorsque les effectifs parviennent à un certain seuil (variant selon l'espèce et souvent inconnu des scientifiques, une plante, par exemple, peut « attendre » pendant des années) l'espèce connaît un développement exponentiel lorsque les conditions climatiques le permettent (saisons en particulier) et ne semble plus régresser ou peu durant les périodes de mauvaises conditions. Enfin, lorsque le nombre d'individus arrive à un seuil maximal, correspondant bien souvent à une saturation du milieu : manque d'oxygène, de proies ou même d'espace, le développement cesse et on observe même quelquefois une régression. Cette diminution peut aussi correspondre à l'apparition d'un prédateur ou d'un compétiteur issu ou non du milieu originel de l'espèce envahissante (Dielval).

Par exemple, l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*), plante aquatique originaire d'Amérique du Nord, fut introduite en Europe au XIX^{ème} siècle. Elle s'est rapidement naturalisée et a colonisé les réseaux hydrographiques d'une grande partie de l'Europe au cours de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle (elle était considérée à cette époque comme la principale « peste aquatique »). Elle a ensuite régressé au cours du XX^{ème} siècle et s'est « intégrée » aux phytocénoses aquatiques. Elle devient même rare dans certaines régions parfois suite à la compétition avec l'élodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*) originaire d'Amérique du Nord également. Cette dernière, introduite au XX^{ème} siècle est en pleine phase de colonisation expansive. Elle s'est largement étendue dans les Iles britanniques, en Europe moyenne et en France. Cette substitution de l'élodée de Nuttall à celle du Canada dans de nombreuses localités peut s'expliquer par la vitesse d'élongation des tiges et une production de bourgeons axillaires plus rapide pour la première espèce. Mais il a été montré que des attributs écophysologiques comme une grande aptitude à absorber les orthophosphates et l'azote ammoniacal pouvait également expliquer l'expansion de *Elodea nuttallii* au détriment de *Elodea canadensis* (Müller, 2001a).

Ce déclin, faisant suite au pic de densité appelé phénomène de « **Boom and Bust** », peut parfois amener la population de l'espèce invasive (notamment introduite ou arrivée seule) jusqu'à son extinction. Un tel phénomène démographique a été rapporté chez des populations insulaires de lapins de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) et de chat haret (*Felis catus*) introduit secondairement pour les contrôler (Williamson & Fitter, 1996), ainsi que chez le mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon*) dans l'archipel de Kerguelen (Chapuis *et al.*, 1994). C'est aussi le cas du crabe chinois qui fut introduit en Europe au début du XX^{ème} siècle. Après avoir colonisé tous les grands estuaires de la mer du Nord, de la Baltique, les côtes atlantiques et de la Manche, il fut signalé dans le midi de la France (Languedoc-Roussillon) qu'il a gagné grâce à l'ouverture des canaux (Petit, 1960). Après sa phase d'extension, l'espèce s'est considérablement raréfiée depuis une quarantaine d'années dans la plupart des zones colonisées du Nord de la France et du Benelux et a même disparu du Languedoc-Roussillon (De Leersnyder, 1966); (Vigneux *et al.*, 1993).

Le temps d'extinction d'une espèce introduite « subissant » ce phénomène peut s'avérer très variable. Ainsi, des variations de l'ordre de 1 à 40 ans ont été observées dans des populations de passereaux sur les îles Hawaï (Moulton, 1993) ; (Williamson, 1996) ; (Williamson & Fitter, 1996) ; (Tranchant, 2001).

5. Conséquences des invasions biologiques

Les invasions biologiques peuvent causer quatre types d'impacts : écologique, économique, génétique et sanitaire.

a) *Impacts écologiques*

(1) *Négatifs*

Les impacts écologiques d'une espèce envahissante peuvent être importants. Un écosystème est un équilibre « façonné » en des milliers d'années par la mise en place d'un réseau d'interactions entre chacune des espèces le composant et les conditions abiotiques. Il suffit donc de perturber ce réseau, en faisant disparaître l'une des espèces par exemple, pour fragiliser à plus ou moins long terme cet équilibre. C'est ce qui se passe lorsqu'une nouvelle espèce prolifère (Dielval). Ces espèces peuvent affecter le cycle de l'eau, les bassins versants (provoquant des inondations), amplifier les phénomènes d'érosions (Hobbs & Huenneke, 1992); (Mack *et al.*, 2000), diminuer la productivité de l'écosystème (Williamson, 1996), perturber le cycle de l'azote et les disponibilités en nutriments, altérant de ce fait les processus écosystémiques globaux (Mack *et al.*, 2000) (Tranchant, 2001). L'invasion par une exogène peut parfois même conduire à la destruction du milieu d'introduction (Dielval).

Ce dernier impact peut être illustré par l'exemple de l'amour blanc (*Ctenopharyngodon idella*), originaire d'Asie orientale, qui a été introduite pour le contrôle de la végétation aquatique dans de nombreuses régions. Cependant la consommation d'une quantité considérable de macrophytes et la réduction ou l'éradication de la végétation aquatique contribuent également à une altération des habitats aquatiques par un accroissement de la turbidité des eaux, par une diminution de la consommation en oxygène et une perte des habitats refuges et des zones d'alimentation (perturbation de la chaîne trophique après disparition des invertébrés inféodés aux végétaux) et des aires de reproduction des espèces **phytophiles**, d'où des effets négatifs vis-à-vis des poissons et des oiseaux aquatiques (Bain, 1993); (Bruslé & Quignard, 2001). Ainsi l'introduction d'une seule espèce peut perturber l'ensemble de l'écosystème.

L'impact le plus préoccupant est l'atteinte à la biodiversité. Les introductions d'espèces animales et végétales sont désormais considérées comme la deuxième cause d'appauvrissement de la biodiversité, juste après la destruction des habitats. Les populations d'espèces endémiques (exclusives à une aire donnée) sont particulièrement vulnérables à la compétition avec des espèces introduites; c'est ainsi que de nombreuses espèces endémiques présentes dans des îles ont disparu du fait de l'introduction de carnivores, de prédateurs ou d'une flore allochtone. Dans certaines îles de l'Océan indien, 80 % des espèces végétales inventoriées actuellement ont été introduites depuis le XVIII^{ème} siècle (Khalanski, 2001). En France, les populations d'écrevisses signal (*Pacifastacus leniusculus*) se sont répandues au détriment des espèces indigènes (notamment les écrevisses à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) du fait de la pollution de l'eau car les écrevisses introduites étaient mieux adaptées aux milieux pollués (ceci correspond donc à une invasion favorisée par une modification du milieu provoquée par l'homme) (Jourdan, 2001).

Une des causes de la diminution de biodiversité est la compétition entre les espèces indigènes et les espèces invasives occupant une niche écologique très proche. Elle s'exerce de multiples façons qui concourent à réduire, voire à éliminer totalement les espèces indigènes sur une partie plus ou moins grande de leur aire de répartition (Khalanski, 2001).

Dans un premier temps, l'espèce qui envahit le milieu va occuper les niches écologiques des espèces indigènes et donc petit à petit provoquer leur disparition. C'est la **compétition pour l'espace** (Dielval). Elle se manifeste alors par une occupation de l'espace qui peut être exclusive et qui peut modifier profondément des habitats ; c'est le cas des macrophytes qui couvrent en totalité la surface de plans d'eau comme par exemple l'azolla fausse-fougère (*Azolla filiculoides*) fougère aquatique qui, lorsqu'elle prolifère, forme un tapis très épais à la surface de l'eau empêchant la lumière de pénétrer ce qui modifie les conditions physico-chimiques du milieu ; ou du crustacé amphipode *Corophium curvispinum* dont les tubes muqueux envasés couvrent le fond des rivières et sont inhospitaliers pour de nombreuses espèces **benthiques** (Simon *et al.*, 2001) ; (Khalanski, 2001).

L'espèce invasive peut également entrer en **compétition trophique** avec les espèces endémiques ; c'est à dire que l'espèce exogène va s'accaparer les ressources nutritives aux dépens des autres espèces se nourrissant des mêmes éléments (Dielval). C'est le cas des mollusques filtreurs tels que la crépidule (*Crepidula fornicata*, gastéropode marin) et des bivalves d'eau douce comme la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et le clam asiatique (genre *Corbicula*) qui détournent une part importante du plancton végétal. La crépidule se fixant sur leur coquille, ce sont les bivalves Unionidés indigènes qui sont le plus touchés par la compétition avec ce gastéropode (Khalanski, 1996), en ce qui concerne la moule zébrée, filtrant 1 litre d'eau par jour, elle réduit la quantité de nourriture pour les poissons herbivores (Anonyme, 2002b).

Certaines espèces envahissantes sont la cause de mortalités importantes susceptibles de mettre en péril des populations indigènes, soit par prédation (par exemple des prédatons sur des pontes de poissons), soit par production de toxines, implantation de maladies infectieuses ou de parasites (Khalanski, 2001).

Par exemple, la plupart des cyanobactéries proliférantes peuvent produire dans des conditions pas toujours bien définies trois types de toxines : **hépatotoxines**, **neurotoxines** et **dermatotoxines**. Les deux premières catégories de toxines ont causé l'empoisonnement d'animaux (bovins, équins, chiens, poissons) dans le monde. En Europe, les pays scandinaves (Finlande, Suède, Danemark) ont signalé des cas depuis 1933. L'homme n'est pas à l'abri de ces toxines à la fois par l'ingestion de l'eau ou par contact par la peau pour les dermatotoxines. Les hépatotoxines sont connues pour inhiber la synthèse des **phosphatases protéiques** chez les mammifères et pourraient être un facteur favorable au développement des tumeurs (Collectif, 1997).

De même, le sandre (*Stizostedion lucioperca*), poisson typique d'Europe centrale et orientale s'est progressivement étendu vers le nord et l'ouest de l'Europe, en particulier à la faveur des canaux de navigation. Celui-ci n'est pas arrivé seul dans nos cours d'eau mais accompagné de son parasite, un trématode (*Bucephalus polymorphus*) responsable de graves **épizooties** des populations françaises de cyprinidés (gardon, brème, vandoise, ablette, chevaine, ...) servant d'hôtes intermédiaires (Bruslé & Quignard, 2001).

A la compétition inter-spécifique (effet négatif-négatif entre deux espèces) s'ajoutent l'**amensalisme** (association stable entre deux individus d'espèces différentes bénéfique pour l'une et sans effet pour l'autre) et l'**inondation biologique** (une espèce surpasse en nombre toutes les autres) qui sont des mécanismes subtils et complexes très difficiles à détecter et à analyser (Williamson, 1996). Ils peuvent conduire au niveau spécifique à des extinctions d'espèces animales (plus de 200 espèces endémiques de poissons ont disparu suite à l'introduction de la perche du Nil dans le lac Victoria) (Lévêque, 2000) ; (Pascal & Chapuis, 2000) ; (Kolar & Lodge, 2001) et végétales (l'introduction de la plante aquatique *Elodea nuttallii* dans les eaux faiblement minéralisées des ruisseaux des Vosges du Nord a conduit à la disparition d'une des rares stations de *Myriophyllum alterniflorum* (Müller, 2000)) mais aussi à la destruction d'habitats, directement ou par le biais de phénomènes de perturbations en cascade (Mack *et al.*, 2000) (Tranchant, 2001). Ainsi, la renouée du Japon (*Fallopia japonica*) plante que l'on peut observer le long des cours d'eau, fragilise les berges, il s'en suit un atterrissement du cours d'eau détruisant les habitats aquatiques (Müller, 2001b).

(2) Bénéfiques

Toutes les introductions n'entraînent pas une chute de la diversité des peuplements dans la mesure où les espèces impliquées ne sont pas invasives. Sur les cours d'eau du Sud-Ouest de la France les 420 espèces végétales exotiques recensées dans le corridor fluvial contribuent au contraire à augmenter la biodiversité ; celles-ci ont généralement une emprise modérée et colonisent les zones enrochées désertées par les espèces autochtones (Khalanski, 2001). C'est le cas également du mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon*) ou du cerf de Corse (*Cervus elafus*) qui bien qu'introduits présentent actuellement une forte valeur patrimoniale (Tranchant, 2001). Il faut toutefois signaler que le mouflon de Corse a été introduit sur l'île il y a 8000 ans, il est le témoin exceptionnel des prémices de l'élevage puisque ces ancêtres étaient des moutons domestiqués qui se sont échappés.

Quoiqu'il en soit, ce serait interpréter de façon très primaire la problématique de la biodiversité que de considérer que toute augmentation du nombre d'espèces dans une région, quelle qu'en soit l'origine, est bénéfique. Il ne faut pas en effet confondre la conservation de la biodiversité planétaire, c'est à dire du patrimoine génétique, avec l'éventuelle augmentation locale de la biodiversité sous l'effet d'espèces introduites. Duvigneaud parle de **biodiversité négative**.

De plus, une espèce qui prolifère peut favoriser le maintien ou la progression d'autres espèces en fournissant une ressource alimentaire en abondance (les écrevisses peuvent servir de proies pour les poissons carnivores, la moule zébrée constitue une ressource pour certains oiseaux comme le fuligule morillon ou en créant un milieu d'accueil pour ces espèces (les roseaux (*Phragmites australis*) forment des roselières, habitats de nombreux oiseaux ; ces formations de poacées figurent à ce titre sur la Directive « Habitats » en tant qu'habitat d'intérêt communautaire) (Anonyme, 1999c).

b) Impacts économiques

Outre les conséquences écologiques, les invasions biologiques sont également néfastes directement pour l'homme. Elles causent des pertes économiques considérables (estimées à 146 milliards d'euros par an, uniquement pour les Etats-Unis) dues notamment aux baisses de rendement des cultures, mais aussi des forêts et des systèmes aquatiques (Mack *et al.*, 2000); (Lévêque, 2000) ; (Pascal & Chapuis, 2000); (Kolar & Lodge, 2001) (Tranchant, 2001).

Effectivement, la prolifération des plantes ou des animaux aquatiques peut gêner les activités humaines (Anonyme): en perturbant le régime hydraulique, en favorisant la formation d'atterrissements, en encombrant le lit des cours d'eau ou les plans d'eau, en fragilisant les berges ou les ouvrages et en modifiant les paramètres physico-chimiques de l'eau. Par exemple, l'écrevisse rouge de Louisiane (*Procambarus clarkii*) est responsable de la destruction des berges (creusement de terriers et dégradation de la végétation) et de la dégradation du sol (elle construit des terriers en cheminée en période de sécheresse) (Detaint, 2001). C'est également le cas du ragondin et du rat musqué, deux espèces de mammifères qui construisent leurs terriers sur les berges, et de plantes comme les renouées (*Fallopia sp.*), la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) ou encore la balsamine géante (*Impatiens glandulifera*).

C'est la pêche, activité la plus pratiquée, qui subit le plus de nuisances. Cependant, dans les secteurs exploités pour les activités touristiques les proliférations sont aussi perçues comme une gêne (Anonyme, 1999c).

(1) Gêne à la pêche

Tout d'abord les herbiers formés par les espèces végétales aquatiques invasives constituent une gêne physique pour la pêche (Boudouresque & Ribera, 1994). Les nuisances les plus évidentes occasionnées par les jussies (*Ludwigia sp.*) sont d'ordre physique : gênes vis à vis des écoulements (irrigation, drainage) ou une accélération du comblement des milieux. Les herbiers de ces plantes aquatiques peuvent être denses, perturbant le cycle de l'oxygène et modifiant le pH dans l'eau (mortalité des poissons) et surtout ils rendent la pratique de la pêche en eau douce difficile (Dutartre, 2001c).

Cette dernière peut également être très perturbée par l'introduction d'espèces exogènes. Ainsi, les pêcheries de Mer Noire et de la Mer d'Azov, déjà affectées par la pollution importante, ont fortement décliné depuis 5 ans, à la suite de la prolifération dans ces eaux de la méduse introduite *Mnemiopsis leidyi* (compétition pour l'espace et les ressources avec les poissons) ; dans la seule Mer d'Azov, les pertes de la pêche sont estimées à 2000 tonnes par an, le coût pour la Mer Noire est estimée à 250 millions de dollars (Boudouresque & Ribera, 1994).

L'introduction de parasites et de pathogènes via l'importation d'espèces exotiques, génère également des problèmes.

Un ver nématode (*Anguillicola crassus*), originaire du Sud-Est asiatique et parasite de l'anguille japonaise (*Anguilla japonica*) a été introduit en Allemagne avec des **civelles** destinées à l'élevage, dans les années 80. Il a trouvé en l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*), un nouvel hôte, vierge de tout passé de défense immunitaire et donc plus sensible et vulnérable que l'anguille japonaise. Il s'est rapidement répandu dans toute l'Europe, de la Baltique à l'Espagne, avec des taux de prévalence (pourcentage d'individus infestés) atteignant 90 % et des taux d'infestation élevés (jusqu'à 73 parasites par individu d'anguille). Quatre autres parasites de l'anguille ont été introduits en Europe. Aujourd'hui l'espèce est considérée comme vulnérable et inscrite sur la liste des espèces menacées (Boudouresque & Ribera, 1994).

(2) Gêne à l'aquaculture

L'impact économique et l'impact écologique sont souvent liés. Des pertes économiques considérables peuvent résulter de l'introduction de parasites et d'agents pathogènes (Khalanski, 2001).

Un cas resté célèbre chez les ostréiculteurs est celui de l'algue marine *Colpomenia peregrina*. Originnaire du Pacifique, elle est arrivée dans les parcs à huîtres de Bretagne en 1904, par les coques et les ancres de bateaux, et s'est rapidement répandue sur toutes les côtes européennes. On l'appelait « la voleuse d'huîtres ». Son **thalle** en forme de baudruche s'accroche au substrat (en l'occurrence l'huître) et se remplit d'air à marée basse. Lorsque le flux s'inverse, il forme un flotteur qui décroche son support et l'entraîne au grès du courant. Ce phénomène entraîne des pertes d'huîtres pour les ostréiculteurs (Barbault, 2001). La crépidule (*Crepidula fornicata*), mollusque qui fut introduit en Europe en 1944 depuis la côte est des Etats-Unis, est une nuisance pour les élevages de moules et d'huîtres, ainsi que pour les fonds à coquilles Saint-Jacques, avec lesquelles elle entre en compétition pour la nourriture et l'occupation de l'espace (Boudouresque & Ribera, 1994). L'arrivée dans le bassin de Marennes-Oléron d'un bigorneau perceur (*Ocenebrellus inornatus*), compétiteur de l'espèce indigène (*Ocenebra erinacea*) en 1995 constitue également une nouvelle menace pour les huîtres (Khalanski, 2001).

(3) Gêne au tourisme

La prolifération d'espèces végétales aquatiques empêche les activités nautiques de loisirs : la baignade, le pédalo, le canoë, ...

Les méduses, la moule zébrée constituent une gêne dans la mesure où les touristes n'apprécient pas leur présence. En effet, ils ont peur des piqûres de méduses et n'aiment pas les coquilles coupantes des moules.

(4) Gêne à la navigation

Les herbiers aquatiques flottants, l'atterrissement dû à la dégradation des berges par le ragondin, ou les végétaux nuisent considérablement à la navigation sur les cours d'eau (bateaux, péniches, ...). Le cas de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*), phanérogame, est exemplaire. Son exceptionnelle capacité à proliférer lui permet de couvrir les voies d'eau d'un tapis qui peut atteindre 2 mètres d'épaisseur, empêchant la navigation, obstruant les canaux, provoquant l'inondation des plaines. Peu ou pas consommée par les herbivores, elle pourrit en profondeur, diminuant la teneur en oxygène de l'eau et éliminant les poissons. Cependant de récentes données indiquent que certaines populations de rhinocéros asiatiques (*Rhinoceros sp.*) ont appris à consommer la Jacinthe d'eau, de ce fait cet animal en voie d'extinction ré-augmenterait ses effectifs. La jacinthe d'eau constitue de plus un micro-habitat favorable aux agents de maladies humaines comme la **malaria**, l'**encéphalite** et la **schistosomiase** (Boudouresque & Ribera, 1994).

(5) Gêne à l'industrie

L'impact économique s'exerce aussi sur les usages de l'eau : bio-salissures sur les coques des bateaux et dans les circuits d'eau brute. L'invasion des eaux intérieures du Canada et des Etats-Unis par la moule zébrée à la fin des années 1980 a eu un effet économique considérable (Khalanski, 2001).

En effet, en Amérique du Nord, dans la région des Grands Lacs, la moule zébrée envahit les canalisations de prises d'eau industrielles et municipales, avec d'énormes dommages : elle menace les ressources en eau potable de 25 millions de personnes, ainsi que le fonctionnement des centrales électriques. Une conséquence indirecte des introductions de cette espèce peut être la pollution induite par les produits **anti-fouling** utilisés pour tenter d'empêcher son installation dans les canalisations (Boudouresque & Ribera, 1994).

La moule zébrée a un impact industriel similaire en France métropolitaine : certaines centrales thermiques exploitées par EDF sont colonisées par ce bivalve mais aussi par un autre : le clam asiatique (*Corbicula fluminea*), en particulier Cattenom sur la Moselle, Golfech sur la Garonne, Bugey sur le Rhône. Ceci implique, en l'absence de traitements chimiques, de procéder à des nettoyages lorsque les circuits sont mis à sec ou même à des nettoyages sous l'eau grâce à des plongeurs (Khalanski, 2001).

(6) Bilan économique

D'après une commission d'enquête du congrès des Etats-Unis, les dommages économiques causés à ce pays depuis le début du siècle par les espèces introduites (terrestres et marines) sont estimées à au moins 103 milliards d'euros, dont 5 319 millions pour la seule moule zébrée. Il s'agit d'une estimation minimale, puisque seulement 79 des 4500 espèces introduites aux Etats-Unis ont été prises en compte (ceci explique les 146 milliards par an avancés précédemment par (Mack *et al.*, 2000); (Lévêque, 2000) ; (Pascal & Chapuis, 2000); (Kolar & Lodge, 2001). Toujours aux Etats-Unis, il est estimé que 15 % des espèces introduites ont causé des dommages économiques et environnementaux (Boudouresque & Ribera, 1994).

En France, les moyens de lutte mis en œuvre contre la propagation d'espèces invasives comme les jussies et le lagarosiphon (*Lagarosiphon major*) ont un coût financier non négligeable : location ou achat et entretien des engins utilisés pour le désherbage, achat des produits chimiques, main d'œuvre...

Les conséquences des introductions d'espèces exploitées ne sont heureusement pas toujours négatives. Ainsi l'importation volontaire de la palourde japonaise (*Ruditaps philippinarum*) dans les années 80 pour diversifier la production conchilicole française, a causé l'introduction de l'espèce sur le littoral atlantique français où elle est en compétition avec l'espèce indigène sans causer de dommage écologique identifié. Actuellement, des populations de palourde japonaise sont exploitées, celle qui s'est développée dans le Golfe du Morbihan, fait vivre 300 à 400 personnes (Glemarec, 2000); (Khalanski, 2001).

En Israël, les poissons introduits représentent actuellement le tiers des prises de pêche. Les crevettes lessepsiennes (*Penaeus japonicus* et *P. monoceros*) sont aujourd'hui largement pêchées en Egypte, Israël et Turquie, où elles représentent la majorité des prises (Boudouresque & Ribera, 1994).

La spartine anglaise (*Spartina anglica*), plante de la famille des graminées, accélère la fixation et la consolidation des sols dans les marais littoraux, puis leur protection contre la mer.

Dans le domaine continental, on peut mentionner les opérations de reboisement réussies grâce à des espèces introduites par exemple, le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans le massif du Lubéron (Boudouresque & Ribera, 1994).

L'introduction volontaire de certaines espèces a donc permis de générer, ou de maintenir, des activités économiques (Khalanski, 2001).

c) Impacts génétiques et évolutifs

Un autre effet des invasions biologiques est le mélange de nouvelles populations (entre taxons d'une même espèce : sous espèces) qui permet de nombreuses hybridations provoquant parfois chez certaines espèces un changement génétique rapide (Williamson, 1996); (Williamson & Fitter, 1996); (Mack *et al.*, 2000); (Tranchant, 2001).

En effet, des risques au niveau intra-spécifique existent : flux de gènes entre population introduite et population autochtone. Cette dernière peut ainsi acquérir des caractères allant à l'encontre de son adaptation aux conditions locales (caractères de sensibilité, de domestication...) et pouvant aller jusqu'à causer sa disparition si le flux de gènes est massif. Par exemple les populations sauvages françaises de peuplier noir (*Populus nigra*) ont été très largement « polluées » par les gènes provenant des **cultivars** utilisés en populiculture (Galland, 1996).

Il convient de noter que ce risque de « pollution génétique » existe également dans le cas des espèces exotiques, qui peuvent s'hybrider avec des espèces indigènes proches. Les hybrides interspécifiques qui en résultent peuvent alors prendre un comportement envahissant (Galland, 1996). Ce risque de transfert de gènes a été démontré pour la spartine d'Angleterre (*Spartina townsendii*). Suite à l'introduction de la spartine à fleurs alternes (*Spartina alterniflora*) en Angleterre, l'hybridation de cette dernière avec l'espèce indigène, la spartine maritime (*Spartina maritima*) a donné une plante beaucoup plus vigoureuse (*Spartina townsendii*) qui s'est rapidement répandue sur les côtes et menacent aujourd'hui l'espèce indigène (*Spartina maritima*) (Hendoux *et al.*, 1999).

Enfin, et surtout il convient de rappeler que le transport des eaux de ballast, en contournant facilement les barrières géographiques, provoque un formidable brassage génétique à l'échelle planétaire dont les conséquences sont inconnues.

d) Impacts sanitaires

L'introduction de virus (comme Ebola) ou de parasites étrangers représente une véritable menace pour la santé humaine (Lévêque, 2000) ; (Kolar & Lodge, 2001). En effet, l'introduction d'espèces hôtes allochtones, non seulement joue un rôle dans la dissémination de l'agent pathogène, mais semble également être impliquée dans l'accélération des processus de constitution de nouveaux couples hôte-pathogène, processus dont l'impact sur la santé humaine et vétérinaire, et la faune sauvage est difficile à évaluer (Pascal & Chapuis, 2000) (Tranchant, 2001).

Une grande variété de taxons est impliquée dans les effets sanitaires : espèces produisant des toxines libérées dans l'eau (dinoflagellés, cyanobactéries), espèces responsables de maladies infectieuses (bactéries et virus), parasites. Citons le cas d'un **arbovirus** transmis par des moustiques circulant principalement en Afrique subsaharienne et dont le cycle fait intervenir des oiseaux. Il peut atteindre l'homme et les chevaux induisant généralement une maladie fébrile pseudo-grippale et dans certains cas des encéphalites. Des moustiques, principalement du genre *Culex*, et des oiseaux sauvages représentent les vecteurs/récepteurs de ce virus. Des cas ont été diagnostiqués dans le Nord-Est des Etats-Unis à l'été et l'automne 1999, période de l'introduction de ce virus sur le continent Nord-américain. A la mi-août 1999, des corneilles sauvages ont été trouvées mortes dans la rue, à la sortie du zoo du Bronx à New York. A peu près en même temps, dans la même ville, quelques personnes mouraient d'encéphalite ainsi que quelques chevaux sur Long Island. A la fin d'août, des corneilles mortes étaient signalées dans tout le sud de l'état de New York et de Long Island.

Au début de septembre, des oiseaux exotiques mouraient aussi au zoo du Bronx et ces mortalités persistèrent pendant trois semaines. Lors de l'hiver 2000, à New York, il a provoqué 15 décès humains.

En France, une épizootie fut signalée en 1962/1963 en Camargue chez des chevaux avec plusieurs cas humains associés. Le virus fut isolé de moustiques de l'espèce *Culex modestus* en 1964/1965 ainsi que chez un cheval malade (Mondet, 2000) ; (Khalanski, 2001).

La prolifération de certaines espèces végétales provoque également des atteintes graves à la santé humaine. Il en est ainsi de la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) dont le contact provoque de fortes dermatoses et surtout de l'ambroisie (*Ambrosia artemisiifolia*) dont le pollen est très allergisant (Müller, 2000).

e) La perception des effets des invasions biologiques varie avec les points de vue

Estimer objectivement l'impact d'une introduction (ou d'une prolifération) sur les services rendus par un écosystème demeure un important enjeu de recherche (Haury & Pattee, 1996). Un tel enjeu implique que les services rendus soient définis et mesurés objectivement. S'il est relativement facile d'estimer en termes économiques le tonnage de poissons pêchés dans un lac, il l'est moins d'estimer l'influence de la limpidité des eaux sur le bien être des populations riveraines ou sur la fréquentation touristique. Dans ce lac hypothétique, l'introduction d'un animal filtreur comme la moule zébrée, entraînera sans doute une diminution de la turbidité des eaux. En diminuant les ressources nutritives, cette diminution de turbidité aura eu un effet négatif sur la quantité de poissons pêchés, mais en revanche un probable effet positif sur la fréquentation touristique. Pour évaluer les effets d'une espèce envahissante sur un milieu, il est nécessaire de faire interagir les acteurs des sciences biologiques et les acteurs des sciences socio-économiques (Joly, 2000).

La perception des « nuisances » occasionnées par les proliférations d'espèces dépend aussi de la localisation de l'espèce dans le milieu (si elle occupe les rives ou la profondeur), de la taille relative du milieu et du secteur colonisé (un herbier de dimension réduite peut-être gênant dans un petit étang mais sera insignifiant dans un grand étang), et enfin de la nature et de l'intensité des usages développés sur ce milieu (Dutartre *et al.*, 1996). En fait, il faut rappeler qu'aujourd'hui on considère qu'une nuisance est une gêne occasionnée à un usage du milieu par l'homme (cette notion est en effet essentiellement anthropique) : dans un plan d'eau que l'homme n'utilise pas, il n'y a pas de nuisances ... (Oyarzabal, 1998).

De plus, la perception des modifications biologiques du cadre de vie traditionnel fait intervenir de nombreux paramètres : techniques, économiques, affectifs. Chacun perçoit différemment les modifications biologiques de son cadre de vie traditionnel.

D'autre part, les espèces exotiques peuvent être intégrées dans le paysage mais aussi dans l'histoire du lieu où elles se trouvent et ainsi être chères aux habitants. Tacnet (1959) raconte que « le 30 juin 1941, le long de la route nationale 6, à l'entrée de Gamay existait, côté gauche, une station monumentale de berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) sur environ trente mètres. En 1956, en compagnie de Monsieur Nectoux, nous avons constaté que cette plante ombellifère avait disparu, mais à l'entrée de cette localité, toujours à gauche dans une haie de jardinet, nous reconnûmes les ombelles de la plante. Voulant montrer à mon confrère cette originaire du Caucase introduite en 1880, d'un geste sec nous avons rompu le pétiole d'une ombelle. Aussitôt des cris d'indignation, venus de la maison « d'en face », nous avertirent qu'il y avait sacrilège.

Il ressort de la conversation que nous avons eue avec les institutrices qui en assurent bénévolement la garde, que cette plante aurait été semée par un instituteur de Gamay, lequel se serait procuré la graine dans la région ; si l'on juge par les diverses localités où elle a pu être introduite avec des détritiques, cette espèce a dû jouir d'une période d'engouement ornemental en cette région où la fertilité lui est favorable. Nous avons appris des institutrices que la première station de Gamay avait été détruite par un cantonnier qui vouait à la berce une rancune des plus tenaces » (Tacnet, 1959).

En fait la perception des nuisances et bénéfiques de la présence de telle ou telle espèce est différente selon l'utilisation que chaque personne fait du site.

La fixation et la consolidation des sols dans les marais littoraux par la spartine anglaise (*Spartina anglica*) a été citée dans les impacts positifs ; cependant la fixation des vases salées provoque la régression des populations d'échassiers et limicoles consommateurs de faune endogée. Cet exemple montre bien que tout est question de subjectivité. De même, si les opérations de reboisement ont été réussies grâce à des espèces introduites dans le massif du Lubéron, elles se sont faites aux dépens de qui et de quoi ?

Par conséquent, sur un site précis, certains acteurs considéreront la présence d'une espèce invasive néfaste et d'autres bénéfique et ce toujours en fonction des intérêts de chacun. **Les notions de « nuisance » et de « bénéfiques » sont, en fait, très subjectives.**

D'autre part, il est nécessaire de noter que la taille de la population joue un rôle important dans les perceptions des différents acteurs.

D. ASPECTS REGLEMENTAIRES

Les législations concernent, essentiellement, les introductions d'espèces exotiques et non pas le déplacement d'espèces indigènes dans une région où elles sont absentes.

Trois types d'introduction sont à considérer : les introductions délibérées, les introductions accidentelles par évasion, et les introductions purement accidentelles. Si quelques textes internationaux et législations nationales de quelques pays envisagent les deux premiers types d'introduction, le troisième reste largement ignoré. Il en va de même du principe de précaution, adopté lors du sommet de Rio de 1992. Ce principe énonce que « pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risques de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitudes scientifiques absolues ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement ».

1. Aux niveaux international et communautaire

a) *La Convention de Berne*

Ce texte est disponible sur le site Internet du Conseil de l'Europe : www.coe.int/portailT.asp

La **Convention de Berne** relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe a été adoptée le 19 septembre 1979. Les objectifs de cette Convention sont de trois ordres : sauvegarder la flore et la faune sauvages et leurs habitats naturels, encourager la coopération entre les Etats, accorder une attention particulière aux espèces menacées d'extinction et vulnérables, et aux habitats naturels menacés. D'autre part, ce texte stipule, article 11, paragraphe 2b) que : « chaque Partie contractante s'engage à contrôler strictement l'introduction des espèces non indigènes » (cf Annexe Ia).

Cette Convention est gérée par une conférence des Parties appelée le « Comité permanent », qui s'est déjà réuni vingt fois depuis l'entrée en vigueur du texte en 1982. Elle dispose d'un petit secrétariat qui dépend du Conseil de l'Europe. Au cours des dix huit dernières années, la Convention a mis en place un système de suivi de son application par les Parties, qui repose sur le travail de groupes d'experts spécialisés et sur l'examen des violations présumées.

Un premier rapport du secrétariat (Isabelle Trinquelle : « *Aspects juridiques des introductions et des réintroductions d'espèces de la faune sauvage en Europe* »), a révélé qu'il existe des écarts et des différences considérables dans la manière dont les divers Etats d'Europe appliquent, au plan national, l'article 11, paragraphe 2. Certains pays n'avaient que peu ou pas de loi sur la question, et aucun n'envisageait les conséquences d'introductions dans d'autres Etats. Le contrôle des introductions illicites était insuffisant et les mesures préventives souvent inexistantes. Le rapport recommandait de prendre des mesures juridiques et administratives plus saines, et proposait même un « article modèle » (pour une loi de conservation) relatif aux introductions :

« Le lâcher en milieu naturel d'animaux appartenant à une espèce ou à une sous-espèce non indigène à la région concernée est interdite sauf autorisation de l'autorité nationale compétente.

L'autorisation dérogatoire est délivrée au vu :

- des raisons d'intérêt général qui peuvent motiver l'introduction de cette espèce et de l'absence d'autres solutions satisfaisantes.
- d'une analyse taxonomique, écologique et éthologique de l'espèce concernée et d'une analyse écologique du milieu récepteur .
- d'une étude d'impacts écologiques tenant particulièrement compte des risques d'hybridation et de concurrence avec les espèces ou les sous espèces indigènes ainsi que des risques d'épidémie et d'altération du milieu ;
- d'un programme de mise en œuvre technique et de suivi de l'opération.

Le dossier de demande d'autorisation ainsi constitué est soumis, pour avis, à un organisme scientifique compétent.

La liste des espèces indigènes est établie aux niveaux national et régional et est accessible au public. »

Alarmé par les lacunes dans l'application de la disposition relative à l'introduction d'espèces non indigènes (et par certaines réintroductions malheureuses), le Comité permanent de la Convention a décidé, de créer un groupe d'experts. Ce groupe a rassemblé et analysé les diverses lois nationales sur les espèces envahissantes et a proposé des activités tendant à harmoniser les textes nationaux sur les espèces introduites, notamment dans les domaines des définitions, de la portée territoriale des dispositions, de l'établissement de listes d'espèces dont l'introduction est indésirable, de l'identification des autorités responsables de la délivrance de permis, des conditions de délivrance de tels permis et des contrôles effectués. Il a été estimé en outre que les règles applicables au commerce des espèces étaient un motif de préoccupation.

Dans le cadre du contrôle des espèces envahissantes non indigènes, une importante question à traiter est l'identification des espèces qui posent déjà un problème ou risquent d'avoir un impact négatif sur les espèces indigènes. Divers groupes d'experts de la Convention de Berne (des amphibiens et des reptiles, et de la conservation des plantes) ont relevé, dans leur domaine de compétence, des espèces introduites qui pourraient présenter un danger. Ce travail est actuellement complété par une étude systématique des groupes.

Les travaux du Comité permanent (relatif à la Convention de Berne) se poursuivront et porteront sur d'autres groupes, ainsi que sur la lutte contre les espèces non indigènes particulièrement nuisibles. La Convention de Berne dispose d'un mécanisme de suivi appelé « système des dossiers », qui permet de vérifier le respect des engagements par les Etats. Etant donné que les procédures de réclamation sont en général lancées par des organisations non gouvernementales, le Comité permanent a examiné plusieurs dossiers relatifs à des espèces envahissantes non indigènes, et a adopté des recommandations sur les écrevisses exotiques, l'algue marine *Caulerpa taxifolia*, l'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*) en Italie et l'éradication de l'érismaire à tête rousse (*Oxyura jamaicensis*) (www.nature.coe.int/CP21/tpvs10f.doc).

La Convention de Berne réunit la grande majorité des Etats d'Europe (39 sur 45) et a permis de constater que l'échelle régionale convient particulièrement bien au traitement des problèmes liés aux espèces non indigènes envahissantes. Il est nécessaire que tous les pays d'Europe fassent « cause commune » pour miser sur le principe de précaution en évitant l'introduction de nouvelles espèces envahissantes. La réussite dépend entièrement de la coopération internationale. C'est pourquoi la Convention s'efforce de réaliser une meilleure synergie avec d'autres institutions européennes afin d'harmoniser la législation et les programmes sur les espèces non indigènes envahissantes (Collectif, 2001).

b) Les autres textes internationaux

Les grands textes internationaux dans le domaine de la conservation des espèces sauvages comportent tous une disposition relative aux introductions d'espèces non indigènes :

- ✓ **La Directive « oiseaux »** (<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/legislations/convint/CE79409B.html>) du 2 avril 1979, concerne « la conservation de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des états membres dans lesquels le traité est d'application. Elle a pour objet la protection, la gestion et la régulation de ces espèces et en réglemente l'exploitation ». Dans son article 11 elle précise que : « les Etats membres veillent à ce que l'introduction éventuelle d'espèces d'oiseaux ne vivant pas naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des Etats membres ne porte aucun préjudice à la faune et à la flore locales ».
- ✓ **Directive « Habitats-Faune-Flore »** (<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/legislations/convint/CE9243B.html>) du 21 mars 1992 a pour objet de contribuer à assurer la biodiversité par la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et la flore sauvages sur le territoire européen des Etats membres où le traité s'applique. Les mesures prises en vertu de la présente directive visent à assurer le maintien ou le rétablissement, dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et des espèces de la faune et de la flore d'intérêt communautaire. Dans son article 22, alinéa b) elle dit que : « les Etats membres veillent à ce que l'introduction intentionnelle dans la nature d'une espèce non indigène à leur territoire soit réglementée de manière à ne porter aucun préjudice aux habitats naturels dans leur aire de répartition naturelle ni à la faune et à la flore sauvages indigènes, et s'ils le jugent nécessaire, interdisent une telle introduction ».
- ✓ **Convention de Rio** (www.biodiv.org/convention/articles.asp?) sur la diversité biologique du 5 juin 1992, article 8, alinéa h) : « chaque Partie contractante, dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra : empêche d'introduire, contrôle ou éradique les espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces ». Les objectifs de cette Convention, dont la réalisation sera conforme à ses dispositions pertinentes, sont la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques ainsi que le transfert approprié des techniques pertinentes compte tenu de tous les droits sur ces ressources et ces techniques et ceci grâce à un financement adéquat.

