

Panorama des modes de gestion des plantes aquatiques : nuisances, usages, techniques et risques induits

Alain Dutartre

Les plantes aquatiques sont des constituants naturels et fréquents de la plupart des écosystèmes aquatiques. Leur présence est la résultante d'interactions complexes entre le milieu lui-même et les caractéristiques propres des plantes. En cas de prolifération ou de nuisance plus ou moins objective, l'auteur montre à quel point il convient d'être prudent pour organiser les interventions de régulation. Il est en particulier indispensable de réaliser au préalable un diagnostic écologique et une analyse des usages, des nuisances et des techniques d'intervention propres à chaque type de milieu.

Les plantes aquatiques sont des constituants naturels et fréquents de la plupart des écosystèmes aquatiques. L'ensemble des plantes aquatiques identifiables à l'œil nu est appelé « macrophytes » (encadré 1). Les macrophytes aquatiques jouent des rôles très importants dans le fonctionnement même de ces systèmes écologiques et vis-à-vis des autres groupes d'êtres vivants qui les peuplent. C'est pourquoi l'analyse de leur présence ne peut se résumer seulement aux difficultés engendrées par leur trop grande occupation des biotopes et leur gestion ne peut se réduire à l'application de techniques permettant de minimiser ou d'annuler ces difficultés.

Leur présence dans les milieux aquatiques est la résultante d'interactions complexes entre différents facteurs de ces milieux et leurs caractéristiques propres, dont la connaissance est nécessaire pour mieux gérer leur présence afin de limiter les nuisances que peuvent causer leurs proliférations.

Les macrophytes dans les milieux aquatiques

Pour que leur gestion puisse être réalisée dans des conditions optimales, il est préférable de considérer les macrophytes à la fois comme :

– **des organismes** avec leur propre mode de fonctionnement, colonisant les différents biotopes présents dans les milieux aquatiques selon des déterminismes divers vis-à-vis de la profondeur, de la lumière, des écoulements, etc. ;

– **des biotopes** pour d'autres organismes ; ils supportent par exemple des « biofilms » complexes comportant des algues, des bactéries et des champignons microscopiques. Ces biofilms très minces, dont la surface peut être très fortement multipliée par l'abondance des macrophytes, sont responsables d'une partie de la consommation naturelle des éléments nutritifs dans les eaux. D'autres animaux utilisent les plantes comme support de vie, source

Encadré 1

Les macrophytes aquatiques

Contrairement à ce que semble généralement imaginer le grand public, les macrophytes aquatiques ne sont pas toutes des « algues » : les communautés végétales aquatiques et semi-aquatiques comportent des phanérogames (plantes à fleurs), des bryophytes (mousses), des ptéridophytes (fougères et prêles), des algues et au moins un lichen.

Les algues peuvent flotter librement dans les eaux (phytoplancton) en leur donnant des colorations vertes, par exemple, ou se trouver, sous forme de films minces ou de filaments, fixées sur les fonds ou sur les différents supports qui peuvent se trouver dans les eaux.

La discrimination entre les algues filamenteuses et les autres groupes de végétaux peut se faire par des observations simples : alors que les algues présentent des filaments quelquefois ramifiés mais sans aucune différence de structure, il est possible de distinguer des tiges et des feuilles sur les autres groupes.

Les contacts

Alain Dutartre,
Cemagref,
UR Qualité des eaux,
50, Avenue de Verdun,
33612 Cestas Cedex

de nourriture, milieu de reproduction, zone d'abri pour les jeunes individus, etc. Il s'agit d'invertébrés (mollusques, insectes, vers, etc.), de poissons, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères : plusieurs centaines d'espèces animales peuvent ainsi coloniser les peuplements de macrophytes... ;

– **des concurrents** pour les utilisateurs humains des milieux aquatiques ; c'est dans ce dernier cas que les questions actuelles de gestion de leurs peuplements se posent le plus fréquemment.

Les connaissances scientifiques disponibles dans les deux premiers domaines sont évidemment loin d'être exhaustives mais, dans leur configuration actuelle, elles peuvent très largement suffire à améliorer les pratiques de gestion des plantes (Sculthorpe, 1967 ; Pieterse et Murphy, 1990 ; Peltre *et al.*, à paraître), à condition qu'elles soient diffusées plus largement vers les gestionnaires : il s'agit sans aucun doute d'un des enjeux majeurs du futur de la gestion.

Par exemple, des faucardages (coupes) de plantes sont encore régulièrement faits dans de nombreux sites, sans que les capacités de bouturages quelquefois très importantes de certaines des espèces présentes soient prises en compte : couper ces espèces sans les récupérer et les extraire, c'est leur permettre de coloniser plus rapidement le milieu où les boutures produites par l'intervention peuvent facilement se disperser.

En ce qui concerne les aspects de concurrence, dès lors que les macrophytes occupent une place dans le milieu jugée trop importante par les usagers et/ou les gestionnaires, elles sont uniquement considérées sous l'angle de la création de nuisances, à l'exclusion de tous leurs autres rôles, ce qui peut conduire à des interventions inadaptées.

Compte tenu des nombreuses difficultés imputables aux plantes aquatiques qui restent non résolues jusqu'à présent, il semble évident qu'une partie notable des interventions passées était au moins partiellement inadaptée aux situations à régler. C'est pourquoi une démarche d'acquisition de connaissances et de définition de choix, fondée sur une réflexion plus organisée, semble nécessaire pour améliorer la gestion des plantes aquatiques.

Les éléments d'acquisition de connaissances

La nécessité de mieux connaître les usages des milieux

Un des premiers groupe d'éléments dont une meilleure définition doit être apportée est constitué par les usages des milieux. Ces usages peuvent être quantitatifs (production d'énergie, irrigation, soutien d'étiage, écrêtement des crues, etc.) ou qualitatifs (eau potable, baignade, loisirs dont pêche et chasse, etc.). Ils peuvent s'exercer sur le milieu lui-même ou sur son bassin versant et, dans ce second cas, engendrer des contraintes de fonctionnement sur le milieu lui-même.

Un bilan le plus complet possible des usages dans le milieu concerné permettrait de préciser leur nature, leur imbrication géographique ou temporelle, leur hiérarchie d'intensité, voire leur niveau de compatibilité avec les autres. En effet, des usages multiples s'exercent souvent sur un même milieu sans que ces questions de partage du territoire disponible ou des impacts de certaines activités sur d'autres soient correctement évaluées.

Depuis quelques années, pour des raisons de sécurité, certains de ces usages ont vu leur pratique encadrée par des zonages (lignes de bouées, par exemple) ou d'autres contraintes, de manière à réduire ou annuler les risques d'accident : zone de baignade séparée des activités nautiques motorisées, par exemple. Mais cet encadrement, uniquement destiné à assurer la sécurité des usagers, ne prend généralement pas en compte le milieu.

Une partie des gestionnaires des milieux tente de maximiser les usages des milieux qu'ils gèrent, quelquefois sans aucune analyse préalable des risques : par exemple, si un plan d'eau peut abriter sans risques pour les usagers un nombre important d'activités, il ne peut en être de même pour un plan d'eau de quelques hectares...

