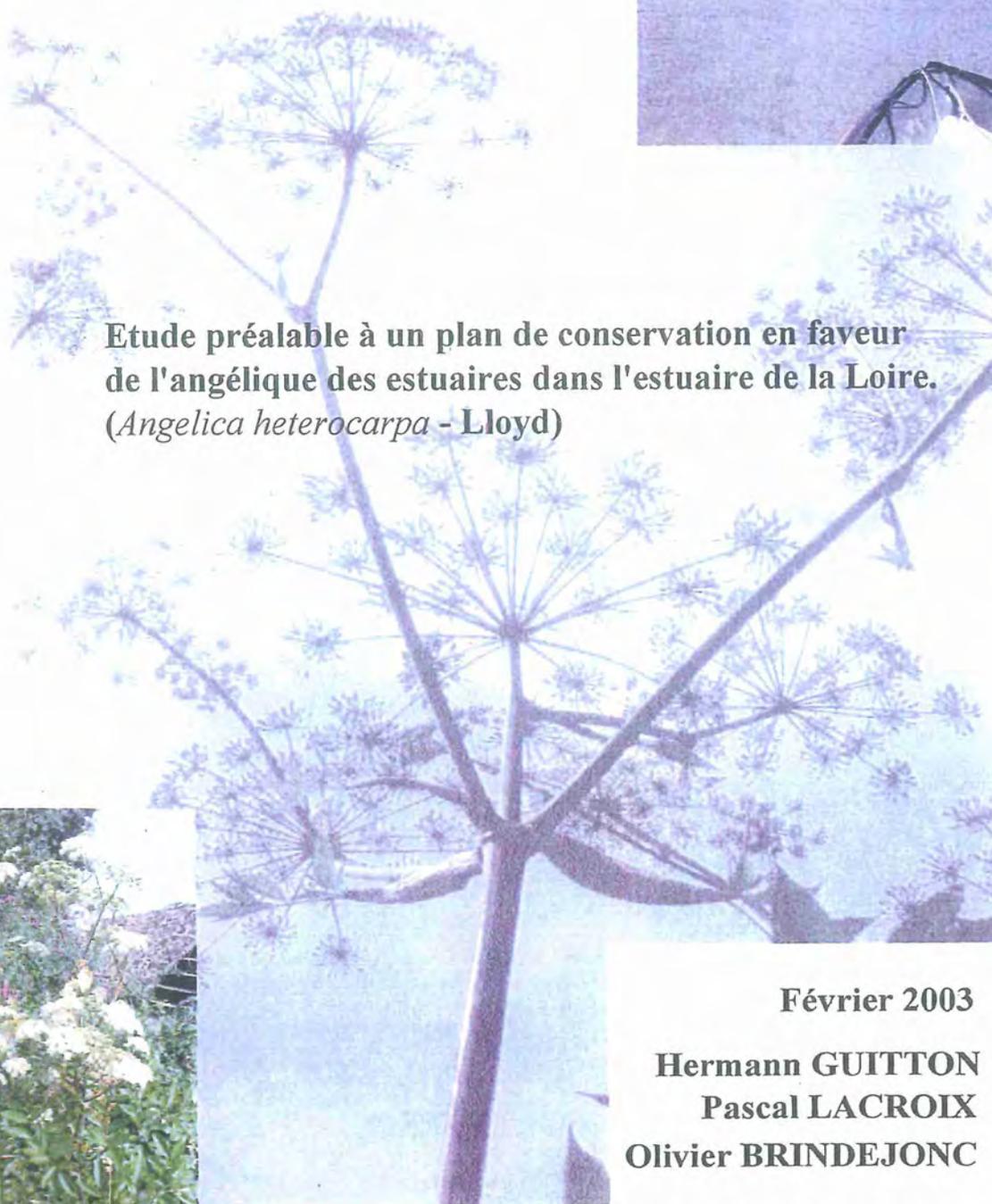




Conservatoire Botanique National de Brest  
*Antenne régionale des Pays de la Loire*

Conservatoire Botanique National



**Étude préalable à un plan de conservation en faveur  
de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire.  
(*Angelica heterocarpa* - Lloyd)**



**Février 2003**

**Hermann GUITTON  
Pascal LACROIX  
Olivier BRINDEJONC**

CBN de Brest



44 001251



**communauté urbaine de Nantes**



Communauté Européenne - FEI

PDF





Conservatoire Botanique National de Brest  
Antenne régionale des Pays de la Loire



PDF doc sur  
200 notier 2013



Etude préalable à un plan de conservation en faveur  
de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire.  
(*Angelica heterocarpa* - Lloyd)



Février 2003

Hermann GUITTON  
Pascal LACROIX  
Olivier BRINDEJONC



**Conservatoire Botanique National de Brest**  
*Antenne régionale des Pays de la Loire*

2058

Conservatoires Botaniques Nationaux



CC  
I ANSEL

**Etude préalable à un plan de conservation en faveur  
de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire.**  
*(Angelica heterocarpa – Lloyd)*

**Février 2003**

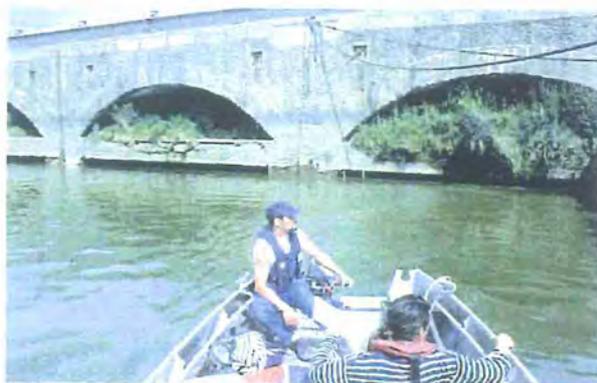
**Hermann GUITTON  
Pascal LACROIX  
Olivier BRINDEJONC**

**Rédaction : Pascal LACROIX, Hermann GUITTON  
Relevés de terrain : Hermann GUITTON, Pascal LACROIX  
Traitement et analyse des données : Hermann GUITTON,  
Pascal LACROIX, Olivier BRINDEJONC  
Conception cartographique : Olivier BRINDEJONC  
Composition : Sonia DURAND**

## Remerciements :

Le Conservatoire Botanique National de Brest tient à remercier l'Office National de la Chasse et de la Faune sauvage (Philippe Merland, Gilles Leray et Daniel Pilvin du service départemental de Loire-Atlantique) ainsi que la subdivision Loire du Service Maritime et de la Navigation (David Hilaire et Hervé Couet) pour leur aimable mise à disposition de leurs moyens nautiques respectifs et leur aide lors de ces prospections en bateau.

Le Conservatoire remercie également Claude Figureau et Philippe Férard du Jardin Botanique de Nantes ainsi que le Professeur Pierre Dupont pour leur collaboration.



## Etude préalable à un plan de conservation en faveur de l'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa* Lloyd) dans l'estuaire de la Loire.

### Résumé :

L'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa* Lloyd) est une grande Ombellifère qui se compte au rang des rares espèces végétales endémiques de France puisqu'elle n'est connue au monde que des seuls estuaires de la Loire, de la Charente, de la Gironde et de l'Adour. Cette plante à très forte valeur patrimoniale est protégée aux niveaux national et européen et en outre, son habitat est lui aussi protégé à l'échelle européenne. L'angélique des estuaires constitue donc une réelle contrainte réglementaire qui s'impose à tout ouvrage ou aménagement sur les rives de la Loire.

L'angélique des estuaires est connue depuis la fin du siècle dernier dans l'estuaire de la Loire où elle a été découverte pour la première fois et décrite en 1859 par le botaniste James Lloyd. Depuis 1970 environ, Pierre Dupont en a précisé la distribution et a suivi la réduction et le déplacement progressifs vers l'amont de son aire de répartition ligérienne en réponse aux profonds bouleversements subis par l'estuaire au cours du XX<sup>ème</sup> siècle.

Après une première étude réalisée en 1997, le Conservatoire Botanique National de Brest a conduit en 2002 un nouvel inventaire sur l'ensemble de son aire de répartition de Cordemais à la Chapelle-Basser-Mer en Loire, mais jusqu'à Vertou dans la Sèvre nantaise.

418 stations différentes d'angélique des estuaires ont été recensées dans l'estuaire de la Loire. Ce chiffre marque une augmentation considérable du nombre de stations connues puisque le précédent inventaire de 1997 n'en mentionnait que 148. Toutefois, cette différence ne peut être interprétée comme un développement récent de la population d'angélique des estuaires mais s'explique par la méthode plus précise adoptée en 2002 : échelle plus fine en 2002 (1/5 000<sup>ème</sup>) qu'en 1997 (1/25 000<sup>ème</sup>) et net renforcement de la pression de prospection en 2002.

Pour la première fois, grâce à la démarche systématique de décompte sur toutes les stations d'angélique des estuaires réalisé en 2002, une estimation de l'ordre d'environ 15 000 pieds peut être avancée pour la population ligérienne totale d'angélique des estuaires.

L'inventaire mené en 2002 a par ailleurs permis de dresser un nouveau bilan de la répartition de l'espèce. Ces résultats montrent que l'espèce se distribue aujourd'hui sur un linéaire de 52,9 kilomètres de berges, avec d'une part, 46,5 km en Loire entre le bras de Cordemais, à l'aval, et le port de la Pierre Percée à la Chapelle-Basse-Mer, à l'amont, et d'autre part, avec 6,4 kilomètres sur la Sèvre nantaise, de la confluence avec la Loire jusqu'à la Chaussée aux Moines à Vertou. Depuis le déplacement spectaculaire de l'aire de répartition de l'angélique des estuaires en Loire de près d'une quinzaine de kilomètres vers l'amont, constaté entre le début des années 1970 et 1995 en raison des modifications des conditions écologiques de l'estuaire (remontée du front de salinité et du bouchon vaseux), la situation de 2002 est proche de celle de 1997 et montre une stabilisation de l'aire de répartition de l'espèce 8 à 10 kilomètres à l'amont de sa zone initiale.

La répartition spatiale des effectifs de l'angélique des estuaires n'est pas homogène dans l'estuaire de la Loire. Tandis que les stations à petits effectifs s'éparpillent d'un bout à l'autre de son aire de répartition, les plus grosses stations (possédant au moins 100 individus) se concentrent toutes (à une exception près) sur un premier tronçon de moins de 20 kilomètres en

rive nord (entre l'amont de l'Île de la Liberté, à Couëron et la prairie de Mauves, à Nantes) et sur un second tronçon d'à peine 8 kilomètres en rive sud (entre l'Île de la Fourche à Bouguenais, et l'Île Héron, à Saint-Sébastien-sur-Loire). On observe donc une concentration des effectifs d'angélique des estuaires au cœur même de l'agglomération nantaise où les conditions écologiques en terme de salinité et de sédimentation vaseuse lui sont le plus favorables. L'Île de Nantes à elle seule possède près de 27,0 % de la population totale !

L'analyse des effectifs des stations fait également apparaître que si l'angélique des estuaires peut coloniser des habitats et des substrats très différents, y compris de nature très artificielle (exemple des piliers d'estacade), le développement de populations importantes est observé dans des conditions écologiques précises correspondant de manière optimale à l'accumulation de vases épaisses sur les berges et au développement d'une végétation de hautes herbes (mégaphorbiaie à oenanthe safranée et groupement à aster lancéolé) associée à des boisements rivulaires. Ainsi, 31 stations, représentant seulement 7,4 % de l'ensemble des stations, rassemblent près de 76,0 % de la population totale.

Enfin, les résultats de l'inventaire 2002 confirment également que les sites d'intérêt communautaire proposés par la France au réseau européen Natura 2000 sensés assurer la conservation des habitats et des espèces telles que l'angélique des estuaires, ne prennent en compte que moins de 20 % des stations et des effectifs de l'ensemble de la population ligérienne. La procédure Natura 2000 est insuffisante pour assurer le maintien durable de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire.

Des propositions sont donc faites dans le but de dépasser la situation de blocage qui résulterait d'une stricte application de la loi qui aurait pour conséquence de figer les berges de Loire de l'agglomération nantaise sans beaucoup de possibilités d'aménagement.

Des critères scientifiques objectifs sont utilisés pour proposer la constitution d'un réseau de stations refuges où l'angélique des estuaires bénéficierait d'un engagement durable de maintien. Ce réseau intégrerait, en complément des stations déjà protégées par le réseau Natura 2000 et l'arrêté préfectoral de protection de biotope de Couëron, l'ensemble des stations présentant un enjeu de conservation important à l'échelle de l'estuaire de la Loire avec l'objectif supplémentaire d'être représentatif de la diversité et de la distribution de l'espèce en Loire.

Une autre proposition est de définir des pratiques favorables à l'espèce sur le reste de ses stations non incluses au réseau refuge, se fondant sur l'état de conservation des stations et pouvant être intégrées dans les projets d'aménagement des berges (un cahier des charges serait à établir pour encadrer les interventions). Cette approche pourrait permettre de constituer un espace de liberté pour l'angélique des estuaires tout en ne bloquant pas les aménagements là où ils sont nécessaires.

Ces propositions constituent une réflexion préalable à la mise en place d'un futur plan de conservation global de l'angélique des estuaires. Au travers de ce futur plan de conservation, c'est plus sur la compatibilité de l'angélique des estuaires avec les exigences d'une ville en mouvement que sur la conservation « sous cloche » d'une espèce, qu'il faut donc travailler. Au bout du compte, c'est une véritable problématique s'inscrivant dans le concept de développement durable que l'on voit se dessiner.

## Sommaire :

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>1ère PARTIE : ETAT DES CONNAISSANCES CONCERNANT L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES</b>	
<b>I - L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES</b> .....	2
1. Etymologie .....	2
2. Description .....	2
3. Biologie .....	3
4. Ecologie .....	3
4.1 Degré de salinité .....	4
4.2 Fréquence de submersion .....	4
4.3 Nature du substrat .....	5
4.4 Degré de luminosité .....	5
4.5 Conclusion sur le spectre écologique d' <i>Angelica heterocarpa</i> .....	6
5. Groupements végétaux à angélique des estuaires .....	6
6. Distribution de l'angélique des estuaires .....	7
7. Valeur patrimoniale .....	8
8. Statut de protection réglementaire .....	9
8.1 Protection nationale .....	9
8.2 Protection européenne .....	9
8.3 Conclusion .....	11
<b>II - SITUATION DE L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE JUSQU'EN 1997</b> .....	11
1. Historique des aménagements dans l'estuaire de la Loire .....	11
2. Historique d' <i>Angelica heterocarpa</i> dans l'estuaire de la Loire jusqu'en 1997 .....	13
<b>III - SITUATION DE L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE EN 2002</b> .....	15
1. Méthode .....	15
1.1 Inventaire de terrain .....	15
1.2 Définition, localisation et représentation cartographique des stations .....	16
1.3 Description des stations .....	17
1.4 Interprétation des données recueillies sur le terrain .....	17
a. Evaluation de l'état de conservation des stations d'angélique des estuaires .....	18
b. Evaluation de l'enjeu de conservation des stations d'angélique des estuaires .....	19
1.5 Intégration à un Système d'Information Géographique .....	19
2. Résultats .....	20
2.1 Effectifs des stations .....	21
a. Effectifs des stations recensées en 2002 .....	21
b. Comparaison relative des effectifs des stations recensées en 1997 et 2002 .....	22
2.2 Evolution de la répartition de l'angélique des estuaires entre 1997 et 2002 .....	23

2.3 Habitats de l'angélique des estuaires .....	24
a. Habitats abritant <i>Angelica heterocarpa</i> .....	24
b. Habitats situés au contact supérieur des habitats à <i>Angelica heterocarpa</i> .....	26
c. Habitats au contact inférieur des habitats à <i>Angelica heterocarpa</i> .....	27
2.4 Types de substrats colonisés par l'angélique des estuaires .....	27
2.5 Atteintes et menaces .....	28
2.6 Etat de conservation .....	30
2.7 Enjeu de conservation .....	30

## **2ème PARTIE : PRÉFIGURATION D'UN FUTUR PLAN DE CONSERVATION EN FAVEUR DE L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES**

### **I – UN NOUVEL ETAT D'EQUILIBRE FRAGILE .....32**

### **II – OBJECTIFS GENERAUX D'UN PLAN DE CONSERVATION EN FAVEUR DE L'ANGELIQUE DES ESTUAIRES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE .....33**

### **III – AXES A DEVELOPPER ET PARTENAIRES A ASSOCIER EN VUE DE LA MISE EN PLACE D'UN PLAN DE CONSERVATION .....35**

1. Amélioration des connaissances .....	35
1.1 Identité génétique des populations d'angélique des estuaires .....	35
a. Connaissances à acquérir .....	35
b. Méthodes d'investigation .....	36
c. Partenaires à associer .....	36
1.2 Biologie de la conservation .....	36
a. Connaissances à acquérir .....	36
b. Méthodes d'investigation .....	37
c. Partenaires à associer .....	37
1.3 Ecologie .....	37
a. Connaissances à acquérir .....	37
b. Méthodes d'investigation .....	38
c. Partenaires à associer .....	38
1.4 Génie écologique .....	38
a. Connaissances à acquérir .....	38
b. Méthodes d'investigation .....	39
c. Partenaires à associer .....	39
2. Stratégie de conservation .....	39
2.1 Constitution d'un réseau de stations refuges .....	39
a. Critères de définition d'un réseau de stations refuges .....	40
b. Outils de protection des stations refuges .....	40
2.2 Définition de pratiques favorables à l'angélique des estuaires .....	41
3. Concertation .....	41
4. Sensibilisation .....	41
5. Evaluation et suivi .....	42
6. Valorisation du plan de conservation .....	42

### **CONCLUSION .....44**

## INTRODUCTION

L'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa* Lloyd) est une grande Ombellifère qui se compte au rang des rares espèces végétales endémiques de France puisqu'elle n'est connue au monde que des seuls estuaires de la Loire, de la Charente, de la Gironde et de l'Adour.

La responsabilité de la France dans la survie de ce patrimoine collectif est totale et notre pays s'est d'ailleurs engagé au travers de la directive européenne du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (dite « Directive Habitats ») à prendre des mesures visant, selon les termes de l'article 2 de cette directive, à en « assurer le maintien ou le rétablissement, dans un état de conservation favorable ». En outre, l'angélique des estuaires est intégralement protégée en France par un arrêté ministériel qui en interdit notamment la destruction.

L'angélique des estuaires est connue depuis la fin du siècle dernier dans l'estuaire de la Loire où elle a été découverte pour la première fois et décrite en 1859 par le botaniste James Lloyd. Depuis 1970 environ, Pierre Dupont en a précisé la distribution et a suivi la réduction et le déplacement progressifs vers l'amont de son aire de répartition ligérienne en réponse aux profonds bouleversements subis par l'estuaire au cours du XX<sup>ème</sup> siècle. Claude Figureau (Jardin Botanique de Nantes) s'est, quant à lui, attaché à en décrire l'écologie et travaille depuis 2001, avec Philippe Férard (Jardin Botanique de Nantes), sur des opérations expérimentales de recréation de biotope à angélique des estuaires.

En 1997, une première étude du Conservatoire Botanique National de Brest (publiée en 1998), conduite par Sylvie Magnanon en collaboration avec Pierre Dupont et Frédéric Bioret (*Angelica heterocarpa* dans l'estuaire de la Loire : répartition, écologie, menaces. Propositions de mesures de gestion.), avait fait le point sur la répartition de l'angélique dans l'estuaire de la Loire. Celle-ci soulevait la problématique de la conservation de cette plante dans un contexte industrialo-portuaire et urbain et insistait sur la nécessité d'y apporter une réponse dans le cadre de mesures globales de protection et de gestion à l'échelle de l'ensemble de l'estuaire.

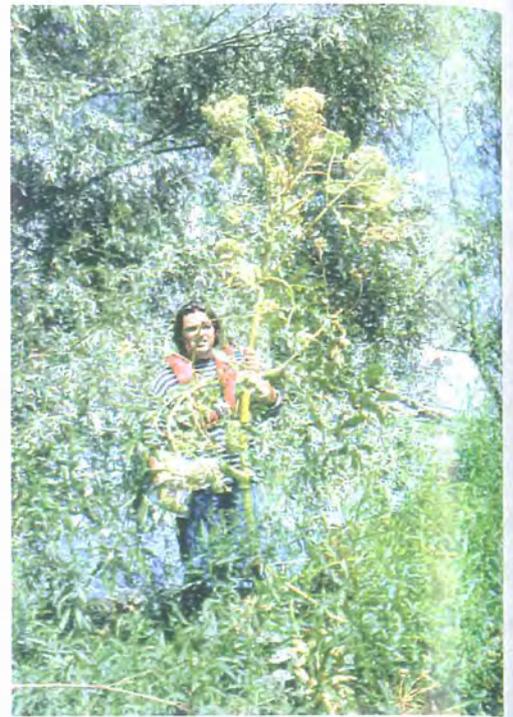
Cependant, les sites d'intérêt communautaire proposés par l'Etat français en application de la Directive Habitats (site n° 621 du Secrétariat du Patrimoine Naturel : estuaire de la Loire et site n° 622 : vallée de la Loire en amont de Nantes) ne prennent en compte qu'environ 20 % des stations repérées en 1997 par le Conservatoire Botanique National de Brest. L'essentiel des stations se trouve donc dans l'agglomération nantaise, en dehors des sites d'intérêt communautaire proposés au réseau Natura 2000. La conservation de l'espèce dans l'estuaire de la Loire dépend par conséquent pour beaucoup du devenir de l'espèce dans cet espace urbain et péri-urbain en perpétuelle mutation où les conditions de son maintien ne sont actuellement pas assurées.

C'est pourquoi, à la demande de la Communauté Urbaine de Nantes et de la Direction Régionale de l'Environnement des Pays de la Loire, le Conservatoire Botanique National de Brest rassemble dans le présent rapport, les principaux résultats des études antérieures complétées par de nouvelles investigations conduites en 2002, en vue de préparer l'adoption d'un **plan de conservation global en faveur de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire**, en complément de la rédaction des documents d'objectifs dans les futurs sites Natura 2000. Ce projet rejoint les préoccupations du président de la Commission Flore du Conseil National de Protection de la Nature qui souhaitait en 2001 que soit établi au plus vite « un plan de conservation global de l'espèce, qui définisse des sites de protection et des opérations de restauration garantissant le maintien de l'espèce et de son habitat dans un bon état de conservation ».

**1<sup>ère</sup> PARTIE :**  
**ETAT DES CONNAISSANCES CONCERNANT**  
**L'ANGELIQUE DES ESTUAIRES**



*Angelica heterocarpa* Lloyd



Une tige de 1 à 2 m en général, (ici, individu de très grande taille atteignant 2,50 m).



Feuilles composées à folioles ovales-lancéolées, dentées, plus foncées et luisantes en dessus.



Pétiole largement dilaté à la base en gaine.



Une tige lisse et creuse, cannelée dans le haut.



Fruit à côtes latérales parfois dilatées (ailes) mais restant plus étroites que le corps.



Fleurs blanches en ombelles de 15 à 40 rayons.

# I. L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES

## 1. Etymologie

Le nom de genre *Angelica*, provient du latin *angelus* : ange, allusion à de prétendues propriétés surnaturelles et à la liqueur qu'on retire de l'espèce cultivée qui est l'angélique officinale (*Angelica archangelica*) (Couplan F., 2000).

L'adjectif *heterocarpa*, qui désigne l'espèce, provient quant à lui de la combinaison de deux termes grecs : "ετερος" (autre) et "καρπος" (fruit), qui peuvent se traduire littéralement en français par le nom d'angélique à fruits variés (Couplan F., 2000). Toutefois le terme d'angélique des estuaires est aujourd'hui communément employé et c'est le nom français qui sera retenu ici, compte tenu de la notoriété acquise par la plante sous ce nom.

## 2. Description

*Angelica heterocarpa* (voir planche 1) a été reconnue comme nouvelle espèce par J. Lloyd en 1859, qui attache donc désormais son nom dans la désignation taxonomique de la plante : *Angelica heterocarpa* Lloyd.

Lloyd caractérise l'angélique des estuaires de la façon suivante : « Tige de 1 à 2 m très creuse, lisse, excepté dans le haut où elle est cannelée et rude-pubescente. Feuilles très grandes, 2 à 3 fois pennées, les radicales pétiolées avec rachis en gouttière ainsi que les pétioles largement dilatés à la base en gaine quelque fois rougeâtre, folioles ovales-lancéolées, plus foncées et luisantes en dessus, à dents de scie terminées en pointe blanchâtre et scarieuse. Ombelles à rayons nombreux, striés, pubescents-rudes. Involucre nul, ou à 1-3 folioles plus ou moins caduques ; folioles de l'involucelle linéaires. Fleurs blanches, petites ovales à pointe infléchie. Carpelles ovales ou elliptiques-oblongs à côtes latérales un peu plus grandes, quelquefois dilatées en forme d'aile plus étroite que le corps du méricarpe. » Ce dernier point est considéré par Lloyd, comme étant le plus important à observer.

Les caractères physiologiques décrits par les principaux auteurs de flores nationales et locales (Fournier, 1947 ; Coste, 1906 ; des Abbayes et coll., 1971 ; Corillion, 1981 ; Lloyd, 1897), varient peu. Corillion et Coste intègrent à leurs descriptions des notions de biométrie, en précisant que les folioles ovales-lancéolées font 10 x 3 cm et que les fruits oblongs font 4-6 x 2-3 mm.

D'après Lloyd, cette espèce se distingue d'*Angelica sylvestris*, dont elle a le port, par la floraison plus précoce, les folioles plus étroites et surtout par le fruit (voir tableau 1). Chez *A. sylvestris*, le fruit est uniforme, comprimé par le dos, à carpelles elliptiques-arrondis, bordés d'une large aile membraneuse, ondulée, plus large que le corps du méricarpe. *A. heterocarpa* a en revanche un fruit variable ; mûr, mais non sec, il est un peu plus large sur le côté que sur le dos, chaque carpelle elliptique-oblong à 5 côtes obtuses, les latérales un peu plus fortes. Plus rarement, et cela est observable dans les ombelles des individus robustes, le fruit est comprimé par le dos, parce que les côtes latérales sont développées en aile épaisse de largeur variable.

Malgré les distinctions morphologiques qui viennent d'être décrites et qui étayent la séparation de ces deux espèces, des processus d'hybridation s'opèrent entre les deux taxons (sur la Sèvre nantaise, en particulier). Ce phénomène pose la question de l'intégrité génétique

<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Angelica heterocarpa</i>	<i>Oenanthe crocata</i>
Herbe vivace robuste	Herbe vivace plus robuste	Herbe vivace formée de tubercules sessiles à suc jaune
1m à 1.50m	1m à 2.50m	1m à 1.20m
Tige dressée glauque ou rougeâtre, striée	Tige verte, cannelée rude pubescente en haut	Tige verte radicante aux nœuds inférieurs, sillonnée, creuse
Feuilles 2 à 3 fois pennées Folioles larges ovales-aiguës, dentées en scie	Feuilles 2 à 3 fois pennées Folioles ovales-lancéolées luisantes dessous, dent terminée par une pointe blanche scarieuse	Feuilles 2 à 3 fois pennées Folioles rhomboïdales en coin, incisées, dentées
Involucre ordinairement nul Involucelles à bractées subulées, parfois foliacés	Involucre nul ou à 1 à 3 bractées Involucelles à bractées linéaires en alène	Involucre à plusieurs bractées linéaires Involucelles à plusieurs bractées linéaires, les deux caduques
Fleurs blanches ou rosées Pétales à pointe redressée	Fleurs blanches Pétales à pointe recourbées en dedans	Fleurs blanches, parfois rosées. Fleurs extérieures longuement pédicellées et stériles.
Fruit ovale à ailes marginales ondulées plus larges que le corps des méricarpes	Fruit ovale ou elliptique oblong à ailes marginales plus étroites que le corps des méricarpes	Fruit cylindracé à styles dressés

**Tableau 1 : Comparaison morphologique d'*Angelica heterocarpa*, *Angelica sylvestris* et *Oenanthe crocata* (tiré de C. Figureau, Ph. Férard, 2001).**



**Planche 2 : Comparaison d'*Angelica sylvestris* (à gauche), *Angelica heterocarpa* (au milieu) et *Oenanthe crocata* (à droite).**

des deux espèces et la possibilité de flux de gènes entre elles. Il serait à cet égard très intéressant de pouvoir préciser les relations phylogénétiques d'*Angelica heterocarpa* avec les autres espèces du genre présentes sur la façade Manche-Atlantique : *Angelica sylvestris* L., *Angelica archangelica* L. subsp. *archangelica* et *Angelica razulii* Gouan.

Des confusions sont également possibles avec l'oënanthe safranée (*Oenanthe crocata*), qui néanmoins se distingue notamment par ses fruits oblongs-cylindracés à styles dressés (voir tableau 1).

### 3. Biologie

Lloyd, Fournier, des Abbayes ainsi que Corillion considèrent l'angélique des estuaires comme une plante vivace, hémicryptophyte. D'après le type biologique du danois Raunkier, 1934, une hémicryptophyte est une plante ordinairement herbacée à rosette, cespiteuse ou à rhizome, proche de la surface et ayant ses bourgeons situés au ras du sol. L'angélique est à rattacher au type cespiteux, car elle se développe en formant des touffes à sa base.