(Galland, 1996).

2. Au niveau national

a) Quelques notions de droit public français

Il est d'abord nécessaire de comprendre comment les textes internationaux, communautaires et français s'articulent les uns par rapport aux autres :

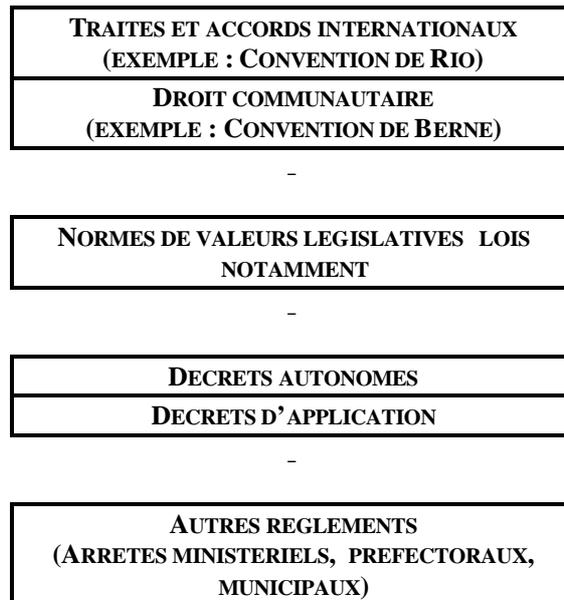


Figure n°1 : Hiérarchie des normes simplifiée en droit interne français (Furon, 2001)

Toutes les directives européennes doivent obligatoirement être transcrites en droit interne français.

En France, l'**élaboration d'une loi** comprend plusieurs phases. D'abord, soit une proposition de loi par le Parlement (Assemblée nationale et Sénat) soit un projet de loi par le Gouvernement est formulé. Cette proposition ou ce projet de loi est ensuite inscrit à l'ordre du jour de l'une des deux chambres du Parlement (Assemblée nationale ou Sénat). Dans notre exemple, admettons que ce soit à l'ordre du jour de l'Assemblée nationale. S'en suit un travail en commission lors duquel les députés ont la possibilité de proposer des amendements c'est à dire des modifications au projet ou à la proposition initial. Puis la séance publique a lieu, l'ensemble des députés vote le texte article par article. Ils peuvent encore apporter des amendements avant d'adopter le texte dans sa globalité. Ce texte est ensuite transmis à l'autre chambre du Parlement, en l'occurrence le Sénat, qui va avoir la même démarche. S'il adopte le texte tel qu'il lui a été transmis par l'Assemblée nationale, la loi est adoptée, sinon le texte repart en deuxième lecture à l'Assemblée nationale qui, si elle ne l'adopte pas tel quel, le renverra au Sénat. C'est le phénomène de « navette » qui se poursuit jusqu'à ce que les deux chambres votent le texte en termes identiques. Cependant, au bout de la deuxième lecture par les deux chambres (ou une seule en cas d'urgence) le Gouvernement peut proposer la création d'une commission mixte paritaire (élaboration d'un texte « consensus » avec des représentants de chaque assemblée) ou donner « le dernier mot » à l'Assemblée nationale.

D'autre part, une loi adoptée n'est applicable que si son décret d'application est signé par le Président de la République. Sans décret d'application, personne n'est tenu de respecter la loi considérée.

Les arrêtés émanent de différentes autorités administratives (arrêtés ministériels, arrêtés préfectoraux, arrêtés municipaux ...) ; ce sont des actes administratifs propres à aménager les conditions de fonctionnement de certains services (par exemple, les dates d'ouverture et de fermeture de la chasse dans une région donnée sont réglementées par arrêté préfectoral) (Furon, 2001).

b) Une législation française encore imparfaite

Tous les textes français sont disponibles sur le site Internet :

www.legifrance.gouv.fr/html/frame_jo.html

Généralement les introductions d'espèces sont volontaires et répondent à des motivations diverses. Pour réglementer ces introductions, la France dispose d'une législation encore imparfaite : les règlements sont très variables selon les espèces considérées.

(1) Les espèces protégées

La situation est claire puisque le transport des espèces protégées est interdit (Articles 411-1 et 411-2 du code de l'Environnement). Ainsi une espèce indigène du Nord de la France où elle est protégée, ne peut être importée dans le sud du pays. Seules les espèces existantes sur le territoire national sont concernées, mais les réintroductions et les renforcements de populations à partir d'animaux d'origine étrangère peuvent être contrôlés par cette loi (cf Annexe Ib).

(2) Les espèces d'oiseaux considérés comme gibier

L'importation de toutes **les espèces d'oiseaux considérées comme gibier** (à l'exception de 6 espèces) est interdite, sauf autorisation (arrêté du 20 décembre 1983) (cf Annexe Ic : articles L424-10 et L424-11 du Code de l'environnement).

(3) Les animaux aquatiques

Le code rural interdit l'introduction d'espèces d'animaux aquatiques non représentées en France (Article L432-10 : cf Annexe Ie). Le ministre peut toutefois accorder des autorisations à des fins scientifiques ou pour des élevages en milieux clos (décret du 9 décembre 1986) (Article L432-11 du Code de l'Environnement : cf Annexe Ie).

(4) Les espèces piscicoles

La section « pêche en eau douce et gestion des ressources piscicoles » du Code de l'environnement régit l'introduction des espèces piscicoles. Les milieux aquatiques que la loi entend préserver des introductions intempestives sont les « eaux libres » (cours d'eau, ruisseaux et plans d'eau en communication avec le réseau hydrographique), les « eaux closes » assujetties par arrêté préfectoral à la police de la pêche continentale, les piscicultures y compris les « enclos piscicoles » (Guével, 1996) (cf Annexe Id : articles L431-2 et L431-3 du Code de l'environnement).

Le dispositif juridique consacré à l'introduction des espèces de poissons, de crustacés et de grenouilles repose sur un système d'interdictions, dont la violation constitue une infraction pénale. Ces interdictions, applicables dans les eaux soumises à la police de la pêche en eau douce, résultent des articles, ainsi que les règlements pris pour l'application de ces trois articles. Quatre interdictions principales peuvent être mentionnées :

- **l'interdiction absolue d'introduction des espèces figurant sur la liste des espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques** (Guével, 1996). Cette liste (fixée par le Décret n° 85-1189 du 8 novembre 1985, issu d'un autre décret datant du 16 décembre 1958 abrogé) de **poissons, grenouilles, crustacés exotiques**, dont la présence est signalée en France, et **susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques** est constituée de façon originale : les crustacés et les poissons font l'objet d'une liste positive. En revanche les grenouilles et écrevisses sont traitées négativement en référence à des listes limitatives dont elles sont exclues (Bentata, 1996). Cette interdiction ne permet aucune dérogation (même à des fins scientifiques et même par le Ministre). Elle est complétée par l'interdiction de transport sans autorisation et une remise à l'eau interdite de ces espèces. Le transport des poissons à l'état vivant est soumis à autorisation ministérielle délivrée à des fins scientifiques. *A contrario*, le transport de spécimens morts est dispensé d'autorisation. De plus ces espèces sont pêchables toute l'année en eau de seconde catégorie et du 11/03 au 17/11 dans les eaux de première catégorie (eaux salmonicoles) (Anonyme, 1999b) (cf Annexe If).

- **l'interdiction d'introduction sans autorisation des espèces non représentées dans les eaux douces.** La liste des espèces de poissons, de crustacés et de grenouilles représentées dans les eaux soumises à la police de la pêche continentale figure dans un arrêté du 17 décembre 1985 (cf annexe Ig). Cependant l'introduction d'espèces non représentées est possible mais subordonnée à l'obtention d'une autorisation attribuée par l'autorité administrative. Par ailleurs, l'introduction des espèces piscicoles figurant sur la liste des espèces représentées est libre sous réserve de dispositions contraires.
- **l'interdiction d'introduction, dans les eaux libres classées en première catégorie piscicole, de poissons carnassiers.** Les cours d'eau et leurs affluents, les canaux et les plans d'eau sont classés en deux catégories piscicoles par arrêté ministériel : première catégorie (salmonidés dominants) et seconde catégorie (cyprinidés dominants). Les poissons dits « carnassiers » (brochet, perche, black-bass et sandre) sont jugés indésirables dans les eaux classées en première catégorie piscicole.
- **l'interdiction d'introduction, pour rempoissonner ou aleviner, des poissons ne provenant pas d'établissements de pisciculture ou d'aquaculture agréés.** L'agrément est délivré par le préfet de département dans les conditions prévues aux articles R.232-18 à R.232-25 du Code rural.

(cf annexe IE : articles L432-10 à L432-12 du Code de l'Environnement).

L'application des dispositions régissant l'introduction des espèces piscicoles peut être présentée de manière synthétique dans le tableau ci-après (Guével, 1996).

	Espèce figurant sur la liste des espèces représentées (1)	Espèces absentes de la liste des espèces représentées
Poissons	Perche soleil et poisson-chat. Espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques (2). Introduction interdite (3) (5).	Introduction soumise à autorisation préfectorale (saumon coho, <i>Acipenser baeri</i>) ou à autorisation ministérielle (autres espèces) (3) (4) (6)
	Brochet, perche, sandre et black-bass. Introduction interdite en 1 ^{ère} catégorie (3) (6).	
	Autres espèces. Introduction libre (6).	
Crustacés	Crabes. Introduction libre (6), sauf crabe chinois susceptible de provoquer des déséquilibres biologiques (2) (3) (5).	Crabes. Introduction soumise à autorisation ministérielle (3) (4) (6)
	Crevettes. Introduction libre (6).	Crevettes. Introduction soumise à autorisation ministérielle (3) (4) (6).
	Ecrevisses. Introduction libre (6), sauf écrevisse américaine et écrevisse de la côte pacifique susceptible de provoquer des déséquilibres biologiques (2) (3) (5).	Ecrevisses. Introduction interdite (2) (3) (5).
Grenouilles	Introduction libre (6).	Introduction interdite (2) (3) (5)

Tableau n°2 : réglementation régissant l'introduction des espèces piscicoles.

- (1) La liste des espèces représentées est fixée par un arrêté ministériel du 17 décembre 1985.
- (2) La liste des espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques figure à l'article R.*232-3 du Code rural.
- (3) L'introduction illégale est constitutive d'un délit puni d'une peine d'amende. (Art.L.232-10).
- (4) Le non-respect des prescriptions de l'autorisation d'introduction (ministérielle ou préfectorale) constitue une contravention de la 5^{ème} classe punie d'une peine d'amende. (Art. R.*232-16).
- (5) Le transport de ces espèces est soumis à autorisation ministérielle. Le défaut d'autorisation de transport ou le non-respect de celle-ci constitue une contravention de la 5^{ème} classe punie d'une peine d'amende (Art. R*232-7).
- (6) Le transport de ces espèces est libre, sous réserve de l'application des dispositions des articles L. 236-15 et R. 236-54 (4° et 5°) du Code rural (Guével, 1996).

Cependant la section « pêche en eau douce et gestion des ressources piscicoles » du Code de l'environnement comporte des lacunes qui sont de quatre ordres. Elles concernent la notion d'introduction (qui est mal cernée par le droit de la pêche), le champ d'application qui est trop étroit (en effet, par exemple, l'introduction des poissons carnassiers est interdite dans les eaux de 1^{ère} catégorie, mais l'introduction de ces poissons dans des établissements piscicoles en dérivation de cours d'eau de première catégorie est autorisée) les modalités de transport des espèces (absence de réglementation en ce qui concerne le transport des espèces non représentées) et le système de listes d'espèces. En ce qui concerne ces listes, elles omettent le fait que la notion d'espèce susceptible de provoquer des déséquilibres biologiques, par exemple, est contingente et évolutive. En effet ce statut est conféré à une espèce en fonction de l'interprétation qu'adopte la société à l'égard de cette espèce à un moment donné. Ainsi, le problème est de savoir si les espèces qui figurent actuellement sur cette liste provoquent encore des déséquilibres biologiques et si ce sont les seules à le faire (Guével, 1996). De plus, la liste des espèces représentées concerne le territoire national et n'est pas réalisée par bassin versant. Ainsi une espèce représentée dans les eaux françaises, telle que le silure glane, et absente d'un bassin peut y être introduite en toute légalité. De plus le manque de vérification des stocks utilisés pour le repeuplement des cours d'eau peut aboutir à des introductions accidentelles (cas de l'ipérine lippue (*Pachychilon pictus*), espèce de poisson, par exemple, présente dans les stocks de cyprinidés importés d'Europe de l'Est).

Malgré leurs lacunes, ces lois et réglementations permettent de limiter les risques d'expansion anarchique des espèces de poissons dans des bassins versants où ils ne sont pas présents naturellement. Le respect de ces règles est donc fondamental pour la conservation de peuplements piscicoles naturels et équilibrés (Anonyme, 1999b).

(5) Cas particuliers

La tortue de Floride (*Trachemys scripta*) possède un statut particulier puisque la sous espèce *elegans* est interdite d'importation sur le territoire européen depuis 1997 (Règlement européen 2551/97) et de vente depuis 1990. (cf Annexe Ih). Il en est de même pour la grenouille taureau *Rana catesbeiana*.

(6) Règlements sanitaires

On dispose également de règlements sanitaires du code de l'environnement (articles L412-1), et du décret 77-1296 qui stipule que « sont soumises à autorisation les introductions d'espèces non domestiques dont la liste est fixée » (Lecomte, 1989) (cf Annexe Ii)

(7) Les « obligations » internationales

Par ailleurs, il faut noter que la France a ratifié **la Convention de Washington** (www.recifal.com/cites.doc) (convention portant sur la réglementation du commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction) et qu'à ce titre, elle observe les règlements concernant les espèces protégées.

Enfin, il serait souhaitable que la recommandation du Conseil de l'Europe R.(84)14, issue de la Convention de Berne (www.nature.coe.int/CP21/tpvs10f.doc) soit rapidement intégrée à notre législation nationale.

Le Conseil de l'Europe recommande aux gouvernements des Etats membres :

- 1) d'interdire toute introduction dans le milieu naturel d'espèces non indigènes ;
- 2) d'autoriser certaines dérogations à ce principe, à condition de respecter la procédure suivante :
 - faire réaliser - de préférence par un institut de recherche compétent pour la conservation de la nature - une étude pour évaluer les répercussions probables d'une telle introduction sur la vie sauvage et les écosystèmes ;
 - soumettre ces études pour avis au Comité européen pour la sauvegarde de la nature et des ressources naturelles, la décision finale incombant aux gouvernements concernés ;
- 3) de prendre les mesures nécessaires pour prévenir autant que possible l'introduction accidentelle d'espèces non indigènes ;
- 4) d'informer les gouvernements des pays voisins intéressés par les projets d'introduction ainsi que des introductions accidentelles (cf Annexe Ij).

Malgré cet ensemble de réglementations, l'introduction d'espèces reste **difficile à contrôler du fait de la spécificité de chaque cas** (Lecomte, 1989).

c) La loi Barnier

Ce texte est consultable sur le site Internet : <http://admi.net/jo/ENV94000492.html>

En ce qui concerne le problème précis de l'introduction d'espèces dans le milieu naturel, jusqu'à la loi du 2 février 1995, dite «Loi Barnier», seules les espèces de poisson (y compris crustacés et grenouilles) bénéficiaient d'une réglementation de leur introduction issue de la loi pêche. La loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement a introduit deux nouveaux articles (L.211-3 et L.211-4) dans le Code rural (aujourd'hui articles L411-3 et L411-4 du Code de l'Environnement : annexe Ib) articles dont la portée est volontairement très générale afin de couvrir tous les types de situation (cf annexe Ik).

L'article L.211-3 énonce un principe général d'interdiction pour l'introduction dans le milieu naturel :

- De tout spécimen d'une espèce animale, à la fois non indigène au territoire d'introduction et non domestique ;
- De tout spécimen d'une espèce végétale, à la fois non indigène au territoire d'introduction et non domestique ;
- De tout spécimen de l'une des espèces animales ou végétales désignées par l'autorité administrative.

La Loi prévoit ensuite une possibilité d'autorisation d'introduction par l'autorité administrative (par dérogation au principe d'interdiction) à des fins agricoles, piscicoles, forestières ou pour des motifs d'intérêt général, et après évaluation des conséquences prévisibles de l'introduction. Le décret d'application, actuellement en cours de préparation, va devoir définir la procédure d'autorisation d'introduction et délimiter le champ d'application de ces mesures. En effet, le texte de la loi utilise des expressions qui font partie du langage commun mais dont les limites peuvent donner lieu à bien des débats scientifiques et juridiques.

Le but de cette démarche est de contrôler, par un système d'autorisation administrative, les introductions volontaires dans le milieu naturel. Cependant il ne faut pas oublier que, dans la plupart des cas, les espèces qui ont causé des dommages à la faune et à la flore sauvages n'avaient pas été introduites volontairement. Il s'agit plutôt d'introductions accidentelles : spécimens échappés (de captivité ou de cultures) ou arrivés clandestinement à la faveur du transport de certains produits ou matériaux. Dans ce contexte, cette loi semble insuffisante au regard des vrais problèmes. Cependant, ces dispositions auront néanmoins le grand mérite de responsabiliser les citoyens en permettant de sanctionner tant sur le plan pénal que sur le plan civil, le responsable des introductions préjudiciables aux milieux naturels ou à la faune et à la flore sauvages, et ce même s'il s'agit d'une introduction involontaire résultant de sa négligence ou de son imprudence.

Deux remarques concernant l'application des nouveaux articles L.211-3 et L.211-4 du code rural peuvent être faites :

- 1) Ces dispositions couvrent surtout le problème des espèces exotiques. Les problèmes liés à l'introduction de spécimens d'espèces indigènes, et à la prévention des risques d'introgression ne sont pas abordés directement.
- 2) Le contrôle des espèces déjà introduites et causant des dommages est peu abordé par la loi. Le décret d'application (non encore rédigé) cherchera à préciser la question des mesures à prendre face à une espèce introduite portant préjudice aux milieux naturels, à la faune ou à la flore (Galland, 1996).

Il faut également préciser que la réglementation actuelle sur le transport et la commercialisation des espèces concerne exclusivement les animaux et non les végétaux, sauf le transport de l'algue marine *Caulerpa taxifolia*. Les seuls aspects pris en compte -et réglementés- dans les échanges de plantes sont les risques sanitaires, liés à l'introduction, en même temps que la plante, d'autres organismes éventuellement pathogènes comme des virus, des bactéries, des parasites,... Mais, dans l'état actuel de la législation européenne, les phanérogames aquatiques sont exemptés de contrôle et de «passeportisation» phytosanitaire, ce qui permet de les faire circuler librement.

Ainsi une part importante des espèces introduites en France, et presque toutes celles qui sont susceptibles de proliférer, sont actuellement disponibles à la vente ; directement dans des magasins spécialisés ou par correspondance, dans des catalogues de société réalisant la production d'espèces aquatiques ou semi-aquatiques. Le marché des espèces ornementales (poissons, plantes aquatiques) est d'ailleurs en expansion notable puisque, pour un chiffre d'affaire annuel actuellement estimé entre 9 150 000 et 16 770 000 d'euros, la progression serait d'environ 20 % par an (Anonyme, 1996).

Des informations sur les modes de plantation des plantes aquatiques sont également disponibles dans des ouvrages grand public. Les ouvrages consacrés aux plantes d'aquarium donnent généralement des indications judicieuses sur les conditions de culture et l'écologie de ces espèces. Ils ne comportent pas, en revanche, d'avertissements sur les risques pour l'environnement naturel en cas de dissémination accidentelle des plantes (Dutartre *et al.*, 1996). Ainsi, un aquariophile qui par négligence, laisse s'échapper un fragment d'élodée du Canada (*Elodea canadensis*) est condamnable par la Loi « Barnier » alors qu'aucune loi interdit l'importation et la vente de cette plante ou encore n'oblige les magasins spécialisés à informer leur clientèle du danger que représente cette plante pour le milieu naturel, la faune et la flore sauvages si jamais elle venait à y être introduite.

En fait, toutes ces réglementations tentent de répondre aux questions suivantes : quelle est notre liberté d'introduire, d'acclimater, de diffuser ? Quelles sont les limites imposées, ou que doivent s'imposer les collectionneurs, scientifiques et amateurs, dans leur travail ou leur passion ? Les conventions internationales, la loi, les réglementations doivent-elles réguler tous nos actes ? (Allain, 2000-2001).

d) Le statut juridique en droit interne des espèces animales liées aux milieux aquatiques continentaux de France Métropolitaine

Quatre catégories de listes d'espèces de faune sauvage peuvent être reconnues : **la faune protégée** (http://www-cal.univ-lille1.fr/~cv/ecologie/by_thema/biodiversite/fr196.htm), **les gibiers**, **les animaux de pêche** et enfin **les espèces relevant de classification agricoles**.

La faune protégée concerne la plupart du temps les espèces indigènes mais aussi des espèces qui pourraient avoir été introduites (l'émyde lépreuse (*Mauremys leprosa*) parmi les reptiles, l'ide mélanote parmi les poissons...).

Le gibier comprend trois ensembles : le gibier au sens de la **jurisprudence** (le plus vaste), les espèces dont la chasse est autorisée, et enfin celles d'entre elles qui sont susceptibles d'être classées « nuisibles » par les préfets. Ces deux derniers ensembles sont définis par voie réglementaire. Le gibier au sens juridique du terme, comprend toutes les espèces d'oiseaux et de mammifères de France métropolitaine qui y sont ou ont été chassées. Elles comprennent donc, notamment la plupart des espèces de mammifères de taille égale ou supérieure à celle d'un écureuil, ainsi que toutes les espèces indigènes d'oiseaux. Par un arrêté du 26 juin 1987, le ministre chargé de la chasse a fixé la liste limitative des espèces de gibier dont la chasse est autorisée (cf annexe II). Au titre de l'article L227-8 du code rural, les espèces susceptibles d'être nuisibles sont des animaux contre lesquels les chasseurs titulaires du permis de chasse et au fusil (en période de chasse) et/ou les piégeurs agréés par le biais de pièges réglementaires (en période de fermeture) peuvent être autorisés à mener des opérations de destruction. L'arrêté du 30 septembre 1988 (modifié par un arrêté du 21 mars 2002 : <http://www.agrisalon.com/06-actu/article-4918.php>) fixe la liste des animaux gibiers susceptibles d'être déclarés nuisibles et donc piégeables (<http://apa73.free.fr/M003.html>). Cette liste est précisée par arrêté préfectoral tous les ans.

Les animaux de pêche, au sens large (qui regroupent des crustacés et des grenouilles avec les poissons et les **agnathes**) font l'objet de listes diverses, citées précédemment : espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques, espèces non représentées...).

Les classifications agricoles interviennent aussi, dans la mesure où l'article 342 du code rural prévoit l'établissement d'une liste d'« organismes nuisibles » aux végétaux ou aux produits végétaux, différente de celle évoquée plus haut, qui concerne exclusivement certaines espèces de gibier (<http://www.etat.lu/memorial/memorial/a/1998/a0870210.pdf>). Cet article fixe les règles de la lutte organisée contre ces espèces, réglemente leur transport... (cf Annexe Im : articles L251-4 à L251-11 du Code Rural). Le rat musqué, le rat surmulot, le ragondin et le campagnol terrestre font partie de ces animaux « nuisibles aux végétaux ». L'arrêté du 25 avril 2002 (publié au Journal officiel du 4 mai) autorise plusieurs modes de destruction du rat musqué : tir, chasse à l'arc, déterrage pour certaines espèces, avec permis et durant la période de chasse, mais interdit les poisons, même dans le cas des luttés organisées (Anonyme, 2002a) (cf Annexe In).

Certaines espèces figurent dans des catégories remarquables mais sont absentes de ces listes. Ainsi, des espèces ne sont pas mentionnées dans un texte qui les vise pourtant : cas de la grenouille américaine *Rana catesbeiana* et au moins de trois espèces d'écrevisses américaines (anciennement visées par l'article R. *232-3 du code rural) figurant par omission sur la liste des espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres dans certaines eaux où leur introduction est interdite, ou encore du poisson exotique : *Pseudorasbora parva*, omis de la liste des espèces de pêche représentées sur le territoire national, mais qui est connu pour y être présent et qui s'y reproduit spontanément ; d'autres espèces qui, sans être explicitement visées, ne figurent pas sur certaines listes positives : par exemple le bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), oiseau indigène donc gibier au sens de la jurisprudence, mais absent des listes de gibier que l'on peut chasser, et de celles des espèces protégées ; différents cas particuliers de mammifères comme le rat des moissons (*Mycromys minutus*), hôte des roselières notamment et originaire d'Asie (il serait présent depuis le pléistocène) ; certaines espèces d'ornement ou d'aquariophilie dont l'exemple le plus cité aujourd'hui est la tortue de Floride (*Trachemys scripta*) (Bentata, 1996).

Si les espèces de faune possèdent un statut juridique pour la plupart d'entre elles, même si certaines sont « oubliées », ce n'est pas le cas des espèces de la flore de France métropolitaine puisqu'elles ne bénéficient d'aucun statut juridique à l'heure actuelle hormis les listes de plantes protégées nationales complétées par des listes régionales par arrêté ministériel. Seule la loi Barnier concernant l'introduction des espèces de faune et de flore dans le milieu naturel leur confèrent une existence juridique, malheureusement, à notre connaissance, elle ne fait pas encore objet d'un décret d'application

E. CONCLUSION

Il est indéniable que les effets de toutes les invasions réussies, passées et présentes, sont très importants. Cependant, il faut savoir que le nombre de prétendants à l'invasion est bien plus important qu'il n'y paraît. En effet, le nombre total d'introductions (naturelles, volontaires ou accidentelles) est extrêmement élevé, mais la plupart échouent ou ont un impact non démontrable, non visible sur leur nouvel habitat et passent donc inaperçues (Williamson, 1996) ; (Mack *et al.*, 2000).

Ce faible taux de réussite des introductions d'espèces animales et végétales est traduit par la règle statistique empirique dite « règle des dix » (« ten rules »). Elle se résume par le simple fait qu'environ 10 % des espèces introduites et libres (espèces introduites accidentellement ou retournées à l'état sauvage) parviennent à s'établir, et que 10 % des espèces établies deviennent des invasives ou des « pestes biologiques ». Donc sur 100 espèces introduites, seulement une deviendra une invasive. Il s'avère également que 10 % des espèces domestiques (animales ou végétales) échappent au contrôle de l'homme pour devenir introduites (Williamson & Fitter, 1996) ; (Williamson, 1996).

	Grande Bretagne	Iles Hawaiï
Espèces importées (apportées volontairement ou non par l'homme dans le pays) 10 ↓ 1	12 000	
Espèces introduites (présentes de manière plus ou moins fugace à l'état sauvage) 10 ↓ 1	1600	4 000
Espèces naturalisées (expansion naturelle dans la zone d'introduction) 10 ↓ 1	200	871
Espèces invasives	39	91

Tableau n°3 : la règle des 3 X 10 (the three tens rules), d'après Williamson (1996).

Différents facteurs biotiques et abiotiques peuvent expliquer la règle des dix, le plus important d'entre eux étant la pression des **diaspores et/ou des jeunes par portée**. En effet, plus le nombre de diaspores et/ou de jeunes par portée est important, plus les chances pour une population de s'établir sont grandes. S'il y a un petit **inoculum** initial, les quelques individus peuvent se disperser (« se diluer ») et ne pas se rencontrer et ainsi échouer dans leur reproduction ou être détruits par des prédateurs ou des herbivores généralistes. Ensuite, entre en compte le jeu de facteurs qui permet à une population de survivre et croître à partir de faibles densités et celui déterminant l'abondance locale, c'est à dire principalement la disponibilité en ressources sûres et pérennes, donc des ressources qui ne disparaîtront pas, sur lesquelles la population peut compter dans le long terme (Williamson, 1996).

Chez les animaux, deux grands types de stratégies reproductives prédominent. Dans le premier cas, l'essentiel est la survie et la longévité de l'adulte, ce qui lui permet généralement de produire au moins un autre adulte reproducteur avant sa mort. Ces espèces produisent peu de jeunes. Dans le second cas, l'essentiel est de produire de nombreux jeunes le plus rapidement possible. La productivité de l'adulte est plus importante que sa survie. C'est chez le second type d'espèce que les plus grands risques de prolifération existent particulièrement quand le taux de mortalité des oeufs ou des jeunes est faible (situation réalisée dans un écosystème nouvellement colonisé où les prédateurs et compétiteurs naturels sont absents et les ressources alimentaires abondantes).

Par exemple, durant une année favorable, un couple de ragondins peut produire environ 6 jeunes par portée, la femelle pouvant avoir trois protégés dans l'année. De plus, parmi les 6 jeunes, on peut avoir 3 femelles qui seront capables de se reproduire dans l'année et de donner chacune 6 autres jeunes. Après une année, ce couple est donc à l'origine de 24 nouveaux individus. Si ces nouveaux individus forment 12 nouveaux couples et que les conditions restent favorables, on aboutit au chiffre de 312 nouveaux individus en 2 ans. Si ces conditions idéales ne sont jamais atteintes, cette forte capacité de reproduction explique pourquoi une population de ragondins pratiquement décimée par une période de gel ou de grandes crues peut refaire la totalité de ses effectifs en une ou deux années (Collectif, 1999). Sa capacité de dispersion est assez faible en comparaison avec d'autres rongeurs, ses déplacements sont limités aux voies d'eau et à leurs abords, puisque la marche terrestre leur est difficile (des déplacements exceptionnels ont cependant été remarqués : lorsque le lac AkhGel' (ex URSS) s'assécha en 1943 beaucoup de ragondins moururent mais mes survivants entreprirent des migrations de 45/50 km à travers la steppe pour s'installer dans un autre lac. Seuls les individus les plus gros et les plus forts ont survécu) (Jouventin *et al.*, 1996). Contrairement à ce que l'on pourrait croire, il présente beaucoup plus de risques d'envahissement qu'un héron cendré qui fait une nichée de 3 jeunes par an, qui a une capacité de dispersion plus grande mais qui a un habitat plus complexe (boisements associés aux zones humides), une nourriture beaucoup moins largement distribuée qu'il recherche dans un rayon de 15 km environ autour de sa colonie, ce qui fait qu'on le voit et qu'on considère qu'il prolifère...)

Chez les plantes, cette distinction n'existe pas, la plupart des végétaux ayant des capacités potentielles de reproduction élevées. Il existe cependant deux grands types de reproduction, la reproduction sexuée et la multiplication végétative (production d'un nouvel organisme à partir d'un morceau de l'organisme « parent » et non pas à l'aide de cellules reproductrices). Des mécanismes efficaces de multiplication végétative confèrent à certaines plantes un pouvoir de prolifération très élevé (Collectif, 1999). Une lentille d'eau (*Lemna sp.*) a une plus grande capacité de dispersion qu'un phragmite (*Phragmites australis*), un taux de reproduction beaucoup plus élevé, des exigences écologiques plus faibles indépendante du substrat et de la profondeur par exemple, donc les risques d'envahissement par les lentilles sont beaucoup plus grands. Ainsi, en fonction des habitats disponibles, de la fertilité, de la mortalité, de la capacité de dispersion, des ressources disponibles, etc.

Il est cependant nécessaire de nuancer les 10 % énoncés et d'y voir plutôt un intervalle compris entre 5 et 20 % selon les groupes ou les situations considérés et d'interpréter avec précaution la règle des dix qui est purement statistique. On ne peut pas prédire le succès de l'invasion d'une espèce individuellement, mais il ne fait aucun doute qu'il existe des régularités statistiques (Williamson, 1996).

De même, les proliférations d'espèces indigènes sont généralement des phénomènes ponctuels à la fois dans le temps et dans l'espace. Ceci en fait des événements rares (ou cycliques s'il s'agit d'algues filamenteuses ou de cyanobactéries). De plus, elles sont souvent, voire exclusivement liées aux activités humaines puisqu'elles traduisent la présence de pollutions (organiques ou chimiques), ou d'eutrophisation.

Pourtant, lorsqu'une espèce devient envahissante, les effets engendrés peuvent être problématiques pour les gestionnaires, ou pour les utilisateurs du milieu où elle se trouve. Il est alors nécessaire de mettre en œuvre des moyens pour limiter voire diminuer les impacts de cette invasion sur le milieu naturel et les usages qui en sont faits.

Pour déterminer quels outils de gestion seront les mieux adaptés pour lutter, si cela est justifié, contre l'invasion d'une espèce exotique ou la prolifération d'une espèce indigène dans un milieu précis, il convient d'élaborer une classification adaptée des espèces présentes et créant des soucis pour les gestionnaires sur l'aire géographique de l'étude et d'évaluer leurs impacts (positifs ou négatifs) en fonction des intérêts de tous les acteurs concernés (gestionnaires, pêcheurs, forestiers, écologistes, touristes,...). L'efficacité de ces outils dépend de la connaissance de la biologie et de l'écologie de chacune des espèces, mais aussi de la manière dont elle interagit au niveau de l'écosystème.

II. LES ESPECES ANIMALES ET VEGETALES SUSCEPTIBLES DE PROLIFERER DANS LES MILIEUX AQUATIQUES ET SUBAQUATIQUES DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE

Dans un premier temps, nous avons élaboré les **listes d'espèces animales et végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin Artois-Picardie** (cf. annexes II). Elles ont été réalisées à partir de données bibliographiques signalant leur présence dans le bassin ainsi que dans ceux limitrophes. En effet, le réseau hydrographique permet une dispersion efficace des espèces aquatiques et subaquatiques. Ainsi, une espèce exotique dont la prolifération cause des problèmes dans un bassin jouxtant le nôtre est susceptible de se propager rapidement dans nos régions. Par exemple, la plante aquatique *Egeria densa* est présente et prolifère dans le bassin Seine-Normandie mais en Artois-Picardie pour l'instant (quoique Mériaux (2001), la signale dans l'Aa). Il est donc important de surveiller son arrivée dans le bassin Artois-Picardie afin de pouvoir mettre en place le plus rapidement possible des moyens de lutte le cas échéant.

Nous avons choisi de sélectionner toutes les espèces exotiques même non proliférantes ainsi que des espèces indigènes dont la multiplication dans quelques sites peut être considérée, par certains acteurs, comme gênante au même titre qu'une espèce exotique. C'est pourquoi apparaissent dans la liste d'espèces végétales des **hélrophytes** comme le roseau commun (*Phragmites australis*), et dans la liste d'espèces animales le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*).

La liste des espèces végétales indigènes a été élaborée à partir d'un inventaire de plantes aquatiques et subaquatiques « proliférantes » dans le bassin transmis à l'Agence de l'eau Artois-Picardie par Jean-Luc Mériaux. Quelques espèces y ont été ajoutées : par exemple, l'auteur ne cite que 3 espèces de lentille d'eau (hydrophytes) : *Lemna minor*, *Lemna gibba* et *Spirodela polyrhiza* associées à la fougère aquatique : *Azolla filiculoides* (originaire d'Amérique du Sud). Nous avons préféré élargir à l'ensemble des taxons indigènes de la famille des lemnacées avec *Wolffia arrhiza* et *Lemna trisulca*. Pour les espèces exotiques, nous nous sommes basées sur le travail de Serge Müller (2001). En ce qui concerne les diatomées (algues), nous avons choisi de nous limiter aux espèces exotiques tout comme pour les dinoflagellés (algues). Or pour ces dernières, aucun document ne fait référence à la présence d'espèces d'eau douce exotiques dans le bassin Artois-Picardie : c'est pourquoi elles n'apparaissent pas dans notre liste.

En ce qui concerne les animaux, seuls quelques cas de proliférations d'espèces indigènes sont signalés ; il s'agit souvent d'espèces d'oiseaux piscivores vivant en groupes ou colonies comme le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*) (une seule colonie signalée pour l'instant en Artois-Picardie) (GEREA, 1999), ou d'espèces dont le développement est lié aux activités humaines : l'essor des populations de goéland argenté (*Larus argentatus*) s'est produit grâce à la mise à sa disposition des déchets ménagers sous forme de décharges (Prévost, 2002) ; (Geroudet, 1999).

La liste des espèces exotiques a été élaborée principalement à partir d'un compte rendu de séminaire sur le thème des introductions d'espèces aquatiques ou liées aux milieux aquatiques paru dans le Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture (n^{os} 344-345) en 1997.

A. PRESENTATION DES TABLEAUX

La classification des espèces susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin Artois-Picardie doit être adaptée à la fois aux espèces animales et végétales, ce qui implique des critères de classification homogènes pour l'ensemble des espèces.

Afin de synthétiser les caractéristiques des espèces, de mesurer l'intensité de leurs impacts positifs et négatifs, à la fois sur le milieu naturel et les espèces de l'écosystème concerné ainsi que sur l'homme et ses activités, nous avons élaboré deux tableaux récapitulatifs (cf page 64 tableau 4 pour les animaux, et page 65 tableau 5 pour les végétaux), l'un pour les animaux, l'autre pour les végétaux. Pour chaque critère des lettres codes ont été choisies ; leur signification est présentée dans les légendes des tableaux. De plus, les références bibliographiques ayant permis de les élaborer sont citées à l'aide d'un code de chiffre détaillé dans les annexes « références bibliographiques » (cf. références bibliographiques des tableaux).

A l'aide de ces tableaux, nous pourrions proposer de manière objective les méthodes de gestion ou de lutte les mieux adaptées pour chacune des espèces.

1. Etat des lieux

Il nous a paru important de faire apparaître l'origine de l'espèce envahissante. S'il s'agit d'une espèce exotique, il est nécessaire de déterminer les causes de sa première introduction en France : naturelle ou anthropique, ainsi que son aire d'origine.

a) Statut d'origine (dans le bassin Artois-Picardie)

Les espèces **indigènes**, **cosmopolites** et **exotiques** ont été distinguées. Pour ces dernières, il est utile de déterminer leur degré de naturalisation : nous avons des espèces **acclimatées** (synonyme d'espèce « **introduite** ») comme la tortue de Floride (*Trachemys scripta*), des espèces « sténonaturalisées » et des espèces « amphi ou archéonaturalisées ».

Une **espèce archéonaturalisée** est une espèce introduite et naturalisée depuis longtemps (un siècle au moins) et souvent assimilée aux espèces indigènes. Aux côtés de ces « archéonaturalisées », on peut reconnaître les « **amphinaturalisées** » terme qui se rapporte aux espèces naturalisées récemment sur une très grande échelle et se propageant rapidement en se mêlant à la flore ou à la faune indigènes, comme le rat musqué (*Ondrata zibethicus*) ou la balsamine géante (*Impatiens glandulifera*), et des « **sténonaturalisées** » pour tous les autres cas de naturalisation à petite échelle, comme celui de l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) ou du myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*),.

Il est pratique de réunir les amphi et les archéonaturalisées car la distinction n'est pas toujours possible. En effet, il y a souvent un manque sévère sur l'histoire de l'espèce et de son introduction.

b) Les modes d'introductions (dans le milieu naturel)

Pour déterminer le mode d'introduction, nous avons choisi de considérer la première introduction en France métropolitaine.

Ainsi deux types d'introductions ont été retenus : **volontaire** ou **involontaire**. Par exemple, la carpe commune (*Cyprinus carpio*) fut introduite volontairement par les romains pour l'aquaculture, et les renouées (*Fallopia sp.*) furent importées en tant que plantes ornementales, **fourragères** et **mellifères**. Par contre, le rat surmulot (*Rattus norvegicus*) s'est propagé à partir de l'Asie en profitant des voyages humains à travers le monde (navires...) et le paspale dilaté (*Paspalum dilatatum*) est une plante qui aurait été introduite en Catalogne à la faveur de l'industrie lainière.