De même, l'installation de certains usages dans des milieux qui ne s'y prêtent pas peut rapidement conduire les gestionnaires à des interventions non prévues mais rendues obligatoires par le choix d'activité. Créer une baignade dans un plan d'eau où se produisent, par exemple, des développements d'algues directement liées à l'importance des teneurs en nutriments des eaux peut se révéler très coûteux. Dans certains cas une analyse économique des interventions nécessaires de gestion pourrait même amener à envisager comme alternative via-

ble la construction d'une piscine, moins « naturelle » sans doute mais dont la maintenance est plus facile à mettre en œuvre et à programmer.

Ces usages consomment, au sens large du terme, certaines des ressources du milieu (la figure 1 présente un exemple des usages développés sur un plan d'eau et des ressources concernées). Dans cette activité de consommation, la disponibilité, l'évolution et le renouvellement de ces ressources sont la plupart du temps non évalués, ce qui peut conduire à des écarts importants entre les demandes des usagers et les capacités des milieux, et donc à des insatisfactions.

Ce bilan devrait déboucher sur une hiérarchisation plus précise de ces usages (celui qui est primordial, ceux qui restent secondaires) et faciliter les choix ultérieurs d'intervention.

L'appréciation des nuisances

Le second groupe d'éléments de cette démarche préalable est la définition des nuisances ressenties par les usagers et/ou les gestionnaires. Appréciation subjective d'une gêne causée à un ou plusieurs usages par l'évolution d'un ou plusieurs paramètres du milieu, une nuisance se définit par rapport à cet ou ces usage(s).

Dans le présent contexte, il s'agit généralement de l'existence jugée trop importante des plantes aquatiques. Par exemple, se baigner dans des plantes aquatiques est une expérience considérée comme désagréable par la plupart des baigneurs, ou la largeur de certains herbiers en rives peu gêner la pratique de la pêche...

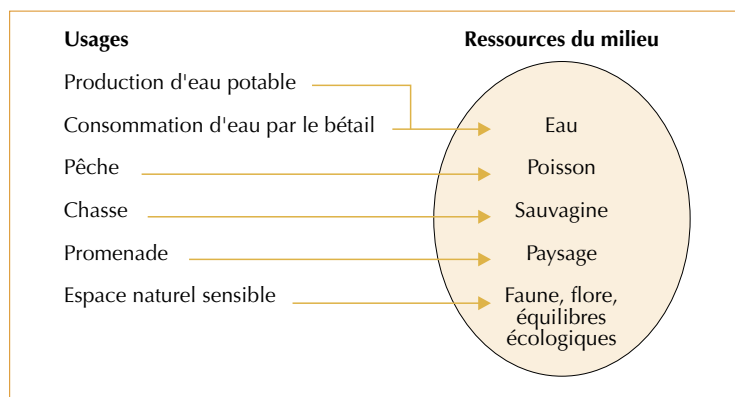
Dans tous les cas, les réactions restent subjectives et leur analyse doit être affinée pour tenter de leur donner une part d'objectivité. Cette analyse doit évidemment tenir compte des usages et des objectifs de

gestion du milieu, mais elle doit également respecter la cohérence de fonctionnement du milieu sinon les interventions mises en œuvre risquent de créer des nuisances induites non prévues.

Certaines plantes présentent des capacités importantes et bien connues de prolifération dans les milieux aquatiques (GIS, 1997), mais, dans un contexte particulier, presque toutes les plantes peuvent se développer de manière à causer des nuisances.

Le terme de prolifération souvent employé dans ce contexte est lui aussi subjectif : on définit ainsi un développement rapide de plantes sur de grandes surfaces, mais sans généralement en connaître les causes. Ces causes peuvent être multiples et sont souvent des modifications des milieux et de leur gestion ou encore l'arrivée de plantes nouvelles dans le site.

L'intégration des informations sur les usages et les nuisances ressenties doit être renforcée par d'autres éléments sur la ou les plantes causant les nuisances et le milieu concerné. Par exemple, vouloir intervenir sans être certain de la nature des plantes présente de grands risques d'erreurs de gestion (encadré 2).



Encadré 2

Déterminer les plantes ?

Ces aspects de détermination (taxinomie) sont souvent ignorés (« les plantes aquatiques sont des algues ») ou négligés : « c'est un potamot », alors qu'une quinzaine d'espèces de cette plante sont présentes dans les eaux de la métropole. Un des intérêts primordiaux de la détermination précise des plantes jugées responsables des nuisances est de permettre l'accès aux connaissances disponibles sur leur biologie et leur écologie, et sur les modes envisageables de régulation de leurs peuplements.

Telle espèce présente de fortes capacités de bouturage de ses tiges feuillées, telle autre colonise préférentiellement des biotopes riverains abrités des vents, par exemple.

En matière de régulation des peuplements, telle plante peut par exemple s'avérer résistante à un herbicide, alors qu'une plante morphologiquement proche y sera sensible, le dépôt des plantes extraites dans des milieux trop proches des eaux peut être cause d'une nouvelle colonisation, ou encore, la production de graines par une autre espèce peut lui permettre de reconquérir des milieux desquels toutes ses parties végétatives auront été retirées.

▲ Figure 1 – Usages et ressources – Exemple de la retenue de Pen Mur, commune de Muzillac, Morbihan (Dutartre *et al.*, 1997).

La définition d'objectifs de gestion

Il s'agit d'une phase indispensable, pourtant souvent négligée comme si elle allait de soi : *Réduire l'occupation du milieu par les plantes ? Pour satisfaire quelle demande ? Pour limiter ou annuler quelle nuisance ? Pour quoi faire ensuite ?* Une confusion régulière existe dans de nombreuses situations : la technique de régulation des plantes est souvent considérée comme un objectif, et cette ambiguïté aboutit dans différents cas à des approximations en matière d'interventions et donc à des résultats peu satisfaisants.