La période de floraison s'étale de juillet à août dans la majorité des cas mais des floraisons tardives sont observables jusqu'en septembre. La fructification a lieu en septembre et en octobre. Au cours du mois d'octobre, les fruits tombent au sol où ils peuvent être repris par les crues ou les marées. Une certaine flottabilité des fruits a été constatée mais l'importance de cette dispersion comme la distance sur laquelle les fruits peuvent être transportés sont des phénomènes mal connus. Les graines semblent germer pendant le mois de novembre. L'angélique des estuaires est repérable toute l'année grâce à ses feuilles d'environ 50 cm qui subsistent même en hiver tant que les gelées ne sont pas trop marquées. Si c'est le cas, le feuillage meurt et de nouvelles feuilles poussent au printemps à partir des bourgeons racinaires.

Le caractère vivace de l'angélique des estuaires a été discuté par Pierre Dupont qui la soupçonne de n'être que bisannuelle. Les suivis en cours par le Jardin Botanique de Nantes (C. Figureau et Ph. Féraud) semblent néanmoins bien démontrer que sa longévité va au-delà de deux ans et qu'il s'agirait plutôt d'une espèce vivace à durée de vie relativement courte. Cette question n'est toutefois pas définitivement tranchée et il sera important à l'avenir de préciser les hypothèses avancées.

Des travaux sur le comportement des graines aux variations de température en incubateur, entrepris par C. Figureau et Ph. Richard (1990), ont démontré que l'optimum de germination de l'angélique des estuaires se situe aux alentours de 20°C pour des graines ayant subi un épérsillage (abrasion du « liège » entourant les graines d'angéliques afin de favoriser leur germination).

### 4. Ecologie

C. Figureau et Ph. Richard (1990) considèrent l'angélique des estuaires comme une hygrophyte des berges argilo-vaseuses des rivières soumises à la marée.

A l'intérieur de la zone de balancement des marées, sa présence est conditionnée par quatre principaux facteurs écologiques qui sont le degré de salinité, la fréquence de submersion par la marée, la nature du substrat et le degré de luminosité.

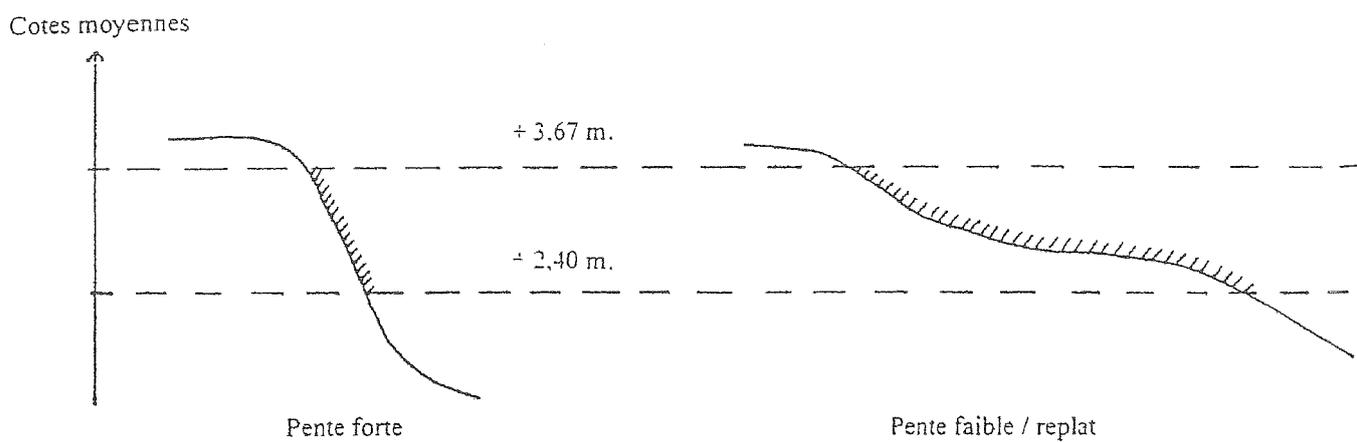


Figure 1 : Position d'*Angelica heterocarpa* (en hachures) en fonction du niveau des marées et de la pente des berges (tiré de S. Magnanon, 1998 d'après C. Figureau et Ph. Richard, 1990).

#### 4.1 Degré de salinité

Si *Angelica heterocarpa* est présente sur des rives soumises à l'influence des marées, elle évolue néanmoins dans des eaux saumâtres offrant un milieu faiblement salé. Pour cette raison, elle peut être qualifiée de plante oligohaline.

En effet, les observations que l'on peut faire dans l'estuaire de la Loire montrent qu'elle n'est jamais présente tant que les berges abritent des plantes caractéristiques des groupements halophiles telles que *Glaux maritima* ou *Aster tripolium ssp. tripolium* (S. Magnanon et coll., 1998) et démontrent qu'elle ne tolère pas une trop forte salinité. Par contre, l'angélique des estuaires apparaît, plus en amont dans l'estuaire de la Loire, au sein de successions végétales sub-halophiles, associée à des plantes comme *Eleocharis bonariensis* et *Scirpus triqueter* dont la présence est liée à une baisse significative du niveau de salinité.

Plus que la salinité de la masse d'eau (dont le suivi serait d'ailleurs très complexe compte tenu des variations très importantes de la salinité de l'eau, non seulement dans l'espace, de bas en haut, le long de la colonne d'eau, mais aussi dans le temps), c'est le taux de salinité dans le substrat qui sert de support à l'angélique des estuaires qui semble devoir être déterminant puisqu'il imprègne continuellement le système racinaire. Il serait d'ailleurs très instructif de préciser le spectre de tolérance de l'angélique des estuaires au sel en dosant le taux de salinité des vases.

#### 4.2 Fréquence de submersion

Comme l'ont démontré C. Figureau et P. Richard (1990), l'angélique des estuaires occupe une position altitudinale précise au sein de la zone de balancement des marées, définie par sa fréquence de submersion pendant la période estivale. Les mesures effectuées dans le cas de l'estuaire de la Loire ont permis de situer l'angélique des estuaires dans l'intervalle compris entre la cote moyenne estivale des marées (2,40 m NGF) et la cote moyenne estivale des pleines mers de vives eaux (3,67 m NGF). C. Figureau considère aujourd'hui que la limite supérieure est à revoir plutôt aux alentours de 3,80 m – 4 m NGF.

L'amplitude altitudinale de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire est donc d'environ 1,30 m ce qui explique le caractère très linéaire de la distribution de l'Ombellifère, qui s'étend le long des berges sans s'en éloigner jamais beaucoup transversalement. La pente des berges est le facteur qui détermine l'extension latérale des populations d'angélique des estuaires. Ainsi, bien que l'angélique des estuaires soit capable de coloniser des berges de pentes très variables, depuis des digues subverticales jusqu'aux replats vaseux, on constate que les berges aux pentes les plus faibles et les grandes plages en forme de crique sont densément peuplées par l'espèce. De par leur configuration, elles sont en effet favorables, d'une part, aux dépôts de sédiments vaseux et d'autre part, à l'accumulation des graines qui trouvent des conditions favorables pour germer. A l'inverse, lorsque les pentes sont importantes, l'angélique des estuaires ne peut se développer que dans une bande très étroite peu favorable à l'accumulation de nombreuses graines (voir figure 1).

### 4.3 Nature du substrat

Bien que l'angélique semble capable de s'installer sur des substrats très variés, tels que, vases compacts, crème de vase, remblais, enrochements récents ou non, digues, appontements, souches d'arbres, sables vaseux, il apparaît clairement que les plus belles stations colonisent des vases colmatées, relativement compactes. Ces vases compacts se rencontrent, soit sur des berges naturelles, soit sur des berges remaniées mais dont l'artificialisation est suffisamment ancienne pour qu'une épaisse couche de vase ait pu s'y déposer.

### 4.4 Degré de luminosité

Il a été constaté que les plus "belles stations", c'est à dire celles qui présentent des caractéristiques de développement optimales (individus vigoureux, fleuris et capables de se reproduire) avec des densités importantes d'individus, à différents stades phénologiques, se retrouvent principalement en situation d'ombre (sous couvert arboré) ou demi-ombre (à proximité d'un bouquet d'arbres ou d'arbustes). Sur les bords de Loire, cette tendance sciaphile se rencontre lorsque les groupements végétaux à *Angelica heterocarpa* se développent sous le couvert de frênaies, peupleraies ou saulaies, ou en alternance avec ces boisements.

Par ailleurs, l'abondance de jeunes plants d'angélique des estuaires dans des formations de hautes herbes (mégaphorbiaies surtout mais aussi phragmitaies ou phalaridaies) confirme le caractère sciaphile de la plante. Toutefois, C. Figureau et Ph. Férard (2001) signalent que dans les mégaphorbiaies denses, les plantules d'angélique des estuaires sont très souvent étouffés avant d'avoir atteint un stade de 3 à 4 feuilles. Il semble que si la germination puisse être fortement déterminée par des conditions d'ombre ou de demi-ombre, le développement de plants plus âgés dépend surtout de la concurrence végétale au sein de la strate herbacée.

En effet, selon les observations effectuées par les mêmes auteurs, l'angélique trouve son optimum dans des conditions de milieu suffisamment fermé pour entraîner un recul de la mégaphorbiaie. Les plages de sol nu (jusqu'à 50 % de recouvrement) libérées par la végétation phanérogame et stabilisées par des voiles microbiens à Cyanobactéries et parfois par des Bryophytes aquatiques, sont favorables au développement des plantules d'angélique des estuaires qui ne subissent pas de concurrence végétale.

D'après nos propres observations, l'angélique des estuaires apparaît, sous les boisements rivulaires peu denses ou sous les hautes formations boisées qui laissent diffuser une certaine luminosité, au sein d'une mégaphorbiaie à oenanthe safranée présentant un recouvrement lâche. Elle est également présente sous les boisements arbustifs très denses qui bordent les rives de l'agglomération nantaise, associée à une végétation plus clairsemée, dominée par l'aster lancéolé (*Aster lanceolatus*), sans néanmoins sembler profiter de la disparition de la mégaphorbiaie. Par conséquent, en l'absence de la concurrence végétale forte que l'on peut observer au sein des mégaphorbiaies denses, l'angélique des estuaires ne semble pas répondre fortement à une augmentation de la pénombre, ce qui doit conduire à relativiser un peu son caractère sciaphile.

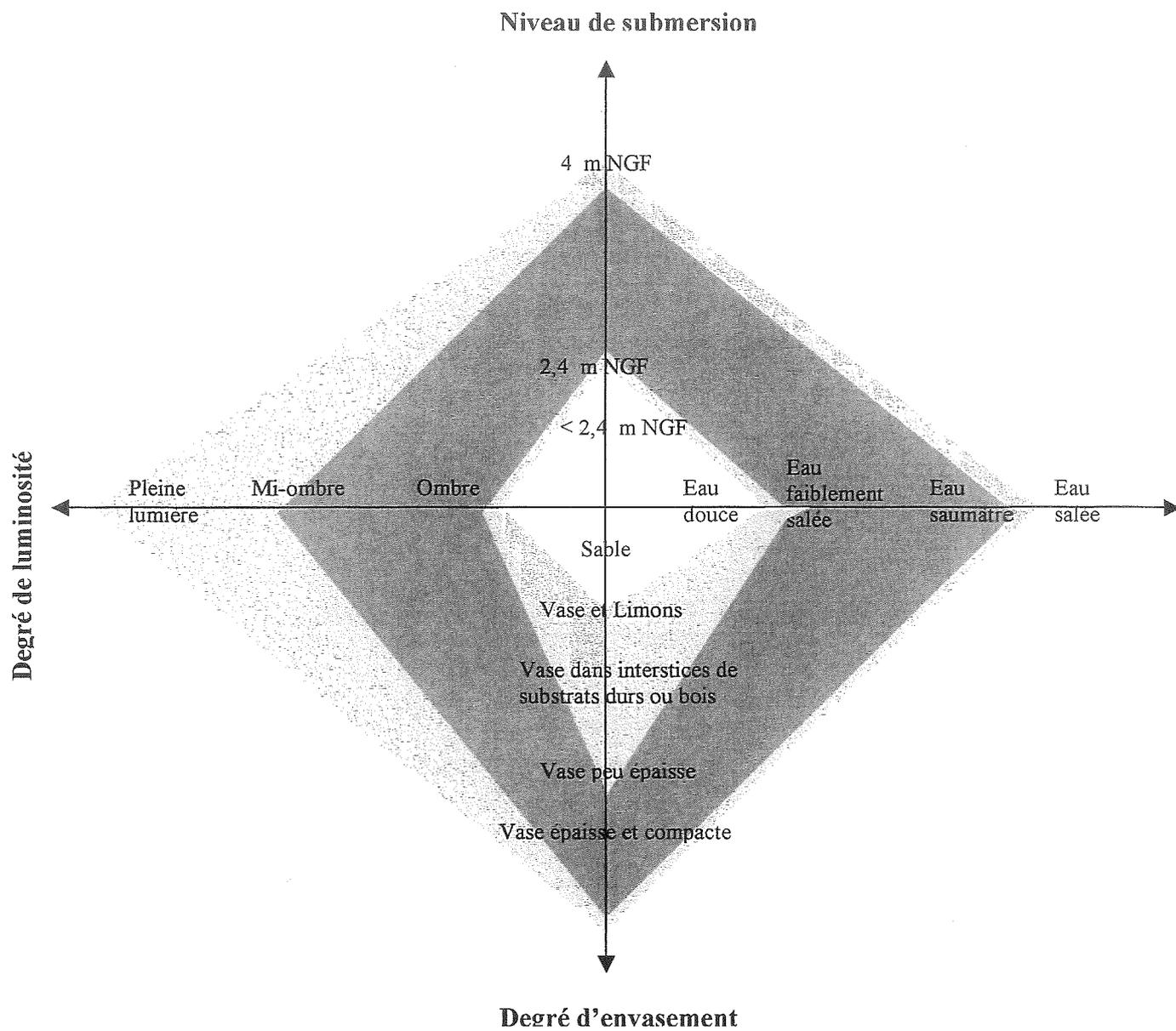


Figure 2 : Spectre écologique (gris clair) et préférendum écologique (gris foncé) de l'anguille des estuaires dans l'estuaire de la Loire.

#### 4.5 Conclusion sur le spectre écologique d'*Angelica heterocarpa*

Le spectre écologique de l'angélique des estuaires est déterminé à l'intérieur de la zone de balancement des marées par deux facteurs stricts qui sont un faible degré de salinité et un niveau de submersion par la marée compris entre la cote moyenne estivale des marées et la cote moyenne estivales des pleines mers de vives eaux. La présence de vases épaisses et compactes (nature du substrat) et le situation ombragée (degré de luminosité) sont deux facteurs qui correspondent à de nets préférendums de l'angélique des estuaires sans toutefois constituer des exigences strictes (voir figure 2).

#### 5. Groupements végétaux à angélique des estuaires

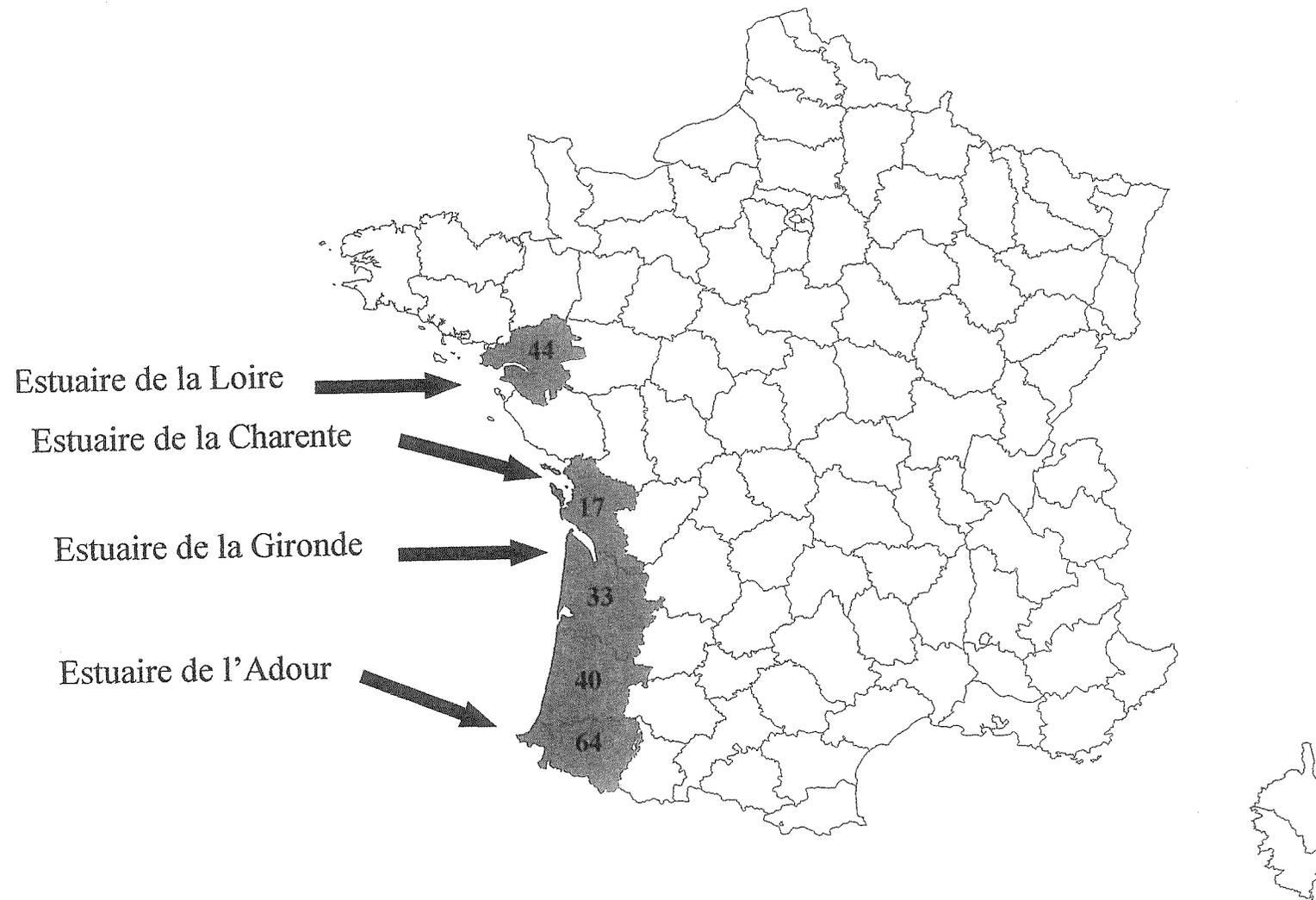
Sur les rives de la Loire, *Angelica heterocarpa* est fréquemment observée en petites populations sur des substrats peu colonisés par la végétation. Par contre, les belles populations s'inscrivent systématiquement dans des groupements végétaux constitués en ceintures le long du profil de berge. Ces groupements végétaux qui abritent *Angelica heterocarpa* ont été décrits par J.-M. et J. Géhu (1976) sur les berges des embouchures de la Loire, mais aussi de la Gironde et de la Charente.

La note rédigée par J.-M. et J. Géhu en 1976 était motivée par la volonté « d'apporter, avant qu'il ne soit trop tard, des informations sur le comportement phytosociologique d'*Angelica heterocarpa* », considérant la situation d'urgence et les fortes menaces résultant « du développement économique actuel et des aménagements industrialo-portuaires de nos estuaires atlantiques. » Les auteurs décrivent alors une association originale, le *Calystegio sepium-Angelicetum heterocarpace* J.-M. et J. Géhu 1976 caractérisée par la présence constante d'*Angelica heterocarpa* et *Calystegia sepium*, mais aussi de *Lythrum salicaria* et *Senecio aquaticus* (sauf sur les rives de la Charente).

J.-M. et J. Géhu distinguent deux sous-associations selon que l'ensemble floristique précédent se trouve superposé à un fond d'espèces du *Phragmition* saumâtre ou du *Phalaridion*. Ils caractérisent la première par la présence d'*Oenanthe lachenalii* au sein d'une roselière à *Phragmites australis* (sous-association *oenanthesum lachenalii*) et la seconde par la présence d'*Oenanthe crocata*, associé à *Phalaris arundinacea* et *Scrophularia aquatica* (sous-association *oenanthesum crocatae*). La sous-association à *Oenanthe lachenalii* se développe à la base du groupement et s'étend surtout à l'aval des estuaires, tandis que le second appartient soit à des niveaux plus élevés, soit à des stations « pierreuses » et s'étend plus à l'amont des estuaires. L'association du *Calystegio-Angelicetum* se range dans l'alliance de l'*Angelicion litoralis* Tüxen in W. Lohmeyer, A. Matuszk., Matuszk., H. Merker, J.J. Moore, Th. Müll., Oberd., Poli, P. (communautés de zones subestuariennes et du cours inférieur des fleuves soumis aux marées d'eau douce), au sein de la classe des *Filipendulo ulmariae-Convolutea sepium* Géhu & Géhu-Franck 1987 (végétation planitiaire de mégaphorbiaies ou prairies hautes mésotrophes à eutrophes, sur sol frais ou humide, parfois fangeux, acidocline à neutrocline).

Les auteurs situent le *Calystegio-Angelicetum* au sein de la série suivante (de bas en haut) :

- vase à *Eleocharis bonariensis* (= *Scirpus striatulus*),
- roselière à *Oenanthe lachenalii* (*Calystegio-Angelicetum oenanthesum lachenalii*),



Carte 1 : Répartition de l'angélique des estuaires.

- association *Angelica heterocarpa* et *Calystegia sepium* (*Calystegio-Angelicetum oenanthetosum crocatae*) ou saulaie blanche riveraine,
- terrasse alluviale avec *Festucetum arundinaceae* ou boqueteaux relictuels d'*Alno-Ulmion* thermophile à *Ulmus carpiniifolia*, *Fraxinus excelsior* et *Fraxinus angustifolia*.

En 1997, S. Magnanon et col. ont précisé la nature des groupements végétaux à *Angelica heterocarpa* dans l'estuaire de la Loire. Ils constatent un fond constant d'espèces associées à *Angelica heterocarpa* : *Senecio aquaticus*, *Lythrum salicaria*, *Phalaris arundinacea*, *Calystegia sepium*, *Oenanthe crocata* et *Ranunculus repens*.

Quatre types de groupements de végétaux à *Angelica heterocarpa* sont mis en évidence :

- la **roselière riveraine** à *Phragmites australis* qui correspond à la sous-association *oenanthetosum lachenalii* du *Calystegio-Angelicetum* et se développe à l'aval de l'estuaire de la Loire (P. Dupont indique (com. pers.) qu'il n'a, pour sa part, jamais observé *Oenanthe lachenalii* en bordure de la Loire mais des formes vigoureuses d'*Oenanthe silaifolia*),
- la **mégaphorbiaie** à *Oenanthe crocata* sous couvert de formations boisées, qui correspond à la sous-association *oenanthetosum crocatae* du *Calystegio-Angelicetum*,
- le **groupement hygronitrophile** à *Festuca arundinacea*, avec *Plantago major* et *Rumex obtusifolius*, souvent limité à une frange linéaire présente au sommet des bourrelets de rives érodés (*Festucetum arundinaceae* de J.-M. et J. Géhu),
- le **groupement nitrophile** à *Aster lanceolatus*, (espèce américaine naturalisée dans la partie supérieure de la zone de balancement des marées de la vallée de la Loire), plus pauvre en espèces que le précédent et qui semble se développer en situation légèrement moins humide dans la partie amont de l'estuaire.

En Loire, un groupement à *Scirpus triquetrus* complète la série décrite par J.-M. et J. Géhu à la base du profil, sur vases liquides.

## 6 . Distribution de l'angélique des estuaires

P. Dupont (1962) attribue à l'angélique des estuaires un statut d'eu-atlantique sublittorale et la considère comme une **espèce endémique franco-atlantique**. Pour *Flora europaea*, il s'agit d'une endémique française du sud-ouest. D'après J.Y. Lesouef, elle serait à rechercher dans l'embouchure de la Bidassoa en Espagne (Figureau C., in Olivier L. et coll., 1995). Depuis, malgré des recherches actives en Espagne (com. pers. C. Figureau), ce statut d'endémique franco-atlantique est toujours d'actualité.

De plus, J.-M. et J. Géhu (1976) attribuent à l'association à *Angelica heterocarpa* du *Calystegio-Angelicetum* une valeur endémique en tant que syntaxon.

L'angélique des estuaires se retrouve dans les grands estuaires du littoral atlantique soumis à la marée. Les départements dans lesquels elle est actuellement connue sont les suivants (voir carte 1) (Figureau C., in Olivier L. et coll., 1995) :

- **Loire-Atlantique (44)** : estuaire de la Loire, de Cordemais jusqu'à la Chapelle-Basse-Mer ; elle remonte jusqu'à Vertou dans la Sèvre Nantaise, affluent de la Loire en rive sud.

- Charente-Maritime (17) : boucles de la Charente autour de Rochefort et de Saint-Savinien.
- Gironde (33) : rives de la Gironde ; elle remonte dans la Dordogne jusqu'à Fronsac et dans la Garonne jusqu'en amont de Bordeaux, dans le Réolais.
- Landes (40) et Pyrénées-Atlantiques (64) : Adour à Bayonne et à Urt, Nive à Bayonne ; elle a été recherchée dans la Nivelle et la Bidassoa, sans succès.

Il existe donc quatre populations géographiquement bien distinctes d'angélique des estuaires peuplant les quatre systèmes estuariens qui viennent d'être énumérés. Le degré d'isolement de ces populations et les possibilités d'échange sont totalement méconnues. Existe-t-il une forte homogénéité des populations d'un estuaire à l'autre ou bien chaque estuaire possède-t-il une forme particulière de l'espèce ? Le processus de spéciation a-t-il eu lieu dans un seul de ces estuaires ? Comment et quand les autres estuaires ont-ils été colonisés ? Toutes ces questions sont fondamentales sur le plan de la biologie de la conservation de l'angélique des estuaires et il serait très instructif de conduire des investigations dans ce domaine avec les outils de la biologie moléculaire.

A ce jour, la limite septentrionale de répartition de l'espèce reste l'estuaire de la Loire. Pourtant, une population d'angélique fait débat à l'embouchure de la Laïta, située dans le Morbihan. Dans des habitats très semblables à ceux qu'occupent l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire, cette population présente des caractères intermédiaires entre *Angelica sylvestris* et *Angelica heterocarpa* sans possibilité sur le plan morphologique de véritablement la rattacher à l'une ou l'autre. Là aussi, des investigations génétiques pourraient permettre de trancher.

## 7. Valeur patrimoniale

L'angélique des estuaires est une des rares espèces végétales endémiques de France. En effet, au contraire de régions du globe qui présentent de très forts taux d'endémisme (exemple de Madagascar dont la flore est endémique à 80 %, ce qui représente 10 à 12 000 espèces), la France ne possède qu'une centaine de plantes endémiques, soit seulement 1 à 2 % de l'ensemble de la flore nationale. Ce faible taux d'endémisme renforce la responsabilité de notre pays dans la conservation des quelques espèces endémiques dont il a la charge et renforce la valeur patrimoniale de l'angélique des estuaires.

De surcroît, l'inféodation de cette espèce aux milieux très convoités par l'homme que sont les estuaires, introduit une forte menace quant au maintien durable de l'angélique des estuaires dans ces espaces largement investis par les activités industrialo-portuaires et urbaines.

La forte valeur patrimoniale d'*Angelica heterocarpa* et sa vulnérabilité justifient l'inscription de l'espèce dans deux listes rouges et une convention internationale :

- Liste rouge des espèces végétales rares et menacées du Massif Armoricaïn, annexe I : taxons considérés comme rares dans tout le Massif Armoricaïn ou subissant une menace générale très forte.
- Livre rouge de la flore menacée de France, tome I : espèce considérée comme prioritaire, faisant l'objet d'une cotation UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) identifiant l'angélique des estuaires comme vulnérable pour le monde et pour la France.

- Convention de Berne (du 19 septembre 1979), annexe I : espèce interdite à la cueillette, le ramassage, la coupe ou le déracinage intentionnels.

## 8. Statut de protection réglementaire

Les protections dont bénéficie l'angélique des estuaires sont à la mesure de l'enjeu patrimonial qu'elle représente. L'angélique des estuaires est non seulement visée par des textes réglementaires à l'échelle nationale mais aussi au niveau européen ; en outre son habitat est lui aussi protégé à l'échelle européenne au travers de la Directive Habitats.

### 8.1 Protection nationale

Au niveau national, l'angélique des estuaires fait partie des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français par l'arrêté interministériel du 20 janvier 1982, modifié par les arrêtés du 15 septembre 1982 puis du 31 août 1995. Elle est classée dans l'annexe I qui regroupe les taxons faisant l'objet d'une protection totale, interdisant « *en tout temps et sur tout le territoire national de détruire, de colporter, de mettre en vente, de vendre ou d'acheter et d'utiliser tout ou partie des spécimens sauvages de ces espèces sauvages présents sur le territoire national, à l'exception des parcelles habituellement cultivées* ».

Les articles L211-2 et R211-6 du Code rural précisent que les autorisations de capture ou de prélèvement des espèces protégées sont accordées à des fins scientifiques. Les autorisations exceptionnelles délivrées à trois reprises par la Préfecture de Loire-Atlantique sur avis favorable du Ministère chargé de l'environnement et du Conseil National de Protection de la Nature (CNPN), pour le déplacement de pieds d'angélique des estuaires dans le cadre de procédures d'aménagement (en 2000 pour l'aménagement du Port du Dureau à la demande de la commune de Couëron, en 2001 pour la construction du quai « poste de Cheviré 4 » par le Port Autonome, en 2002 pour l'aménagement du secteur 1 du programme « Ile de Nantes » à la demande de la Communauté Urbaine de Nantes), s'appuient donc sur des bases réglementaires précaires et ne sont justifiées que par l'existence de programmes de recherche scientifique développés pour l'occasion.