D'autres espèces ont pu être importées volontairement par l'homme mais introduites accidentellement dans le milieu naturel : ce sont des espèces **échappées**. C'est le cas du poisson chat (*Ictalurus melas*) échappé du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris et de l'azolla fausse-fougère (*Azolla filiculoides*) « évadée » d'aquariums et de jardins botaniques. Une dernière catégorie peut être distinguée : les espèces arrivées spontanément en France sans intervention directe de l'homme comme la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) qui profita de l'ouverture des canaux pour étendre son aire de répartition.

c) Autres catégories

Il nous a semblé judicieux de préciser la dispersion de chaque espèce dans le bassin ainsi que l'évolution de ses effectifs en France. Ceci nous permet de connaître la situation actuelle et la « dangerosité » de chacune d'entre elles. Ainsi, la renouée du Japon (*Fallopia japonica*) est commune dans nos régions, par contre la lentille d'eau rouge (*Lemna turionifera*) (présente naturellement dans la partie continentale d'Amérique du Nord ; mais pour laquelle un doute subsiste quant à son caractère exotique en France) y est très rare. Cette dernière espèce semble moins susceptible de proliférer.

Le statut juridique est également mentionné car il révèle l'attention accordée aux espèces.

2. Caractéristiques des espèces

a) Indications biologiques

La présence de certaines espèces signale un état particulier du milieu, par exemple, la lentille bossue (*Lemna gibba*) est inféodée aux milieux eutrophes (Godin, 2001).

Il est en effet intéressant de savoir si certains animaux ou certaines plantes sont des indicateurs biologiques et si ils peuvent servir à évaluer la qualité du milieu via par exemple, l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR, Haury et al., 2002) ou l'indice poisson (Allardi, 1994).

b) Risques d'invasion

Cette caractéristique nous permet d'appréhender le danger de propagation des espèces.

Pour les espèces végétales, nous distinguons trois niveaux de risque d'invasion : fort, moyen et faible qui reflète leur potentiel de colonisation à l'échelle du bassin. Une espèce dont la dissémination est faible nécessite une surveillance et une gestion localisée. Par contre une espèce capable de se disperser efficacement implique des moyens de lutte là où elle est présente et de la vigilance sur les sites qui lui sont favorables mais où elle est encore absente.

Pour les espèces animales, le gréganisme et l'adaptabilité sont des caractères qui facilitent la colonisation de nouveaux milieux, c'est pourquoi ils figurent dans cette rubrique.

c) Prolifération

Nous définissons comme étant une **prolifération**, tout développement massif (nombre d'individus d'une espèce sur un site largement supérieur à celui d'autres sites de même taille) et se traduisant par une occupation quasi-exclusive de la surface (pour les plantes) ou du territoire (pour les animaux) par l'espèce considérée.

C'est le critère le plus important dans notre tableau, il nous renseigne sur le comportement de l'espèce dans le bassin, à savoir si certaines de ses populations se développent de manière à engendrer des gênes diverses.

On peut distinguer : les espèces dont la prolifération de populations est avérée dans le bassin, celles dont le caractère proliférant est avéré mais qui, bien que présentes, ne prolifèrent pas dans nos régions, et celles absentes du bassin concerné par notre étude mais dont la prolifération est signalée dans des bassins limitrophes.

De plus, certaines proliférations sont des phénomènes ponctuels voire cycliques dans le temps et l'espace (cyanobactéries ou algues filamenteuses).

3. Impacts

Exposer en parallèle les impacts négatifs et positifs de telle ou telle espèce sur le milieu naturel et les espèces qui y sont présentes ainsi que sur l'homme et ses activités, nous permet de visualiser leur impact global. Des méthodes de gestion adaptées peuvent alors être proposées en fonction des différentes utilisations du site si nécessaire (en effet, les intérêts peuvent compenser les gênes occasionnées par une espèce).

a) Quelques exemples d'impacts négatifs

(1) Sur le milieu naturel et les espèces qui y sont présentes

L'**interaction avec les espèces** de l'écosystème peut s'exercer de différentes manières : tout d'abord par la compétition inter-spécifique pour les ressources, l'espace (vison d'Amérique (*Mustela vison*) contre vison d'Europe (*Mustela lutreola*)) ; par la prédation (la grenouille taureau (*Rana castesbeiana*) est par exemple très vorace et consomme alevins, oisillons, têtards...) ; la pollution génétique (l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) s'hybride facilement et naturellement avec la truite *Salmo trutta*). Certaines espèces végétales sont toxiques pour les autres organismes de l'écosystème. Ces toxines peuvent avoir une action défavorable sur la nutrition et la reproduction et même entraîner la mort d'autres individus (les cyanobactéries ont déjà tué de nombreux animaux comme des chiens ou des chevaux dans le monde entier) (Collectif, 1997), il en est de même pour quelques espèces animales qui apportent de nouveaux pathogènes ou parasites. Par exemple, Des importations de sandres ont donné lieu à l'introduction d'un trématode parasite *Bucephalus polymorphus* responsable de graves épizooties (bucéphalose) des populations françaises de Cyprinidés (gardons, brèmes, vandoises, ablette, chevaine...) servant d'hôtes intermédiaires (Bruslé & Quignard, 2001)... Enfin d'autres espèces végétales aquatiques comme le cornifle submergé (*Ceratophyllum demersum*) limite le déplacement des poissons.

Les espèces proliférantes peuvent **altérer les conditions abiotiques** en accélérant le comblement des cours d'eau (par exemple, le ragondin (*Myocastor coypus*) en creusant des terriers le long des berges ; ou les jussies (*Ludwigia sp.*) dont les herbiers accélèrent la sédimentation et réduisent la mobilité des eaux favorisant ainsi le dépôt des matières en suspension) ; en augmentant la turbidité (cas de différentes espèces de carpes (*Hypophthalmichthys molitrix*, *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella*), d'algues filamenteuses (*Cladophora sp.*, *Spirogyra*, *Vaucheria vaucher*, *Hydrodictyon reticulatus*)) et en fragilisant les berges (les peuplements de renouées (*Fallopia sp.*) en bordure de rivière favorisent le sapement et l'érosion des berges car elles s'opposent à la régénération naturelle de la forêt alluviale et à l'installation de ligneux (aulnes (*Alnus sp.*), saules (*Salix sp.*), frêne (*Fraxinus excelsior*),...) qui en assurent la fixation et la stabilité (Collectif, 1997)). Les ragondins (*Myocastor coypus*) et les rats musqués (*Ondatra zibethicus*) font de même, en creusant leurs terriers. De plus, quelques espèces végétales aquatiques, formant des tapis denses à la surface de l'eau, modifient les paramètres physico-chimiques du milieu entraînant parfois des **anoxies** périodiques. C'est le cas de certaines espèces de lentilles d'eau (*Lemna sp.*) et de l'azolla fausse-fougère (*Azolla filiculoides*) (Collectif, 1997).

A une grande échelle, le milieu peut même être dégradé : beaucoup de plantes forment des peuplements mono-spécifiques (les tapis denses de lentilles cités précédemment, les jussies (*Ludwigia sp.*),...) où peu d'autres espèces subsistent ce qui implique une diminution de la biodiversité locale. Des plantes peuvent aussi être éliminées par des animaux : les rats musqués (*Ondatra zibethicus*) sont capables, par exemple, de détruire les herbiers aquatiques de nénuphars jaunes (*Nuphar lutea*) (Godin, 1979).

(2) Sur l'homme et ses activités

La présence de certaines espèces représente un **risque sanitaire**. Les toxines synthétisées par les cyanobactéries peuvent avoir les mêmes effets sur l'homme que sur les animaux ; la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) provoque des dermatoses ; la tortue de Floride (*Trachemys scripta*) peut transmettre des maladies **zoonotiques** comme les salmonelloses des enfants ou des personnes immunodéficientes (Haffner, 1996).

Les **pertes économiques** engendrées par de telles espèces envahissantes ne sont pas négligeables. Les herbiers aquatiques de flèches d'eau (*Sagittaria sagittifolia*) constituent une gêne physique aux transports fluviaux (Anonyme, 1999b) ; c'est également le cas de la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) qui se fixe sur les coques des bateaux et les endommage. L'industrie peut également être concernée : les prises d'eau industrielles peuvent être bouchées par le clam asiatique (*Corbicula fluminea*) ou la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et engendrer des pertes considérables (Khalanski, 1996) ; l'agriculture et l'élevage peuvent être touchés par la destruction de parcelles cultivées appréciées du ragondin (*Myocastor coypus*) (Jouventin *et al.*, 1996), ou par la prédation sur les espèces élevées ou pêchées (le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*) est accusé de prélèvements importants sur les stocks de poissons (Khalanski, 1996)).

Les **loisirs nautiques, la pêche et la chasse peuvent être perturbés**. Ainsi les renouées constituent un peuplement dense limitant l'accès des rives aux pêcheurs. En réduisant les surfaces en eau libre, les jussies (*Ludwigia sp.*) limitent la présence d'oiseaux d'eau en surface, ce qui nuit à l'activité cynégétique. Les pêcheurs et les chasseurs sont parfois mécontents des prédatons exercées par certaines espèces animales ; ceux d'Aquitaine accusent la grenouille taureau (*Rana castesbeiana*) de consommer les alevins, les oisillons et d'être responsable de la diminution des populations de poissons (Haffner, 1996). De même la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*), de par son régime alimentaire, détruit les frayères des autres poissons mais aussi les roselières abritant les gibiers d'eau (Maitland & Crivelli, 1996).

b) Quelques exemples d'impacts positifs

(1) Sur le milieu naturel et les espèces qui y sont présentes

Les **interactions entre les espèces** envahissantes et celles de l'écosystème considéré ne sont pas toujours négatives. Beaucoup d'espèces animales constituent de nouvelles ressources alimentaires (la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) pour certains oiseaux comme le fuligule morillon (*Aythya fuligula*) (GEREA, 1999), les écrevisses (*Orconectes limosus*, *Pacifastus leniusculus*, *Procambarus clarkii*), ou pour les cigognes...). Dans certains cas, comme dans le lac de Créteil, le poisson chat (*Ictalurus melas*) consomme des gardons (*Rutilus rutilus*) malades ou parasités (par une **ligulose**) et aurait donc un rôle bénéfique de nettoyage (Bruslé & Quignard, 2001). Les algues filamenteuses en tant que producteurs primaires constituent la base du réseau trophique (Collectif, 1997), tandis que les formations de nombreuses plantes aquatiques comme l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*) constituent des sites de reproduction pour les poissons (Prévost, 2001).

Les **conditions abiotiques peuvent également être améliorées** grâce à la présence de certaines espèces. Les algues filamenteuses assurent, entre autres, la régulation chimique (par fixation d'azote) et la stabilisation des substrats (Collectif, 1997). La moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) grâce à ses activités de filtration permet l'épuration de l'eau (Khalanski, 2001), le hotu (*Chondrostoma nasus*) en raclant les fonds vaseux permet une amélioration de la qualité des eaux **eutrophes** (Nelva, 1996).

Certaines espèces animales **entretiennent le milieu**. C'est le cas de nombreux poissons : la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*) et la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) exercent un contrôle de la végétation, tout comme certains mammifères par exemple le ragondin (*Myocastor coypus*) qui est un faucardeur naturel. Chez les plantes, le cératophylle épineux (*Ceratophyllum demersum*) est doté d'un fort potentiel **allélopathique**, il agit sur le milieu comme un **algicide** et surtout un **cyanobactéricide**. Il limite donc le développement des cyanobactéries dont la prolifération provoque des gênes considérables (sécrétion des toxines qui rendent l'eau impropre à la consommation par exemple) (Collectif, 1997).

(2) Sur l'homme et ses activités

D'autres ont des **vertus médicinales**. Ainsi, les substances hypotensives et antidiarrhiques contenues dans les rhizomes du nénuphar jaune (*Nuphar lutea*) sont souvent utilisées en industrie pharmaceutique (Masclef, 1891). La moule zébrée (*Dreissena polymorpha*), toujours par ses activités de filtration entraîne une amélioration de la qualité de l'eau et donc a un impact sanitaire positif sur la santé humaine (Khalanski, 1996).

De nombreuses espèces peuvent être **valorisées économiquement**. L'eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum*) est très utilisée en teinturerie, en effet traitée au sulfate de fer elle donne une teinture noire et à l'aluminium une jaune (Masclef, 1891). Le ragondin (*Myocastor coypus*) est élevé pour la qualité de sa fourrure (Jouventin *et al.*, 1996). Au Japon, en industrie pharmaceutique, les racines de renouées (*Fallopia sp.*) sont utilisées dans l'élaboration d'un médicament amer et tonique, tandis que ses tiges permettent la fabrication d'allumettes (Schlesier, 1996). De nombreux poissons exotiques (hotu (*Chondrostoma nasus*), carpes (*Hypophthalmichthys molitrix*, *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella*), truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*)) ainsi que les écrevisses (*Orconectes limosus*, *Pacifastus leniusculus*, *Procambarus clarkii*) sont élevés. La chair du ragondin (*Myocastor coypus*) est comestible et des pâtés de ragondin peuvent être « dégustés » dans le marais Poitevin (Anonyme, 2002c)! De même de nombreuses plantes mellifères ont été introduites pour l'apiculture (balsamine géante (*Impatiens glandulifera*) (Müller, 2000), renouée du Japon (*Fallopia japonica*) (Müller, 2001b) par exemple). Le carassin doré (*Carassius auratus*) (Bruslé & Quignard, 2001) sert quant à lui de modèle d'étude en laboratoire, la grenouille rieuse (*Rana ridibunda*) est utilisée dans les universités lors des travaux pratiques de physiologie (Haffner, 1996), la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) a servi aux scientifiques pour contrôler les radiations près des centrales nucléaires (Bruslé & Quignard, 2001).

Nous avons également mentionné si les espèces étaient vendues ou élevées.

La **pêche de loisir** est alimentée par de nombreuses espèces exotiques comme le black-bass (*Micropterus salmoides*). Certaines espèces de mammifères classées gibier sont chassées : le ragondin (*Myocastor coypus*) ou le rat musqué (*Ondatra zibethicus*) ; la tortue de Floride (*Trachemys scripta*) est considérée comme un animal de compagnie (Haffner, 1996) et les carpes chinoises sont appréciées pour l'ornement des bassins (Bruslé & Quignard, 2001). Chez les plantes, les jussies (*Ludwigia sp.*) sont très appréciées en **aquariophilie** et décorent les aquariums (Dutartre, 2001c).

4. Gestion

Une fois tous ces critères réunis, nous avons pu déterminer une orientation de gestion adaptée pour chaque espèce.

Elles diffèrent selon l'origine de l'espèce (autochtone ou allochtone), la présence ou non de l'espèce dans le bassin Artois-Picardie, le danger qu'elle représente pour l'écosystème dans lequel elle se trouve, le bilan des impacts négatifs et positifs qu'elle a sur le milieu, les autres espèces, l'homme et ses activités.

Ainsi, le lagarosiphon (*Lagarosiphon major*) est une plante aquatique présente localement dans le bassin (trois stations recensées). Son potentiel de dispersion et les dégâts que sa prolifération engendre dans d'autres bassins (Adour-Garonne notamment) sont tels que nous préconisons de la surveiller en vue d'une limitation rapide. Par contre, en ce qui concerne les hélophytes (carex, baldingère, ...), ce sont des espèces indigènes dont le développement prolifique s'inscrit dans une dynamique naturelle et ne correspond pas à un dérèglement fonctionnel ; par conséquent il faut réguler leur abondance selon les besoins du gestionnaire. Le ragondin (*Myocastor coypus*) est encore peu abondant dans le bassin Artois-Picardie mais il a été classé comme espèce « nuisible » par arrêté préfectoral à la vue des dégâts qu'il commet dans d'autres régions.

5. Le code de couleurs

Remarque : sur le tableau (cf.) les espèces que nous n'avons pas encore étudiées sont colorées en **jaune pâle**.

A ce stade, la lecture des tableaux informe sur l'origine, les caractéristiques, les impacts et les orientations de gestion pour chacune des espèces. Comme il ne s'agit que d'informations descriptives, nous avons jugé nécessaire de quantifier les impacts positifs et négatifs engendrés par la présence des espèces.

Nous avons donc mis au point un code de couleurs : rouge pour les impacts négatifs et vert pour les impacts positifs. Afin de rendre compte de l'intensité de ces gênes ou bénéfices nous utilisons trois nuances de chaque couleur :

	Gêne faible ou nulle		Bénéfice faible ou nul
	Gêne moyenne		Bénéfice moyen
	Gêne forte		Bénéfice fort

Par exemple, les jussies (*Ludwigia sp.*) sont des plantes aquatiques qui, lorsqu'elles se développent abondamment sur un site, forment un tapis dense éliminant ainsi d'autres espèces. Leur compétitivité étant très forte la couleur choisie est **rouge**. Par contre, les hélophytes qui se propagent sur un site grâce à une reproduction clonale (tout comme les hydrophytes jussies), n'éliminent pas ou peu les autres espèces : la teinte attribuée est **rose**.

La grenouille rieuse (*Rana ridibunda*) est un amphibien utilisé par les universités au service des enseignements de travaux pratiques de physiologie cellulaire entre autres ou comme animal de laboratoire. Elle a fait l'objet d'un commerce intense pour la consommation de ses cuisses. Par conséquent, les bénéfices qu'elle apporte aux activités humaines sont forts. Egéria est une plante peu recherchée par les herbivores, cependant des groupes importants d'oiseaux aquatiques, comportant des canards et principalement des foulques, ont été observés en pleine activité de nourrissage dans une zone facile d'accès et largement colonisée par *Egeria densa* de la retenue de Pen Mur (Morbihan) (Collectif, 1997), c'est pourquoi la couleur adoptée est vert pomme.

Nous avons ensuite décidé d'adapter ce code de couleurs au reste du tableau. D'une part, au statut d'origine, mode d'introduction, date d'introduction et aire d'origine, dispersion actuelle dans le bassin ont été attribuées 3 teintes d'orange :

Evolution des effectifs en France	Statut juridique	Statut d'origine	Mode d'introduction	Date d'introduction	Dispersion dans le bassin
 Espèce en régression	Faible ou nul	Espèce indigène	Espèce spontanée		Faible ou absente
 Espèce localisée ou dont la dispersion est stabilisée	Peu important	Espèce acclimatée	Introduction involontaire ou espèce échappée	Espèce introduite depuis moins d'un siècle	Moyenne
 Espèce en expansion, répandue, ou présentant des explosions démographiques saisonnières	Important	Espèce naturalisée	Introduction volontaire	Espèce introduite depuis plus d'un siècle	Forte

et à l'évolution des effectifs, statut juridique, indication biologique, risque d'invasion et prolifération, 3 coloris de bleu :

	Indication biologique	Risque d'invasion	Prolifération
	Faible ou nulle	Faible ou nul	Espèce absente du bassin ou non proliférante
	Moyenne	Moyen	Espèce dont le caractère envahissant est avéré mais pas dans notre bassin
	Forte	Fort	Prolifération avérée dans le bassin Artois-Picardie

Il est nécessaire d'illustrer le code couleur utilisé pour le critère «prolifération» : la couleur **bleue claire** est appropriée à la situation des diatomées exotiques (*Diadema confervacea* et *Navicula jakovljevicii*) (Coste & Ector, 2000) ou des héliophytes pour lesquels aucune prolifération n'est signalée sur l'ensemble du territoire français métropolitain (Collectif, 1997). Le lagarosiphon (*Lagarosiphon major*), plante aquatique originaire d'Afrique du Sud, est présente en une seule station dans le bassin (Dutartre, 2001b) où elle ne prolifère même pas. Par contre des proliférations très importantes de cette espèce sont observables dans le bassin Adour-Garonne (surtout au niveau des étangs landais) (Dutartre, 2001a). Par conséquent la nuance adéquate pour cette situation est **bleue**; nous considérons qu'elle est également adaptée aux espèces proliférant ponctuellement comme le poisson chat (*Ictalurus melas*). La teinte **bleue foncée** convient aux espèces proliférant fréquemment dans le bassin Artois-Picardie comme le rat musqué : *Ondatra zibethicus* (Godin & Fournier, 2000).

Cette codification nous a permis d'évaluer la nécessité de gestion pour chaque espèce :

	Faible
	Moyenne
	Forte

Pour l'attribution d'une couleur, les premiers critères considérés sont la présence (dispersion actuelle dans le bassin) et l'abondance (prolifération) de l'espèce dans le bassin : si une espèce est absente (black-bass (*Micropterus salmoides*, poisson), paspale dilaté (*Paspalum dilatatum*, héliophyte)) ou présente dans le bassin sans y proliférer (grenouille taureau (*Rana catesbeiana*, amphibien), les héliophytes indigènes (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*,...)) nous attribuons directement la couleur blanche.

Si la prolifération d'une espèce dans le bassin Artois-Picardie est très localisée : par exemple la jussie rampante (*Ludwigia peploides*), plante aquatique présumée exceptionnelle dans nos régions mais dont la prolifération n'est avérée qu'au niveau du canal de Roubaix à Leers (59) (à ne pas confondre avec la jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) qui prolifère au niveau des hortillonnages d'Amiens) ; ou si une espèce ne prolifère que ponctuellement (dans le temps et dans l'espace), nous considérons qu'à l'échelle du bassin, la nécessité de gestion est **moyenne** (bien qu'au niveau des sites concernés des interventions de gestion sont indispensables).

Pour les espèces bien répandues et proliférant dans le bassin, les critères analysés ensuite sont le statut d'origine, les caractéristiques de l'espèce et le bilan des impacts positifs et négatifs. Ainsi, les renouées (*Fallopia sp.*) sont des espèces végétales **hygrophiles** d'origine asiatique très répandues dans le bassin le long des cours d'eau. Les gênes qu'elles causent sont considérables alors que leur présence est peu bénéfique, par conséquent la nécessité de gestion dans leur cas est **forte**. La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mikiss*) originaire de la côte Pacifique de l'Amérique du Nord est très répandue en France et dans notre bassin. Au regard de ses nombreuses utilisations (pêche, élevage, ressource alimentaire), ses impacts négatifs sont moindres et c'est pourquoi nous lui avons attribué la couleur blanche.

Généralement, l'évaluation de la nécessité de gestion a toujours été réalisée de cette manière, mais parfois c'est notre appréciation globale (subjective) de l'ensemble des caractéristiques présentées dans le tableau qui a permis de la définir. De la sorte, les proliférations ponctuelles de cyanobactéries (algues) devraient nécessiter une gestion moyenne. Or, vu l'importance des impacts négatifs engendrés (mort des poissons, eau impropre à la consommation, ...), nous considérons qu'elle est forte et c'est la couleur noire qui a été choisie. C'est également le cas pour la perche soleil (*Eupomictis gibbosus*) qui ne prolifère que dans quelques plans d'eau mais qui est considérée comme l'espèce de poisson qui risque de poser le plus de problèmes.

D'autre part, nous tenons à signaler que le code couleur de la gestion est intimement lié au code de lettre. Il est donc obligatoire de les considérer simultanément afin de mettre en place les méthodes de gestion les plus appropriées aux différentes situations rencontrées dans le bassin Artois-Picardie (cf légendes des tableaux).

**Tableau n°4 : tableau récapitulatif des espèces
animales susceptibles de proliférer dans les milieux
aquatiques et subaquatiques du bassin**

Artois-Picardie

Légende

Références bibliographiques

**Tableau n°5 : tableau récapitulatif des espèces
végétales susceptibles de proliférer dans les milieux
aquatiques et subaquatiques du bassin
Artois-Picardie
Légende
Références bibliographiques**

B. LES JEUX DE FICHES DESCRIPTIVES

Après avoir répertorié les espèces animales et végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin Artois-Picardie, nous avons réalisé deux jeux de fiches (l'un pour les animaux, l'autre pour les végétaux) : ce sont la traduction textuelle des tableaux.

Les premières fiches que nous avons réalisées sont très détaillées et de ce fait assez longues. Un gestionnaire désireux de trouver rapidement une information globale sur une quelconque espèce pourrait être rapidement découragé par la lecture d'une telle fiche. Par conséquent, nous avons également élaboré des fiches synthétiques, reprenant les principales informations relatives aux précédentes associées à des cartes de distribution et des photographies.

La rédaction de ces fiches s'est faite à partir de documents bibliographiques collectés auprès de différents organismes tels que le Centre Régional de Phytosociologie/ Conservatoire National Botanique de Bailleul, le Conseil Supérieur de la Pêche, la Fédération de Pêche du Nord, la Direction Régionale de l'Environnement du Nord/Pas-de-Calais, ...

Deux exemples de fiches (fiche détaillée et fiche synthétique pour un animal : le rat musqué (*Ondatra zibethicus*, et pour un genre de plante : les jussies (*Ludwigia sp.*)) sont présentés en annexes III.

1. Les fiches détaillées

En tête de fiche apparaissent le ou les noms communs et latins de l'espèce ainsi que leur statut d'origine entre parenthèses. La systématique de l'espèce (jusqu'à la famille) est spécifiée dans un encadré.

Puis la fiche comporte plusieurs rubriques : biologie de l'espèce, origine géographique et modalités d'apparition en France, distribution actuelle, biotopes, impacts positifs, impacts négatifs, régulation naturelle, interventions humaines / méthodes de gestion, pour en savoir plus.

Ces différentes parties sont renseignées en fonction de la disponibilité des informations.

a) *Biologie*

Ce paragraphe se subdivise en deux parties pour les végétaux et en quatre pour les animaux.

(1) description

Les caractères morphologiques distinctifs de l'espèce sont décrits dans cette rubrique afin de faciliter son identification.

Pour les mammifères, les indices signalant leur présence sont précisés puisque les individus eux-mêmes sont difficilement observables.

(2) Comportement

Cette rubrique ne concerne que **les animaux**. Le grégarisme de l'espèce y est signalé, s'il y a lieu, puisque celui-ci est important lors de la colonisation de nouveaux sites (une espèce qui se déplace en groupes a plus de chances de parvenir à se reproduire car la rencontre entre individus de sexes différents est plus probable) ; ainsi que leur cycle biologique (hibernation, période de reproduction) qui influe sur les périodes pendant lesquelles les espèces peuvent se déplacer ...

(3) Régime alimentaire

Il est spécifié pour toutes les espèces animales puisqu'il est lié à la réussite de leur introduction. Les espèces peu exigeantes, dont le régime alimentaire est composé d'une nourriture très diversifiée, qui ont une bonne capacité à exploiter les ressources nutritives et qui les prélèvent plus efficacement que les compétiteurs indigènes, ont beaucoup plus de chances de survivre dans leur milieu d'accueil que celles qui se sont spécialisées sur une ressource particulière. Par exemple le ragondin (*Myocastor coypus*) est une espèce opportuniste qui s'accommode de ce qu'il trouve autour de lui.

(4) Reproduction et propagation

Connaître la stratégie de reproduction et le mode de propagation de l'espèce renseigne sur les risques d'envahissement par cette espèce.

Globalement, la reproduction sexuée n'est pas toujours un mode efficace de dissémination **pour les végétaux**. Sa fonction principale est d'assurer la pérennité de l'espèce et éventuellement la colonisation de nouveaux sites. En effet les milieux aquatiques et subaquatiques ne sont pas des milieux favorables à l'aboutissement d'une floraison et d'une fécondation. Même si la fécondation a lieu, le rendement de la germination des graines est souvent très faible. D'ailleurs certaines espèces, notamment les exotiques, ne se reproduisent pas sexuellement par exemple l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*) dont seuls les pieds femelles sont présents en France.

En revanche, la multiplication végétative est généralement fondamentale pour le maintien des plantes dans le milieu. Elle est le principal élément de la capacité de colonisation de la plupart des espèces proliférantes. Parfois c'est même le seul mode de reproduction efficace de l'espèce. Il existe différents procédés de reproduction végétative : fragmentation de la tige (lagarosiphon : *Lagarosiphon major*, élodées : *Elodea sp.*, ...) ou du **rhizome** (nénuphar jaune : *Nuphar lutea*) ; multiplication végétative du rhizome (renouées : *Fallopia sp.*) ou de **tubercules** souterrains (potamot pectiné : *Potamogeton pectinatus*) ; formation sur les tiges d'organes particuliers appelé **hibernacles** ou bourgeons dormants (Cornifle émergé : *Ceratophyllum demersum*) ; multiplication végétative par **bourgeonnement** du **thalle** (lentilles d'eau : *Lemna sp.*) (Collectif, 1997).

En ce qui concerne la propagation, le transport par le courant est le principal agent de dispersion des **diaspores**. La dispersion de ces organes est également assurée par des animaux aquatiques et surtout des oiseaux qui les transportent dans leurs pattes ou sur leur plumage, ainsi que par diverses activités humaines (Collectif, 1997).

Pour certaines espèces, un paragraphe **biomasse** a été ajouté. En effet, la connaissance des productions végétales d'un site est un élément important pour apprécier le niveau de prolifération. Ces productions sont estimées soit en pourcentage de recouvrement (de fortes densités végétales sont à relier avec des pourcentages de recouvrements supérieurs à 50 % du site, voire 75 %) soit en production de poids frais (les **hydrophytes** proliférants présentent au moins 1 à 2 kg de poids frais par m²) (Collectif, 1997).

Il s'est avéré important de préciser le cycle saisonnier de quelques taxons car il explique parfois leur stratégie colonisatrice. Ce cycle peut varier selon les caractéristiques biologiques et physiologiques de l'espèce mais aussi selon les conditions environnementales. Par exemple, les espèces au développement précoce dans la saison (potamot pectiné : *Potamogeton pectinatus*) ont un avantage pour coloniser les sites. De plus, la connaissance de ce cycle permet de déterminer judicieusement la période d'intervention par le gestionnaire (Collectif, 1997).

Pour les animaux, les capacités de croissance, de reproduction et de dispersion sont renseignées : elles sont plus ou moins importantes selon les espèces et peuvent leur conférer deux avantages :

- coloniser très rapidement un site : même si cette espèce n'est pas la mieux adaptée au milieu, le fait de se développer précocement et rapidement peut lui donner un avantage décisif sur les autres espèces ;
- étendre rapidement et fortement son aire de distribution géographique.

Généralement, deux stratégies de reproduction sont décrites chez les animaux (bien que parfois contestées : elles sont définies selon des critères précis et sont très différentes, cependant certaines espèces ont adopté des stratégies intermédiaires (continuum entre ces deux types de reproduction).

- **La stratégie « k »** est caractérisée par un faible taux de reproduction et la protection des juvéniles. Les espèces concentrent leur énergie sur la protection des individus et donc leur longévité est élevée. Elles sont spécialisées, vulnérables et peu tolérantes vis-à-vis des conditions du milieu.
- La plus efficace pour la colonisation de nouveaux sites est celle de **type « r »**, caractérisée par la production d'un grand nombre de juvéniles et une reproduction très précoce avec un cycle court (afin d'obtenir le plus grand nombre de reproduction possible dans la vie d'un individu) qui doit compenser la forte mortalité qu'elles subissent et permettre à l'espèce de se maintenir. Elles ont généralement une vie courte puisqu'elles se concentrent sur la reproduction (et non sur l'adaptation). Ce sont des espèces opportunistes, tolérantes et pionnières (Dauvin, 2001).

Parmi les espèces exotiques, celles qui présentent les plus gros risques d'invasion sont celles qui ont adopté cette stratégie « r » : en effet, dans les aires d'introduction la mortalité est moins importante, puisque les prédateurs et les compétiteurs naturels sont souvent absents, ce qui leur permet de développer leurs populations et de se multiplier. Cependant pour les espèces de poissons cette stratégie de reproduction renseigne peu sur leur capacité d'invasion puisque presque toutes les espèces possèdent de très grosses capacités de reproduction afin de compenser la très forte mortalité des œufs et **alevins**.

b) Origine géographique et modalités d'apparition en France

Cette partie ne concerne que les espèces exotiques, nous y détaillons les 3 premières colonnes des tableaux. L'origine exacte de l'espèce, ainsi que la date, les raisons et les circonstances de son introduction sont précisées. L'histoire de chaque espèce permet d'identifier les acteurs de son importation.

La date d'introduction nous permet de situer l'espèce dans la dynamique de colonisation, à savoir dans quelle phase : arrivée, établissement, expansion ou persistance elle se situe (cf l'article I C 4 du présent rapport).

c) Distribution actuelle

Nous y décrivons la distribution de l'espèce en France et dans le bassin Artois-Picardie ainsi que l'évolution démographique de l'espèce. Nous apprenons ainsi comment l'espèce s'est dispersée ou est susceptible de le faire sur le territoire français (notamment pour les espèces exotiques absentes de nos régions mais signalées dans un bassin limitrophe), et comparons la situation du bassin Artois-Picardie par rapport à celle de la France.

Cette rubrique reprend l'état des lieux des tableaux récapitulatifs.

d) Biotopes

Selon la quantité de documents et d'informations dont nous disposions, nous avons parfois présenté le biotope de l'espèce dans son aire d'origine, ce qui peut nous renseigner sur les facteurs limitant sa croissance et absents du milieu colonisé.

Sinon, seuls les biotopes occupés en France et dans le bassin Artois-Picardie ont été décrits.

(1) Les animaux

Les espèces concernées sont toutes aquatiques ou ont besoin de vivre à proximité de l'eau. Les milieux colonisés sont très divers : zones humides, marais, plans d'eau : étangs, mares, fossés, berges des cours d'eau ou les cours d'eau eux-mêmes ...

On peut remarquer en analysant le cas des différentes espèces que ce sont les moins exigeantes au niveau de la qualité de leurs habitats qui prolifèrent et qui sont donc susceptibles de poser des problèmes. La tolérance vis-à-vis de facteurs environnementaux limitants pour les espèces indigènes (polluants chimiques, perturbation de l'habitat, faible demande en oxygène surtout pour les poissons et les amphibiens, tolérance vis-à-vis de la salinité) est déterminante, tout comme l'amplitude écologique de l'espèce (résistance aux variations climatiques et écologiques). Tout ceci peut être résumé sous le terme « adaptabilité » : plus elle est grande, plus l'espèce a des chances de se naturaliser dans l'écosystème colonisé.

Par exemple, la carpe commune (*Cyprinus carpio*) réunit un grand nombre des caractéristiques citées précédemment et est considérée comme un des poissons les plus colonisateurs dans le monde. Par contre, l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) originaire du Nord-Est de l'Amérique du Nord, recherche des eaux pures, oligotrophes et froides, il est en plus sensible à toute forme de pollution : ceci freine sa dispersion, sa naturalisation n'est possible que dans certaines conditions et il est même menacé en divers sites.

(2) Les végétaux

Les espèces décrites dans le fichier sont pour la plupart aquatiques ou subaquatiques. Les biotopes colonisés sont donc des plans d'eau, des cours d'eau, leurs berges et tout type de zone humide etc. ...

Il est intéressant de distinguer les paramètres physiques et chimiques des habitats de ces plantes afin de mettre en évidence l'influence particulière de tel ou tel facteur sur la croissance et le développement du végétal.

Les **paramètres physiques** considérés sont (Collectif, 1997):

- L'**éclairage** : les secteurs éclairés sont généralement très favorables au développement végétal (**photosynthèse** réalisée grâce à l'énergie lumineuse). La majorité des espèces susceptibles de proliférer ont des besoins importants (jussies : *Ludwigia sp.*, renouées : *Fallopia sp.*, myriophylle du Brésil : *Myriophyllum aquaticum*). Cependant quelques espèces sont peu exigeantes comme les cyanobactéries, le lagarosiphon (*Lagarosiphon major*) ou encore l'égeria (*Egeria densa*).
- La **température** conditionne le développement des macrophytes et des cyanobactéries planctoniques ; elle est souvent liée à l'éclairage. La plupart des espèces végétales productives sont favorisées par une élévation des températures jusqu'à un certain seuil au-delà duquel leur influence devient négative. Les exigences sont cependant variables : il existe des espèces printanières, comme les algues filamenteuses du genre *Spirogyra*, et des espèces pour lesquelles l'augmentation de température favorise fortement la production de biomasse (lagarosiphon : *Lagarosiphon major*, myriophylle du Brésil : *Myriophyllum aquaticum*).
- La **profondeur** : de manière générale les risques de prolifération sont plus importants dans les milieux peu profonds.
- Le **courant** : il existe deux types de milieux aquatiques :
 - les milieux d'eau calmes (milieux **lenticques**) : plans d'eau, étangs, secteurs calmes des cours d'eau, qui sont les sites de développement d'espèces comme les lentilles d'eau (*Lemna sp.*), les héliophytes, ... ;
 - les milieux d'eau courante (milieux **lotiques**) : cours d'eau, où peuvent proliférer certaines algues filamenteuses comme les cladophores (*Cladophora sp.*) ou les vauchéries (*Vaucheria sp.*). Certains végétaux peuvent aussi bien se développer dans des milieux courants que stagnants (potamot pectiné : *Potamogeton pectinatus*).
- En ce qui concerne le **type de substrat** beaucoup d'espèces préfèrent ceux à granulométrie fine, vases ou sables, qui facilitent ou renforcent l'enracinement, c'est par exemple le cas des élodées (*Elodea sp.*). D'autres taxons comme les cyanobactéries benthiques se fixent préférentiellement sur des blocs, pierres, cailloux ou graviers. Les espèces de l'**épineuston** comme les lentilles d'eau (*Lemna sp.*) sont indépendantes du type de substrat.
- Pour la **géologie du substrat**, on trouve des espèces dans des milieux calcaires (cladophore : *Cladophora sp.*), marno-argileux (potamot pectiné : *Potamogeton pectinatus*), marno-calcaires (élodées : *Elodea sp.*), ...

Les **paramètres chimiques** relatifs à la qualité de l'eau vont avoir un impact plus ou moins important sur le développement des communautés végétales (Collectif, 1997):

- Dans la majorité des cas, les espèces susceptibles de proliférer se trouvent dans des milieux moyennement à fortement minéralisés (cyanobactéries), mais d'autres plantes comme les élodées du Canada et de Nuttall (*Elodea canadensis* et *nuttallii*) présentent de larges amplitudes vis-à-vis de la minéralisation du milieu.
- En ce qui concerne les nutriments, on estime qu'il suffit de très faibles teneurs en phosphore et en azote pour permettre aux végétaux d'être productifs. La croissance de certaines espèces peut être influencée par la teneur en nutriments (petite lentille d'eau : *Lemna minor*).

e) Conséquences des proliférations (impacts)

Nous avons recensé l'ensemble des impacts d'une manière objective. Cependant, les qualifier de positifs ou négatifs implique une part de subjectivité. Nous insistons sur le fait qu'il est probable que des impacts que nous avons considérés comme bénéfiques soient jugés différemment par certains acteurs.

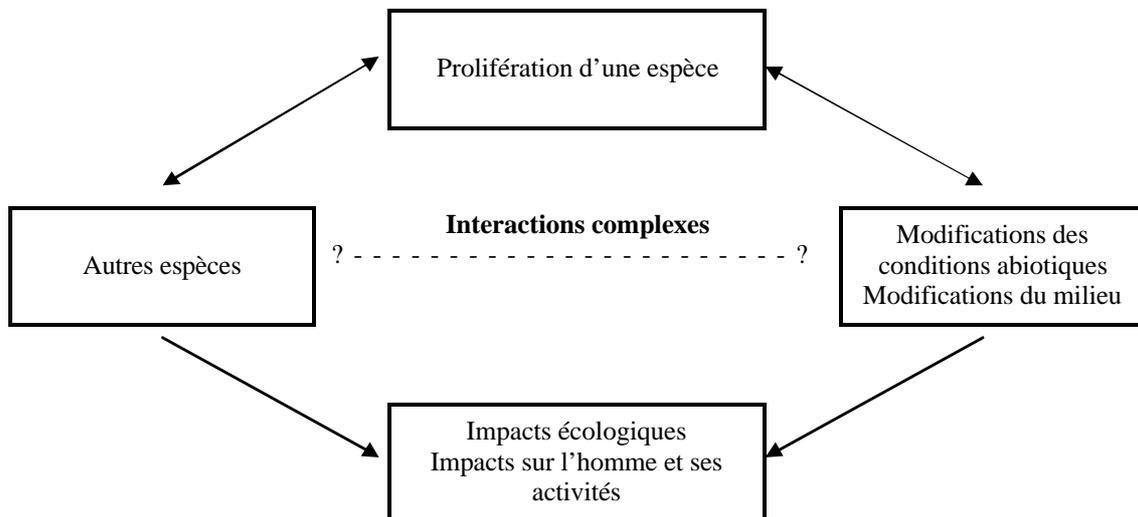


Figure n°2 : Conséquences induites par la prolifération d'une espèce, (GEREA, 1999).