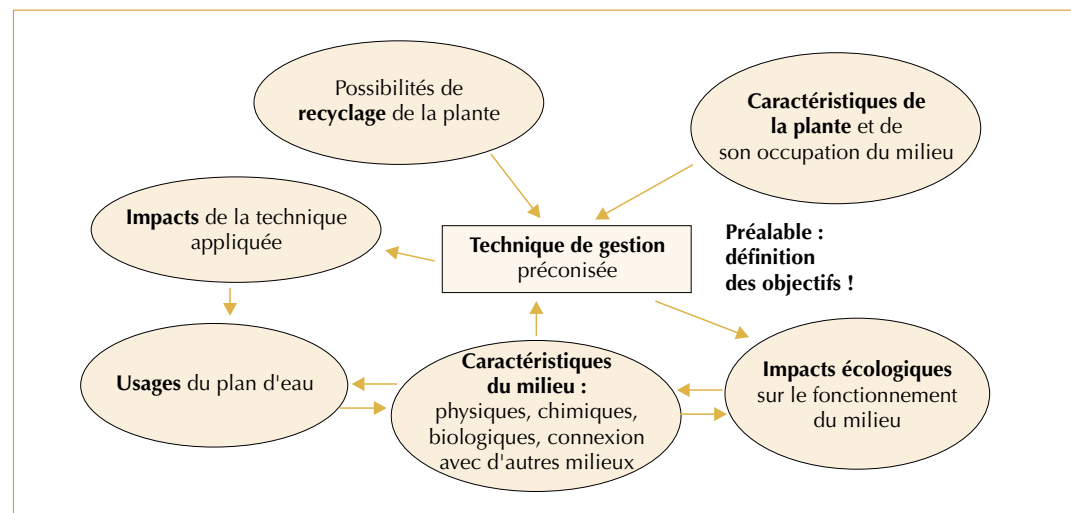
Dans les cas de milieux à usage unique ou à usages peu nombreux, cette définition d'objectifs peut sans doute être rapidement obtenue. Il n'en est pas obligatoirement de même pour des milieux à usages multiples où une définition utile à la mise en œuvre des interventions ultérieures devra probablement faire l'objet de négociations entre les différents usagers. Par exemple, telle plante peut être extrêmement gênante pour la pratique des sports nautiques mais présenter de grands intérêts halieutiques : devra-t-on la détruire sur toute la superficie qu'elle occupe ou conserver une partition entre ces deux usages ? Pour déboucher sur des résultats permettant la mise en place ultérieure de la gestion, cette négociation devra s'appuyer sur une description la plus complète possible du site et des plantes, des usages développés et des relations inter-usages.

Les choix techniques

Les choix des techniques d'intervention doivent ensuite faire l'objet d'une analyse et d'un choix. La figure 2 présente les éléments d'analyse qui devraient permettre d'arriver à un choix final argumenté. Ces éléments d'analyse intègrent les informations disponibles sur les usages et les nuisances, la plante elle-même (biologie et écologie), son mode d'occupation du milieu (répartition en profondeur, types de biotopes, etc.), le milieu lui-même, dont sa connexité avec d'autres milieux où pourraient se produire des impacts directs ou différés des interventions techniques définies, etc.

Un postulat indispensable dans ce domaine est que « **aucune des techniques d'intervention disponibles ne peut être généralisée comme une recette** » : chacune d'entre elles présente des limites d'application qui doivent également faire partie des critères de choix. Ces limites d'application commencent à être bien connues : en plus de leur utilisation en tant qu'éléments de réflexion, elle doivent également faire partie des contraintes éventuelles à faire figurer dans les éventuels cahiers des charges des travaux à rédiger et des négociations à entreprendre le moment venu avec les entreprises.

Par exemple, il n'est pas souhaitable d'employer des herbicides dans des milieux destinés à la production d'eau potable ou l'arrachage mécanique des plantes ne peut être conduit sans risques dans des milieux abritant des espèces protégées...



► Figure 2 – Éléments de choix des techniques d'intervention (Dutartre et al., 1997).

Encadré 3

Programmer les interventions ?... Deux exemples

Dans le cas de la retenue de Pen Mur (Morbihan), l'analyse réalisée à partir de la demande du gestionnaire nous avait conduit à proposer de décaler dans le temps l'intervention souhaitée (Dutartre *et al.*, 1997). En effet, la colonisation de la retenue nous semblait se trouver à un stade encore compatible avec les usages développés dans le milieu.

Par ailleurs, les investigations menées sur la qualité des sédiments dans la partie amont semblaient démontrer que les herbiers denses de cette partie du plan d'eau jouaient un rôle de filtration des matières en suspension chargées en phosphore. Ce stockage de nutriments pouvait devenir un objectif de gestion de ces plantes par rapport à la qualité globale du milieu et il était donc envisagé d'intervenir, le moment venu, sur le bilan en phosphore du milieu, par un enlèvement des plantes et un dragage des couches superficielles des sédiments. Lors de la réunion de présentation de l'expertise, il nous avait fallu expliquer ces propositions aux gestionnaires et aux représentants des usagers et les convaincre de la nécessité d'un suivi régulier de la colonisation végétale, permettant de programmer plus précisément les interventions.

Dans les lacs et les étangs landais, depuis 1989, la gestion des plantes envahissantes s'est largement appuyée sur un plan de gestion (Dutartre *et al.*, 1989) proposant, à la suite d'une analyse des caractéristiques des milieux, des usages et des plantes présentes, des interventions prioritaires, des interventions pouvant être décalées dans le temps, des expérimentations et des suivis des dynamiques de colonisation. Ces interventions ont pu être réalisées dans de bonnes conditions grâce à la présence d'un syndicat mixte « Géolandes » assurant la cohérence des travaux, permettant la mise en place de suivis réguliers et l'établissement de bilans et la mise à disposition d'informations sur les travaux vers les usagers des milieux (Dutartre et Oyarzabal, 1993 ; Oyarzabal, 1998, Dutartre *et al.*, 2001).

De même, la plupart des techniques présentent des durées d'efficacité limitées dans le temps (une à deux saisons estivales) qui devraient donc généralement conduire à la mise en place d'un entretien régulier plutôt qu'à des opérations ponctuelles.

Enfin, elles engendrent toutes des impacts écologiques souvent notables, dont la méconnaissance conduit quelquefois à des difficultés secondaires non évaluées au départ. Par exemple, des opérations de faucardage conduites sans précautions particulières en matière de dispersion des plantes peuvent conduire à une accélération de la colonisation de certains cours d'eau et plans d'eau par la production de boutures viables.

Ces techniques d'intervention peuvent être classées en deux groupes, le premier concerne la prévention des développements de plantes, le second les traitements des plantes elles-mêmes.

La prévention des développements de plantes

La prévention peut être mise en œuvre par des actions sur la qualité des eaux ou sur certains éléments de fonctionnement physique des biotopes et, dans le cas d'arrivée d'espèces nouvelles, par des interventions précoces (encadré 3).

Les macrophytes aquatiques ont la possibilité de se nourrir soit par leurs systèmes racinaires soit directement à travers les tissus de leurs tiges et

feuilles : la qualité physico-chimique des eaux et des sédiments influe donc directement sur les peuplements présents. Toute action visant à réduire les apports en éléments nutritifs sur le bassin versant devrait donc engendrer des limitations de l'extension et de la croissance des peuplements de macrophytes. Mais son influence peut rester relativement mineure car le paramètre « qualité des eaux » n'est qu'un des facteurs de répartition des plantes dans les milieux aquatiques. Par ailleurs, pour certains usages particuliers, une relative richesse des eaux en éléments nutritifs est recherchée, c'est par exemple le cas pour la pisciculture en plans d'eau.

La répartition des plantes est également sous l'influence de paramètres physiques tels que la profondeur et la vitesse de courant ; la stabilité des substrats favorise aussi le développement des espèces enracinées qui y trouvent ancrage et nourriture (Pieterse et Murphy, 1990).

Les efforts récents de gestion quantitative des eaux ont généralement consisté en une régulation des débits, cherchant d'une part, à minimiser les crues hivernales d'autre part, à soutenir les étiages pour satisfaire les besoins estivaux de consommation d'eau. Or la réduction des crues limite les capacités érosives des cours d'eau et, en permettant le dépôts de sédiments fins, favorise l'installation et le développement des macrophytes.