Cette ambiguïté a d'ailleurs été relevée en 2001 par Serge Müller, Président de la Commission Flore du CNPN, dans son avis relatif à la demande de transplantation d'angéliques des estuaires à Cheviré : « *Concernant la demande précise de transfert de 10 plantes sur les 12 menacées par l'aménagement, il est clair que leur finalité est d'assurer le sauvetage de ces plantes dans le cadre du réaménagement du port, ce qui est tout à fait louable et souhaitable au regard de la protection de l'espèce, mais ne correspond pas à une finalité scientifique telle qu'envisagée par les articles L211-2 et R211-6 du Code rural.* »

### 8.2 Protection européenne

La directive européenne du 21 mai 1992 (dite « directive Habitats ») a pour objet la « *conservation des habitats naturels ainsi que de la flore et de la faune sauvages* ». Elle prévoit la constitution d'un réseau écologique européen cohérent (dénommé « Natura 2000 ») de zones spéciales de conservation proposées par chaque état membre, abritant des habitats et des espèces d'intérêt communautaire figurant respectivement aux annexes I et II de la directive. Les mesures prises par les états membres en vertu de la directive doivent assurer le

maintien ou le rétablissement des espèces ou des habitats d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable.

L'angélique des estuaires est inscrite à l'annexe II qui comprend la liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. En outre, il s'agit d'une espèce prioritaire ce qui renforce l'obligation de désignation de zones spéciales de conservation pour en assurer le maintien.

Par ailleurs, l'angélique des estuaires se trouve dans deux habitats visés par l'annexe I de la directive Habitats qui dresse la liste des habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. C'est le cas, des mégaphorbiaies oligohalines (code 6430-5 dans les cahiers d'habitats Natura 2000 tome 3 : habitats humides) ainsi que des saulaies arborescentes à saule blanc (code 91E0\*-1 dans les cahiers d'habitats Natura 2000 tome 1 : habitats forestiers). Ce second habitat est prioritaire.

Enfin, l'angélique des estuaires figure à l'annexe IV de la directive Habitats qui dresse la liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire nécessitant une protection stricte. L'article 12 de la Directive Habitats instaure ainsi un régime de protection stricte pour les espèces d'intérêt communautaire inscrites à l'annexe IV dans leur aire de répartition naturelle qui s'impose aux états membres sur l'ensemble de leur territoire (et pas seulement au sein des zones spéciales de conservation) et s'applique également aux conséquences éventuelles de la réalisation de projets d'aménagement. Néanmoins, l'article 16 prévoit un régime de dérogation applicable notamment « *dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques, ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique ...* » mais aussi « *dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels* ». Une demande doit être adressée à la Commission européenne qui n'est recevable qu'en cas d'absence « *de solution satisfaisante* » et à la condition que celle-ci « *ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées* ».

L'article 6 introduit également un régime dérogatoire à la protection des habitats inscrits à l'annexe I et des espèces de l'annexe II et présents dans les zones spéciales de conservation. Cette dérogation peut concerner tout plan ou projet devant être réalisé selon la même formule « *pour des raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique* ». Toutefois, dans le cas des espèces ou habitats prioritaires, ce qui est le cas de l'angélique des estuaires, « *seules peuvent être évoquées des considérations liées à la santé de l'homme et à la sécurité publique ou à des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ou après avis de la Commission, à d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur.* » En outre, la dérogation prévue par l'article 6 est conditionnée par l'absence de solution alternative et par l'attribution de mesures compensatoires permettant de garantir la cohérence globale du réseau Natura 2000.

Enfin, l'obligation d'évaluation des incidences d'un projet sur les habitats et espèces d'intérêt communautaire au sein d'une zone spéciale de conservation, a aussi conduit à compléter le régime général des études d'impact par l'élaboration systématique d'un dossier d'incidence Natura 2000 à l'intérieur de ces sites.

Région	Département	N° de site	Nom du site
Pays de la Loire	44	FR5200621	Estuaire de la Loire
	44, (49)	FR5200622	Vallée de la Loire, de Nantes au Ponts-de-cé et zones adjacentes
Poitou - Charentes	17	FR5400430	Vallée de la Charente (basse vallée)
	16, 17	FR5400472	Vallée de la Charente (moyenne vallée), Seugne et Coran
Aquitaine	33, (24)	FR7200660	La Dordogne
	33, (24)	FR7200661	Vallée de l'Isle, de Périgueux à sa confluence avec la Dordogne
	33	FR7200677	Estuaire de la Gironde
	33, (47)	FR7200700	La Garonne
	40	FR7200720	Barthes de l'Adour
	40, 64	FR7200724	L'adour

Tableau 2 : Liste des sites d'intérêt communautaire proposés par la France pour le réseau Natura 2000, signalant la présence d'*Angelica heterocarpa*.

### 8.3 Conclusion

L'angélique des estuaires constitue donc une réelle contrainte réglementaire qui s'impose à tout ouvrage ou aménagement sur les rives de la Loire. En effet, selon les termes de la loi française, seul le déplacement à des fins scientifiques est prévu par le Code rural. Il s'agit d'une procédure administrative exceptionnelle et relativement lourde (arrêté préfectoral suite à avis du Ministère chargé de l'environnement et du Conseil National de Protection de la Nature) nécessitant l'élaboration d'un dossier détaillé, prévoyant un véritable programme de recherche scientifique.

Le statut de protection nationale est plus contraignant que les obligations européennes qui découlent de la Directive Habitats car aucune procédure dérogatoire n'est prévue dans la loi française pour les aménagements, au contraire de la directive européenne. La Directive Habitats étend cependant la protection de l'espèce aux habitats d'intérêt communautaire qui abritent l'angélique des estuaires : mégaphorbiaies oligohalines et saulaies arborescentes à saule blanc.

Comme le montre le tableau 2, les propositions de sites d'intérêt communautaire sur la façade atlantique française prennent en compte les 4 estuaires où l'angélique des estuaires est présente. C'est donc une démarche d'ensemble qui est en cours, qui doit conduire à la conservation de la plante sur toute son aire de répartition. Peu d'éléments sont actuellement disponibles sur le contexte national de l'angélique des estuaires (documents d'objectifs en cours de rédaction) mais la situation des plus importantes populations de la plante en zone péri-urbaine ou industrialo-portuaire paraît être une menace commune aux 4 estuaires.

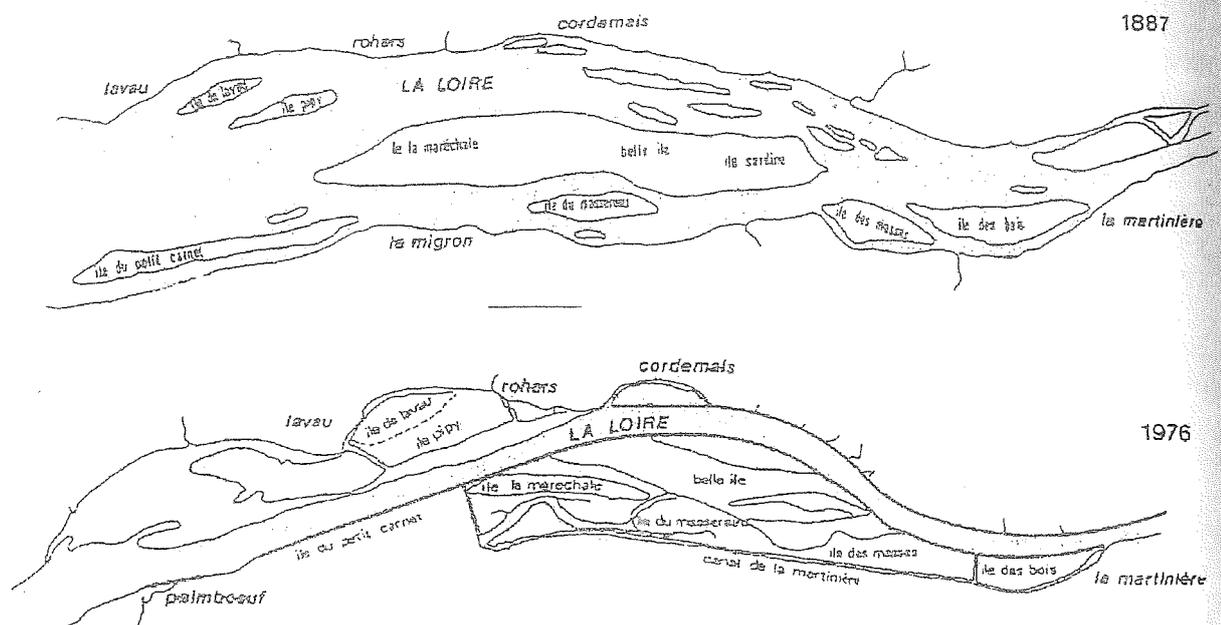
## II. SITUATION DE L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE JUSQU'EN 1997

### 1. Historique des aménagements dans l'estuaire de la Loire

Les divers aménagements réalisés en Loire ont sensiblement modifié la géométrie et le fonctionnement du fleuve et de ses affluents et ont également transformé les conditions écologiques dans lesquelles se trouve aujourd'hui l'angélique des estuaires. La répartition de la plante et les menaces dont elle fait actuellement l'objet sont étroitement liées à l'historique de ces aménagements (voir figure 3).

La présentation qui suit retrace les principales modifications d'origine anthropique réalisées sur le système estuarien, depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle jusqu'à aujourd'hui. Cette rétrospective c'est inspirée du rapport sur *Angelica heterocarpa* de S. Magnanon en 1998 (Migniot C. et coll., 1994 et Crosnier A.S., 1997 in Magnanon S. et coll., 1998).

Suite aux interventions anthropiques particulièrement importantes dans la deuxième moitié du XIX<sup>ème</sup> et la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, l'estuaire de la Loire a subi d'importantes modifications, se traduisant par un approfondissement et une régularisation de son chenal principal ainsi que par une variation de son linéaire de rives et de ses surfaces latérales soumises à un colmatage progressif. Sans détailler de façon approfondie, notons les principaux travaux réalisés depuis plus d'un siècle et leurs conséquences majeures sur les équilibres biologiques du fleuve :



**Figure 3 : Evolution de l'estuaire de la Loire entre 1887 et 1976** (extrait de Leray, 1987 in S. Chouin, 1999 : Etude préalable à la lutte contre les moustiques dans l'estuaire de la Loire de Donges-Paimboeuf à Nantes 1998-1999. EID, Université de Nantes, Conseil général 44).

**Endiguements continus** : réalisés dans les années 1860, entre Nantes et Le Pellerin, poursuivis au début du XX<sup>ème</sup> siècle entre le Pellerin et Paimboeuf, ces travaux ont conduit à couper les relations entre le chenal principal et de nombreux bras et zones humides secondaires.

**Creusement d'un chenal de navigation entre Nantes et Saint-Nazaire** : afin d'améliorer la navigation dans l'estuaire, un chenal a été creusé en plusieurs étapes, par le biais d'importants dragages et d'extractions massives de sable, dès le début du XX<sup>ème</sup> siècle. Cette opération conduira à de profondes modifications de la géométrie et de la dynamique du fleuve :

- surélévation des fonds dans la partie maritime de l'estuaire, en réponse à une augmentation de la sédimentation ;
- disparition de multiples bras secondaires, remplacés par un profil de fleuve régulier de St Nazaire à Paimboeuf ;
- diminution considérable des largeurs entre les berges de Nantes à St Nazaire ;
- augmentation de la masse turbide en suspension (« bouchon vaseux ») et augmentation des dépôts sur les berges ;
- augmentation de l'intensité de la marée et des marnages.

- **Suppression des seuils rocheux naturels** : des seuils rocheux naturels, apparus suite à l'abaissement du lit mineur, ont été supprimés à partir des années 1970 à Haute-Indre, la Roche Balue et à Bellevue, afin d'améliorer la navigation. L'élimination de ces seuils a contribué à augmenter l'influence de la marée dans la partie amont de l'estuaire.

- **Dragages d'entretien et extractions de sable** : en 1992, les dragages d'entretien globaux étaient estimés à 6,5 millions de m<sup>3</sup> par an. Les extractions de sable, pratiquées à l'amont de Nantes jusqu'en 1993, étaient estimées à 2,5 millions de m<sup>3</sup> par an. Dragages et extractions contribuent à une propagation de la marée vers l'amont, qui est liée à une incision du lit vif (ou lit d'étiage : constitué par le chenal ou les chenaux toujours en eau). Cette incision peut atteindre, en basse Loire, plus de 3 m (Cornier T., 2002). Parallèlement à ce phénomène d'incision du lit vif, les chenaux secondaires et les annexes hydrauliques ont tendance à se combler. Ce comblement s'explique par :

- la diminution de l'érosion du fond des chenaux secondaires qui se retrouvent maintenant "perchés" par rapport au chenal principal, en raison notamment d'une submersion moins fréquente ;
- le développement des phases pionnières de la forêt alluviale qui provoquent un fort piégeage sédimentaire : ce phénomène reste cependant aujourd'hui à préciser ;
- les ouvrages de navigation transversaux à la Loire comme les épis, ont engendré le rattachement de beaucoup d'îles à la berge, ce qui a provoqué la formation de francs-bords<sup>1</sup> par accumulation de sédiments à l'aval des ouvrages.

<sup>1</sup> Un franc-bord résulte généralement du processus de rattachement d'une île à la berge. Plus généralement on peut considérer, qu'il s'agit de la bande de terre comprise entre un chenal et une levée.

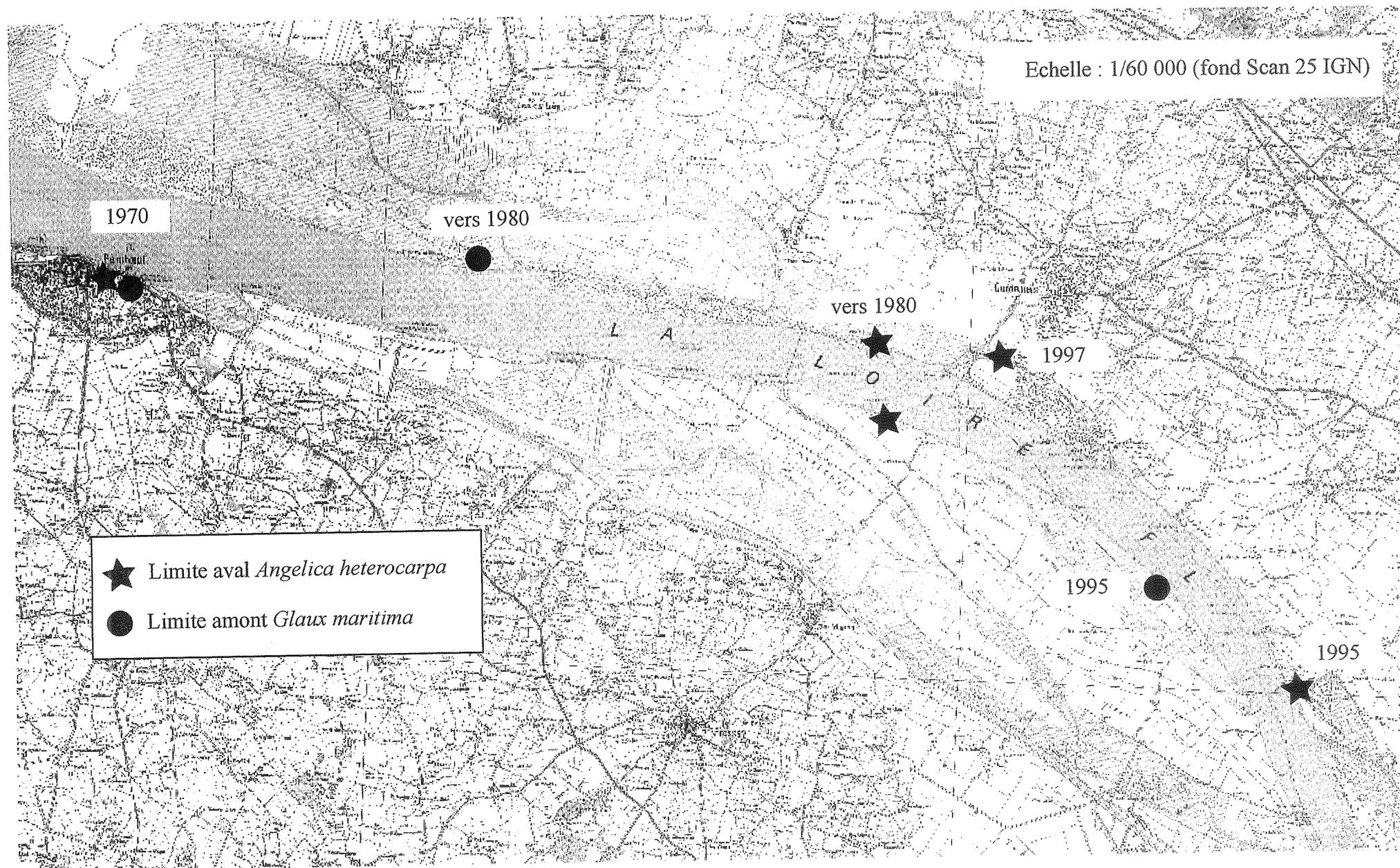
Dorénavant (depuis 1993) les extractions de sable sont interdites dans le lit mineur, mais le dragage d'entretien dans l'estuaire est toujours pratiqué. De plus, les ouvrages de protection contre les crues ainsi que les ouvrages de navigation sont toujours présents en amont de Nantes, ces différents travaux et aménagements participant activement à l'incision du lit de la Loire.

- **Remblaiement des zones humides riveraines** : le remblaiement de nombreuses zones humides de Montoir au Carnet a été particulièrement important au moment des gros travaux d'approfondissement de la partie aval de l'estuaire (création du chenal méthanier de Donges à St Nazaire), il y a une vingtaine d'années. Plusieurs centaines d'hectares de zones humides ont ainsi été remblayées, contribuant encore, mais sans commune mesure avec ce qui était constaté au début du XX<sup>ème</sup> siècle, à la réduction des largeurs de l'estuaire entre berges. Par ailleurs, on observe de façon générale, depuis plus d'un quart de siècle, une modification sensible des surfaces couvertes par les zones émergentes : si, dans la partie sud de l'estuaire aval, les surfaces des vasières augmentent sensiblement (+ 450 ha. en 25 ans), les vasières des zones de Montoir-Donges, Donges-Est, de l'amont de l'île Lavau, du Migron et du Carnet ont considérablement diminué et on peut évaluer à 800 hectares la superficie des estrans (entre 0 et 6 m) ayant disparu de 1957 à 1982 entre Nantes et Paimboeuf.
- **Travaux de protection de berges contre l'érosion** : de nombreux enrochements de berges ont été réalisés en Loire afin de lutter contre les différents processus d'érosion qui se manifestent du fait des alternances de crues et de décrues, des phénomènes de marnage ou de batillage. L'érosion naturelle des berges est fortement accentuée en Loire en raison des travaux réalisés pour améliorer la navigation (endiguement, chenalisation, dragages d'entretien), qui engendrent une augmentation des phénomènes de marnage et des vitesses de courant, responsables d'une plus forte érosion des berges.
- **Construction d'un barrage sur la Sèvre nantaise** : à la confluence de la Loire et de la Sèvre, un barrage a été créé en 1995 (à Pont Rousseau), de façon à limiter les variations de niveau de la Sèvre, avec l'objectif de faciliter la navigation et de réduire l'envasement du lit et l'érosion des berges. La construction de cet ouvrage a conduit à une réduction très sensible des surfaces caractérisées par une alternance d'émersions et d'immersions liées aux marées. L'objectif de lutte contre l'érosion ne semble pas atteint, au contraire, car on observe une aggravation des effondrements de berges avec le dépôt de vases plus molles en pied de berges du fait d'un ressuyage moins long (C. Figureau, com. pers.).

Au cours des siècles passés et plus particulièrement au cours des dernières décennies, les travaux d'aménagements du fleuve ont donc profondément marqué sa géomorphodynamique. Ils sont responsables d'une modification des écosystèmes et d'une transformation de leurs échanges latéraux, longitudinaux, altitudinaux et temporels. Toutes ces modifications ont logiquement eu un impact sur les biotopes favorables à *Angelica heterocarpa*.

## 2. Historique d'*Angelica heterocarpa* dans l'estuaire de la Loire jusqu'en 1997

L'angélique des estuaires est connue depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle dans l'estuaire de la Loire, grâce à J. Lloyd qui la signale comme étant commune de Nantes à Paimboeuf dans sa flore de l'ouest de la France (Lloyd J., 1868).



Carte 2 : Déplacement de la limite de répartition aval d'*Angelica heterocarpa* dans l'estuaire de la Loire entre 1970 et 1997 parallèlement au

Au début des années 1970, dans la flore vasculaire du Massif armoricain (des Abbayes et coll., 1971), l'espèce est toujours indiquée comme étant présente de Nantes à Paimboeuf. Depuis, Pierre Dupont a collecté un grand nombre de données concernant l'évolution de la répartition ligérienne de l'angélique. En effet, à partir de la situation du début des années 1970 qui fait désormais référence, l'angélique des estuaires a subi une importante translation de son aire de répartition vers l'amont en réponse aux profondes transformations de l'estuaire (voir carte 2).

En 1997, S. Magnanon du Conservatoire Botanique National de Brest réalise, à la demande de la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) des Pays de la Loire et avec la collaboration de Pierre Dupont et Frédéric Bioret, une étude globale sur la répartition de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire au cours de laquelle l'angélique est, pour la première fois, recherchée de manière systématique (au moyen de sorties en bateau à l'aval et à l'amont de l'agglomération nantaise).

Les deux principaux facteurs qui ont été le moteur du déplacement constaté vers l'amont de l'angélique des estuaires sont d'une part, l'augmentation de la salinité dans l'estuaire avec la remontée du front de salinité et d'autre part, une augmentation de la sédimentation vaseuse avec la remontée du bouchon vaseux.

Les observations de P. Dupont (com. pers., 1995) permettent de suivre la remontée progressive de la **limite aval** de l'angélique des estuaires parallèlement au déplacement de la flore halophile (*Glaux maritima*) (voir carte 2) :

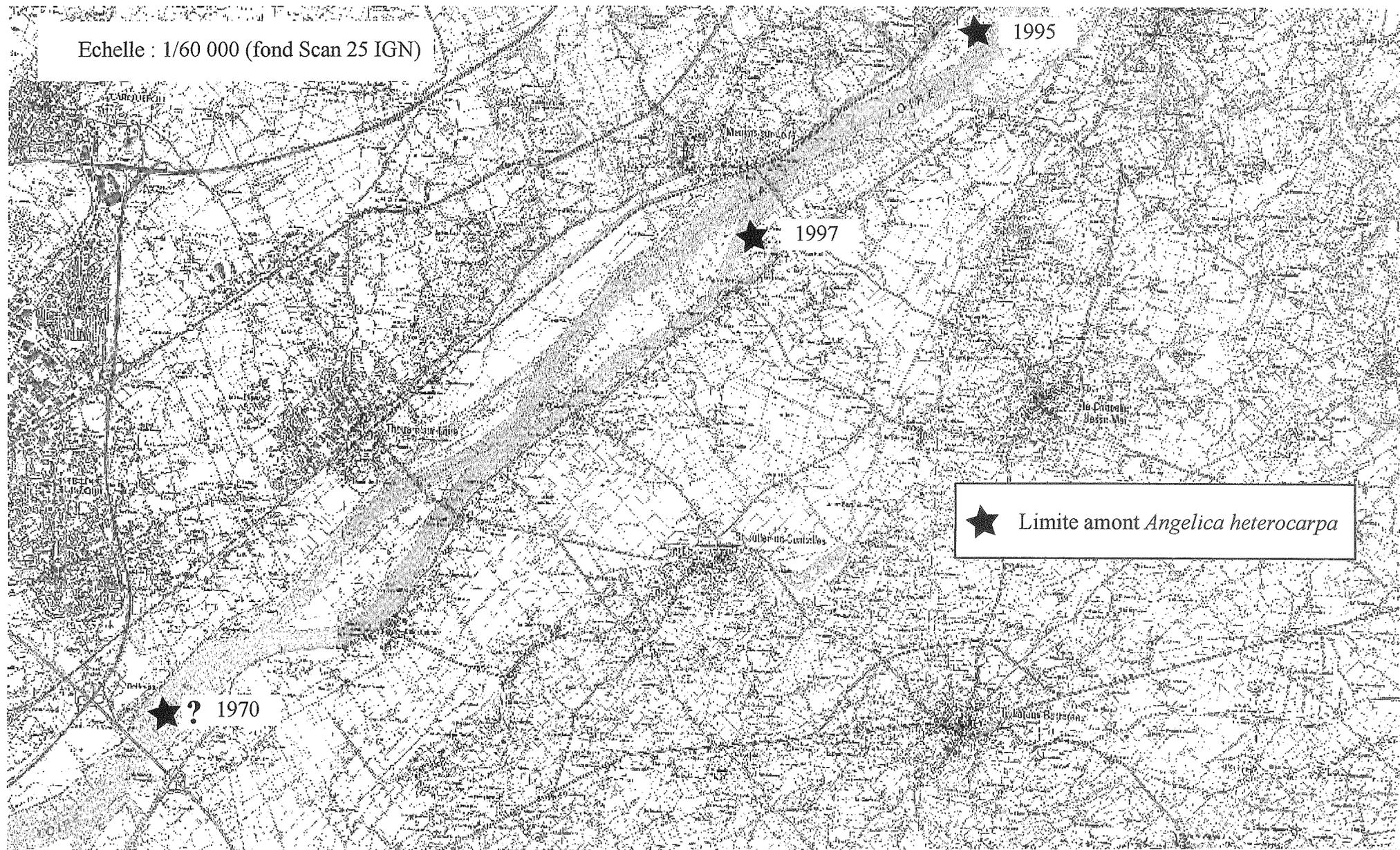
- en 1970, le bourg de Paimboeuf marquait à la fois la limite aval d'*Angelica heterocarpa* et la limite amont de *Glaux maritima* ;
- vers 1980, *Glaux maritima* remonte déjà en rive nord jusqu'à l'Île de Pierre rouge, à hauteur de l'étier de Lavau (Lavau-sur-Loire) et en rive sud jusqu'au feu vert Gabon près de l'Île de la Maréchale (Frossay) tandis qu'*Angelica heterocarpa* ne descend plus que jusqu'à l'étier de la Coquerais, à l'aval de la centrale de Cordemais ;
- en 1995, *Glaux maritima* remonte cette fois jusqu'à l'Île Nouvelle au Pellerin et *Angelica heterocarpa* ne descend plus au-delà de l'étier de la Gicquelais en rive nord (Saint-Etienne-de-Montluc).

En un peu plus de vingt ans, la limite aval de l'angélique des estuaires est donc remontée de plus de 13 kilomètres vers l'amont suite à l'augmentation de la salinité des eaux de la Loire. Ce phénomène participe du processus de « maritimisation » de l'estuaire de la Loire qui a vu la pénétration d'une végétation halophile au détriment de la végétation subhalophile, reléguée plus en amont ou bien latéralement en cas d'apports d'eau douce.

- en 1997, S. Magnanon retrouve quelques pieds d'angélique à l'intérieur du bras de Cordemais (derrière la centrale thermique), ce qui ramène la limite aval à environ 10 kilomètres de sa position initiale à Paimboeuf, mais la première station située sur le chenal marque une nouvelle remontée vers l'amont puisqu'elle se trouve au niveau du Feu vert des Masses au Pellerin, soit à près de 15 kilomètres en amont de Paimboeuf.

En raison de la progression de la marée vers l'amont, l'angélique des estuaires s'est déplacée vers l'amont de Nantes, de 1970 à 1995, profitant d'un renforcement de la sédimentation vaseuse et de plus fortes entrées d'eau salée. La **limite amont** initiale vers 1970 est moins bien connue que dans l'estuaire aval mais P. Dupont estime que l'angélique se trouvait

Echelle : 1/60 000 (fond Scan 25 IGN)



Carte 3 : Déplacement de la limite de répartition amont d'*Angelica heterocarpa* dans l'estuaire de la Loire entre 1970 et 1997.

certainement au moins jusqu'à Sainte-Luce-sur-Loire (probablement au niveau du seuil rocheux de Bellevue). C. Figureau confirme sa présence à Bellevue vers 1975 (com. pers.). Par la suite, la plante a progressé vers Thouaré-sur-Loire, Mauves-sur-Loire puis a atteint le Cellier en 1995 (Ile Nouvelle en rive nord) ce qui représentait alors une translation d'environ 12 kilomètres vers l'amont (voir carte 3). Cependant, dès 1997, S. Magnanon observe un effritement des stations extrêmes à l'amont : la limite d'*Angelica heterocarpa* a reculé de près de 4 kilomètres, ne se situant plus qu'à l'aval du pont de Mauves en rive sud (au niveau de la Pilardière à la Chapelle-Basse-Mer).

Quant à la vallée de la Sèvre nantaise, sans précision sur sa situation antérieure, P. Dupont indique en 1995, qu'elle est présente depuis au moins 10 ans jusqu'à la Chaussée des Moines à Vertou. Cette limite est confirmée en 1997 par S. Magnanon. C. Figureau connaît l'angélique des estuaires en Sèvre nantaise depuis la fin des années 1970 (com. pers.).

La principale conséquence du déplacement de l'angélique des estuaires vers l'amont réside dans le fait que son aire de répartition est depuis les années 1990 centrée sur l'agglomération nantaise, ce qui expose la plante à la menace d'aménagements urbains et industrialo-portuaires.