(1) Positives

Nous avons recensé toutes les utilisations de l'espèce par l'homme (l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) est très apprécié pour la pêche sportive en raison de sa grande combativité et peut servir d'indicateur biologique puisque très sensible à toute forme de pollution), mais aussi sa place dans l'écosystème (les herbiers de certaines plantes aquatiques constituent soit une ressource alimentaire soit un lieu de refuge et/ou de reproduction).

En fait, cette rubrique détaille les impacts positifs présentés dans les tableaux récapitulatifs.

(2) Négatives

Les conséquences des proliférations d'espèces sont très variées et peuvent être séparées en 2 grandes catégories : les effets directs sur les autres organismes et les effets sur les caractéristiques du milieu.

Les effets sur le milieu auront des effets indirects sur les autres espèces tout comme les effets sur les espèces pourront aussi avoir des conséquences indirectes sur le milieu. En effet la prolifération d'une espèce induit un enchaînement complexe de causes et d'effets qu'il est difficile d'envisager à priori, ce qui constitue un des grands dangers de ce phénomène (GEREA, 1999). Par exemple, les cyanobactéries ne constituent pas une nourriture appréciée des consommateurs puisque la présence de paroi mucilagineuse empêche le broutage par le **zooplancton** brouteur ou filtreur. Ainsi, le zooplancton, placé dans un « **bloom** » de bactéries ne va pas pouvoir s'en nourrir et va donc mourir d'**inanition**. Comme il disparaît, les organismes qui s'en nourrissent ne vont plus avoir assez de nourriture pour survivre. De ce fait, c'est toute la chaîne alimentaire qui est affectée, c'est pourquoi les blooms à cyanobactéries sont considérés comme des « impasses trophiques » (Collectif, 1997). La carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*), qui consomme une quantité considérable de macrophytes et réduit ou même éradique la végétation aquatique, contribue à l'altération des habitats aquatiques par un accroissement de la turbidité des eaux, par une diminution de la concentration en oxygène et une perte des habitats refuges, des zones d'alimentation (perturbation de la chaîne trophique après diminution des invertébrés inféodés aux végétaux) et des aires de reproduction des espèces **phytophiles** (Bruslé & Quignard, 2001).

Il convient également de bien différencier dans les conséquences des proliférations les notions d'impacts sur le milieu et les gênes occasionnées aux différents usages.

Les gênes peuvent être d'ampleur et de nature variables, selon le degré d'artificialisation du milieu et selon la multiplicité et la sensibilité des usages (GEREA, 1999).

f) Régulation naturelle

Il peut paraître contradictoire de parler de régulation naturelle dans le cas d'espèces qui prolifèrent et qui ne paraissent donc plus régulées par les facteurs environnementaux. Toutefois la connaissance de ces phénomènes peut permettre de comprendre (GEREA, 1999):

- pourquoi les espèces prolifèrent sur certains sites et non sur d'autres et donc d'appréhender les risques réels d'expansion d'une espèce ;
- pourquoi des espèces introduites s'intègrent aux écosystèmes locaux immédiatement ou après une phase explosive.

Elle peut également aider à mettre en place des méthodes de lutte plus adaptées à l'écologie des espèces et donc plus efficaces.

Les principaux phénomènes jouant un rôle important dans l'évolution des effectifs des espèces sont :

- ✓ **La compétition inter-spécifique** : les ressources du milieu n'étant pas illimitées, les individus d'une espèce vont être en concurrence avec ceux des autres espèces. Si l'espèce considérée possède une caractéristique (physiologique ou biologique) lui permettant d'utiliser une ressource vitale avec plus d'efficacité, elle pourra se développer au détriment des autres espèces, voire occuper tout l'espace disponible.
- ✓ **La compétition intra-spécifique** : cette concurrence peut également s'observer entre les individus d'une même espèce. Sur un même site, les effectifs d'une espèce vont être limités par la quantité des ressources vitales disponibles et accessibles.

- ✓ **La consommation / prédation** : la présence d'herbivores ou de prédateurs peut limiter le développement des effectifs d'une espèce, végétale dans le premier cas, animale dans le second, si le nombre d'individus consommé est suffisamment important et si la prédation est sélective.
- ✓ **Les facteurs limitants** : chez la plupart des animaux, la majorité des éléments vitaux se trouve dans la ressource alimentaire consommée (plante ou animal). Cette ressource va donc généralement constituer un facteur essentiel pouvant limiter la croissance, la reproduction, la survie des individus. Mais, l'augmentation des effectifs peut également être fortement limitée par la place disponible, le nombre de sites de reproduction favorables, les conditions climatiques, etc. Le facteur limitant est celui qui est le plus contraignant pour le développement de la population animale et il n'est pas forcément le même selon les secteurs. Chez les plantes, les éléments indispensables à la survie sont acquis indépendamment les uns des autres. Si la place disponible et les conditions climatiques peuvent jouer un rôle important dans le développement des individus ou des populations, la présence dans le milieu de carbone, de phosphore, d'azote ou d'autres éléments est fondamentale. Chaque élément peut devenir limitant pour l'espèce en fonction des quantités présentes et de sa disponibilité mais aussi en fonction de la biologie et de la physiologie propre à l'espèce (GEREA, 1999).
- ✓ **Les maladies (pathogènes, parasites, ...)** constituent également un facteur non négligeable de régulation des populations animales et végétales.

Ces différents phénomènes sont souvent imbriqués et vont parfois tantôt favoriser une espèce tantôt la défavoriser (GEREA, 1999).

Il peut parfois s'agir de facteurs de « régulation » d'origine anthropique : pollutions, modification du type de gestion exercée sur le milieu, ...

Généralement, les cas de prolifération apparaissent chez les espèces compétitives peu ou pas consommées et qui ne sont pas ou plus confrontées à des facteurs limitants dans le milieu où elles s'installent (Anonyme, 1999c). Pour les espèces exotiques, cela s'explique par le fait qu'elles n'ont pas évolué dans leur nouvelle région d'implantation ; elle ne sont pas intégrées aux écosystèmes locaux qui fonctionnent de façon équilibrée grâce aux diverses interactions qui se sont mises en place entre les différentes espèces autochtones (GEREA, 1999). Les espèces indigènes, elles, sont intégrées aux écosystèmes locaux ; leur prolifération est liée à la dynamique de l'espèce et/ou à un changement des conditions biotiques (disparition d'un consommateur par exemple) et/ou abiotiques (comme l'enrichissement du milieu).

g) Interventions humaines / méthodes de gestion

Une démarche préalable à une intervention est l'analyse des impacts ressentis par les usagers et/ou les gestionnaires. Cette analyse doit tenir compte des usages et des objectifs de gestion du milieu, en respectant la cohérence de fonctionnement de celui-ci (Dutartre, 2001d). En effet, le choix des traitements doit dépendre de l'utilisation des milieux par l'homme (incompatibilité éventuelle, notamment des moyens chimiques avec la qualité des eaux), de leur structure (accessibilité des zones à traiter), de leur fragilité (impacts possibles des traitements sur la faune et la flore locales), ainsi que des moyens financiers disponibles, ... (Anonyme, 1999c).

Les méthodes de lutte contre les espèces susceptibles de proliférer sont de deux ordres (Collectif, 1997) :

- les **méthodes préventives** tentent d'empêcher ou de limiter le développement des plantes ou animaux en intervenant, sur un ou plusieurs paramètres de répartition ou de développement de l'espèce par des modifications ou des manipulations de l'habitat ou aussi grâce à des démarches plus globales comme la réglementation des introductions pour les espèces exotiques.
- les **méthodes curatives** comportent des moyens d'action directe sur les espèces, mécaniques ou physiques, chimiques ou biologiques. Ce sont les plus connues, elles ont pour but de détruire, d'enlever ou de faire régresser les populations trop importantes des espèces dans les biotopes où elles ont proliféré.

Aucune solution miracle n'existe pour prévenir ou lutter contre les espèces proliférantes, même si certaines techniques sont relativement efficaces. L'« éradication » totale n'est pas envisageable (de plus elle n'est pas souvent souhaitable (l'éradication d'une espèce exotique est un sujet à controverses), dans le cas des espèces exotiques, et inconcevable dans le cas des indigènes). L'utilisation de techniques et de produits non homologués ou n'ayant pas de mode d'emplois précis est à proscrire (GEREA, 1999). Le plus souvent, un traitement n'est pas efficace s'il est appliqué seul ; c'est la combinaison de plusieurs moyens de lutte qui est la plus adaptée puisqu'elle fournit de meilleurs résultats ; de plus, les différentes actions doivent se faire de façon cohérente au niveau de chaque bassin versant, mais aussi au niveau national et parfois même européen afin d'éviter les risques de recolonisation à partir de foyers de populations oubliées.

L'objectif de gestion des espèces exotiques et indigènes susceptibles de proliférer dans le bassin Artois-Picardie n'est donc pas l'éradication mais le contrôle des populations dont le développement gêne le fonctionnement de l'écosystème et/ou les utilisations du site par l'homme.

(1) Pour les espèces végétales

Plusieurs techniques d'intervention sont envisageables :

- **la non-intervention**, si la présence de la plante n'engendre aucune gêne ;
- **la prévention** peut être mise en œuvre par des actions sur la qualité des eaux ou sur certains éléments de fonctionnement physique des biotopes (si la forte abondance d'une espèce est la conséquence du changement d'un paramètre chimique ou physique) (Dutartre, 2001d). Il faut donc agir sur la cause de la prolifération ainsi l'abondance du végétal se régulera seule. Si la prolifération d'une espèce fait suite à l'augmentation de la teneur en nutriments (rejets), l'action à mener doit limiter voire annuler ces nouveaux apports.
- **l'intervention directe** sur les plantes dont l'abondance représente une gêne pour les usages du site ou pour le milieu et les autres espèces présentes :
 - ✓ des **interventions manuelles** sont tout à fait envisageables dès lors que les travaux concernent des surfaces de faibles dimensions : elles peuvent être utiles dans une phase de finition d'interventions mécanisées, elles permettent une meilleure précision dans l'enlèvement des **boutures** ; toutefois la pénibilité des travaux manuels devra être prise en compte dans leur déroulement et notamment dans le transport des plantes récoltées (Dutartre, 2001d) ;
 - ✓ des **interventions mécanisées** sont également possibles : le faucardage à l'aide d'engins adaptés (moissonneuses adaptées aux plans d'eau, godets faucardeurs ou griffes installées sur bras hydrauliques d'un engin terrestre ou flottant) permettant la récolte et l'exportation des plantes afin d'éviter tout déficit d'oxygène lié au pourrissement (des filières de recyclage des plantes récoltées doivent être mises en place : emploi comme engrais vert ou ingrédients dans les terres végétales ou compost, la méthanisation pourrait être envisageable). Le **curage ou le dragage** sont également des techniques de contrôle des plantes aquatiques : intervenant sur les parties superficielles des sédiments, les plus riches en nutriments, ces techniques sont relativement efficaces (Dutartre, 2001d) ;

- ✓ ***l'emploi d'herbicides*** pour réguler les développements de plantes aquatiques présente généralement une efficacité élevée dans la mesure où le choix du produit est fait en tenant compte des plantes présentes et des caractéristiques du milieu. Son application, réalisée en respectant les précautions indiquées par les fabricants, donne des résultats jugés satisfaisants par les gestionnaires ; cependant cette technique présente des dangers toxicologiques à court et moyen terme vis à vis des organismes non visés par les applications (poissons, ...) ; des risques de désoxygénation du milieu, liés à la consommation d'oxygène nécessaire à la dégradation bactérienne des plantes mortes, de modifications d'habitats et sélection de flore ; des risques vis à vis des utilisations ultérieures des eaux des milieux traités. Cette technique est limitée aux milieux stagnants ou à faible courant car un certain temps de contact entre le produit et les plantes est indispensable. L'emploi de cette technique doit donc être envisagé avec beaucoup de prudence et ne pas être systématisé à l'ensemble des milieux à traiter, afin de limiter les risques vis à vis de l'environnement et de se prémunir contre toutes les gênes secondaires qu'il peut causer (Dutartre, 2001d) ;
- ✓ ***le contrôle biologique*** consiste en l'utilisation d'organismes consommant les plantes, limitant leur développement ou provoquant des maladies. Une grande variété d'organismes a été étudiée, depuis les virus jusqu'aux mammifères. Beaucoup de recherches dans ce domaine sont encore en cours. Le pâturage extensif des plantes émergées (roseau : *Phragmites australis*) ou amphibiens dans les zones humides est régulièrement employé dans des sites classés en réserve comme des réserves naturelles. Les espèces bovines ou équinées utilisées sont souvent de races rustiques capables de supporter les conditions de vie difficile de ces milieux. Des oiseaux inféodés aux milieux aquatiques ont également été étudiés comme « agent de contrôle » des plantes mais dans la plupart des cas leurs potentialités sont très réduites. La carpe chinoise (*Ctenopharyngodon idella*) est un des moyens de contrôle biologique des macrophytes jugés prometteurs dans les zones tropicales, elle est présente en Europe depuis une trentaine d'année. En France son introduction est interdite dans les eaux libres car les choix alimentaires de cette espèce, ne consommant pas obligatoirement les plantes à contrôler, ainsi que les impacts variables de cette technique sur l'écologie des écosystèmes aquatiques traités doivent inciter à une grande prudence d'emploi dans le cas de milieux à usages multiples (Dutartre, 2001d) ;
- ✓ On peut éliminer les brochets (*Esox lucius*) pour favoriser les populations de poissons herbivores.

(2) Pour les espèces animales

Plusieurs types de méthodes peuvent être envisagés :

- **La non intervention** : parfois il vaut mieux ne rien faire, l'opération pouvant apporter plus de dommages que de bénéfices. D'ailleurs avant toute opération de limitation des effectifs d'une espèce, il faut comprendre son histoire, décrire le milieu où l'on souhaite intervenir afin de mesurer les impacts de l'intervention sur l'écosystème, définir les modalités de cette intervention (où ?, quand ?, comment ?) ainsi que leur suivi (Pascal & Chapuis, 2000).
- **Les méthodes préventives** :

Il s'agit de démarches globales qui pourraient ou devraient être adoptées afin de limiter l'apparition et/ou la multiplication d'espèces (allochtones ou autochtones) :

- ✓ Comme les principaux cas de proliférations posant le plus de problèmes proviennent d'espèces introduites, un des premiers moyens pour lutter contre elles est ***l'établissement et le respect réglementaire*** adaptés à chaque situation. Comme nous l'avons vu précédemment, les textes concernent notamment les procédures d'introduction d'espèces et de transport d'organismes vivants. De nombreux textes concernent également les actions de lutte : définition des espèces protégées et de celles classées « gibier » ou « nuisibles », techniques autorisées et interdites, personnes ou organismes agréés pour l'utilisation de certains procédés... (Anonyme, 1999c);
- ✓ ***préserver des milieux aquatiques et humides diversifiés*** car moins sujets à la prolifération d'espèces ;
- ✓ la lutte contre les espèces animales **autochtones** nécessite (contrairement aux espèces végétales pour lesquelles une gestion régulière et bien adaptée des milieux sans opérations lourdes de destructions d'individus peut suffire) des approches variées sur l'ensemble du domaine géographique concerné, comme c'est le cas pour le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*), espèce en expansion à large distribution géographique sur plusieurs pays.
- ✓ ***intégrer la question des proliférations d'espèces dans les projets d'aménagement*** ou de gestion qui risquent de faire varier de façon significative les paramètres du milieu, puisque des proliférations sont la conséquence de déséquilibres du milieu induits par des perturbations d'ordre anthropique (GEREA, 1999);
- ✓ ***des dispositifs de protection contre les dégâts*** peuvent être mis en place : par exemple pour prévenir les méfaits occasionnés par le ragondin (*Myocastor coypus*) ou le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), on peut poser des grillages ou des clôtures, employer des répulsifs chimiques pour protéger les cultures non ligneuses. Pour protéger les ouvrages et les berges, plusieurs moyens peuvent être utilisés : disposer des pieux de bois tout le long des berges, engrillager les ouvrages sensibles comme les chemins ou les digues... (Jouventin *et al.*, 1996).

- **Les méthodes curatives** employées pour les animaux sont dans la presque totalité des cas des mesures de destruction des individus (les mesures indirectes visant à rendre le milieu moins accueillant pour l'espèce sont encore rares) :
- ✓ **les moyens physiques** : des campagnes de piégeage, de capture pour les poissons, tirs sélectifs, différentes méthodes de chasse (ou destruction des pontes et lieux de frai pour les espèces de poissons). Ils sont adaptés à des campagnes localisées sur des sites bien délimités et ne sont efficaces que lorsqu'ils sont répétés régulièrement. Pour limiter les impacts négatifs de ces opérations il est nécessaire d'utiliser les méthodes les plus sélectives possibles (pièges-cages par exemple) ;
 - ✓ **les moyens chimiques** : étant donné les risques potentiels élevés pour le milieu et la santé publique, les actions de lutte utilisant des produits chimiques étaient très réglementées, organisées collectivement et mises en œuvre par des personnes organisées et qualifiées (voire agréées dans certains cas). Aujourd'hui, l'usage du poison dans la lutte contre le ragondin (*Myocastor coypus*) et le rat musqué (*Ondatra zibethicus*) est interdit depuis le mois de mai 2002, conformément à l'arrêté du 25 avril 2002 qui autorise plusieurs types de destruction : tir, chasse à l'arc, déterrage mais interdit les poisons même dans le cas des luttes organisées (Anonyme, 2002) ;
 - ✓ **la lutte biologique** : elle est très peu utilisée pour les espèces animales car les conséquences en sont imprévisibles et son emploi peut être plus néfaste que bénéfique.

h) Pour en savoir plus

Pour terminer, nous avons cité les références bibliographiques ayant servi à l'élaboration de la fiche et s'il y a lieu d'être, les coordonnées d'un spécialiste de l'espèce concernée. Ainsi, nous facilitons les recherches d'un gestionnaire désireux de plus amples informations sur le sujet.

2. Les fiches synthétiques

Ces documents reprennent les principales informations des fiches détaillées, elles en sont le résumé.

Une photographie de l'espèce figure sur cette fiche ainsi que le code de couleur qui caractérise la nécessité de gestion l'espèce.

L'entête de la fiche se présente de la manière suivante :

Systematique de l'espèce	Nom(s) français <i>Nom(s) latin(s)</i>	Code couleur : blanc, gris, ou noir
---------------------------------	--	---

Carte de distribution connue	Photographie
-------------------------------------	---------------------

Les cartes de distribution connue remplacent la rubrique situation actuelle de la fiche détaillée, elles montrent simplement les zones où les espèces sont répertoriées dans le bassin Artois-Picardie. Elles ont été réalisées en superposant toutes les données que nous avons récoltées et par conséquent elles ne sont pas du tout exhaustives : les espèces peuvent être présentes dans d'autres plans, cours d'eau ou zones humides.

La réalisation des cartes des espèces végétales s'est faite à partir de cartes de répartition (maillage 4/4 km) fournies par le Centre Régional de Phytosociologie de Bailleul. Selon Benoît Toussaint les répartitions des espèces sont beaucoup mieux renseignées pour le Nord/Pas-de-Calais que pour la Somme.

Pour résumer et mieux visualiser la ou les conséquences de la prolifération d'une espèce, les impacts positifs et négatifs sont représentés sous la forme d'un tableau récapitulatif ce qui permet de les mettre en parallèle :

	Impacts positifs	Impacts négatifs
<i>Sur le milieu naturel</i>		
<i>Sur les autres espèces</i>		
<i>Sur l'homme</i>		
<i>Sur les activités humaines</i>		

III. SITUATION ACTUELLE ET PERSPECTIVES D'AVENIR

A. BILAN A L'ECHELLE DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE

Le bassin Artois-Picardie est globalement préservé des proliférations de populations de la plupart des espèces exotiques et indigènes.

En effet, la majeure partie des **espèces végétales** aquatiques indigènes ne prolifère que ponctuellement dans le temps et/ou dans l'espace. Il en est de même pour les 13 espèces exotiques aquatiques recensées dont certaines ne prolifèrent même pas comme le *Lagarosiphon major* : le lagarosiphon. D'ailleurs, en terme de répartition dans le bassin, ces allochtones sont jugées exceptionnelles (*Ludwigia sp.* : les jussies) à peu communes (*Elodea canadensis* : élodée du Canada).

La situation est semblable pour les **espèces animales** des milieux aquatiques et subaquatiques. Les espèces autochtones, comme le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*), prolifèrent ponctuellement et souvent grâce à l'ampleur et la facilité d'accès de la ressource alimentaire induites par les activités humaines. Parmi les espèces exotiques présentes, très peu prolifèrent et certaines sont même protégées (*Rana ridibunda* : grenouille rieuse). Le cas des poissons est particulier : aucun développement important d'effectifs n'est clairement exposé. Ils figurent dans notre étude en raison de la forte expansion géographique (souvent mal connue) de certaines espèces et de leurs multiples transports d'un bassin versant à l'autre.

Les situations les plus préoccupantes sur le bassin Artois-Picardie concernent les « **blooms** » de **cyanobactéries** (indigènes) qui, même ponctuels dans le temps (selon le cycle de vie de chaque espèce) et dans l'espace (généralement eaux enrichies en nutriments, surtout en azote et en phosphore), ont des conséquences très importantes en terme de mortalité d'espèces, de toxicité vis-à-vis de l'homme, ... ; la **renouée du Japon** (*Fallopia japonica*) très courante et se développant massivement le long des cours d'eau du bassin ; la **perche soleil** (*Lepomis gibbosus*) encore peu répandue mais considérée comme l'espèce de poisson susceptible de poser le plus de problèmes ; le **rat musqué** (*Ondatra zibethicus*) dont les méfaits sont connus de longue date (cependant dans certains secteurs la régression des effectifs est amorcée. Actuellement certains des milieux les moins favorables (milieux forestiers en particulier) n'hébergent plus que des populations rélictuelles et les observateurs s'accordent pour noter une diminution nette de la fréquence des rats musqués dans plusieurs secteurs du Nord / Pas-de-Calais en dehors de toute action de contrôle des populations exercée par l'homme, en réponse à des modifications des habitats associées à une augmentation de la pression de prédation effectuée par le renard. En revanche, dans les secteurs qui sont restés favorables où la pression de prédation n'a pas été modifiée, le niveau des populations reste très important) (Godin, 1979).

L'ensemble de ces espèces figure dans notre étude parce que les quelques proliférations signalées dans le bassin perturbent le milieu naturel ainsi que la faune et la flore locales, mais aussi et surtout parce qu'elles engendrent des gênes pour l'homme et ses activités. Il est donc nécessaire de réguler les populations aux développements excessifs et important de surveiller et limiter l'expansion des espèces exotiques déjà introduites. De plus, un effort dans le domaine de la réglementation est à solliciter auprès des autorités compétentes afin de contrôler les importations volontaires et limiter les introductions d'espèces allochtones dans le milieu naturel.

La dynamique importante d'expansion géographique de certaines espèces, l'évolution des milieux et la sensibilité des usagers, sont autant de paramètres présentant de fortes évolutions dans le temps et pour lesquels les flux d'informations disponibles sont continus. Ceci implique la nécessité de réviser et de compléter régulièrement cette étude (GEREA, 1999).

B. LA GESTION DES ESPECES PROLIFERANTES DANS LE BASSIN ARTOIS-PICARDIE

1. Jusqu'à aujourd'hui

a) Gestion des espèces végétales

La gestion de prolifération d'espèces végétales au niveau du bassin Artois-Picardie n'a fait l'objet que d'actions isolées pour l'instant.

Le Syndicat mixte du Canal Intercommunal de Roubaix a déjà procédé à un faucardage de la population de jussie rampante (*Ludwigia peploides*) proliférant au niveau de l'écluse à Leers (l'arrachage des pieds demande des moyens trop onéreux) (Conrate, 2002). L'efficacité n'a été que temporaire puisque cette population recouvre actuellement une surface non-négligeable du canal et de nouvelles stations éloignées de quelques centaines de mètres de cette population sont désormais observables.

Des opérations d'arrachage des herbiers de jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) ont été pratiquées dans les hortillonnages d'Amiens. La première fut organisée en 1997 par le Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement et la Sauvegarde des Hortillonnages. Dès 1998, la Communauté d'Agglomération Amiens Métropole prit le relais en assurant la coordination des travaux et en mettant en place un suivi de l'opération. Sur la base d'une cartographie précise des stations, les arrachages ont été effectués en automne par traction manuelle à partir de barques. Une expérimentation d'arrachage avec un croc s'est montrée particulièrement efficace pour la récupération des tiges enracinées et des racines. Une personne récupérait à l'épuisette les fragments dérivants. Les végétaux amassés dans les barques ont ensuite été étendus sur une parcelle pour séchage puis brûlés. La cartographie des populations et les opérations d'arrachage ont été menées de 1997 à 2001 (Toussaint & Gavory, 2001).

Le bilan des 4 premières années d'interventions reste mitigé : si la destruction des stations les plus vastes et les plus denses ainsi que la réduction du linéaire de fossés colonisés ont pu être obtenues, la plante est encore présente et le nombre de stations s'est accru (Toussaint & Gavory, 2001). Pourtant, en avril 2002, le président de l'association pour la Protection et la Sauvegarde du site et de l'environnement des Hortillonnages était confiant quant à l'élimination de la jussie à grandes fleurs sur le site.



Photo n°5 : populations de jussie rampante (*Ludwigia peploides*) sur le canal de Roubaix à Leers (59) issues de la prolifération de la même plante située environ 100 mètres plus loin au niveau de l'écluse, Tiphaine Saint-Maxent, août 2002 :



Photo n°6 : prolifération de jussie rampante (*Ludwigia peploides*) sur le canal de Roubaix à Leers (59) au niveau de l'écluse, Tiphaine Saint-Maxent, août 2002.

b) Gestion des espèces animales

Le rat musqué (*Ondatra zibethicus*) et le ragondin (*Myocastor coypus*) sont classés tous les ans par arrêté préfectoral sur la liste des espèces nuisibles. Ils sont donc chassés et des campagnes de contrôle des effectifs sont organisées. Dans la Somme, « seulement trois dératisseurs » agissent pour le département (employés du Conseil Général) principalement contre le rat musqué (*Ondatra zibethicus*) en fonction de la demande des maires, de leurs observations personnelles ou de ce qui leur est communiqué mais pas auprès des particuliers qui doivent faire leurs demandes auprès de piègeurs agréés. Chacun de ces « dératisseurs » est responsable d'un secteur géographique particulier. Les secteurs les plus « envahis » sont les Bas-Champs, le Marquenterre, toute la côte Picarde. Les pièges utilisés sont des pièges de seconde catégorie à clapet qui tuent l'animal sur le coup. Ils sont actuellement les plus efficaces par rapport à la réglementation (puisque l'utilisation des nasses et du poison sont interdits) ; cependant ils ne peuvent pas poser de pièges à moins de 50 mètres de la voie publique et 200 mètres des habitations. Il leur est donc très difficile de contrôler efficacement les populations de rat musqué (Dhennin, 2002).

L'érisma rousse (*Oxyura jamaicensis*) fait l'objet d'interventions par tir, coordonnées par l'Office National de la Chasse et réalisées par des agents assermentés (brigades mobiles d'intervention, gardes nationaux, personnels assermentés des réserves naturelles) en fonction des observations recueillies au centre opérationnel (comité national d'homologation basé à Paris où sont centralisées toutes les observations de l'espèce). A notre connaissance, aucun tir de cette espèce n'est réalisé dans le bassin Artois-Picardie. En ce qui concerne le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*) des autorisations de tirs sont délivrées par arrêté préfectoral. Par exemple, pour le département du Nord en 2002, 20 oiseaux ont pu être tués sur les eaux closes et 42 en eaux libres (d'après la préfecture de ce département).



Photo n°7 : colonie de grand cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*), José Godin.

2. A l'avenir

La multiplicité de situations à traiter en matière de gestion des plantes aquatiques empêche la mise en œuvre d'une quelconque recette généralisable. Dans de nombreux cas, les difficultés pratiques rencontrées sont directement liées à l'insuffisance des connaissances disponibles et des analyses préalables de la situation à traiter (Dutartre, 2001d). Ce constat est le même pour la gestion des espèces végétales subaquatiques et animales liées à l'eau susceptibles de proliférer.

Dutartre (2001), remarque l'utilité de proposer une procédure générale pour ces interventions de gestion. Elle pourrait permettre d'améliorer leur qualité globale et favoriser la diffusion dans le monde des gestionnaires des acquis scientifiques, techniques et organisationnels des diverses opérations menées dans ce domaine.

Le modèle de la procédure qu'il propose est également adapté aussi bien à la gestion des végétaux subaquatiques qu'à celle des animaux liés à l'eau.

Elle pourrait s'articuler autour de 3 axes : description de la situation étudiée, choix des techniques et du programme d'intervention, évaluation du résultat obtenu.

3. Modèle de procédure selon Alain Dutartre (2001)

a) Description

Il est nécessaire de définir :

- les **caractéristiques du milieu concerné** : superficie, profondeur, régimes hydrologiques, niveaux, connexion avec d'autres milieux, peuplements végétaux, cadres réglementaires, etc. ...
- Les **usages et les usagers** : il est nécessaire d'établir un bilan complet du milieu. Les usages peuvent être quantitatifs : production d'énergie, irrigation, soutien d'**étiage**, **écrêtement** des crues, ...) ou qualitatifs (eau potable, baignade, loisirs dont la pêche et la chasse, ...). Ce bilan permettrait de préciser la nature des usages, leur imbrication géographique ou temporelle, voire leur niveau de compatibilité. Il peut également déboucher sur une hiérarchisation précise de ces usages (celui qui est primordial, ceux qui restent secondaires, ...) et faciliter les choix ultérieurs d'intervention.
- Un **bilan des gênes** exprimées.

- Les causes de la prolifération : nous proposons dans le cas du bassin Artois-Picardie de le faire sous la forme de tableaux (un code lettre est attribué à chaque rubrique afin de faciliter la lecture des tableaux qui suivent), ces causes peuvent être dues :
- ✓ soit à certaines caractéristiques du milieu d'accueil :
 - habitats perturbés, écosystèmes dégradés, communautés biologiques déstabilisées souvent du fait des activités humaines : par exemple enrichissement du milieu par pollution organique ou chimique : **P** ;
 - niches écologiques vacantes ou faible nombre d'espèces dans un habitat : **V** ;
 - similitudes climatique et édaphique entre région d'origine et région d'accueil : **S** ;
 - absence des facteurs de régulation de leurs milieux naturels : **F** ;
 - ✓ soit aux caractéristiques de l'espèce elle-même :
 - grande amplitude écologique ou grande variabilité génétique : **A** ;
 - large aire de distribution géographique dans le bassin : **D** ;
 - tolérance vis-à-vis des facteurs environnementaux limitants pour les espèces indigènes : **T** ;
 - mode de vie grégaire pour les animaux : **G**, ou reproduction clonale pour les végétaux : **C** ;
 - taux de reproduction élevé : **R** ;
 - forte compétitivité : **CP** ;
 - exploitation efficace des ressources trophiques : **E** .

Lorsque la lettre est entre parenthèses, cela signifie que la caractéristique est moins prononcée pour cette espèce.

Les animaux :

Nom français	Nom latin	Statut d'origine	Mode et date d'introduction en France	Causes de prolifération	
				Habitat	Espèce
Tortue de Floride	<i>Trachemys scripta</i>	Acclimatée	Volontaire, 1975	V F	A CP E
Grenouille taureau	<i>Rana catesbeiana</i>	Acclimatée	Echappée, 1980	(S) F	A T R CP E
Grenouille rieuse	<i>Rana ridibunda</i>	Naturalisée	Volontaire, ?	S	A R CP E
Perche soleil	<i>Eupomictis gibbosus</i>	Naturalisée	Volontaire, 1877-1885	P F	A (D) G R CP E
Poisson chat	<i>Ictalurus melas</i>	Naturalisé	Echappé, 1871	P F	A G R CP E
Erismature rousse	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Naturalisé	Arrivée spontanée à partir de l'Angleterre, 1970	(V) F	E
Ragondin	<i>Myocastor coypus</i>	Naturalisé	Volontaire et échappé, fin XIX ^{ème} siècle	V F	A E
Rat musqué	<i>Ondatra zibethicus</i>	Naturalisé	Volontaire et échappé, 1925-1930	V (S) F	A D R E
Raton laveur	<i>Procyon lotor</i>	Naturalisé	Echappé, XX ^{ème} siècle	V (S) F	A E

Tableau n° 6 : les causes de proliférations des taxons animaux invasifs ou proliférants dans le bassin Artois-Picardie.

Les végétaux :

Nom français	Nom latin	Statut d'origine	Mode et date d'introduction en France	Causes de prolifération	
				Habitat	Espèce
Les cyanobactéries		Indigène		P V	D T C CP
Azolla fausse-Fougère	<i>Azolla filiculoides</i>	Naturalisée	Echappée, 1880	V	A T C (R) CP E
Elodée de Nuttall	<i>Elodea nuttallii</i>	Naturalisée	Involontaire, 1940	P F	T C
Elodée de Ernst	<i>Elodea ernstae</i>	Naturalisée	Involontaire, 1959	P F	T C
Jussie à grande fleur et jussie rampante	<i>Ludwigia peploides</i> et <i>L. grandiflora</i>	Naturalisées	Volontaire, 1820/1830	P F V	A D C R CP
Lagarosiphon	<i>Lagarosiphon major</i>	Naturalisée	Volontaire, 1938/1945	F	T C E
Myriophylle du Brésil	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Naturalisée	Volontaire, 1880	P F	A C R
Renouées du Japon et de Sakhaline	<i>Fallopia japonica</i> et <i>F. sachalinensis</i>	Naturalisées	Volontaire, 1825 et 1869	P V F	T C CP
Solidage glabre et solidage du Canada	<i>Solidago gigantea</i> et <i>S. canadensis</i>	Naturalisées	Volontaire, mi 19 ^{ème} siècle	P (S) F	C CP

Tableau n°7 : les causes de proliférations des taxons végétaux invasifs ou proliférants dans le bassin Artois-Picardie.

- Les **espèces responsables des gênes** : détermination précise de l'espèce, répartition dans le milieu, écologie, biologie, ...
- Les **objectifs de gestion** : « réduire une population ? Pour quoi faire ? ». Dans les cas de milieux à usages peu nombreux, cette définition peut sans doute être rapidement obtenue. Il n'en est pas obligatoirement de même pour des milieux à usages multiples où les objectifs devront faire l'objet de négociations entre les différents usagers.

A ce stade de la procédure une décision doit être prise : est-il nécessaire d'intervenir ou non ? Cette question doit obligatoirement être posée pour que l'intervention éventuelle découle d'une réflexion préalable et ne soit pas la conséquence du seul désir d'action.

b) Choix

Il faut choisir :

- une **ou des techniques d'intervention** : en intégrant les incidences secondaires des techniques. Des interventions «composites» recourant à plusieurs techniques complémentaires sont envisageables dans certains cas : une programmation très précise du déroulement des travaux est alors nécessaire. Les éléments de choix des techniques d'intervention peuvent être résumés de la façon suivante :

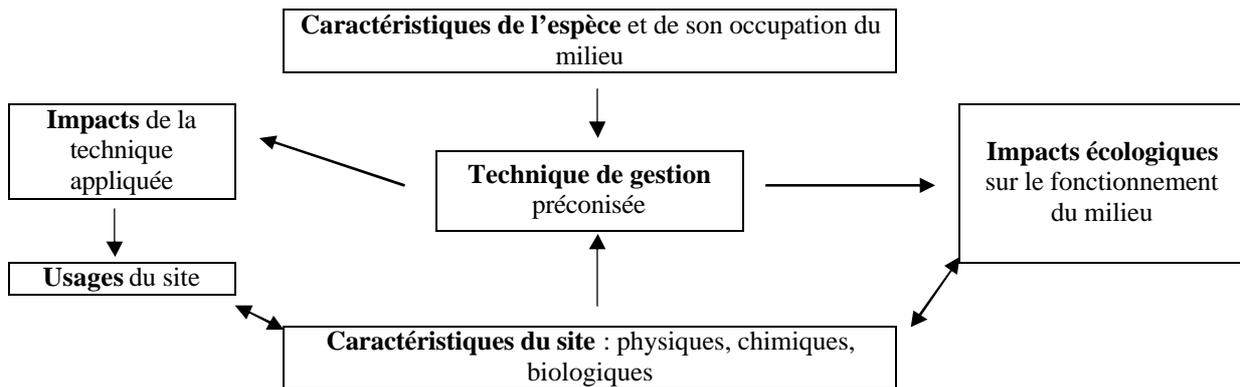


Figure n°3 : éléments de choix des techniques d'intervention selon Dutartre (2001).

- Un **programme d'intervention** (organisation, financement, ...) : en se plaçant dès le départ dans le contexte d'une intervention régulière, le programme facilitera la réalisation des travaux.

c) Evaluation

Il faut évaluer :

- l'efficacité du programme : satisfaction des usagers, durée, ...
- Les impacts écologiques des interventions.

Ces évaluations permettront des adaptations ou des modifications éventuelles du programme en cas de disfonctionnement .

C. LACUNES, ENJEUX ET PERSPECTIVES

1. Hétérogénéité des informations disponibles

La **masse de documentation est très inégale** selon les espèces considérées et la nature des informations recherchées. Ainsi on trouve plus de renseignements sur les espèces végétales invasives aux proliférations avérées en France telles que les jussies (*Ludwigia sp.*) ou les renouées (*Fallopia sp.*), que sur le rubanier simple (*Sparganium emersum*), héliophyte indigène pour lequel très peu de documents traitent des conditions dans lesquelles il prolifère.

De plus, il s'avère que les **proliférations d'espèces exotiques ou indigènes gênant quelques activités humaines sont beaucoup plus documentées** que les développements excessifs de taxons qui ne perturbent que

l'écosystème d'accueil. Par exemple, de nombreux comptages et recensements ont été réalisés pour le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*), espèce d'oiseau indigène. La progression régulière des effectifs d'hivernants et les conflits générés avec les pêcheurs et les pisciculteurs incitent à se préoccuper de cette espèce. En effet, la nuisance la plus importante concerne les prélèvements excessifs sur certaines piscicultures alors que son impact sur les populations naturelles de poissons est encore peu connu (car peu étudié). Cet oiseau est protégé au niveau national et pourtant un arrêté permet le prélèvement d'un quota d'individus révisable chaque année dans des conditions bien déterminées (GEREA, 1999).

La biologie **des espèces exotiques**, leurs comportements (cycles de vie...) **dans leurs milieux d'origine** et le biotope qu'elles y occupent ainsi que les facteurs naturels de régulation de leurs effectifs (compétition, prédation...) et les facteurs limitants leur développement (comme la température, la disponibilité en eau et nutriments) **sont très peu étudiés**. Seules quelques espèces sont entièrement décrites : le ragondin (*Myocastor coypus*) par exemple du fait de ses nombreux dégâts envers les activités humaines. A l'inverse, l'écologie et les différents impacts du *Pseudorasbora parva*, poisson originaire d'Asie du Sud-Est jugé invasif du fait de sa grande plasticité et de sa forte fécondité, sont très peu connus. Pourtant ces renseignements sont indispensables à la mise en place d'une gestion adaptée et efficace de l'espèce.