Des crues printanières peuvent permettre des arrachements des plantes en début de croissance, limitant ainsi l'extension ultérieure des macrophytes. Toutefois, les modalités d'une gestion hydrologique autorisant la création de tels types de crues restent toutefois encore à définir au cas par cas.

Une limitation naturelle du développement des macrophytes dans les cours d'eau est l'ombrage engendré par les formations végétales des rives ou ripisylves (Dawson, 1979). Les travaux réalisés dans ce domaine semblent montrer que la gestion des ripisylves peut être un moyen efficace de limitation des peuplements de macrophytes aquatiques dans les cours d'eau : pour des largeurs de cours inférieures à 25 mètres, un ombrage de 50 % suffirait à réduire la biomasse végétale à des niveaux acceptables.

Dans quelques cas, il est possible d'intervenir sur le niveau des eaux des milieux (dans les retenues par exemple). Une élévation durable des niveaux d'eau peut réduire les développements végétaux (Wallsten), à la fois par la limitation de la lumière et par l'impact de l'inondation sur des espèces qui la supportent mal. Dans diverses zones humides où l'assèchement progressif est jugé néfaste au maintien du patrimoine écologique présent, des inondations sont réalisées afin de les réhumidifier.

La mise en assec des retenues présente également des impacts notables sur les plantes aquatiques et la minéralisation des sédiments. Toutefois, les évolutions de ces milieux sont quelquefois peu prévisibles (Dutartre, 1993) car les stocks de graines de plantes présentes dans les sédiments peuvent germer à la suite de ces opérations et provoquer des évolutions non souhaitées des peuplements végétaux.

Dans certaines zones humides littorales, la gestion des eaux peut permettre la régulation des plantes envahissantes. Par exemple, dans les marais littoraux de la région Languedoc-Roussillon colonisés depuis quelques années par les jussies, des assèchs de durée plus ou moins importantes, de quelques semaines à six mois ont permis de faire régresser ces plantes (Grillas *et al.*, 2001). Ces assèchements estivaux affectent également la flore locale mais d'une moindre manière car cette dernière est plus adaptée à ce type de situation. Une des conséquences de cet assèchement est l'augmentation de la salinité des sols et des eaux résiduelles dans le milieu. Contrainte importante pour les plantes d'eau douce, cette salinité, pouvant également être régulée par des apports d'eaux marines, peut être utilisée pour réguler les développements végétaux dans ces milieux.

Sur ces aspects de gestion des biotopes, il semble évident que les situations où ils peuvent être facilement appliqués restent relativement rares. Mais les réflexions engagées par de nombreux partenaires sur les questions plus générales de gestion de l'environnement devraient contribuer à faire évoluer la situation propre aux milieux aquatiques, en y intégrant des analyses plus complètes des impacts écologiques.

Hormis ces interventions sur les biotopes, la prévention peut également concerner la gestion des espèces aquatiques et semi-aquatiques ornementales dont certaines d'entre elles, comme les jussies, sont devenues très présentes sur le territoire métropolitain depuis quelques décennies (Dutartre, 1995).

La réglementation française en vigueur sur la commercialisation des plantes ornementales ne prend pas en compte les risques environnementaux engendrés par les très fortes capacités de colonisation de certaines de ces plantes. Depuis quelques années, à la suite de nombreux cas de proliférations végétales causées par ces espèces, des listes de plantes présentant des risques d'invasion ont été constituées (Aboucaya, 1999). Elles n'ont pas, pour le moment, servi de base à une refonte de cette réglementation qui semble toutefois indispensable.

Des actions concrètes peuvent être engagées localement au moment de l'installation de ces espèces dans des milieux qui en étaient dépourvus : il s'agit par exemple d'arrachages manuels précoces permettant d'empêcher ou de réduire fortement la colonisation du milieu. De telles interventions ont été proposées et mises en œuvre dans certains sites des Landes à la suite du plan de gestion de 1989 (Dutartre *et al.*, 1989). Les informations disponibles sur la plupart de ces espèces invasives devraient maintenant faciliter la mise en œuvre de ce type d'intervention.

Les interventions de régulation des plantes

Les possibilités d'interventions curatives sont maintenant relativement bien connues des gestionnaires mais elles présentent des limites et des impacts dont la connaissance est indispensable pour améliorer ces pratiques de gestion. L'encadré 4 indique des éléments de coûts d'intervention.

LES INTERVENTIONS MANUELLES

Des interventions manuelles restent tout à fait envisageables dès lors que les travaux présentent de faibles dimensions (Dutartre et Fare, 2002). Hor-

mis les interventions précoces déjà citées, elles peuvent avoir une très grande utilité dans une phase de finition d'interventions mécanisées car elles permettent une meilleure précision dans l'enlèvement des boutures de plantes laissées dans le milieu. Elles peuvent également être une solution envisageable pour des interventions dans des sites sensibles et/ou difficiles d'accès : c'est par exemple le cas de la régulation actuelle des populations de jussies dans le parc naturel de Brière (Damien, 2001). La pénibilité de ces travaux manuels devra être prise en compte dans leur déroulement et en particulier dans les opérations de transport après la récolte des plantes.

LES INTERVENTIONS MÉCANISÉES

Des interventions mécanisées sont réalisées depuis les années 1920. Le matériel disponible est très souvent issu d'adaptation d'équipements agricoles (barres de coupe, tapis roulants, etc.). Sa gamme assez importante peut s'appliquer dans un grand nombre de situations (Dutartre et Tremea, 1990).

Les appareils les plus anciens ne procèdent qu'à une coupe des plantes (faucardage) : les reproches majeurs faits au faucardage sont l'abandon des plantes coupées dans le milieu, ce qui peut causer des déficits en oxygène liés au pourrissement, et une recolonisation du milieu par bouturage. Divers constructeurs proposent des systèmes de massage pour prévenir ces inconvénients.

Les engins les plus récents permettent une réelle « moisson » des plantes, c'est à dire coupe et récolte simultanées : de grandes dimensions, ces « moissonneurs » sont plus adaptés aux plans d'eau de superficies importantes (Koegel *et al.*, 1974). Relativement fragiles, ces appareils sont plus efficaces dans des milieux stagnants ou à faible courant, présentant des fonds réguliers.

D'autres appareils comme des godets faucardeurs, des griffes, etc., peuvent être installés sur un bras hydraulique d'un engin terrestre (tracteur, pelle mécanique) ou flottant (bateau, ponton, etc.). Ils permettent d'enlever ou d'arracher les plantes (Ilsbn, 1998).

Pour ce qui concerne les plantes de bordure, la plupart des engins employés pour l'entretien des berges et des bords des routes sont utilisables, moyennant certaines adaptations : leurs principales limitations sont la portée du bras qui dépasse rarement une douzaine de mètres de longueur et l'accessibilité des rives.

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, et sur les parties des plantes enfouies dans le sédiment (racines, stolons ou rhizomes), ces techniques sont relativement efficaces.

Encadré 4

Les coûts des interventions

Ils sont extrêmement variables selon les situations et il est souvent difficile d'en préciser les montants *a priori*. Sur des milieux aux caractéristiques régulières (dimensions, accès, etc.), un prix moyen peut être établi mais il reste tributaire de l'intensité de la colonisation par la plante, colonisation qui peut varier notablement d'une année à l'autre.