### III. SITUATION DE L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE EN 2002

#### 1. Méthode

##### 1.1 Inventaire de terrain

L'inventaire des stations d'angélique des estuaires a été réalisé entre le début du mois d'août et le début du mois d'octobre 2002. Au début de cette période, l'espèce était en tout début de fructification mais de nombreuses ombelles restaient encore fleuries. La période s'est révélée être idéale pour la distinguer clairement de l'oënanthe safranée (*Oënanthe crocata*) qui se rencontre fréquemment en mélange avec *Angelica heterocarpa*. L'oënanthe safranée étant plus précoce que l'angélique des estuaires, la présence d'ombelles fleuries a été un indice fiable pour le repérage, notamment lors des prospections par bateau.

Pour des raisons d'accessibilité, l'observation par bateau est en effet la seule technique qui permette une prospection continue des rives de la Loire. Les berges situées en rive droite et gauche, mais aussi les boires et les étiers suffisamment alimentés en eau pour naviguer, ainsi que les îles du fleuve ont été ainsi prospectés grâce aux moyens nautiques et à la collaboration du Service Maritime et de la Navigation (Hervé Couet) pour la Loire fluviale et du service départemental de Loire-Atlantique de l'Office National de la Chasse et de la Faune sauvage (Gilles Leray, Philippe Merland et Daniel Pilvin), pour la Loire maritime.

La zone prospectée par bateau s'étend de Paimboeuf au Cellier, sur un linéaire d'une soixantaine de kilomètres le long de la Loire et correspond à l'ensemble des secteurs où l'angélique des estuaires a été observée depuis le début des années 1970. La zone aval, parcourue en deux demi-journées avec un Zodiac de l'ONCFS, s'étend du Pont de Cheviré au village de Paimboeuf. La zone amont, prospectée avec une plate du SMN en deux jours, est comprise entre les ponts de la Vendée (Nantes, amont de l'île Beaulieu) et le Cellier.

	Nature de la station	Représentation sur le support papier au 1/5 000 <sup>ème</sup>	Mode de représentation sous SIG
<b>Mode de cartographie 1 (ponctuel)</b>	Station ponctuelle, d'une superficie inférieure à 100 m <sup>2</sup>	Représentation par une croix placée au centre de la station	Représentation par un ponctuel au centre de la station
<b>Mode de cartographie 2 (linéaire)</b>	Station linéaire parallèlement à la berge sur une distance d'au moins 10 m (largeur de quelques mètres environ)	Délimitation de la station par un segment de droite	Représentation par un linéaire correspondant à l'extension longitudinale de la station
<b>Mode de cartographie (polygone)</b>	Station étendue sur une superficie supérieure à 100 m <sup>2</sup>	Délimitation d'un « patatoïde » correspondant aux contours réels de la station	Représentation par un polygone correspondant aux contours de la station

**Tableau 3 : Modes de représentation cartographique des stations d'*Angelica heterocarpa*.**

Le temps qui nous était imparti pour la prospection par bateau étant limité, nous avons choisi d'effectuer un second passage à pied lorsque cela était possible, afin de compléter les fiches descriptives des stations. En effet, compte tenu de la vitesse de progression, le passage en bateau a surtout été consacré à la localisation des stations, au dénombrement des effectifs et à la prise de photographies. Les stations de la zone amont ont donc été visitées par voie terrestre à la suite des repérages par bateau. En revanche, la partie aval étant difficilement accessible par voie terrestre et en raison des délais de l'étude, la description des stations en est restée aux observations effectuées par bateau. Les fiches descriptives des stations situées à l'aval n'ont donc pas été intégralement remplies sur le terrain, comme cela a pu être le cas sur la zone amont, et c'est par interprétation des photos que nous avons tenté de compléter ces fiches.

Certains secteurs ont été essentiellement prospectés par voie terrestre. C'est le cas de l'agglomération nantaise entre le Pont de Chevire et le Pont de Bellevue ainsi que de la Sèvre nantaise qui a été entièrement parcourue à pied, sur les deux rives, de sa confluence avec la Loire, jusqu'au barrage-écluse de Vertou.

## 1.2 Définition, localisation et représentation cartographique des stations

L'échelle de travail retenue est le 1/5000<sup>ème</sup> ce qui apporte une précision supplémentaire par rapport au précédent inventaire réalisé en 1997 et permet une meilleure exploitation des résultats en se rapprochant de l'échelle cadastrale. A l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup>, la surface la plus petite pouvant être représentée sur la carte est de l'ordre de 100 m<sup>2</sup> sur le terrain (soit 4 mm<sup>2</sup> sur la carte). Cela signifie que toute station d'une superficie inférieure ne peut être délimitée lisiblement dans ses contours. Pour les stations à extension linéaire, cas le plus fréquemment observé pour l'angélique des estuaires, l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup> permet de distinguer lisiblement un segment d'un point, à partir d'une distance de 15 m (soit 3 mm sur la carte). En fonction de ces contraintes liées à l'échelle, 3 modes de représentation cartographiques des stations d'angélique des estuaires ont donc été retenus qui sont le ponctuel, le linéaire et le polygone (voir tableau 3).

L'échelle de recueil des données a également une influence sur la notion de station. Parmi les arguments qui ont conduit au choix de l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup>, figure la préoccupation de considérer des « stations écologiques », c'est-à-dire des étendues de terrain homogène sur le plan écologique au sein de laquelle l'angélique des estuaires est présente. Cette conception s'écarte de celle de « localité », abordée généralement à l'échelle du 1/25 000<sup>ème</sup>, et qui correspond à un lieu donné sans que celui ne réponde à des critères d'homogénéité écologique et qui peut donc regrouper plusieurs « stations écologiques ».

Une station d'angélique des estuaires correspond ici à un ensemble de pieds constituant une entité géographique délimitable à l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup> et se trouvant dans des conditions de substrats et d'habitats homogènes. Par conséquent, deux stations ont été distinguées si :

- une rupture s'observe dans la répartition des pieds (écart de plus de 15 mètres entre deux groupes d'angéliques),
- une modification notable est constatée dans la nature du substrat ou des habitats abritant l'angélique des estuaires.

La localisation des stations s'est effectuée sur la couverture par orthophotoplan (photographie aérienne numérisée et géoréférencée) de l'agglomération nantaise mise à disposition par la Communauté Urbaine de Nantes (CUN). Sur le terrain, les stations ont été localisées sur une

<b>Habitats non végétalisés</b>	Berges enrochées ou digues sans végétation
	Berges naturelles sans végétation
	Ouvrage bétonné ou en bois
<b>Habitats végétalisés</b>	Groupe à <i>Scirpus triqueter</i>
	Groupe à <i>Eleocharis bonariensis</i>
	Ceinture hygrophile à <i>Apium nodiflorum</i>
	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i>
	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous-bois
	Groupe nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i>
	Groupe nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> en sous-bois
	Phalaridaie
	Phalaridaie en sous-bois
	Phragmitaie
	Phragmitaie en sous-bois
	Bourrelet de berge à <i>Festuca arundinacea</i>
	Forêt de bois tendre
	Forêt de bois dur
	Epiphytisme (sur peuplier, frêne, saule ...)
Groupe rudéral	
Groupe rudéral en sous-bois	

**Tableau 4 : Typologie des habitats**

impression au 1/5 000<sup>ème</sup> des orthophotographies. Ces données cartographiques ont ensuite été intégrées à un Système d'Information Géographique (SIG) : "Map Info Professional" version 6.5 (voir paragraphe 1.5 suivant).

### 1.3 Description des stations

Chaque station répertoriée en 2002 a fait l'objet d'une description sur une fiche standardisée. Cette fiche reprend la trame de la fiche qui avait été établie par S. Magnanon en 1997, mais rajoute quelques critères. Les différents critères décrits sur chaque station sont :

- les informations d'ordre général : n° d'observation, date, nom de l'observateur, commune, lieu-dit ;
- l'effectif de la population d'*Angelica heterocarpa* (évaluation par classes d'effectifs) ;
- la surface pour les stations <100m<sup>2</sup> ;
- la position physiographique (caractérisée par un schéma sommaire) ;
- la nature du substrat (d'origine artificielle : blocs de pierre, bois façonné... ou d'origine naturelle : sable, limon, vase, tronc ou souche...) ;
- la pente de la berge ;
- le degré d'érosion du substrat ;
- la nature de l'habitat ou des habitats qui abritent *Angelica heterocarpa*, ainsi que les habitats situés au contact supérieur et inférieur (voir tableau 4 qui présente la typologie des habitats constitués d'une part, d'habitats végétalisés qui peuvent être caractérisés par leur composition floristique, et d'autre part, par des habitats non végétalisés, très artificiels) ;
- le degré de rudéralisation des habitats abritant l'angélique des estuaires qui rend compte de la « naturalité » de la végétation qui accueille l'espèce (voir tableau 5 qui présente la grille qui a servi à l'évaluation de ce critère) ;
- la présence d'autres espèces végétales patrimoniales ;
- la cotation du milieu selon l'échelle le système de cotation établi par S. Magnanon en 1997 (voir tableau 6) ;
- le degré d'artificialisation du milieu selon l'échelle d'artificialisation établie par S. Magnanon en 1997 (voir tableau 7) ;
- des remarques complémentaires, notamment sur l'environnement de la station et plus particulièrement sur les atteintes éventuelles à la station et les menaces pouvant être identifiées.

Il faut noter qu'un certain nombre de stations situées en zone aval n'ont pas pu être complètement décrites du fait de la difficulté d'interprétation des photos correspondantes prises par bateau et de l'impossibilité de retourner par voie terrestre sur les stations.

### 1.4 Interprétation des données recueillies sur le terrain

A partir des données recueillies sur le terrain, deux notions ont fait l'objet d'une interprétation :

- l'état de conservation des stations d'angélique des estuaires,
- l'enjeu de conservation que représente chacune de ces stations.

Degré de rudéralisation	Nature de l'habitat
Nul	Habitat constitué d'une végétation dépourvue d'espèces rudérales (habitat d'origine).
Faible à Moyen	Habitat abritant toujours la végétation d'origine mais pénétré par des espèces rudérales.
Fort	Habitat n'abritant plus la végétation d'origine, remplacée par une végétation de substitution rudérale

Tableau 5 : Degré de rudéralisation des habitats abritant *Angelica heterocarpa*.

Critère écologique	Caractéristique des critères écologiques
Nature du substrat	E : enrochement D : talus ou digue constitués en majorité de terre N : substrat naturel constitué généralement de vases compactées
Degré d'envasement de la station	1 : pas d'envasement 2 : envasement partiel, fréquemment à la base de la rive 3 : envasement total, sur l'ensemble du profil de la rive
Degré d'érosion	I : station ne subissant pas d'érosion notable R : station marquée par une certaine érosion (R- : érosion faible; R+ : érosion forte)
Zonation de la végétation	Z <sup>0</sup> : absence de ceintures de végétation dans la zone à angélique des estuaires Z <sup>1</sup> : groupement à <i>Angelica heterocarpa</i> partiellement intégré dans une zonation de la végétation (présence fragmentaire de ceintures de végétation) Z <sup>2</sup> : groupement à <i>Angelica heterocarpa</i> intégré dans une zonation de la végétation répondant à des critères de stabilité écologique

Tableau 6 : Cotation de milieu (d'après S. Magnanon et coll., 1998).

Degré d'artificialisation	Situation stationnelle
0	Berge naturelle ou peu altérée, présentant une zonation de la végétation en bon état de conservation.
1	Berge naturelle altérée par les phénomènes d'érosion ou berge ayant retrouvé un caractère naturel (enrochement ou endiguement très ancien, colmaté par des alluvions).
2	Berge artificielle (enrochement ou endiguement visibles) bien recolonisée par la végétation.
3	Berge artificielle mal recolonisée par la végétation ou berge artificielle bien recolonisée par la végétation mais ayant subi des bouleversements récents.
4	Berge récemment artificialisée (enrochements récents), présentant une végétation très clairsemée.

Tableau 7 : Echelle d'artificialisation du milieu (d'après S. Magnanon et coll., 1998).

## a. Evaluation de l'état de conservation des stations d'angélique des estuaires

La notion d'état de conservation est introduite par la Directive Habitats qui a pour objectif « d'assurer le rétablissement ou le maintien des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable ». La directive européenne définit l'état de conservation d'une espèce comme « l'effet de l'ensemble des influences qui, agissant sur l'espèce, peuvent affecter à long terme la répartition et l'importance de ses populations ». L'état de conservation d'une espèce est considéré favorable lorsque sa population apparaît viable à long terme, si son aire de répartition ne diminue pas et lorsque son habitat se maintient à long terme sur des surfaces suffisamment étendues.

L'évaluation de l'état de conservation globale d'une population suppose de pouvoir évaluer l'état de conservation de chacune de ses stations. Pour l'angélique des estuaires, trois critères susceptibles d'affecter l'importance de la population présente dans une station donnée ont été utilisés pour évaluer cet état de conservation. Il s'agit :

- du degré d'artificialisation,
- du degré de rudéralisation,
- des atteintes au milieu constatées dans la station.

La combinaison de ces trois critères (voir tableau 8) permet de décrire 3 états de conservation possibles pour une station d'angélique des estuaires :

- un **bon état de conservation** qui signifie que la station ne présente à priori pas de facteurs susceptibles d'affecter le maintien en l'état des effectifs présents d'angélique des estuaires,
- un **état de conservation moyen** qui signifie que la station subit des facteurs de dégradation qui ont affecté ou bien qui sont susceptibles d'affecter dans un avenir proche l'importance des effectifs d'angélique des estuaires,
- un **mauvais état de conservation** qui signifie que la station subit des facteurs de dégradation qui ont provoqué ou bien qui sont susceptibles de provoquer une diminution importante des effectifs d'angélique des estuaires dans un avenir proche, voire qui menacent la plante de disparition de la station.

L'état de conservation des pieds isolés ou peu nombreux en situation totalement artificielle (pilier d'estacade, gabion ...) a été considéré comme intrinsèquement en mauvais état de conservation même si aucune dégradation n'a été constatée, car ce milieu ne constitue pas un biotope d'avenir pour l'angélique des estuaires qui ne pourra jamais y développer de forts effectifs.

Dans certaines stations de la zone aval où des données pouvaient manquer, il arrive que l'état de conservation n'ait pas pu être évalué.

L'état de conservation est une notion importante pour l'application d'un plan de conservation car elle sert de guide pour définir des priorités d'intervention et de gestion. Les stations en état de conservation moyen ou mauvais appellent en effet des mesures de restauration tandis que les pratiques doivent simplement être maintenues dans les stations en bon état de conservation. L'autre critère qui contribue à la définition des priorités réside dans la notion d'enjeu de conservation.

Etat de conservation	Situation stationnelle
<b>Bon état de conservation</b>	<p>① Station constituée de berges non artificialisées, non rudéralisées (degré de rudéralisation nul) et non dégradées (aucune atteinte).</p> <p>② Station anciennement artificialisée mais ayant retrouvé un caractère naturel (substrat de vase colmatée relativement épaisse bien recolonisée par la végétation), non rudéralisée et non dégradée (aucune atteinte).</p>
<b>Moyen état de conservation</b>	<p>① Station constituée de berges non artificialisées, avec un degré de rudéralisation faible à moyen et non dégradée (aucune atteinte).</p> <p>② Station constituée de berges non artificialisées, avec un degré de rudéralisation nul mais dégradé par une atteinte.</p> <p>③ Station anciennement artificialisée mais ayant retrouvé un caractère naturel (substrat de vase colmatée relativement épaisse masquant les ouvrages, bien recolonisée par la végétation), avec un degré de rudéralisation faible à moyen et non dégradée (aucune atteinte).</p> <p>④ Station anciennement artificialisée mais ayant retrouvé un caractère naturel (substrat de vase colmatée relativement épaisse bien recolonisée par la végétation), avec un degré de rudéralisation nul mais dégradée par une atteinte.</p> <p>⑤ Station constituée de berges artificialisées (enrochement ou endiguement visibles) mais bien recolonisées par la végétation, non rudéralisée et non dégradée.</p>
<b>Mauvais état de conservation</b>	<p>① Station constituée de berges non artificialisées, avec un degré de rudéralisation fort et non dégradée (aucune atteinte).</p> <p>② Station constituée de berges non artificialisées, avec un degré de rudéralisation faible à moyen mais dégradé par une atteinte.</p> <p>③ Station constituée de berges non artificialisées, avec un degré de rudéralisation nul mais dégradé par au deux atteintes.</p> <p>④ Station anciennement artificialisée mais ayant retrouvé un caractère naturel (substrat de vase colmatée relativement épaisse masquant les ouvrages, bien recolonisé par la végétation), avec un degré de rudéralisation fort et non dégradée (aucune atteinte).</p> <p>⑤ Station anciennement artificialisée mais ayant retrouvé un caractère naturel (substrat de vase colmatée relativement épaisse bien recolonisé par la végétation), avec un degré de rudéralisation faible à moyen mais dégradé par une atteinte.</p> <p>⑥ Station anciennement artificialisée mais ayant retrouvé un caractère naturel (substrat de vase colmatée relativement épaisse bien recolonisé par la végétation), avec un degré de rudéralisation nul mais dégradé par au moins deux atteintes.</p> <p>⑦ Station constituée de berges artificialisées (enrochement ou endiguement visibles) mais bien recolonisées par la végétation, avec un degré de rudéralisation faible à moyen ou fort et/ou dégradée par au moins une atteinte.</p> <p>⑧ Station dominée par un substrat artificiel présentant une végétation clairsemée ou station constituée de berges artificielles bien recolonisées par la végétation mais ayant subi des bouleversements récents.</p>

Tableau 8 : Etat de conservation des habitats abritant *Angelica heterocarpa*.

## b. Evaluation de l'enjeu de conservation des stations d'angélique des estuaires

L'enjeu de conservation représenté par une station d'angélique des estuaires au sein de l'estuaire de la Loire consiste à évaluer son importance patrimoniale à l'échelle de la population ligérienne globale. Cela revient à évaluer la perte que représenterait la disparition de cette station pour l'ensemble de cette population.

Une grille d'évaluation des enjeux a donc été établie, dans le but de mieux resituer l'importance à la fois quantitative et qualitative de chaque station au sein de l'ensemble de la population ligérienne. L'évaluation de l'importance quantitative d'une station repose sur la part de la population totale présente dans la station considérée (voir tableau 9).

L'évaluation de l'importance qualitative s'appuie quant à elle sur la qualité du substrat et de l'habitat qui accueillent l'angélique des estuaire en comparaison de la situation où l'on observe le préférendum de l'espèce (voir tableau 10).

Ces deux critères ont fait l'objet d'une notation afin de hiérarchiser l'enjeu de chaque station (voir tableau 11). 4 niveaux d'enjeu ont finalement été retenus :

- **enjeu majeur de conservation** : cette station comprend une part importante de l'effectif global d'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire (de 1 à 10%) et présente une qualité de milieu proche du préférendum de l'espèce - la disparition de cette station constituerait une perte grave pour la population ligérienne à la fois sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif.
- **enjeu fort de conservation** : cette station représente une part importante de la population totale (de 1 à 10 %) mais dans un milieu peu favorable, ou bien une part moins importante de la population totale (de 0,05 à 1 %) dans un milieu favorable ou peu favorable, ou encore une très faible part de la population totale (< 0,05 %) mais dans un milieu proche du préférendum de l'espèce - la disparition de cette station est susceptible de constituer une perte importante sur le plan quantitatif ou qualitatif pour la population ligérienne.
- **enjeu moyen de conservation** : cette station comprend une part très faible (<0,05 %) de la population totale dans un milieu favorable ou une part moins faible (de 0,05 à 1 %) de la population totale mais dans un milieu peu favorable - la perte de cette station aurait de faibles répercussions au niveau global mais peu avoir des conséquences à une échelle plus locale.
- **enjeu mineur de conservation** : cette station comprend une part très faible de la population totale (< 0,05 %), dans un milieu peu favorable et ne pouvant devenir plus favorable - la disparition de cette station serait négligeable à l'échelle de la population totale.

## 1.5 Intégration à un Système d'Information Géographique

La cartographie et les principaux critères de description des stations d'angélique ont été intégrés à une base de données géoréférencée, exploitée sous le Système d'Information Géographique "Map Info Professional" version 6.5.

Les contours des stations ont été digitalisés à l'écran sur le fond de l'orthophotographie mise à disposition par la CUN en référence aux mêmes supports de terrain imprimés à l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup>. Trois types d'objets graphiques ont été créés selon la nature de la station : ponctuels, linéaires ou polygones (voir tableau 3). L'échelle de constitution de cette couche

	Effectif	Note de l'effectif
Fort :	200-499	A
	500-999	
	1000-1999	
Moyen :	10-19	B
	20-49	
	50-99	
	100-199	
Faible :	< 10	C

Tableau 9 : Cotation de l'importance quantitative des stations abritant *Angelica heterocarpa*.

Substrat et ou habitat abritant l'angélique des estuaires	Note du substrat et ou de l'habitat
<b>Préférendum :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vase sur sable ou vase épaisse</li> <li>- vase sur gros blocs et ou petits blocs</li> </ul> et/ou <ul style="list-style-type: none"> <li>- mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous-bois</li> <li>- groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> en sous-bois</li> </ul>	3
<b>Favorable :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gros blocs et / ou petits blocs + vase (interstices)</li> <li>- limons + vase ou argile</li> </ul> et/ou <ul style="list-style-type: none"> <li>- groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i></li> <li>- mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i></li> <li>- bourrelet de berge à <i>Festuca arundinacea</i></li> <li>- borêt de bois tendre</li> <li>- phragmitaie</li> </ul>	2
<b>Moins favorable :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tous les autres types de substrats</li> </ul> et /ou <ul style="list-style-type: none"> <li>- tous les autres types d'habitats</li> </ul>	1

Tableau 10 : Cotation de l'importance qualitative des stations abritant *Angelica heterocarpa*.

Correspondance note / enjeu	Note
Enjeu majeur	A3 et A2
Enjeu fort	A1 ou B2 ou B3 ou C3
Enjeu moyen	B1 et C2
Enjeu mineur	C1

Tableau 11 : Hiérarchisation de l'enjeu des stations d'angélique des estuaires (estuaire de la Loire, 2002) par croisement des cotations quantitatives (tableau 9) et qualitatives (tableau 10).

graphique est le 1/5 000<sup>ème</sup>, identique à l'échelle de recueil sur le terrain. Elle constitue le seuil de validité de l'utilisation de ces données, la consultation à une échelle plus grande (1/2 500<sup>ème</sup> par exemple) risquant d'être erronée.

La plupart des critères recueillis sur la fiche de terrain standardisée, de même que les données issues de l'interprétation telles que l'état de conservation ou l'enjeu de la station sont rattachés aux contours des stations dans différentes tables attributaires. Lorsqu'elle existe, la photographie de la station est également rattachée à la station. A défaut, une photographie-type caractérisant l'habitat est généralement associée (c'est le cas des pieds isolés sur les piliers des estacades qu'il serait inutile de photographier systématiquement).

La base d'information géographique ainsi créée intègre donc l'intégralité des observations effectuées en 2002 par le Conservatoire Botanique, tout en reprenant également les observations effectuées par S. Magnanon, F. Bioret et P. Dupont en 1997, de même que les repérages réalisés par P. Dupont entre 1993 et 1995. L'échelle de constitution de ces deux autres couches graphiques est le 1/25 000<sup>ème</sup>. Ces observations sont représentées uniquement par des ponctuels.

Chacune des observations effectuées en un lieu donné et à une date donnée par un observateur est identifiée dans la base d'information géographique sous un numéro unique d'observation. Un second numéro unique, de station cette fois-ci, a été attribué à chaque station distinguée en 2002. Ce numéro permet de rattacher par interprétation les observations effectuées précédemment (en 1997 ou sur la période 1993-1995) à une même station reconnue en 2002, de sorte qu'une analyse historique de l'évolution des stations d'angélique des estuaires est possible. Le nombre d'observations beaucoup plus faible en 1997 ou sur la période 1993-1995 en comparaison des données 2002 limite cependant la portée de cette comparaison historique. En revanche, la base de données permettra une analyse diachronique très intéressante lors de la reproduction dans quelques années de l'inventaire selon la même méthode.

## 2. Résultats

Au total, ce sont **418 stations** différentes d'angélique des estuaires, réparties sur un linéaire de 52,9 kilomètres de berges (46,5 en Loire + 6,4 sur la Sèvre nantaise) qui ont été identifiées par le Conservatoire Botanique, en 2002. Ce chiffre marque une augmentation considérable du nombre de stations connues puisque l'inventaire de 1997 n'en mentionnait que 148. Cette différence s'explique par le changement d'échelle (1/5 000<sup>ème</sup> en 2002 contre 1/25 000<sup>ème</sup> en 1997) et par le renforcement de la pression de prospection en 2002.

L'intégration de ces observations à une base d'information géographique facilite l'exploitation thématique de ces données. Le lecteur trouvera dans ce rapport des documents graphiques et cartographiques produits sous Map Info pour illustrer les différents thèmes abordés dans la présentation des résultats : effectifs, répartition, groupements végétaux ou substrat accueillant l'angélique des estuaires, degré de rudéralisation, menaces, atteintes, état de conservation et niveau d'enjeu des stations.

Le lecteur est invité à se reporter également au **CDRom de consultation de la base d'information géographique « Angélique des estuaires (estuaire de la Loire, 2002) »** (Brindejone O., Guitton H. et Lacroix P.) qui accompagne ce rapport et qui permet une consultation sous un environnement Map Info simplifié grâce au logiciel gratuit ProViewer (voir *Pour commencer*).

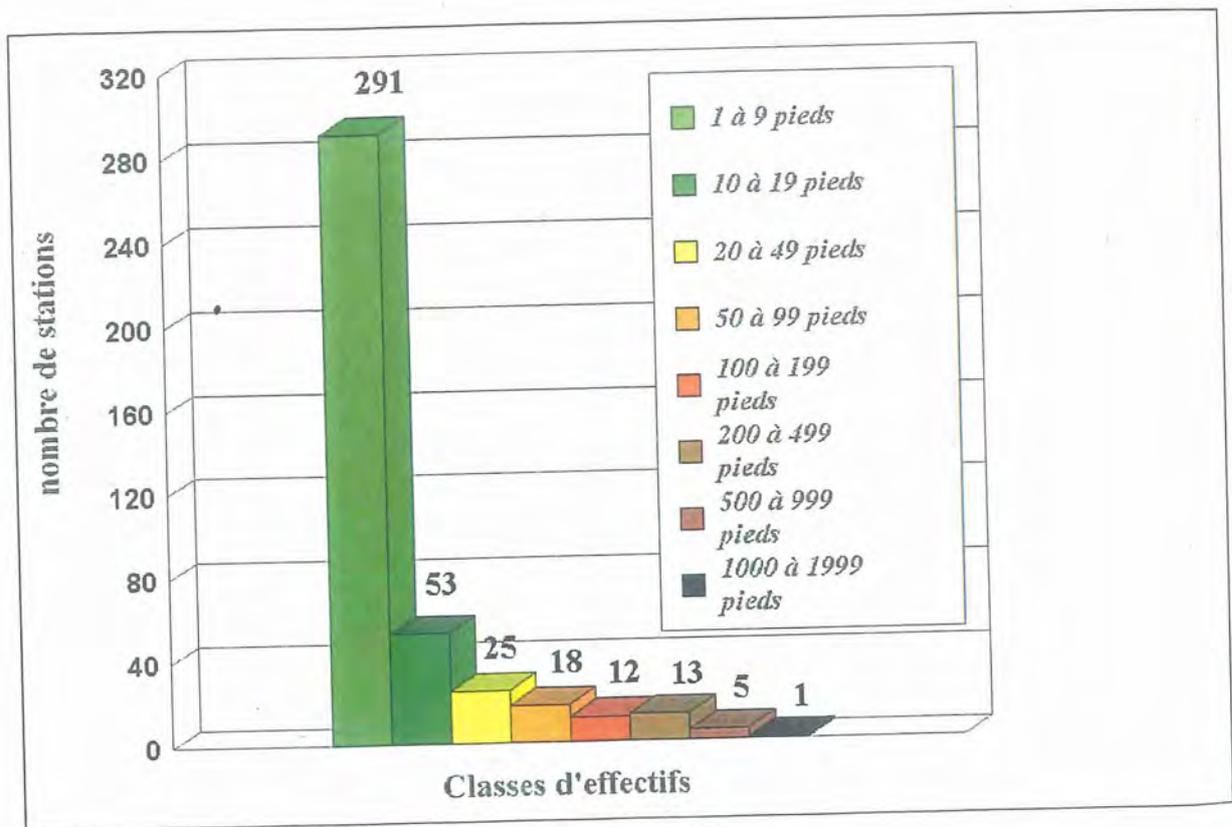


Figure 4 : Nombre de stations d'angélique des estuaires en fonction des classes d'effectifs (estuaire de la Loire, 2002).

## 2.1 Effectifs des stations

### a. Effectifs des stations recensées en 2002

Le décompte du nombre d'individus d'angélique des estuaires dans une station est un exercice délicat car aux côtés des grands pieds fleuris souvent facilement repérables, d'autres pieds plus jeunes ou non fleuris sont dissimulés dans une végétation herbacée parfois dense et nécessitent une recherche attentive.

Afin d'alléger l'évaluation des effectifs, tout en essayant de rester relativement précis, le nombre d'individus d'*Angelica heterocarpa* a été évalué sur le terrain pour chaque station à partir des classes d'effectifs suivantes :

- moins de 10 pieds \*
- 10 à 19 pieds
- 20 à 49 pieds
- 50 à 99 pieds
- 100 à 199 pieds
- 200 à 499 pieds
- 500 à 999 pieds
- 1000 à 1999 pieds

\* un décompte précis est effectué dans ce cas.