L'analyse des impacts et des nuisances dus aux proliférations est fragmentaire pour la plupart des espèces et il n'est pas possible à l'heure actuelle de dresser un bilan précis de l'ampleur et du coût de ces nuisances. Pourtant l'évaluation et la comparaison des coûts socio-économiques et environnementaux des proliférations d'espèces ainsi que des opérations curatives ou préventives de lutte fourniraient des critères pertinents pour le choix des démarches à adopter.

2. Subjectivité des choix

a) Choix des espèces

La notion de prolifération peut être toute relative et doit être considérée en fonction d'une échelle spatiale. Effectivement, rien qu'au niveau du territoire français, des espèces vont proliférer sur un site et pas ailleurs ; tandis que d'autres jugées proliférantes dans une région peuvent être protégées dans une autre. C'est par exemple le cas de la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*) protégée en Artois-Picardie alors que certaines de ses populations prolifèrent dans les bassins Rhône-Méditerranée-Corse, Adour-Garonne et Seine-Normandie.

(1) Végétales

La liste finale d'**espèces végétales hygrophiles** susceptibles de proliférer dans le bassin Artois-Picardie comprend 9 espèces dont l'habitat principal est constitué des berges : le bident à fruits noirs (*Bidens frondosa*), l'eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum*), les solidages du Canada et glabre (*Solidago canadensis* et *S. gigantea*), la balsamine géante (*Impatiens glandulifera*), la spartine de Townsend (*Spartina townsendii*), l'épilobe hirsute (*Epilobium hirsutum*) et les renouées (*Fallopia japonica* et *F. sachalinensis*). Ainsi, ont-été évincées les espèces pour lesquelles les zones alluviales forment un habitat secondaire et/ou celles vivant sur des terrains proches des rivières mais pas sur les berges. C'est le cas du topinambour (*Helianthus tuberosus*) espèce allochtone (Müller, 2001) ou encore de l'ortie dioïque (*Urtica dioica*) qui est une espèce indigène **nitrophile** se développant sur des talus ou autres friches mais présentant des populations aux développements excessifs le long de nombreux cours d'eau comme la Lys à Merville (62).

De même la liste des **algues** est très réduite. D'une part nous nous sommes limitées aux espèces exotiques de diatomées (2 concernent le bassin Artois-Picardie) car peu de données bibliographiques traitent de leur prolifération, mais surtout parce que l'identification taxonomique au niveau de l'espèce est difficile. D'autre part, nous nous sommes uniquement intéressées aux espèces allochtones de dinoflagellés : or, aucun document ne fait référence à la présence d'une algue exotique appartenant à ce groupe.

(2) Animales

Les insectes et d'autres classes d'arthropodes, les bactéries (hormis le cas spécial des cyanobactéries listées avec les végétaux) et les virus sont absents de la liste des animaux susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin Artois-Picardie. Ces taxons sont en effet très peu étudiés et nous n'avons trouvé aucun document concernant une quelconque prolifération d'espèce exotique ou indigène. Récemment, plusieurs proliférations d'une bactérie sulfureuse du genre *Chromatium* qui donne des colorations rouges intenses aux eaux ont été signalées au niveau du canal de Seclin, des fossés de la plaine de la Scarpe, à l'agence de l'eau Artois-Picardie (*communication personnelle*, Jean Prygiel).

D'autre part, certaines espèces autochtones peuvent proliférer mais ne sont pas listées : elles n'ont pas d'impacts négatifs sur l'homme et ses activités et ne sont donc pas étudiées.

(3) Conclusions

Il se peut qu'une espèce présente dans le bassin Artois-Picardie n'apparaisse pas sur nos listes. Elle n'a peut-être pas encore été recensée. Cela peut être le cas d'une espèce exotique se trouvant dans la première phase de colonisation, n'ayant que de très faibles effectifs et passant donc inaperçue.

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà précisé, la situation actuelle peut évoluer rapidement. Ainsi, nous avons ajouté à nos listes des espèces présentes dans des bassins limitrophes à celui d'Artois-Picardie et pouvant y être importées rapidement comme le paspale dilaté (*Paspalum dilatatum*, héliophyte) ou le clam asiatique (*Corbicula fluminea*, mollusque) tous les deux présents dans le bassin Seine-Normandie). Cependant, d'autres signalées dans des régions ou même des pays plus lointains peuvent arriver par l'intermédiaire de l'homme, ou par extension géographique naturelle : cela a déjà été le cas pour la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) qui, introduite involontairement en Europe centrale, a ensuite élargi son aire de répartition à la faveur des canaux d'irrigation. Par exemple, bien que les principales populations de grenouille taureau (*Rana catesbeiana*) se développent dans le bassin Adour-Garonne, un premier spécimen a été trouvé dans le département du Nord en avril 2002.

D'autres pays peuvent également être source de diffusion de nouvelles espèces. Ainsi, *Crassula helmsii*, plante originaire d'Australie, était signalée en Belgique (forêt de Meerdael) en 1982. Cette espèce a d'abord été importée volontairement en Angleterre avant 1914 mais n'a été commercialisée qu'à partir de 1927 (il existe probablement d'autres sources d'introduction de cette espèce par exemple elle aurait été apportée sur l'île de Wight avec des moutons provenant d'Australie). Depuis cette période, elle colonise activement les cours d'eau linéaires anglais. Elle est également arrivée en Irlande et a « traversé » la mer du Nord. En plus de la Belgique, elle est aussi signalée en Allemagne. Il est donc étonnant de ne pas l'avoir encore trouvée dans le bassin Artois-Picardie et nous devons nous attendre à son arrivée en France.

b) Choix des couleurs du tableau

Le choix de la nuance (clair, foncé, très foncé), de la couleur illustrant l'intensité de l'impact positif (vert) ou négatif (rouge) est probablement teinté de subjectivité. Effectivement, nous les avons attribuées après comparaison entre les différentes espèces en tentant de rester les plus objectives possibles. Cependant nos critères de comparaison découlent de notre vécu (enseignement, observations de terrain), et il est probable qu'un autre acteur réalisant le même travail n'aboutira pas tout à fait aux mêmes résultats ni aux mêmes conclusions.

3. Perspectives

La durée de notre stage ne nous a pas permis de réaliser toutes les investigations nécessaires : recherche d'informations complémentaires (bien que de nombreux documents aient été collectés) et recensement de toutes les espèces sur l'ensemble du réseau hydrographique du bassin Artois-Picardie qui aurait permis de réaliser une cartographie précise de leur répartition. Cette étude n'est donc pas complète et mériterait d'être approfondie.

a) Une meilleure connaissance des espèces

Les proliférations **d'espèces indigènes** doivent être étudiées afin de connaître les conditions dans lesquelles elles se produisent, de déterminer le rôle des activités humaines et de préciser le réel impact de leurs développements excessifs.

De même, pour mieux comprendre la dynamique de colonisation des **espèces allochtones** dans le bassin Artois-Picardie, il serait nécessaire d'étudier à la fois leur biologie et leur écologie dans les habitats qu'elles colonisent et dans leurs milieux naturels d'origine. Leur comparaison permettrait en effet d'identifier les facteurs biotiques et abiotiques de régulation des populations des espèces dont l'absence permet des développements excessifs dans les sites d'accueil.

Parfois ces données sont connues mais ne sont pas diffusées. Une meilleure diffusion des informations auprès des acteurs concernés pour mieux percevoir le phénomène et choisir la démarche la mieux adaptée pour résoudre les problèmes est indispensable.

L'idéal serait de créer une base de données nationale regroupant toutes les informations disponibles sur la biologie et l'écologie des espèces, mais aussi leur répartition à différentes échelles géographiques : France, bassins hydrographiques, région, ..., les impacts « positifs et négatifs » de leur prolifération ainsi que les méthodes de gestion les mieux adaptées et les plus efficaces. En fait, doivent y être regroupées toutes les informations sur les espèces dont des proliférations sont signalées au niveau du territoire national (y compris les Territoires et Départements d'Outre Mer). L'étude inter-agence sur les espèces végétales proliférantes est une première tentative travail collectif (1997). Le rapport de Muller (2001) a pour objectif de constituer une synthèse permettant au Ministère de l'écologie et du développement durable de sensibiliser et d'informer le public et les décideurs sur les enjeux et les risques de l'extension des espèces **invasives** végétales (ce travail ne concerne que les espèces exotiques) ainsi que de prendre des mesures réglementaires appropriées. Par contre aucune initiative concernant les espèces animales n'a été prise si ce n'est ce présent document.

b) Coordination nécessaire des moyens de lutte

Les actions de lutte contre les proliférations d'espèces résultent le plus souvent d'initiatives locales (parfois individuelles), sans coordination des démarches entre les maîtres d'ouvrage et trop souvent sans suivi ni bilan. Or cette lutte doit s'inscrire dans une démarche collective organisée avec du personnel qualifié, pour des raisons d'efficacité, de sécurité et de contraintes réglementaires (utilisation de produits chimiques homologués, statut de protection de l'espèce). Il est préférable et souvent obligatoire d'agir en concertation avec les organismes compétents ou habilités à mettre en place des campagnes de contrôle de populations.

Le recensement précis des espèces susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin Artois-Picardie est la première étape de la mise en place du contrôle des effectifs de ces espèces dans le cadre d'une démarche collective.

En ce sens, l'Agence de l'eau Artois-Picardie, en concertation avec les organismes compétents serait intéressée par l'organisation d'une journée d'information technique sur les espèces animales « invasives » des milieux aquatiques et subaquatiques du bassin. Cette journée s'adresserait à la fois aux responsables et aux opérateurs de terrains des organismes concernés par la gestion des milieux aquatiques, subaquatiques mais aussi des zones humides. Cette conférence viserait à informer ce public sur la terminologie de la notion d'espèces invasives (comme il a été fait dans notre première partie), de leur exposer un diaporama des espèces allochtones et autochtones présentes dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin, et surtout de leur présenter le réseau d'alerte et les fiches d'alerte associées. En effet, parallèlement à ce colloque, la réalisation de trois jeux de fiches pourrait être envisagée :

- un jeu de **fiches signalétiques** de terrain aidant les opérateurs à identifier les espèces rencontrées dans le milieu naturel ;
- un jeu de **fiches informatives** présentant des informations détaillées sur la systématique, des éléments de biologie et d'écologie, l'origine de l'espèce ... (semblables à nos fiches détaillées) ;
- un jeu de **fiches d'alerte** permettant aux opérateurs de terrain de transmettre une information afin de cartographier précisément la répartition de chaque espèce à un organisme compétent.

Une journée semblable concernant les plantes pourrait être organisée ultérieurement.

c) Informer le grand public

La pédagogie est une facette importante de la prévention.

On peut comprendre que le grand public apprécie la présence des belles floraisons de jussies (*Ludwigia sp.*) recouvrant des étendues d'eau et s'indigne lors de la destruction de certains de ces herbiers. Il est donc essentiel de lui expliquer la nécessité de ces travaux. Il ne faut pas non plus oublier de mener une campagne d'information très précise sur la nature des interventions mais aussi sur l'espèce visée (description morphologique de l'appareil végétatif, des fleurs et des fruits pour les plantes, des individus adultes, des juvéniles mais aussi des oeufs pour les espèces animales) afin d'éviter toute destruction regrettable par des particuliers désireux de participer à la protection des milieux aquatiques. Par exemple, en 2001, des habitants de la région bordelaise ont bravement supprimé tous les têtards de leur étang croyant qu'il s'agissait de grenouille taureau (*Rana catesbeiana*). En fait, ces têtards étaient des représentants d'une espèce rarissime protégée : le pelobate eultripède (*Pelobates cultripes*) (Nomi, 2002).

D'autre part, certains citadins à l'approche des vacances « se libèrent » de leurs animaux domestiques en les abandonnant. Outre les chiens et les chats laissés sur le bord des routes, des poissons rouges et des tortues de Floride (*Trachemys scripta elegans*) sont relâchés dans les étangs, mares et rivières proches (parfois même dans les égouts). Afin de prévenir ces introductions d'espèces exotiques dans le milieu naturel, on peut tenter de les informer sur les conséquences d'un tel geste à la fois sur le milieu naturel et les espèces qui y vivent ainsi que sur les risques pénaux qu'ils encourent (loi Barnier). On peut aussi essayer de les convaincre de trouver d'autres solutions (les placer chez d'autres particuliers ou dans un parc zoologique, se rapprocher d'un organisme spécialisé).

La prévention des introductions d'espèces exotiques dans le milieu naturel commence donc sûrement par l'éducation appuyée sur la connaissance.

CONCLUSION

Aucun système vivant n'est figé. De tous temps des organismes sont venus coloniser de nouveaux territoires. Ce phénomène est encore observable à l'heure actuelle. C'est le cas par exemple, de cet arbovirus transmis par des moustiques du genre *Culex* dont nous avons discuté page 34. Répandu en Afrique, il a été importé aux Etats-Unis via des oiseaux migrateurs qui en sont les hôtes intermédiaires. Dernièrement, en août 2002, il est à l'origine de nouveaux décès dans ce pays d'accueil. Les autorités internationales craignent qu'il se propage de la même manière à travers le monde même s'il s'agit d'une colonisation naturelle.

Cet exemple d'introduction naturelle est rare car de nos jours les activités humaines jouent un rôle fondamental et inquiétant dans les proliférations d'espèces, soit par introduction d'espèces exotiques vigoureuses (les cas de proliférations d'espèces exotiques sont actuellement les plus problématiques), soit par la modification des paramètres environnementaux. (GEREA, 1999).

La capacité d'une espèce à proliférer dépend beaucoup de sa biologie : caractéristiques la rendant plus compétitive que les autres espèces, vitesse de croissance, capacité de reproduction et de dissémination (GEREA, 1999).

Toutefois, les potentialités d'accroissement que possède naturellement toute population animale ou végétale ne se manifeste généralement que dans des circonstances particulières puisque les mécanismes de régulation naturelle limitent fortement les risques de développements excessifs. Les proliférations concernent donc un nombre limité d'espèces dont les effectifs ne sont plus régulés pour une raison ou une autre, au moins sur certains sites ou durant une période donnée (GEREA, 1999).

Aucune solution miracle n'existe pour lutter contre les espèces proliférantes même si certaines techniques de lutte montrent une efficacité relative. L'éradication totale de ces espèces n'est pas souhaitable, elle est difficilement réalisable et même souvent controversée. Détruire une espèce pour lutter contre les proliférations n'est pas forcément la méthode la plus efficace ou la moins coûteuse (à court ou à long terme). Le choix du moyen de gestion doit être réalisé en fonction des connaissances que l'on a, des techniques connues et réalisables, des moyens financiers dont on dispose, de l'urgence de la situation souvent liée à l'ampleur des impacts, des conséquences de la technique sur l'environnement. Il est possible de commencer par une lutte directe contre l'espèce pour limiter une gêne excessive tout en mettant en place une gestion adaptée des milieux afin de contrôler la croissance de la population le problème à long terme. Les bonnes questions à se poser avant toute action sont : est-il matériellement possible d'intervenir sur l'espèce et son milieu ? Comment agir tout en préservant l'environnement ? L'action sera-t-elle utile ? (GEREA, 1999).

Aujourd'hui, en plus d'introduire des espèces dans de nouveaux milieux, l'homme favorise leur expansion naturelle. Par exemple, pendant très longtemps des espèces ont utilisé des supports naturels tels que les bois flottants, roches légères et poreuses volcaniques pour traverser des mers et des océans. Ce « transport » d'espèces s'est intensifié grâce à l'augmentation de la quantité de déchets flottants comme des plastiques (causes anthropiques) (L., 2002). De même, le réchauffement de la planète causé en parti par l'émission de gaz à effet de serre tend à provoquer une migration des espèces vers le nord. Ainsi, la liste des espèces exotiques susceptibles de proliférer dans nos régions risque de s'allonger.

Mais pourra-t-on parler d'invasion ?

GLOSSAIRE

Abiotique : *adj.* Désigne un facteur écologique, un phénomène ou un processus de nature physico-chimique, donc indépendant des êtres vivants ou qui est entièrement contrôlé par des paramètres non biologiques.

Acclimatée : *adj.* Synonyme d' « introduite ».

Adventice : *n.f.* Qui pousse hors de sa place normale

Agnathes : *n.m.* Ils forment un sous-embranchement (ou une classe selon les systématiciens) de vertébrés caractérisés par un mode de vie aquatique, un squelette cartilagineux, la présence de branchies, l'absence de mâchoires et de nageoires paires. Les agnathes ou cyclostomes qui comprennent les vertébrés les plus primitifs ont longtemps été classés parmi les poissons. La bouche de forme circulaire, armée de denticules ne peut se fermer ni s'élargir, d'où leur nom de cyclostomes.

Alevin : *n.m.* Jeune poisson destiné au peuplement des rivières et des étangs.

Allochtone : *adj.* Désigne une espèce d'origine étrangère à un peuplement donné et introduite par l'homme dans ce dernier.

Amensalisme : *n.m.* Type d'interaction dans laquelle une espèce A élimine l'espèce B quand elles sont en présence l'une de l'autre tandis que l'espèce B n'exerce aucune action favorable ou défavorable sur l'espèce A. Il s'agit d'un cas extrême de compétition interspécifique marquée par une asymétrie totale de l'interaction des espèces en présence.

Amphinaturalisées : *adj.* terme qui se rapporte aux espèces naturalisées récemment sur une très grande échelle et se propageant rapidement en se mêlant à la flore ou à la faune indigènes.

Anoxie : *n.f.* Terme désignant l'absence transitoire ou définitive d'apport ou d'utilisation d'oxygène au niveau d'un milieu.

Anthropique : *adj.* Qui est propre à l'homme et/ou qui résulte de son action.

Anti-fouling : *n.m.* anglais. Antisalissures. Pour les navigateurs, une salissure correspond à tout ce qui peut s'agripper à la coque d'un navire et procurer de la résistance à l'avancement.

Arbovirus : *n.m.* C'est un ensemble de virus très hétérogène du point de vue de leur structure. Par contre, leur transmission se fait par un mécanisme commun : la piqûre d'arthropodes hématophages. Le virus se multiplie obligatoirement chez le vecteur (il ne s'agit pas d'un simple transport passif). Ce mode de transmission et de multiplication définit et fait l'unité des arbovirus (dérive de l'anglais « arthropode borne virus ». Ces arbovirus sont ubiquistes et sont retrouvés jusqu'au cercle polaire mais sont essentiellement concentrés dans les zones tropicales. Leur présence en région tempérée n'est pas rare. Ils sont retrouvés assez constamment dans le midi, l'Alsace et la Corse. A ces virus français s'ajoutent des cas d'importations qui sont les plus graves. Ces derniers sont liés à la banalisation du grand tourisme : ils provoquent des syndromes allant de simples fièvres à des symptômes encéphalitiques ou hémorragiques parfois mortels (fièvres jaunes par exemple).

Archéonaturalisée : *adj.* Qualifie une espèce introduite et naturalisée depuis longtemps (un siècle au moins) et souvent assimilée aux espèces indigènes.

Autochtone : *adj.* Qui est originaire du pays qu'il habite, dont les ancêtres ont toujours habité ce pays.

Ballast : *n.m.* Poids d'eau ou d'objets inertes embarqués à bord d'un navire pour le lester. Compartiment d'un bateau où on met le ballast.

Benthique : *adj.* Ayant un lien avec le fond de l'eau.

Biodiversité : *n.f.* C'est la variété de la vie sur terre. Elle se mesure par la variété au sein des espèces (diversité génétique), la variété entre les espèces et la variété des écosystèmes.

Biodiversité négative : Cette biodiversité nuit à l'équilibre de l'écosystème.

Biomasse : *n.f.* Masse de matière vivante présente sur une aire limitée (par exemple une mare) ou sur la totalité du globe.

Biotique : *adj.* Qui est propre à la vie. Facteurs biotiques : ensemble de facteurs écologiques liés aux êtres vivants : la compétition, la prédation, le parasitisme, le mutualisme, constituent par exemple, autant de facteurs biotiques.

Biotope : *n.m.* Aire géographique où les facteurs écologiques gardent les mêmes valeurs à peu près constantes qui permettent le développement de telle ou telle espèce.

Bloom : *n.m.* Floraison épanouie et luxuriante de cyanobactéries.

Botulisme : *n.m.* C'est le nom donné à l'ensemble des phénomènes toxiques résultant de l'ingestion de viandes de conserves avariées et dont l'agent pathogène est un bacille anaérobie, le *Bacillus botulinus*.

Bourgeoisement : *n.m.* Mode de reproduction asexuée par production sur la paroi d'un individu de bourgeons qui se sépare de l'organisme parental pour donner naissance à de nouveaux individus.

Bouture : *n.f.* Mode de reproduction des végétaux : pousse, fragments de tige, ... qui dans un milieu favorable est capable de développer un nouvel individu.

Brucelloses : *n.f.* Groupe d'affections dues à la *Brucella*, fréquente chez l'homme et chez l'animal.

Civelle : *n.f.* Jeune anguille transparente qui vient de la haute mer pour remonter les fleuves (la civelle est une étape de la métamorphose de l'anguille).

Compétition inter-spécifique : Interactions entre les organismes vivants, ici entre espèces différentes, qui luttent pour accéder aux ressources (lumière, substances nutritives, eau...).

Cosmopolite : *adj.* Qualifie une espèce à très grande distribution géographique.

Cryptogame : *adj.* Se dit d'une plante qui a ses organes de la fructification cachés, comme les champignons ou les fougères.

Cryptogamique : *adj.* Qui appartient à la cryptogamie ou aux anciennes cryptogames.

Cultivar : *n.m.* Variété cultivée et répertoriée.

Dérive génétique : *n.f.* Alors que dans les populations de taille infinie les fréquences alléliques sont stables au cours des générations en l'absence de sélection et de mutation, les fréquences alléliques varient aléatoirement dans des populations de taille finie. Cela est dû à la variabilité du tirage aléatoire des gènes d'une génération à l'autre. C'est ce qu'on appelle la dérive génétique.

Ecosystème : *n.m.* Ensemble dynamique complexe de collectivités végétales et animales (ce qui comprend les êtres humains) situées dans un environnement donné. Souvent les frontières des écosystèmes tiennent bien plus aux paramètres que les êtres humains fixent arbitrairement en fonction de la question scientifique, administrative ou stratégique qu'ils veulent étudier plutôt qu'à des dimensions physiques.

C'est une portion de territoire, considérée dans ses trois dimensions et distincte de son voisinage, à l'intérieur de laquelle interagissent, dans l'espace et dans le temps, un environnement physique particulier (climat, sol, géologie, relief, eau) et des communautés vivantes (végétation, faune, société humaine). La dimension spatiale de l'écosystème est très variable ; elle va de la planète dans son ensemble jusqu'à la plus petite fraction de la surface terrestre.

Ecrêtement : *n.m.* L'écêtement d'une crue consiste à en diminuer le débit de pointe en stockant un volume d'eau suffisant en amont du barrage.

Encéphalite : *n.f.* Maladie inflammatoire de l'encéphale.

Endémique : *adj.* Qualifie le fait qu'une espèce vivante soit exclusivement inféodée à une aire biogéographique donnée, en général de faible étendue.

Ensaucement : *n.m.* Fait d'être ensauvagé. Ensaucement : rendre sauvage.

Epineuston : Organismes vivant sur l'interface eau-atmosphère (ex : Crustacés, Hallobates).

Epizootie : *n.f.* Maladie contagieuse atteignant un grand nombre d'animaux.

Essaim : *n.m.* Grande multitude d'hommes ou d'animaux : un essaim de sauterelles. Nombre considérable de choses surgissant à la fois.

Etiage : *n.m.* Niveau des basses eaux.

Eutrophe : *adj.* Se dit des eaux riches en matières nutritives et peu oxygénées en profondeur.

Exogène : *adj.* En dehors, étranger.

Exotique : *adj.* Qui a été transporté des pays étrangers, qui n'est pas sur son sol naturel.

Extrinsèque : *adj.* Qui vient du dehors.

Fourragère : *adj.* Destiné au fourrage c'est à dire à l'alimentation des animaux.

Grégarisation : *n.f.* Fait de devenir grégaire. Grégaire : Se dit des animaux qui vivent en troupe, des plantes qui croissent en grand nombre dans un même lieu. Grégarisme : tendance de certains animaux à vivre en groupe.

Guérin-Menneville : *n.p.*, Personnage du XIX^{ème} siècle, promoteur de la sériciculture dans les années 1860.

Hélophyte : *n.m.* Plante enracinée dans la vase, à partie inférieure aquatique, à partie supérieure aérienne.

Hibernacle : *n.m.* Bourgeon spécialisé apparaissant en automne chez certains hydrophytes et pouvant se détacher pour assurer la pérennité de la plante durant l'hiver.

Hybridation : *n.f.* Action consistant à créer des hybrides, c'est à dire des organismes obtenus par croisements de parents provenant de taxa différents ou de populations génétiquement distinctes d'une même espèce.

Hydrophyte : *n.m.* Nom générique sous lequel on désigne les plantes d'eau.

Hygrophile : *adj.* Se dit d'un être qui vit dans les milieux (sol ou air) saturés ou presque, d'humidité, mais non dans l'eau elle-même.

Inanition : *n.f.* Etat pathologique résultant de la suppression de toute nourriture pendant une période prolongée.

Indigène : *adj.* Originaire du pays. Etabli dans un pays depuis un temps immémorial.

Inoculer : *v.* Communiquer un virus par inoculation. **Inoculation** : Introduction dans l'organisme d'un germe vivant, d'un virus. Dans notre contexte, introduction de quelques individus d'une espèce dans une aire biogéographique dont elle était absente auparavant.

Inoculum : *n.m.* Ce qui est inoculé.

Inondation biologique : *n.f.* Invasion tumultueuse d'une multitude. Dans notre cas, une espèce animale ou végétale surpasse en nombre toutes les autres.

Intrinsèque : *adj.* Qui est au-dedans d'une chose, qui lui est propre et essentiel.

Introduction : *n.f.* Action de faire entrer une chose.

Introduite : *adj.* Espèce importée que l'on trouve dans la nature à l'état sauvage mais dont les populations n'arrivent pas à augmenter leurs effectifs ni même à se maintenir dans le temps, du fait de l'absence de reproduction.

Invasion biologique : *n.f.* Irruption faite dans un pays. Entrée ou diffusion soudaine d'une espèce de faune ou de flore.

Jurisprudence : *n.f.* Science du droit. Manière dont les tribunaux interprètent la loi sur tel ou tel point. Les lois ne pouvant prévoir tous les cas possibles, les tribunaux doivent, par leur jurisprudence, régler ceux qui n'ont pas été prévus ou qui donnent lieu à discussions, sous peine de déni de justice. Dans de pareils cas, les décisions prises par les tribunaux ou la Cour de cassation ne les lient pas pour les affaires identiques qui se présenteront dans l'avenir ; mais en fait, les juges évitent de contredire les décisions antérieures, surtout celles de la Cour de cassation. **Déni de justice** : *n.m.* refus par un juge de rendre la justice.

Ligulose : *n.f.* Affection parasitaire occasionnée par des ligules. **Ligule** : genre de vers cestodes qui vivent dans l'intestin des poissons et des oiseaux.

Macrophyte : *n.m.* Grand végétal, grande plante.

Malaria : *n.f.* Nom italien de la fièvre paludéenne, causée par les moustiques dans les marais.

Mellifère : *adj.* Qui produit un sucre avec lequel les abeilles font du miel.

Mutation : *n.f.* Modification héréditaire du patrimoine génétique qui n'est pas due à un phénomène de recombinaison. Changement génétique : modification d'une ou plusieurs bases d'un seul codon.

Naissain : *n.m.* Jeunes huîtres des huîtrières, ou jeunes moules des moulières.

Nasse : *n.f.* Sorte de panier d'osier, de fil de fer..., pour prendre du poisson. Elles peuvent être de différentes formes. On les utilise pour la pêche des poissons de fond, anguilles principalement, et pour capturer les écrevisses ; en mer, pour pêcher les langoustes et les homards.

Nitrophile : *adj.* Désigne une espèce végétale se développant dans un sol azoté.

Obsidionale : *adj.* Qui a rapport au siège d'une ville.

Oligotrophe : *adj.* Se dit d'un lac ou d'un cours d'eau dont les eaux contiennent peu de matières nutritives dissoutes mais sont riches en oxygène. Ces eaux renferment une biomasse peu élevée.

Pathogène : *adj.* Agent vecteur d'affections parasitaires ou microbiennes.

Pébrine : *n.f.* Maladie épidémique des vers à soie, caractérisée par de petits points noirs, qui apparaissent sur toutes les parties molles du ver.

Pelleterie : *n.f.* Art de préparer les peaux des animaux pour en faire des fourrures. Fourrure préparée selon cet art.

Peste : *n.f.* Maladie infectieuse, fébrile, endémique en orient, souvent épidémique, contagieuse, qui produit des bubons et des anthrax.

Phosphatases protéiques : *n.f.* Enzymes de phosphorylation des protéines.

Photosynthèse : *n.f.* Fixation grâce à l'énergie lumineuse captée par la chlorophylle, du gaz carbonique sous forme de sucre susceptible d'être métabolisé en d'autres substances.

Phylogénétique : *adj.* Qui a rapport à la phylogenèse c'est à dire à la recherche et l'établissement d'arbres généalogiques des organismes ou au développement paléontologique de l'espèce.

Phytophile : *adj.* Se dit d'un organisme ayant des affinités pour des végétaux (*phyton*), à des fins de protection, d'alimentation ou de reproduction.

Plancton : *n.m.* ensemble des organismes (de petite taille) qui vivent dans la colonne d'eau de mer et qui en subissent les contraintes. Zooplancton : animaux ; phytoplancton : végétaux.

Planctonique : *adj.* Qui a rapport au plancton : ensemble d'organismes microscopiques ou tout au moins minuscules qui vivent en suspension dans les eaux douces ou salées.

Polyploïdisation : *n.f.* Fait de devenir polyploïde. Polyploïde : cellule possédant trois ou davantage de jeu de chromosomes, ou organisme possédant de telles cellules.

Propension : *n.f.* Tendance naturelle d'un corps vers un autre corps ou un point quelconque. *fig.* Penchant.

Rhizome : *n.m.* Tige souterraine vivace, gorgée de réserves nutritives, émettant au fil des ans des pousses aériennes, des feuilles écailleuses ou des racines adventives.

Salmonellose : *n.f.* Maladie bactérienne (due aux salmonelles, bactéries de la famille des entérobactéries), d'origine alimentaire.

Schistosomiase : *n.f.* Maladie causée par le *Schistosorrum saponicum*, ver trématode, parasite de l'homme.

Sériciculture : *n.f.* Industrie qui a pour but la production de la soie.

Sténonaturalisées : *adj.* Qualifie tous les cas de naturalisation à petite échelle autres que les « amphi et archéonaturalisation ».

Thalle : *n.m.* Appareil végétatif des plantes inférieures constitué par un tissu non différencié, non vascularisé.

Trophie : *n.f.* Etat dynamique de la nutrition. Les valeurs de la production biologique sont très variables selon les milieux et les latitudes puisqu'elles sont fonction de l'éclairement et de la température, mais également des apports en éléments nutritifs. Sur la base de leur productivité les écosystèmes aquatiques peuvent être classés comme oligotrophes (du grec « peu nourris ») ou eutrophes (du grec « bien nourris ») ou encore de mésotrophes lorsqu'on parle d'un système intermédiaire. Ces degrés de trophie sont couramment employés pour donner le potentiel trophique d'un plan d'eau et les effets des nutriments sur la qualité des eaux.

Trophique : *adj.* On qualifie en écologie par ce vocable tout ce qui concerne la circulation des aliments dans les écosystèmes et de ce fait les aliments dans une zoocénose.

Tubercule : *n.m.* Renflement souterrain de la tige, se dit aussi des granules ou petites éminences obtuses qui recouvrent la surface de certains organes.

Tularémie : *n.f.* Maladie infectieuse causée par la bactérie *Franscisella tularensis* qui affecte surtout les lièvres mais également une centaine d'autres espèces de mammifères dont le castor et le rat musqué, certains poissons et oiseaux sauvages et domestiques. Occasionnellement des humains sont atteints, la plupart du temps après avoir manipulé un animal infecté.

Typhus de brousse : *n.m.* Fièvre fluviale du Japon due à la bactérie *Rickettsia tsutsugamuski* ou *orientalis*.

Typhus murin : *n.m.* Maladie infectieuse due à *Rickettsia typhi*. C'est une maladie aiguë et bénigne qui se manifeste par une éruption cutanée et de la fièvre.

LISTE DES ABREVIATIONS

CDD : Contrat à **D**urée **D**éterminée

cf : confère

CNRS : Centre **N**ational de **R**echerche **S**cientifique

DEA : **D**iplôme d'**E**tudes **A**pprofondies

DIREN : **D**irection **R**égionale de l'**E**nvironnement.

DPE : **D**ispositif **P**ermanent d'**E**valuation

GEREA: **G**roupe d'**E**tude et de **R**echerche d'**E**cologie **A**ppliquée

Kg : **K**ilogramme

m²: **m**ètre carré

mg : **m**illigramme

sp : **e**spèce

59 : département du Nord

62 : département du Pas-de-Calais

BIBLIOGRAPHIE

- Allain, Y. M. (2000-2001). Invasions biologiques et collections. In *Hommes et Plantes*, vol. 36, pp. 10-11.
- Allardi, J. (1994). Les poissons comme "indicateur biologique" de l'état des écosystèmes aquatiques. In *L'état de santé des écosystèmes aquatiques: les variables biologiques comme indicateurs* (édition du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), pp. 229-239, Paris.
- Anonyme. Souvent belles, mais parfois dangereuses. Le problème des plantes envahissantes est l'affaire de tous. Direction Régionale de l'Environnement des Pays de Loire, service de l'eau et des milieux aquatiques.
- Anonyme. (1996). Perspectives en poissons et en plantes aquatiques. In *Aqua revue*, vol. 63, pp. 8.
- Anonyme. (1999a). Invasive Species Specialist Group, vol. 2002.
www.issg.org.
- Anonyme. (1999b). Jeu de fiches concernant les principales espèces rencontrées sur le bassin Adour-Garonne, pp. 31. Groupe d'Etudes et de Recherche en Ecologie Appliquée de Bordeaux-Montesquieux.
- Anonyme. (1999c). Les espèces en prolifération. In *Vivre avec la rivière, Agence de l'eau Adour-Garonne*, pp. 19.
- Anonyme. (2001). Projet de texte introductif du rapport de clôture relatif à la lettre de commande LC.198/00 de la Direction de la Nature et des Paysages du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Equipe Faune Sauvage et Biologie de la Conservation, Institut National de la Recherche Agronomique, Rennes, Rennes.
- Anonyme. (2002a). Interdiction des poisons contre le rat musqué et le ragondin
http://www.sea-river.com/66_6.php, vol. 2002. Sea-River.
- Anonyme. (2002b). La Moule zébrée et autres espèces aquatiques nuisibles au Québec, vol. 2002.
www.menv.gouv.qc.ca/biodiversite/nuisibles/zebree.htm.
- Anonyme. (2002c). Le Ragondin (*Myocastor coypus*), vol. 2002.
www.jyrousseau.com/ragondin.htm.
- Bain, M. B. (1993). Assessing impacts of introduced aquatics species: grass carp in large systems. In *Env Manag*, vol. 17, pp. 211-224.
- Barbault, R. (2001). Invasions biologiques. In *Dictionnaire de l'écologie* (ed. A. M. Encyclopedia Universalis), pp. 725-732.
- Bentata, V. (1996). Le statut juridique en droit interne des espèces animales liées aux milieux aquatiques continentaux métropolitains. In *Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOSystèmes* (ed. Conseil Supérieur de la Pêche), pp. 33-42. Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris.
- Blanchard, M. (1997). Spread of the slipper limpet (*Crepidula fornicata*) in Europe. Current state and consequences. In *Scientia marina*, vol. 61, pp. 109-118.
- Boudouresque, C. F. & Ribera, M. A. (1994). Les introductions d'espèces végétales et animales en milieu marin. Conséquences écologiques et économiques et problèmes législatifs. In *First international workshop on Caulerpa taxifolia*, pp. 28-95. GIS posidonie.
- Bruslé, J. & Quignard, J. P. (2001). *Biologie des poissons d'eau douce européens*, édition Technique et documentation.

- Chapuis, J. L., Bousses, P. & Barnaud, G. (1994). Alien mammals, impact and management in the french subantarctic islands. In *Biological conservation*, vol. 67, pp. 97-104.
- Cheyland, M., Breton, F., Lonsdale, M., Maillet, J., Pascal, M. & Vernon, P. (1997). Les invasions biologiques, extrait d'une émission de France culture "La science et les hommes" du 2 avril 1997, vol. 2002. www.inra.fr/dpenv/bretoc32.htm.
- Collectif. (1997). Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique. In *Les études de l'Agence de l'eau n°68*, pp. 199 pp.
- Collectif. (1999). Les espèces en prolifération : espèces végétales et animales inféodées aux milieux aquatiques : impacts, enjeux et modes de gestion. In *Vivre avec la rivière. Agence de l'eau Adour Garonne.*, pp. 55.
- Collectif. (2001). L'action de la Convention de Berne sur les espèces non indigènes invasives en Europe, vol. 2002. Conseil de l'Europe; Direction de la Culture et du Patrimoine culturel et naturel. www.nature.coe.int/CP21/tpvs10f.doc.
- Conrate, S. (2002). Communication téléphonique.
- Coste, M. & Ector, L. (2000). Diatomées invasives exotiques ou rares en France : principales observations effectuées au cours des dernières décennies. In *Syst.Geogr.Pl*, pp. 373-400.
- Crisp, D. J. (1958). The spread of *Elminus modestus* Darwin in north-west Europe. In *J. Mar.Biol.ass.U.K.*, vol. 37, pp. 438-520.
- Darwin, C. (1859). *Origine des espèces*, édition Jean de Bonnot.
- Dauvin, J.-C. (2001). Ecosystèmes, Université des Sciences et Technologies de Lille.
- De Leersnyder, M. (1966). Influence de quelques facteurs externes et internes sur le milieu intérieur, la mue et le développement ovarien d'*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards (Crustacé Brachyoure). Thèse de Doctorat ès Sciences naturelles, Université de Lille.
- Deruyver, S. (1997). Entretien des berges et du milieu aquatique : utilisation des produits phytosanitaires, lutte contre l'eutrophisation. Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Detaint, M. (2001). Trois cas d'espèces invasives animales dans le Sud-ouest de la France : problématique et prise en compte dans la gestion des espaces. In *Les espèces invasives : problématique et gestion* Université des Sciences et Technologies de Lille, pp. 46-52, Villeneuve d'Ascq.
- Dhennin, D. (2002). Lutte contre le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), Conseil Général de la Somme.
- Dielval, E. Les invasions marines, vol. 2002. www.luminy.univ-mrs.fr.
- Dutartre, A. (2001a). La gestion des plantes aquatiques exotiques envahissantes dans les lacs et les étangs du littoral landais. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 139-148. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.
- Dutartre, A. (2001b). *Lagarosiphon major* le lagarosiphon. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 83-85. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.
- Dutartre, A. (2001c). *Ludwigia* sp. Les jussies. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 93-98. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.