Les coûts de la moisson de plantes aquatiques immergées dans des plans d'eau de dimensions importantes, à laquelle vient s'ajouter le transbordement à terre et le transport vers des sites de dépôts proches, peut atteindre 1 500 à 3 000 €/ha : c'est l'ordre de grandeur des opérations menées régulièrement sur le lagarosiphon dans l'Étang Blanc (Oyarzabal, 1998).

L'arrachage d'herbiers denses de jussies dans des sites aux sols instables, le transbordement à terre et le dépôt dans un site proche peut atteindre des sommes nettement plus élevées, de l'ordre de 7 500 à 12 000 €/ha. Ces coûts élevés ne prennent pas en compte les dépenses inhérentes au recyclage de ces plantes après extraction des milieux.

Les coûts horaires de pelle mécanique sont actuellement proches de 75 à 80 € ; les difficultés de déplacement de l'engin sur des terrains peu stables ou au cheminement complexe peuvent augmenter notablement le coût de leur intervention.

Les applications d'herbicides ont des coûts très variables selon les types de colonisation végétale présente (continue ou non, linéaire ou étalée, etc.) et le prix d'achat du produit n'est qu'une partie, souvent mineure, des dépenses.

Dans un certain nombre de cas, le coût des interventions peut être optimisé dès lors qu'il s'agit d'opérations de grande envergure ou répétitives. Par exemple, pour les moissons régulières de lagarosiphon dans l'Étang Blanc (Oyarzabal, 1998), sur des superficies de 40 ha, les optimisations matérielles successives ont permis de réduire, par exemple, les coûts HT par hectare de 1 830 à 1 370 €/ha).

La durée d'action de ces travaux dépasse rarement deux saisons d'été ; elle est très variable selon la nature des plantes et leur facilité de bouturage.

Les risques et incidences secondaires des interventions mécaniques sont assez bien connus (Carpenter et Adams, 1977). Le passage des engins entraîne souvent des remises en suspension momentanées de la couche superficielle fluide des sédiments. La sélection des plantes est extrêmement difficile. Les plantes retirées des milieux entraînent avec elles leur faune inféodée, dont les invertébrés en particulier. Lors des interventions de récolte par des filets ou par les tapis roulants des moissonneurs, des animaux de plus grande taille, comme des poissons, peuvent être piégés dans les plantes et extraits en même temps.

LE DEVENIR DES PLANTES EXTRAITES ET LEUR RECYCLAGE

Dans la mesure où de nombreuses opérations d'enlèvement des plantes sont réalisées, le devenir des matières organiques extraites doit faire intégralement partie de la filière de gestion à mettre en place. Longtemps négligée, cette phase était généralement résolue sans réflexion d'ensemble par des dépôts dans des sites proches ou dans des décharges. Dans quelques cas, les plantes étaient directement déposées sur des parcelles agricoles où les agriculteurs les mélangeaient au sol après séchage partiel.

L'accroissement des quantités de plantes extraites et l'évolution de la réglementation en matière de gestion des déchets verts font apparaître le besoin d'une réflexion globale sur ce sujet et d'une évolution des pratiques (Dutartre et Fare, 2002).

Divers modes d'utilisation ou de recyclage des macrophytes ont déjà été largement examinés, principalement dans les pays en voie de développement (Nas, 1976 ; Polprasert, 1986), dont une utilisation pour la production de molécules organiques utiles ; sur cette dernière possibilité, une approche vient d'être réalisée sur les plantes exotiques envahissantes dans les lacs et les étangs landais (Grignon-Dubois, 2001).

Dans le contexte du territoire métropolitain, il semble toutefois que seules des utilisations ne nécessitant pas d'opérations complexes de traitement des plantes soient directement viables : la plus évidente est leur emploi comme engrais vert ou ingrédients dans des terres végétales ou des composts. La méthanisation, testée voici quelques années sur différentes plantes pourrait également être envisageable.

Le choix éventuel du mode de recyclage « court » devra être réalisé en fonction des caractéristiques de la situation que l'on veut traiter : caractéristiques de la plante (dont les capacités de germination des graines) et du milieu, objectifs des travaux, nature des déchets, possibilités de transport, de stockage ou de recyclage, etc.

À défaut de rentabiliser les interventions, ces possibilités de recyclage peuvent être considérées comme des solutions de limitations des coûts globaux des travaux.

L'APPLICATION D'HERBICIDES

L'application d'herbicides pour réguler les développements de plantes aquatiques est un moyen classiquement employé depuis plusieurs décennies. Cette technique fait l'objet de divers débats et polémiques.

La réglementation qui les concerne est précise. Les textes de loi interdisent l'utilisation d'un produit phytosanitaire ne bénéficiant pas d'une autorisation spécifique. Enfin, l'utilisation des produits pour des usages autres que ceux fixés par l'autorisation est interdite (Paternelle et Lhoutellier, 2000).

En France, quelques matières actives sont autorisées (homologuées) pour la « destruction des mauvaises herbes aquatiques et semi-aquatiques » : certaines sont destinées au contrôle des hydrophytes (plantes immergées ou à feuilles flottantes), d'autres au contrôle des héliophytes (plantes émergées) ; leur liste actualisée figure dans l'*Index Phytosanitaire*, ouvrage édité chaque année. Cette liste est susceptible de changer tous les ans en fonction de la mise sur le marché de nouvelles matières actives et/ou de nouveaux produits commerciaux et il est donc nécessaire de se renseigner sur l'état de la réglementation avant toute intervention recourant à un herbicide.

Les homologations actuelles (*Index Phytosanitaire*, 2001) concernent cinq matières actives (chlorthiamide, dichlobénil, diquat, fluridone et glyphosate) déclinées selon diverses modalités en neuf produits commerciaux.

Cette technique présente généralement une efficacité assez élevée et, dans la mesure où le choix du produit est fait en tenant compte des plantes présentes et des caractéristiques du milieu, et son application réalisée en respectant les précautions indiquées par les fabricants, elle donne souvent des résultats jugés satisfaisants par les gestionnaires. Toutefois, dans certains cas les actions des pro-

duits peuvent être limitées par certaines particularités des milieux, comme par exemple des sédiments très organiques pouvant piéger une partie du produit en réduisant son efficacité (Dubernet *et al.*, 1992)

Hormis les risques toxicologiques à court et à moyen terme vis-à-vis des organismes non visés par les applications, et en particulier des poissons (Folmar *et al.*, 1979), certaines incidences secondaires notables de l'application d'herbicides sont identifiées (Brooker et Edwards, 1975) :

- risques de désoxygénation du milieu, liées à la consommation d'oxygène nécessaire à la dégradation bactérienne des plantes mortes ;
- modifications d'habitats et sélection de flore ;
- risques vis-à-vis des utilisations ultérieures des eaux des milieux traités.

Cette technique est réservée aux milieux stagnants ou à très faible courant car un certain temps de contact entre le produit et les plantes est indispensable.