Pour la première fois, grâce à la démarche de décompte systématique réalisé en 2002 sur toutes les stations d'angélique des estuaires, un chiffre peut être avancé pour l'effectif total de la population ligérienne d'angélique des estuaires. Si l'on cumule l'ensemble des classes, l'effectif global est compris entre 9 926 et 20 579 individus. La médiane de cet intervalle (15 252) permet de retenir un ordre de grandeur d'environ 15 000 individus dans l'estuaire de la Loire.

Lorsque l'on compare le nombre de stations en fonction des classes d'effectifs (voir figure 4), il apparaît qu'une grande majorité des stations recensées en 2002 (291, soit 69,6 %) présente un effectif inférieur à 10 individus. Au total, ces 291 stations abritent exactement 696 pieds, soit 4,5 % à peine de la médiane de l'effectif total. Inversement, seulement 31 stations (soit 7,4 %) possèdent plus de 100 individus mais rassemblent à elles seules 7 300 à 15 869 pieds, c'est-à-dire environ 76,0 % de la population totale.

Par ailleurs, la répartition spatiale des effectifs n'est pas homogène. Comme le montrent la carte 4 ainsi que les figures 5 et 6, la répartition géographique globale des stations et des effectifs adopte un profil en cloche centré sur les villes de Nantes, Rezé et Saint-Sébastien-sur-Loire, notamment entre les ponts de Chevire et de Bellevue. La Sèvre nantaise présente un profil décroissant à partir de la confluence avec le fleuve. On observe donc une concentration des effectifs d'angélique des estuaires au cœur même de l'agglomération nantaise. L'île de Nantes à elle seule possède entre 2 691 et 5 535 pieds soit 27,0 % de la population totale !

A la consultation des cartes au 1/5 000<sup>ème</sup> (voir CDRom), il apparaît que tandis que les stations à petits effectifs s'éparpillent le long des 46,5 kilomètres de rives de Loire (de Cordemais à la Chapelle-Basse-Mer) occupées par l'angélique des estuaires, les plus grosses stations



(possédant au moins 100 individus) se concentrent toutes (à une exception près) sur un premier tronçon de moins de 20 kilomètres en rive nord (entre l'amont de l'Île de la Liberté, à Couëron et la prairie de Mauves, à Nantes) et sur un second tronçon d'à peine 8 kilomètres en rive sud (entre l'Île de la Fourche à Bouguenais, et l'Île Héron, à Saint-Sébastien-sur-Loire).

#### **b. Comparaison relative des effectifs des stations recensées en 1997 et 2002**

Tout d'abord, rappelons que les démarches adoptées lors de l'inventaire de 1997 et celui de 2002 diffèrent par l'échelle de travail (1/25 000<sup>ème</sup> dans le premier cas, 1/5 000<sup>ème</sup> dans le second) ainsi que par la pression de prospection (5 jours environ en 1997, contre plus de 30 jours en 2002). De plus, en 1997, seules 37 stations sur les 148 repérées au total ont fait l'objet d'une description et d'une évaluation des effectifs, tandis qu'en 2002, les 418 stations mises en évidence ont été, dans leur grande majorité, décrites systématiquement.

Enfin, en 1997, l'évaluation des effectifs a été faite en référence à 3 classes (<10 pieds, 10 à 100 pieds, > 100 pieds) alors qu'en 2002, 8 classes ont été utilisées (<10, 10-19, 20-49, 50-99, 100-199, 200-499, 500-999, 1000-1999).

Les échantillons considérés sont donc différents mais une comparaison historique des stations entre 1997 et 2002 peut tout de même être envisagée pour l'évolution des effectifs entre les deux périodes, sur 34 des 37 stations décrites en 1997, en regroupant les 8 classes d'effectifs de 2002 dans les 3 classes de 1997. Compte tenu des regroupements stationnels effectués dans la base d'information géographique (voir dernier paragraphe du 1.5), les 34 pointages de l'inventaire de 1997 constituent en réalité 29 stations au sens de 2002.

Sur ces 29 stations, 9 sont supposées avoir disparu entre 1997 et 2002 (une certaine prudence est toujours de mise car une redécouverte est toujours possible). Parmi ces stations disparues, figure la station de la Pilardière à la Chapelle-Basse-Mer qui constituait la limite amont 1997 de l'angélique des estuaires, non retrouvée en 2002. Mais pour 4 autres stations, la disparition semble trouver son origine dans le cadre de travaux :

- deux stations localisées dans le Port de Couëron ont fait l'objet en 2001 d'une autorisation de transfert dans une station située à l'amont, à la demande de la commune, en vue de l'aménagement du Port,
- une autre station était située au pied de l'actuel Pont de Chevire : sa disparition est-elle liée aux travaux de construction du pont ?
- une station de plus de 100 pieds, indiquée à Nantes en 1997, face au Port de Trentemoult : dans ce cas, il semble que la modification du substrat puisse expliquer la disparition des angéliques des estuaires. En effet, en 1997, S. Magnanon avait observé cette belle population sur des vases surmontant de gros blocs. Or, aujourd'hui, c'est un substrat sablo-vaseux beaucoup moins favorable, qui domine sur le secteur. Il est possible que ce phénomène soit lié au dragage qui s'opère à l'entrée du bras de Pirmil dans le but de maintenir l'accès des bateaux au Quai Wilson, tandis qu'une recrudescence de la sédimentation sableuse est constatée depuis l'arrêt de l'extraction de sable dans le lit mineur de la Loire en 1993.

Le tableau 12 illustre l'évolution de la répartition du nombre de stations en fonction des 3 classes d'effectifs utilisées en 1997. A côté des disparitions évoquées précédemment, une dynamique de population plutôt positive est observée entre 1997 et 2002 avec 5 stations de moins de 10 pieds qui ont vu leurs effectifs augmenter de 10 à 100 pieds et 2 stations qui

Figure 5 (ci-contre) : Distribution longitudinale des effectifs et du nombre de stations d'angélique des estuaires en Sèvre nantaise (2002).

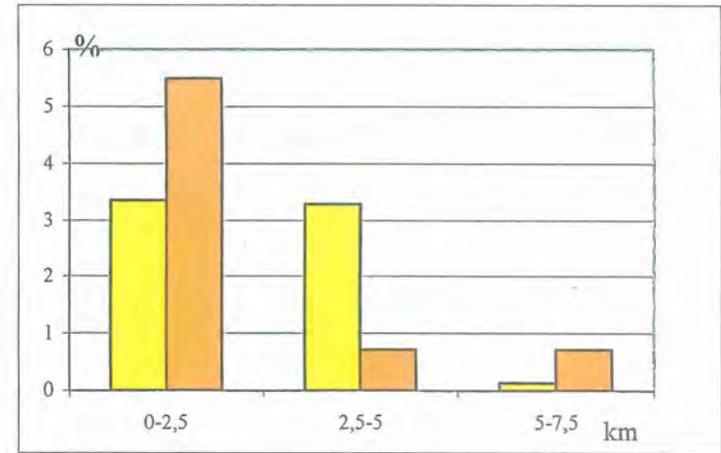
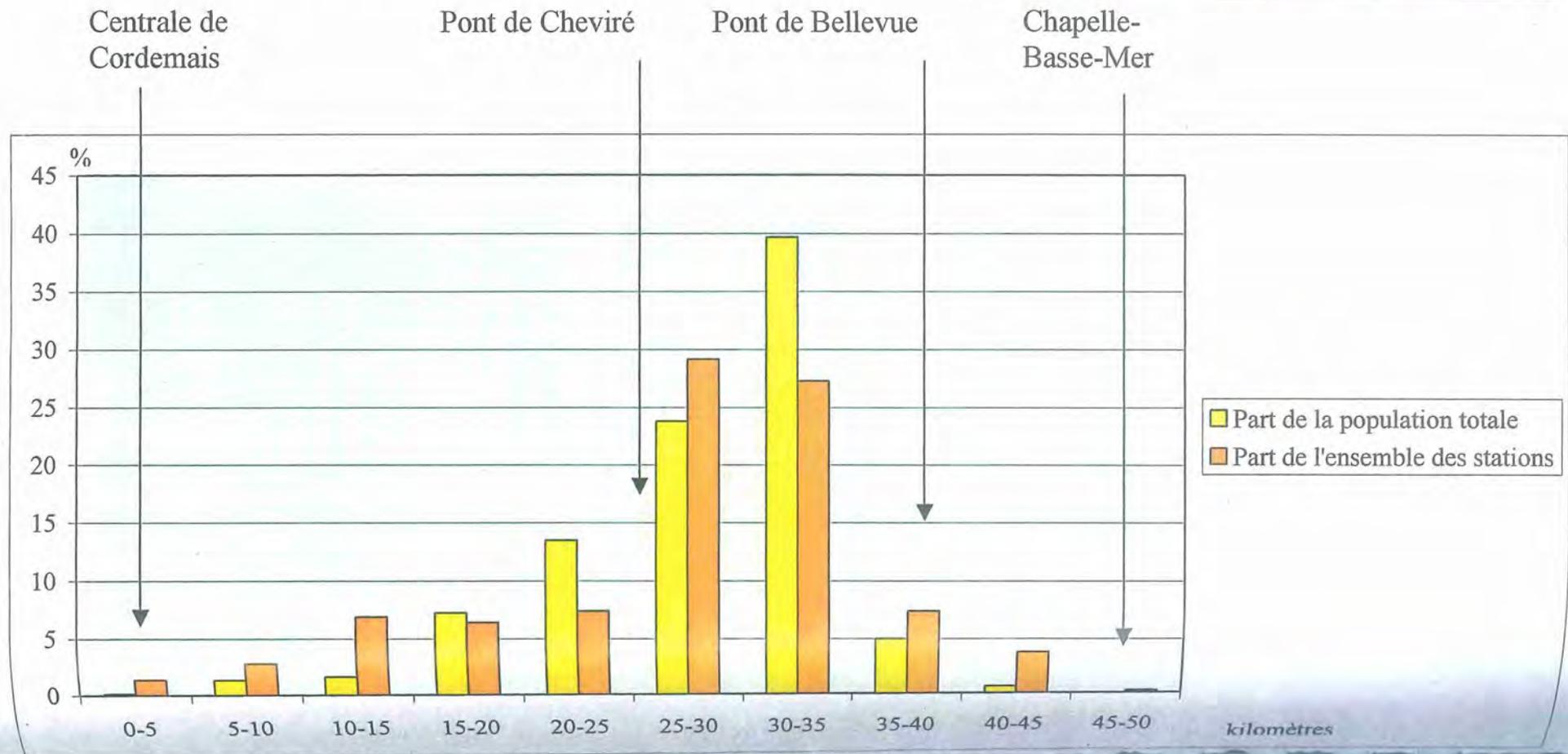


Figure 6 (ci-dessous) : Distribution longitudinale des effectifs et du nombre de station par sections de 5 km sur la Loire (2002).



passent de 10 à 100 pieds à plus de 100 pieds. En même temps, une seule station de 10 à 100 pieds a vu ses effectifs diminuer en-dessous de 10 pieds. Néanmoins, il serait vraiment très hasardeux de généraliser ces résultats étant donné cette base de comparaison très réduite qui concerne moins de 7 % de la population totale .

## 2.2 Evolution de la répartition de l'angélique des estuaires entre 1997 et 2002

L'inventaire mené en 2002 a permis de dresser un nouveau bilan de la répartition de l'espèce (voir carte 4 + CDRom).

La **limite aval** extrême de la répartition d'*Angelica heterocarpa* sur la Loire se situe actuellement au même niveau que la limite aval de 1997, c'est à dire dans le bras de Cordemais. La station repérée en 1997 dans l'étier de la Gicquelais (à la limite entre Cordemais et Saint-Etienne-de-Montluc) a également été retrouvée en 2002.

Par contre, contrairement à 1997, l'angélique des estuaires a été observée en 2002 dans le bras qui sépare l'île Sardine de l'île Bernard (rive sud), de même que dans l'étier de Vair (rive nord, à la limite entre Saint-Etienne-de-Montluc et Couëron). On constate donc entre 1997 et 2002, un certain renforcement de l'implantation de l'angélique des estuaires dans les bras et étiers connexes de la Loire dans sa zone aval.

Cependant, il convient de distinguer les stations qui se situent dans des bras secondaires de la Loire de celles qui se trouvent dans le chenal de la Loire. Ainsi, la première station située dans le chenal, ne se trouve qu'au niveau du feu vert aval de l'île de bois au Pellerin, soit 8,7 kilomètres en amont du bras de Cordemais, la station observée au niveau du Feu vert des Masses en 1997 ayant semble-t-il disparu. Cette position correspond à une remontée d'environ 1,5 km de la limite aval dans le chenal entre 1997 et 2002.

Globalement, il est donc difficile de déceler une évolution nette de la répartition de l'angélique des estuaires à l'aval de l'estuaire de la Loire entre 1997 et 2002. On peut conclure au contraire à un **arrêt de la migration régulière de l'angélique des estuaires vers l'amont entamée depuis 1970, et à la stabilisation de la limite aval à un peu moins de 5 kilomètres à l'aval de la limite observée en 1993-1995.**

La **limite amont**, quant à elle, a régressé de 0,5 km vers l'aval entre 1997 et 2002. Les stations observées dans la période 1993-1995 au Cellier (abords de l'île Neuve) ou encore à la pointe aval de l'île Ripoché (Mauves-sur-Loire) et à la pointe amont de l'île Buzay (Chapelle-Basse-Mer) n'ont pas été retrouvées en 2002 ce qui confirme leur disparition constatée dès 1997. Par contre, la limite amont de 1997 qui était située à l'aval du Pont de Mauves-sur-Loire, en rive sud, au lieu-dit la Pilardière n'a pas non plus été observée en 2002. La première station située à l'extrémité amont de l'aire de répartition de l'angélique des estuaires correspond aujourd'hui à l'entrée du port de la Pierre Percée à la Chapelle-Basse-Mer où l'angélique des estuaires avait été notée déjà en 1997, ce qui constitue un recul d'environ 0,5 kilomètre.

Contrairement à la limite aval, la **régression de la limite de répartition amont en Loire de l'angélique des estuaires observée entre la période 1993-1995 et 1997, s'est donc légèrement poursuivie entre 1997 et 2002.** Ce phénomène s'explique sans doute par le désenvasement de cette partie de la Loire observé depuis une dizaine d'années (com. pers. Hervé Couet, 2002) en liaison avec le recul vers l'aval du bouchon vaseux et par la réapparition de sédiments majoritairement sableux, défavorables à l'angélique des estuaires.

Classes d'effectifs	1997	2002
0	-	9
<10	16	8
10-100	10	8
>100	3	4

Tableau 12 : Evolution entre 1997 et 2002 du nombre de stations en fonction des 3 classes d'effectifs (sur échantillon de 29 stations comparées entre les deux dates).

Période/Année	Limite aval	Limite amont	Linéaire de Loire entre les 2 limites (km)
1970	Paimboeuf	Un peu en amont de Nantes	"48"
1993-1995	St-Etienne-de-Montluc (Etier de la Gicquelais)	Le Cellier (Ile Neuve)	45,6
1997	Cordemais (Bras de Cordemais)	La Chapelle-Basse-Mer (la Pilardière)	47
2002	Cordemais (Bras de Cordemais)	La Chapelle-Basse-Mer (la Pierre Percée)	46.5

Tableau 13 : Evolution du linéaire de Loire occupé par *Angelica heterocarpa* de 1970 à 2002.

Habitat	% du total des individus	% du total des stations
Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> en sous bois	23,2	9,6
Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous bois	21,0	6,8
Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i>	14,5	11,7
Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i>	14,3	11,7
Bourrelet de berge à <i>Festuca arundinacea</i>	7,5	1,4
Forêt de bois tendre	3,4	3,5
Groupement rudéral	2,6	7,3
Phragmitaie	2,4	5,6

Tableau 14 : Principaux habitats abritant *Angelica heterocarpa* avec part de la population totale et part des stations de l'ensemble de l'estuaire de la Loire (estuaire de la Loire, 2002).

L'angélique des estuaires se trouve par ailleurs dans cette partie de la Loire en limite de tolérance par rapport à la dessalure de l'eau. Il semble en fait, que la présence de l'angélique des estuaires au début des années 1990 jusque vers le Cellier, soit à mettre en relation avec les très faibles débits constatés en Loire de 1988 à 1993 et avec les faibles quantités d'eau douce apportées dans l'estuaire car on sait que l'ampleur et la répartition des caractéristiques et phénomènes chimiques et biologiques dans l'estuaire dépendent étroitement des quantités d'eau douce apportées par la Loire et ses affluents (Programme Interrégional Loire Grandeur Nature Pays de la Loire, 2002).

Sur la Sèvre nantaise, la répartition de l'angélique des estuaires ne semble pas avoir été modifiée entre 1997 et 2002 et la plante est toujours présente jusqu'à la Chaussée aux Moines à Vertou. La construction en 1995 du barrage de Pont-Rousseau sur l'affluent de la Loire à l'endroit de la confluence ne semblerait donc pas avoir eu de conséquence directe sur l'angélique des estuaires, en raison du fait qu'il laisse passer les plus fortes marées. Cependant, le renforcement du phénomène d'écroulement des berges modifie défavorablement le profil des berges et constitue une menace pour la population d'angélique des estuaires de la Sèvre nantaise.

Le tableau 13 montre que tout au long du mouvement de translation important de l'angélique des estuaires constaté depuis 30 ans dans l'estuaire de la Loire, le linéaire de Loire occupé par la plante est resté relativement constant, de l'ordre de 46 à 48 kilomètres. Après, une remontée maximale observée en 1993-1995, la répartition de l'angélique des estuaires semble s'être stabilisée environ 4 à 5 kilomètres à l'aval, ce qui correspond toujours à un déplacement par rapport à la situation initiale d'environ 10 kilomètres pour la limite aval et 8 kilomètres pour la limite amont. Néanmoins, les calculs du tableau 13 se fondent sur la présence de stations d'angélique des estuaires dans les bras secondaires de la Loire et si l'on considère uniquement les stations localisées dans le chenal, le linéaire de Loire occupé par l'angélique des estuaires en 2002 n'est plus que de 36,9 kilomètres contre les 48 de 1970.

L'évolution de cette répartition est le reflet du déplacement des conditions écologiques favorables à l'angélique des estuaires (sédimentation vaseuse et salinité modérée) en réponse aux modifications de l'estuaire. Un facteur secondaire lié à la variation de l'hydraulicité de la Loire et aux apports d'eau douce du fleuve qui diluent plus ou moins les remontées d'eau de mer, est vraisemblablement à l'origine d'une variation à la marge des limites amont ou aval de l'aire de répartition de la plante. Ces résultats désignent l'angélique des estuaires comme un excellent bio-indicateur du fonctionnement de l'estuaire de la Loire.

En conclusion, la situation de l'angélique des estuaires en contexte urbain et industriel mise en évidence en 1997 a été confirmée en 2002.

## 2.3 Habitats de l'angélique des estuaires

### a. Habitats abritant *Angelica heterocarpa*

L'angélique des estuaires se rencontre dans deux grandes catégories d'habitats qui sont d'une part, des habitats caractérisés par une végétation relativement abondante, correspondant généralement à des berges peu bouleversées par les aménagements anthropiques (ou dont l'aménagement est très ancien) et d'autre part, des habitats en situation au contraire très artificielle, très peu colonisés par la végétation.

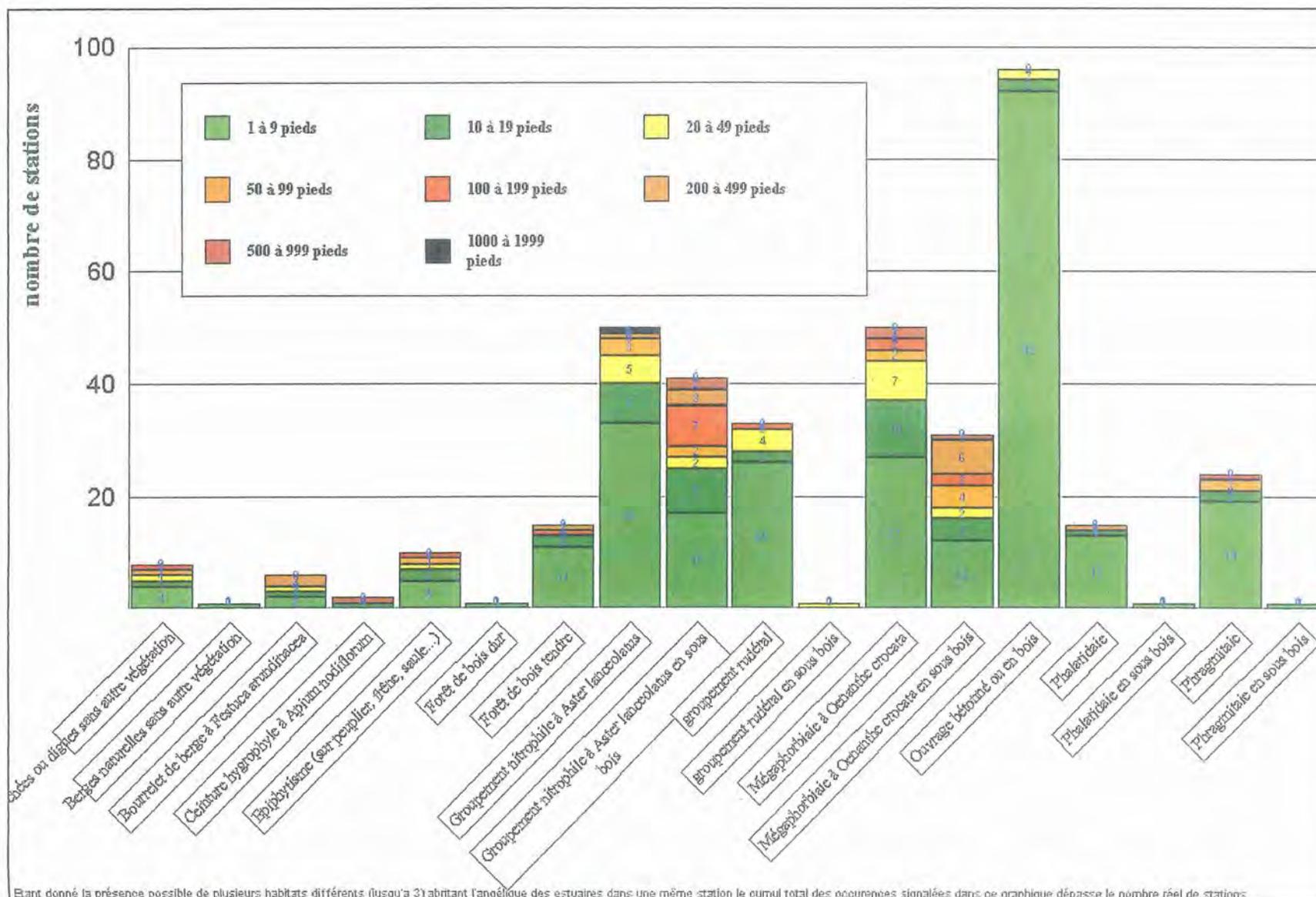


Figure 7 – Répartition des classes d'effectifs d'angélique des estuaires, par type d'habitat (estuaire de la Loire, 2002).

Cette seconde situation se rencontre généralement en contexte urbain ou industriel et correspond à des quais, des appontements, des murs, des perrés, des gabions, des pieux en bois (en particulier sur les piliers des estacades), des portes d'écluses en bois ou encore à des enrochements récents et des digues (voir figure 7). Des pieds d'angélique des estuaires arrivent à s'implanter dans les interstices ou les fissures de ces substrats durs colmatés par une faible épaisseur de vase. Ce comportement est à rapprocher du caractère épiphytique de l'angélique des estuaires dont des pieds colonisent parfois des troncs de saules blancs (C. Figureau et P. Richard, 1990). Néanmoins, ces stations artificielles ne constituent pas un habitat favorable comme le démontrent les effectifs généralement faibles qu'elles présentent (pieds isolés en majorité, la faible taille des individus ainsi que leur difficulté à fleurir et à fructifier (voir figure 7).

En revanche, l'angélique des estuaires s'épanouit avec des effectifs beaucoup plus importants dans les stations dominées par un habitat végétalisé. La description des groupements végétaux ne sera pas reprise en détail ici car elle s'appuie pour l'essentiel sur le diagnostic réalisé par S. Magnanon et col. (1998).

La figure 7 et en complément le tableau 14 montrent que 8 formations végétales rassemblant un peu plus de la moitié des stations (57,6 %) concentrent une grande partie de la population totale (85,5 %).

Deux de ces habitats, rassemblent à eux seuls 44,2 % de la population totale alors qu'ils ne sont présents que dans 16,4 % des stations : il s'agit de la mégaphorbiaie à oenanthe safranée (*Oenanthe crocata*) en sous-bois et du groupement nitrophile à aster lancéolé (*Aster lanceolatus*) en sous-bois. L'abondance de l'angélique des estuaires dans ces groupements situés en sous-bois de la ripisylve en comparaison des mêmes groupements en milieu ouvert, illustre la nette tendance sciaphile de la plante. Elle démontre également le préférendum écologique que ces habitats constituent pour l'angélique des estuaires.

Le groupement nitrophile à *Aster lanceolatus*, la mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata*, le bourrelet de berge à *Festuca arundinacea*, et dans une moindre mesure la forêt de bois tendre (ce terme regroupe la saulaie blanche, la saulaie arbustive à *Salix viminalis*, la saulaie arbustive à *Salix atrocinnerea* et la saulaie-peupleraie à *Populus nigra*) et la phragmitaie sont des habitats favorables à l'angélique des estuaires car le pourcentage des effectifs reste supérieur ou égal au pourcentage du nombre de stations. Ce n'est pas le cas des groupements rudéraux qui constituent une végétation de dégradation peu favorable à l'angélique des estuaires comme le montre le pourcentage du total des individus très faible (2,9 %) en regard de la fréquence de l'habitat (7,4 %).

La figure 8 montre que parmi les groupements végétaux qui abritent les principales populations d'angélique des estuaires, 3 ensembles se relaient de l'aval vers l'amont. Le bourrelet à *Festuca arundinacea* et la phragmitaie sont les groupements hôtes de l'angélique des estuaires dans la partie aval de son aire de répartition, c'est-à-dire de Cordemais jusque vers Bouguenais (Pont de Chevire). Puis, la mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata*, en sous-bois ou non, prend le relais jusque vers le pont de Bellevue (Basse-Goulaine). Sur l'agglomération nantaise, le groupement nitrophile à *Aster lanceolatus* cohabite avec la mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata* à partir de Rezé (à l'est de North House) puis constitue le principal groupement hôte de la partie amont de l'aire de répartition de l'angélique des estuaires.

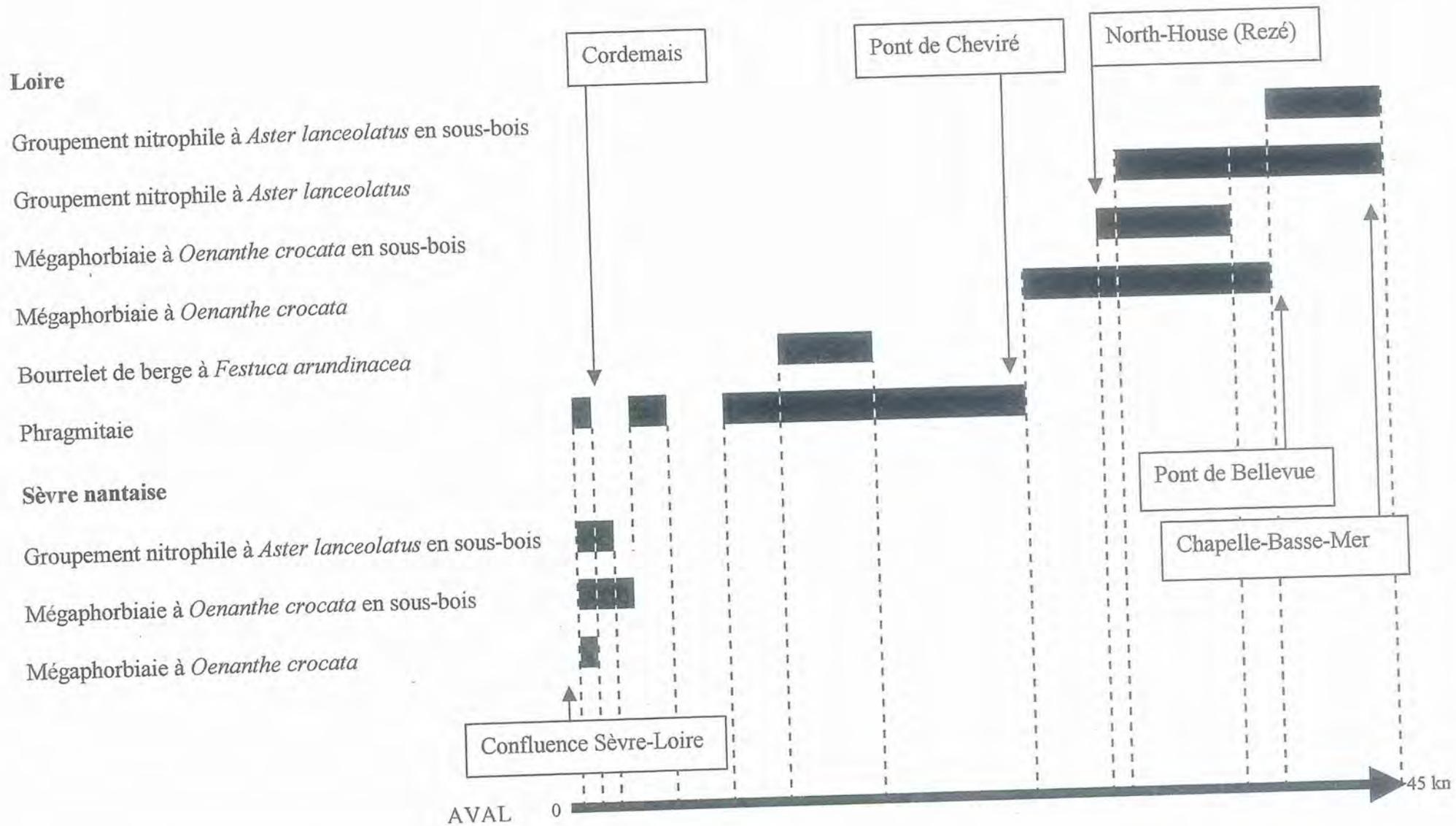


Figure 8 : Distribution longitudinale des principaux groupements végétaux abritant *Angelica heterocarpa* (estuaire de la Loire, 2002).