- Dutartre, A. (2001d). Panorama des modes gestion des plantes aquatiques: nuisances, usages, techniques et risques induits. In *Journée d'information - Gestion des plans d'eau - la prolifération de la végétation aquatique en plan d'eau : problématique et solutions.*, pp. 15. Fédération Lorraine d'Aquaculture Continentale.
- Dutartre, A., Haury, J. & Panty-Tabacchi, A. M. (1996). Introduction de macrophytes aquatiques et riverains dans les hydrosystèmes français métropolitains : essai de bilan. In *Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOsystemes* (Conseil Supérieur de la Pêche), pp. 407-426. Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris.
- Furon, X. (2001). Cours de Droit Public, Diplômes d'Etudes Supérieures Spécialisées "Gestion des ressources Naturelles Renouvelables", Lille.
- Galland, J. P. (1996). Les nouvelles dispositions du code rural sur les introductions d'espèces issues de la loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement. In *Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOsystemes* (Conseil Supérieur de la Pêche), pp. 53-56. Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris.
- GEREA. (1999). Les espèces en prolifération. Espèces végétales et animales inféodées aux milieux aquatiques: impacts, enjeux et modes de gestion. In *Vivre avec la rivière; Agence de l'Eau Adour-Garonne*, pp. 1-55. Groupe d'Etudes et de Recherche en Ecologie Appliquée de Bordeaux-Montesquieu,.
- Geroudet, P. (1999). *Les Palmipèdes d'Europe*, Michel Larrieu édition. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Glemarec, M. (2000). La pollution des océans. In *Entretiens scientifiques, Brest 2000* (Radio Libre), Brest.
- Godin, J. (1979). *Le Rat musqué*, Centre régional de documentation pédagogique de Lille. Centre national de documentation pédagogique, Lille.
- Godin, J. (2001). Actions et utilisations de la végétation littorale et benthique. Cours de l'option "Gestion des écosystèmes". Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes, Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Godin, J. & Fournier, A. c. (2000). Le rat musqué *Ondatra zibethicus*. In *Les mammifères de la région Nord-Pas-de-Calais. Distribution et écologie des espèces sauvages et introduites: période 1978-1999.*, vol. N°spécial 33 (édition. Le héron), pp. 109-111, Lille.
- Grillas, P. (1998). Programme de lutte contre les espèces exotiques envahissantes dans les espaces protégés du Languedoc-Roussillon, pp. 42 + annexes. Direction Régionale de l'ENvironnement Languedoc-Roussillon, Agence méditerranéenne de l'environnement, fondation Tour du Valat.
- Guével, B. (1996). La "loi pêche" (code rural) et l'introduction des espèces piscicoles. In *Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOsystemes* (Conseil Supérieur de la Pêche), pp. 43-51. Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris.
- Haffner, P. (1996). Bilan des introductions récentes d'amphibiens et de reptiles dans les milieux aquatiques continentaux de France métropolitaine. In *Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOsystemes* (Conseil Supérieur de la Pêche), pp. 155-163. Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris.
- Hamer, J. P., Lucas, I. A. N. & McCollin, T. A. (2001). Harmful dinflagellate resting cycts in ship' ballast tank sediments : potential for introduction into English and Welsh waters. In *Phycologia*, vol. 40, pp. 246-255.

- Hamer, J. P., McCollin, T. A. & Lucas, I. A. N. (2000). Dinoflagellate Cysts in ballast Tank Sediments : Between Tank Variability. In *Marine Pollution Bulletin*, vol. 40, pp. 731-733.
- Hauray, J. & Pattee, E. (1996). Conséquences écologiques des introductions dans les hydrosystèmes : essai de synthèse. In *Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOsystemes* (ed. C. S. d. l. Pêche), pp. 455-470. Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris.
- Hendoux, F., Poitou, A. & Gavory, L. (1999). Les espèces naturalisées ou en voie de naturalisation à caractère de "peste végétale" en Picardie. Conseil régional de Picardie - Centre Régional de Phytosociologie/Conservatoire Botanique National de Bailleul.
- Hobbs, R. J. & Huenneke, L. F. (1992). Disturbance, diversity, and invasion : implications for conservation. In *Conservation biology*, vol. 6, pp. 324-337.
- Joly, P. (2000). Invasions biologiques : état de l'art et perspectives. In *Revue d'écologie, la Terre et la Vie*, vol. Supplément 7, pp. 21-35.
- Jourdan, S. (2001). Les espèces piscicoles invasives aquatiques. In *Les espèces invasives : problématique et gestion* (Université des Sciences et Technologies de Lille), pp. 42-45, Villeneuve d'Ascq.
- Jouventin, P., Micol, T., Verheyden, C. & Guédon, G. (1996). *Le Ragondin : biologie et méthodes de limitation des populations*, édition. ACTA : Association de Coordination technique Agricole, Issoudun.
- Khalanski, M. (1996). Conséquences industrielles et écologiques de l'introduction de nouvelles espèces dans les hydrosystèmes continentaux : la Moule zébrée et autres espèces invasives. In *Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOsystemes* (Conseil Supérieur de la Pêche), pp. 385-404. Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris.
- Khalanski, M. (2001). Introduction des espèces invasives dans les hydrosystèmes : "pestes" et bio-salissures. In *Colloque hydroécologie* (ed. E. D. France), Chinon.
- Kolar, S. & Lodge, D. M. (2001). Progress in invasion biology : predicting invaders. In *Trends in ecology and evolution*, vol. 16, pp. 199-204.
- L., R. (2002). Pollution biologique. Nos déchets flottant favorisent la propagation d'espèces végétales et animales étrangères. In *La Gazette Officielle de la Pêche et de l'Eau*, pp. 4.
- Lecomte, J. (1989). Introduire, réintroduire, voilà la question ?, vol. 2002.
www.inra.fr/dpenv/lecomc06.htm.
- Lemoine, G. (1999). Les migrations végétales. In *La Garance voyageuse*, vol. 48, pp. 19-23.
- Lévêque, C. (2000). Symptôme de la mondialisation. In *La Recherche*, vol. 333, pp. 63-67.
- Lévêque, C. & Mounolou, T. C. *Biodiversité : dynamique biologique et conservation*, édition Masson Sciences.
- Mac Arthur, R. H. & Wilson, E. O. (1967). *Island geography*, Princeton University-Press. édition.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M. & Bazzar, F. (2000). Biotic invasions : causes, epidemiology, global consequences and control. In *Issues in ecology*, vol. 5, pp. 1-21.
- Maillet, J. (1996). Les invasions biologiques, cas des mauvaises herbes de nos cultures. In *Phytoma, la défense des végétaux*, vol. 484, pp. 17-31.
- Maitland, P. S. & Crivelli, A. J. (1996). *Conservation des poissons d'eau douce*, édition MedW et Tour du Valat.

- Masclef, A. (1891). *Atlas des plantes de France Utiles, nuisibles et ornementales*, édition Librairie des Sciences Naturelles.
- Meusnier, I. (2001). Origine et diversité génétique des populations de l'algue verte : *Caulerpa taxifolia*. Doctorat thesis, Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Mondet, B. (2000). Le virus de West Nile. Un arbovirus ré-émergent, Agropolis Museum.
- Moulton, M. P. (1993). The all-on-none pattern in introduced hawaiian passeiformes : the rôle of competition sustained. In *the american naturalist*, vol. 141, pp. 105-119.
- Müller, S. (2000). Les espèces végétales invasives en France : bilan des connaissances et propositions d'action. In *Revue d'écologie, la Terre et la Vie*, vol. Supplément 7, pp. 53-69.
- Müller, S. (2001a). *Elodea canadensis* l'élodée du Canada, *Elodes nuttallii* l'élodée à feuilles étroites, *Elodea callitrichoïdes* l'élodée à feuilles allongées. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 65-68. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.
- Müller, S. (2001b). *Fallopia japonica* la renouée du Japon, *Fallopia sachalinensis* la renouée de Sachaline. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 69-71. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.
- Müller, S. (2001c). *Heracleum mantegazzianum* la berce du Caucase. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 75-77. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.
- Nelva, A. (1996). La pénétration du Hotu, *Chondrostoma nasus nasus* (poisson cyprinidé), dans le réseau hydrographique français et ses conséquences. In *Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOSystèmes* (Conseil Supérieur de la pêche), pp. 253-269. Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris.
- Oyarzabal, J. (1998). Gestion des plantes aquatiques proliférantes : les étangs littoraux Landais. In *Biocosme mésogéen, revue d'histoire naturelle*, vol. 15, pp. 109-122.
- Pascal, M. & Chapuis, J. L. (2000). Eradication des mammifères introduits en milieu insulaire : questions préalables et mise en application. In *Revue d'écologie, la Terre et la Vie*, vol. Supplément 7, pp. 85-104.
- Pascal, M., Clergeau, P. & Lonvelec, O. (2000). Invasion biologique et biologie de la conservation. In *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, vol. 40, pp. 23-32.
- Petit, G. (1960). Le crabe chinois est parvenu en méditerranée. In *Vie et Milieu*, vol. 11, pp. 133-136.
- Prévost, C. (2001). Les plantes d'étang, vol. 2002.
http://sea-river-news.com/18_5.htm.
- Prévost, C. (2002). Le Goéland argenté, vol. 2002.
http://sea-river-news.com/52_3.htm.
- Raevel, P. (2001a). Deuxième appel à proposition de recherche : invasions biologiques.
- Raevel, P. (2001b). Second appel à propositions de recherche : invasions biologiques. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

- Richardson, D. M., Pysèk, R., Rejmanèk, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D. & West, C. T. (2000). Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions. In *Diversity and distribution*, vol. 6, pp. 93-107.
- Schlesier, S. (1996). *Répartition, écologie et possibilités de contrôle des renouées asiatiques dans le bassin Rhin-Meuse. Rapport intermédiaire*, Agence de l'eau Rhin-Meuse.
- Simon, C., An Gall, E. & Deslandes, E. (2001). Expansion of the red alga *Grateloupia deryphora* along the coasts of Brittany (France). In *Hydrobiologica*, vol. 443, pp. 23-29.
- Tacnet, G. (1959). Note sur quelques plantes introduites. In *Fédération française des sociétés de sciences naturelles*, vol. 2, pp. 96-98.
- Toussaint, B. & Gavory, L. (2001). Opérations d'arrachage des herbiers de ludwigie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) dans les Hortillonnages d'Amiens (Somme). In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 155. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.
- Tranchant, Y. (2001). Ecologie alimentaire et patrons de distribution du Chat haret sur l'île de Port-Cros : éléments pour la gestion d'un prédateur introduit. Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables thesis, Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Vigneux, E., Keith, P. & Noël, P. (1993). *Atlas préliminaire des crustacés décapodes d'eau douce de France*, SFF, BIMM-MNHN, CSP et Ministère de l'Environnement.
- Williamson, M. H. (1996). *Biological invasions*, Chapman et Hall, London edition.
- Williamson, M. H. & Fitter, A. (1996). The characters of successful invaders. In *biological conservation*, vol. 78, pp. 163-170.
- Wilson, E. O. (1969). the species equilibrium. In *Brookhaven Symp. Biol.*, vol. 22, pp. 38-47.

PERSONNES CONTACTEES

Madame Sandrine **BARAT**, chargée de la documentation,
Centre Régional de Phytosociologie / Conservatoire Botanique National de Bailleul,
Hameau de Haendries, F-59270 Bailleul,
Tel : 03.28.49.00.83

Monsieur Mickaël **BELDAME**, technicien des milieux aquatiques animateur de gestion piscicole,
Fédération de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques du Nord,
Résidence Jacquard, 4/5/36 place Gentil Nuiron, F-59000 Lille,
Tel : 03.2054.52.51

Madame Françoise **BUNCH**, chargée de la documentation,
Conseil Supérieur de la Pêche,
Centre du Paraquet, BP 5, F-80440 Boves,
Tel : 03.22.35.34.80

Madame Sandrine **CONRATE**,
Syndicat Mixte Intercommunal du Canal de Roubaix,
Tel : 03.20.27.94.40

Monsieur Mathieu **DETAINT**, ingénieur écologue,
Association Cistude Nature,
18, rue Jean Zay, F- 33160 Saint Médard-en-Jalles
Tel : 05.56.28.47.72

Monsieur David **DHENNIN**, responsable de la cellule « rivière »,
Conseil Général de la Somme, Ministère de l'Environnement
Tel : 03.20.71.81.57

Monsieur Alain **DUTARTRE**, unité de recherche « Qualité des eaux »,
Cemagref Bordeaux,
50, avenue de Verdun, F- 33612 Cestas cedex

Madame Dominique **GINDRE**, EID
165, rue Paul Rimbaud, F- 34080 Montpellier,
Tel : 04.67.63.67.63

Monsieur Stéphane **JOURDAN**, chargé d'études,
Fédération de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques du Nord,
Résidence Jacquard, 4/5/36 place Gentil Nuiron, F-59000 Lille,
Tel : 03.2054.52.51

Monsieur **PELELOSOF**, président de l'association pour la Protection du site et la Sauvegarde du site
et de l'Environnement des Hortillonnages,
54, boulevard Beauvillé, F- 80000 Amiens
Tel : 03.22.92.12.18

Monsieur Julien **PEON**, technicien des milieux aquatiques animateur de gestion piscicole,
Fédération de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques du Nord,
Résidence Jacquard, 4/5/36 place Gentil Nuiron, F-59000 Lille,
Tel : 03.2054.52.51

Madame Martine **RYMEK**, chargée de la documentation,
Agence de l'eau Artois-Picardie,
200, rue Marceline, BP 818, F- 59508 Douai Cedex
Tel : 03.27.99.90.00

Monsieur Michel **THELLIER**, Académie des Sciences, Professeur émérite
Faculté des Sciences de Rouen,
240, rue des champs, F- 76160 Préaux

Monsieur Benoît **TOUSSAINT**, chef de la cellule « inventaire »,
Centre Régional de Phytosociologie / Conservatoire Botanique National de Bailleul,
Hameau de Haendries, F-59270 Bailleul,
Tel : 03.28.49.00.83

LISTE DES TABLES ET DES FIGURES

CARTE

Carte n°1 : carte du bassin Artois-Picardie.....	10
--	----

FIGURES

Figure n°1 : hiérarchie des normes simplifiées en droit interne français.....	48
Figure n°2 : conséquences induites par la prolifération d'une espèce.	79
Figure n°3 : éléments de choix des techniques d'intervention.	96

PHOTOGRAPHIES

Photo n°1 : envol de goélands argentés (<i>Larus argentatus</i>), José Godin.	24
Photo n°2 : vol de mouettes rieuses (<i>Larus ridibundus</i>) au-dessus d'une décharge, José Godin.	24
Photo n°3 : prolifération de sagittaire (<i>Sagittaria sagittifolia</i>) (feuilles rubanées) sur la Lys à Merville (59), Cécile Nepveu, juin 2002.....	33
Photo n°4 : prolifération de callitriche à fruits plats (<i>Callitriche platycarpa</i>) sur le Crinchon à Achicourt (62), Cécile Nepveu, juillet 2002.....	33
Photo n°5 : populations de jussie rampante (<i>Ludwigia peploides</i>) sur le canal de Roubaix à Leers (59) issues de la prolifération de la même plante située environ 100 mètres plus loin au niveau de l'écluse, Tiphaine Saint-Maxent, août 2002.....	90
Photo n°6 : prolifération de jussie rampante (<i>Ludwigia peploides</i>) sur le canal de Roubaix à Leers (59) au niveau de l'écluse, Tiphaine Saint-Maxent, août 2002.....	90
Photo n°7 : colonie de grand cormoran (<i>Phalacrocorax carbo sinensis</i>), José Godin.	91

TABLEAUX

Tableau n°1 : synthèse des introductions de poissons d'eau douce en France d'après Keith (1996).....	14
Tableau n°2 : réglementation régissant l'introduction des espèces piscicoles.	52
Tableau n°3 : la règle des 3 X 10 (the tree tens rules), d'après Williamson (1996).....	58
Tableau n°4 : tableau récapitulatif des espèces animales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin Artois-Picardie, légende, références bibliographiques.	72
Tableau n°5 : tableau récapitulatif des espèces végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques du bassin Artois-Picardie, légende, références bibliographiques.	73
Tableau n°6 : les causes de proliférations des taxons animaux invasifs ou proliférants dans le bassin Artois-Picardie.....	94
Tableau n°7 : les causes de proliférations des taxons végétaux invasifs ou proliférants dans le bassin Artois-Picardie.....	95

ANNEXES

ANNEXE I : LES TEXTES REGLEMENTAIRES

ANNEXE IA: ARTICLE 11 DE LA CONVENTION DE BERNE :

Article 11

- 1 Dans l'exécution des dispositions de la présente Convention, les Parties contractantes s'engagent à:
 - a coopérer chaque fois qu'il sera utile de le faire, notamment lorsque cette coopération pourrait renforcer l'efficacité des mesures prises conformément aux autres articles de la présente Convention;
 - b encourager et coordonner les travaux de recherche en rapport avec les finalités de la présente Convention.
- 2 Chaque Partie contractante s'engage:
 - a à encourager la réintroduction des espèces indigènes de la flore et de la faune sauvages lorsque cette mesure contribuerait à la conservation d'une espèce menacée d'extinction, à condition de procéder au préalable et au regard des expériences d'autres Parties contractantes à une étude en vue de rechercher si une telle réintroduction serait efficace et acceptable;
 - b à contrôler strictement l'introduction des espèces non indigènes.
- 3 Chaque Partie contractante fait connaître au Comité permanent les espèces bénéficiant d'une protection totale sur son territoire et qui ne figurent pas dans les annexes I et II.

ANNEXE IB: ARTICLES L411-1,2,3,4,5,6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT :

Article L411-1

I. - Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine biologique justifient la conservation d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées, sont interdits :

1° La destruction ou l'enlèvement des oeufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;

2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;

3° La destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales ;

4° La destruction des sites contenant des fossiles permettant d'étudier l'histoire du monde vivant ainsi que les premières activités humaines et la destruction ou l'enlèvement des fossiles présents sur ces sites.

II. - Les interdictions de détention édictées en application du 1° ou du 2° du I ne portent pas sur les spécimens détenus régulièrement lors de l'entrée en vigueur de l'interdiction relative à l'espèce à laquelle ils appartiennent.

Article L411-2

Un décret en Conseil d'Etat détermine les conditions dans lesquelles sont fixées :

1° La liste limitative des espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées ainsi protégées ;

2° La durée des interdictions permanentes ou temporaires prises en vue de permettre la reconstitution des populations naturelles en cause ou de leurs habitats ainsi que la protection des espèces animales pendant les périodes ou les circonstances où elles sont particulièrement vulnérables ;

3° La partie du territoire national, y compris le domaine public maritime et les eaux territoriales, sur laquelle elles s'appliquent

4° La délivrance d'autorisation de capture d'animaux ou de prélèvement d'espèces à des fins scientifiques ;

5° La réglementation de la recherche, de la poursuite et de l'approche, en vue de la prise de vues ou de son, et notamment de la chasse photographique des animaux de toutes espèces et les zones dans lesquelles s'applique cette réglementation, ainsi que des espèces protégées en dehors de ces zones ;

6° Les règles que doivent respecter les établissements autorisés à détenir ou élever hors du milieu naturel des spécimens d'espèces mentionnés au 1° ou au 2° du I de l'article L. 411-1 à des fins de conservation et

de reproduction de ces espèces ;

7° La liste des sites protégés mentionnés au 4° du I de l'article L. 411-1, les mesures conservatoires propres à éviter leur dégradation et la délivrance des autorisations exceptionnelles d'enlèvement des fossiles à des fins scientifiques ou d'enseignement.

Article L411-3

I. - Afin de ne porter préjudice ni aux milieux naturels ni à la faune et à la flore sauvages, est interdite l'introduction dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence :

1° De tout spécimen d'une espèce animale à la fois non indigène au territoire d'introduction et non domestique ;

2° De tout spécimen d'une espèce végétale à la fois non indigène au territoire d'introduction et non cultivée ;

3° De tout spécimen de l'une des espèces animales ou végétales désignées par l'autorité administrative.

II. - Toutefois, l'introduction dans le milieu naturel de spécimens de telles espèces peut être autorisée par l'autorité administrative à des fins agricoles, piscicoles ou forestières ou pour des motifs d'intérêt général et après évaluation des conséquences de cette introduction.

III. - Dès qu'une infraction est constatée, l'autorité administrative peut procéder ou faire procéder à la capture, au prélèvement, à la garde ou à la destruction des spécimens de l'espèce introduite.

IV. - Lorsqu'une personne est condamnée pour infraction aux dispositions du présent article, le tribunal peut mettre à sa charge les frais exposés pour la capture, les prélèvements, la garde ou la destruction rendus nécessaires.

V. - Un décret en Conseil d'Etat précise les conditions d'application du présent article.

Article L411-4

Les mesures d'interdiction mentionnées à l'article L. 411-3 sont, lorsqu'elles concernent des espèces intéressant les productions agricoles et forestières, prises conjointement par les ministres chargés de l'agriculture, de la forêt et de l'environnement.

Article L411-6

Le Gouvernement dépose, tous les trois ans, un rapport sur les actions entreprises pour appliquer la directive 79/409/CEE du Conseil, du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages et les dérogations accordées sur la base de l'article 9 de ladite directive.

ANNEXE IC : ARTICLES L424-10 ET L424-11 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT :

Article L424-10

Il est interdit, même en temps d'ouverture de la chasse, de transporter du gibier vivant sans permis de transport délivré par l'autorité administrative.

Article L424-11

Il est interdit d'enlever des nids, de prendre ou de détruire, de colporter ou de mettre en vente, de vendre ou d'acheter, de transporter ou d'exporter les oeufs ou les couvées de perdrix, faisans, cailles et de tous autres oiseaux, ainsi que les portées ou petits de tous animaux sous réserve des dispositions relatives aux animaux nuisibles.

Les détenteurs du droit de chasse et leurs préposés ont le droit de recueillir, pour les faire couvrir, les oeufs mis à découvert par la fauchaison ou l'enlèvement des récoltes.

***ANNEXE ID : ARTICLES L431-2, L431-3 DU CODE DE
L'ENVIRONNEMENT (TITRE III : PECHE EN EAU DOUCE ET
GESTION PISCICOLE) :***

Article L431-2

Les dispositions du présent titre relatives aux poissons s'appliquent aux crustacés et aux grenouilles ainsi qu'à leur frai.

Article L431-3

Sous réserve des dispositions des articles L. 431-6 et L. 431-7, les dispositions du présent titre s'appliquent à tous les cours d'eau, canaux, ruisseaux ainsi qu'aux plans d'eau avec lesquels ils communiquent.

Dans les cours d'eau et canaux affluant à la mer, les dispositions du présent titre s'appliquent en amont de la limite de salure des eaux.

ANNEXES IE : ARTICLES L432-10, 11, 12, DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT :

Article L432-10

*(Ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000 art. 3 Journal Officiel du 22 septembre 2000 en
vigueur le 1er janvier 2002)*

Est puni d'une amende de 9 000 euros le fait :

1° D'introduire dans les eaux mentionnées par le présent titre des poissons appartenant à des espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques, et dont la liste est fixée par décret ;

2° D'introduire sans autorisation dans les eaux mentionnées par le présent titre des poissons qui n'y sont pas représentés ; la liste des espèces représentées est fixée par le ministre chargé de la pêche en eau douce ;

3° D'introduire dans les eaux classées en première catégorie, en vertu du 10° de l'article L. 436-5, des poissons des espèces suivantes : brochet, perche, sandre et black-bass ; toutefois, cette disposition n'est pas applicable aux lacs Léman, d'Annecy et du Bourget.

Article L432-11

Le transport des poissons des espèces mentionnées au 1° de l'article L. 432-10 est interdit sans autorisation délivrée dans les conditions fixées par décret en Conseil d'Etat.

Article L432-12

*(Ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000 art. 3 Journal Officiel du 22 septembre 2000 en
vigueur le 1er janvier 2002)*

Est puni d'une amende de 9 000 euros le fait d'introduire dans les eaux mentionnées par le présent titre, pour rempoissonner ou aleviner, des poissons qui ne proviennent pas d'établissements de pisciculture ou d'aquaculture agréés dans les conditions fixées par décret en Conseil d'Etat.

**ANNEXE IF : DECRET N° 85-1189 DU 8 NOVEMBRE 1985 FIXANT
LA LISTE DES ESPECES DE POISSONS, DE GRENOUILLES ET DE
CRUSTACES SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER DES DESEQUILIBRES
BIOLOGIQUES :**

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'environnement,

Vu la loi n° 84-512 du 29 juin 1984 relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles;

Vu le titre II du livre III du code rural, et notamment ses articles 406 et 413;

Vu le décret n° 58-874 du 16 septembre 1958 modifié relatif à la pêche fluviale;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la pêche en date du 22 mai 1985;

Vu l'avis du Conseil national de protection de la nature en date du 20 juin 1985,

Décète:

Art. 1er. -

La liste des espèces de poissons, de grenouilles et de crustacés susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques dans les eaux visées au titre II du livre III du code rural et dont l'introduction dans ces eaux est, de ce fait, interdite, est fixée comme suit:

Poissons:

Le poisson-chat: *Ictalurus melas*;

La perche soleil: *Lepomis gibbosus*.

Grenouilles:

Les espèces de grenouilles (*Rana* sp.) autres que:

Rana arvalis: grenouille des champs;

Rana dalmatina: grenouille agile;

Rana iberica: grenouille ibérique;

Rana honnorati: grenouille d'Honorat;

Rana esculenta: grenouille verte de Linné;

Rana lessonae: grenouille de Lessona;

Rana perezi: grenouille de Perez;

Rana ridibunda: grenouille rieuse;

Rana temporaria: grenouille rousse;

Rana groupe *esculenta*: grenouille verte de Corse.

Crustacés:

Le crabe chinois: *Eriocheir sinensis*.

Les espèces d'écrevisses autres que:

Astacus astacus: écrevisse à pattes rouges;

Astacus torrentium: écrevisse des torrents;

Austropotamobius pallipes: écrevisse à pattes blanches;

Astacus leptodactylus: écrevisse à pattes grêles.

Art. 2. -

L'article 29 du décret du 16 septembre 1958 modifié susvisé est abrogé.

Art. 3. -

Le présent décret entre en vigueur le 1er janvier 1986.

Art. 4. -

Le ministre de l'environnement est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 8 novembre 1985.

ANNEXES IG : ARRETE DU 17 DECEMBRE 1985 :

***ANNEXE IH : INTERDICTION D'IMPORTATION ET DE VENTE DE
LA TORTUE DE FLORIDE SUR LE TERRITOIRE EUROPEEN :***

ANNEXE II : ARTICLE L412-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT :

Chapitre II : Activités soumises à autorisation

Article L412-1

La production, la détention, la cession à titre gratuit ou onéreux, l'utilisation, le transport, l'introduction quelle qu'en soit l'origine, l'importation sous tous régimes douaniers, l'exportation, la réexportation de tout ou partie d'animaux d'espèces non domestiques et de leurs produits ainsi que des végétaux d'espèces non cultivées et de leurs semences ou parties de plantes, dont la liste est fixée par arrêtés conjoints du ministre chargé de l'environnement et, en tant que de besoin, du ou des ministres compétents, s'ils en font la demande, doivent faire l'objet d'une autorisation délivrée dans les conditions et selon les modalités fixées par un décret en Conseil d'Etat.

ANNEXE IJ : RECOMMANDATION DU CONSEIL DE L'EUROPE R.(84)14 ISSUE DE LA CONVENTION DE BERNE :

Dispositions relatives aux espèces non indigènes

Par l'article 11, paragraphe 2.b, de la convention, les Parties contractantes s'engagent «*à contrôler strictement l'introduction des espèces non indigènes*».

Afin de faciliter l'interprétation de ces obligations, le Comité des Ministres du Conseil de l'Europe a adopté en 1984 une recommandation spécifique, la :

- **Recommandation n° R (84) 14 du Comité des Ministres relative à l'introduction d'espèces non indigènes, qui demande aux gouvernements des Etats membres :**
 - d'interdire toute introduction dans le milieu naturel d'espèces non indigènes;
 - d'autoriser certaines dérogations à ce principe (à condition de faire réaliser une étude d'évaluation des répercussions) ;
 - de prendre les mesures nécessaires pour prévenir les introductions accidentelles;
 - d'informer les gouvernements des pays voisins intéressés des projets d'introduction ainsi que des introductions accidentelles (le texte intégral de cette recommandation figure à l'annexe 1 du présent document).

Ces quatre thèmes (interdiction, autorisation conditionnée par une évaluation préalable des risques, prévention des introductions accidentelles et coopération internationale) ont marqué les actions ultérieures de la Convention de Berne dans ce domaine. La coopération européenne a également bénéficié du fait que les participants aux réunions du Comité permanent ont toujours souligné la nécessité d'appliquer ces recommandations et d'adapter les lois en conséquence.

ANNEXE IK : EXTRAITS DE LA LOI BARNIER (LOI N°95-101 RELATIVE AU RENFORCEMENT DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT) :

Art. 56.

Le livre II nouveau du code rural est ainsi modifié et complété : (aujourd'hui ces articles figurent dans le code de l'environnement (annexe IB) dans les articles L411-3 et L411-4)

I. - Au premier alinéa de l'article L. 211-1, les mots : "patrimoine biologique national" sont remplacés par les mots : "patrimoine biologique".

II. - Dans le 1 de l'article L. 211-1, après les mots : "la capture ou l'enlèvement", sont insérés les mots : ", la perturbation intentionnelle", et après les mots : "leur utilisation", sont insérés les mots : ", leur détention".

III. - Dans le 2 de l'article L. 211-1, les mots : "ou de leurs fructifications", sont remplacés par les mots : « de leurs fructifications, ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique", et les mots : ", la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel", sont ajoutés après les mots : "ou leur achat".

IV. - L'article L. 211-1 est complété par un alinéa ainsi rédigé :

"Les interdictions de détention édictées en application du 1 ou du 2 du présent article ne portent pas sur les spécimens détenus régulièrement lors de l'entrée en vigueur de l'interdiction relative à l'espèce à laquelle ils appartiennent."

V. - L'article L. 211-2 du code rural est complété par un 6 ainsi rédigé :

" Les règles que doivent respecter les établissements autorisés à détenir ou à élever hors du milieu naturel des spécimens d'espèces mentionnées au 1er ou au 2 de l'article L. 211-1 à des fins de conservation et de reproduction de ces espèces."

VI. - Après l'article L. 211-2, il est inséré un article L. 211-3 ainsi rédigé :

Art. L. 211-3. - Afin de ne porter préjudice ni aux milieux naturels ni à la faune et à la flore sauvages, est interdite l'introduction dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence :

1) de tout spécimen d'une espèce animale à la fois non indigène au territoire d'introduction et non domestique ;

2) de tout spécimen d'une espèce végétale à la fois non indigène au territoire d'introduction et non cultivée ;

3) de tout spécimen de l'une des espèces animales ou végétales désignées par l'autorité administrative.

Toutefois, l'introduction dans le milieu naturel de spécimens de telles espèces peut être autorisée par l'autorité administrative à des fins agricoles, piscicoles ou forestières ou pour des motifs d'intérêt général et après évaluation des conséquences de cette introduction.

Dès qu'une infraction est constatée, l'autorité administrative peut procéder ou faire procéder à la capture, au prélèvement, à la garde ou à la destruction des spécimens de l'espèce introduite.

Lorsqu'une personne est condamnée pour infraction aux dispositions du présent article, le tribunal peut mettre à sa charge les frais exposés pour la capture, les prélèvements, la garde ou la destruction rendus nécessaires.

"Un décret en Conseil d'Etat précise les conditions d'application du présent article."

VII. - Après l'article L. 211-3, il est inséré un article L. 211-4 ainsi rédigé :

Art. L. 211-4. - Les mesures d'interdiction mentionnées à l'article L. 211-3 sont, lorsqu'elles concernent des espèces intéressant les productions agricoles et forestières, prises conjointement par les ministres chargés de l'agriculture, de la forêt et de l'environnement.

ANNEXE II : ARRETE DU 26 JUIN 1987 FIXANT LA LISTE DES ESPECES GIBIERS :

Arrêté du 11 juin 1987 et arrêté du 26 juin 1987

1.095

ARRÊTÉ DU 26 JUIN 1987

Liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée

(J.O. du 20/9)

Article 1^{er}.

• La liste des espèces de gibier que l'on peut chasser sur le territoire européen de la France et dans sa zone maritime est fixé comme suit:

Gibier sédentaire

Oiseaux: colins (Arr. du 15-2-1995) «corbeau freux, corneille noire, étourneau, sansonnet», faisans de chasse (Arr. du 15-2-1995) geai de chênes, gélinotte des bois, lagopède alpin, perdrix bartavelle, perdrix rouge, perdrix grise (Arr. du 15-2-1995) pie bavarde, tétras lyre (*coq maillé*) et tétras urogalle .

Mammifères: blaireau, belette, cerf élaphe, cerf sika, chamois isard, chevreuil, chien viverrin, daim, fouine, hermine, lapin de garenne, lièvre brun, lièvre variable, marmotte, martre, mouflon, putois, ragondin, rat musqué, raton laveur, renard, sanglier, vison d'Amérique.

Gibier d'eau

Barge à queue noire, barge rousse, bécasseau maubèche, bécassine des marais, bécassine sourde, canard chipeau, canard colvert, canard pilet, canard siffleur, canard souchet, chevalier aboyeur, chevalier arlequin, chevalier combattant, chevalier gambette, courlis cendré, courlis corlieu, eider à duvet, foulque macroule, fuligule milouin, fuligule milouinan, fuligule morillon, garrot à l'oeil d'or, harelde de Miquelon, huitrier pie, macreuse brune, macreuse noire, nette rousse, oie cendrée, oie des moissons, oie rieuse, pluvier argenté, pluvier doré, poule d'eau, râle d'eau, sarcelle d'été, sarcelle d'hiver et vanneau huppé.

Oiseaux de passage

Alouette des champs, bécasse des bois, caille des blés, grive draine, grive litorne, grive mauvis, grive musicienne, merle noir, pigeon biset, pigeon colombin, pigeon ramier, tourterelle des bois, tourterelle des bois, tourterelle turque et vanneau huppé.

Article 2.

• L'arrêté du 12 juin 1979 fixant la liste des espèces de gibier est abrogé.

ANNEXE Im : ARTICLES L251-4 A L251-11 DU CODE

RURAL :

CODE RURAL (Partie Législative)

Section 2 : Les mesures de protection contre les organismes nuisibles

Article L251-4

(Transféré par Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 art. 11 I, II Journal Officiel du 21 septembre 2000)

Sous réserve d'exceptions autorisées par le ministre chargé de l'agriculture soit pour l'exécution de travaux de recherche, soit en application de décisions communautaires concernant les cas de faible contamination, il est interdit d'introduire dans le territoire métropolitain ou dans les départements d'outre-mer, de détenir sciemment et de transporter les organismes nuisibles définis par l'article L. 251-3, quel que soit le stade de leur évolution (parasites formés, oeufs, larves, nymphes, graines, germes, etc).

Article L251-5

(Transféré par Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 art. 11 I, II Journal Officiel du 21 septembre 2000)

Des arrêtés du ministre chargé de l'agriculture déterminent les conditions dans lesquelles peuvent circuler dans le territoire métropolitain ou dans les départements d'outre-mer les végétaux ou parties de végétaux, les terres, fumiers et compost, ainsi que les sacs et autres emballages susceptibles de servir de support aux organismes nuisibles. Ces arrêtés sont également signés par le ministre chargé des finances quand ils règlent les conditions de l'importation de ces matières ou produits ou prévoient l'intervention du service des douanes. Des interdictions d'importation peuvent être prononcées.

Article L251-6

(Transféré par Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 art. 11 I, II Journal Officiel du 21 septembre 2000)

Toute personne qui, sur un fonds lui appartenant ou cultivé par elle, ou sur des produits ou matières qu'elle détient en magasin, constate la présence d'un organisme nuisible, nouvellement apparu dans la commune, doit en faire immédiatement la déclaration soit au maire de la commune de sa résidence, lequel doit la transmettre au service chargé de la protection des végétaux, soit directement au service chargé de la protection des végétaux dont elle dépend.

Article L251-7

(Transféré par Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 art. 11 I, II Journal Officiel du 21 septembre 2000)

Les propriétaires ou exploitants ou tout détenteur ou transporteur de végétaux, produits végétaux, autres objets mentionnés au I de l'article L. 251-12, y compris les fruits frais, sont tenus d'ouvrir leurs terrains et jardins clos ou non, ainsi que leurs dépôts ou magasins, aux agents mentionnés au I de l'article L. 251-18. Ces agents sont habilités à procéder à la saisie des produits et objets susceptibles de véhiculer des organismes nuisibles.

Article L251-8

(Transféré par Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 art. 11 I, II Journal Officiel du 21 septembre 2000)

I. - Le ministre chargé de l'agriculture peut prescrire par arrêté les traitements et les mesures nécessaires à la prévention de la propagation des organismes nuisibles inscrits sur la liste prévue à l'article L. 251-3. Il peut également interdire les pratiques susceptibles de favoriser la dissémination des organismes nuisibles, selon les mêmes modalités.

II. - En cas d'urgence, les mesures ci-dessus spécifiées peuvent être prises par arrêté préfectoral immédiatement applicable. L'arrêté préfectoral doit être soumis, dans la quinzaine, à l'approbation du ministre chargé de l'agriculture.

Article L251-9

(Transféré par Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 art. 11 I, II Journal Officiel du 21 septembre 2000)

La destruction de végétaux ne peut être exécutée qu'après constatation contradictoire de l'état des lieux, en présence du maire ou de son délégué, d'un agent relevant des catégories mentionnées au I de l'article L. 251-18 et du propriétaire ou usager des terrains ou magasins ou de son représentant dûment appelés ; de cette opération, il est dressé procès-verbal signé des parties.

Une allocation, ne dépassant pas les deux tiers de leur valeur, peut être accordée, par décision du préfet et sur proposition du directeur départemental de l'agriculture et de la forêt, pour la perte résultant de la destruction des végétaux non contaminés ordonnée par mesure de précaution.

Aucune allocation n'est accordée pour la destruction des végétaux sur lesquels l'existence de l'organisme nuisible a été constatée toutes les fois que le propriétaire ou l'usager du terrain sur lequel se trouvent les végétaux n'a pas effectué la déclaration prévue à l'article L. 251-6 et ne peut prouver à dire de témoins ou de tout autre manière que des traitements ont été effectués en vue de leur destruction.

Article L251-10

(Transféré par Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 art. 11 I, II Journal Officiel du 21 septembre 2000)

Si un propriétaire ou usager refuse d'effectuer dans les délais prescrits et conformément aux arrêtés pris en la matière les traitements antiparasitaires ou la destruction des végétaux, un ingénieur chargé de l'inspection et du contrôle des végétaux relevant des catégories mentionnées au I de l'article L. 251-18 prend les mesures nécessaires pour l'exécution de ces arrêtés. Il les notifie aux intéressés par lettre recommandée, avant leur exécution ; il adresse copie de cette notification au préfet du département et au maire de la commune sur le territoire de laquelle les opérations doivent avoir lieu.

Les travaux de défense sanitaire sont alors effectués par le groupement agréé de défense contre les organismes nuisibles sous le contrôle du service de la protection des végétaux, et, au cas de carence de ce groupement, par ce service lui-même.

Le coût des travaux est recouvert par ledit groupement. Faute de paiement par les intéressés dans un délai de trois mois, ou toutes les fois que le traitement est assuré par le service de la protection des végétaux, le recouvrement en est opéré, comme en matière de contributions directes, sur un rôle dressé par un ingénieur chargé de l'inspection et du contrôle des végétaux relevant des catégories mentionnées au I de l'article L. 251-18 et rendu exécutoire par le préfet. Au cas de recouvrement par voie de rôle, la somme due par les intéressés est majorée de 25 %.

Article L251-11

*(Transféré par Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 art. 11 I, II Journal Officiel du 21
septembre 2000)*

L'Etat, les régions, les départements et les communes sont astreints, en ce qui concerne leur domaine public et privé, aux mêmes obligations que les particuliers.