Une de ses limites importantes est la conséquence à moyen terme du pourrissement des plantes : les matières organiques peuvent s'accumuler au fond des milieux aquatiques en se mêlant aux sédiments et contribuer à leur comblement.

L'emploi de ces produits 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 nuisances secondaires qu'il peut causer.

LE CONTRÔLE BIOLOGIQUE DU DÉVELOPPEMENT DES PLANTES AQUATIQUES

Un troisième groupe de technique est l'emploi d'organismes consommant les plantes, limitant leur développement ou provoquant des maladies, encore appelé contrôle biologique.

À l'échelle mondiale, une grande variété d'organismes a été étudiée, depuis les virus, jusqu'aux mammifères (Schuytema, 1977). Diversement avancées, les recherches dans ce domaine restent pour une large part encore en phase expérimentale (par exemple, Cilliers, 1998). Les seules mises en œuvre concrètes concernent certaines plantes aquatiques tropicales, comme la jacinthe d'eau.

En France, aucune recherche spécifique n'est menée sur ces techniques mais les recherches mondiales pourraient éventuellement être utilisables dès

lors qu'elles concerneraient certaines des espèces proliférant sur le territoire.

Le pâturage extensif des plantes émergées ou amphibiens dans les zones humides est régulièrement employé dans des sites classés en réserve, tels que les réserves naturelles, les réserves de chasse, etc. (Nicaise *et al.*, 1992).

Des oiseaux inféodés aux milieux aquatiques ont été également étudiés comme « agents de contrôle » des plantes mais dans la plupart des cas leurs potentialités sont très réduites (par exemple, Dutartre et Dubois, 1986).

La carpe chinoise (*Ctenopharyngodon idella* Val.) est un des moyens de contrôle biologique des macrophytes jugés prometteurs dans les zones tropicales. Elle est présente depuis une trentaine d'années en Europe. En France, son introduction est interdite dans les eaux libres.

Les choix alimentaires de cette espèce, ne consommant pas obligatoirement les plantes que l'on souhaite contrôler (Codhant et Dutartre, 1992) ainsi que les impacts variables de cette technique sur l'écologie des écosystèmes aquatiques traités (Van Dyke *et al.*, 1984) doivent inciter à une grande prudence d'emploi dans le cas de milieux à usages multiples.

L'introduction de poissons fousseurs comme les carpes peut permettre de réduire les développements végétaux par la diminution de la transparence des eaux (Van der Zweerde, 1990) mais cette solution n'est applicable que dans certains plans d'eau où les usages ne seront pas gênés par la turbidité des eaux.

La nécessité de définir une procédure de mise en œuvre de la gestion des plantes aquatiques

Nous avons déjà signalé que la multiplicité de situations à traiter nous semblait empêcher l'application d'une quelconque recette généralisable ou d'une procédure-type (encadré 5, p. 00).

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.

C'est pourquoi il semble utile de proposer, pour chaque situation, une procédure générale pour ces interventions de gestion : elle pourrait permettre d'améliorer la qualité globale des interventions et

Encadré 5

Ne pas oublier la réglementation !

Même dans les situations où les interventions envisagées semblent mineures du point de vue géographique ou inoffensives vis-à-vis de l'environnement, le contexte réglementaire ne doit pas être négligé. Jugée souvent complexe et contraignante par certains intervenants, l'application de cette réglementation permet tout d'abord de garantir que les interventions envisagées restent respectueuses des usages collectifs et de la valeur patrimoniale des milieux concernés.

Sites inscrits, sites classés, statuts de protection nationale ou européenne tels que les arrêtés de biotope, etc., ou des classifications de milieux présentant des valeurs patrimoniales identifiées, telles que les ZNIEFFs, sont des éléments de cette réglementation dont la connaissance est nécessaire pour mettre en œuvre une gestion cohérente des milieux, et pas seulement celle des plantes aquatiques. D'autres éléments plus spécifiques, comme par exemple ceux concernant la gestion des déchets organiques dans le cas d'extractions des plantes, devront aussi faire partie de la base réglementaire indispensable.

Enfin, la réglementation européenne qui se met progressivement en place, dont la récente directive cadre sur l'eau, doit également faire partie du répertoire réglementaire qu'il est nécessaire de réaliser lors de cette phase de la procédure.

Dans un certain nombre de cas, cette réglementation n'induit aucune contrainte particulière, dans d'autres, en revanche, il devra être tenu compte pour faire certains choix techniques, voire pour reprendre la procédure dans son ensemble. Par exemple, l'emploi d'herbicides est interdit dans certaines zones protégées, comme les réserves naturelles, mais une dérogation peut être obtenue : la demande de dérogation sera constituée d'un dossier argumenté.

Mais dans tous les cas, une connaissance approfondie de ces aspects réglementaires permettra aux gestionnaires de réaliser des interventions ne risquant aucun recours de la part d'usagers ou d'autres interlocuteurs insatisfaits de la mise en œuvre, du déroulement ou des conséquences de ces interventions.

de favoriser la diffusion dans le monde des gestionnaires des acquis scientifiques, techniques et organisationnels des diverses opérations menées dans ce domaine (encadré 6).

Cette procédure pourrait s'articuler autour des trois étapes suivantes :

– **définir :**

X les caractéristiques du milieu concerné : superficie, profondeur, régimes hydrologiques, niveaux, connexité avec d'autres milieux, peuplements végétaux, cadres réglementaires, etc ;

X les usages et les usagers : bilan complet des usages du milieu (caractéristiques des usages, besoins en terme de consommation de ressources naturelles, etc.) ;

X les nuisances et leurs causes : bilan des gênes exprimées ;

X les plantes responsables des nuisances : détermination précise, répartition dans le milieu, synthèse des connaissances disponibles sur leur biologie et leur écologie, etc ;

X les objectifs de la gestion.

À ce stade de la procédure, une décision doit être prise : est-il nécessaire d'intervenir ou non ? Cette question doit obligatoirement être posée afin que

l'intervention éventuelle découle de la réflexion préalable et ne soit pas la conséquence du seul désir d'action. Il arrive que les nuisances dénoncées par les usagers soient largement surestimées : les analyses préalables peuvent alors permettre d'analyser la situation de façon plus objective et plus cohérente et de conclure éventuellement à l'absence de nécessité d'une intervention immédiate. Cette décision de non-intervention doit évidemment être expliquée aux usagers et ne préjuge pas du tout du futur. En effet, telle situation jugée à un moment comme ne nécessitant pas d'opération de gestion peut évoluer rapidement vers un stade qui la rendra indispensable. Les connaissances acquises sur le milieu et les plantes peuvent permettre d'estimer les processus évolutifs en cause et d'émettre des hypothèses sur les besoins ultérieurs de gestion.

– **choisir :**

X une ou des techniques d'intervention : en intégrant les incidences secondaires des techniques et le devenir des plantes extraites. Des interventions « composites » recourant à plusieurs techniques complémentaires sont envisageables dans certains cas : une programmation très précise du déroulement des travaux sera alors nécessaire ;

✗ un programme d'intervention (organisation, financement, etc.) : en se plaçant dès le départ dans le contexte d'un entretien régulier, le programme facilitera la réalisation des travaux.