## b. Habitats situés au contact supérieur des habitats à *Angelica heterocarpa*

Etant donné le caractère sciaphile de l'angélique des estuaires et la préférence qu'elle démontre pour la mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata* et le groupement nitrophile à *Aster lanceolatus* situés en sous-bois, la présence d'une ripisylve au contact supérieur des habitats abritant l'angélique des estuaires est un facteur très important de stabilité d'une station. Ce cas a été rencontré dans 56 stations différentes (13,4 %) et si l'on considère que, dans une certaine mesure, des alignements et des plantations d'arbres peuvent jouer un rôle comparable, 31 stations de plus sont concernées (7,4 %).

Deux grands types de formations boisées naturelles peuvent être reconnus au contact supérieur des habitats à angélique des estuaires :

- la « forêt de bois dur » qui regroupe une frênaie à *Fraxinus excelsior* et/ou *Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* et une peupleraie à *Populus nigra* ssp. *nigra* et ou var. *italica*,
- la « forêt de bois tendre » qui correspond soit à une saulaie blanche à *Salix alba*, soit à une saulaie arbustive à *Salix viminalis*, soit à une saulaie arbustive à *Salix atrocinerea*, soit à une saulaie-peupleraie à *Populus nigra* ssp. *nigra* (var. *italica*) qui intègre aussi de vieilles plantations.

La forêt de bois tendre se rencontre généralement au contact supérieur direct du groupement à angélique des estuaires. Il s'agit d'une forêt linéaire bordant les rives, mais très souvent interrompue et à distribution « en pointillés ». La forêt de bois tendre se poursuit dans l'habitat qui abrite l'angélique des estuaires lorsqu'il s'agit de la mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata* en sous bois ou du groupement nitrophile à *Aster lanceolatus* en sous bois. Dans d'autres cas, elle s'intercale sous forme de bosquets isolés avec la mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata* ou le groupement nitrophile à *Aster lanceolatus*.

C'est généralement dans ces types de formations boisées que l'angélique des estuaires adopte un comportement de commensalisme. En effet, *Angelica heterocarpa* évolue occasionnellement en épiphytisme sur la souche, le tronc ou la base du houppier d'arbres têtards, comme certains saules (*Salix alba*, *Salix viminalis*), frênes ou peupliers. L'angélique des estuaires apparaît plutôt opportuniste quant au choix de l'essence hôte et il arrive également de la rencontrer sur des espèces exogènes : *Populus nigra* ssp. *nigra* var. *italica*, *Platanus hybrida*. C. Figureau et P. Richard (1990) ont montré que l'angélique des estuaires présente un comportement de vraie épiphyte dans le sens où elle ne colonise pas seulement des cavités envasées mais traverse réellement, dans un certain nombre de cas, des couches d'écorces épaisses (mais fissurées) après avoir germé et développé ses premières racines dans des mousses (*Plagiomnium affine* et *Eurynchium* sp.)

Au sein de l'agglomération nantaise, le profil de berge est parfois occupé au contact supérieur de l'habitat à angélique des estuaires par un groupement rudéral, c'est-à-dire par une végétation dominée par des espèces traduisant une dégradation : friches à *Buddleia davidii*, *Reynoutria japonica*, *Artemisia vulgaris*, *Humulus lupulus*, ronciers, etc ... Cette situation a été rencontrée dans 47 stations (11,2 %) et constitue, au contraire de la ripisylve, une menace pour les populations d'angélique des estuaires situées au contact.

Substrat	% du total des individus	% du total des stations
Vase sur sable ou vase épaisse	27,7	16,6
Gros blocs et/ou petits blocs avec vase (interstices)	24,9	21,5
Vase sur gros blocs et/ou petits blocs	23,2	12,0
Limon + vase	5,8	1,7

Tableau 15 : Principaux substrats abritant *Angelica heterocarpa* avec part de la population totale et part des stations de l'ensemble de l'estuaire de la Loire (estuaire de la Loire, 2002).

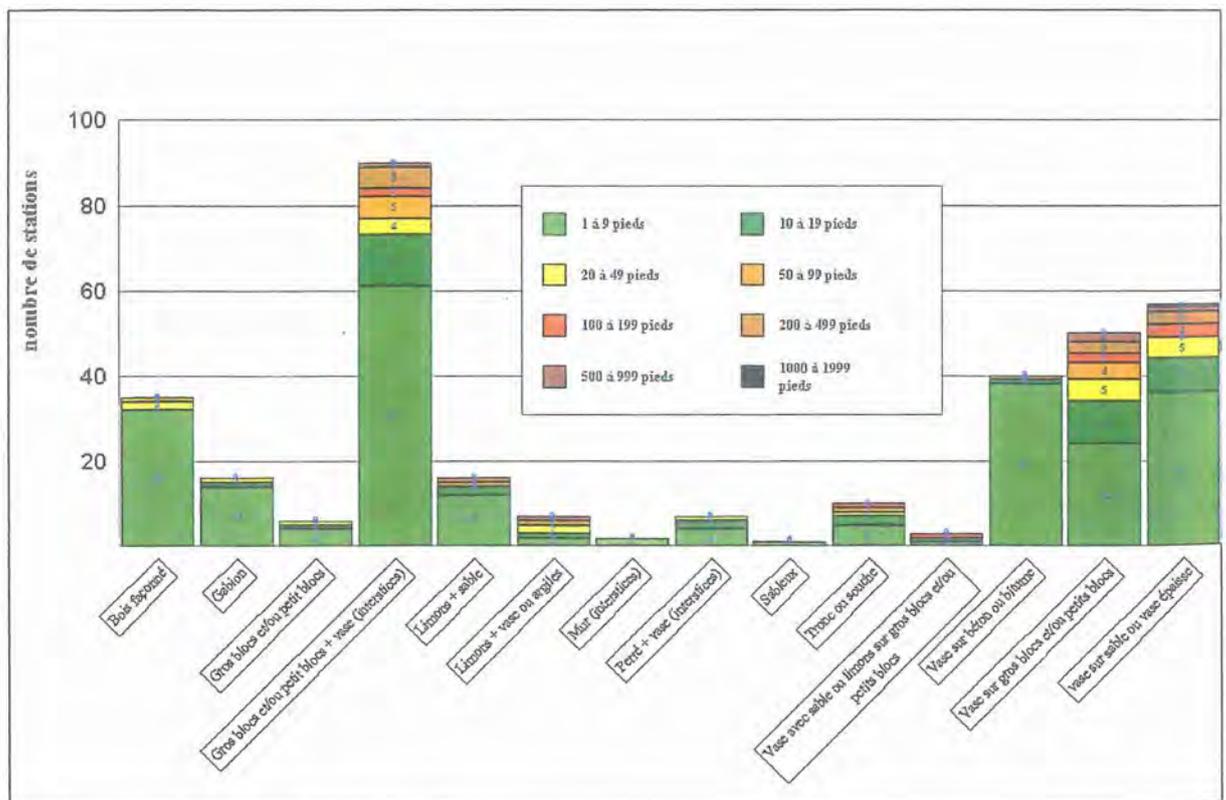


Figure 9 : Répartition des classes d'effectifs des stations d'*Angelica heterocarpa* par type de substrat (estuaire de la Loire, 2002).

### c. Habitats au contact inférieur des habitats à *Angelica heterocarpa*

Deux groupements végétaux se succèdent topographiquement au contact inférieur des habitats à *Angelica heterocarpa* : le groupement à *Eleocharis bonariensis* et plus bas, le groupement à *Scirpus triqueter*.

Le scirpe triquètre (*Scirpus triqueter*) est présent dans l'estuaire de la Loire à partir du moment où la salinité commence à baisser et accompagne l'angélique des estuaires sur l'essentiel de son aire de répartition. C'est une plante très rare à l'échelle française et pour cette raison protégée par la loi en région Pays de la Loire. Le scirpe triquètre forme des peuplements plus ou moins denses à la base des profils de berges envasées. Cette ceinture, présente dans 85 stations d'angélique des estuaires (soit 20,3 % du total mais le chiffre est sous-estimé car certaines prospections ont été faites avec un coefficient de marée masquant le bas des profils de berges), atteste d'un profil de berge régulier et de l'intégration de l'angélique à une zonation de végétation.

Entre le niveau inférieur des habitats à angélique des estuaires (2,40 m NGF) et la ceinture à scirpe triquètre située en pied de berge, s'intercale parfois un groupement dominé par *Eleocharis bonariensis*. Cette espèce est une plante d'origine américaine qui apparaît dans l'estuaire tout comme *Angelica heterocarpa* et *Scirpus triqueter*, lorsque la salinité a suffisamment baissé. Contrairement à ces deux espèces, *Eleocharis bonariensis* ne semble toutefois pas remonter au-delà de la pointe amont de l'Île Héron à Saint-Sébastien-sur-Loire. Ce groupement a été noté dans 18 stations d'angélique des estuaires mais, comme pour le scirpe triquètre, son abondance a probablement été sous-estimée pour cause d'enneigement du profil par la marée.

### 2.4 Types de substrats colonisés par l'angélique des estuaires

L'angélique des estuaires est capable de coloniser des substrats de nature relativement variée, allant de substrats naturels constitués de vase pure ou en mélange avec du sable ou des limons, voire de troncs d'arbres, à des substrats artificiels tels que des enrochements plus ou moins envasés, des murs, des fissures de béton, des gabions, des perrés légèrement envasés ou des ouvrages en bois façonné. Néanmoins, au-delà de cet éclectisme apparent, la figure 9 et le tableau 15 montrent que **4 substrats rassemblant un peu plus de la moitié des stations (51,8 %), concentrent à eux seuls 81,6 % des individus.**

La comparaison entre le pourcentage du total des individus et de celui du total des stations fait ressortir **les deux substrats intitulés « vase sur sable ou vase épaisse » et « vase sur gros blocs et/ou petits blocs » comme les plus favorables à l'angélique des estuaires** dans l'estuaire de la Loire. En effet, avec respectivement 16,6 et 12,0 % du total des stations, ils abritent 27,7 et 23,2 % de la population totale de l'estuaire et accueillent les plus grosses stations d'angélique (voir figure 9).

Ces deux substrats ont en commun de posséder tous les deux **une épaisseur importante de vase compacte**. Pourtant, si le substrat « vase sur sable ou vase épaisse » correspond à un substrat naturel sur berge non aménagée, le substrat « vase sur gros blocs et/ou petits blocs » correspond lui à une berge anciennement enrochée. L'angélique des estuaires peut donc développer des populations importantes sur des berges enrochées pour autant qu'une épaisseur de vase importante recouvre les ouvrages. En fait, l'angélique des estuaires arrive à se développer sur des enrochements dès lors que la vase s'accumule entre les blocs des

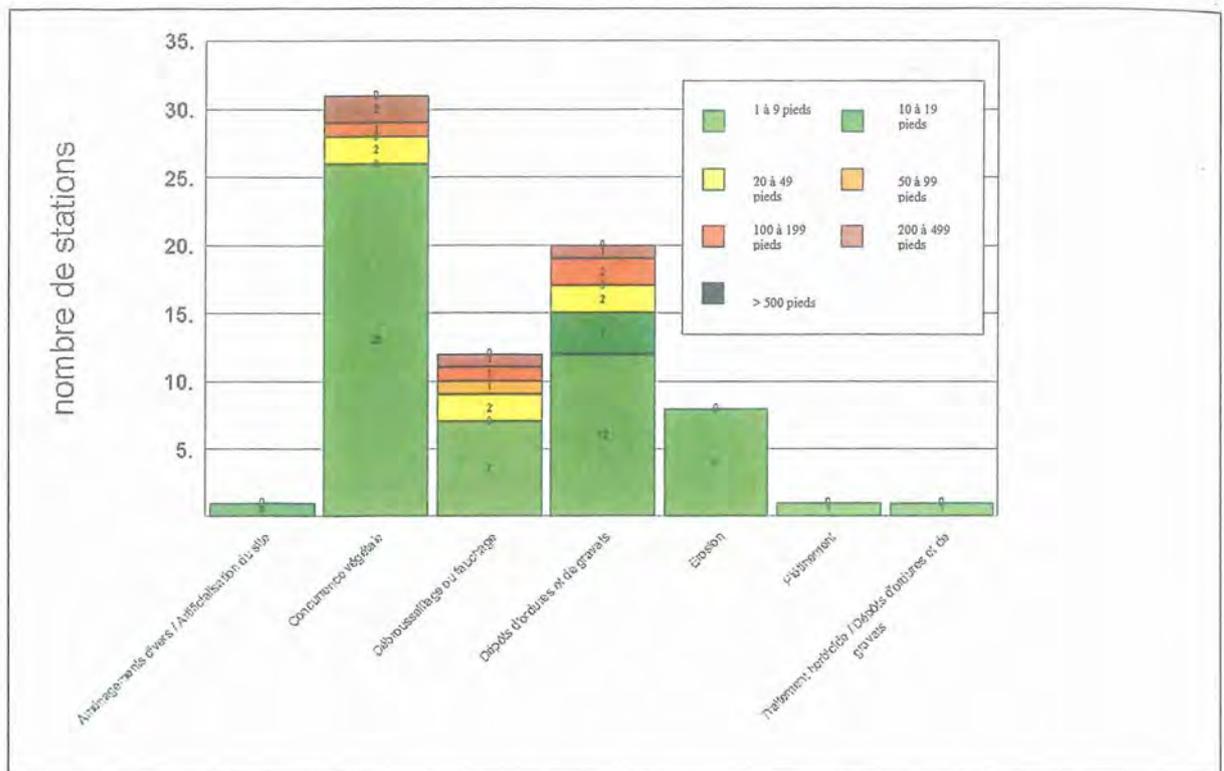


Figure 10 : Répartition des classes d'effectifs des stations d'*Angelica heterocarpa* par type d'atteinte (estuaire de la Loire, 2002).

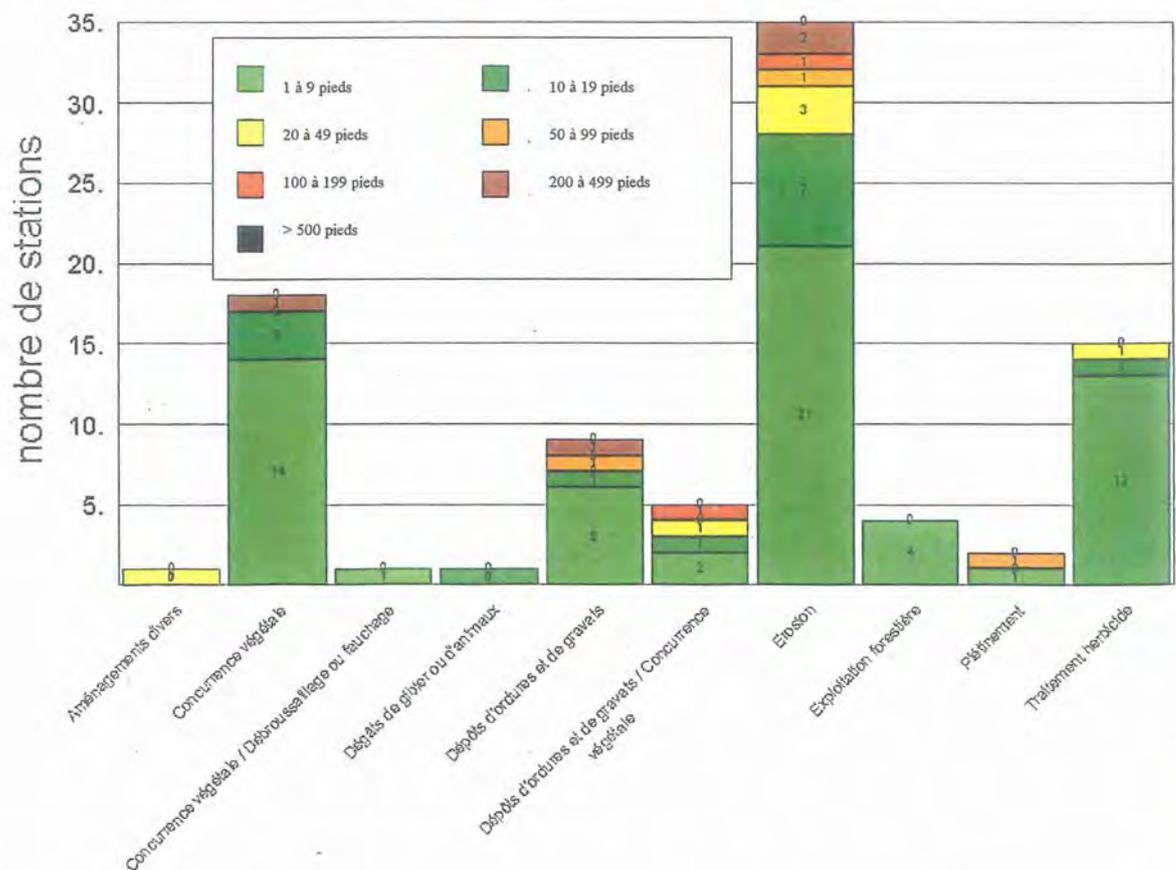


Figure 11 : Répartition des classes d'effectifs des stations d'*Angelica heterocarpa* par type de menace (estuaire de la Loire, 2002).

enrochements : le substrat « gros blocs et/ou petits blocs avec vase (interstices) » qui représente le support de 21,5 % des stations abrite ainsi près de 24,9 % de la population totale.

Les nombreux enrochements effectués sur le cours de la Loire depuis plus d'un siècle ne constituent pas un habitat favorable à l'angélique des estuaires. Ce n'est qu'avec le temps et grâce au colmatage de ces ouvrages par la vase, que l'angélique des estuaires retrouve les conditions favorables qui pré-existaient. Et c'est bien parce que ces ouvrages recouvrent un linéaire important des rives de Loire que de nombreuses stations d'angélique des estuaires sont amenées à coloniser ce type de substrat. Par conséquent, des précautions importantes doivent être prises aujourd'hui lors du renforcement de ces ouvrages, régulièrement effectué pour faire face aux phénomènes d'érosion dû au batillage et au marnage.

Pour le reste des substrats artificiels (bois façonné, gabions, gros blocs et/ou petits blocs, mur, perré avec vase dans les interstices, vase avec sable ou limons sur gros blocs et/ou petits blocs et vase sur béton ou bitume), s'ils constituent le support de 26,1 % des stations d'angélique des estuaires, ils ne représentent qu'une part relativement faible de la population totale (7,9 % des effectifs) car ils abritent des effectifs le plus souvent très faibles. Ces résultats démontrent que ce type de substrats ne constitue pas un milieu favorable au développement de belles stations d'angélique des estuaires.

**Le facteur déterminant en terme de substrat au développement de stations d'angélique des estuaires en effectifs importants est donc la présence de vase suffisamment épaisse (généralement compacte), que ce soit sur des berges naturelles ou d'origine artificielle.** Actuellement, le régime de sédimentation de la Loire est principalement vaseux jusqu'à l'amont de l'Île de Nantes. Plus à l'amont, la sédimentation vaseuse commence à s'atténuer et des sédiments sableux apparaissent. Dès lors les conditions de substrat deviennent un peu moins favorables pour l'angélique des estuaires et la dynamique de désenvasement observée dans les secteurs du Cellier, de Mauves-sur-Loire et de la Chapelle-Basse-Mer suite au recul du bouchon vaseux explique vraisemblablement la régression, ces dernières années, de la limite amont de l'espèce en Loire connue en 1993-1995.

## 2.5 Atteintes et menaces

Les atteintes sont les dégradations observées dans les stations d'angélique des estuaires portant effectivement atteinte à la plante ou à son habitat. Les menaces sont des dégradations observées à proximité des stations, susceptibles de porter préjudice à l'avenir à l'angélique des estuaires ou à son habitat.

85 stations d'angélique des estuaires ont fait l'objet de constats de dégradation. Parmi celles-ci, 13 sont également menacées par une autre dégradation. 80 autres stations sont menacées sans avoir subi d'atteinte effective pour le moment. Au total, ce sont donc **165 stations qui font l'objet d'atteintes ou de menaces (39,5 % du total des stations).**

La figure 10 montre que les **atteintes** par concurrence végétale, dépôt d'ordures ou de gravats et par débroussaillage sont les plus fréquentes (75 % des stations atteintes) et concernent les plus grosses stations. Les autres atteintes recensées sont plus anecdotiques et concernent des stations à faibles effectifs.

Le phénomène de concurrence végétale est étroitement lié à l'envahissement de certains secteurs par des espèces végétales rudérales (*Buddleia davidii*, *Reynoutria japonica*, *Artemisia*

Commune	Lieu-dit	Effectif	Substrat	Habitat(s)
Couëron	Port	500 à 999 pieds	Vase sur gros blocs et/ou petits blocs	?
Indre	Basse Indre	200 à 499 pieds	Vase sur gros et/ou petits blocs	Phalaridaie
Saint-Herblain et Indre	Zone industrielle de la Loire	500 à 999 pieds	Vase sur gros et/ou petits blocs	Ceinture hygrophile à <i>Apium nodiflorum</i>
Rezé	Trentemoult	200 à 499 pieds	Vase sur sable ou vase épaisse	Forêt de bois tendre
Rezé	Trentemoult	500 à 999 pieds	Gros blocs et/ou petits blocs + vase (interstices)	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i>
Rezé	La Basse Ile	200 à 499 pieds	Gros blocs et/ou petits blocs + vase (interstices)	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous bois
Nantes	Quai François Mitterrand	500 à 999 pieds	Limons + vase ou argiles	Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> en sous bois Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i>
Nantes	Quai Hoche	200 à 499 pieds	Vase sur sable ou vase épaisse	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous bois
Nantes	Centre des affaires étran-gères – Ile de Nantes	200 à 499 pieds	Gros blocs et/ou petits blocs + vase (interstices)	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous bois Bourrelet de berge à <i>Festuca arundinacea</i>
Nantes	Amont du pont ferrovière – Ile de Nantes	200 à 499 pieds	Gros blocs et/ou petits blocs + vase (interstices)	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous bois Bourrelet de berge à <i>Festuca arundinacea</i>
Nantes	La Pointe de l'Ile	500 à 999 pieds	Vase sur sable ou vase épaisse	Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> en sous bois Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous bois
Nantes	La Pointe de l'Ile	200 à 499 pieds	Gros blocs et/ou petits blocs + vase (interstices)	Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> en sous bois
Nantes	Prairie de Mauves	200 à 500 pieds	Vase sur gros blocs et/ou petits blocs	Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i>
Saint-Sébastien-sur-Loire et Nantes	Côte Saint-Sébastien	200 à 499 pieds	Gros blocs et/ou petits blocs + vase (interstices)	Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> en sous bois
Saint-Sébastien-sur-Loire	La Beaugerie	200 à 499 pieds	Vase sur gros blocs et/ou petits blocs	Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> en sous bois
Saint-Sébastien-sur-Loire	Ile Pinette	1000 à 1999 pieds	Vase sur sable ou vase épaisse	Groupement nitrophile à <i>Aster lanceolatus</i> Berges naturelles sans autre végétation
Saint-Sébastien-sur-Loire	Ile Héron	200 à 499 pieds	Limons + sable	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous bois
Vertou et Nantes	La Filée	200 à 499 pieds	Vase sur sable ou vase épaisse	Mégaphorbiaie à <i>Oenanthe crocata</i> en sous bois

Tableau 16 : Liste des stations à enjeux majeur de conservation de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire (en gras : stations figurant à l'intérieur d'un site d'intérêt communautaire).

*vulgaris*, *Humulus lupulus*, ronciers... ). Le dépôt d'ordures et de gravats concerne la présence de déchets inertes de remblaiement ou des déchets verts de jardins sur les berges de Loire. Ces matériaux empêchent la végétation de se développer correctement et s'ils sont d'origine organique, peuvent transformer la qualité du sol et constituer un facteur de rudéralisation de la végétation. Dans le cadre du présent diagnostic, une évaluation du degré de rudéralisation a été effectuée (voir tableau 5) dans l'objectif d'apprécier le degré de modification de la végétation en place. Sur les 418 stations d'angélique des estuaires repérées en 2002, 234 ont fait l'objet d'une évaluation du degré de rudéralisation. 164 (soit 39,2 % du total) n'ont pu être renseignées à ce sujet.

Le phénomène de rudéralisation touche 70 stations, soit 16,7 % du total des stations de l'estuaire, parmi lesquelles 47 (11,2 %) présentent un degré de rudéralisation faible à moyen et 23 (5,5 %) un fort degré de rudéralisation. Ces stations rudéralisées se situent majoritairement sur les berges nantaises de la Loire et de la Sèvre. Ce constat s'explique par la présence de berges qui subissent des remaniements plus réguliers qu'ailleurs dans l'estuaire. Ces berges sont généralement colonisées par des stations à faible effectif. En effet parmi les 70 stations à rudéralisation "faible à moyenne" et "forte", 52 d'entre elles ont moins de 10 pieds. Ce résultat témoigne du facteur défavorable de la rudéralisation sur l'angélique des estuaires par phénomène de concurrence végétale.

Le débroussaillage ou le fauchage s'observent ponctuellement sur des cales d'accès au lit de la Loire ou pour l'aménagement de postes de pêches. Le fauchage des angéliques des estuaires ne constitue une atteinte que lorsqu'il intervient en période de végétation (floraison et fructification) mais ne pose plus de problème s'il est repoussé à partir du mois d'octobre, lorsque les fruits sont mûrs. D'une manière générale, c'est en fait la question de la gestion des berges de Loire en contexte urbain et péri-urbain où les formations végétales sont semi-naturelles et où les sources de dégradations se concentrent, qui est posée.

Parmi les **menaces** (voir figure 11), on retrouve de nouveau la concurrence végétale (25 stations, 26,9 % des stations menacées) et le dépôt d'ordures ou de gravats (15 stations, 16,1 % des stations menacées), mais la menace d'érosion est la plus fréquente (36 stations, 38,7 % des stations menacées). L'érosion est un phénomène naturel inhérent au fonctionnement fluvial. Néanmoins, ce phénomène est localement souvent accentué par la présence d'un élément solide d'origine artificielle ou naturelle (souche d'arbre, encombre, enrochement, bloc de béton...), qui engendre à l'aval la création de vortex provoquant des encoches d'érosion plus ou moins prononcées dans la berge. Ces formes d'érosion peuvent se situer au niveau de stations à angélique des estuaires et ainsi représenter une menace potentielle pour ces stations.

La concurrence végétale a été considérée comme une menace potentielle, et non pas comme une atteinte, lorsque les espèces rudérales qui rentrent en concurrence avec l'angélique sont faiblement implantées dans la station ou lorsqu'elles sont situées à proximité et risquent d'envahir l'habitat qui abrite l'angélique des estuaires.

La menace d'exploitation forestière de la ripisylve n'a été indiquée qu'à 4 reprises seulement en raison d'indices évidents d'intervention à proximité. Cependant, la modification des cordons boisés en bordure de Loire ou de Sèvre est un sujet très sensible car il s'agit d'un élément très favorable à l'angélique des estuaires.

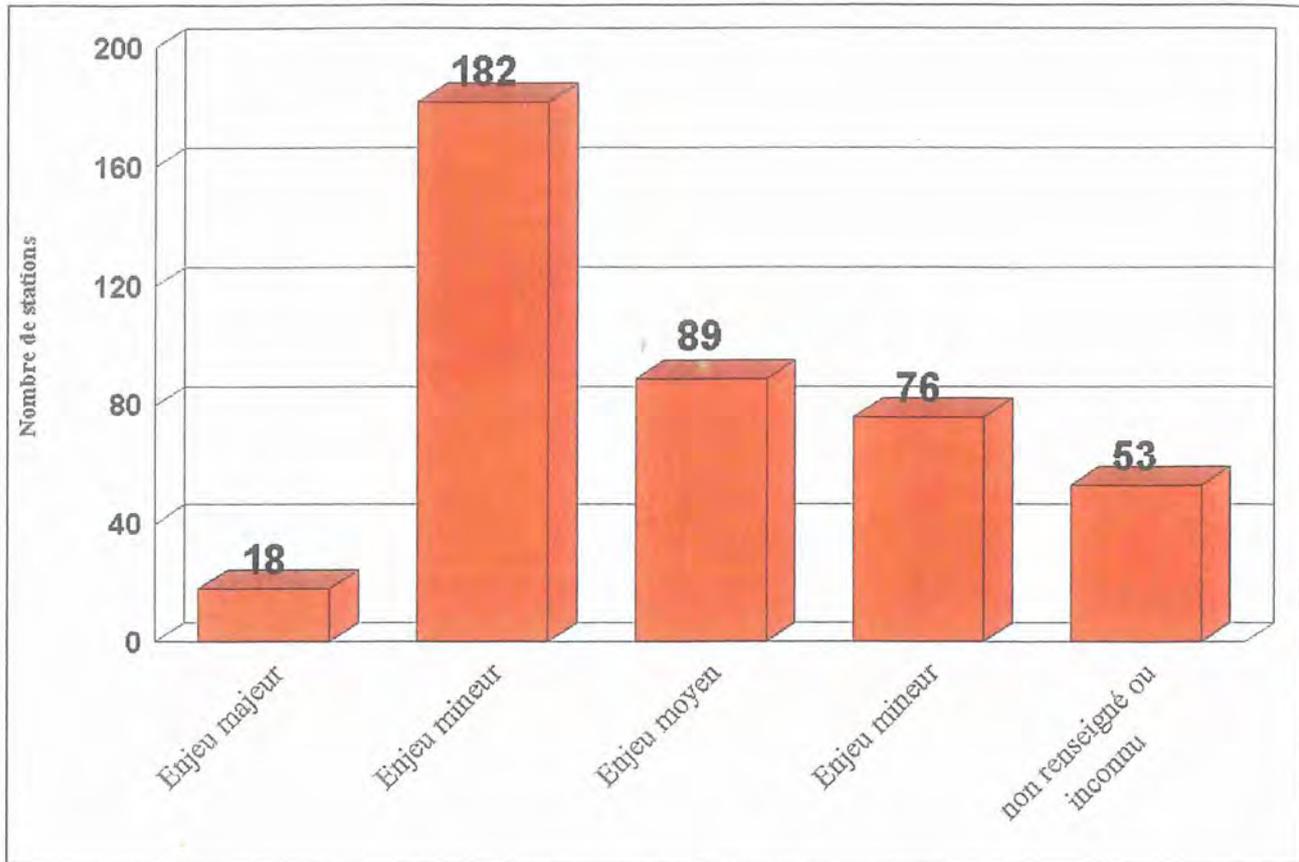


Figure 12 : Répartition du nombre de stations d'angélique des estuaires par type d'enjeu (estuaire de la Loire, 2002).

## 2.6 Etat de conservation

Sur les 418 stations d'angélique des estuaires recensées en 2002, 95 stations sont en bon état de conservation (22,7 %), 46 sont en moyen état de conservation (11,0 %), 179 sont en mauvais état de conservation (42,1 %) et 98 stations n'ont pas été renseignées à ce sujet (24,2 %).

La forte proportion de stations en mauvais état de conservation illustre le fait que l'angélique des estuaires évolue dans un contexte de forte activité socio-économique induisant des aménagements, causes de remaniements fréquents des berges. Ce constat est confirmé par la présence de la très grande majorité des stations en mauvais état de conservation au cœur de l'agglomération nantaise sur des berges très artificialisées et dégradées (voir CDRom de consultation).

## 2.7 Enjeu de conservation

Rappelons que l'évaluation de l'enjeu de conservation de chacune des stations d'angélique des estuaires a consisté à évaluer son importance patrimoniale à l'échelle de la population ligérienne globale, d'un point de vue qualitatif (proximité ou non avec des conditions stationnelles optimales pour la plante) et quantitatif (part importante de la population totale ou non) (voir tableaux 9, 10 et 11).

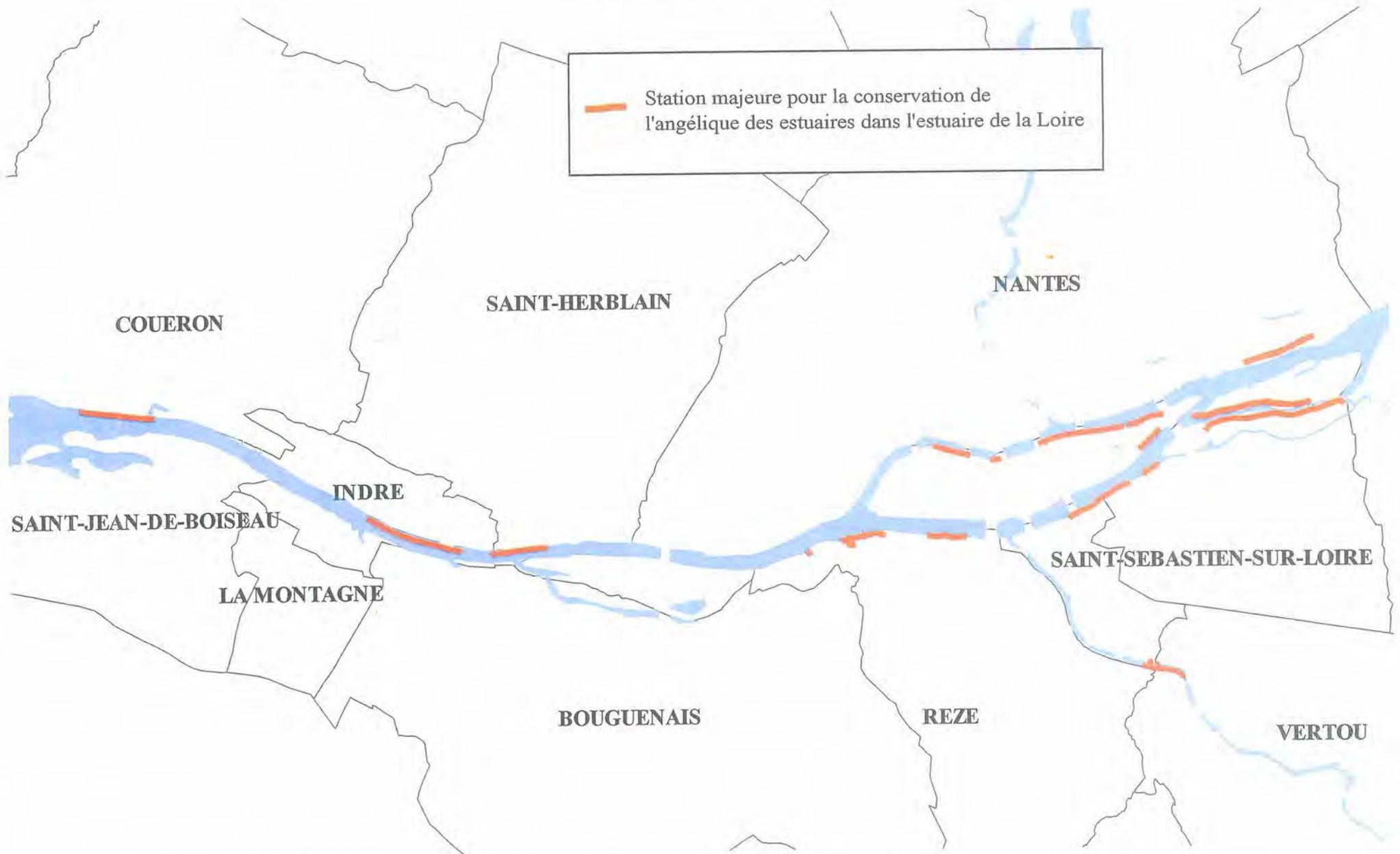
**18 stations ressortent avec un enjeu majeur de conservation à l'échelle de la population ligérienne d'angélique des estuaires car elles sont importantes à la fois sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif** (voir figure 12). Il s'agit de stations abritant de forts effectifs (au minimum 200 à 499 pieds) accueillant au total, 61,9 % de la population totale. De plus, les conditions stationnelles sont proches du préférendum de l'espèce sur le plan du substrat (vase épaisse) et/ou de l'habitat (mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata* en sous-bois ou groupement nitrophile à *Aster lanceolatus* en sous-bois). La liste de ces stations figure dans le tableau 16 qui montrent que celles-ci se concentrent au cœur même de l'agglomération nantaise et seules 2 d'entre elles figurent à l'intérieur d'un des deux sites d'intérêt communautaire (en gras dans le tableau 16). **La disparition d'une seule de ces stations constituerait une perte grave pour la population ligérienne** à la fois sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif (voir figure 12).

**182 stations constituent un enjeu de conservation fort** car elles présentent une importance soit quantitative, soit qualitative pour la population ligérienne. Elles rassemblent au total 24,9 % de la population totale. A la différence, des stations à enjeu majeur, elles sont réparties de manière à peu près égale d'une extrémité à l'autre de l'aire de répartition de l'angélique des estuaires. La disparition d'une de ces stations est susceptible de constituer une perte importante sur le plan quantitatif ou qualitatif pour la population ligérienne.

**89 stations ont été placées en enjeu de conservation moyen** (voir figure 12) en raison d'une qualité de milieu et d'effectifs moindres (au total, ces stations rassemblent 3,1 % de la population ligérienne). Cette catégorie rassemble dans sa grande majorité des stations dégradées, en état de conservation mauvais ou moyen. Une action de gestion sur ces stations est susceptible de les faire évoluer faire des stations à enjeu fort. Cette potentialité distingue fondamentalement les stations à enjeu de conservation moyen des stations à enjeu mineur.

**76 stations présentent un enjeu mineur de conservation** (voir figure 12). Pour l'essentiel, il s'agit de pieds isolés ou très peu nombreux situés dans des milieux artificiels (ouvrage

Echelle : 1/60 000



Carte 5 : Localisation des 18 stations majeures pour la conservation de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire (2002).

bétonné ou ouvrage en bois) ne constituant pas un milieu susceptible à terme une station plus importante.

Enfin, l'enjeu de conservation n'a pas été évalué sur 53 stations pour lesquelles, les données relatives aux conditions de substrat ou d'habitat n'ont pas été collectées sur le terrain (en raison le plus souvent d'un passage en bateau sans accostage). Ces stations sont susceptibles de se classer dans les catégories d'enjeu mineur, moyen ou fort mais ne constituent pas de stations à enjeu majeur.

**2<sup>ème</sup> PARTIE :**

**PRÉFIGURATION D'UN FUTUR PLAN DE CONSERVATION  
EN FAVEUR DE L'ANGELIQUE DES ESTUAIRES**

## I. UN NOUVEL ETAT D'EQUILIBRE FRAGILE

Un des principaux résultats de l'inventaire réalisé en 2002 dans l'estuaire de la Loire réside dans la troublante **concordance qui existe désormais entre l'aire de répartition de l'angélique des estuaires et les limites de l'agglomération nantaise**, la très grande majorité des stations se trouvant à l'intérieur du territoire de la Communauté Urbaine de Nantes. Qui plus est, les rives comprises en rive nord, entre l'amont de l'île de la Liberté, à Couëron et la prairie de Mauves, à Nantes et en rive sud, entre l'île de la Fourche à Bouguenais, et l'île Héron, à Saint-Sébastien-sur-Loire, possèdent les populations les plus importantes et présentent les stations les plus étendues de l'estuaire de la Loire. Cela signifie donc que **c'est au cœur même de l'agglomération nantaise, dans un environnement urbain mais aussi industriel et portuaire, que les enjeux de conservation les plus forts se concentrent.**

Les fortes densités d'angélique des estuaires observées dans l'intervalle Couëron-Nantes correspondent à des conditions globales très favorables en terme de salinité et de sédimentation vaseuse (ce qu'on pourra désigner avec un certaine prudence comme « optimum écologique » de la plante). En quittant la zone de concentration de l'angélique de estuaires vers l'aval ou vers l'amont, on s'éloigne de son optimum écologique : vers l'aval, c'est le taux de salinité plus élevé qui devient moins favorable ; vers l'amont, c'est plutôt le régime de sédimentation (moins vaseux, plus sableux) qui constitue le facteur limitant.

La présence de l'angélique des estuaires dans la ville de Nantes n'est pas un élément nouveau puisqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle, James Lloyd la signalait déjà dans cette commune. Cependant, **la présence dans l'agglomération nantaise de conditions optimales de salinité et d'envasement constitue assurément un fait nouveau qui résulte des modifications profondes du régime des marées observées dans l'estuaire de la Loire au cours des trente dernières années.** Compte tenu de l'évolution historique de l'aire de répartition de l'angélique des estuaires, on peut considérer que cet optimum écologique était situé naguère environ 10 kilomètres plus vers l'aval, en-dehors donc des secteurs les plus densément urbanisés.

Pour toutes ces raisons, l'angélique des estuaires se retrouve être aujourd'hui une plante « citadine ». Pourtant, l'angélique présente une forte sensibilité à l'artificialisation du milieu même si certains pieds isolés parviennent à coloniser des ouvrages en béton ou en bois. Dans ces conditions, **comment assurer la conservation à long terme de cette plante à très forte valeur patrimoniale sans l'opposer systématiquement au développement urbain, industriel et portuaire de l'agglomération nantaise ? Comment faire face à une telle superposition des enjeux économiques et des enjeux de conservation de la nature ?**

On voit bien que la conservation de l'angélique des estuaires dans le cadre d'un strict respect de la loi conduirait à l'obligation de figer la plupart des projets d'aménagement sur les berges de Loire. Bien que le Conservatoire Botanique National de Brest s'oblige à toujours travailler dans le respect de la réglementation en vigueur, il apparaît nécessaire, compte tenu de la forte demande sociale et économique de rechercher une autre voie fondée sur la volonté de maintenir ce patrimoine remarquable dans toute sa diversité, sur la base d'arguments scientifiques et pas uniquement réglementaires.

<i>Zone géographique</i>	<i>% du total des stations</i>	<i>% du total des effectifs</i>
Site d'intérêt communautaire n° FR 5200621 Estuaire de la Loire	6,2	0,2
Site d'intérêt communautaire n°FR 5200622 Vallée de la Loire, de Nantes aux Ponts-de-Cé et zones adjacentes	13,2	16,3
Hors sites d'intérêt communautaire	80,6	83,5

**Tableau 17 : Degré de prise en compte de l'angélique des estuaires par les sites d'intérêt communautaire proposés au réseau Natura 2000 (estuaire de la Loire, 2002).**

## II. OBJECTIFS GENERAUX D'UN PLAN DE CONSERVATION EN FAVEUR DE L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

Bien que le degré de prise en compte de l'angélique des estuaires au sein des sites d'intérêt communautaire proposés en amont et en aval de l'agglomération nantaise soit très faible (voir tableau 17) par rapport à l'ensemble de la population ligérienne, **le programme Natura 2000 est la première assise sur laquelle pourra s'appuyer un plan de conservation global en faveur de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire.** La démarche globale du plan de conservation devra fixer un cadre d'échanges avec les opérateurs Natura 2000 chargés de la rédaction des documents d'objectifs garantissant la cohérence des approches et devra s'attacher à faire des propositions en relais sur les berges à angélique des estuaires situées en dehors des sites d'intérêt communautaire.

La densité des populations d'angélique des estuaires sur les rives de la Loire au sein de l'agglomération nantaise est telle que **cette plante protégée constitue une contrainte à prendre en compte dans toute intervention sur les berges de Loire**, qu'il s'agisse de projets d'aménagement, de restauration, de renaturation ou d'entretien courant. Pour autant, **deux facteurs sont susceptibles de relativiser cette contrainte et de constituer de solides points d'ancrage pour la recherche d'un principe général de compatibilité entre le maintien de l'angélique des estuaires et l'intervention sur les rives de Loire :**

① La zone colonisée par l'angélique des estuaires sur les rives de Loire est un **espace étroit** délimité par une amplitude altitudinale d'environ 1,30 m et se trouve par ailleurs **baignée de manière régulière par la marée et par les crues.** Sa répartition suit donc une ligne étroite de quelques mètres de large à peine où il existe déjà des contraintes fortes de submersion et d'envasement. On ne peut donc pas considérer qu'il s'agisse d'espaces présentant de forts enjeux pour l'urbanisation, ni même pour la circulation à pied. Cet aspect constitue d'ailleurs déjà un acquis puisque la Communauté Urbaine de Nantes considère maintenant la végétation des berges situées en-dessous de 4 mètres NGF comme une végétation naturelle appelant une gestion bien distincte de celle des espaces verts situés plus haut.

② Les **enjeux de conservation** concernant l'angélique des estuaires **sont variables d'une station à l'autre** selon qu'il s'agit, par exemple, de pieds isolés colonisant des ouvrages en bois (sans espoir de développement d'une véritable population) ou d'une population de plusieurs centaines de pieds poussant dans une mégaphorbiaie à oenanthe safranée sous saulaie blanche en bon état de conservation qui constitue un habitat d'élection de l'angélique. Ainsi, s'il paraît évident que le second exemple correspond à un enjeu majeur de conservation de l'angélique des estuaires, le premier ne constitue qu'un enjeu très faible pour le maintien de la plante dans l'estuaire de la Loire (sous réserve d'informations contraires qui pourraient être apportées par une étude fine de la génétique de l'espèce - voir III ci-après).

Grâce à l'interprétation des résultats de l'inventaire de 2002, une évaluation de l'enjeu de conservation est possible, station par station, et peut permettre de jeter les bases d'une analyse sur laquelle pourra s'appuyer un futur plan de conservation en faveur de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire. Tout en restant dans le cadre de la réglementation existante en matière de protection des espèces végétales, celui-ci devra s'inscrire dans une démarche d'innovation et de concertation permettant de déboucher sur **des garanties fortes quant au maintien durable de l'angélique des estuaires dans toute l'étendue de son aire de répartition au sein de l'estuaire de la Loire.** D'autre part, il devra reposer sur l'élaboration de **modalités d'intervention sur les berges de la Loire suffisamment**

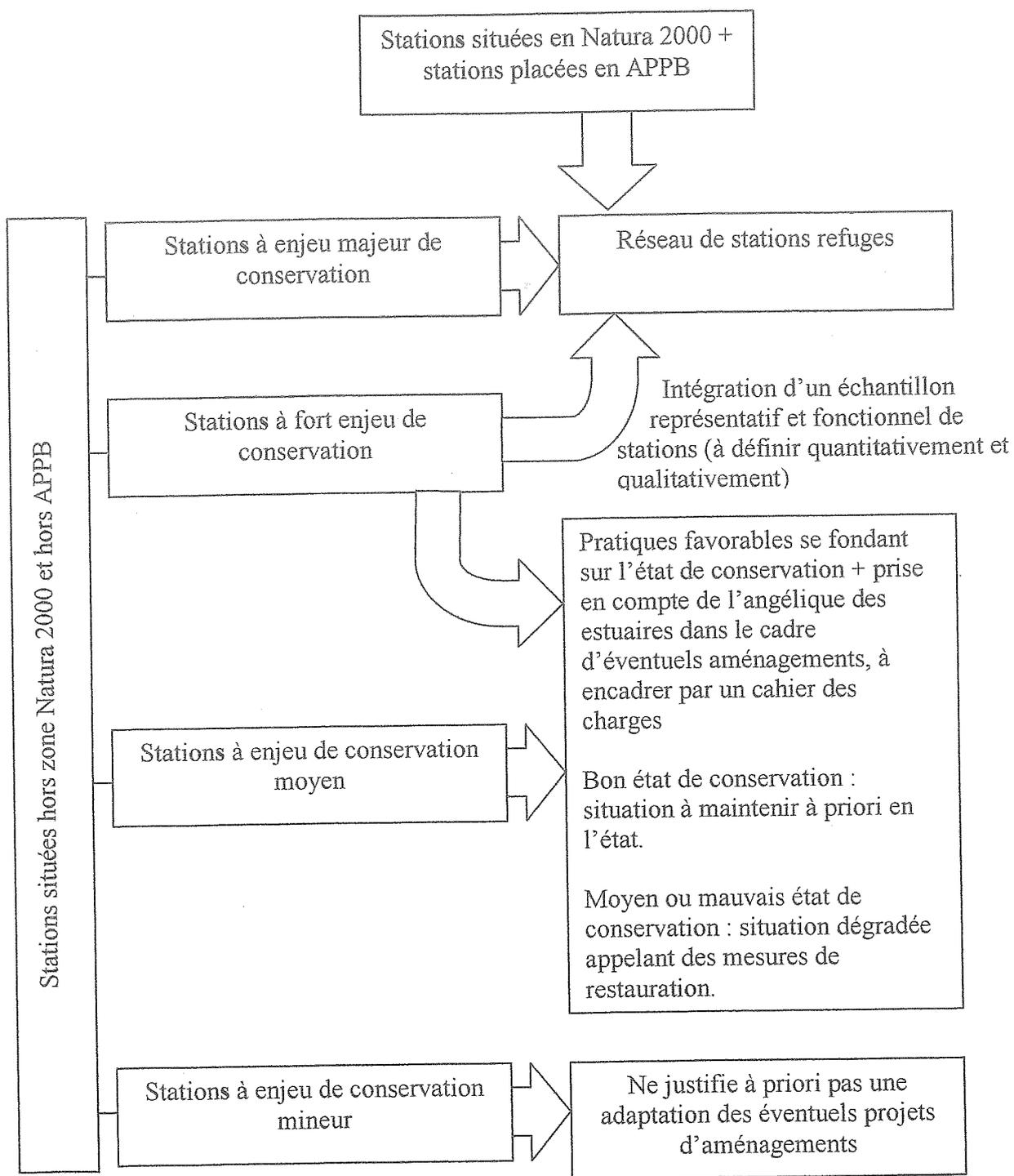


Figure 13 : Proposition d'une stratégie pour le futur plan de conservation, à partir du niveau d'enjeu et de l'état de conservation des stations d'angélique des estuaires.

**respectueux des biotopes** de l'angélique des estuaires pour ne pas figer les aménagements d'intérêt général.

Deux principes peuvent ainsi être proposés pour la construction du futur plan de conservation :

- **mettre en place un réseau de stations refuges** où l'angélique des estuaires bénéficie d'un engagement durable de maintien et qui intègre l'ensemble des stations présentant un enjeu de conservation important (voir figure 13) et qui soit, par ailleurs, représentatif de la diversité et de la distribution de l'espèce dans l'estuaire de la Loire,
- **définir des pratiques favorables à l'espèce** sur le reste de son aire de répartition se fondant sur l'état de conservation des stations, **pouvant être intégrées dans les projets d'aménagement des berges** et permettant de constituer un espace de liberté pour l'angélique des estuaires tout en ne bloquant pas les aménagements là où ils sont nécessaires.

L'élaboration de ce réseau de stations refuges aurait non seulement pour objectif d'assurer les conditions d'une présence pérenne de l'angélique des estuaires dans chacune de ces stations, mais aussi de garantir la conservation à long terme de la population de l'ensemble de l'estuaire de la Loire.

En dehors des sites proposés au réseau Natura 2000 (qui ne prennent malheureusement en compte que de manière très marginale l'angélique des estuaires), et d'un arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB) récemment pris par le préfet de Loire-Atlantique en mesure compensatoire d'un aménagement (Couëron), aucune garantie forte ne porte sur le devenir des sites qui abritent l'angélique des estuaires en bord de Loire. Il est donc proposé d'une part de s'appuyer sur les stations bénéficiant déjà de ces mesures et d'autre part, de développer le réseau de stations de refuges au-delà des zones Natura 2000 et de l'APPB de Couëron.

La mise en place de pratiques favorables à l'angélique des estuaires à intégrer dans les projets d'aménagement ou de restauration de berges devra permettre d'introduire une véritable souplesse dans la conduite des programmes de réhabilitation sur les rives de la Loire. Ce faisant, cet aspect est également un élément important du futur plan de conservation en ce sens qu'il permettra de ne pas confiner l'angélique des estuaires dans des espaces sanctuaires correspondant au seul réseau de stations refuges. La réflexion à conduire dans cet objectif pourrait déboucher sur **la constitution d'un cahier des charges applicable à toute intervention sur des berges à angélique des estuaires.**

**Au travers de ce futur plan de conservation, c'est plus sur la compatibilité de l'angélique des estuaires avec les exigences d'une ville en mouvement que sur la conservation « sous cloche » d'une espèce, qu'il faut donc travailler. Au bout du compte, c'est une véritable problématique s'inscrivant dans le concept de développement durable que l'on voit se dessiner.**



1



2



3



4



5



6



7

- 1 : dépôts de vase sur perré maçonné  
 2 : mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata* sur enrochement ancien colmaté par la vase  
 3 : ripisylve sur vieil enrochement envasé  
 4 : mégaphorbiaies à *Oenanthe crocata* à l'intérieur des arcades du quai Wilson  
 5 : pied d'angélique isolé sur un pieu d'estacade  
 6 : mégaphorbiaie à *Oenanthe crocata* sous forêt de bois tendre  
 7 : phragmitaie

Planche 3 : Diversité des habitats à angélique des estuaires.

### **III. AXES A DEVELOPPER ET PARTENAIRES A ASSOCIER EN VUE DE LA MISE EN PLACE D'UN PLAN DE CONSERVATION**

Ce chapitre recense les différents thèmes qui devront figurer dans un futur plan de conservation en faveur de l'angélique des estuaires et identifie les organismes ressources et les acteurs concernés. Des propositions sont avancées dans la lignée des principes généraux qui viennent d'être énumérés.

#### **1. Amélioration des connaissances**

En dépit des travaux déjà réalisés, des insuffisances subsistent dans la connaissance de l'angélique des estuaires qui constituent des lacunes à combler en vue d'une gestion conservatoire de cette plante. Il s'agit donc bien d'identifier des questions de recherche appliquée, utiles et nécessaires à la mise en place d'un plan d'actions en faveur de l'angélique des estuaires et non pas d'énumérer des questions de recherche fondamentale.

Les techniques d'investigation qui peuvent être mobilisées pour répondre à ces lacunes sont évoquées de même que les organismes ressources qui peuvent être impliqués.

#### **1.1 Identité génétique des populations d'angélique des estuaires**

##### **a. Connaissances à acquérir**

La question de l'identité génétique de l'angélique des estuaires se pose tout d'abord à l'échelle de l'estuaire de la Loire. Il y a-t-il coexistence de plusieurs formes génétiquement différentes de la plante au sein de son aire de répartition ligérienne ou bien celle-ci présente-t-elle une forte homogénéité génétique d'une station à l'autre ? Quelle est l'importance des flux de gènes au sein de la population ligérienne ? Comment ceux-ci varient-ils en fonction de la distance d'éloignement des stations ?

A l'intérieur de son aire de répartition franco-atlantique, l'angélique des estuaires est en réalité présente au sein de 4 estuaires dont l'isolement est à discuter. Trois ensembles géographiques se détachent avec les estuaires de la Charente et de la Gironde, très proches l'un de l'autre, l'estuaire de la Loire 200 kilomètres au nord et l'estuaire de l'Adour, situé environ 300 kilomètres au sud. Avons-nous affaire à la même plante sur le plan génétique d'un estuaire à l'autre ? Existe-t-il des flux de gènes entre les populations des différents estuaires ? Quel est l'estuaire au sein duquel l'angélique des estuaires est apparue ? Quel est l'historique de colonisation des 4 estuaires ?

Des réponses à ces différentes questions sur l'identité génétique de l'angélique des estuaires sont fondamentales pour l'établissement de plans de conservation dont l'objectif est de maintenir un patrimoine génétique dans toute sa diversité. Les stratégies d'action à mettre en place sont en effet totalement différentes selon qu'il s'agit d'une plante à forte variabilité génétique ou bien d'une plante très peu variable. Ces réponses sont indispensables à l'échelle de l'estuaire de la Loire pour s'assurer de la représentativité génétique du réseau de stations durables et d'une plus grande fiabilité de l'analyse des enjeux (peut-être le maintien de petites populations isolées est-elle importante pour la diversité génétique de la métapopulation). Toutefois, l'échelle d'analyse la plus logique serait nationale au travers d'un plan de conservation national qui pourrait se pencher globalement sur ces questions génétiques.

De plus, des phénomènes d'hybridation entre *Angelica heterocarpa* et *Angelica sylvestris* semblent démontrer que les deux taxons ne constituent pas deux compartiments totalement distincts sur le plan génétique. D'une manière plus générale, il serait intéressant de pouvoir discerner le degré de parenté d'*Angelica heterocarpa* avec les autres espèces du genre et d'évaluer la sensibilité de l'angélique des estuaires à l'hybridation.

## **b. Méthodes d'investigation**

La biologie moléculaire (polymorphisme enzymatique) et la cytogénétique (analyse chromosomique) sont des techniques maintenant éprouvées pour l'étude de la variabilité génétique des plantes. L'analyse de données de micromorphologie, de la biologie de la reproduction et des systèmes reproducteurs peuvent s'avérer nécessaires en complément.

Dans l'idéal, c'est une étude de dimension nationale qu'il s'agirait de mener afin de répondre à la question de l'identité et de la variabilité génétique de l'angélique dans les 4 estuaires français. Cet objectif supposerait un programme commun avec les différents opérateurs français des documents d'objectifs concernant l'angélique des estuaires. Néanmoins, une étude restreinte au seul estuaire de la Loire conserverait toute son intérêt.

## **c. Partenaires à associer**

L'angélique des estuaires constitue un modèle très intéressant pour les disciplines qui traitent de génétique des populations et de biologie de conservation et fournit matière à une véritable problématique de recherche qui est susceptible d'intéresser plusieurs laboratoires universitaires.

## **1.2 Biologie de la conservation**

### **a. Connaissances à acquérir**

Dans la première partie de ce rapport, il a été mentionné que le statut de l'angélique des estuaires comme plante vivace avait été discuté. Même s'il semble qu'il s'agisse bien d'une vivace, la longévité de l'angélique est effectivement mal connue. Or, la dynamique d'une population repose en partie sur la durée de vie des individus qui la composent. Cette question doit être résolue afin de mieux comprendre l'évolution dans le temps des populations d'angéliques et dans la perspective de maîtriser des opérations de restauration de biotope. Les interactions avec la flore en place et les phénomènes de concurrence méritent également d'être approfondis.

De la même façon, l'amélioration des connaissances concernant la longévité, la capacité de latence et le taux de germination des semences en nature permettrait de mieux comprendre le cycle de reproduction de l'angélique des estuaires et de maîtriser un recours éventuel à de l'ensemencement dans des opérations de restauration de biotope. Il serait ainsi instructif d'évaluer la capacité germinative en fonction du taux de salinité, de la nature du substrat ou de la luminosité.

La production des graines par les pieds d'angélique des estuaires est un autre sujet à approfondir de même que sa variation éventuelle en fonction de la nature de l'habitat. En évaluant la quantité de graines produite sur une station et en combinant cette donnée au taux de

germination, des chiffres pourraient être avancés par extension à propos du taux de renouvellement des populations d'angélique des estuaires.

## **b. Méthodes d'investigation**

Des études sont d'abord à conduire in situ sur la structure des populations en recensant, sur des placettes expérimentales permanentes, les effectifs d'angélique des estuaires par classe d'âges, du stade germination au stade de sénescence. Une description phénologique est nécessaire à intervalles réguliers, intégrant une évaluation de la production de graines dans diverses conditions d'habitats. En parallèle, un suivi de la végétation accompagnant l'angélique doit être fait sur ces placettes de référence.

Une expérimentation actuellement en cours à Cheviré (Bouguenais) par le Jardin Botanique de Nantes, en collaboration avec le Port Autonome de Nantes, s'inscrit dans cette thématique en étudiant la « levée au champ » à partir de 81 pieds implantés dans un étier artificiel reboisé par du saule blanc et du frêne. Tout en empêchant l'apport de fruits extérieurs en provenance d'autres pieds grâce à un filet délimitant la parcelle expérimentale, le Jardin Botanique dénombre le nombre de graines chaque année et procède tous les ans, en septembre et octobre, à des comptages de plantules et à leur cartographie à l'intérieur d'un enclos de référence.

Ce protocole est à reprendre pour l'appliquer au suivi de stations naturelles dans les principaux habitats de l'angélique des estuaires.

Dans le cadre d'une opération de soutien de population effectuée sur la commune de Couëron (site à présent protégé par arrêté préfectoral de protection de biotope), il faut signaler également un autre suivi scientifique conduit par C. Figureau et Ph. Férard qui porte sur environ 100 pieds transplantés au sein d'une station déjà existante.

En complément des études déjà réalisées en incubateur par C. Figureau et Ph. Richard sur la température de germination des graines d'angélique des estuaires et en complément des études réalisées in situ, des expérimentations sont à poursuivre en laboratoire pour étudier la capacité germinative, à température constante de 20°C, en faisant varier dans des essais séparés, le taux de salinité du support de germination, sa granulométrie et la luminosité.

## **c. Partenaires à associer**

Jardin Botanique de Nantes  
Conservatoire Botanique National de Brest

## **1.3 Ecologie**

### **a. Connaissances à acquérir**

L'angélique des estuaires est qualifiée de plante oligohaline. Cette caractérisation n'est pas le fruit d'une approche quantitative par laquelle sa présence aurait pu être mise en relation avec des taux de salinité précis mais résulte de l'observation de son comportement en comparaison de plantes halophiles ou également oligohalines.

En laissant de côté l'exercice très délicat qui consisterait à doser le taux de salinité dans la masse d'eau, l'analyse des vases qui servent de substrat à l'angélique des estuaires permettrait de quantifier le spectre écologique de l'espèce vis à vis de ce facteur. Cette connaissance serait utile pour établir des corrélations plus précises entre la salinité et l'abondance de l'angélique des estuaires et donnerait certains éléments pour projeter les réactions de la plante en fonction de nouvelles modifications du front de salinité sur la Loire, que ce soit pour des raisons naturelles ou suite à des aménagements (exemple du seuil de Bellevue).

C. Figureau et Ph. Richard (1990) ont démontré que l'angélique des estuaires se trouve globalement le long des berges de Loire entre les cotes NGF 2,40 et 3,80 m. Néanmoins, de la même façon que le marnage varie d'une extrémité de l'estuaire à l'autre, il est très vraisemblable que l'amplitude altitudinale de l'angélique des estuaires puisse varier elle-aussi. Or, ce critère est important car il détermine « l'emprise » de l'angélique des estuaires sur les berges. Il serait utile donc d'approfondir ce sujet en employant les nouvelles techniques de positionnement par satellite (GPS).

## **b. Méthodes d'investigation**

Un protocole et un plan d'échantillonnage sont à mettre en place pour le prélèvement de vases en vue du dosage du chlorure de sodium et pourront s'appuyer sur l'inventaire réalisé cette année. L'échantillon s'attachera à représenter de manière régulière le gradient de salinité qui existe de l'aval vers l'amont et prendra en compte également l'abondance de l'angélique.

L'évaluation de l'amplitude altitudinale et de sa variation éventuelle dans l'estuaire nécessite la précision d'un GPS centimétrique. Cette expérimentation reprendra une partie des stations repérées en 2002 afin de couvrir l'ensemble de l'aire de répartition à intervalles réguliers de 500 m environ. Dans chaque station, l'altitude du pied le plus haut et celle du pied le plus bas seront relevées. Le choix des stations veillera à ce que celles-ci présentent des effectifs le plus nombreux possible et évitera les berges tronquées par aménagement ou érodées.

## **c. Partenaires à associer**

Jardin Botanique de Nantes  
Conservatoire Botanique National de Brest  
Laboratoire d'analyse chimique pour le dosage de la salinité des vases  
Prestataire pour les repérages par GPS

## **1.4 Génie écologique**

### **a. Connaissances à acquérir**

Des besoins très importants se font ressentir dans le domaine du génie écologique pour expérimenter la création de berges favorables à l'angélique des estuaires. Ils se placent au cœur de l'objectif qui consiste à rechercher à rendre compatibles des aménagements en rive de Loire avec la présence de l'angélique des estuaires.

Une étude est en cours à Cheviré par le Jardin Botanique de Nantes en collaboration avec le Port Autonome de Nantes sur une problématique de création d'un biotope boisé à angélique



En haut à gauche : scirpe triquètre (*Scirpus triqueter* L.)  
espèce protégée au niveau régional

En haut à droite : guimauve officinale (*Althea officinalis* L.)  
inscrite sur la liste rouge des espèces rares et menacées du Massif armoricain.



En bas à gauche : salicaire (*Lythrum salicaria* L.)

En bas à droite : séneçon aquatique (*Senecio aquaticus* Hill. subsp. *aquaticus*)





En haut à gauche : scirpe triquètre (*Scirpus triqueter* L.) espèce protégée au niveau régional

En haut à droite : guimauve officinale (*Althea officinalis* L.) inscrite sur la liste rouge des espèces rares et menacées du Massif armoricain.



En bas à gauche : salicaire (*Lythrum salicaria* L.)

En bas à droite : séneçon aquatique (*Senecio aquaticus* Hill. subsp. *aquaticus*)



des estuaires, mais celle-ci se place dans le cas particulier de l'aménagement d'une zone naturelle en vue de la rendre plus favorable. Un autre suivi scientifique sera prochainement engagé par le Jardin Botanique de Nantes afin d'étudier les résultats d'une opération de reprofilage de berges et e création d'un biotope à angélique des estuaires ayant donné lieu au déplacement temporaire de 130 pieds d'angélique sur le quai François Mitterrand, dans le cadre du secteur 1 de l'opération « Iles de Nantes » (déplacement avec autorisation exceptionnelle de la part du Conseil National de Protection de la Nature et du Ministère chargé de l'Environnement).

D'autres expérimentations doivent être conduites afin d'étudier la possibilité de réaménager des berges artificialisées afin de les rendre plus favorables à l'angélique des estuaires.

### **b. Méthodes d'investigation**

En s'inspirant des facteurs écologiques favorables pour l'angélique des estuaires mis en évidence dans la première partie de ce rapport, les expérimentations devront les traduire en spécifications techniques. Elles s'attacheront à décrire précisément les protocoles techniques utilisés de façon à pouvoir analyser les résultats obtenus et afin, en cas de succès, de pouvoir transférer facilement l'expérience acquise. Un suivi scientifique devra être systématiquement mis en place pour encadrer l'évaluation qui devra également considérer des aspects de faisabilité technique et de coût.

### **c. Partenaires à associer**

Jardin Botanique de Nantes  
Conservatoire Régional des Rives de la Loire et de ses Affluents  
Conservatoire Botanique National de Brest  
Services techniques de la Communauté Urbaine de Nantes  
Mission Ile de Nantes  
Port Autonome  
Service Maritime et de la Navigation

## **2. Stratégie de conservation**

La figure 12 résume les propositions qui sont faites ici pour une stratégie de conservation en faveur de l'angélique des estuaires.

### **2.1 Constitution d'un réseau de stations refuges**

L'ensemble des stations bénéficiant d'ores et déjà de procédures de protection effectives ou en cours d'application (Natura 2000 ou APPB de Couëron) a vocation à constituer le socle du futur réseau de stations refuges. Deux questions se posent alors pour développer ce réseau refuge au sein de la population majoritaire de stations qui ne bénéficient actuellement d'aucune mesure :

- Quel échantillon de la population totale doit-on retenir ?
- Quels outils employer pour garantir la pérennité de l'angélique des estuaires dans ces stations refuges ?

## a. Critères de définition d'un réseau de stations refuges

Il ne s'agit pas pour le moment de désigner ce réseau mais d'énoncer les critères qui pourraient prévaloir à sa définition : critères d'enjeu, de représentativité et de fonctionnalité.

### Critère d'enjeu

A partir des éléments recueillis sur le terrain cette année par le Conservatoire Botanique National de Brest, une carte des enjeux de conservation a été établie (voir carte 6 et CDROM de consultation de la base d'information géographique). Cette carte permet d'évaluer l'importance de chaque station au sein de l'ensemble de la population ligérienne et donc l'enjeu que la conservation d'une station particulière revêt d'un point de vue plus global. **La proposition qui est faite ici serait de retenir au sein du réseau de stations refuges les stations à enjeu majeur et un échantillon des stations à fort enjeu, représentatif de la population de l'estuaire de la Loire.**

### Critère de représentativité

La notion de représentativité du réseau de stations refuges devra être précisée. Bien sûr, les conditions stationnelles (habitat et substrat en particulier) et la situation géographique sont des critères qui sont à utiliser dans une démarche d'échantillonnage de la population ligérienne, mais une inconnue persiste avec la question de la variabilité génétique de l'angélique des estuaires en Loire. **Ce critère aura un impact plus ou moins important sur la stratégie de conservation selon la réponse qui pourra être apportée par une étude de comparaison génétique des populations au sein de l'estuaire.**

### Critère de fonctionnalité

Ce critère répond au souci que le réseau de stations refuges ne garantisse pas seulement la conservation de l'angélique des estuaires dans des stations isolées mais apporte également les conditions d'échanges indispensables à la conservation durable de toute population végétale. Ainsi, on devra veiller à la **fonctionnalité sur le plan dynamique de ce réseau en s'assurant que des échanges puissent être maintenus entre les différentes stations et que des flux de gènes s'opèrent.** C'est pourquoi, la **notion de station relais** pourra probablement être ajoutée, si cela s'avère nécessaire aux deux autres critères d'enjeu et de représentativité.

## b. Outils de protection des stations refuges

Les outils à disposition pour garantir la protection des espaces naturels sont nombreux et il est trop tôt pour faire ici des propositions précises. Qu'il s'agissent d'outils réglementaires tels que l'arrêté préfectoral de protection de biotope ou au contraire de démarches plus contractuelles, il est nécessaire que ces mesures soient le fruit d'une concertation avec les acteurs. Ainsi, le statut foncier des berges abritant l'angélique des estuaires est important car il désigne station par station l'interlocuteur concerné.

## 2.2 Définition de pratiques favorables à l'angélique des estuaires

Ce terme de pratiques recouvre tout d'abord des modalités à définir pour le réaménagement de berges abritant de l'angélique des estuaires. Un travail expérimental est à conduire (voir travaux en cours du Jardin Botanique de Nantes sur le secteur I de l'Île de Nantes) pour étudier la réalisation de profils de berge favorables s'appuyant sur un suivi scientifique et technique précis (voir III.1.4 de la seconde partie). Il recouvre ensuite les pratiques d'entretien des berges à angélique et notamment de la végétation.

L'ensemble pourrait faire l'objet d'un groupe de travail associant les maîtres d'œuvre, le Jardin Botanique, le Conservatoire des Rives de la Loire et de ses Affluents et le Conservatoire Botanique National de Brest, en vue de constituer un cahier des charges à appliquer à toute intervention sur des berges à angélique des estuaires.

## 3. Concertation

Sur la base des résultats de l'inventaire 2002 et des principes généraux qui viennent d'être énoncés, **un travail collectif est à conduire de la part des différents acteurs de l'estuaire afin de confronter les enjeux de conservation de l'angélique des estuaires, aux programmes en cours ou en projet sur l'ensemble de l'aire de répartition de la plante**, mais a fortiori au sein de l'agglomération nantaise. C'est après cette phase de concertation, qu'un plan d'actions pourra être engagé en faveur de l'angélique des estuaires.

Cette pratique de concertation devra prévaloir dans le choix des outils à employer pour la mise en place du réseau de stations refuges ainsi que dans l'élaboration d'un cahier des charges à appliquer à toute intervention sur des berges à angélique.

Un travail particulier doit associer les opérateurs des 2 sites d'intérêt communautaire proposés au réseau Natura 2000 notamment en raison de la présence de l'angélique des estuaires (plante inscrite à la Directive Habitats). Les deux documents d'objectifs qui seront rédigés respectivement par le Conservatoire Régional des Rives de la Loire et de ses Affluents pour le site de la Loire en amont de Nantes et par le bureau d'étude Biotope pour le site de l'estuaire, resteront bien évidemment les outils de référence pour la mise en place des mesures de conservation mais ils sont à intégrer au cadre général du plan de conservation global dans un souci de cohérence.

## 4. Sensibilisation

La sensibilisation à la conservation de l'angélique des estuaires est un aspect important d'un futur plan de conservation car c'est **un outil fondamental pour travailler sur l'acceptabilité du programme par la communauté des acteurs de l'estuaire la Loire**. L'appropriation par celle-ci de l'angélique des estuaires comme élément fort de l'identité de l'estuaire de la Loire est une des clés de la réussite de ce projet. C'est pourquoi, il sera nécessaire d'accompagner la réflexion collective en vue de l'application du plan de conservation par une information renouvelée sur l'intérêt patrimonial de l'angélique des estuaires et sur les responsabilités qui en découlent.

Au niveau du grand public, il faudra également viser une appropriation en **valorisant le formidable potentiel pédagogique que représente l'angélique des estuaires**. En effet, voilà

une plante qui dément l'idée reçue selon laquelle une espèce végétale rare est forcément une plante chétive poussant dans des endroits reculés et repoussants. L'angélique des estuaires est tout le contraire puisqu'elle est de grande taille, relativement facile à reconnaître et extrêmement accessible (il suffit de se promener sur les rives de Loire à Nantes pour pouvoir espérer l'observer). Autant la présence en ville de l'angélique des estuaires peut représenter une certaine contrainte vis à vis des aménagements sur les berges, autant il s'agit d'un atout certain sur le plan pédagogique.

Dans le domaine de la sensibilisation au grand public, l'expérience acquise par les associations de protection de la nature (Bretagne-Vivante, Ligue de Protection des Oiseaux notamment) est à mobiliser pour construire un projet global à l'échelle de l'estuaire.

## **5. Evaluation et suivi**

Des outils sont à développer pour permettre l'évaluation des actions et leur suivi dans le temps.

Il manque pour le moment une vision dynamique dans le temps de l'évolution des stations d'angélique des estuaires. Une première approche a pu être réalisée par comparaison des inventaires de 1997 et 2002 mais compte tenu des différences de pression de prospection et d'échelle de recueil des données, l'analyse se restreint à 37 stations (sur 418 stations identifiées en 2002). Dans les années à venir, il sera important d'acquérir du recul dans le suivi stationnel. Pour cette raison, il serait souhaitable de reconduire tous les 5 ans l'inventaire systématique des stations d'angélique des estuaires sur l'ensemble de l'aire de répartition ligérienne en reprenant le même protocole et en conservant notamment l'échelle de cartographie du 1/5 000. En complément, un suivi au moins annuel pourrait être effectué sur un échantillon de stations afin de suivre plus régulièrement et plus finement l'évolution des stations.

Afin d'optimiser et d'unifier les démarches, il paraîtrait efficace de choisir les stations faisant l'objet de ce suivi parmi le réseau des stations refuges et de faire en sorte que les expérimentations à conduire en vue d'une amélioration des connaissances (voir III.1 de la partie 2) convergent également sur les mêmes sites. C'est donc en parallèle du réseau de stations refuges, un réseau de suivi qu'il faudrait élaborer.

Par ailleurs, des suivis doivent aussi être envisagés lors des programmes d'aménagement donnant lieu à une restauration ou à de la renaturation de berges abritant de l'angélique des estuaires. Il s'agit tout d'abord d'assurer un suivi des chantiers permettant la prise en compte des pieds d'angélique des estuaires et de son habitat au cours des travaux. Il s'agit ensuite de mettre en place un suivi scientifique permettant de tirer les enseignements des modes opératoires employés car il y a un fort besoin d'accumuler de l'expérience en matière de génie écologique appliqué à l'angélique des estuaires. A cet égard, le suivi de chantier et le suivi scientifique à mettre en place devront s'inspirer du rôle joué par le Jardin Botanique de Nantes lors du réaménagement des berges en bordure du quai François Mitterrand.

## **6. Valorisation du plan de conservation**

La démarche engagée par la Communauté Urbaine de Nantes et la Direction Régionale de l'Environnement des Pays de la Loire repose sur le choix d'une collectivité territoriale d'assumer pleinement ses responsabilités dans la conservation d'une plante très rare à l'échelle

mondiale. Cet engagement possède un caractère exemplaire qui méritera d'être valorisé tant au niveau local, qu'au niveau national.

De plus, la mise en place du plan de conservation en Loire s'accompagnera de travaux scientifiques dont la portée pourra intéresser les opérateurs des documents d'objectifs sur les autres sites d'intérêt communautaire proposés par la France au réseau Natura 2000 en raison de la présence de l'angélique des estuaires. La problématique de conservation générale qui se pose en France pour cette espèce pourrait d'ailleurs justifier **un plan de conservation national** qui permettrait de traiter des questions communes aux différents estuaires telles que par exemple celle de sa variabilité génétique.

La démarche scientifique peut elle aussi avoir un caractère exemplaire applicable à la conservation d'autres espèces rares en milieu urbain et péri-urbain. Les résultats scientifiques devront donc également être valorisés au travers d'articles ou de communications lors de colloques.

## CONCLUSION

Le nouvel inventaire de l'angélique des estuaires conduit en 2002 dans l'estuaire de la Loire, a précisé les résultats obtenus précédemment par le Conservatoire Botanique National de Brest en 1997. Il renforce le constat que l'aire de répartition de cette plante, protégée aux niveaux européen et national, est centrée sur l'agglomération nantaise et que c'est au cœur de cet environnement urbain mais aussi industriel et portuaire, que les enjeux de conservation les plus forts se concentrent.

Les résultats confirment également que les sites d'intérêt communautaire proposés par la France au réseau européen Natura 2000 sensés assurer la conservation des habitats et des espèces telles que l'angélique des estuaires, ne prennent en compte que moins de 20 % des stations et des effectifs de l'ensemble de la population ligérienne. La procédure Natura 2000 est insuffisante pour assurer le maintien durable de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire.

La démarche adoptée dans ce rapport a été guidée par la volonté de définir des critères scientifiques objectifs et non pas seulement réglementaires, en vue de la mise en place d'un futur plan de conservation global de l'angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire garantissant à la fois un maintien durable de ce patrimoine collectif remarquable et la possibilité de conduire des opérations d'aménagement et d'entretien des rives du fleuve.

C'est un chantier collectif qui s'ouvre dans lequel l'ensemble des acteurs de l'estuaire de la Loire de Cordemais à la Chapelle-Basse-Mer est concerné.

---

## **Bibliographie**

ABBAYES (des) H., CLAUSTRES G., CORILLION R. et DUPONT P., 1971 - Flore et végétation du Massif armoricain. t. I. Flore vasculaire. Presses universitaires de Bretagne, 1226 p.

ANONYME, 1984 - Inventaire régionalisé des zones naturelles d'intérêt écologique et floristique du littoral atlantique de France (dunes, prés salés, falaises). Région des Pays de la Loire. C.R.E.P.I.S., Station de Phytosociologie de Bailleul, Secrétariat d'état à l'Environnement et à la Qualité de la vie, 31 p.

ANONYME, 2000 - Projet de site classé de l'estuaire de la Loire. Expertise faune-flore complémentaire sur le marais « Audubon » et les îles attenantes (commune de Couëron). Ouest Aménagement, DIREN Pays de la Loire, 39 p + annexes.

BACCHI M., BERTON J.-P. et RAGOT F., ? - Réhabilitation des berges en Loire marnante par les techniques du génie végétal. Evolutions hydrauliques et floristiques récentes (île Clémentine, Sainte-Luce, Loire-Atlantique). Actes de colloques (22) Les estuaires français. Evolution naturelle et artificielle. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Hydrosystèmes, IFREMER : 259-271.

BEGUET A., BONNAUD A., DUPONT P., 1995 - Vie de la Société - 14 mai 1994 : sortie de la section de Botanique-Mycologie à l'île de Chevire : lit majeur de la Loire. Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest France, N.S., vol. 17, n° 3 : 129-130.

BENSETTITI F. et al., 2002 - Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 6 : Espèces végétales. (cahiers d'habitats NATURA 2000). La Documentation française, Paris, 271 p.

BERNARD C., 1994 - Vie de la Société - 17 novembre 1993 : réunion de la section botanique-mycologie : exposé intitulé "Le genre *Angelica* L. en France" » Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest France, N.S., vol. 16, n° 3 : 119-120.

CLEMENT B., TOUFFET J., 1989 - Les espèces végétales menacées ou protégées des zones humides de Bretagne. in Plantes sauvages menacées de France. Bilan et protection. Actes du colloque de Brest, 8-10 octobre 1987, Conservatoire Botanique de Brest, Bureau des Ressources Génétiques, Association Française pour la Conservation des Espèces Végétales : 109-118.

CORNIER T., 2002 - La végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou : essai de modélisation de l'hydrosystème. Tome 1 : texte (227 p). Tome 2 : annexes. Université de Tours, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, DIREN Bassin Loire-Bretagne, Région Centre.

CORILLION R., 1961 - Phytogéographie des halophytes du nord-ouest de la France (Phanérogames). Penn ar bed, n° 25 : 48-80.

CORILLION R., 1982 - Flore et végétation de la vallée de la Loire (cours occidental : de l'Orléanais à l'estuaire), Paris, 736 p.

CORILLION R., 1989 - Les bases floristiques et chorologiques de la définition d'un district phytogéographique du val de Loire. Travaux et Mémoires du Laboratoire de Biologie Végétale et de Phytogéographie, fasc. 34.

CROSNIER A.S., 1997 – Etude de la végétation de l'estuaire de la Loire. Priorité aux espèces utilisables en techniques végétales. Rapport de stage de fin d'études MST IMACOF. Conservatoire Régional des Rives de la Loire et de ses Affluents, 79 p.

DANTON P., BAFFRAY M. et REDURON J.-P., 1995 – Inventaire des plantes protégées en France. Nathan et Association Française pour la Conservation des Espèces Végétales, 293 p.

DELVOSALLE L., 1976 - L'herborisation générale de la Société royale de Botanique de Belgique dans le sud du Massif Armoricaïn en août 1975. Mém. Soc. Roy. Bot. Belgique, vol. 109 : 5-12.

DUPONT P., 1962 – La flore atlantique européenne. Toulouse, 412 p.

DUPONT P., 1966 - La répartition française de *Scirpus striatulus* ; son extension et son écologie dans la Basse Vallée de la Loire. Cahiers des Naturalistes, N.S., vol. 22 : 82-84.

DUPONT P., 1978 – Etude générale d'environnement de l'estuaire de la Loire (contrat O.R.E.A.M.). La végétation des zones humides bordant l'estuaire de la Loire. Laboratoire d'Ecologie et de Phytogéographie, Université de Nantes, 250 p.

DUPONT P., 1981 - Vie de la Société - Activités de janvier 1981 : conférence sur "la végétation des prairies et des marais de l'estuaire de la Loire". Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest France, N.S., vol. 3, n° 1 : 62-63.

DUPONT P., 1981 – La végétation de l'estuaire de la Loire ; intérêt, modifications récentes, urgence de mesures de protection. Fédération Régionale des Associations de Protection de l'Environnement du Centre, Ministère de l'Environnement : 123-144.

DUPONT P., 1983 – Remarques sur les espèces végétales protégées ou méritant de l'être en Loire-Atlantique et en Vendée. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, N.S., t. 5 (2), 1983 : 94-105.

DUPONT P., 1986 - Principaux aspects de la végétation des zones humides de l'estuaire de la Loire. » Bull. Soc. Bot. France, série LB, vol. 133, fasc. 1 : 41-60.

DUPONT P., 1989 – La flore endémique du littoral atlantique français, du Morbihan au Pays basque. Remarques sur le micro-endémisme. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, N.S., t. 11, (2), 1989 : 90-97.

DUPONT P., 1989 – Quelques problèmes de protection des espèces végétales. Exemples en Loire-Atlantique et en Vendée. Remarques sur les responsabilités individuelles et collectives. in Plantes sauvages menacées de France. Bilan et protection. Actes du colloque de Brest, 8-10 octobre 1987, Conservatoire Botanique de Brest, Bureau des Ressources Génétiques, Association Française pour la Conservation des Espèces Végétales : 61-77.

DUPONT P., 1989 – Etude de la végétation de quelques zones humides de la ville de Nantes. Laboratoire d'Ecologie et de Phytogéographie, Université de Nantes, 122 p.

DUPONT P., 2001 – Atlas floristique de la Loire-Atlantique et de la Vendée. Etat et avenir d'un patrimoine. Conservatoire Botanique National de Brest, Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, tome 1, 175 p et tome 2 (cartes et commentaires), 559 p.

FIGUREAU Cl., RICHARD P. – *Angelica heterocarpa* Ll. Ecologie et répartition dans le sud armoricain. Jardin Botanique de Nantes, Index Seminum : 18-24.

GEHU J. M., 1979 - Etude phytocoenotique, analytique et globale de l'ensemble des vases et prés salés et saumâtres de la façade atlantique française. Rapport de synthèse., 514 p.

GEHU J. M., GEHU-FRANCK J., 1972 - L'association à *Heleocharis amphibia* Dur. de l'embouchure de la Loire et de la Gironde. Doc.phytosoc. , fasc. 1 : 35-38.

GEHU J. M., GEHU J., 1976 - Les groupements à *Angelica heterocarpa* des estuaires atlantiques français. Coll. Phytosoc., vol. 5 : 359-362.

GEHU J.-M. et GEHU-FRANCK J., 1982 – Etude phytocoenotique analytique et globale de l'ensemble des vases et prés salés et saumâtres de la façade atlantique française. Bull. Ecol. , t. 13, 4 : 357-386.

HOARHER J., 1984 - Ces plantes de Bretagne sont protégées. Penn ar Bed , n° 116 : 26-31.

JEANJEAN A.F., 1961 – Catalogue des plantes vasculaires de la Gironde.

LEBRET S., 2002 – Etude de la végétation et des habitats d'intérêt communautaire de la Loire, en aval d'Ancenis, en relation avec la dynamique estuarienne. (rapport de DESS) Cellule de Mesures et de Bilans Loire Estuaire, 67 p + annexes.

LLOYD J., 1868 – Flore de l'Ouest de la France, ou description des plantes qui croissent spontanément dans les départements de : Charente-Inférieure, Deux-Sèvres, Vendée, Loire-Inférieure, Morbihan, Finistère, Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine. Nantes, deuxième édition.

MAGNANON S., DUPONT P., BIORET F., 1998 - *Angelica heterocarpa* dans l'estuaire de la Loire : répartition, écologie, menaces. Propositions de mesures de gestion., Conservatoire Botanique National de Brest, DIREN Pays de la Loire 25 p + cartes et annexes.

MIGNIOT C. et LE HIR P., 199 ? – Estuaire de la Loire. Rapports de synthèse de l'APEEL. 1984-1994. Tome I : hydrosédimentaire. Association pour la Protection de l'Environnement de l'Estuaire de la Loire, 83 p.

Programme Interrégional Loire Grandeur Nature Pays de la Loire, 2002 – Observations et suivis environnementaux de la Maine à la Mer. Cahiers indicateurs 2002 Loire Estuaire. Cellule de Mesures et de Bilans de la Loire estuarienne, Communauté Européenne, 9 fiches à compléter.

PRELLI R., BIANCHINI L., HARDY F., DIARD L., MARZIO M.-C., DEPERIERS-ROBBE S., LABARRE (de) Y., RIVIERE G., MOREAU J., MOREAU G., HUNAUT G., 2000 - Bilan des découvertes intéressantes de l'année 1999. E.R.I.C.A., n° 13 : 65-100.

RICHARD P., 1989 - Vie de la Société - 17 juin 1989 : sortie botanique sur l'île Beaulieu à Nantes. Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest France, N.S., vol. 11, n° 4 : 218-219.

RICHARD P., 1990 - Vie de la société - 24 octobre 1990 : exposé sur " La végétation de la basse vallée de la Loire - Quelques réflexions". Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest France, N.S., vol. 12, n° 4 : 173-173.