***ANNEXE IN : INTERDICTION DE L'UTILISATION DES POISONS
CONTRE LE RAT MUSQUE ET LE RAGONDIN (LETTRE DE LA
SEA-RIVER N°66_6 : [HTTP://WWW.SEA-RIVER.COM](http://www.sea-river.com)) :***

Interdiction des poisons contre le rat musqué et le ragondin

Depuis le mois de mai, l'usage des poisons dans la lutte contre le rat musqué et le ragondin est interdit. Les seules solutions restantes sont la chasse et le piégeage.

La bromadiolone, est (était) un anticoagulant très utilisé pour fabriquer les appâts empoisonnés destinés aux rats musqués (ondatras) et autres ragondins. Depuis longtemps, les chasseurs et les agriculteurs signalaient de nombreuses mortalités dues à l'ingestion des appâts par des animaux domestiques ou par le gibier et en demandaient l'interdiction. L'ingestion des cadavres par d'autres animaux (oiseaux de proie, renards, chats, chiens) entraîne, leur empoisonnement. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), saisie par le ministère de l'Environnement, ne mésestimait pas des risques liés à l'ingestion de bromadiolone chez l'homme. Depuis quelques années la réglementation évoluait dans le sens d'une interdiction des poisons en faveur du piégeage mécanique et sélectif sans risques pour la santé et l'environnement. Bien que le piégeage soit, en France, considéré avec beaucoup de prudence, voire même de méfiance depuis 1982, il est très encadré.

D'un autre côté, les rats musqués et le ragondin continuent à se multiplier très rapidement et à étendre leur zone de distribution. La lutte contre ces nuisibles des cultures et des berges des cours d'eau doit continuer et se renforcer.

La réglementation sur la chasse et les animaux nuisibles chassables n'autorisait, depuis 1986 que la chloralose et uniquement pour le corbeau freux et la corneille, à l'exception des luttes organisées contre des espèces classées nuisibles sous contrôle du préfet et des Services régionaux de la protection des végétaux (SRPV). On utilisait contre le rat musqué, la chlorophacinone, anticoagulant dont on imbibe des morceaux de betteraves et parfois de carottes qui servent d'appât.

L'arrêté du 25 avril 2002 (publié au Journal officiel du 4 mai) autorise plusieurs modes de destruction : tir, chasse à l'arc, déterrage pour certaines espèces, avec permis et durant la période de chasse, mais interdit les poisons, même dans le cas des luttes organisées (sauf la chloralose pour le corbeau freux et la corneille noire).

Le piégeage demeure aujourd'hui la seule méthode de régulation autorisée avec la chasse (notons que les chasseurs à l'arc s'intéressent à la chasse du ragondin). Le piégeage obéit aussi à une réglementation sévère. Les pièges en X sont autorisés pour les seuls piégeurs agréés (il faut suivre une formation d'une journée en général et faire un certain nombre de déclaration en préfecture, en mairie et à la fédération des chasseurs). Les cages, très efficaces mais ne prenant qu'un animal à la fois, peuvent être posées par tous, à condition de déclarer ses captures en mairie chaque année. Pour être efficace, la lutte doit se pratiquer à l'échelle d'un territoire suffisamment vaste. Pour tous renseignements : contactez la fédération des chasseurs du département.

ANNEXES II : LISTES DES ESPECES

ANNEXE IIA : LISTE DES ESPECES ANIMALES AQUATIQUES ET SUBAQUATIQUES INTRODUITES ET AUTOCHTONES SUSCEPTIBLES DE PROLIFERER DANS LE BASSIN ARTOIS PICARDIE

Espèces aquatiques :

Reptiles :

Tortue de Floride *Trachemys scripta elegans*

Amphibiens :

Grenouille rieuse *Rana ridibunda*

Grenouille taureau *Rana catesbeiana*

Poissons :

Black-bass à grande bouche *Micropterus salmoides* (absent du bassin pour le moment)

Carassin commun *Carassius commun*

Carassin doré *Carassius auratus*

Carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix*

Carpe commune *Cyprinus carpio*

Carpe herbivore ou Carpe amour *Ctenopharyngodon idella*

Hotu *Chondrostoma nasus*

Ombre de fontaine *Salvelinus fontinalis*

Perche soleil *Eupomotis gibbosus*

Poisson chat *Ictalurus melas*

Pseudorasbora *Pseudorasbora parva*

Sandre *Stizostedion lucioperca*

Silure glane *Silurus glanis*

Truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*

Crustacés :

Crabe chinois *Eriocheir sinensis*

Ecrevisse américaine *Orconectes limosus*

Ecrevisse de Californie *Pacifastus leniusculus* (absent du bassin pour le moment)

Ecrevisse de Louisiane *Procambarus clarkii* (absent du bassin pour le moment)

Mollusques :

Clam asiatique	<i>Corbicula fluminea</i> (absent du bassin pour le moment)
Crépidule	<i>Crepidula fornicata</i>
Moule zébrée	<i>Dreissena polymorpha</i>

Espèces liées à l'eau

Oiseaux :

Erismature rousse	<i>Oxyura jamaicensis</i>
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo sinensis</i>
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>

Mammifères :

Chien viverrin	<i>Nyctereutes procyoides</i> (absent du bassin pour le moment)
Ragondin	<i>Myocastor coypus</i>
Raton laveur	<i>Procyon lotor</i>
Rat musqué	<i>Ondatra zibethicus</i>
Rat surmulot	<i>Rattus norvegicus</i>
Vison d'Amérique	<i>Mustela vison</i> (absent du bassin pour le moment)

**ANNEXE IIB : ESPECES VEGETALES INDIGENES OU EXOTIQUES
SUSCEPTIBLES DE PROLIFERER DANS LES MILIEUX AQUATIQUES
ET SUBAQUATIQUES DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE**

Les algues :

Les algues filamenteuses :

Cladophores	<i>Cladophora sp.</i>
Filet d'eau	<i>Hydrodictyon reticulatum</i>
Spirogyres	<i>Spirogyra sp.</i>
Vauchérie	<i>Vaucheria vaucher</i>

Les cyanobactéries :

Famille des Chroococcacées	<i>Microcystis sp.</i>
Famille des Nostocacées	<i>Anabaena sp</i> <i>Aphanizomenon sp.</i>
Famille des Oscillatoriacées	
Les diatomées :	<i>Diadsmis confervacea</i> <i>Navicula jokovljevicii</i>

Les espèces aquatiques

Azolla fausse-fougère	<i>Azolla filiculoïdes</i>
Callitriche à angles obtus	<i>Callitriche obtusangula</i>
Callitriche à fruits plats	<i>Callitriche platycarpa</i>
Cornifle submergé	<i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Crassula hemsii</i> (absente du bassin)
L'égéria	<i>Egeria densa</i> (absente du bassin ?)
Elodée du Canada	<i>Elodea canadensis</i>

Elodée de Nuttall	<i>Elodea nuttallii</i>
Elodée de Ernst	<i>Elodea ernstae</i>
Jussie à grandes fleurs	<i>Ludwigia grandiflora</i>
Jussie rampante	<i>Ludwigia peploïdes</i>
Lagarosiphon	<i>Lagarosiphon major</i>
Lenticule à plusieurs racines	<i>Spirodela polyrhiza</i>
Lentille bossue	<i>Lemna gibba</i>
Lentille d'eau minuscule	<i>Lemna minuta</i>
Lentille d'eau rouge	<i>Lemna turionifera</i>
Lentille trilobée	<i>Lemna trisulca</i>
Myriophylle du Brésil	<i>Myriophyllum aquaticum</i>
Nénuphar jaune	<i>Nuphar lutea</i>
Petite lentille d'eau	<i>Lemna minor</i>
Potamot à feuilles pectinées	<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>scoparius</i>
Sagittaire	<i>Sagittaria sagittifolia</i>
Wolffie	<i>Wolffia arrhiza</i>

Les hélrophytes

Baldingère	<i>Phalaris arundinacea</i>
Glycérie aquatique	<i>Glyceria maxima</i>
Jonc des chaisiers	<i>Scirpus lacustris</i>
Laïche des marais	<i>Carex acutiformis</i>
Laïche des rives	<i>Carex riparia</i>
Laïche paniculée	<i>Carex paniculata</i>
Massette à feuilles étroites	<i>Typha angustifolia</i>
Massette à larges feuilles	<i>Typha latifolia</i>
Paspalum dilaté	<i>Paspalum dilatatum</i> (absent du bassin)
Roseau à balais	<i>Phragmites australis</i>
Rubanier simple	<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>

Les espèces hygrophiles

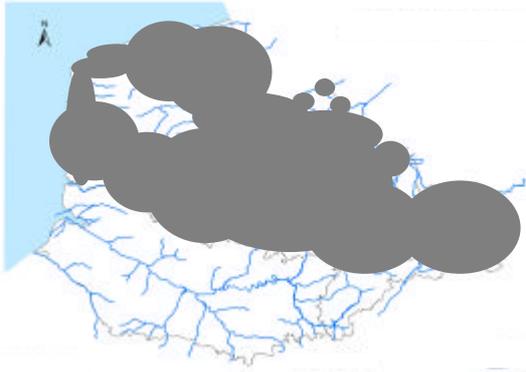
Aster lanceolé	<i>Aster lanceolatus</i>
Aster de Virginie	<i>Aster novi-belgii</i>
Balsamine géante	<i>Impatiens glandulifera</i>
Berce du Caucase	<i>Heracleum mantegazzianum</i>
Bident à fruits noirs	<i>Bidens frondosa</i>
Epilobe hirsute	<i>Epilobium hirsutum</i>
Erable negundo	<i>Acer negundo</i> (absent du bassin)
Eupatoire chanvrine	<i>Eupatorium cannabinum</i>
Faux-vernis du Japon	<i>Ailanthus altissima</i>
Orpin des marais australien	<i>Crassula helmsii</i>
Ortie dioïque	<i>Urtica dioica</i>
Renouée de Sakhaline	<i>Fallopia sachalinensis</i>
Renouée du Japon	<i>Fallopia japonica</i>
Spartine de Townsend	<i>Spartina townsendii</i> var. <i>townsendii</i> et var. <i>anglica</i>
Solidage du Canada	<i>Solidago canadensis</i>
Solidage glabre	<i>Solidago gigantea</i>
Topinambour	<i>Helianthus tuberosus</i>

**ANNEXE III : FICHES SYNTHETIQUES ET DETAILLEES DU
RAT MUSQUE (*ONDATRA ZIBETHICUS*) ET DES JUSSIES
(*LUDWIGIA SP.*)**

Emb :	Vertébrés
Cl :	Mammifères
O :	Rongeurs
F :	Muridés
Ss-F :	Arvicominae

RAT MUSQUÉ (N, NU, GI)

Ondatra zibethicus



Distribution connue du rat musqué



Photographie du rat musqué (José Godin)

ORIGINE

En Amérique du Nord, l'aire de répartition naturelle du rat musqué est plus grande que celle de presque tout autre mammifère. On le trouve de l'océan Arctique, au nord, jusqu'au golfe du Mexique, au sud, et de l'océan Pacifique à l'ouest, jusqu'à l'océan Atlantique à l'est (Aleksiuk, 2000). Puis, il a été introduit en 1905 en Tchécoslovaquie à Prague ; en Angleterre, il a été implanté en 1927 ; en Russie son introduction date de la même époque ; il s'y est propagé au point de l'envahir de l'Ukraine à l'océan Arctique et à l'Extrême-orient. En France, son introduction volontaire date des années 1925-1930 pour la pelleterie. Ce sont les élevages situés dans le territoire de Belfort, l'Eure et la Somme qui constitueront les trois foyers principaux à l'origine de sa naturalisation et propagation (individus échappés ou lâchés après la fermeture d'élevages faisant faillite). A partir de 1972, il occupe tout le territoire à part la Corse et des régions montagneuses (Godin, 1979).

BIOLOGIE

Le rat musqué est un animal pansu et grassouillet qui pèse en moyenne 1 kg. Du museau au bout de la queue, il atteint 50 cm de longueur. Petits yeux, museau tronqué, oreilles courtes. Corps, à l'exception de la queue et des pattes, recouvert d'une épaisse fourrure imperméable (brun foncé sur la tête et brun grisâtre et pâle sur le ventre) : duvet court, dense et soyeux, longs poils protecteurs plus drus et lustrés. Queue fine et aplatie verticalement, recouverte d'une peau écailleuse qui la protège et pouvant mesurer jusqu'à 25 cm de longueur. Pattes à peine velues et non palmées (celles de devant ressemblent à des mains). Les quatre dents antérieures en forme de ciseaux (2 incisives supérieures et 2 inférieures) mesurent chacune jusqu'à 2 cm. Il tient son nom du fait qu'il possède deux glandes de musc (aussi appelées glandes anales) disposées sous la peau près de l'anus : l'odeur dégagée serait un moyen de communication notamment pendant la saison des amours. Très peu de rongeurs parviennent à un âge avancé : la plupart est tuée par d'autres animaux dès leur jeunesse ou meurt accidentellement. Ils deviennent « vieux » vers l'âge de 3 ou 4 ans (Aleksiuk, 2000).

Tout à fait à l'aise sur terre, il a, en outre, développé des caractéristiques qui lui permettent d'être également chez lui dans l'eau. La disposition particulière de ses dents antérieures lui permet de ronger sous l'eau. L'hiver est pour lui une période d'inactivité relative : il se met à l'abri du froid (dans une hutte ou un terrier) et de la plupart de ses prédateurs et passe le plus clair de son temps à dormir et à manger jusqu'au retour de la saison des amours (Aleksiuk, 2000).

Le rat musqué est surtout herbivore (la nourriture animale représente 5 à 6 % de la ration : petits animaux ingérés par hasard, batraciens, poissons, parfois des crustacés et le plus souvent des mollusques). Les végétaux les plus consommés dans nos régions appartiennent aux grands et petits hélophytes et aux hydrophytes (surtout le nénuphar jaune) (Godin, 2000). Il mange aussi d'autres espèces non aquatiques : les céréales, les betteraves (Godin, 1979), les cultures des jardins maraîchers (Dorst & Jiban), et la végétation des prairies (Godin, 1979).

La saison des amours débute aussitôt après le dégel, en mars, en avril ou en mai et se termine fin août. Les petits (de 5 à 10) naissent moins d'un mois après l'accouplement et la femelle a souvent une autre portée 1 mois après la première (parfois même une 3^{ème}) (Aleksiuk, 2000).

Indices de présence : huttes, terriers, « salles à manger » où il a l'habitude de consommer sa nourriture, montées et descentes sur les rives abruptes, les plages de végétation faucardée, les bois rongés à fleur d'eau, les coulées aquatiques et terrestres, les fientes rassemblées aux lieux de défécation, les empreintes avec la trace de la queue et du talon des pattes postérieures nettement marquées (Godin, 1979).

BIOTOPES

- Marais d'eau douce, régions marécageuses des lacs, bordure des cours d'eau à faible débit (Aleksiuk, 2000). On peut également le trouver dans des canaux, des polders, les prairies humides et même en forêt (Godin, 1979).
- Le rat musqué peut habiter une hutte ou un terrier. Les terriers sont leurs habitations principales et sont construits dans les berges des cours d'eau ou des étangs en surimposition. Les huttes sont des constructions typiques des hauts-fonds : ce sont des amas de végétaux cimentés par de la boue (Godin, 2000).
- Ces déplacements (au printemps et en automne) favorisent sa propagation, il s'adapte très facilement et est prolifique : il possède ainsi une grande facilité de colonisation de nouveaux milieux ou de recolonisation lors de la destruction totale d'une population.

IMPACTS

	Impacts positifs	Impacts négatifs
<i>Sur le milieu naturel</i>	Faucardeur naturel de la végétation des étangs et peut donc avoir une action bénéfique sur celle-ci : entretien du milieu.	Limite la végétation aquatique, modification de sa structure, de sa nature et peut même l'éliminer : destruction de frayères et de zones de pontes des mollusques et insectes.
<i>Sur les autres espèces</i>	Ses huttes peuvent abriter les oiseaux des marais, créer des micromilieus : points d'implantation et de diversification de la végétation. Transporte dans sa fourrure et dans les végétaux qu'il charrie des éléments de la faune et de la flore dont il assure la dissémination.	Compétition interspécifique : (élimine rapidement le grand campagnol et le rat surmulot mais est moins compétitif contre le ragondin).
<i>Sur l'homme</i>	Il peut être consommé.	
<i>Sur les activités humaines</i>	Economie : fourrure appréciée en pelleterie et sa peau est vendue.	Economie : Dégâts à l'hydraulique : fragilise les berges (terriers) et peut même les effondrer ; favorise le déracinement des arbres des berges par le vent, provoque des pertes d'eau dans les étangs de pisciculture ou les plans d'eau. Préjudices envers la pêche : perce les filets, détruit les frayères à poisson. Dégâts sur les cultures de betteraves et de diverses céréales, ainsi que dans les jardins maraîchers.

(Godin, 1979).

MESURES DE LUTTE CONTRE LES PROLIFERATIONS

En France, dans de nombreux départements, le rat musqué fait partie des animaux classés nuisibles et gibier. Sa destruction peut être rendue obligatoire (arrêté préfectoral). Elle peut se faire ou a pu se faire de différentes manières :

- par gazage ou déterrage (ces techniques sont rarement employées) ;
- par empoisonnement (celui-ci est interdit depuis le mois de mai 2002 conformément à l'arrêté du 25 avril 2002 qui autorise plusieurs types de destruction : tir, chasse à l'arc, déterrage mais interdit les poisons même dans le cas des luttes organisées) (Anonyme, 2002) ;
- par piégeage : différents types de pièges peuvent être utilisés : sans appâts (pièges à palettes disposés dans les coulées, à l'entrée des terriers, sur les salles à manger ou à proximité des huttes ; des pièges à collier disposés dans les galeries ; des nasses ou des pièges-boîtes sur les lieux de passage) ou avec (tonneaux enterrés ou flottants, pièges à mâchoires, nasses) ;
- par tir (Godin, 1979).

POUR EN SAVOIR PLUS

Bibliographie :

Anonyme. (2002). Interdiction des poisons contre le rat musqué et le ragondin.
www.sea-river.com/66_6.php

Aleksiuk, M. (2000). Le rat musqué, vol. 2002. Service canadien de la faune de l'arrière pays
<http://www.cws-scf.ec.gc.ca/hww-fap/muskkrat/ratmusque.html>.

Dorst, J. & Jiban, J. *Les mammifères acclimatés en France depuis un siècle*.

Godin, J. (1979). *Le Rat musqué*, Centre régional de documentation pédagogique de Lille édition. Centre national de documentation pédagogique, Lille.

Godin, J. & Fournier, A. c. (2000). Le rat musqué *Ondatra zibethicus*. In *Les mammifères de la région Nord-Pas-de-Calais. Distribution et écologie des espèces sauvages et introduites: période 1978-1999.*, vol. N°spécial 33 (édition. Le héron), pp. 109-111, Lille.

Spécialiste :

Mr **GODIN J.**

Rat musqué (N, Nu, Gi)

Ondatra zibethicus

Emb : Vertébrés
Sp-Cl : Mammifères
O : Rongeurs
F : Muridés
ss-F : Arvicolinae

BIOLOGIE

Description

Le rat musqué est un animal pansu et grassouillet. Ses yeux sont petits, son museau tronqué, ses oreilles courtes et dissimulées sous sa longue fourrure. Son corps, à l'exception de la queue et des pattes, est recouvert d'une épaisse fourrure imperméable. Le duvet est court, dense et soyeux alors que les longs poils protecteurs sont plus drus et lustrés. Le pelage passe du brun foncé sur la tête et le dos à brun grisâtre et pâle sur le ventre. L'animal adulte pèse en moyenne 1 kg, mais ce poids varie considérablement selon les diverses régions de l'Amérique du Nord. Du museau au bout de la queue, il atteint 50 cm de longueur. La queue est fine et aplatie verticalement (Aleksiuk, 2000), bordée sur ses arêtes supérieure et inférieure d'une rangée de poils rigides augmentant la portance de l'animal (Godin, atlas mamm. du NPC) et peut mesurer jusqu'à 25 cm de longueur. Elle est recouverte d'une peau écailleuse qui la protège. Les pattes sont à peine velues. Celles de devant ressemblent à des mains et servent à construire des huttes, à tenir les aliments et à creuser des terriers et canaux. Bien que les animaux emploient leurs pattes postérieures pour nager, celles-ci ne sont pas palmées comme chez le castor et la loutre. Par contre, chacun des quatre longs doigts est bordé de part et d'autre d'une frange de poils qui permettent au pied d'agir comme un aviron. Les quatre dents antérieures en forme de ciseaux (2 incisives supérieures et 2 inférieures), mesurant chacune jusqu'à 2 cm, servent à trancher les tiges et les racines des plantes (Aleksiuk, 2000).

Il tient son nom du fait qu'il possède deux glandes de musc (aussi appelées glandes anales) disposées sous la peau près de l'anus. A la saison des amours, ces glandes se dilatent et sécrètent une substance jaunâtre à odeur de musc, que l'animal répand à intervalles réguliers le long des pistes fréquentées par l'espèce. Parmi les endroits fréquemment arrosés, il y a les « toilettes », la base des huttes et les pointes de terre bien en vue. Aucune étude poussée n'a encore été consacrée à la biologie de ces glandes de musc, mais on croit que l'odeur dégagée serait un moyen de communication notamment pendant la saison des amours (Aleksiuk, 2000).

Très peu de rongeurs parviennent à un âge avancé : la plupart sont tués par d'autres animaux dès leur jeunesse ou meurent accidentellement. Ils deviennent « vieux » vers l'âge de 3 ou 4 ans et perdent alors beaucoup de leur vivacité naturelle et deviennent une proie facile pour le vison, le renard et d'autres prédateurs (Aleksiuk, 2000).

Indices de présence :

Même si on ne peut pas l'observer directement, certains indices trahissent sa présence. Ce sont les huttes, les terriers, les « salles à manger », où il a l'habitude de consommer sa nourriture, les montées et les descentes sur les rives abruptes, les plages de végétation fauchardée, les bois rongés à fleur d'eau, les coulées aquatiques et terrestres, les fientes rassemblées aux lieux de défécation, les empreintes avec la trace de la queue et du talon des pattes postérieures nettement marquées (Godin, 1979).

Comportement

Le rat musqué est très bien adapté à la vie semi-aquatique. Tout à fait à l'aise sur terre, il a, en outre, développé des caractéristiques qui lui permettent d'être également chez lui dans l'eau. A 3 semaines, le jeune rat est déjà un nageur et un plongeur habile. Adulte, il peut nager sans effort, et ce, pendant de très longues périodes. Cette aptitude est grandement renforcée par les propriétés de flottabilité de son épaisse fourrure imperméable. En nageant à la surface, le rat musqué tient ses pattes antérieures vers l'avant, légèrement pressées sur sa poitrine, et se meut par mouvements alternés de ses pattes postérieures. Sa queue lui sert tout au plus de gouvernail. Lorsqu'il nage sous l'eau, cependant, le mouvement de godille de sa queue lui confère une force de propulsion probablement aussi grande que celle de ses pattes postérieures.

Lorsqu'il se sent en sécurité, il peut comme le castor et plusieurs autres mammifères, demeurer submergé une quinzaine de minutes, ce qui est impossible pour les mammifères non aquatiques, qui doivent continuellement inspirer de l'oxygène. En plongée, le rat musqué réussit à surmonter partiellement cette difficulté en réduisant son rythme cardiaque et en relâchant ses muscles, ce qui a pour effet de réduire sa consommation d'oxygène. En outre, il emmagasine dans ses muscles une réserve dont il se sert sous l'eau et est moins sensible à de fortes concentrations en dioxyde de carbone dans le sang que les autres mammifères (Aleksiuk, 2000).

La disposition particulière de ses dents antérieures lui permet de ronger sous l'eau. En effet, il est doté d'incisives disposées en avant des bajoues et des lèvres, qui se ferment derrière elles au moment opportun. Ainsi, comme le castor, le rat musqué peut ronger sous l'eau des tiges et des racines tout en gardant la « bouche fermée » (Aleksiuk, 2000).

Les préparatifs pour l'hiver commencent en septembre, tandis que les journées raccourcissent et que la température baisse. L'automne est employé à la construction et à la consolidation des huttes pour l'hiver et, dans certaines régions, à l'entreposage de provisions alimentaires. Le mode de construction des huttes constitue un aspect extrêmement important de l'écologie des rats musqués. La loge leur permet de vivre dans des endroits entourés d'eau et éloignés de la terre ferme. Elle les protège de leurs ennemis et leur sert d'abri contre les éléments.

Pour construire sa hutte, le rat musqué commence d'abord par former un monticule de boue sur la glace d'un plan d'eau. Ensuite, plongeant sous la surface, il creuse un passage jusqu'au centre du monticule où il se ménage une seule pièce. Par la suite, il solidifie les murs extérieurs en les recouvrant d'une nouvelle couche de boue et de végétaux. D'autres loges plus perfectionnées, renfermant plusieurs chambres et sorties séparées sont ensuite construites. Peu de temps après le gel, le rat musqué pratique des ouvertures dans la glace des baies et des canaux. L'animal recouvre ensuite ce trou de boue et de végétaux, obtenant ainsi une sorte de loge miniature ; il n'y a de place que pour un seul individu et il vient s'y reposer et manger lors de ses sorties sous la glace (Aleksiuk, 2000).

L'hiver est donc pour lui une période d'inactivité relative. Il est à l'abri du froid et de la plupart de ses prédateurs. Il passe le plus clair de son temps à dormir et à manger jusqu'au retour de la saison des amours (Aleksiuk, 2000).

Régime alimentaire

Le rat musqué est surtout herbivore. Dans ses aires de dispersion naturelle, de toutes les plantes aquatiques, les **quenouilles** constituent l'aliment préféré du rat musqué. Il semble cependant s'accommoder tout aussi bien de joncs, de scirpes, de **queues-de-cheval** ou de potamots. Il se nourrit également d'une variété d'autres plantes, dont le carex, le riz sauvage et l'osier (Aleksiuk, 2000).

Celles qui sont préférées dans nos régions appartiennent aux grands héliophytes (joncs des tonneliers, massettes à feuilles larges, massettes à feuilles étroites, roseaux à balais), aux petits héliophytes (laïches, joncs, iris faux-acore, sagittaire, cresson jaune), aux hydrophytes (surtout le nénuphar jaune) (Godin, 2000). Il consomme aussi d'autres espèces non aquatiques : les céréales, les betteraves (Godin, 1979), les cultures des jardins maraîchers (Dorst & Jiban), et la végétation des prairies. En général, les plantes les plus abondantes sont les plus consommées, mais les espèces et les parties consommées varient avec les saisons. Il déterre les pousses de roseau au printemps, mange les feuilles de sagittaire en été et surtout la base des tiges succulentes des massettes en automne et en hiver. Les aliments sont portés à la gueule avec les pattes avant, le rat étant assis sur les pattes arrières (Godin, 1979).

La nourriture animale représente 5 à 6 % de la ration. Ce sont surtout de petits animaux ingérés par hasard avec les végétaux, rarement des batraciens et des poissons, parfois des crustacés et le plus souvent des mollusques tels les limnées, planorbes ou les anodontes et unio dont les coquilles sont ouvertes avec une technique particulière (Godin, 1979).

Selon Aleksiuk, c'est lorsque leurs aliments habituels sont rares ou introuvables et que la nourriture d'origine animale existe en abondance, que les rats musqués deviennent carnivores. Il ajoute que la plupart du temps ce régime ne leur convient pas très bien et qu'il est signe de temps difficiles (Aleksiuk, 2000).

Son activité alimentaire est à son maximum le matin entre 5 et 8 heures et le soir entre 17 et 20 heures. La nourriture récoltée est consommée à un endroit particulier où le rat musqué s'assied. Il porte ensuite sa nourriture à la bouche à l'aide de ses pattes avant et laisse les restes sur place. Ils sont à l'origine des « salles à manger » qui ne sont en fait qu'un dépôt de restes d'activité alimentaire. Quand le rat musqué consomme des proies animales, les « salles à manger » comportent des restes d'espèces souvent identiques. Une technique particulière est utilisée lors de la consommation de chaque catégorie de proies. Par exemple, les amphibiens sont éventrés et seules les gonades sont consommées (éventuellement le haut des cuisses) (Godin, 2000). Entre ses déplacements liés à la recherche alimentaire, il passe de longs moments à l'entretien de son pelage qui est lustré avec soin à l'entrée de son terrier ou sur le toit de sa hutte (Godin, 1979).

L'épaisse couche glacée qui se forme en hiver confine le rat musqué à sa loge (ou terrier) et à l'environnement aquatique situés sous la glace. Ce sont ses excellentes aptitudes pour la plongée ainsi que les relais qu'il s'est aménagés dans la glace qui lui permettent de continuer à s'approvisionner en nourriture dans de telles conditions. Il peut en effet parcourir des distances considérables sous la glace pour se nourrir. Une fois qu'il a trouvé l'aire d'alimentation, il arrache à l'aide de ses dents quelques bouts de plantes qu'il transporte et mange au relais le plus rapproché. Ces sorties sous peut-être 1 m de glace et de neige, dans une eau glaciale et dans une obscurité quasi-totale constituent un exploit vraiment remarquable (Aleksiuk, 2000).

Reproduction/propagation

La saison des amours débute aussitôt après le dégel, en mars, en avril ou en mai. Les couples ne s'unissent pas pour la vie ; au contraire, le rat musqué semble avoir des mœurs assez libres. Les mâles se font une lutte acharnée pour la conquête des femelles. Les petits (de 5 à 10) naissent moins d'un mois après l'accouplement ; La femelle a souvent une autre portée 1 mois après la première et parfois même une 3^{ème}.

Les nouveaux-nés sont aveugles, dépourvus de poils et presque complètement démunis, mais leur développement est ensuite très rapide. A la fin de la première semaine, ils sont recouverts d'un fin duvet ; ils ouvrent les yeux à la fin de la seconde et commencent à faire de brèves excursions à l'âge de 2 ou 3 semaines. Ils sont sevrés au bout d'environ 3 semaines et deviennent indépendants de leurs parents à 6 semaines (Aleksiuk, 2000).

La saison des amours se poursuit tout au long de l'été et les dernières semaines d'août. Comme la nourriture est abondante en été, la croissance des jeunes est rapide (Aleksiuk, 2000).

Déplacement des populations :

L'activité exploratrice se manifeste au printemps et en automne. Au printemps elle est due à des facteurs climatiques, à l'activité sexuelle et à une intolérance sociale. L'ensemble provoque une irritabilité et le besoin de bouger. En automne, les mouvements sont dus aux jeunes qui entrent en activité et provoquent une surpopulation et aux adultes qui forment des couples. Ces mouvements peuvent durer 6 semaines, sont de l'ordre de 10 à 20 km par an et affectent 5 à 10 % de la population (Godin, 1979). Ces déplacements favorisent sa propagation. De plus il s'adapte très facilement et est prolifique, deux caractères typiques d'espèces invasives. Ainsi, il possède une grande facilité de colonisation de nouveaux milieux ou de recolonisation lors de la destruction totale d'une population.

ORIGINE GEOGRAPHIQUE ET MODALITES D'APPARITION EN FRANCE

En Amérique du Nord, l'aire de répartition naturelle du rat musqué est plus grande que celle de presque tout autre mammifère ; à cet égard, il s'agit donc d'une espèce extrêmement florissante. On le trouve de l'océan Arctique, au nord, jusqu'au golfe du Mexique, au sud, et de l'océan Pacifique à l'ouest, jusqu'à l'océan Atlantique à l'est. Cette vaste répartition est étroitement reliée au fait que le rat musqué fréquente les environnements aquatiques que l'on trouve partout en Amérique du Nord. En outre, l'activité humaine des 2 derniers siècles n'a pas eu d'effets néfastes sur sa répartition dans ses aires d'origine. Jusqu'au début du siècle, le rat musqué ne se trouvait qu'en Amérique du Nord (Aleksiuk, 2000).

Puis, il a été introduit en 1905 en Tchécoslovaquie à Prague, comme gibier, par le prince Colloredo-ansfeld ; en Angleterre, il a été implanté en 1927 ; en Russie son introduction date de la même époque ; il s'y est propagé au point de l'envahir de l'Ukraine à l'océan Arctique et à l'Extrême-Orient.

En France, son introduction date des années 1925-1930. Dès 1928, les élevages de rats musqués fleurissent dans de nombreuses régions et sont plus ou moins rentables. Cependant ce sont les élevages situés dans le territoire de Belfort, l'Eure et la Somme qui constitueront les trois foyers principaux d'introduction. Des individus se sont échappés ou ont été lâchés après la fermeture d'élevages faisant faillite. Ils formeront alors des taches d'invasion qui ne cesseront de s'étendre plus ou moins rapidement et qui finiront par se rejoindre. En 1959, il avait envahi 33 départements, 40 en 1961, 60 en 1972, en fait tout le territoire à part la Corse et des régions montagneuses (Godin, 1979).

DISTRIBUTION ACTUELLE

Distribution en France et dans le bassin Artois-Picardie

Il est présent partout en France. Dans le bassin Artois-Picardie il est largement distribué dans tous les départements. Dans la Somme, il occupe pratiquement tous les milieux humides. Une étude faite dans le Nord-Pas-de-Calais révèle des secteurs plus peuplés. En se basant sur le nombre d'observations celui qui arrive en tête serait le complexe Scarpe-Sensée-Escaut-Marque puis viendrait ensuite l'ensemble Artois-Est, Flandre inférieure, Lys-Deule, Hainaut-Avesnois suivi de l'ensemble Artois-Ouest, Cambrésis-Ostrevant, Flandre maritime, Plaine Picarde. La présence dans le pays de Lille est anecdotique. Les décalages entre les observations peuvent être dus à la différence de pression d'observation dans les différents secteurs (Godin, 2000).

Evolution des effectifs

Après avoir été introduit, cet animal a colonisé très rapidement un milieu neuf en profitant d'une niche écologique vacante (celle laissée vide par le castor : *Castor fiber*). Dans le Nord-Pas-de-Calais (et dans les autres départements du bassin) une explosion démographique s'en est logiquement suivie (on est passé par exemple en Belgique, dans la région frontalière de l'Yser et de la Lys à un effectif piégé de 30 en 1961 à 28 000 en 1970). En effet, dans le cas d'espèces introduites ou occupant de nouveaux milieux, le modèle mathématique représentant l'évolution des populations est illustré par une courbe logistique qui présente une phase exponentielle puis un ralentissement jusqu'à un palier. Ainsi après un pic d'occupation régional dans les années 70-80, aujourd'hui ses effectifs semblent régresser dans certains secteurs et la population se stabilise à un niveau en équilibre avec les contraintes du milieu (c'est ce qui s'observe la plupart du temps lorsqu'une espèce allochtone colonise un nouvel habitat). Par exemple, dans les milieux les moins favorables les populations ne sont plus que relictuelles, et ce, sans l'intervention de l'homme. C'est la pression de prédation exercée par le renard ainsi que la modification des habitats qui doivent être mises en cause. Par contre dans les secteurs favorables, où la pression de prédation reste la même, les effectifs restent importants (Godin, 1979).

BIOTOPES

Dans les aires d'introduction et en France

Le rat musqué vit habituellement dans les marais d'eau douce, dans les régions marécageuses des lacs et en bordure des cours d'eau à faible débit (Aleksiuk, 2000). On peut également le trouver dans des canaux, des polders, les prairies humides et même en forêt (Godin, 1979).

Le niveau de l'eau doit être assez élevé pour que celle-ci ne gèle pas jusqu'au fond, en hiver, mais assez bas pour permettre la croissance de plantes aquatiques, la profondeur idéale se situant entre 1 et 2 m. De plus, comme les animaux doivent avoir facilement accès à l'eau profonde, le niveau de celle-ci doit augmenter assez rapidement à partir de la berge où se trouvent les terriers, ce qui leur permet d'échapper à leurs prédateurs et d'avoir, en hiver, une réserve alimentaire sous la glace. Les lieux qu'il préfère sont ceux où abondent les joncs, les quenouilles, les potamots ou les carex. La présence de joncs et de quenouilles est très importante, surtout dans les lacs : en plus de leur servir d'aliments, ils sont utilisés comme matériaux dans la construction de huttes et de stations alimentaires et servent aussi d'abris contre le vent et l'action des vagues. Dans les régions septentrionales, les queues-de-cheval peuvent occuper une place importante dans l'habitat du rat musqué (Aleksiuk, 2000).

Le rat musqué peut habiter une hutte ou un terrier. Les terriers sont leurs habitations principales. Construits dans les berges des cours d'eau ou des étangs en surimposition, leurs entrées sont situées sous l'eau et généralement une coulée aquatique y aboutit. Un terrier a souvent 2 entrées par occupant. L'orifice d'entrée de la galerie a un diamètre de 8 à 20 cm. Elle monte à 45 ° vers une salle de séjour de 30 à 50 cm de profondeur située au-dessus du niveau de l'eau. De cet accès, partent 3 catégories de galeries : une cheminée verticale ; des galeries en cul de sac s'éloignant au maximum de 10 m de la berge ; des galeries parallèles à la rive qui constituent les refuges en cas de danger ou les lieux de mise bas.

Les huttes sont des constructions typiques des hauts-fonds. Ce sont des amas de végétaux cimentés par de la boue qui peuvent mesurer 1,5 m de haut et 2 m de diamètre. Pour la construire le rat musqué fauconne les héliophytes sur une surface de 3 m² environ à l'emplacement choisi. Il va ensuite fauconner plus loin dans les roselières. Cette hutte a la forme d'un cône irrégulier. Parfois il appuie sa construction sur un piquet de clôture, une souche, un chablis et il arrive qu'il la construise dans un arbre creux. Les entrées de la hutte sont situées sous l'eau et l'accès se fait par les coulées aquatiques. Il aménage, à l'intérieur de la hutte, une chambre sèche pourvue d'orifices d'aération et d'un compartiment spécial réservé à la défécation. A proximité de la hutte principale, il existe souvent quelques constructions secondaires : il s'agit d'un amas de plantes de 30 à 50 cm de haut, correspondant à d'anciennes salles à manger et qui peuvent devenir des lieux de refuges occasionnels. Certains auteurs ont qualifié ces huttes d'abris secondaires. Cette hypothèse semble se vérifier dans la région Nord-Pas-de-Calais puisqu'on note une régression du nombre de huttes au profit des terriers (Godin, 2000).

Cependant, d'autres naturalistes font une distinction entre les ragondins qui construisent des huttes et ceux qui creusent des terriers dans les berges. Cette distinction laisse croire que ces deux « types » de rats musqués posséderaient des différences biologiques innées. Selon Aleksiuk, ce n'est pourtant pas le cas puisque pour lui, le genre d'habitation dépend en fait de l'environnement. En effet, s'il n'y a ni joncs ni quenouilles lui permettant la construction de huttes, les rats musqués creusent alors des terriers dans le sol argileux ou mousseux des berges stables (Aleksiuk, 2000).

IMPACTS POSITIFS

Sur le milieu naturel et les autres espèces présentes

Le rat musqué est un faucardeur naturel de la végétation des étangs et peut donc avoir une action bénéfique sur celle-ci (il entretient le milieu en rajeunissant les roselières, en limitant le développement des nénuphars, en favorisant le maintien de zones d'eau libres favorables au développement du plancton). Ses huttes peuvent abriter les oiseaux des marais dont les oiseaux gibiers : ils peuvent s'y reposer ou, si elles sont abandonnées y construire leur nid. Elles créent également des micromilieus qui sont des points d'implantation et de diversification de la végétation. Au cours de ses déplacements, il transporte dans sa fourrure et dans les végétaux qu'il charrie des éléments de la faune et de la flore dont il assure la dissémination (Godin, 1979).