– **évaluer :**

✗ l'efficacité du programme : satisfaction des usagers, durée, etc. ;

✗ les impacts écologiques des interventions.

Ces évaluations sont nécessaires pour permettre des adaptations ou des modifications éventuelles du programme en cas de dysfonctionnements.

En conclusion

Située dans des écosystèmes complexes, aux évolutions quelquefois très rapides, souvent fortement modifiés par diverses activités humaines, la gestion des plantes aquatiques se heurte toujours à de nombreuses difficultés d'ordre scientifique, technique et organisationnelle. Ces difficultés expliquent très probablement un certain nombre des échecs rencontrés.

Les techniques disponibles présentent des limites et des incidences quelquefois ignorées ou négligées, ce qui peut créer des dommages environnementaux non prévus.

Les éléments de la procédure présentés ici a pour objectif de présenter un cadre de réflexion pouvant permettre de mieux organiser les interventions : c'est une proposition de méthode pour tenter de définir à une recette spécifique de gestion applicable dans le contexte considéré.

Les connaissances sur le fonctionnement de ces écosystèmes sont encore insuffisantes pour permettre une mise en œuvre d'interventions de gestion dépourvues d'aléas, d'autant plus que les modifications anthropiques créent des variabilités fonctionnelles complémentaires. De même, un déficit notable subsiste toujours sur les résultats des interventions de régulation des plantes dans de très nombreux sites. Ces deux approches de la gestion, l'une plutôt scientifique, l'autre plutôt technique, restent souvent disjointes et ne bénéficient donc pas des avancées de connaissances pouvant naître de la mise en commun de ces informations.

C'est pourquoi nous nous trouvons encore dans une phase de constitution d'une base d'informations qui pourrait permettre, à terme, de proposer des modalités d'intervention mieux adaptées à chaque site.

Dans cette situation, s'appuyant à la fois sur une démarche de nature empirique et sur une démarche expérimentale, des échanges d'informations sur ces questions de biologie, d'écologie, de tech-

Encadré 6

Les acteurs de la gestion des plantes aquatiques

La multiplicité des acteurs est une des contraintes de la gestion : en première approximation, les deux principaux groupes sont constitués des usagers et des gestionnaires, mais il faut leur adjoindre techniciens et scientifiques pour que les interventions puissent être réalisées dans des conditions optimales. De plus, tout comme cela a déjà été abordé pour les usagers, il est évident que les gestionnaires sont extrêmement divers (territoires gérés, modalités de fonctionnement, etc.) et il en est de même pour les techniciens et les scientifiques. Pour ce qui concerne les techniciens, certains sont membres des organismes gestionnaires, des services de l'État ou des collectivités territoriales, d'autres sont des employés de sociétés privées spécialisées dans ce type de travaux. Enfin, les scientifiques peuvent contribuer à conforter les connaissances sur la biologie et l'écologie des plantes et les mettre à disposition des gestionnaires, ou, en s'impliquant plus complètement, participer à la mise en place des interventions de gestion en apportant ces connaissances dans la procédure proposée ici.

Chacun de ces groupes d'intervenants envisage les modalités de la gestion selon sa propre logique, sa propre « représentation du monde » : une des difficultés majeures des réflexions préalables est bien de tenter de rendre compatibles ces différentes logiques et d'objectiver le plus possible les projets d'interventions pour ne pas négliger certains aspects de la gestion au détriment d'autres (par exemple, ne pas oublier la valeur patrimoniale de certains milieux aquatiques pour seulement satisfaire un unique groupe d'usagers...).

Des efforts importants ont été accomplis depuis quelques années pour améliorer la diffusion des informations dans les domaines de la gestion des milieux naturels, au sein de réseaux, tels que ceux des réserves naturelles ou des Parcs nationaux, à partir d'établissements publics tels que les Agences de l'eau, ou encore, plus récemment, à travers les « pôles-relais » installés par le ministère de l'Environnement. La mise à disposition d'informations dans des sites Internet dédiés est également un facteur d'amélioration de la gestion des plantes aquatiques, mais les changements « culturels » indispensables à la mise en place d'une gestion cohérente, placée dans un contexte de développement durable, sont encore loin d'être réalisés.

niques d'interventions, d'organisation, de modes de financements, d'évaluation de l'efficacité et de l'innocuité des interventions, etc., restent tout à fait indispensables. Parmi les informations demandant une large diffusion figurent par exemple les renseignements sur l'efficacité ou l'innocuité (ou au contraire sur l'échec ou la dangerosité) des techniques appliquées. Or ces échanges sont encore très in-

suffisants pour que le monde des gestionnaires puisse réagir de manière toujours adaptée aux conditions spécifiques des milieux qu'il a à gérer. Des efforts importants de diffusion d'informations restent donc nécessaires pour améliorer les pratiques de gestion dans ce domaine et mieux préciser les axes de recherche et les expertises à développer.



Résumé

La gestion des plantes est un des besoins importants de gestion de nombreux milieux aquatiques en France. Les rôles notables que jouent les macrophytes dans ces milieux doivent conduire à réaliser des interventions de régulation après une analyse complète de la situation : caractéristiques écologiques du milieu et des plantes, usages et nuisances, possibilités techniques, etc. Après un bilan de ces techniques, une proposition de procédure est faite, qui pourrait permettre d'améliorer les conditions de la gestion.

Abstract

The management of the aquatic plant is one of the needs important of management many water bodies in France. The considerable roles of the macrophytes in lakes, ponds, rivers and wetlands, must bring to achieve control interventions after a complete analysis of the situation : ecological features of the water body and of the plants, human uses and nuisances, technical possibilities, etc. After a balance of these control techniques, a proposition of procedure is made to improve the conditions of the management.

Bibliographie

- ABOUCAYA, A., 1999, Premier bilan d'une enquête nationale destinée à identifier les xénophytes invasifs sur le territoire français (Corse comprise), *Actes du Colloque « Les plantes menacées de France »*, Brest, 15-17 oct. 1997. *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest*, N. S., N° spécial, 19, p. 463-482.
- BROOKER, M.P., EDWARDS, 1975, Review paper: Aquatic herbicides and the control of water weeds, *Water Research*, 9, p. 1-15.
- CARPENTER, S. R., ADAMS M. S., 1977, *Environmental impacts of mechanical harvesting of submersed aquatic plants*, University of Wisconsin, Center for Biotic Systems, IES Report 77, 30 p.
- CILLIERS, C.J., 1998, First attempt at the biological control of the weed, *Myriophyllum aquaticum*, in South Africa, p. 331-334, In *Management and Ecology of aquatic plants, Proceedings of the 10th EWRS International Symposium on aquatic weeds*, 444 p.
- CODHANT, H., DUTARTRE, A., 1992, Utilisation de la carpe chinoise comme moyen de contrôle biologique des macrophytes aquatiques, *Revue bibliographique*, p. 1099-1107, *ANPP, 15^e Conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Versailles, 2-4 décembre 1992*, 1274 p.
- DAMIEN, J.-P., 2001, *Maîtrise des plantes aquatiques invasives dans le Parc Naturel de Brière, Synthèse et évaluation de la stratégie adoptée*, Parc naturel de Brière, rapport, 23 p. + annexes.
- DAWSON, F.H., KERN-HANSEN, U., 1979, The effect of natural and artificial shade on the macrophytes of lowland streams and the use of shade as a management technique, *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.*, 64, p. 437-455.

DUBERNET, J.-F., DUTARTRE, A., JEQUEL, M., 1992, Influence de la nature du sédiment sur la maîtrise d'une plante aquatique (*Lagarosiphon major* RIDLEY MOSS) par le fluridone, Suivi en laboratoire, p. 1117-1125, ANPP, 15^e Conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Versailles, 2-4 décembre 1992, 1274 p.

DUTARTRE, A., 1993, *Retenue de la Forge, Ychoux (Landes), Développements de végétaux aquatiques, Bilan des opérations de contrôle, Propositions*, Compte rendu n° 87, Cemagref, Bordeaux, 13 p.

DUTARTRE, A., 1995, Les plantes aquatiques exotiques : de simples curiosités ou des risques pour l'environnement ? ANPP, 16^e Conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes, Reims, 6, 7, 8 décembre 1995, 9 p.

DUTARTRE, A., DELARCHE, A., DULONG, J., 1989, *Végétation aquatique des lacs et étangs landais*, Proposition d'un plan de gestion, Cemagref, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des eaux, GERA, Étude N° 38, 121 p.

DUTARTRE, A., DUBOIS, J.-P., 1986, Biological control of eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum* L.) using waterfowl, La Jamelle pond (France), Proc. EWRS/AAB 7th Symposium on Aquatic Weeds, p. 99- 104.

DUTARTRE, A., FARE, A., 2002, *Guide de gestion des proliférations de plantes aquatiques*, Cemagref, Agence de l'eau Adour-Garonne, Rapport, 121 p.

DUTARTRE, A., HAURY, J., JIGOREL, A., LAPLACE, C., 1997, *Possibilités de gestion de l'invasion de la retenue de Pen Mur (MUZILLAC, MORBIHAN) par une plante aquatique exotique : Egeria densa*. Cemagref, Unité de recherche Qualité des eaux, ENSA/INRA Rennes, INSA Rennes, Rapport pour le conseil général du Morbihan, 142 p.

DUTARTRE, A., OYARZABAL, J., 1993, Gestion des plantes aquatiques dans les lacs et les étangs landais, *Hydroécol. Appl.*, Tome 5, Vol. 2, p. 43 - 60.

DUTARTRE, A., FOURNIER, L., OYARZABAL, J., 2001. Gestion des plantes aquatiques exotiques envahissantes dans les lacs et les étangs du littoral landais, 139-148, In *Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain, État des connaissances et propositions d'actions*, MULLER S (coord.), Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, Direction de la nature et des paysages, Rapport, 171 p.

DUTARTRE, A., TREMEA, L., 1990, Contrôle mécanique des plantes aquatiques, 14^e Conférence du COLUMA, Journées internationales d'études sur la lutte contre les mauvaises herbes, p. 275-282

FOLMAR, L.C., SANDERS, H.O., JULIN, A.M., 1979, Toxicity of the herbicide glyphosate and several of its formulations to fish and aquatic invertebrates, *Arch. Environm. Contam. Toxicol.*, 8, p. 269-278

GIS, Macrophytes des Eaux Continentales, 1997, *Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France*, Synthèse bibliographique, Les Études des Agences de l'eau, N° 68, 199 p.

GRIGNON-DUBOIS, M., 2001, *Les plantes aquatiques envahissantes des lacs aquitains : fléau ou biomasse valorisable*, Université de Bordeaux 1, Laboratoire de Chimie des Substances Végétales, Rapport pour le conseil général des Landes, 25 p.

GRILLAS, P., DORGERE, A., YAVERCOVSKI, N., 2001, *Bilan des actions de gestion de Ludwigia spp. dans les espaces protégés du Languedoc-Roussillon*, AME, Station Biologique de la Tour du Valat, Rapport d'activités 2000, 82 p. + annexes.

IIBSN, 1998, *Opération nettoyage du Marais*, Rapport, 12 p.

ISAMBERT, C., 1989, *Le faucardage en rivière (Analyse comparative des techniques de faucardage recensées sur le bassin Seine-Normandie)*, ENSA Rennes, DEA d'Agronomie Approfondie, Agence de l'eau Seine-Normandie, mémoire, 47 p. + annexes

- KOEGEL, R.G. *et al.*, 1974, *Evaluation of large-scale mechanical management of aquatic plants in waters of Dane County*, Wisconsin, University of Wisconsin, Water Resources Center, Technical Report WOW WRC 74-08, 36 p.
- MONTEGUT, J. *et al.*, 1987, *Les plantes aquatiques*, 1. Milieu aquatique et flore, 2. Clé de détermination, 3. Planches-index, 4. Entretien-désherbage, ACTA, Paris.
- NAS, 1976, *Making aquatic weed useful: some perspectives for developing countries*, National Academy of Sciences, Washington D.C., 174 p.
- NICAISE, L., LE NEVEU, C., LECOMTE, T., 1992, Le pâturage extensif et la gestion des espaces protégés, *La Lettre des Réserves Naturelles*, N° 22, p. 7-14.
- OYARZABAL J., 1998, Gestion des plantes aquatiques proliférantes : les étangs littoraux landais, *Biocosme Méditerranéen*, Nice, 15 (1), p. 109-122.
- PATERNELLE, M. C., LHOUTELLIER C., 2000, *Index Phytosanitaire 2001*, 37^e Édition, ACTA Ed., Paris, 724 p.
- PELTRE, M. C., MULLER, S., OLLIVIER, M., DUTARTRE, A., BARBE, J., HAURY, J., TREMOLIERES, M., *à paraître*, Caractéristiques biologiques et écologiques des principaux végétaux aquatiques susceptibles de proliférer en France, I, Bilan d'une synthèse bibliographique, *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*.
- PIETERSE, A.H., MURPHY, K.J. (ed.), 1990, *Aquatic weeds, The ecology and management of nuisance aquatic vegetation*, University Press, Oxford, 593 p.
- POLPRASERT, C., 1986, Aquatic Weeds and their uses, An overview of perspectives for developing countries, *Environ. Sanit. Rev.*, (21), p. 1-79.
- SCHUYTEMA, G., 1977, *Biological control of aquatic nuisances*, A review, E. P. A. Ecological Research Series, Report, 98 p.
- SCULTHORPE, C.D., 1967, *The biology of aquatic vascular plants*, E. Arnold, London, 610 p.
- VAN DER ZWEERDE, W., 1990, Biological control of aquatic weeds by means of phytophagous fish, 201-221, In *Aquatic Weeds*, PIETERSE A.H. and MURPHY K.J. Ed., Oxford University Press, 593 p.
- VAN DYKE, J.M., LESLIE, A.J., Jr., NALL, L.E., 1984, The effects of the grass carp on the aquatic macrophytes of four Florida lakes, *J. Aquat. Plant Manage.*, 22, p. 87-95.
- WALLSTEN.....