Sur l'homme et ses activités

Il est un animal utilisable. L'aversion déployée à son égard est souvent psychologique et provient très certainement de son nom : rat. Aux Etats-Unis il est vendu, dans les états de l'est, sous le nom de « Marsh rabbit » (lapin des marais) pour être consommé... Sa fourrure est appréciée en pelletterie et sa peau est vendue sous le nom de rat musqué du Canada, loutre de l'Hudson, ondatra ... (Godin, 1979).

IMPACTS NEGATIFS

Sur le milieu naturel et les autres espèces présentes

La compétition interspécifique joue en sa faveur et il élimine rapidement le grand campagnol et le rat surmulot. Cependant, face au ragondin, il est beaucoup moins compétitif et ce dernier le chasse très souvent.

Il peut également avoir un impact sur le développement des roselières puisque les espèces qui la constituent font partie de son régime alimentaire et que, de plus, il les faucarde pour construire ses huttes.

Parfois son action sur la végétation peut être telle qu'il modifie sa structure et sa nature (il peut limiter le développement des hélophytes et des nénuphars jaunes par exemple, parfois même allant jusqu'à éradiquer une espèce). Ainsi, les frayères peuvent être également détruites (Godin, 1979).

Sur l'homme et ses activités

De part ses activités, le rat musqué cause de nombreux dégâts (sensiblement similaires à ceux engendrés par le ragondin) : il fragilise les berges puisque ses galeries les minent, elles peuvent même conduire à leur effondrement ; il favorise le déracinement des arbres des berges par le vent, il provoque des pertes d'eau dans les étangs de pisciculture ou les plans d'eau, il perce les filets de pêche et détruit les frayères à poisson ce qui n'est pas du goût des pêcheurs. Il peut également causer des dégâts sur les cultures de betteraves et de diverses céréales, ainsi que dans les jardins maraîchers (Godin, 1979).

FACTEURS DE LIMITATION DE LA POPULATION

S'il est provoqué, le rat musqué devient un adversaire redoutable. Lorsqu'il ne peut se réfugier en eau profonde, il se défend courageusement et peut, grâce à ses longues incisives, infliger de graves blessures à son agresseur. Mais, malgré tout, il est souvent attaqué par d'autres espèces. Dans ses aires d'origine, le vison fréquente sensiblement le même milieu et peut, en certaines circonstances, devenir une importante cause de mortalité chez les juvéniles. Il utilise le même réseau de tunnels, traverse les murs des huttes et peut même y pénétrer par les ouvertures pratiquées. La chélydre serpentine (une espèce de tortue) et le grand brochet, qui habitent également les marais, s'attaquent aussi aux rats musqués. Lorsqu'ils voyagent sur la terre ferme à la recherche d'un nouvel habitat, ils risquent d'être attaqués par certains canidés (loups, coyotes, renards et chiens domestiques), de même que par des prédateurs occasionnels comme le blaireau, le carcajou, la martre, le raton laveur et le loup-cervier (Aleksiuk, 2000).

Dans nos régions, ses prédateurs sont peu nombreux (ceux de ses pays d'origine n'ayant pas d'équivalent en France). Cependant le renard, la loutre, le putois, l'hermine ou les rapaces s'attaquent aux jeunes animaux. Le silure peut également s'en nourrir occasionnellement (Godin, 1979). Il n'est donc pas soumis à une forte pression de prédation.

Cependant, l'homme, qui le chasse depuis très longtemps est probablement son principal ennemi. Avant la colonisation de l'Amérique du Nord par les européens, il était quelquefois chassé pour sa chair. L'arrivée des premiers colons ainsi que l'introduction des armes à feu et des pièges ont marqué le début d'une chasse intensive au rat musqué dont la fourrure était très recherchée. Cette pratique s'est poursuivie jusqu'à nos jours, sa fourrure étant encore demandée. Dans certaines parties de l'Amérique du Nord on continue à le chasser pour sa chair. Beaucoup d'individus sont également tués par les automobilistes (Aleksiuk, 2000).

La compétition intra spécifique peut également jouer un rôle dans la régulation des populations. Elle se manifeste en particulier quand les conditions deviennent mauvaises et s'exerce aussi au printemps et en automne. Au printemps, elle est due à l'activité sexuelle et en automne c'est l'entrée des jeunes dans la part active des populations qui en est responsable. Dans le cas de bonnes conditions de vie et d'un taux de reproduction élevé il peut y avoir surpopulation. Les signes en sont les galeries qui deviennent des canaux à ciel ouvert, la végétation ravagée, les cultures attaquées, les combats entre congénères ; le maximum qui peut être observé est 39,5 familles à l'hectare. Cette surpopulation entraîne famine et maladies. Le nombre de jeunes diminue et la mortalité à la naissance est élevée. L'exploitation intempestive des ressources du marais fait que les rats doivent s'aventurer loin de leurs abris pour pouvoir se nourrir, et ils deviennent des proies faciles. Ils sont aussi sujets à des maladies comme des inflammations du foie, des abcès au poumon, des lésions tuberculeuses, des maladies hémorragiques. Le contrôle des populations peut donc se faire par des facteurs inhérents à la population (Godin, 1979).

Les rats musqués, comme nombre d'autres espèces sauvages, sont également soumis à d'importantes fluctuations de populations qui semblent se produire selon un cycle régulier. Dans leur cas, le nombre d'individus diminue de façon radicale à intervalles de 7-10 ans. Pendant ces périodes, on ne voit plus de rats musqués, ou très peu, là même où on en comptait des milliers 2 ou 3 ans auparavant. Ces baisses catastrophiques de population sont souvent attribuées aux prédateurs ou au piégeage excessif. Cependant, les scientifiques ne croient pas que ce soit là leurs causes réelles de fluctuations. Ils estiment plutôt que, pour une raison encore inconnue, la qualité de la santé des individus se détériore, entraînant ainsi une hausse de la mortalité ainsi qu'une baisse de la natalité pour l'ensemble de la population. Un ou deux ans plus tard, les taux de natalité et de mortalité reviennent à la normale et la population de rats se reconstitue très vite (Aleksiuk, 2000).

INTERVENTIONS HUMAINES / METHODES DE GESTION

En France, dans de nombreux départements, le rat musqué fait partie des animaux classés nuisibles et gibier. Sa destruction peut être rendue obligatoire (arrêté préfectoral). Elle peut se faire ou a pu se faire de différentes manières :

- par gazage ou déterrage (ces techniques sont rarement employées)
 - par empoisonnement (celui-ci est interdit depuis le mois de mai 2002)
 - par piégeage
 - par tir
- (Godin, 1979).

L'empoisonnement a été beaucoup pratiqué et divers poisons ont pu être utilisés la plupart étant des anticoagulants : le caumafène (employé sur des appâts secs, il n'a pas donné de résultats spectaculaires), le chlorophacinone (il a donné de bons résultats en Flandre avec des carottes fraîches). Cependant, cette méthode est dangereuse car les poisons employés peuvent affecter d'autres animaux non visés et sensibles aux anticoagulants. Des cas d'intoxication mortelles de bovidés ont été signalées (dans le complexe Scarpe-Sensée-Escaut-Marque (59)), le lièvre a été la victime d'une campagne de dératisation menée dans le Nord et le Pas-de-Calais. Le porc, le sanglier, les chiens, les chats sont extrêmement sensibles à ces poisons. Ils peuvent également avoir un impact sur les oiseaux, les poissons et les autres vertébrés. L'homme y est également sensible et les recommandations qui sont faites par voie de presse sont la preuve que les enfants ne sont pas à l'abri d'un accident (Godin, 1979). Pour toutes ces raisons, l'empoisonnement est interdit depuis peu (l'arrêté du 25 avril 2002 autorise plusieurs types destruction : tir, chasse à l'arc, déterrage mais interdit les poisons même dans le cas des luttes organisées (Anonyme, 2002).

Selon beaucoup d'auteurs la meilleure technique est le piégeage, cependant elle est coûteuse. Elle peut donner des résultats avec un succès de l'ordre de 90 % ! En effet, le rat musqué est un animal plutôt brutal, qui manque de ruse et qui se fait donc facilement prendre au piège. De plus, il ne s'effraie pas de voir ses confrères à l'agonie (Chappellier, 1963).

Différents types de pièges peuvent être utilisés : les pièges sans appât sont des pièges à palettes disposés dans les coulées, à l'entrée des terriers, sur les salles à manger ou à proximité des huttes ; des pièges à collier disposés dans les galeries ; des nasses ou des pièges-boîtes sur les lieux de passage. Les pièges à appâts sont des tonneaux enterrés ou flottants, des pièges à mâchoires, des nasses (Godin, 1979).

Cependant ils représentent également des dangers pour les espèces non visées, surtout s'ils ne sont pas bien disposés dans les coulées. La poule d'eau est une victime très fréquente des pièges à palette du fait de son tempérament explorateur (Godin, 1979).

La lutte contre cette espèce n'est pas nouvelle dans le bassin Artois-Picardie où il est également classé nuisible et gibier. Le département du Nord a déjà consacré dans les années 90 environ 84 000 euros pour la lutte contre le rat musqué. Dans les années 1970 l'incitation à la lutte individuelle se faisait par l'attribution d'une prime sur présentation d'une preuve de capture. Puis la lutte est devenue collective par le création de syndicats intercommunaux qui opéraient soit en utilisant le poison, soit en faisant appel à des piégeurs professionnels qui obtenaient parfois des résultats impressionnants (1 495 individus capturés en 3 mois dans le secteur d'Houtkerque (59) en 1993, 28 000 en 1970 dans les polders près de Furnes (Godin, 2000).

Ainsi, du fait des dégâts dont il est responsable à l'heure actuelle, nous l'avons classé parmi les espèces dont les effectifs sont à contrôler prioritairement dans les endroits où il prolifère puisque certaines de ses populations régressent. Le moyen recommandé pour limiter ses effectifs et contrôler ses populations est le piégeage intensif, réalisé de façon rigoureuse par des personnes qualifiées ayant une bonne connaissance de l'espèce.

POUR EN SAVOIR PLUS

Bibliographie :

Anonyme. (2002). Interdiction des poisons contre le rat musqué et le ragondin.
www.sea-river.com/66_6.php

Aleksiuik, M. (2000). Le rat musqué, vol. 2002. Service canadien de la faune de l'arrière pays
<http://www.cws-scf.ec.gc.ca/hww-fap/muskrat/ratmusque.html>.

Chappellier, A. (1963). *La lutte contre le Rat musqué (Ondatra)*, Institut des Recherches Agronomiques, Ministère de l'Agriculture.

Dorst, J. & Jiban, J. *Les mammifères acclimatés en France depuis un siècle*.

Godin, J. (1979). *Le Rat musqué*, Centre régional de documentation pédagogique de Lille. Centre national de documentation pédagogique, Lille.

Godin, J. & Fournier, A. c. (2000). Le rat musqué *Ondatra zibethicus*. In *Les mammifères de la région Nord-Pas-de-Calais. Distribution et écologie des espèces sauvages et introduites: période 1978-1999.*, vol. N°spécial 33 (édition. Le héron), pp. 109-111, Lille.

Spécialiste :

Mr GODIN J.

Maître de Conférences

Université des Sciences et Technologies de Lille.

D :	Spermatophytes
ss-D :	Angiospermes
Cl :	Magnoliopsides
O :	Myrtales
F :	Onagraceae

JUSSIES

Ludwigia sp.



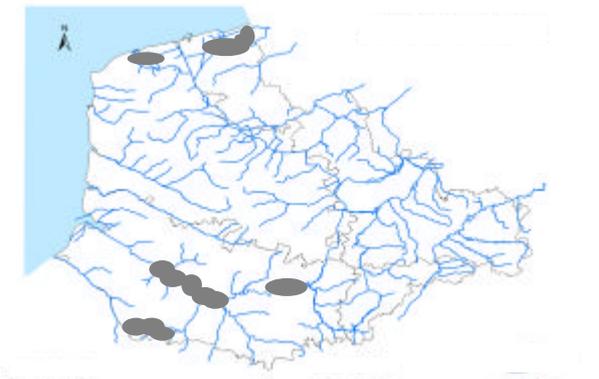
ORIGINE

Jussie à grandes fleurs

Ludwigia grandiflora ; *Ludwigia uruguayensis* Hara ; *Jussiaea grandiflora* Michaux ; *Jussiaea repens* sensu Coste non Linné ; *Jussiaea michauxiana* Fernald.

Jussie rampante

Ludwigia peploïdes P.H. Raven ; *Jussiaea peplaides* Kunth ; *Jussiaea repens* L. var *glabrescens* Kuntz.



Distribution connue de la jussie à grande fleur (*Ludwigia grandiflora*)



Distribution connue de la jussie rampante (*Ludwigia peploïdes*)



Photographie de jussie rampante (*Ludwigia peploïdes*), Leers (59)
(Tiphaine Saint-Maxent)

ORIGINE

D'origine américaine (Amérique du Sud), les deux jussies ont été largement diffusées dans une grande partie des zones tropicales, subtropicales et tempérées du globe (Dutartre, 2001b). Dans le bassin Artois-Picardie, la jussie à grandes fleurs est signalée dans la Somme. Leur extension la plus nordique connue à ce jour se situe dans la région de Dunkerque, en passant par le canal de Roubaix à la frontière belge (Collectif, 1997). Pourtant la présence de ces espèces est jugée exceptionnelle dans le bassin.

BIOLOGIE

Ce sont des hydrophytes amphibies polymorphes selon les conditions du milieu. Leurs tiges rigides et radicales en réseau, se développent jusqu'à 3 m de profondeur et émergent jusqu'à 80 cm au-dessus de la surface. Leur enracinement est superficiel, il se fait à l'aide de racines adventives sur l'appareil stolonifère. Les feuilles sont opposées ou alternes, celles submergées sont lancéolées et poilues chez *Ludwigia grandiflora*, arrondies et glabres chez *L. peploïdes*. Les fleurs sont de couleur jaune et mesurent de 2 à 3 cm de diamètre.

Elles colonisent de nouveaux milieux essentiellement par fragmentation et bouturage.

(Collectif, 1997).

BIOTOPES

- Milieux stagnants ou faiblement courants.
- Eaux bien éclairées jusqu'à 20 m de profondeur.
- Ubiquiste vis-à-vis de la minéralisation et du pH.
- Grande capacité d'adaptation vis-à-vis de la disponibilité en nutriments. Eaux mésotrophes à eutrophes

(Collectif, 1997)

IMPACTS

	Impacts négatifs	Impacts négatifs
<i>Sur le milieu naturel</i>		Gêne écoulement Comblement Modifications physico-chimiques
<i>Sur les autres espèces</i>	Ressource alimentaire, mellifère	Compétition Diminution de la biodiversité
<i>Sur l'homme</i>		
<i>Sur les activités humaines</i>	Épuration des eaux usées ¹	Gêne physique à la pêche, la chasse, aux loisirs nautiques

(Anonyme, 2001), (Collectif, 1997), (Dutartre, 2001b)

MESURES DE LUTTE CONTRE LES PROLIFERATIONS

- Contrôles mécaniques : arrachage manuel, arrachage mécanique, moisson, avec exportation du matériel récolté (envisager des filières de recyclage comme engrais vert, compostage ou méthanisation).
- L'emploi d'herbicides : ne pas laisser les plantes tuées sur place dans les milieux stagnants (sinon cela peut contribuer à leur comblement).
- Des interventions composites, fondées sur une intégration des techniques disponibles, comme par exemple, traitement par herbicide suivi d'un arrachage mécanique.
- Limiter les zones de ralentissement artificiel du courant au strict minimum ;
- Maintenir ou restaurer les ripisylves sur les secteurs à courant faible ou nul ;
- Limiter la teneur en azote de l'eau : la production de biomasse par la jussie augmente avec les teneurs en nitrates, pour des concentrations allant jusqu'à 20 mg/l.

(Dutartre, 2001b).

¹ Les jussies pouvant assimiler de grandes quantités d'azote, elles peuvent jouer un rôle épurateur.

POUR EN SAVOIR PLUS

Spécialiste

Monsieur **Alain Dutartre**, Unité de Recherche Qualité des eaux
Cemagref, 50, avenue de Verdun, 33612 Cestas cedex
E-mail : alain.dutartre@bordeaux.cemagref.fr

Bibliographie

- Anonyme. (2001). Des pestes végétales : la jussie et le myriophylle envahissent l'Erdre. In *Seveinfo*, vol. 1141, pp. 2.
- Collectif. (1997). Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique. In *Les études de l'Agence de l'eau n°68*, pp. 199 pp.
- Dutartre, A. (2001b). *Ludwigia* sp. Les jussies. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 93-98. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.

Les jussies ou ludwigies

Ludwigia sp.

D :	Spermatophytes
ss-D :	Angiospermes
Cl :	Magnoliopsides
O :	Myrtales
F :	Onagraceae

La jussie à grandes fleurs

(sténonaturalisée)

Ludwigia grandiflora ;
Ludwigia uruguayensis Hara ;
Jussiaea grandiflora Michaux ;
Jussiaea repens sensu Coste non
Linné ;
Jussiaea michauxiana Fernald

La jussie rampante

(sténonaturalisée)

Ludwigia peploides P.H. Raven ;
Jussiaea peploides Kunth ;
Jussiaea repens L. var *glabrescens*
Kuntz.

BIOLOGIE

Description

Hydrophytes fixés **amphibies**, ces plantes présentent une vaste gamme de formes, partiellement liées à la nature des biotopes disponibles (Dutartre, 2001b). Les tiges rigides, noueuses, émergées ou immergées, forment un réseau. Elles peuvent dépasser 6 mètres de longueur et atteindre un diamètre de 7 à 10 mm. Elles sont noueuses et présentent aux **nœuds** des racines **adventives** qui constituent un moyen de régénération très efficace en cas de rupture (Collectif, 1997). Les feuilles émergées sont lancéolées et poilues chez *Ludwigia grandiflora*, arrondies et glabres chez *L. peploides*. Les feuilles immergées sont, elles ovales ou rondes pour les deux espèces (Anonyme, 1999). Dutartre (2001) ajoutent qu'elles peuvent être alternes, oblongues, atténuées en pétioles et quelquefois **vernissées**. La **nervuration** est bien visible. La pilosité des feuilles est un des critères de différentiation des espèces présentes sur le territoire français. Les racines et pétioles des fleurs peuvent être rougeâtres. Deux types de racines sont observables : les unes présentent classiquement un **géotropisme** positif et servent d'organes d'absorption et de fixation, les autres ont un géotropisme négatif et sont entourées d'un tissu **aérijfère** ou **aérenchyme** pouvant assurer la flottaison des tiges (Dutartre, 2001b).

Les fleurs jaune vif, pouvant atteindre 3 à 5 cm de diamètre sont en grande partie responsables de la grande dispersion de ces espèces jugées très esthétiques par de nombreuses personnes (Dutartre, 2001b).

Ces plantes ne doivent pas être confondues avec la jussie des marais (*Ludwigia palustris*), plante autochtone, à feuillages rougeâtres et petites fleurs verdâtres (Anonyme, 1999).

Reproduction et propagation

Reproduction sexuée

En France, les fleurs de *Ludwigia grandiflora*, développées de juin à septembre sont stériles. Dutartre a pu observer la formation de fruits comportant des graines dans quelques sites du département des Landes. Des essais de **germination** ont permis de démontrer que ces possibilités existent. Des récents tests, réalisés sur différents stocks de graines, ont montré que la germination en conditions de laboratoire était variable mais possible dans tous les cas et que les **plantules** produites étaient viables. Des expérimentations en milieu naturel restent à réaliser pour mieux évaluer ces possibilités (Dutartre, 2001b).

La présence de racines adventives sur les tiges de jussies constitue également un moyen de régénération efficace en cas de rupture (Collectif, 1997).

Reproduction végétative

La reproduction végétative est incontestablement le moyen le plus efficace de dissémination de ces plantes. Les **diaspores** peuvent être des fragments de tiges de quelques centimètres le plus souvent avec une **rosette** de feuilles : elles sont susceptibles de reconstituer une plante viable dès que le fragment peut se déposer dans un habitat favorable. Ces **diaspores** peuvent subsister pendant des périodes relativement longues à la surface des eaux et résistent plusieurs jours à la **dessiccation**. Les racines à géotropisme négatif déjà citées et la présence d'aérenchyme participent à la flottaison de ces diaspores (Dutartre, 2001b).

Biomasse

La taille des pieds de jussies favorise la formation de couches denses et fortement ombrageantes en surface (Collectif, 1997).

La production de **biomasse** peut être très importante : atteignant près de 2 Kg de matières sèches par m² dans les biotopes favorables, elle contribue au potentiel d'extension des plantes par le développement des tiges sur plusieurs mètres de longueur, les rendant ainsi plus fragiles. Les temps de doublement de biomasse sont très variables, de 15 jours environ en milieux stagnants à près de 70 jours dans les cours d'eau (Dutartre, 2001b).

ORIGINE GEOGRAPHIQUE ET MODALITES D'APPARITION EN FRANCE

D'origine américaine (Amérique du Sud), les deux jussies ont été largement diffusées dans une grande partie des zones tropicales, subtropicales et tempérées du globe. Elles sont présentes en Afrique, en Amérique du Nord (Etats du Sud et du Sud-Ouest des Etats-Unis), en Australie et en Europe. Elles font parties des plantes introduites volontairement et disséminées en France pour leurs qualités ornementales (aquariophilie, plans d'eau ornementaux) (Dutartre, 2001b).

En France, les jussies ont été accidentellement introduites vers 1820-1830 dans le Lez à Montpellier, puis rapidement considérées comme naturalisées dans le Gard et dans l'Hérault (Dutartre, 2001b).

DISTRIBUTION ACTUELLE

Distribution en France et dans le bassin Artois-Picardie

En France, leur répartition actuelle est importante et en constante évolution. Si les jussies restent très largement présentes dans les parties Sud (de la Durance et la Camargue à l'Aquitaine) et Ouest (des Landes jusqu'en Bretagne) du territoire métropolitain, leur propagation vers le nord et l'est de la France semble continue. Leur extension vers le Nord-Est est également notable : elles ont été observées depuis 1999 dans une gravière de Nancy où leur colonisation semble perdurer malgré le climat continental. Hormis ces grandes zones et ces sites particuliers, elles se trouvent disséminées dans le centre de la France, comme par exemple dans quelques sites de l'Allier et du Nord-Ouest (Somme) (Dutartre, 2001b).

Dans le bassin Artois-Picardie, la ludwigie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) a été repérée pour la première fois dans le département de la Somme en 1991 dans le dédale de canaux, de jardins ouvriers et de loisirs et de terres maraîchères des Hortillonnages d'Amiens (vallée de la Somme). Jusque 1995-1996 la plante sembla se cantonner à cette localité mais dès 1997 elle s'étendit de manière spectaculaire sur de nombreux canaux et fossés (Toussaint & Gavory, 2001). Leur extension la plus nordique connue à ce jour se situe dans la région de Dunkerque, en passant par le canal de Roubaix à la frontière belge. Cette extension vers le nord pourrait être une conséquence d'une légère augmentation de la température depuis quelques années (notion de changement climatique global) (Collectif, 1997). Pourtant la présence de ces espèces est jugée exceptionnelle dans le bassin.

La dynamique actuelle de ces plantes semble très rapide : il semble probable que leur répartition géographique réelle est nettement plus importante que ne le laissent supposer ces éléments (Dutartre, 2001b).

Evolution des effectifs

Ces espèces sont en extension depuis environ trois décennies et leurs grandes capacités de colonisation d'habitats très divers en font actuellement un envahisseur parmi les plus préoccupants (Dutartre, 2001b).

BIOTOPES

Les jussies colonisent de préférence les milieux stagnants ou à faible courant, comme des plans d'eau, zones humides, réseaux de fossés, cours d'eau à étiages sévères, etc. Leur très vaste amplitude écologique leur permet de se développer également sur d'autres types de milieux comme par exemple des bancs de sédiments en bordure de cours d'eau à écoulements permanents. Elles s'installent aussi bien dans des milieux de dimensions restreintes que de vastes étendues d'eau où la relative solidité et la densité de leurs tiges leur permettent de résister aux vents et à la houle (Dutartre, 2001b). Il leur est également possible de coloniser une part du lit de certains cours d'eau si la stabilité des rives leur a permis de s'installer et si les vitesses de courant ne sont pas suffisantes pour arracher les tiges flottantes (Collectif, 1997).

Des informations récentes indiquent que des colonisations de prairies humides ont commencé dans quelques sites, comme par exemple quelques sites des Barthes de l'Adour, ce qui constitue une menace potentielle importante pour ces milieux fragiles (Dutartre, 2001b).

Paramètres physiques

Les jussies sont des plantes d'origine tropicale, leurs besoins en lumière sont donc importants ; d'ailleurs leur développement est fortement réduit dans des conditions de luminosité faible et sa dynamique de colonisation d'habitats ombragés reste limitée (Collectif, 1997).

Les *Ludwigia sp.* présentent une très vaste répartition géographique : des zones tropicales du globe à notre bassin au climat tempéré. Ceci correspond à une large gamme de températures auxquelles sont adaptées les jussies. Ainsi, même si les parties aériennes peuvent être détruites par le gel, les rhizomes enfouis dans le sédiments résistent aux rigueurs climatiques de l'hiver et sont susceptibles de développer de nouveaux individus le printemps suivant (Collectif, 1997).

Bien que mieux adaptées aux eaux calmes et peu courantes, il est possible d'observer des jussies sur les bordures des cours d'eau. En effet, elles sont capables de développer des tiges flottantes pouvant se diriger vers le centre du cours d'eau. Cependant, ces tiges sont sensibles au courant et peuvent être soit repoussées vers les rives, soit rompues par des vitesses plus élevées. Par ailleurs, la capacité des plantes à développer progressivement des tiges enracinées de proche en proche dans les milieux peut leur permettre de progresser dans des zones présentant des cycles hydrologiques contrastés (Collectif, 1997).

Leurs réseaux denses de tiges peuvent s'implanter jusqu'à près de 3 m de profondeur dans des endroits très favorables et s'étaler jusqu'à 80 cm au-dessus de la surface moyenne des eaux, dès lors que les sols restent suffisamment humides (Dutartre, 2001b).

Bien que la richesse en nutriments des substrats semble influencer sur la croissance des jussies, ces dernières peuvent s'installer dans des sites très variables. Les plantes montrent ainsi, leur grande capacité d'adaptation (Collectif, 1997).

Paramètres chimiques

La gamme de milieux dans lesquels les ludwigies peuvent se développer paraît montrer qu'elles sont relativement **ubiquistes** quant aux conditions de minéralisation et de pH, ce qui contribue à favoriser leurs expansions (Collectif, 1997).

Capable de se nourrir aussi dans les sédiments que dans les eaux, de s'installer sur des sédiments vaseux riches en matières organiques ou des sables plus pauvres, dans des plans d'eau **mésotrophes** ou **eutrophes**, les jussies présentent une très grande capacité d'adaptation par rapport à la disposition en nutriments (Collectif, 1997).

IMPACTS POSITIFS

Sur le milieu naturel et les autres espèces présentes

Peu de données sont disponibles sur les relations entre les jussies et les populations animales. Leur caractère mellifère est assez bien démontré par la présence régulière d'insectes divers dans les herbiers en fleurs.

Des insectes, dont des coléoptères, consomment la plante, mais également des bovins de race rustique ; ce sont d'ailleurs des pistes de recherche suivies pour proposer des solutions de contrôle biologique de ces espèces (Collectif, 1997).

Sur l'homme et ses activités

Les jussies peuvent assimiler des quantités d'azote supérieures à leurs besoins ; elles peuvent donc jouer un rôle épurateur (Anonyme, 1999).

Ces espèces sont appréciées en aquariophilie (Dutartre, 2001b).

IMPACTS NEGATIFS

Sur le milieu naturel et les autres espèces présentes

Les gênes occasionnées par les *Ludwigia* les plus évidentes sont d'ordre physique telles que des gênes vis-à-vis des écoulements (irrigation, drainage) ou une accélération du comblement des milieux. Ce comblement peut être la conséquence d'une sédimentation accélérée par les herbiers denses qui réduisent la mobilité des eaux et favorisent ainsi le dépôt des matières en suspension (Dutartre, 2001b).

Les herbiers denses de jussies peuvent présenter de forts impacts sur la qualité physico-chimique des eaux, et en particulier sur les teneurs en oxygène dissous (jusqu'à l'asphyxie du milieu) et le pH. Les teneurs en oxygène dépassent rarement 2 mg/l dans les herbiers du Marais d'Orx et les valeurs de pH sont faibles (Dutartre, 2001b).

La banalisation écologique de certains biotopes, dont la réduction locale de la biodiversité, a été notée dans divers cas (Dutartre, 2001b). La forte dynamique des *Ludwigia sp.* en fait des compétiteurs très efficaces des espèces indigènes des habitats où elles s'installent. Elles sont capables de faire régresser et disparaître l'ensemble des hydrophytes enracinées, une partie des hélophytes de petite taille de bordure des eaux et peuvent limiter le développement de plantes flottantes telles que les lemnaées. Souvent en mosaïque au sein des peuplements végétaux préexistants lors de leur phase d'installation, les herbiers de jussies deviennent très vite mono-spécifiques (Collectif, 1997). Lorsque la densité des tiges et des racines devient trop forte sous la surface de l'eau les poissons disparaissent (Anonyme, 2001).

Sur l'homme et ses activités

Les nuisances vis-à-vis des usages portant sur les ressources naturelles des milieux (pêche, chasse, pratique des sports nautiques) sont également fortement ressenties dans un grand nombre de sites : un tapis végétal recouvrant l'eau empêche tout déplacement de bateaux, canoës, planches à voiles, impossibilité d'exercer la pêche à la ligne ou même de déplacer une barque, impossibilité de chasser le gibier d'eau qui ne viendra pas sur un plan d'eau couvert de jussies (Anonyme, 2001). C'est en particulier le cas en France où des développements rapides et de grandes envergures perturbent l'utilisation touristique de divers types de milieux (Collectif, 1997).

REGULATIONS NATURELLES

Le climat : les parties aériennes meurent sous l'effet du gel. Par contre, les rhizomes protégés par les sédiments survivent. Les jussies peuvent donc s'implanter et se maintenir dans toutes les régions françaises, mais les phénomènes de proliférations s'observent essentiellement dans les régions où le gel est rare (Anonyme, 1999).

La lumière : le développement de cette espèce est fortement réduit dans des conditions de luminosité faible et sa dynamique de colonisation d'habitats ombragés, comme par exemple les bordures de cours d'eau couverts de **ripisylves**, reste peu importante (Collectif, 1997).

La ressource en eau : la production de biomasse de ces plantes semble limitée par les conditions hydriques du sol. Les jussies peuvent donc coloniser des terrains peu humides, mais sans proliférer. Elles ne peuvent pas coloniser les milieux terrestres éloignés des milieux humides ou aquatiques (Anonyme, 1999).

La compétition : la présence d'espèces sociales vigoureuses telles que le roseau ou la baldingère limite la progression de la jussie (Anonyme, 1999).

La consommation : comme il a été précisé précédemment la jussie est consommée par des insectes et quelques animaux. Toutefois, l'intensité de cette pression reste faible (Anonyme, 1999).

INTERVENTIONS HUMAINES / METHODES DE GESTION

Régulations directes

Des interventions destinées à réguler les proliférations de jussies existent depuis plus d'une décennie dans de nombreux sites de l'Ouest et du Sud de la France, en particulier dans les Landes, le Languedoc-Roussillon. D'autres interventions plus ponctuelles ont été réalisées, comme par exemple en Vendée.

Des programmes de gestion, utilisant ces mêmes techniques, sont envisagés ou commencés dans d'autres régions, comme les Marais charentais ou les Hortillonnages d'Amiens (Dutartre, 2001b). Monsieur Pelelosof, Président de l'Association pour la Protection et la Sauvegarde du Site et de l'Environnement des Hortillonnages, précise qu'en 2001 une nouvelle opération d'arrachage manuel des jussies avec leurs racines a été orchestrée, les résultats sont attendus pour août 2002. De plus, une surveillance quotidienne des Hortillonnages a été instaurée afin de pouvoir intervenir rapidement si nécessaire.

Les interventions comportent généralement des **arrachages mécaniques** et/ou des **traitements par herbicides** et, dans quelques cas, des **arrachages manuels**. Le plus souvent, ces interventions permettent seulement de réduire l'extension des plantes dans les milieux traités et doivent donc être conçues dès le départ comme un entretien régulier à mettre en place (Dutartre, 2001b).

Dans les milieux de faible largeur comportant des accès longitudinaux, les arrachages mécaniques peuvent être réalisés avec des pelles mécaniques équipées de godets classiques ou spécialement adaptés à ce type de travaux. Dans les milieux plus étendus les travaux sont généralement conduits avec des pontons flottants équipés d'un bras hydraulique auquel peuvent être fixés divers outils, comme par exemple une griffe à dents rapprochées qui permet d'arracher les herbiers de jussie directement en pleine eau (Dutartre, 2001b).

Dans quelques cas, des **moissonneurs**, engins spécifiquement conçus pour la coupe et la récolte des plantes aquatiques, ont été employés. De part leur encombrement et la fragilité des barres de coupe, ils rencontrent souvent des difficultés lors des travaux et ne semblent donc pas très adaptés pour l'enlèvement des jussies aux fortes tiges et aux importantes biomasses (Dutartre, 2001b).

Des **arrachages manuels** sont envisageables dans quelques situations, telle qu'en début d'invasion où les herbiers installés sont de petite taille et faiblement enracinés ou comme finition de travaux mécaniques. La pénibilité de ces travaux doit être prise en compte dans les contraintes de départ afin de ne pas prendre le risque de travaux mal conduits ou incomplètement réalisés. Des arrachages manuels minutieux peuvent toutefois permettre un certain allongement de la durée d'action de l'intervention (Dutartre, 2001b).

Que les arrachages soient mécaniques ou manuels, la fragmentation des tiges, créatrice de boutures potentiellement viables, doit être surveillée. L'emploi de **barrages flottants ou de grillages**, positionnés à l'aval des sites de travaux, peut contribuer à réduire ces risques de dissémination (Dutartre, 2001b).

Une difficulté inhérente aux arrachages est le **devenir des plantes extraites**. Compte tenu de l'évolution prochaine des pratiques de gestion des déchets au niveau national, interdisant le dépôt en décharge de déchets potentiellement recyclables, il s'agit sans doute d'une des limites actuelles de ce mode de gestion. D'éventuels modes de recyclage de ces matières organiques restent encore à tester en vraie grandeur, même si d'ores et déjà, il est sans doute possible d'estimer les potentialités de filières courtes de traitements, telles qu'engrais **vert**, **compostage** ou **méthanisation**. Les possibilités de production de molécules présentant des valeurs ajoutées notables devraient également être prochainement évaluées (Dutartre, 2001b).

L'emploi d'herbicides est également une technique régulièrement utilisée dans la lutte contre les jussies. Parmi les produits homologués pour les milieux aquatiques, un seul est jugé efficace lorsque les plantes sont émergées. En plus des risques de désoxygénation des eaux, une des contraintes importantes de ce type de traitement est que les plantes tuées restent sur place dans les milieux stagnants, ce qui peut contribuer à leur comblement (Dutartre, 2001b).

Des **interventions composites**, fondées sur une intégration des techniques disponibles, comme par exemple, le traitement par **herbicide suivi d'un arrachage mécanique**, ont été mises en place dans le Marais Poitevin. Elles montrent des durées d'actions souvent supérieures aux différentes techniques employées seules. Ce recours assez fréquent à un herbicide dans des milieux très différents est jugé négativement par un certain nombre de partenaires de la gestion de plantes aquatiques : les effets écologiques induits, dont le maintien in situ de la biomasse tuée, sont encore imparfaitement connus et devraient donc amener à une vigilance accrue dans ce choix.

Les possibilités de **contrôle biologique** semblent actuellement très restreintes. En effet, les jussies présentent une **appétence** très faible pour la plupart des animaux herbivores car leurs tissus hébergent des cristaux d'oxalate de calcium (Campbell & Clark, 1983).

Les travaux de Campbell et Clark (1983) sur les potentialités de contrôle de *Ludwigia peploides* au Texas par un coléoptère (*Lysathia ludoviciana*) ont montré que cet insecte semblait intéressant dans ce domaine.

Des observations réalisées dans la Réserve Naturelle du Marais D'Orx (Landes) sur les coléoptères *Gallerucella nymphaeae* L. et *Gallerucella aquatica* Fourcroy ont montré que ces insectes consommaient les jussies, mais leur capacité de consommation de plusieurs autres plantes indigènes de la région, des nymphéacées, les éliminent en tant qu'agents de contrôle spécifiques (Dutartre, 2001b).

La consommation de jussies par des bovins a fait l'objet de quelques observations : des vaches de race *Casta* à la Réserve Naturelle des Marais de Bruges (Gironde) semblent brouter des jussies dans des plans d'eau peu profonds en période estivale lorsque la disponibilité en fourrage diminue sur le site ; des suivis ont été mis en place pour tenter d'évaluer l'impact de ce mode de gestion mais les résultats ne sont pas très significatifs. Des essais réalisés avec des chevaux par la Fédération Départementale des Chasseurs des Landes n'ont donné aucun résultat, les animaux refusant de consommer les jussies (Dutartre, 2001b).

D'autres agents biologiques quelquefois cités, comme par exemple les carpes chinoises (*Ctenopharingodon idella*), semblent tout à fait inutilisables, compte tenu des caractéristiques des plantes, de la large gamme de milieux colonisés et des contraintes inhérentes à l'utilisation de ces poissons (Dutartre, 2001b).

Régulations indirectes

Dans les cours d'eau, il faudrait limiter les zones de ralentissement artificiel du courant au strict minimum ; maintenir ou restaurer les ripisylves sur les secteurs à courant faible ou nul ; limiter la teneur en azote de l'eau : la production de biomasse par la jussie augmente avec les teneurs en nitrates, pour des concentrations allant jusqu'à 20 mg/l. A l'inverse, il faut signaler que cette plante peut assimiler des quantités d'azote supérieures à ses besoins (Anonyme, 1999).

Les interventions contre le comblement des plans d'eau font partie des modes de gestion indirecte des plantes : en effet, elles ne visent pas spécifiquement les plantes mais leur substrat. Dans le contexte particulier des plans d'eau du littoral landais, où des opérations de dragage de grande envergure ont eu lieu dans les décennies passées, le recours à ces moyens a permis de limiter, dans certains cas, certaines évolutions végétales, mais les résultats s'avèrent très variables (Dutartre, 2001a).

POUR EN SAVOIR PLUS

Spécialiste

Monsieur **Alain Dutartre**, Unité de Recherche Qualité des eaux

Cemagref, 50, avenue de Verdun, 33612 Cestas cedex

E-mail : alain.dutartre@bordeaux.cemagref.fr

Bibliographie

- Anonyme. (1999). Jeu de fiches concernant les principales espèces rencontrées sur le bassin Adour-Garonne, pp. 31. Groupe d'Etudes et de Recherche en Ecologie Appliquée de Bordeaux-Montesquieu.
- Anonyme. (2001). Des pestes végétales : la jussie et le myriophylle envahissent l'Erdre. In *Seveinfo*, vol. 1141, pp. 2.
- Campbell, M. J. & Clark, J. W. (1983). Observations on host selection by *Lysathia ludoviciana* (Chrysomelidae), a beetle with a potential for biological control of certain aquatic weeds. In *The Texas Journal of Science*, vol. 35, pp. 165-167.
- Collectif. (1997). Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique. In *Les études de l'Agence de l'eau n°68*, pp. 199 pp.
- Dutartre, A. (2001a). La gestion des plantes aquatiques exotiques envahissantes dans les lacs et les étangs du littoral landais. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 139-148. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.

- Dutartre, A. (2001b). *Ludwigia* sp. Les jussies. In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 93-98. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.
- Toussaint, B. & Gavory, L. (2001). Opérations d'arrachage des herbiers de ludwigie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) dans les Hortillonnages d'Amiens (Somme). In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. Etat des connaissances et propositions d'actions.*, pp. 155. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages.