



Angélique des estuaires et Scirpe triquètre, enjeux de la biodiversité métropolitaine

De la conservation de ces espèces, à
la préservation du milieu estuarien :
guide technique à l'attention des
acteurs de l'aménagement et des
gestionnaires

Version	Date	Contributeur	Description des modifications apportées
1	12/01/2024	T. Flavenot	Prise en compte des échanges Nantes Métropole – CBNB de 2023 + enquêtes COTEC
2	01/02/2024	T. Flavenot, C Mesnage	Prise en compte des remarques CBNB sur la version du 23/01/2024
3-4	02/12/2024	N. Falzon, T. Flavenot	Prise en compte remarques Nantes Métropole et CBNB novembre 2024
5.1	16/12/2024	T. Flavenot	Prise en compte remarques Nantes Métropole et CBNB décembre 2024
5.2	10/06/2025	T. Flavenot	Prise en compte remarques Nantes Métropole et CBNB décembre janvier 2025
5.3	10/06/2025	T. Flavenot	Intégration des illustrations CBNB

Introduction

La métropole, pour répondre aux enjeux de son développement et répondre aux défis de la transition écologique doit accompagner les dynamiques démographiques et économiques de notre territoire, développer une métropole du bien-vivre ensemble, faire référence en matière de transition écologique et énergétique, faire preuve d'innovation, de créativité mais aussi de résilience pour répondre aux impératifs écologique, d'égalité, de justice sociale, de participation citoyenne et d'équilibre des territoires.

Face aux menaces pesant sur la biodiversité, Nantes Métropole s'est engagée depuis plusieurs années dans une politique de protection de ses espaces naturels qui tend notamment à la préservation et à la restauration de ses continuités écologiques, le cas échéant via la préservation d'espèces clés de voûte comme l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre.

Concilier préservation des espèces protégées et développement territorial est aujourd'hui une difficulté fréquemment rencontrée : les procédures et les dossiers sont complexes et demeurent inhabituels pour les maîtres d'ouvrage.

Afin d'assumer pleinement, avec ses partenaires, sa responsabilité dans la pérennité de l'Angélique des estuaires et son milieu de vie, Nantes Métropole a proposé une approche locale innovante en s'appuyant sur un plan de conservation pour l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre.

Elle a permis, en mobilisant l'ensemble des acteurs du territoire et de l'aménagement, d'approfondir les connaissances scientifiques, d'élaborer des outils permettant de concilier aménagement et protection, de communiquer sur cette espèce emblématique, endémique des estuaires atlantiques français, et plus généralement sur les enjeux de la biodiversité.

Ce guide s'inscrit dans cette démarche. Il vise à responsabiliser les différents acteurs intervenant sur les berges de Loire et de Sèvre nantaise dans une dynamique partagée de préservation de ce patrimoine naturel exceptionnel !

Faire plus directement le lien avec les objectifs du plan de conservation qui s'appuient sur le guide

Table des matières

I. Présentation des espèces	1
1. L'Angélique des estuaires	1
1.1 Identité	1
1.2 Description	1
1.3 Cycle biologique	2
1.4 Valeur patrimoniale	3
1.5 Pressions et vulnérabilité	3
1.7 Ecologie	2
2. Le Scirpe triquètre	3
2.1 Identité	3
2.2 Description	3
2.3 Cycle biologique	5
2.4 Valeur patrimoniale	5
2.5 Pressions et vulnérabilité	5
2.6 Aire de répartition	5
2.7 Ecologie	6
II. Encadrement réglementaire	8
1. Le réseau Natura 2000 et l'étude d'incidences	8
2. Le régime de protection des espèces de faune et de flore sauvages	10
III. Le plan de conservation	11
1. Un plan pour répondre à la superposition des enjeux du territoire	11
2. Origine et vie du plan de conservation	11
3. Contenu et objectifs	11
4. Gouvernance	12
IV. Les outils du guide	14
La démarche générale et les outils du guide	14
1. Fiche 1 : Anticiper le risque d'impact sur l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre lors de l'étude de faisabilité	17
1.1 Collecte de données bibliographiques	17
1.2 Evaluer le risque d'impact brut	17
1.3 Evitement amont : intégrer l'enjeu Angélique/Scirpe dans l'analyse de variantes	17
1.4 Etudier la faisabilité des procédures réglementaires	17
2. Fiche 2 : Protocoles d'inventaire de l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre	18
3. Fiche 3 : Elaborer un dossier de demande de dérogation en cas d'impact sur des individus d'Angélique des estuaires et de Scirpe triquètre	20
4. Fiche 4 : Etablir un plan de prévention de l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre	23
5. Fiche 5 : Catalogue des savoir-faire et des pratiques favorables à l'Angélique des estuaires	26

5.1	Transplantation, replantation	26
5.2	Création de biotope	30
5.3	Gestion	33
5.4	Semis	35
6.	Fiche 6 : Catalogue des savoir-faire et des pratiques favorables au Scirpe triquètre	37
6.1	Transplantation, replantation	38
6.2	Création de biotope	40
V.	Bibliographie	41

I. Présentation des espèces

1. L'Angélique des estuaires

1.1 Identité

L'Angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa* J. Lloyd) est une grande Ombellifère (Apiacées). L'espèce a été décrite en 1860 dans l'estuaire de la Loire (commune du Pellerin) par le botaniste James Lloyd.

1.2 Description

Tige de 1 à 2,5 mètres de haut (exceptionnellement jusqu'à 3 m !), feuilles composées, 2 à 3 fois divisées, à folioles ovales - lancéolées, munies de dents terminées par une pointe blanche. Fleurs blanches en ombelles apparaissant généralement en juin-juillet (exceptionnellement dès le mois de mai). Fruit ovale, à côtes latérales plus ou moins dilatées en ailes, celles-ci étant toujours plus étroites que le corps du fruit.



Figure 1 : Graines d'Angélique des estuaires (CBNB)

Figure 2 : Ci-contre : échantillon de référence de l'herbier de J. Lloyd (Museum d'histoire naturelle d'Anger)

Un risque de confusion existe avec d'autres grandes Apiacées des bords de Loire et de la Sèvre nantaise : l'Oenanthe safranée (*Oenanthe crocata* L.) et l'Angélique sauvage, (*Angelica sylvestris* L.), appelée aussi Angélique des prés. La première, très présente sur les berges de Loire, se différencie par des folioles en forme de losange et se distingue facilement par son fruit sans ailes latérales. De plus, sa période de floraison est plus précoce d'un mois (mai-juin). La seconde, que l'on peut rencontrer en bordure de la Sèvre, se distingue, elle, par des folioles plus larges, dentées mais sans pointe blanche et un fruit à ailes plus larges que le corps du fruit.



Figure 3 : Comparaison de l'Angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa*) avec l'Oenanthe safranée (*Oenanthe crocata* L.) et l'Angélique sauvage (*Angelica sylvestris* L.). Sources : Flore de Coste

1.3 Cycle biologique

L'Angélique des estuaires a une durée de vie estimée entre 3 à 5 ans. Elle ne fleurit généralement qu'une seule et unique fois, puis meurt. Un seul pied peut produire jusqu'à 100 000 graines qui sont disséminées par le fleuve au moment des grandes marées (Figure 1).

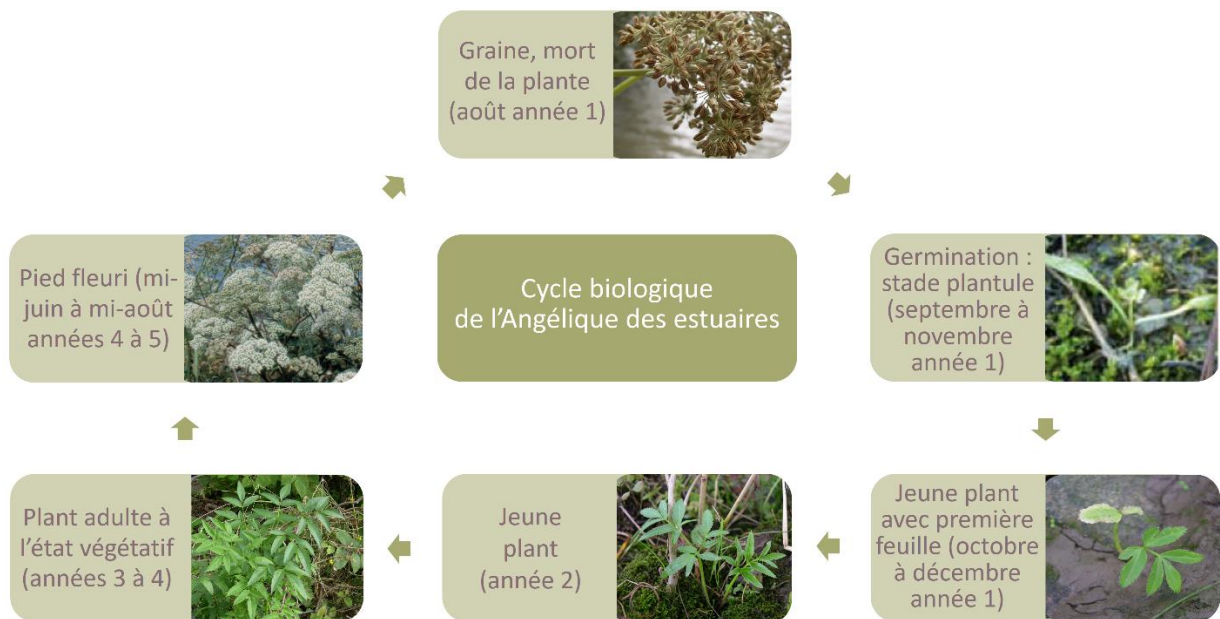


Figure 4 : Cycle biologique de l'Angélique des estuaires

1.4 Valeur patrimoniale

L'Angélique des estuaires est une des rares espèces végétales endémiques¹ de France métropolitaine. 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), il n'est connu en 2018 en France métropolitaine que 261 plantes endémiques, soit une faible part de l'ensemble de la flore du territoire (Source : Liste rouge nationale, 2018).

1.5 Pressions et vulnérabilité

La plante étant exclusive des estuaires, son maintien durable est menacé par les activités industrialo-portuaires et urbaines qui s'y sont développées et qui ont largement artificialisé les rives du fleuve.

En outre, deux siècles d'aménagements se sont traduits par une sévère simplification de la géométrie de l'estuaire de la Loire. Celui-ci a non seulement vu une pénétration plus importante de la mer vers l'amont (ce qui constituait l'objectif des ingénieurs qui cherchaient à faciliter la remontée des bateaux), mais a également connu une profonde altération de ses caractéristiques hydrosédimentaires (remontée de la salinité, du bouchon vaseux, augmentation de l'amplitude de marnage...). C'est par conséquent l'ensemble du fonctionnement écologique de l'estuaire qui a été affecté, avec, par exemple, un déplacement général des successions de végétation de la mer vers l'intérieur de l'estuaire, et plus particulièrement des conditions favorables à l'Angélique des estuaires, inféodée aux milieux faiblement salés.

Par ailleurs, l'Angélique des estuaires est soumise depuis quelques décennies dans l'ensemble de son aire ligérienne à une pression d'aménagement forte sur son biotope, avec une tendance importante à l'artificialisation (aménagement de quais, franchissements par des voies de communication, création de sentiers piétonniers ou cyclables le long des berges, ...). Des impacts induits peuvent ainsi être observés localement dans le cadre d'aménagements d'accès des berges au public (piétinement, etc.).

Espèce inféodée aux mégaphorbiaies et aux ripisylves des berges, l'Angélique des estuaires peut souffrir des interventions de création d'ouvertures paysagères visant à dégager des fenêtres sur le cours d'eau depuis la berge.

Une menace particulière existe sur la Sèvre nantaise, liée au fonctionnement du barrage de Pont-Rousseau : le maintien artificiel d'une hauteur d'eau minimum entre la Chaussée des moines et la confluence avec la Loire y limite l'amplitude du marnage naturel et donc les surfaces de berges colonisables.

Eu égard à l'ensemble de ces pressions, l'évolution qualitative globale des habitats de la plante dans l'estuaire de la Loire montre ainsi une tendance à une perte de typicité et de diversité. On peut notamment déplorer une dégradation de la composition floristique des habitats à Angélique des estuaires, avec apparition d'espèces des friches et décombres (espèces rudérales). Celle-ci s'accompagne d'une forte pénétration par des espèces exotiques à fort pouvoir de colonisation, invasives ou potentiellement invasives, comme la Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*), le Noyer du Caucase (*Pterocarya fraxinifolia*), l'Ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*) ou l'Aster lancéolé (*Symphotrichum lanceolatum*).

L'Angélique des estuaires est évaluée comme quasi menacée au titre des 2 listes rouge régionales couvrant son aire de répartition : Pays de la Loire (Dortel *et al.*, 2015) et Nouvelle Aquitaine (CBN Sud Atlantique, 2018). Elle est citée à l'Annexe 1 de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne). Elle bénéficie, en outre, d'une protection réglementaire à la fois au niveau national et européen.

¹ Espèce endémique : espèce vivant à l'intérieur d'une aire de répartition restreinte, propre à un territoire bien délimité

1.6 Aire de répartition

Uniquement en France

L'Angélique des estuaires est endémique de France métropolitaine. Elle se retrouve dans les grands estuaires et fleuves associés du littoral atlantique soumis à la marée (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La population d'Angélique des estuaires en Loire a été estimée en 2002, puis en 2020 à 15 000 / 20 000 pieds. Elle constitue le foyer le plus nordique de l'espèce, à 140 km au nord de celui de la population de l'estuaire de la Charente.

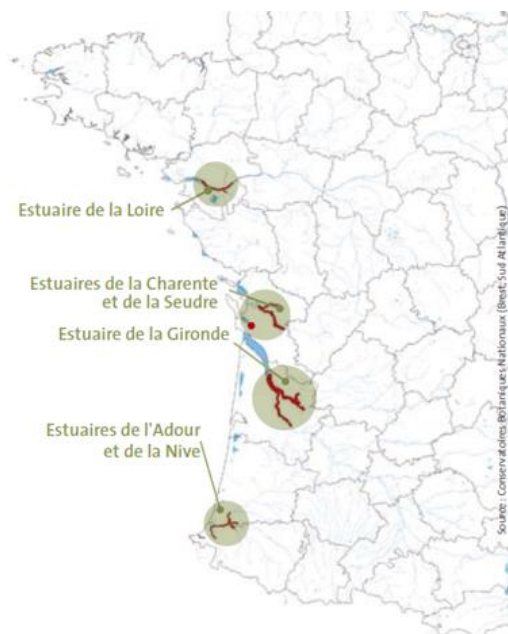


Figure 5 : Répartition des populations d'Angélique des estuaires en France (CBNB- CBNSA, 2009)

A l'échelle de l'estuaire de la Loire

Dans l'estuaire de la Loire, en Loire-Atlantique (44), l'Angélique des estuaires est présente sur le territoire de 20 communes sur un linéaire d'environ 48 kilomètres de Cordemais à l'aval, à Mauves-sur-Loire/ la Chapelle-Basse-Mer en amont, ainsi que sur la Sèvre nantaise (affluent de la Loire dont la confluence est située à Nantes) où elle remonte sur quelques 6 kilomètres, jusqu'à Vertou.

Dans un objectif de navigation en Loire et de développement industriel et portuaire, de nombreux aménagements ont été réalisés au cours des derniers siècles et notamment au cours des dernières décennies (endiguements, dragages, suppression de seuils naturels ...). Marquant profondément la géomorphologie et la dynamique du fleuve, ils se sont traduits par une diminution des vasières et du linéaire de berges, un approfondissement du chenal de navigation, ainsi que par un abaissement du lit du fleuve. Ils ont aussi eu d'importantes répercussions sur la propagation de la marée, avec pour conséquence une augmentation du marnage, de la vitesse du courant, des phénomènes d'érosion et plus particulièrement une remontée du front de salinité et du bouchon vaseux qui a joué directement sur la répartition dans l'estuaire des conditions propices au développement de l'Angélique des estuaires. Ainsi, depuis les années 1970, l'espèce a effectué une migration progressive vers l'amont, se stabilisant à la fin des années 1990 près de 10 kilomètres plus en amont de son aire de répartition initiale, entre Cordemais à l'aval, et la Chapelle-Basse-Mer à l'amont ().

La comparaison des inventaires de 2002 et 2020 met en évidence 5 résultats principaux quant à l'évolution de la répartition des populations d'Angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire sur cette période (Scott, 2020) :

- Une extension de l'aire de répartition vers l'amont d'environ deux kilomètres, la limite de répartition aval restant inchangée, située au niveau du Bras de Cordemais.
- Une densification nette des populations et du niveau d'enjeu des stations sur les tronçons amont de l'aire, entre la Chapelle-Basse-Mer et jusqu'à l'aval immédiat du pont de Bellevue (Basse-Goulaine).
- Le retrait en arrière des rives de la Loire, le long des étiers, sur les tronçons de l'aval de l'aire semble s'accroître : absence de l'Angélique constatée en 2020 sur les rives de l'île de Bois (Le Pellerin, à hauteur du canal de la Martinière).
- Une amélioration sensible de l'état des populations dès lors que la réfection de berges artificialisées intègre la présence de l'Angélique des estuaires (exemple des perrés des quais du Pellerin).
- La stabilité au cours du temps de certaines populations en termes d'effectifs, d'enjeu et de localisation : exemples de certains tronçons des berges de l'île de Nantes, du quai Fougerat à Couëron, de l'étier du Canal de Buzay, de l'écluse des Champs Neufs.

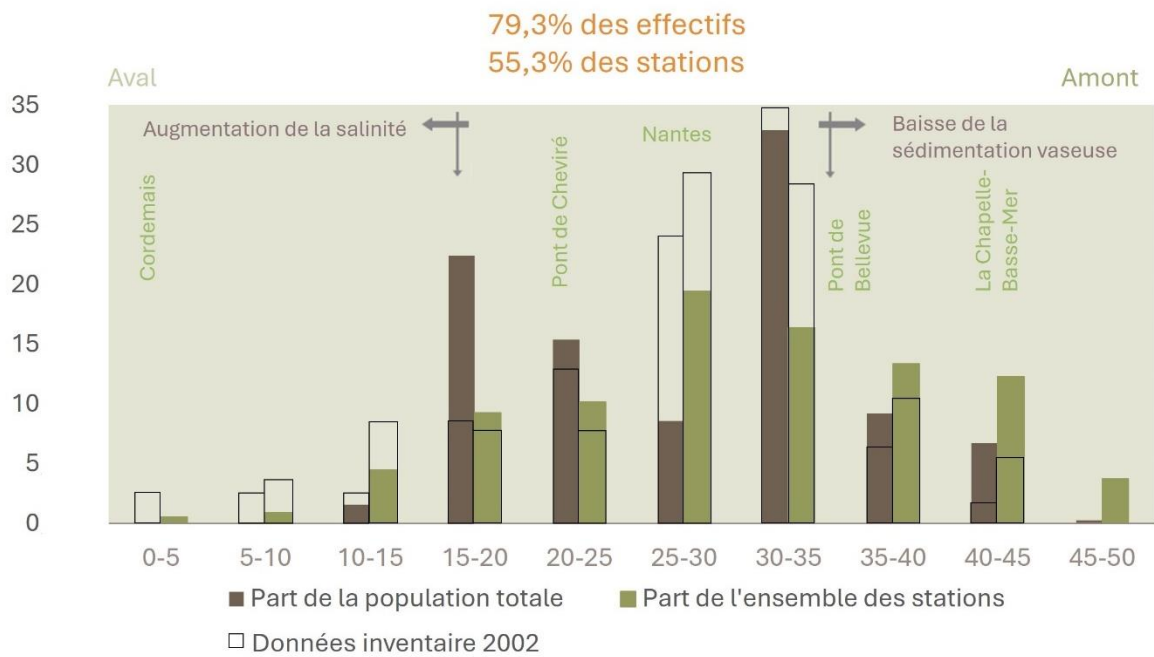
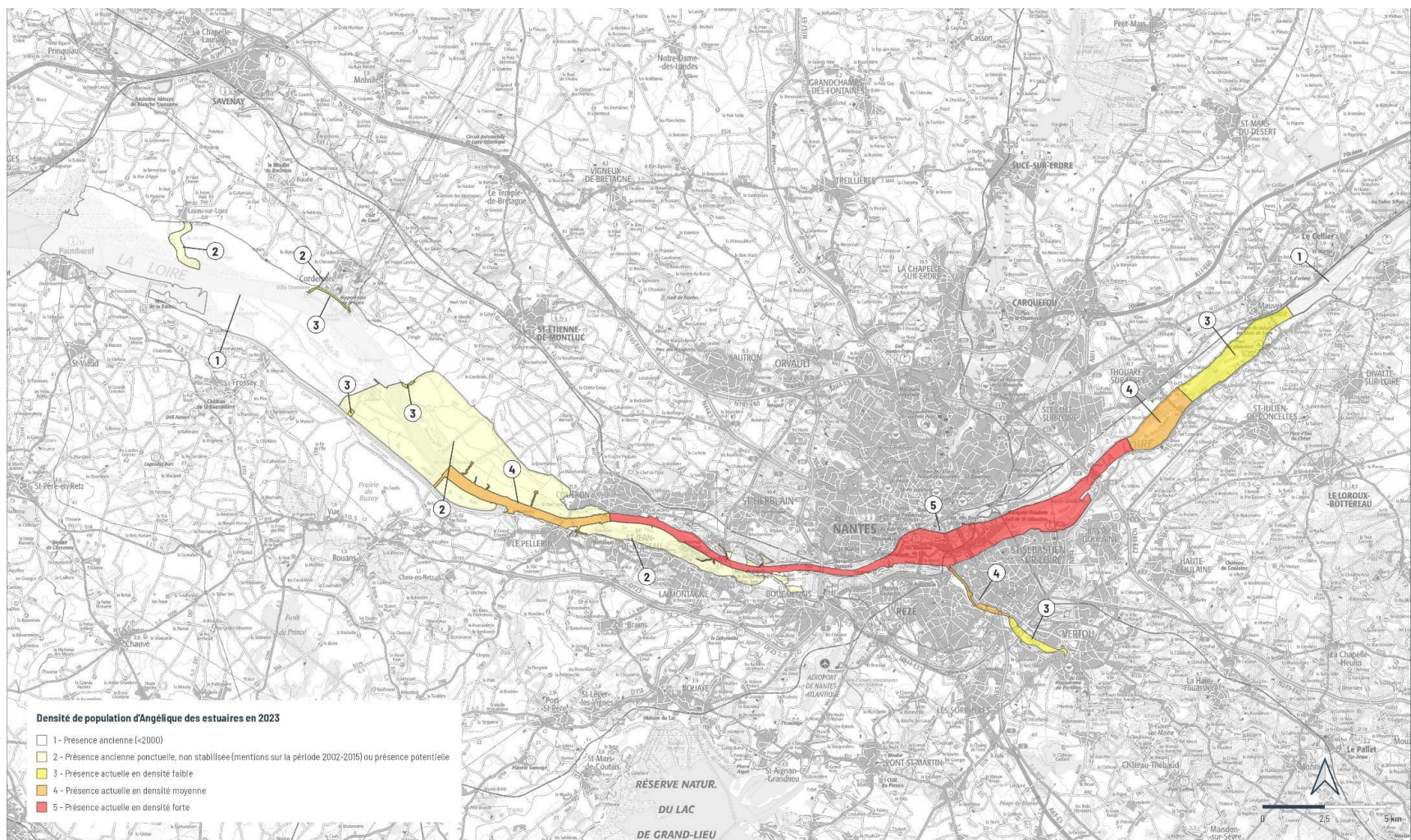


Figure 6 : Distribution longitudinale actuelle de l'Anguilla des estuaires dans l'estuaire de la Loire (Scott, 2020).

Une carte des densités des populations d'Anguilla des estuaires de l'estuaire de la Loire, construite à partir de l'inventaire de 2020, est proposée en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**



Réalisation : Service de l'information géographique (CBN de Brest) - 2023

Etude associée : Mesnage C., 2023 – Etat et enjeux des populations d'Angélique des estuaires de l'estuaire de la Loire. Compléments à l'analyse comparée des inventaires de 2002 et 2020 et mise à jour de la carte de répartition et densités. Nantes métropole, Nantes : Conservatoire botanique national de Brest

Sources des données géographiques : SCAN25 - IGN - 2023 ; Données de répartition de l'Angélique des estuaires - CBNB - 2023

Ce projet est financé par Nantes Métropole

Figure 7 : Répartition et densité des populations ligériennes d'Angélique des estuaires – mise à jour 2023 (CBNB)

1.7 Ecologie

L'Angélique des estuaires est une espèce des berges vaseuses faiblement salées des estuaires. Elle vit dans la partie supérieure de la zone de balancement des marées, généralement sur des vases compactes (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

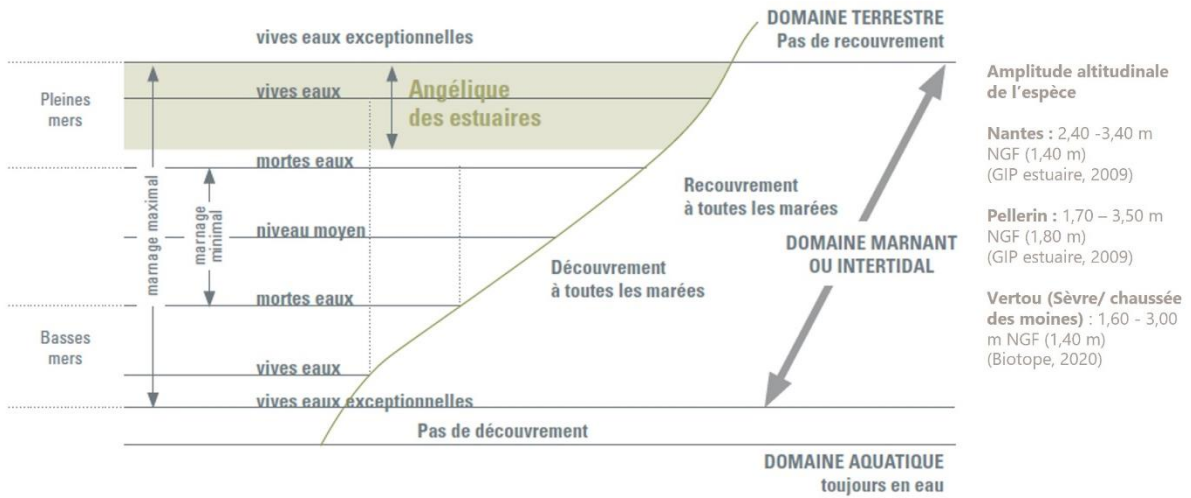


Figure 8 : Répartition de l'Angélique des estuaires dans la zone de marnage

A l'intérieur de cette zone de balancement des marées, sa présence est conditionnée par quatre principaux facteurs écologiques : le degré de salinité, la fréquence de submersion par la marée, la nature du substrat et le degré de luminosité. Les plus belles populations se trouvent, dans des végétations de hautes herbes (mégaphorbiaies), soit en situation de mi-ombre (sous couvert des arbres de la ripisylve ou au contact des forêts des rives de Loire), soit en pleine lumière en milieu ouvert. Par ailleurs, des individus isolés arrivent parfois à coloniser des ouvrages artificiels en bois, béton, enrochements ou ouvrages maçonnés.



Figure 9 : Les 3 grands types d'habitats abritant l'Angélique des estuaires. De gauche à droite : végétation sous ripisylve ou boisement rivulaire ; végétation de hautes herbes (mégaphorbiaie) en milieu ouvert ; implantation sur supports artificiels.

2. Le Scirpe triquètre

Comme l'Angélique des estuaires, le Scirpe triquètre pousse sur les rives de l'estuaire de la Loire et de la Sèvre nantaise. Il est lié également à la présence de sédiments vaseux faiblement salés, occupant cependant une position plus basse sur les rives, constituant la principale espèce pionnière qui colonise les vases plus ou moins liquides se trouvant en pied de berge. Les problématiques de conservation du Scirpe triquètre sont ainsi à mettre en lien étroit avec celles de l'Angélique des estuaires.

2.1 Identité

Le Scirpe triquètre (*Schoenoplectus triquetrus* (L.) Palla.) = *Scirpus triqueter* L., est parfois appelé aussi, selon les auteurs, Scirpe à tige trigone ou Scirpe à trois angles. C'est une plante monocotylédone appartenant à la famille des Cypéracées.

2.2 Description

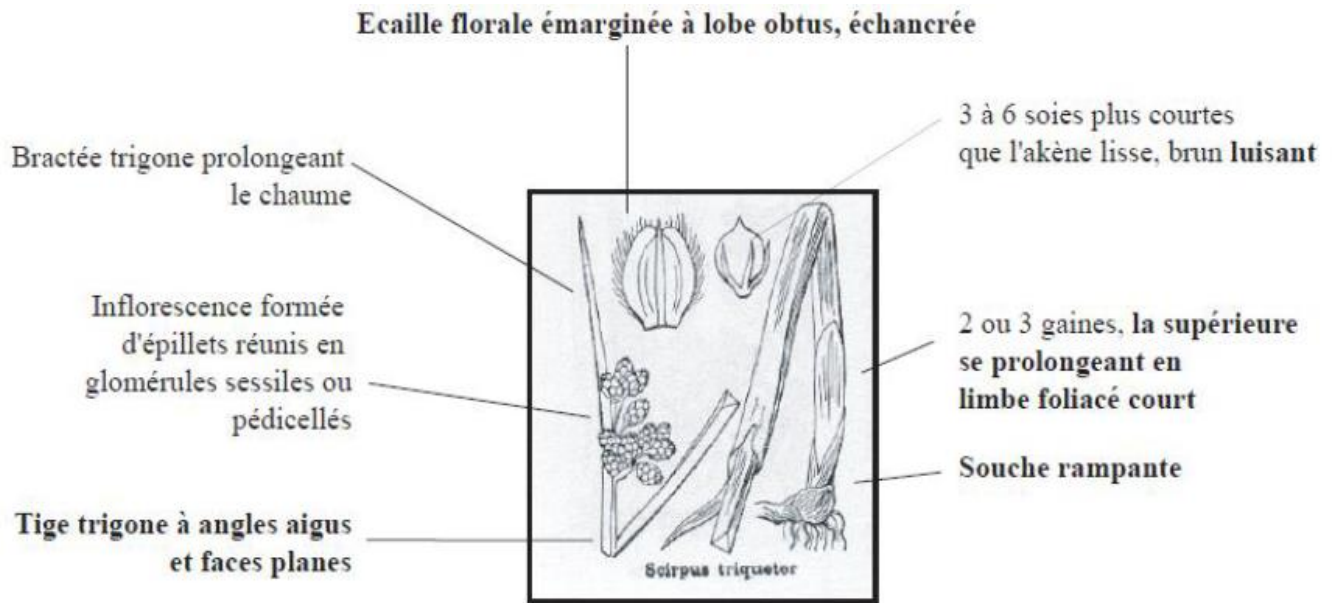
La souche du Scirpe triquètre est constituée de rhizomes rampants, munis de bourgeons d'hiver qui forment au printemps de nombreuses tiges, dressées, glabres et lisses, sans nœuds, d'une hauteur généralement de 50 à 100 cm, atteignant parfois 150 cm. Contrairement à ce qu'indique son nom, la tige est trigone, formant trois angles très nets (mais non pas saillants comme c'est le cas d'une tige triquètre), délimitant trois faces planes (et non pas concaves). Les tiges sont munies à leur base de deux à trois gaines foliaires, dont la supérieure se prolonge souvent en limbe foliacé court.

L'inflorescence (en cyme d'épis, ce qui signifie que chaque axe se termine par une fleur) est constituée de nombreux épillets multiflores, ovales, roussâtres, de 5 à 8 mm de longueur. Ceux-ci sont regroupés en glomérules pédicellés ou bien sessiles, formant une ombelle latérale plus ou moins lâche ou compacte, longuement dépassée par une bractée trigone qui prolonge la tige. Les écailles florales (glumes), qui sont imbriquées sur plusieurs rangs, sont échancrées-mucronées et portent des lobes obtus-arrondis, ciliés. Elles protègent les nombreuses fleurs hermaphrodites de couleur crème, dépourvues de pièces florales (périanthe) et sont réduites au pistil terminé par deux stigmates et aux étamines dont les anthères sont terminées par un court mucron glabre.

Le fruit est un fruit sec, indéhiscent, à une seule graine (akène), brun luisant et de petite taille. Convexe d'un côté, lisse, il est un peu atténué-apiculé et porte à sa base de trois à six petites soies garnies de très petits aiguillons réfléchis, plus courtes ou égalant environ le fruit. La Figure 10 suivante illustre les différentes parties de cette plante.

D'autres espèces appartenant au genre *Schoenoplectus* possèdent des tiges trigones ou triquètres et presque toujours deux stigmates et peuvent être confondues avec le Scirpe triquètre. C'est tout particulièrement le cas du Scirpe piquant (*Schoenoplectus pungens* (Vahl) Palla.), qui diffère du Scirpe triquètre par ses écailles florales à lobes aigu et parfois par la présence d'une enveloppe florale constituée de soies rudimentaires. Ce Scirpe qui est devenu rare dans notre région, croît en bordure des eaux légèrement saumâtres, sur des substrats le plus souvent sablonneux. Autrefois signalé en plusieurs localités de Loire atlantique et de Vendée, il ne subsiste aujourd'hui que très localement sur le littoral vendéen, et a pu être retrouvé en bordure du lac de Grand-Lieu ainsi qu'en Anjou.

- On peut mentionner également le Scirpe mucroné (*Schoenoplectus mucronatus* (L.) Palla = *Schoenoplectiella mucronata* (L.) J.Jung & H.K.Choi), espèce des marais et du bord des étangs, essentiellement présente en France dans une grande partie est (de l'Alsace à la Camargue), quise différencie des deux espèces précédentes par sa souche cespiteuse (formant une touffe), ses épillets sessiles et ses écailles florales échancrées et mucronées. La plante n'est pas connue dans notre région mais elle a été mentionnée au début des années 2000 en bordure d'un étang d'Ille-et-Vilaine.



Scirpe triquètre

Ecaille florale entière, mucronée et non échancrée

Ecaille florale échancrée, à lobes aigus

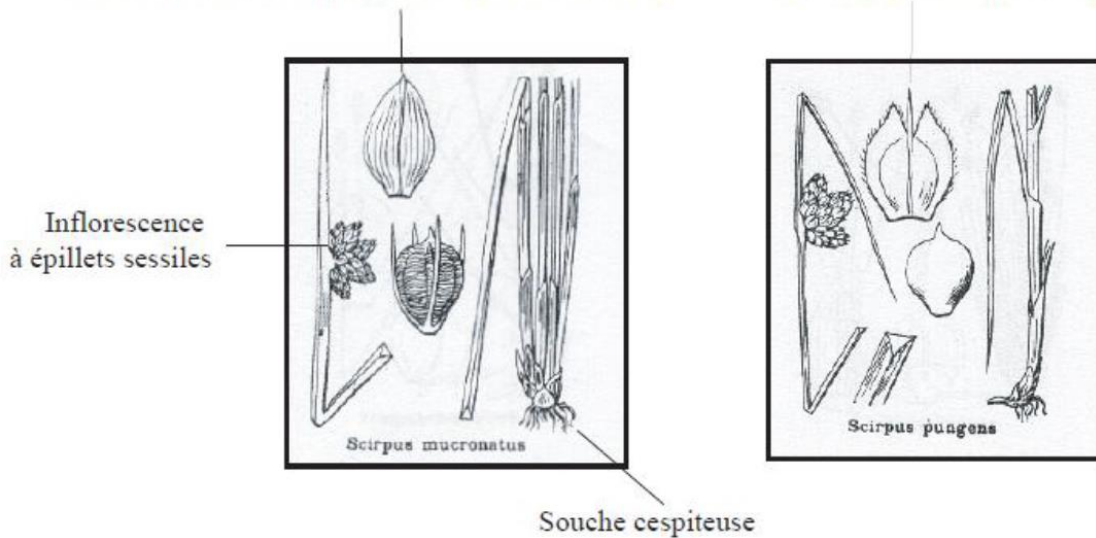


Figure 10 : Description du Scirpe triquètre et des espèces de scirpe proches (d'après H. Coste, 1900-1906).

2.3 Cycle biologique

Le cycle biologique du Scirpe triquètre s'étale sur une période d'environ sept à huit mois. En mars, on assiste à la croissance et au développement de nouvelles tiges de l'année à partir des bourgeons d'hiver présents sur les rhizomes. La floraison est estivale et se produit entre juillet et septembre. La pollinisation est allogame anémophile ce qui signifie qu'il s'agit d'une fécondation croisée entre deux fleurs différentes (appartenant ou non au même individu), la dissémination du pollen étant assurée par le vent.

Après la fructification, la dissémination des semences sèches intervient au cours du mois d'octobre. Les graines tombent sur place dans la vase et sont aussi probablement largement dispersées par l'eau. En Loire, le rôle de la marée dynamique (l'onde de marée se fait ressentir aujourd'hui jusqu'aux environs de Varades (44) et de Saint-Florent-le-Vieil (49)), semble déterminant au niveau de la dispersion des graines, car on observe une bonne corrélation géographique avec la limite de répartition amont des populations de Scirpe triquètre.

2.4 Valeur patrimoniale

Le Scirpe triquètre est une plante protégée dans la région des Pays de la Loire. Il a fait l'objet à partir de 2009, d'un plan de conservation à l'échelle de l'estuaire de la Loire, construit sur le même modèle que celui de 2004 pour l'Angélique des estuaires et avec les mêmes objectifs de conservation de l'espèce et de son habitat. Un plan unifié prenant en compte les deux espèces a été établi à partir de 2016.

2.5 Pressions et vulnérabilité

La situation du Scirpe triquètre dans un certain nombre d'estuaires l'expose plus ou moins directement aux aménagements lourds qui sont généralement mis en œuvre dans ces secteurs à forte vocation économique.

Dans l'estuaire de la Loire, le Scirpe triquètre a subi des atteintes directes qui sont venues modifier une partie de son aire de répartition. Ainsi, la partie la plus aval des populations de Scirpe a disparu entre la fin du XIX^{ème} siècle et 1970, car alors que J. Lloyd signalait l'espèce jusqu'à la mer dans la cinquième édition de sa flore de l'Ouest de la France (1897), P. Dupont ne l'a jamais connu plus à l'aval que Paimboeuf. Il est probable que les aménagements effectués au cours du XX^{ème} siècle pour faciliter la navigation aient joué un rôle dans ce phénomène. De même, la disparition du Scirpe dans le même intervalle de temps est à déplorer en Brière, où il était également signalé par Lloyd, probablement en raison de changements opérés vers 1970 sur le fonctionnement hydraulique du Brivet, reliant la Brière avec la Loire. Enfin, suite à l'implantation d'un barrage à la confluence de la Sèvre nantaise avec la Loire (Pont Rousseau) en 1995, les populations de la Sèvre nantaise ont connu une nette régression selon les mêmes causes qu'observé pour l'Angélique des estuaires. Cependant le dernier bilan de l'état des populations met en évidence l'amorce d'une dynamique positive à l'aval de la rivière, à mettre en lien avec l'évolution de la gestion du barrage (Chardin, 2024).

Plus largement, et à l'instar de l'Angélique des estuaires, le Scirpe triquètre a subi en Loire les conséquences des travaux d'aménagement successifs de la Loire, les mêmes causes produisant les mêmes effets (voir plus haut).

Bien que la régression du Scirpe triquètre à l'aval de l'estuaire de la Loire ait été compensée par une remontée de sa limite amont au-delà de Nantes, l'évolution de l'aire de répartition de l'espèce a renforcé sa présence au sein de l'agglomération nantaise. **En conséquence, la métropole nantaise endosse une responsabilité importante pour la conservation du Scirpe triquètre à l'échelle de l'estuaire de la Loire.**

2.6 Aire de répartition

A l'échelle nationale

Actuellement, quatre populations peuvent être distinguées en France : les populations de la façade atlantique (Loire et Gironde), celles du bassin de la Seine, celles du bassin du Rhône et enfin du littoral de Méditerranée.

A l'échelle de l'estuaire de la Loire

Les inventaires de 2004 menés par le Conservatoire botanique national de Brest sur le Scirpe triquètre, ont permis le recensement d'un total de près de 300 stations. La majorité des stations inventoriées au début des années 2000 se trouvent ainsi sur la Loire, entre le bras de Cordemais, à l'extrémité aval de son aire de répartition, et l'île de Kerguelen à Anetz, à l'extrémité amont, ce qui correspond à un linéaire total d'environ 71 kilomètres de fleuve. En réalité, l'étude a montré que la distribution longitudinale du Scirpe triquètre en Loire n'était pas régulière et se concentrait plus particulièrement sur une portion d'une quinzaine de kilomètres à peu près centrée au milieu de son aire de répartition. Ainsi, les populations continues de Scirpe triquètre présentaient le maximum de linéaire cumulé entre 30 et 45 kilomètres à l'amont des premières stations

de Cordemais, c'est-à-dire sur les rives des communes de Nantes, Saint-Sébastien-sur-Loire, Sainte-Luce-sur-Loire, Basse-Goulaine, Thouaré-sur-Loire, et Saint-Julien-de-Concelles (figure 8).

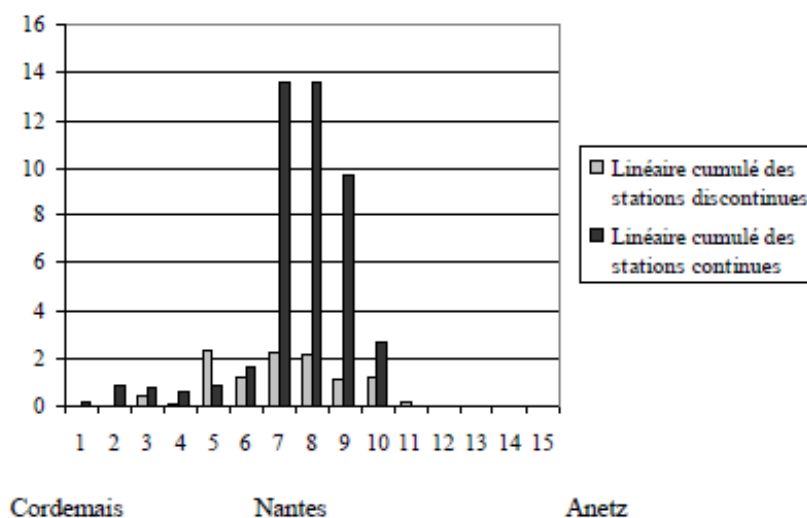


Figure 11 : Distribution longitudinale en 2004, de l'aval à l'amont, du linéaire cumulé de stations (continues et discontinues) de Scirpe triquetre en Loire, à l'intérieur de tronçons de 5 kilomètres (Source : Le Bail & Lacroix, 2005)

Vers l'amont de cette zone de concentration, quelques stations relativement importantes se trouvaient encore sur les rives de Mauves-sur-Loire et de la Chapelle-Basse-Mer, mais au-delà la fréquence et la densité des populations de Scirpe triquetre diminuaient brutalement, se limitant à quelques stations ponctuelles. Cette chute de densité correspond à la transition observée en Loire, entre une zone à sédimentation majoritairement vaseuse à l'aval et sableuse à l'amont. On constate donc en Loire que, si le Scirpe peut en certaines circonstances se trouver sur un substrat plus ou moins sableux, c'est typiquement sur les accumulations de vases épaisses qu'il se développe le mieux. La permanence de stations isolées jusqu'à près de 25 kilomètres encore vers l'amont s'explique par la dispersion de graines jusqu'aux limites de la marée dynamique et par le développement exceptionnel de petites populations à la faveur d'un substrat un peu plus colmaté. Les données d'inventaires plus récents, acquises en 2022/2023 dans le cadre du contrat pour la Loire et ses annexes de Montsoreau à Nantes pour la partie amont de l'aire de répartition, n'ont cependant pas permis de retrouver les stations les plus amont, les dernières ayant été observées à hauteur d'Oudon (CEN, à paraître).

A l'aval de la zone de concentration du Scirpe triquetre, la densité des stations baisse plus progressivement à partir de Rezé, Saint-Herblain, Bouguenais et Indre, et le phénomène se manifeste d'ailleurs par une augmentation du nombre de stations ponctuelles au détriment des stations linéaires

Des observations plus récentes repoussent la limite aval d'environ 3 km, à Lavau-sur-Loire.

Sur les 20 kilomètres aval de son aire de répartition, le Scirpe triquetre se maintient par conséquent dans des secteurs marqués par des apports latéraux d'eau douce. Il semble que dans toute cette partie de l'estuaire, la salinité constitue encore un facteur limitant au développement de l'espèce. Le Scirpe trouve, par ailleurs au débouché des étiers des conditions d'abri très favorables à l'accumulation de sédiments vaseux alors que les bords du chenal de navigation sont fortement affectés par des phénomènes d'érosion. D'importantes populations sont ainsi actuellement observées le long des étiers de Vair, la Giquelais, Cordemais.

Sur la Sèvre nantaise, P. Dupont indiquait que le Scirpe triquetre remontait déjà au début des années 1990 jusqu'à la Chaussée aux Moines, à Vertou, sans qu'une quelconque migration longitudinale comparable à ce qui se passait en Loire, n'ait pu être observée. Cette localité de la Chaussée aux Moines constitue toujours aujourd'hui la limite de répartition du Scirpe triquetre et de l'Angélique des estuaires sur la Sèvre nantaise. Cependant, il était à cette époque plus abondant que l'Angélique des estuaires dans cette station, et a visiblement régressé, comme l'ensemble des populations de l'affluent de la Loire d'ailleurs, suite à l'implantation du barrage de Pont-Rousseau, à la confluence avec la Loire.

2.7 Ecologie

Le Scirpe triquetre est une espèce pionnière qui participe aux stades dits initiaux dans la succession des communautés végétales. C'est une plante de pleine lumière, inféodée à des milieux très humides, qui croît de préférence sur des substrats riches en composés azotés, à pH proche de la neutralité, compris entre 6 et 7. Il colonise principalement les substrats constitués de vases argilo-limoneuses, meubles ou peu compactes, formant la « crème de vase ». Plus occasionnellement, sur la partie amont de son aire de répartition, le substrat peut être sableux à graveleux, colmatés en période d'étiage par des dépôts superficiels de vase.

Sur la façade atlantique, le Scirpe triquètre est principalement lié aux rives vaseuses des estuaires, à l'intérieur de la zone de balancement des marées, dès lors que l'on observe une importante dessalure des eaux. Avec une situation topographique différente puisqu'il occupe les niveaux inférieurs du profil de berge et qu'il est soumis à une fréquence de submersion plus importante, **l'écologie du Scirpe triquètre se rapproche nettement de celle de l'Angélique des estuaires concernant la nature du substrat et la tolérance à la salinité**. Dans l'estuaire de la Loire, c'est l'une des plantes hygrophiles qui poussent le plus bas sur les berges du fleuve, **la majorité des populations s'exprimant dans la partie inférieure du profil de berge et étant soumise quotidiennement à l'onde de marée**.



Figure 12 : Exemples de scirpaie à Scirpe triquètre en bordure de la Loire (Source : Le Bail & Lacroix).

II. Encadrement réglementaire

1. Le réseau Natura 2000 et l'étude d'incidences

Le réseau Natura 2000 et ses sites

Outils fondamentaux de la politique européenne de préservation de la biodiversité, les sites Natura 2000 visent une meilleure prise en compte des enjeux de biodiversité dans les activités humaines. En Europe, le réseau représente 27 522 sites et couvre respectivement 18 % et 6 % des surfaces communautaires terrestres et maritimes (zone économique exclusive). Au 1er mars 2017, la France comptait 1 766 sites, couvrant respectivement 13 % et 11 % des surfaces métropolitaines terrestre et maritimes (zone économique exclusive).

Ces sites sont désignés pour protéger un certain nombre d'habitats et d'espèces représentatifs de la biodiversité européenne. La liste précise de ces habitats et espèces est annexée à la directive européenne oiseaux (2009/147/CE) et à la directive européenne habitats (92/43/CEE). L'Angélique des estuaires est à ce titre inscrite comme espèce prioritaire à l'annexe II de cette directive comme espèce d'intérêt.

A l'échelle de l'estuaire de la Loire, deux sites Natura 2000 « ZSC » ont ainsi été désignés en partie en raison de la présence de l'Angélique des estuaires et de certains de ses habitats :

- 6430 – Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnards à alpin.
- 91F0 – Forêts mixtes de *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior*, ou *Fraxinus angustifolia* riveraines des grands fleuves (*Ulmenion minoris*).
- **91E0* - Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).** Cet habitat est d'intérêt prioritaire, c'est-à-dire un habitat en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation duquel, l'Union européenne porte une responsabilité particulière, compte tenu de la part de son aire de répartition comprise en Europe.

Ces deux sites Natura 2000 « ZSC » recouvrent l'aire d'influence de l'estuaire :

- Estuaire de la Loire (ZSC-FR5200621), pour la partie aval ;
- Vallée de la Loire de Nantes aux Ponts-de-Cé et ses Annexes (ZSC - FR 5200622), pour la partie amont.



Figure 13 : Sites Natura 2000 ZSC Estuaire de la Loire (figuré bleu) et Vallée de la Loire de Nantes aux Ponts-de-Cé et ses Annexes (figuré vert) en vigueur en mars 2025

L'étude d'incidences Natura 2000

Un régime d'évaluation des incidences des projets ou programmes de travaux, d'ouvrages ou d'aménagement susceptibles d'affecter de façon significative un site Natura 2000 (ZSC ou ZPS) a été introduit par les articles 6.3 et 6.4 de la directive européenne « Habitats-Faune-Flore » 92/43/CEE, transposés en droit français par les articles L.414-4 et 5 et R.414-19 à 29 du code de l'environnement ainsi qu'aux articles L214-1 à L214-6 concernant la liste des opérations relevant de ce régime d'évaluation du code de l'environnement.

Les projets soumis aux procédures d'autorisation environnementale, loi sur l'eau ou ICPE ainsi que certaines opérations ou projets d'aménagement situés à l'intérieur des sites Natura 2000 (ou situés en bordure et risquant d'avoir une influence sur le site), doivent faire l'objet d'une "**étude d'incidences Natura 2000**". Cette procédure vise à évaluer leurs conséquences sur l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire.

Ce dossier comprend une analyse des effets de l'opération sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites Natura 2000 concernés.

Elle doit tout d'abord exposer les **mesures d'évitement et de réduction** proposées par le maître d'ouvrage pour atténuer ces impacts sur l'Angélique et/ou ses habitats.

En cas d'incidences significatives dommageables, le dossier doit exposer :

- La description des solutions alternatives envisageables, les raisons pour lesquelles il n'existe pas d'autre solution que celle retenue et les éléments qui permettent de justifier l'approbation de l'opération pour des motifs liés à la santé ou à la sécurité publique ou tirés des avantages importants procurés à l'environnement ou, **après avis de la Commission européenne, pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur.**
- La description des mesures envisagées pour **compenser** les effets dommageables. Les mesures compensatoires permettent une compensation efficace et proportionnée au regard de l'atteinte portée aux objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 concernés et du maintien de la cohérence globale du réseau Natura 2000.
- L'estimation des dépenses correspondantes et les modalités de prise en charge des mesures compensatoires.

Si des impacts significatifs demeurent après évitement et réduction, seules des opérations d'envergure régionale, nationale ou européenne peuvent justifier un accord de la Commission Européenne. Dans les autres cas, le projet ne pourra pas être autorisé en l'état.

Le code de l'environnement prévoit des **sanctions pénales** au titre de l'article L415-5-1 : 30 000 euros d'amende et six mois d'emprisonnement pour les opérations réalisées sans se conformer à la mise en demeure de procéder à l'évaluation des incidences Natura 2000, de procéder à la déclaration ou d'obtenir l'autorisation ou de respecter l'autorisation délivrée ou la déclaration. La peine est doublée lorsque l'infraction a causé une atteinte aux habitats naturels ou aux espèces végétales ou animales ayant justifié la désignation du ou des sites Natura 2000 concernés.

Des **sanctions administratives** sont également possibles, telles que l'arrêt des opérations ainsi que l'obligation de remise en état du site (avec le cas échéant consignation de la somme correspondant aux dommages).

2. Le régime de protection des espèces de faune et de flore sauvages

Ce régime de protection et la procédure associée sont décrits dans les articles L. 411-1 et L. 411-6 et R 411-1 à R 411-14 du même code.

Le principe général est une interdiction des atteintes aux espèces listées dans des arrêtés ministériels pris par groupe taxonomique.

L'objectif de cette protection porte sur le maintien ou le rétablissement dans un état de conservation favorable des populations d'espèces ainsi protégées. Cette disposition permet de transposer dans le droit national les dispositions des deux directives européennes relatives à la protection de la nature, et pour la flore la directive « Habitats-Faune-Flore » n° 92/43 du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages – en particulier articles 12 à 16.

L'Angélique des estuaires fait à ce titre partie des 451 espèces de plantes vasculaires 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 de l'arrêté 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 ».

Ainsi, tout projet susceptible d'impacter un ou plusieurs individus d'Angélique des estuaires ainsi que son habitat doivent **en priorité éviter** ces impacts.

Toutefois, s'il s'avère que de tels impacts ne peuvent être intégralement évités, l'article L411-2 du code de l'environnement prévoit la possibilité de **soumettre un dossier de demande de dérogation** à ce principe général d'interdiction à condition :

- « *Qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante ;*
- *Que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle » ;*
- *Que le projet entre dans un des cinq motifs dérogatoires, 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, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ».*

Le dossier de demande de dérogation doit décrire en quoi le projet répond à ces trois conditions cumulatives. Il inclut également l'état initial, la description du projet, ainsi que la manière dont la séquence **éviter-réduire-compenser** a été rigoureusement menée.

En cas de dossier de qualité insuffisante et/ou de projet ne permettant pas de justifier les 3 conditions d'octroi, la dérogation ne pourra pas être autorisée en l'état.

Le code de l'environnement prévoit des **sanctions pénales** au titre de l'article L415-3 : 150 000 euros d'amende et 2 ans d'emprisonnement pour les opérations réalisées sans se conformer à procédure de dérogation. Des **sanctions administratives** sont également possibles, telles que l'arrêt des opérations ainsi que l'obligation de remise en état du site.

Le Scirpe triquètre bénéficie également de ce régime de protection stricte Par conséquent, les conditions énoncées ci-dessus pour l'Angélique s'appliquent de la même façon pour le Scirpe triquètre.

La fiche 2 présentée au chapitre « Les outils du guide » décrit de manière détaillée les conditions de la demande et le contenu du dossier de demande.

III. Le plan de conservation

1. Un plan pour répondre à la superposition des enjeux du territoire

La concentration des plus fortes densités d'Angélique des estuaires sur les hauts de berges de l'agglomération nantaise la rend vulnérable aux différents aménagements urbains. Inversement, la présence de cette espèce protégée expose les projets de développement urbains à un risque de blocage juridique. Le Scirpe triquètre par sa localisation en pied de berge, est également soumis à ces pressions, et en particulier dans le cadre de la gestion des ouvrages fluviaux de la Loire (cales, ports, étiers).

Dès lors la question suivante est posée : 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 ?

2. Origine et vie du plan de conservation

En réponse à cette question, par délibération du 26 avril 2002, Nantes Métropole a engagé un programme de protection et de valorisation de l'Angélique des estuaires, qui s'est traduit par l'élaboration d'un plan de conservation pluriannuel de cette espèce. Celui-ci a été présenté le 6 avril 2005 auprès du Conseil National de Protection de la Nature placé auprès du Ministère en charge de la protection de la nature qui l'a validé et en a souligné le caractère exemplaire. Ce plan s'est notamment traduit en 2009 par la publication d'un guide technique à l'attention des acteurs de l'aménagement et des gestionnaires ainsi que la mise en ligne d'outils opérationnels. Le 11 février 2010 le nouveau plan d'action 2009-2013 en faveur de l'Angélique des estuaires ainsi que le premier plan d'action 2009- 2013 en faveur du Scirpe triquètre dans l'estuaire de la Loire sont validés. En 2015, un plan de gestion global de 17 stations réservoirs pour l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre est réalisé par le Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire avec l'appui du Conservatoire botanique national de Brest. Le plan de conservation a fait l'objet d'une mise à jour récente pour la période 2024-2029.

Ce document présente une forte originalité liée à la superposition particulièrement exacerbée de forts enjeux de développement du territoire aux enjeux de conservation d'espèces vulnérables et de leurs habitats. Le portage politique du plan de conservation par Nantes Métropole a répondu à la mesure de ces enjeux.

Une autre particularité du plan de conservation en faveur de l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre réside dans la production d'outils innovants, qui sont présentés dans ce guide, pour la prise en compte de ces deux espèces protégées. L'utilisation de ces outils doit permettre aux porteurs de projets de se responsabiliser vis-à-vis de la sauvegarde de ces espèces et de leur habitat. Un des objectifs du plan de conservation consiste, en effet, en une assistance aux maîtres d'ouvrages et gestionnaires afin de leur permettre de conduire à terme leur projet tout en préservant les espèces en cohérence avec l'ambition de la délibération métropolitaine du 29 juin 2022 en matière de compensation et d'objectif de gain net de biodiversité.

3. Contenu et objectifs

Le plan de conservation s'appuie sur un document élaboré par des naturalistes qui effectue :

- Une synthèse des connaissances générales disponibles pour les deux espèces.
- Un diagnostic de l'état de conservation des populations des différentes stations recensées.
- Des préconisations concrètes pour la gestion favorable des espèces : le plan d'action.

5 objectifs à long-terme ont été définis en cohérence avec l'ambition initiale du plan de conservation dont le socle repose sur l'acquisition des connaissances :

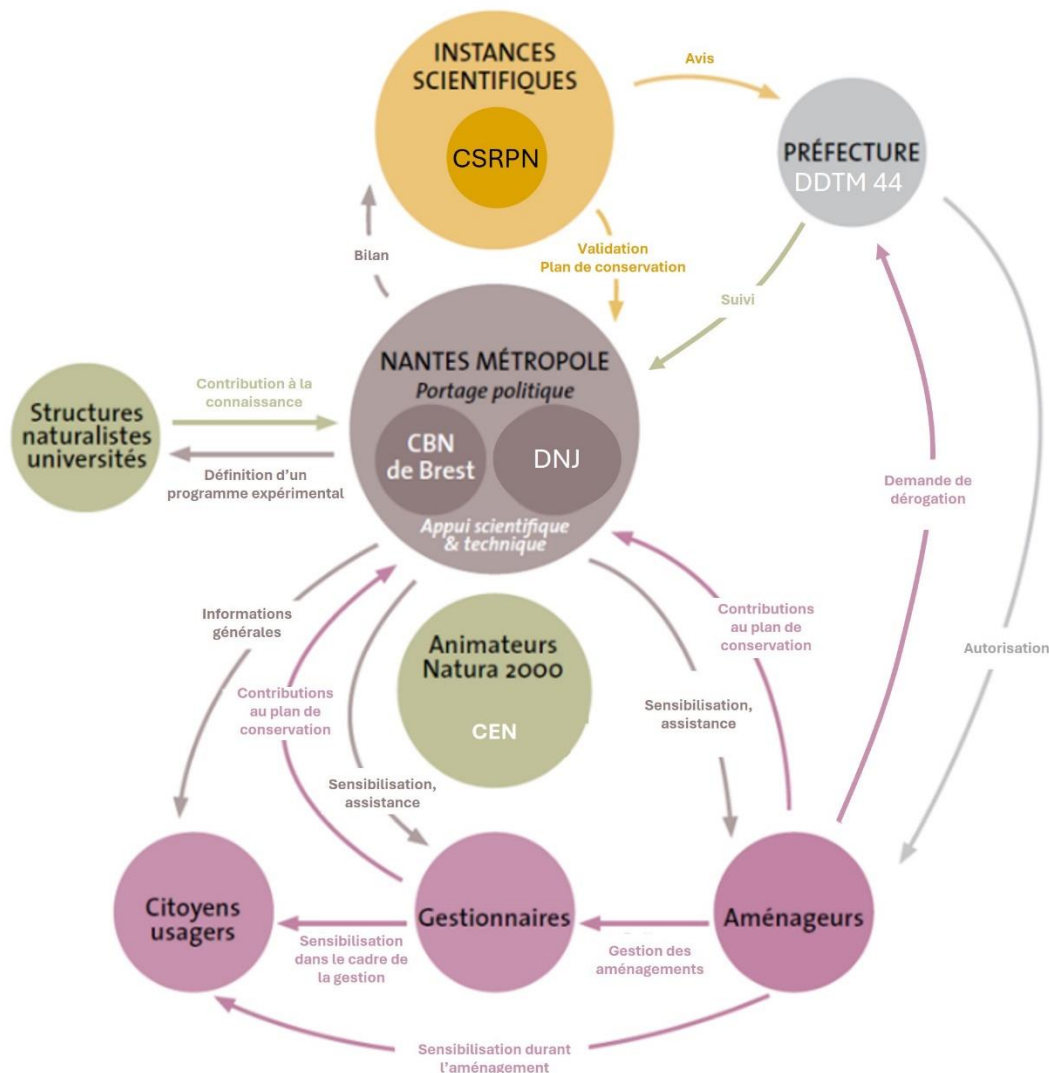
- A. Approfondir les connaissances relatives à l'écologie des deux espèces.
- B. Poursuivre une démarche de conservation ambitieuse.
- C. Améliorer la prise en compte des deux espèces dans la séquence éviter-réduire-compenser des aménagements.
- D. Renforcer la communication et la sensibilisation des parties prenantes.
- E. Soutenir une gouvernance dynamique et efficace.

4. Gouvernance

L'engagement de Nantes Métropole dans ce plan de conservation s'appuie sur un partenariat technique et scientifique acquis par convention avec le Conservatoire botanique national de Brest et par une collaboration avec la Direction Nature et Jardin de Nantes Métropole.

Le rôle d'animation de la mise en œuvre du plan de conservation assuré par Nantes Métropole n'enlève rien aux responsabilités et obligations particulières des maîtres d'ouvrages et des gestionnaires. L'implication de chacun au regard des objectifs du plan de conservation a été traduit dans la CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels / CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel / CBN de Brest : Conservatoire botanique national de Brest / DNJ : Direction Nature et Jardin / DDTM 44 : Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Loire-Atlantique

Figure 14.



CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels / CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel / CBN de Brest : Conservatoire botanique national de Brest / DNJ : Direction Nature et Jardin / DDTM 44 : Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Loire-Atlantique

Figure 14 : Acteurs du plan de conservation de l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquète

IV. Les outils du guide

La démarche générale et les outils du guide

Adopter une vision « habitat » pour les berges estuariennes de la Loire et la Sèvre

Le guide invite les acteurs du territoire concernés par l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre à dépasser la vision 'espèce' pour appréhender l'habitat « berge estuarienne » dans son ensemble. Si les deux espèces bénéficient d'un statut réglementaire et de menace, elles soulignent l'importance de la préservation de l'intégrité de l'habitat « berge estuarienne » au titre des autres fonctions qu'elle assume (flore, faune, zones humides, etc.).

L'approche positive de la biodiversité et les démarches conservatoires

L'enjeu relatif à l'habitat « berges estuarienne » est d'abord pris en compte dans le cadre des démarches de conservation « positive » de la biodiversité : politique Gemapi, Docob Natura 2000, Plan de conservation métropolitain, stratégie nationale de création d'aires protégées, etc.

La séquence Eviter-Réduire-Compenser (ERC) pour les interventions sur berges

La séquence ERC appliquée à la biodiversité a été introduite pour la première fois en droit français dans la loi relative à la protection de la nature du 10 juillet 1976. Son corpus législatif et réglementaire s'est depuis largement étoffé, tant au niveau européen qu'au niveau national. Elle est actuellement appliquée dans le cadre de nombreuses procédures environnementales (évaluation environnementale des plans et programmes² ou des projets², ICPE³, IOTA⁴, évaluation des incidences Natura 2000⁵, espèces protégées⁶).

Les 3 phases de la séquence ERC sont hiérarchisées selon leur ordre de priorité :

1. L'évitement modifie le projet initial (localisation, phasage, etc.) afin de supprimer toute perte de biodiversité que ce projet engendrerait.

La phase d'évitement doit être la priorité pour tout projet. Elle seule permet de supprimer entièrement les pertes de biodiversité liées au projet et de garantir sa faisabilité réglementaire. Cette phase permet ainsi au maître d'ouvrage de limiter les risques de faisabilité environnementale du projet.

2. La réduction ne permet pas de supprimer totalement les pertes de biodiversité mais en limite l'étendue, la portée ou l'intensité.

La phase de réduction intervient lorsque les impacts négatifs sur la biodiversité ne peuvent pas être suffisamment évités. Elle traduit les moyens mis en œuvre pour diminuer ces impacts. Elle peut notamment lui permettre de limiter voire éviter les engagements et obligations liés à la compensation si le projet n'engendre pas de perte de biodiversité après réduction.

3. La compensation, qui intervient en dernier recours, apporte une contrepartie aux pertes de biodiversité qui n'ont pu être évitées ou suffisamment réduites.

Engagée en dernier recours, cette étape n'est pas systématique et concerne uniquement les impacts ni évités, ni suffisamment réduits. **Elle ne remplace pas les mesures précédentes** mais vient en complément et vise « un objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire un **gain** [net] de biodiversité »³. Le gain net est atteint lorsque l'amélioration du niveau de biodiversité induit par la séquence ERC, est supérieur aux pertes. Les risques liés à la compensation peuvent être importants (économiques, délais, sociaux, réglementaires, juridiques, etc.). Elle intègre une approche par nombre de pieds mais aussi par surface d'habitat détruit à compenser. Un ratio de compensation supérieur à 1 peut être nécessaire dans certains cas pour consolider la faisabilité de la mesure en termes de résultats, notamment lorsque la compensation consiste à mettre en place des mesures de restauration de stations existantes plutôt que de la création d'habitat.

D'autres mesures dites d'**accompagnement** peuvent être proposées en complément des mesures ERC pour renforcer l'efficacité de ces dernières. Ces mesures ne s'inscrivent pas dans un cadre réglementaire ou législatif obligatoire dans le sens

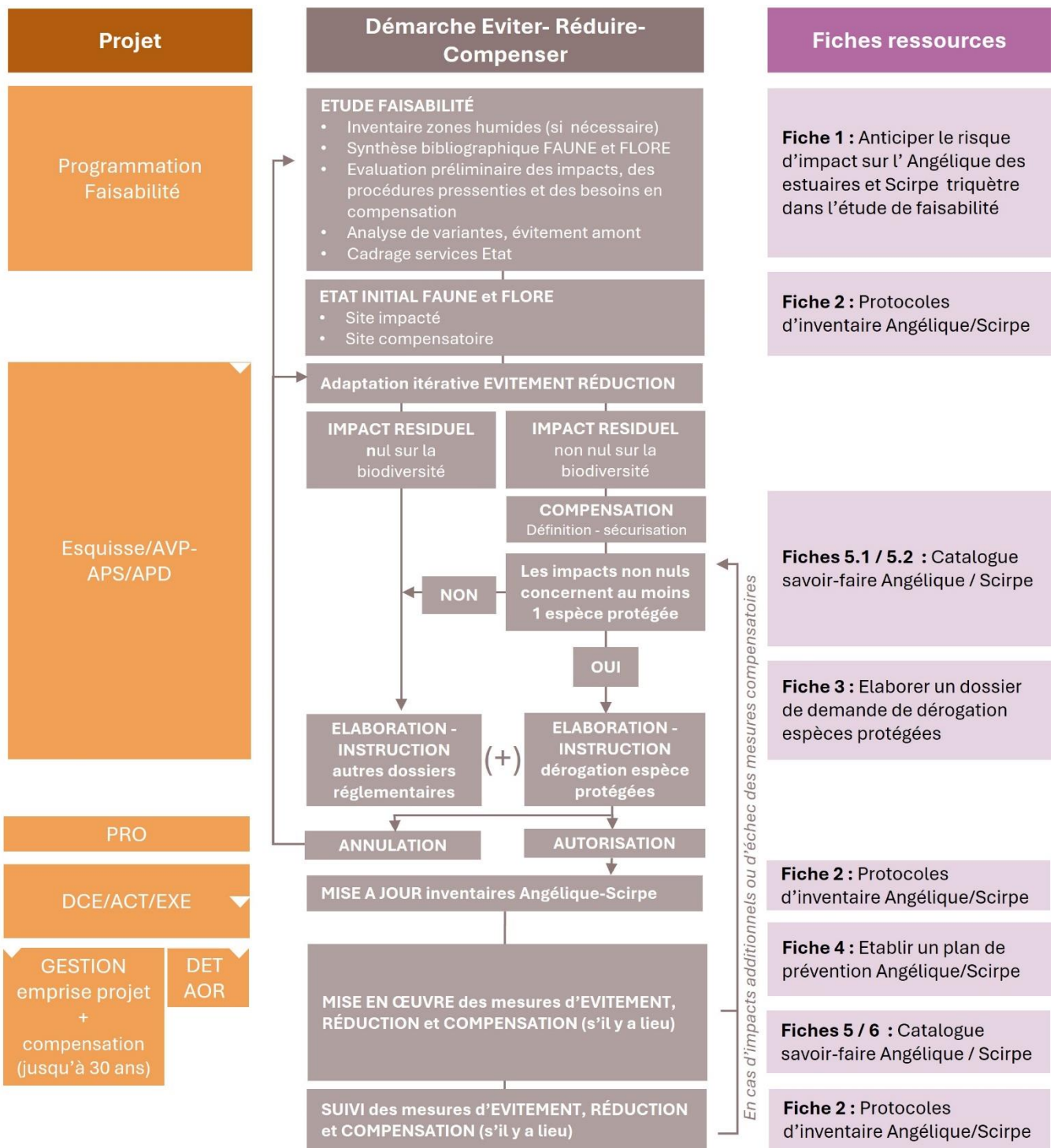
² L.122-4, L.122-6 et R.122-20 du Code de l'environnement, R.151-3 du Code l'urbanisme. ² L.122-1, L.122-3, R.122-4, R.122-5 du Code de l'environnement. ³L.512-1, L.512-7, L.512-8 du Code de l'environnement. ⁴L.214-3, R.214-1, R.214-6, R.214-32 du Code de l'environnement. ⁵L.4141-4, R.414-19, R.4141-20, R.4141-23 du Code de l'environnement. ⁶L.411-2 et suivants du Code de l'environnement

où elles sont proposées à l'initiative du maître d'ouvrage. Le cas échéant, elles peuvent consister en la rédaction d'un plan de gestion des berges concernées par les mesures compensatoires.

Enfin, des **suivis** sont engagés par le maître d'ouvrage afin d'évaluer la bonne mise en œuvre et l'atteinte des objectifs de la séquence ERC.

Les outils du guide au service des démarches de conservation positive et de la séquence Eviter-Réduire-Compenser (ERC)

La figure ci-après définit l'articulation entre le déroulement d'un projet d'aménagement ou de gestion, la démarche réglementaire Eviter-Réduire-Compenser ainsi que les outils du guide.



AVP : études d'avant-projet ; APS : études d'avant-projet sommaire ; APD : études d'avant-projet définitif ; PRO : études de projet ; DCE : dossier de consultation des entreprises ; ACT : passation des contrats de travaux ; EXE : études d'exécution ; DET : direction de l'exécution du ou des contrats de travaux ; AOR : opérations de réception

Figure 15 : Articulation des différents outils du guide dans le cadre d'un projet d'aménagement et/ou de gestion

1. Fiche 1 : Anticiper le risque d'impact sur l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre lors de l'étude de faisabilité

1.1 Collecte de données bibliographiques

Les bases de données suivantes pourront être consultées afin de bénéficier d'une première couche d'alerte :

- Porter à connaissance Nantes Métropole.
- Couche d'alerte CBN de Brest.
- Base en ligne *e Calluna* du CBNB de Brest et Biodiv Pays de la Loire,
- Ginco Pays de la Loire, Biodiv Pays de la Loire.
- Inventaires menés dans le cadre d'autres projets.

Il faut toutefois retenir que toute section de berge estuarienne, artificialisée ou « naturelle » constitue un habitat potentiel à Angélique des estuaires et Scirpe triquètre. Par ailleurs, l'absence une année n de ces deux espèces ne garantit pas leur absence l'année suivante.

1.2 Evaluer le risque d'impact brut

Les risques de l'ensemble des impacts bruts (avant application de la séquence ERC) doivent être anticipés :

- Impacts directs de l'ensemble des composantes du projet (y compris raccordement, voies d'accès, aménagements connexes, etc.).
- Impacts indirects (flux de matière en suspension, etc.).
- Impacts induits (piétinements liés à une hausse de la fréquentation, nouveaux accès prévus à moyen terme, etc.).

1.3 Evitement amont : intégrer l'enjeu Angélique/Scirpe dans l'analyse de variantes

L'évitement des berges estuariennes et en particulier des principales stations connues ou pressenties d'Angélique des estuaires et de Scirpe triquètre doit primer sur le choix des variantes, en particulier lorsque ces stations sont localisées au niveau d'habitat d'intérêt communautaire. Il s'agit de conduire une analyse multicritère des variantes techniques et géographiques permettant d'éviter les principaux enjeux connus ou pressentis.

1.4 Etudier la faisabilité des procédures réglementaires

En cas d'impossibilité d'évitement, il d'agit d'intégrer la faisabilité des procédures environnementales intégrant une dérogation espèces protégées eu égard aux contraintes de calendrier, financier, technique mais également technique eu égard à la faisabilité de la compensation et à sa gestion et son suivi sur plusieurs années. La durée de la compensation correspond à la durée des impacts, et est fixée de manière proportionnée à la nature du projet, de ses enjeux et de ses impacts ; cette durée peut être fixée jusqu'à 30 ans voire davantage dans certains cas.

2. Fiche 2 : Protocoles d'inventaire de l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre

Objectifs	Intégrer des prescriptions spécifiques à l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre et à leur habitat lors de la rédaction du cahier des charges, pour la réalisation des études à conduire, pour l'évaluation de l'impact du projet sur l'Angélique et le Scirpe et leur habitat au regard de la réglementation en vigueur.
Principes	Description des données à recueillir sur l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre et leur habitat dans le périmètre du projet pour garantir la mise en œuvre d'une séquence ERC exemplaire.

Calendrier d'inventaire pour l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre

- Fin mai, juin : 1^{er} passage pour l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre.
- Juillet : toute flore (dont relevés phytosociologiques).
- Septembre : 2nd passage pour l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre.

Périmètre d'inventaire pour l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre

Le périmètre d'inventaire correspond aux berges (naturelles ou anthropisées) des cours d'eau soumis à la marée et aux crues, entre les niveaux topographiques allant des scirpaies /microphorbiaies des bas niveaux, jusqu'aux mégaphorbiaies en haut des berges.

Description des populations d'Angélique des estuaires

Sur chacune des stations identifiées :

- Cartographie établie à l'échelle du projet (de l'ordre du 1/500) sur fond de plan comprenant un lever topographique précis et permettant de situer la position altimétrique de l'espèce.
- **Dénombrement systématique** des individus (à l'exception des germinations dans le cas où celles-ci seraient abondantes). Possibilité d'estimation par classe d'effectifs pour les pieds juvéniles si leur nombre dépasse la centaine d'individus.
- Description des **stades de développement** des individus dénombrés **et des classes de hauteur** des pieds fleuris selon la typologie décrite par le tableau suivant.

Tableau 1: Typologie des stades végétatifs et classes de hauteur des pieds fleuris à renseigner pour les individus dénombrés

CLASSES DE HAUTEURS DES INDIVIDUS	STADE DE DEVELOPPEMENT CORRESPONDANT
pl.	Germination et plantule
< 50 cm	Juvenile et jeune pied au stade végétatif < 50 cm
> 50 cm	Pied au stade végétatif de plus de 50 cm
Pieds fleuris	
• 0-90 cm (fleuri)	Pied fleuri classe 1
• 90-150 cm (fleuri)	Pied fleuri classe 2
• 150-200 cm (fleuri)	Pied fleuri classe 3
• > 200 cm (fleuri)	Pied fleuri classe 4

Description des habitats

Relevés phytosociologiques

Sur chaque station, au moins un relevé phytosociologique sera conduit au niveau d'un habitat à Angélique des estuaires et au moins un relevé phytosociologique sur un habitat à Scirpe triquètre. Les zones de transition seront évitées en respect de la méthode phytosociologique qui nécessite de procéder à des relevés au sein d'entités végétales homogènes. Les relevés devront être effectués selon la méthode de Braun-Blanquet (1928), où les coefficients d'abondance correspondent au pourcentage de recouvrement spatial de l'espèce relevée, défini par différentes classes.

Critères relatifs à l'état de conservation de la population d'Angélique des estuaires

L'état de conservation de chacune des stations sera décrit selon les critères suivants :

- **Densité** : nombre total de pieds rapporté au linéaire (ou à la surface, exceptionnellement).
- **Vitalité de la population** : calcul du taux de floraison correspondant au nombre de pieds ayant réellement fleuri, rapporté au nombre total de pieds.
- **Taille moyenne des pieds fleuris** : constitue un moyen indirect d'évaluer la production grainière ;
- **Germinations** : c'est une preuve d'alimentation du site par des graines – le suivi de la persistance des plantules renseigne sur le caractère favorable de la station au maintien de l'espèce à des stades ultérieurs (à réaliser de septembre à octobre pour pouvoir évaluer précisément).
- Facteurs de pression anthropique éventuellement identifiées sur la station.

Description des populations de Scirpe triquètre

Le **dénombrement des individus** décrira, par station (s'il existe plusieurs foyers de population séparés de plus de 75 m), les différentes **classes de recouvrement d'individus**, depuis la berge dans la majorité des cas. Les classes de recouvrement utilisées seront les suivantes :

- Très faible (<5%),
- Faible (5 < R < 25%),
- Moyenne (25 < R < 50%),
- Forte (50 < R < 75%),
- Très forte (>75%).

Il convient de produire une cartographie de stations observées, établie à l'échelle du projet (de l'ordre du 1/500). Cette cartographie permet de renseigner un indice de continuité/discontinuité des populations de Scirpe:

- Station ponctuelle, constituée d'individus présents sur quelques dizaines de mètres de rives tout au plus ;
- Station linéaire continue, présentant des individus répartis de manière régulière le long de la berge, sans rupture de répartition excédant 10 mètres ;
- Station linéaire discontinue, présentant des individus répartis de manière discontinue le long de la berge, c'est-à-dire avec des écarts de plus de 10 mètres entre les sous-ensembles.

Dans le cas de stations très ponctuelles peu fournies (moins de 50 pieds), comme on peut en rencontrer sur la Sèvre, un dénombrement à l'individu sera demandé.

Description des espèces exotiques envahissantes (EEE)

Les espèces exotiques invasives, potentiellement invasives ou à surveiller, répertoriées au sein de la liste régionale de référence en vigueur (mise à jour régulière par le CBN de Brest) seront également inventoriées, avec localisation de celles considérées comme invasive dans la région.

Point de vigilance : le diagnostic écologique doit également porter sur les autres enjeux de faune et de flore afin de pouvoir justifier de l'absence de perte nette de biodiversité, ou dans le cas contraire de proposer des mesures d'évitement, réduction et éventuellement de compensation pour les autres taxons impactés.

3. Fiche 3 : Elaborer un dossier de demande de dérogation en cas d'impact sur des individus d'Angélique des estuaires et de Scirpe triquètre

Cas de figure concernés : cas 2, 3, 4 de l'arbre de décision opérationnel

Objectifs

- Apporter une aide à la constitution du dossier réglementaire
- Informer le maître d'ouvrage sur les procédures à suivre et sur les différentes étapes d'instruction de la demande.

Cette fiche présente un dossier pour un projet qui impacterait plusieurs espèces protégées comme l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre. Dans le cas où le projet impacterait d'autres espèces protégées, notamment celles inféodées aux berges (odonates, reptiles, mammifères semi-aquatiques, oiseaux, etc.) le dossier de demande sera étendu à l'ensemble de ces espèces.

Evaluer la possibilité d'obtention d'une dérogation espèces protégées

Si le dépôt d'une demande de dérogation est toujours possible, l'octroi d'une autorisation de dérogation espèces protégées dépend de la justification du projet eu égard aux 3 conditions suivantes :

- **Raisons impératives d'intérêt public majeur.** Cette condition doit être démontrée en trois temps :
 - Public : Intérêt public à long terme.
 - Impératif : caractère d'urgence, réalisation indispensable pour la société.
 - Majeur : mise en balance de l'intérêt public avec l'objectif de conservation des espèces.
- **Absence de solutions alternatives.** Le projet doit présenter l'analyse d'alternatives ou l'impossibilité d'alternatives (Alternatives techniques, Alternatives géographiques, alternatives temporelles).
- **Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces dans leur aire de répartition naturelle.** Cette condition repose sur la qualité de l'état initial et de la séquence ERC développée aux chapitres suivants. Un chapitre dédié peut toutefois être utile afin de formaliser la démonstration en décrivant théoriquement l'état de conservation pour chacune des espèces (et *a minima* pour les espèces rares et menacées) – voir Fiche 2 en ce qui concerne l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre. L'inscription du projet dans le cadre du plan de conservation global des deux espèces est essentielle pour garantir la prise en compte de leur préservation.

Contenu du dossier de dérogation

1. La demande est à établir sur l'imprimé CERFA n° 13617*01 (voir site internet Nantes Métropole) et est à adresser au préfet du département concerné en minimum trois exemplaires. Le CERFA n° 13617*01 de référence comporte les renseignements suivants :

- la qualification de l'opérateur ;
- la nature de l'opération projetée, la finalité, les objectifs ;
- les espèces et le nombre de spécimens concernés ;
- les périodes, lieux et dates d'intervention ;
- les protocoles d'études et de suivi et les modalités de comptes-rendus.

2. Un dossier détaillé comportant :

- le contexte et objectifs du projet ;
- la situation du projet ;
- la présentation du projet et de son évolution au regard de la prise en compte des espèces protégées ;
- l'état initial ;
- les mesures d'évitement et de réduction des impacts ;
- l'évaluation des impacts résiduels sur les espèces protégées.
- les mesures de compensation, leur contribution au plan de conservation ainsi que la démonstration du bilan positif de la compensation, résultant en un gain net pour l'Angélique et le Scirpe ;

- les éventuelles mesures d'accompagnement ainsi que le suivi scientifique des mesures envisagées.

Instruction des demandes

La demande sera adressée au préfet du département en trois exemplaires et instruite par la DDTM44. Elle fait l'objet d'une saisine du conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) qui émet un avis à partir duquel le préfet (DDTM 44) délivrera ou non l'arrêté préfectoral d'autorisation. Les travaux d'aménagement ne pourront débuter qu'après la délivrance de cette dérogation (

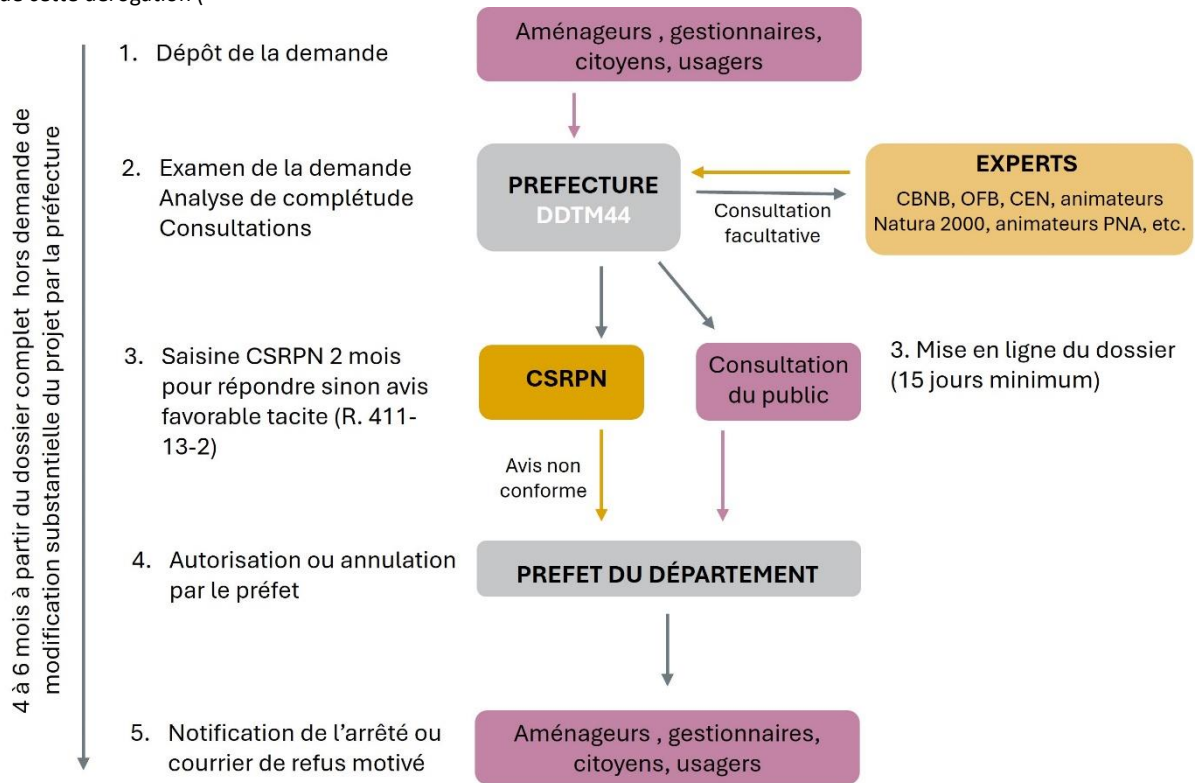


Figure 16).

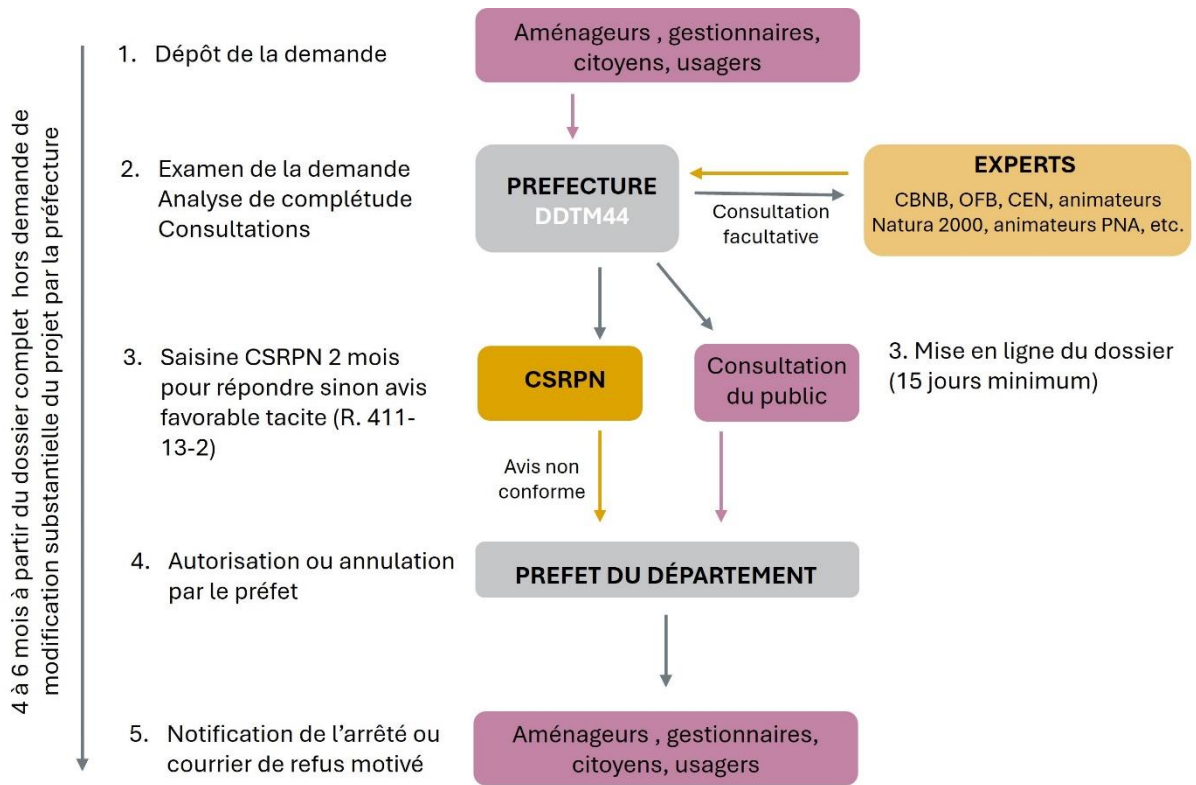


Figure 16 : Procédure d'instruction des demandes de dérogation espèces protégées pour l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre

4. Fiche 4 : Établir un plan de prévention de l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre

Cas de figure concernés : cas 2 de l'arbre de décision opérationnel

Objectifs

Proposer un cadre pour la mise en place de mesures de protection de populations d'Angélique des estuaires et de Scirpe triquètre se trouvant au contact de l'emprise du chantier, afin de prévenir leur dégradation.

Principes

- Définition de la (ou des) zone(s) qui risque(nt) d'être affectée(s) par le chantier (comprenant les accès au chantier et les zones éventuelles de survol par des engins de levage) ;
- Repérage de tous les individus d'Angélique des estuaires et de Scirpe triquètre à l'intérieur de cette zone, à l'échelle du chantier (minimum 1/500) ;
- Détermination avec les entreprises de l'emprise exacte du chantier en limitant au maximum l'impact du chantier sur les Angéliques et les Scirpes ;
- Désignation d'un coordonnateur responsable de l'application du plan de prévention ;
- Contractualisation d'un plan de prévention « Angélique des estuaires et Scirpe triquètre » avec les entreprises sur la base du document type présenté en annexe.

Ce plan de prévention pourra être adapté en fonction de l'importance du chantier et s'intégrer dans un plan d'assurance environnement (PAE) ou un plan assurance qualité (PAQ) qui plus largement visent à mettre en œuvre des chantiers à nuisances réduites, limitant et maîtrisant leurs impacts.

Tout impact sur l'Angélique des estuaires ou le Scirpe triquètre qui sont des espèces protégées, y compris dans le cadre de travaux préalables, peut faire l'objet d'une dérogation s'il y a un impact sur des spécimens.

Pour le Scirpe triquètre, une intervention par la Loire pourra être nécessaire le cas échéant. Les autorisations et mesures de sécurités associées seront alors à renseigner dans le plan de prévention.

Un modèle de plan de prévention est présenté ci-après.

La mise en œuvre d'un plan de prévention peut être indiqué dans le dossier réglementaire au titre d'une mesure d'accompagnement (mesure A6.1a – Organisation administrative du chantier), dans la mesure où ce plan vise à renforcer l'efficacité de la séquence ERC

Plan de prévention - Angélique des estuaires et Scirpe triquètre

Document type de contractualisation avec les entreprises

Situation du chantier :
 Nature du chantier :
 Nombre d'entreprises concernées :
 Date du début du chantier :
 Durée prévisible (jours) :
 Inspection préalable effectuée le :

Les participants :

Maître d'ouvrage :
 Chargé d'environnement :

Maître d'œuvre 1 (informations à renseigner pour chaque maître d'œuvre)
 Nom et coordonnées du responsable du chantier :
 Désignation de la prestation :

Entreprise sous-traitante 1 (informations à renseigner pour chaque entreprise sous-traitante)
 Nom et coordonnées du responsable du chantier :
 Désignation de la prestation :

Actions à effectuer :

- Délimitation de l'emprise exacte du chantier.
- Indication des voies de circulation et d'accès.
- Transmission des consignes de prévention de l'angélique des estuaires.

Tableau : Définition des phases de chantier à risque pour l'angélique des estuaires, adaptation du chantier et moyens de prévention pour l'espèce.

Nature des risques d'atteinte à l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre	Mesures de prévention	Entreprise responsable
Piétinement et cheminement par les personnels des entreprises en dehors de l'emprise délimitée	Pose d'une clôture de chantier. Informer les personnels. Installer des panneaux d'information rappelant l'interdiction de sortir à l'extérieur du périmètre. ...	
Circulation des engins en dehors de l'emprise délimitée	Pose d'une clôture de chantier. Informer les personnels. Installer des panneaux d'information rappelant l'interdiction de sortir à l'extérieur du périmètre. ...	
Emploi et stockage de produits phytotoxiques	Installer un bac de rétention pour le stockage des produits. Pas d'utilisation de produits pulvérisés ou projetés à proximité de la clôture du chantier. Pas d'utilisation de produits pulvérisés par temps venté. Pose d'une clôture de chantier étanche. ...	
Obligation pour des raisons impératives de modifier l'emprise du chantier	Nouveau repérage de tous les plants d'Angélique des estuaires et de Scirpe triquètre concernés. Transplantation Voir avec le coordonnateur du chantier pour désigner un expert pour l'opération de transplantation momentanée. Prévoir la remise en état du biotope et de la population. ...	
Autre :		

Documents remis et expliqués aux entreprises extérieures :

- Plan de repérage des angéliques des estuaires.
- Périmètre exact du chantier.
- Position des clôtures de protection des angéliques.

Nom et coordonnées des botanistes compétents :

Entreprise sous-traitante

Nom :
Qualité :
Date :
Signature :

Coordonnateur :

Nom :
Qualité :
Date :
Signature :

Maître d'œuvre :

Nom :
Qualité :
Date :
Signature :

5. Fiche 5 : Catalogue des savoir-faire et des pratiques favorables à l'Angélique des estuaires

Objectifs du catalogue

Le présent catalogue a pour objet de mettre à disposition le savoir-faire acquis dans le cadre du plan de conservation porté par Nantes Métropole en faveur de l'Angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire, dans un esprit de partage de l'expérience acquise par le Jardin Botanique de Nantes et le Conservatoire botanique national de Brest entre 2004 et 2015.

Ce document constitue une source opérationnelle éprouvée d'assistance à montage de projet qui s'adresse aux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour l'intégration dans les projets de la gestion conservatoire de cette espèce d'intérêt patrimonial majeur.

Dans le contexte d'une Loire canalisée, l'objectif est ici d'utiliser les aménagements pour créer des habitats à Angélique des estuaires, en favorisant la sédimentation naturelle pour une dynamique spontanée des végétations qui lui sont favorables, pouvant aller jusqu'à la ripisylve.

Ce catalogue s'appuie sur la reconnaissance du statut de milieu naturel des rives de la Loire, de la Sèvre nantaise et des étiers adjacents, y compris à l'intérieur de l'agglomération nantaise, sur des substrats fortement artificialisés. Il s'inscrit bien dans la logique de la gestion différenciée des espaces verts qui est développée depuis le début des années 2000 à partir d'une meilleure compréhension entre l'espace vert cultivé et l'espace vert naturel.

Il n'est pas évident de distinguer les mesures de restauration et de création d'un habitat à Angélique. La majorité des stations d'Angélique correspond aujourd'hui à des berges artificielles (perrés, enrochements, ouvrages en béton). C'est donc dans des conditions secondaires que se constitue spontanément un bourrelet vaseux qui devient un véritable habitat à Angélique. Il est ici convenu que ce qui touche à la restauration et à la création d'un habitat à Angélique concerne spécifiquement le bourrelet vaseux. Le tableau ci-dessous précise les trois cas de figures dans lesquels tout projet d'aménagement ou d'entretien s'intégrant dans la logique du plan de conservation, doivent théoriquement se placer.

Tableau : Typologie des projets et actions à engager au titre de la conservation de l'Angélique des estuaires

Type de berge		Etat initial des populations	Etat initial de l'habitat	Transplantation	Réfection de berge	Création de biotope
Restauration d'un habitat à Angélique	Berge artificielle dégradée	Présence faible	Dégradé	Oui	Oui	Non
Restauration d'un habitat à Angélique	Berge artificielle naturalisée, non dégradée	Présence faible	Dégradé	Non	Non	Non
Création d'un habitat à Angélique	Berge artificielle dégradée	Aucune ou présence très faible	Pas d'habitat favorable	Oui ou non	Oui	Oui

Articulation du catalogue avec la séquence ERC

Les mesures présentées ci-après relèvent de mesures distinctes au titre de la séquence ERC :

- **Réduction** : Transplantation, replantation (cf. 5.1).
- **Compensation** :
 - Création de biotope (cf. 5.2). Comme présenté par le tableau précédent, il n'est pas attendu de compensation au niveau de berges artificielles naturalisées, non dégradées.
 - Gestion (cf. 5.3).
- **Accompagnement** : Semis (cf. 5.4).

5.1 Transplantation, replantation

Les trois premières expérimentations de déplacement d'Angélique des estuaires effectuées sous la responsabilité du Jardin Botanique de Nantes ont mis en évidence un pourcentage de perte d'environ 10 %, après plantation dans le biotope définitif. Le système de jauge employé a permis de conserver la quasi-intégralité des individus déplacés sur des périodes ne dépassant pas 8 mois. Ces résultats légitiment donc le recours à des telles méthodes, pour autant qu'il y ait, au préalable, une adaptation du projet d'aménagement ainsi qu'une prise en compte de la plante au cours de la phase de travaux, dans l'objectif de **réduire au maximum le nombre d'individus devant faire l'objet d'une transplantation ou replantation**.

La transplantation correspond soit au déplacement spatio-temporel de pieds d'Angélique des estuaires dans une jauge avec l'objectif d'un retour sur le site d'origine après aménagement et remise en état de son biotope, soit au déplacement des pieds directement vers un autre site (sans mise en jauge), après préparation du biotope.

La replantation s'effectue directement sur le site d'origine, sans mise en jauge, avec arrachage et plantation au cours de la même opération.

Le renforcement des populations qui a été effectué en 2000 à Couëron a montré les limites de cette mesure de conservation, puisque l'augmentation artificielle des populations avait alors induit une montée à fleurs de l'essentiel des effectifs et la disparition des plantes à la suite de la fructification. L'année suivante, à la suite des nombreux semis naturels, l'effectif a retrouvé son équilibre de départ sur le même espace. Il s'avère ainsi, qu'il existe très probablement des mécanismes de contrôle des populations chez l'Angélique des estuaires. Dans ces conditions, **la réalisation d'un renforcement des populations, que ce soit par semis ou par transplantation, ne paraît pas constituer un outil de conservation particulièrement indiqué.**

Exigences et caractères biologiques de la plante qui vont guider les opérations de transplantation

Teneur en eau du sol : L'Angélique des estuaires se trouve sur des sols inondés de manière récurrente, quoique irrégulière principalement pendant la période estivale. Malgré ces exondations estivales, le sol constitué de particules fines (argiles et limons) possède un fort taux de rétention hydrique qui lui est profitable. Celle-ci s'avère donc sensible au manque d'eau.

Cycle biologique : Chez tous les végétaux, la période de croissance végétative, de floraison et de fructification correspond à une phase active au niveau physiologique qui les rend sensibles à toute perturbation de l'absorption au niveau des racines. C'est pourquoi, la transplantation qui entraîne une réduction de la périphérie du système racinaire qui est la plus active dans l'absorption, doit absolument être proscrite pendant la période de croissance, de floraison et de fructification. De septembre à mars, l'Angélique est dans sa phase de repos végétatif apparent (parties aériennes), mais c'est aussi au cours de cette période que la plante reconstitue son système racinaire périphérique.

Durée de vie : L'Angélique des estuaires est une plante pluriannuelle dont la durée de vie est relativement courte (3 à 5 ans). Cela a des conséquences sur la transplantation dans la mesure où l'on serait amené à conserver *ex situ* (en jauge) des pieds sur des longues périodes supérieures à 3 cycles végétatifs. Selon l'âge des plantes (difficile à déterminer sauf pour les individus ayant déjà fleuri), certaines ayant déjà fleuri une fois mourront au cours du cycle végétatif suivant la transplantation.

Mesures préalables à la transplantation

- Repérage sur le terrain de tous les plants dans toute la zone d'emprise de l'opération.
- Identification des pieds ayant fleuri au cours du précédent cycle végétatif.
- Étiquetage numéroté de tous les plants.

Arrachage des plants

Les expériences de transplantation ont enseigné que la reprise de plants déplacés en racine nue est possible. Cependant, la transplantation en motte reste la méthode qui garantit un résultat fiable. En cas d'impossibilité d'arracher les plantes en motte, les Angéliques en racine nue sont à conserver et à transplanter comme les autres.

Dans le cas d'une transplantation tardive en mars par temps chaud et ensoleillé, certaines précautions sont à prendre pour éviter d'atteindre le point de flétrissement de la plante :

- Traiter aux anti-transpirants.
- Placer les mottes arrachées sous des toiles (ombrières) pendant toute l'opération d'arrachage.
- Procéder à un arrosage à la pomme.

Arrachage :

- **Période de déplacement du 1er novembre au 15 mars à respecter impérativement**, dans la limite de températures minimales supérieures à 5° C et de températures maximales inférieures à 20° C, d'après les prévisions météorologiques.
- Arrachage en motte, sauf impossibilité à l'extraction, en maintenant, dans tous les cas, un système complet et intact.

Mise en jauge (éventuelle)

Dans l'impossibilité d'une transplantation immédiate, il convient d'aménager *ex situ* (en-dehors du biotope, dans un jardin botanique ou dans un service d'espaces verts), un lieu d'accueil favorable au maintien pour une durée courte. Le cas échéant, les plants d'Angélique doivent être protégés de manière à éviter les meurtrissures, le dessèchement, l'excès d'eau et les atteintes par le gel.

Conditions de transport des plants :

- Les plantes sont placées en caisses avec du sable, en position verticale, en serrant les plants entre eux pour éviter le dessèchement.
- Par temps chaud et ensoleillé (température > 15° C), celles-ci sont recouvertes d'une toile d'ombrage.

Conditionnement :

- Pour une jauge durant moins de 6 mois, placer les mottes à 15-20 cm les unes des autres.
- Dans le cas d'une mise en jauge pour une période supérieure à 6 mois et principalement si celle-ci comporte un cycle végétatif complet, il faudra tenir compte de la problématique de surpopulation qui induit une montée à fleurs immédiate. La jauge devra donc être dimensionnée de manière que chaque plante soit distante d'au moins 1 mètre de chacune des autres.

Une préparation des plants aux opérations de déplacement des Angéliques est nécessaire. Elle implique un « habillage » des plantes, c'est-à-dire une réduction d'un tiers des racines, pour les plantes à racine nue, afin de ne pas retourner le système racinaire au moment de leur plantation. En effet, les racines retournées dans la fosse de plantation disparaissent en général, diminuant d'autant la vigueur de la plante. Il convient aussi de réduire la masse foliaire de près de 50 %, en coupant proprement les feuilles à la base. Par forte chaleur, il peut s'avérer nécessaire de procéder à l'application d'un anti-transpirant.

La jauge est réalisée dans un mélange homogène de sable de Loire à 70 % et à 30 % de terre végétale, avec une profondeur d'au moins 30 cm.

La période de mise en jauge est possible du 1er novembre au 15 mars, dans la limite de températures minimales supérieures à 5° C et de températures maximales inférieures 20° C. Pour une conservation en jauge pendant la période du 15 mars au 30 octobre, il faut prévoir la mise en place d'un ombrage efficace. Par ailleurs, une conservation au cours de cette période nécessite un suivi régulier et l'apport d'un arrosage dans le cas où les plants montreraient des signes de flétrissement.

Plantation

La période favorable à la plantation coïncide avec celle précisée précédemment pour le déplacement/transplantation qui est à faire en dehors du développement de la plante, soit **entre le 1er novembre et le 15 mars**.

Le déracinement ou l'arrachage des nouvelles plantations est à craindre en fonction des conditions de battillage et de courant. Il convient d'amarrer solidement les plants par le collet à un tuteur en bambou, profondément enfoncé.

Le détail des opérations de plantation dépend à la fois de l'état des plantes lors de leur arrachage (à racines nues ou en motte) et de la nature de la berge, qu'elle soit enrochée, ou bien naturelle.

Les plantations de plantes à racines nues :

- Il est indispensable de procéder à l'habillage des pointes des racines pour éviter le retournement de ces dernières.
- Le substrat vaso-sableux est disposé autour des racines jusqu'à hauteur du collet, celui-ci devant rester au-dessus du niveau du sol.
- Pratiquer un plombage manuel, qui consiste à faire descendre le substrat et à éliminer un maximum de poches d'air autour des racines.
- Procéder ensuite à un arrosage.

Les plantations de plantes en motte :

- Il est indispensable de procéder à l'habillage des pointes des racines qui dépassent de la motte, toujours pour éviter leur retournement.
- Comblent entre la motte et le bord de la fosse de plantation par du substrat vaso-sableux qui est plombé à l'aide d'un manche d'outil.
- Procéder ensuite à un arrosage.

Les plantations sur enrochement sont parfois plus difficiles à réaliser, à la fois pour créer une fosse de plantation, mais aussi pour enfoncer le tuteur. Il sera nécessaire souvent d'extraire un bloc de pierre pour créer la fosse et parfois, de positionner le tuteur à la faveur des interstices disponibles. Le substrat viendra combler autour de la motte et sera plombé à l'aide d'un manche d'outil. Des pierres sont disposées au-dessus de la motte.

Il n'est pas utile de créer une cuvette d'arrosage, mais après la plantation, il convient d'arroser copieusement au goulot de manière à finir le plombage.

Un suivi de plantation est nécessaire pour établir dans un premier temps un constat reprise puis, dans un second temps, entre le 15 juillet et la fin du mois d'août, un comptage du nombre de plantes en fleurs et pour chacune d'elles, à une mesure de la hauteur et du nombre d'axes. En effet, les suivis déjà réalisés ont montré qu'il s'agit de bons indicateurs de la vigueur des Angéliques.

5.2 Création de biotope

Ce chapitre concerne strictement les opérations de création d'un habitat favorable à l'accueil de l'Angélique des estuaires. Pour les opérations complémentaires de transplantation ou de semis, se reporter aux chapitres correspondants du catalogue.

Pour rappel, la création de biotope n'est pertinente que dans le cas de berge artificielle dégradée.

Le recours aux techniques classiques de génie végétal dans un but de fixation des berges n'entre pas dans la catégorie des pratiques favorables à l'Angélique. En effet, l'impératif de tenir la berge par des végétaux, qu'ils soient ligneux ou herbacés, oblige à une grande densité de végétaux au mètre carré qui bloque toute dynamique végétale spontanée pendant de nombreuses années. Il en résulte un fort appauvrissement de la biodiversité végétale et un obstacle relativement durable à l'installation de l'Angélique des estuaires.

Or, l'Angélique des estuaires est une espèce très sensible à la concurrence végétale dont la biologie (espèce à durée de vie courte, production grainière abondante) entraîne un renouvellement rapide des effectifs en relation avec la dynamique des habitats, caractérisés par une faible densité des strates végétales.

Exigences de l'Angélique des estuaires qui vont guider les opérations de création de biotope

Position sur le profil de berge : l'Angélique se situe dans la partie supérieure de la zone de marnage, assez nettement au-dessus du niveau atteint systématiquement à toutes les marées (pleines mers de mortes eaux) et au contact inférieur du domaine strictement terrestre, hors d'eau en été, correspondant au plus haut niveau atteint par les pleines mers de vives eaux d'été, lors d'épisodes exceptionnels de surcote en conditions de plus fort débit de la Loire ou de situation dépressionnaire. A Nantes, ces niveaux correspondent aux cotes NGF 1969 2,40 mètres et 3,80 m. Les pentes fortes sont défavorables dans la mesure où elles diminuent la surface disponible, la réduisant parfois à un linéaire de quelques décimètres de large. En revanche, un profil transversal en très faible pente augmente la surface d'habitat favorable.

Substrat : l'Angélique est à son optimum sur des vases colmatées, mais peut également s'accommoder de sables vaseux. Tous les substrats minéraux capables de favoriser la sédimentation des vases s'avèrent favorables à terme. On observe que c'est le cas de la plupart des enrochements, pour autant que la taille des blocs soit favorable au piégeage de la vase et des graines de diverses espèces transportées par le fleuve. Ces ouvrages tirent leur intérêt de la présence de gros interstices. La vitesse de colmatage est fonction de la taille des blocs, de sorte que la recolonisation des ouvrages par l'Angélique des estuaires et son cortège peut-être assez long comme cela est observé sur le quai des Coteaux au Pellerin (SCE Aménagement-Environnement, 2015) alors que celui-ci est pourtant situé dans une zone de l'estuaire où la sédimentation active est très active en raison du bouchon vaseux.

Les ouvrages bétonnés ou maçonnés qui n'offrent pas une porosité équivalente s'avèrent nettement moins favorables pour les communautés à Angélique des estuaires. C'est le cas aussi sur le quai des Coteaux, au contact supérieur de l'enrochement, constitué d'un perré maçonné et pentu. Il a toutefois été montré par les suivis de restauration effectués après aménagement par le CBN de Brest sur le quai Provost au Pellerin (contigu au quai des Coteaux) qu'une adaptation des aménagements pouvait favoriser le piégeage de la vase et se montrer très favorable à une recolonisation rapide de l'ouvrage par la végétation des berges de Loire et en particulier par l'Angélique des estuaires. L'aménagement d'un replat horizontal (risberme) suffisamment large dans la zone à Angélique des estuaires et la réalisation de joints profonds ménagés entre les pierres ont ainsi permis le dépôt très rapide de vases suffisamment épaisses pour autoriser la colonisation par la flore qui elle-même a ensuite contribué à l'envasement des berges. La population d'Angélique a dans ce cas vu son effectif de départ s'élever à plus d'une centaine de pieds reconstitué au bout de 4 ans et la végétation retrouver environ le même taux de recouvrement qu'avant travaux.

Degré de luminosité : Il a été constaté dans l'estuaire de la Loire que les plus gros effectifs de populations se retrouvent principalement en situation d'ombre (sous couvert arboré) ou demi-ombre (à proximité d'un bouquet d'arbres ou d'arbustes), en raison d'une moindre concurrence exercée par les autres espèces herbacées plus généralement héliophiles. Cependant, le suivi des populations d'Angélique des estuaires effectué entre 2004 et 2011 a mis en évidence le fait que certaines stations aux effectifs nombreux ne donnaient en réalité que très peu de pieds fleuris. Malgré tout, dans l'optique d'une création de biotope, il est souhaitable de préférer l'objectif de la constitution d'une ripisylve qui présente l'avantage d'être un milieu beaucoup plus stable qu'un milieu ouvert, même s'il est moins productif au niveau grainier. Si cet objectif ne peut être retenu, la création d'un habitat ouvert ne sera possible qu'en appliquant des principes de gestion adaptés (voir chapitre gestion).

Création de l'ensemble des habitats à Angélique des estuaires

Il s'agit d'une étape indispensable pour toute opération de création de biotope à Angélique qui consiste à mettre en place les conditions de sol favorables à une dynamique de colonisation végétale.

- Profil transversal type : pente de 5 à 8 %, pour obtenir une plage de plusieurs mètres de large favorable à l'Angélique. Dans le cas où le recul nécessaire n'est pas possible, préférer un profil de berge cassé avec risberme permettant de ménager une légère pente de 5 %, située aux cotes les plus favorables. L'implantation d'une risberme peut en particulier apparaître comme une contribution intéressante à la conservation de l'Angélique dans le cas d'un aménagement ou d'un réaménagement d'un ouvrage vertical ou sub-vertical.
- Cote du profil type : du niveau des pleines mers de mortes eaux (un peu au-dessus) aux niveaux supérieurs de pleines mers de vives eaux (en conditions de surcote), l'optimum étant situé dans la zone médiane (à Nantes, cela correspond à la cote 3,10 m NGF). Dans le cas de l'aménagement d'une risberme, le niveau inférieur devra se caler sur cette cote.
- Substrats : sur la base de l'expérimentation du quai François Mitterrand, réaliser un mélange homogène avec : GNTB 0/31,5 jaune à 80 %, vase de Loire à 20 % à prélever dans la zone de balancement des marées.

Sur le mélange, étendre un filet de coco de maille de 2 cm (treillage coco tissé, biodégradable H2M5, 740 gr/m²) agrafé au sol par des agrafes en fer béton de 6 mm de diamètre. Couverture du filet par un lit unique de pierres de 150 à 300 mm de diamètre (sur la base des observations faites à Nantes à l'arrivée nord du nouveau pont Eric Tabarly, cette couverture semble indispensable pour le piégeage de la vase et l'installation durable de la végétation). Le suivi réalisé entre 2011 et 2015 de cet aménagement a montré en effet un problème de fixation de la végétation, quelques pieds d'Angélique des estuaires ayant été observés l'année suivant les travaux puis non revus, la végétation ne réussissant pas à recoloniser durablement la risberme faute de dépôts durable de vase – cf. Mesnage, 2015a).

Création d'un habitat boisé

Milieu boisé en colonisation spontanée (sans transplantation d'Angélique) :

L'expérience du Quai François Mitterrand a montré que l'adjonction de vases de Loire dans le substrat apporte une banque de graines capable de reconstituer spontanément le cortège herbacé qui accompagne l'Angélique des estuaires et que les eaux du fleuve déposent une grande quantité de graines d'espèces d'arbres indigènes (aulne glutineux, saules, frênes, peuplier noir), mais aussi de graines de plantes exogènes (platane, ailanthe, buddléia, peupliers hybrides, ptérocarya à feuilles de frêne ...).

La germination des graines d'arbres intervient en phase pionnière de recolonisation d'un substrat vaseux très ouvert, simultanément aux herbacées. Le milieu reconstitué doit impérativement être préparé en hiver et être offert à la recolonisation dès le mois de février. Dans le cas contraire, une livraison du chantier trop tardive (en juillet par exemple) favoriserait le développement des espèces herbacées, donc une fermeture rapide du milieu qui ne laisserait presque aucune possibilité de germination des arbres pionniers au printemps suivant.

Ce schéma de création d'un biotope boisé conviendra à terme à la réimplantation spontanée de l'Angélique des estuaires. Pendant les premières années, le développement de hautes herbes et d'un taillis de jeunes arbres ne sera pas immédiatement très favorable à l'Angélique. Cependant, la dynamique tendant vers un équilibre des espèces arborées créera un habitat apte à accueillir à terme des populations d'Angélique des estuaires (voir le chapitre gestion pour le débroussaillage). Il est préconisé :

- Une livraison du biotope constitué au plus tard à la fin du mois de février.
- À l'automne-hiver de la même année, l'élimination systématique des espèces ligneuses exogènes.
- Aucun éclaircissage n'est pratiqué sur les levées d'arbres indigènes afin de privilégier l'installation d'une zonation altitudinale au sein de la ripisylve en fonction du gradient écologique le long du profil de berge. Cette ripisylve constituera rapidement (au bout de 3 ans maximum) un habitat très favorable à l'Angélique (voir le chapitre gestion pour la conduite de la jeune ripisylve).

Milieu boisé avec plantation de plançons (destiné à l'accueil d'Angélique transplantées)

L'expérience de la création d'un biotope boisé sur la Prairie d'Aval (Nantes) a apporté des éléments sur la période de plantation et sur la technique à mettre en oeuvre pour la plantation de plançons. Les résultats obtenus en matière de reprise des plançons ont confirmé les options expérimentales qui étaient testées, à savoir un prélèvement en novembre de plançons de 80 cm (1 à 2 cm de diamètre), un hivernage en botte dans le sable et une plantation en mars. L'espèce à employer est le saule blanc (*Salix alba*) dans un objectif de préforestation très rapidement favorable à l'Angélique ; il vaut mieux éviter l'utilisation du saule fragile (*Salix fragilis*) qui adopte souvent un port étalé et bas trop fermé pour être favorable à l'Angélique des estuaires. L'emploi de plançons de plus grande taille (1,20 à 1,50 mètre et 2 cm de diamètre) devrait permettre un gain d'1 à 2 années pour l'obtention d'une petite saulaie arborescente. De la même façon que dans le cas d'une colonisation spontanée, les eaux du fleuve déposent une grande quantité de graines d'espèces d'arbres indigènes (aulne glutineux, saules, frênes, peuplier noir), mais aussi de graines de plantes exogènes (platane, ailanthe, buddléia, peupliers hybrides, ptérocarya à feuilles de frêne ...).

Il est préconisé :

- Un prélèvement des plançons de 1,20 m à 1,50 m (2 cm de diamètre) ou jeunes plants en novembre.
- Un hivernage des plançons en botte de 10 ou de 20, et enterrés dans le sable de la jauge de 50 cm.
- Une livraison du biotope prêt à planter à la fin du mois de février.
- Une plantation des plançons le plus tôt possible en mars, enterrés sur 50 cm de hauteur, à distance de 2,5 mètres les uns des autres de façon à permettre l'installation spontanée d'autres ligneux.
- Les trous de plantation des plançons sont effectués à la barre à mine, d'un diamètre nettement supérieur (4 cm et plus) et comblés par un peu de sable – arrosage du substrat au bec pour faire tomber le sable au fond du trou.
- À l'automne-hiver de la même année, l'élimination systématique des espèces ligneuses exogènes qui se seraient éventuellement implantées.
- Un éclaircissage pendant 2 ou 3 ans des levées d'arbres indigènes afin de compléter la couverture des saules plantés par un sous-étage ligneux rapidement efficace pour les Angéliques transplantées.
- Une coupe d'entretien des branches basses des plançons pendant les 3 premières années pour permettre une remontée de couronne et favoriser l'installation de l'Angélique des estuaires.

Création d'un habitat ouvert

L'expérience du Quai François Mitterrand a montré que l'adjonction de vases de Loire dans le substrat apporte une banque de graines capable de reconstituer spontanément le cortège herbacé qui accompagne l'Angélique des estuaires et que les eaux du fleuve déposent une grande quantité de graines d'espèces d'arbres indigènes (aulne glutineux, saules, frênes, peuplier noir), mais aussi de graines de plantes exogènes (platane, ailanthe, buddléia, peupliers hybrides, ptérocarya à feuilles de frêne ...). La résilience du milieu et sa capacité à reconstituer très rapidement la mégaphorbiaie oligohaline à Angélique des estuaires a été redémontrée depuis dans l'expérience de reconstitution de biotope effectuée en 2009-2010 en rive sud du bras de la Madeleine à Saint-Sébastien-sur-Loire, au débouché du nouveau pont Léopold Sédar Senghor.

L'objectif de maintenir, dans le cas de figure du quai F. Mitterrand, un milieu ouvert, s'inscrit dans une démarche active de gestion afin de contrôler l'arrivée du stade ligneux. Il découle d'un parti pris d'aménagement. La première étape consiste à contrôler durant les 2 premières années la levée massive des ligneux pionniers. Ensuite, la seconde étape relève d'une gestion courante.

L'expérience acquise à la fois au travers des expérimentations et à partir d'une longue pratique de gestion des berges par le Service des Espaces Verts de la Ville de Nantes a démontré qu'une pratique régulière de débroussaillage et de girobroyage était favorable au maintien de populations importantes, dont certaines majeures, en milieu ouvert. A posteriori, cet impact favorable a été constaté grâce au suivi des populations effectué dans le cadre du plan de conservation (Conservatoire botanique national de Brest et Jardin Botanique de Nantes) avec le déclin très rapide des mêmes populations depuis que ces pratiques ont été suspendues. Il est préconisé : une éradication manuelle de tous les ligneux dès la première année, faute de quoi cela nécessiterait par la suite des opérations de déracinement plus destructives pour le biotope.

5.3 Gestion

Ce chapitre s'applique aux pratiques de gestion courante des habitats à Angélique et fait éventuellement suite à des opérations de création de biotope. Elle porte sur des habitats où l'Angélique est déjà présente, comme sur des habitats potentiels. De plus, il est indispensable d'étendre les unités de gestion aux zones de contact supérieur qui ont une influence directe sur les habitats à Angélique. En effet, les niveaux supérieurs de la ripisylve, mais aussi très souvent les alignements d'arbres qui se trouvent en bordure de voies ou de quais, confèrent une ombre portée sur les stations d'Angélique, favorable au maintien de belles populations. Inversement, certaines configurations favorisent un embroussaillage qui progresse à partir des talus au détriment des habitats à Angélique.

L'état des lieux réalisé en 2002 sur l'ensemble des populations d'Angélique de l'estuaire de la Loire a pointé l'importance écologique de la ripisylve pour l'espèce. On peut supposer qu'il s'agit là de l'habitat originel de l'espèce qui se trouvait probablement en situation de cordon alluvial. Aujourd'hui, malgré les nombreux aménagements subis par la Loire, on peut considérer que des habitats assez proches se reconstituent grâce à la capacité du fleuve à reconquérir des zones artificielles par apports de sédiments qui finissent par s'affranchir de l'aménagement initial.

C'est pourquoi, dans bien des cas de figures de ripisylves, l'Angélique se maintient sans aucune intervention, parce qu'à son stade d'équilibre écologique. Néanmoins, l'environnement urbain de l'agglomération nantaise et ses nombreux jardins sont une source de dissémination d'espèces exotiques qu'il faut désormais contrôler.

L'objectif de maintenir un milieu ouvert découle donc d'un parti pris d'aménagement paysager et impose une démarche active de gestion afin d'empêcher le développement d'une ripisylve. C'est également le cas lorsque l'on souhaite une ripisylve transparente, laissant passer le regard (exemple du linéaire boisé du quai François Mitterrand à Nantes) qui oblige à un entretien régulier.

Des opérations de nettoyage visant à éliminer les déchets déposés par le fleuve ou par un public peu respectueux sont également nécessaires sur les rives de la Loire et de la Sèvre nantaise, plusieurs fois par an. Ces déchets souillent leurs berges d'une manière générale, et les habitats à Angélique en particulier. Dans un contexte largement urbain, il importe de valoriser les milieux naturels aux yeux des riverains et pour cette raison de maintenir les berges dans un état de propreté satisfaisant. Ceci ne concerne que les déchets autres qu'organiques.

Exigences et caractères biologiques de l'Angélique qui vont guider les opérations de gestion

Appareil végétatif : L'Angélique est une plante herbacée cespiteuse ou à racine tubérisée, proche de la surface et ayant ses bourgeons situés au ras du sol. Elle 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 (< - 5 à - 7°C). Les nouvelles feuilles apparaissent au printemps suivant. L'expérience acquise à la fois au travers des expérimentations et à partir d'une longue pratique de gestion des berges par le Service des Espaces Verts de la Ville de Nantes montre que la coupe d'une partie des feuilles de la base n'altère pas le développement et la floraison de l'année suivante.

Production grainière : La période de floraison s'étale de juillet à août et les semences tombent généralement au sol entre le 15 août et le 15 septembre où elles peuvent être reprises par les marées qui assurent leur dispersion à la fois vers l'amont et vers l'aval. Le stock global de semences est réparti de manière relativement régulière dans toutes les zones baignées par les marées. Ce phénomène est indépendant de l'existence d'une production grainière sur place, de sorte que des secteurs dépourvus d'Angélique sont malgré toutensemencés et possèdent une potentialité de colonisation pour l'espèce. Des pratiques de gestion adaptées peuvent jouer un rôle important dans l'expression de cette potentialité.

Degré de luminosité : Même dans ses habitats boisés ou semi-boisés, l'Angélique des estuaires est au cours de l'hiver une espèce de pleine lumière en raison du feuillage caduque. En milieu ouvert, dans les formations de hautes herbes et pendant l'hiver, les herbacées sont à l'état de rosettes au niveau du sol et dégagent aussi des espaces de pleine lumière où poussent les semis d'Angélique. En période de végétation, les conditions sous ripisylve demeurent très favorables, alors qu'en milieu ouvert, le développement des grandes herbacées soumet les jeunes plantules à une sévère concurrence végétale.

Teneur en eau du sol : L'Angélique des estuaires se trouve sur des sols inondés de manière récurrente, quoique irrégulière principalement pendant la période estivale. Malgré ces exondations estivales, le sol constitué de particules fines (argiles et limons) possède un fort taux de rétention hydrique profitable à l'Angélique.

Germination : Les graines d'Angélique germent très rapidement dans le mois qui suit leur dispersion, au cours de la fin de l'été, lorsque les températures avoisinent encore les 20°C (de la fin août à la fin septembre en fonction de la période de fructification de l'année). Des germinations ont par ailleurs été observées au printemps, dans des proportions cependant moins importantes que lors des germinations de fin d'été. Les germinations forment des tapis plus denses dans les espaces

ouverts de vase nue. Les pratiques de gestion visant à une ouverture de la végétation après la chute des fruits s'avèrent souvent favorables à la formation de ces tapis et au développement des jeunes plantules et les jeunes plants d'Angélique.

Développement des plantules : Celui-ci est fortement influencé par les conditions de concurrence et de luminosité jusqu'au développement de la quatrième feuille. Jusqu'à ce stade, une sélection naturelle s'effectue conduisant à un niveau d'équilibre de la population, qui réduit considérablement le nombre d'individus qui ont initialement germé.

Conduite d'une ripisylve

Milieu boisé en colonisation spontanée (sans transplantation d'Angélique)

Ici, le principe de gestion repose sur une non-intervention, sauf nécessité absolue. Cela peut être le cas, au niveau supérieur de la ripisylve, car la dynamique des ronces (*Rubus gr. fruticosus*, *R. caesius*) peut créer des fourrés très denses qui constituent des foyers envahissant les habitats à Angélique. Les opérations d'élimination des espèces ligneuses exogènes sont des pratiques qui peuvent favoriser l'embroussaillage et qui doivent donc être raisonnées. Il est préconisé :

- Un débroussaillage par élimination des parties aériennes des ronces et autres arbustes avec exportation, puis un arrachage manuel des souches avec nivellement et damage du sol, durant la période automnale et hivernale.
- À l'automne-hiver, l'élimination systématique des espèces ligneuses exogènes qui se seraient éventuellement implantées.
- Un enlèvement manuel des déchets non organiques contenus par la laisse de Loire, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas piétiner, mutiler, arracher les pieds d'Angélique.

Milieu boisé avec plantation de plançons (destiné à l'accueil d'Angéliques transplantées)

Dans le cas de la création d'un biotope boisé avec plantation de plançons, destiné à l'accueil d'Angéliques transplantées, les plançons n'offriront pas une couverture suffisante la première année pour limiter les hautes herbes. Afin de dégager l'espace sous les jeunes arbres, il est nécessaire pendant les 3 premières années (selon leur croissance) d'éliminer les branches basses des plançons (remontée de couronnes).

L'objectif principal est de mettre en place en 3 années tous les éléments nécessaires à une dynamique qui deviendra rapidement conforme à une dynamique spontanée, rejoignant par la suite le schéma de gestion précédent.

De la même façon que précédemment, la dynamique des ronces (*Rubus gr. fruticosus*, *R. caesius*) peut créer au niveau supérieur de la ripisylve, des fourrés très denses qui constituent des foyers envahissant les habitats à Angélique. Les opérations d'élimination des espèces ligneuses exogènes sont des pratiques qui peuvent favoriser l'embroussaillage et qui doivent donc être raisonnées. Il est préconisé :

- Une fauche grossière pratiquée la première année suivant les préconisations qui sont décrites dans le guide des savoir-faire pour la gestion d'une formation de hautes herbes.
- Une remontée de couronnes jusqu'à une hauteur de 1,5 à 2 mètres au fur et à mesure et en fonction du développement des jeunes arbres, pendant les 3 premières années.
- Un débroussaillage par élimination des parties aériennes des ronces et autres arbustes avec exportation, puis un arrachage manuel des souches avec nivellement et damage du sol, durant la période automnale et hivernale.
- À l'automne-hiver, l'élimination systématique des espèces ligneuses exogènes qui se seraient éventuellement implantées.
- Un contrôle et l'élimination des rejets de souches de ligneux exogènes qui auraient pu être supprimés volontairement en phase de préparation du biotope.
- Un enlèvement manuel des déchets non organiques contenus par la laisse de Loire, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas piétiner, mutiler, arracher les pieds d'Angélique.

Milieu boisé éclairci volontairement

De la même façon que précédemment, la dynamique des ronces (*Rubus gr. fruticosus*, *R. caesius*) peut créer au niveau supérieur de la ripisylve, des fourrés très denses qui constituent des foyers envahissant les habitats à Angélique. Les opérations de taille et d'éclaircissage, voire d'élimination des espèces exogènes sont des pratiques qui favorisent l'embroussaillage et qui doivent donc être raisonnées. Cette situation se rencontre d'une manière chronique dans une ripisylve maintenue artificiellement ouverte. Il est préconisé :

- Un débroussaillage par élimination des parties aériennes des ronces et autres arbustes avec exportation, puis un arrachage manuel des souches avec nivellement et damage du sol, durant la période automnale et hivernale.
- Une fauche annuelle de la strate herbacée.
- À l'automne-hiver, l'élimination systématique des espèces ligneuses exogènes qui se seraient éventuellement implantées.
- Un enlèvement manuel des déchets non organiques contenus par la laisse de Loire, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas piétiner, mutiler, arracher les pieds d'Angélique.

Gestion d'un habitat ouvert (formation de hautes herbes)

Les pratiques annuelles (girobroyage) d'entretien des risbermes à Nantes par les services municipaux jusqu'en 2000 dont l'objectif était d'empêcher l'embroussaillage et le boisement des rives, ont démontré que l'ouverture de la végétation herbacée pouvait se montrer favorable à l'Angélique des estuaires. Cela est vérifié, à postériori, par un déclin net des populations sur ces zones qui ne sont plus entretenues depuis 2000, en particulier grâce aux résultats du suivi annuel de certaines stations réalisé entre 2004 et 2011. Le maintien avant cette date de populations en relativement bon état de conservation serait optimisé aujourd'hui par une meilleure prise en compte du cycle biologique de l'espèce, notamment en ciblant au mieux les périodes d'intervention qui à l'époque ne faisaient l'objet d'aucune attention particulière.

De plus, lors de l'expérimentation sur la prairie d'Aval de Cheviré (Nantes) réalisée par le Jardin Botanique de Nantes avec le service environnement du Port Autonome de Nantes-Saint-Nazaire, il a été démontré que la fauche des hautes herbes juste au moment de la chute des graines était très favorable à la germination (septembre-octobre). Ce constat a été confirmé dans plusieurs stations entretenues par fauche où il est évident que l'angélique des estuaires profite de la diminution de la concurrence végétale. Il est préconisé :

- Une intervention en fin d'été, variable selon les années, débutant au moment de la chute des graines des axes A3 et à réaliser dans une période ne dépassant pas 3 semaines ; la date de début de la fauche est précisée chaque année par Nantes Métropole, conjointement avec le Conservatoire botanique national de Brest en fonction du contexte saisonnier.
- Une intervention mécanisée ou manuelle en fonction de l'accessibilité des sites, à l'exclusion de tout type de matériel de coupe avec recycleur (qui consiste à produire un mulch), qui risque d'accumuler de la matière organique sur le sédiment vaseux induisant une évolution non favorable du sol ; l'emploi de matériel lourd doit être absolument évité sur un substrat vaseux très humide (en période de forte précipitation ou de grandes marées), sous peine de dégrader fortement la végétation.
- Une hauteur de coupe entre 15 et 25 cm.
- Le produit de la fauche est laissé en place, étant repris et réparti écologiquement par le fleuve.
- Un enlèvement manuel des déchets non organiques contenus par la laisse de Loire, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas piétiner, mutiler, arracher les pieds d'Angélique.

Gestion des zones de contact :

Au niveau supérieur de la ripisylve, la dynamique des ronces (*Rubus gr. fruticosus*, *R. caesius*, *R. ulmifolius*) peut créer des fourrés très denses qui constituent des foyers qui envahissent les habitats à Angélique. Cette situation se rencontre également sur tous les perrés qui dominent le biotope de l'espèce. L'élimination de ces ronciers est indispensable pour le maintien de l'espèce, de même que pour bon nombre d'autres espèces ligneuses. Les contraintes techniques qui découlent de ces travaux doivent tenir compte de la présence de l'Angélique des estuaires au niveau inférieur. Il est préconisé :

- Un accès au chantier de débroussaillage par le niveau supérieur.
- L'interdiction d'accès à la zone colonisée par les Angéliques entre le niveau des pleines mers de mortes eaux et les plus hauts niveaux de pleines mers de vives eaux (en dessous de 3,80 m à Nantes).
- Une destruction totale par arrachage des fourrés denses.
- Une exportation des produits de débroussaillage obligatoire.

5.4 Semis

L'expérience actuelle en matière de restauration ou de création d'habitats à Angélique des estuaires repose sur le principe d'une recolonisation spontanée de l'espèce et de l'ensemble de son cortège. L'expérimentation du quai François Mitterrand et l'opération plus récente au débouché du pont Léopold Sédar Senghor ont apporté toute satisfaction sur ce point grâce à l'adjonction de vases de Loire prélevées en milieu naturel (en amont), porteuse d'une riche banque de graines.

D'autre part, le renforcement des populations qui a été effectué en 2000 à Couëron a montré les limites de cette mesure de conservation, puisque l'augmentation artificielle des populations avait alors induit une montée à fleurs de l'essentiel des effectifs, et la disparition des plantes à la suite de la fructification. L'année suivante, à la suite des nombreux semis naturels, l'effectif a retrouvé son équilibre de départ sur le même espace. Il s'avère ainsi qu'il existe très probablement des mécanismes de contrôle des populations chez l'Angélique des estuaires.

Dans ces conditions, la réalisation de renforcement des populations, que ce soit par semis ou par transplantation, ne paraît pas constituer un outil de conservation adapté. Cependant, en cas d'impossibilité d'apporter une vase naturelle sur un substrat, il pourrait être envisagé d'expérimenter un semis constitué des graines des principales espèces du cortège floristique de l'Angélique des estuaires, y compris celle-ci. Chaque espèce devrait être représentée dans le semis en fonction de ses proportions en abondance-dominance dans le biotope. Les résultats de ces éventuelles expérimentations pourraient, seulement après validation, faire l'objet de préconisations dans le présent guide des savoir-faire.

6. Fiche 6 : Catalogue des savoir-faire et des pratiques favorables au Scirpe triquètre

Objectifs du catalogue

Le présent catalogue, construit en référence à celui établi en 2009 pour l'Angélique des estuaires, a pour objet de mettre à disposition le savoir-faire acquis dans le cadre des plans de conservation portés depuis 2004 par Nantes Métropole en faveur de l'Angélique des estuaires, puis du Scirpe triquètre (2009) dans l'estuaire de la Loire. Il est dressé dans un esprit de partage de l'expérience acquise et vise à la meilleure prise en compte possible du Scirpe triquètre dans les aménagements à l'intérieur de l'aire de répartition de l'espèce.

Ce document constitue une source opérationnelle d'assistance à montage de projet qui s'adresse aux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour l'intégration dans les projets de la gestion conservatoire de cette espèce d'intérêt patrimonial, protégée en Pays de la Loire

Dans le contexte d'une Loire canalisée, l'objectif reste le même que celui exprimé dans le guide des savoir-faire et des pratiques favorables pour l'Angélique des estuaires, qui vise à orienter les aménagements des berges vers la création d'habitats favorisant la sédimentation naturelle pour une dynamique spontanée des végétations caractéristiques des berges de l'estuaire de la Loire et de l'aval de la Sèvre nantaise. Ce catalogue s'appuie ainsi sur la reconnaissance du statut de milieu naturel des rives de la Loire, de la Sèvre nantaise et des étiers adjacents, y compris à l'intérieur de l'agglomération nantaise, sur des substrats fortement artificialisés pour ce qui concerne les parties hautes des berges. Il s'inscrit bien dans la logique de la gestion différenciée des espaces verts (« gestion optimisée » pour la Ville de Nantes) qui a été développée depuis le début des années 2000 à partir d'une meilleure compréhension entre l'espace vert cultivé et l'espace vert naturel.

Il est à noter que pour le Scirpe triquètre, contrairement à l'Angélique des estuaires, **les expériences acquises en termes de déplacement de populations s'appuient sur quelques expérimentations seulement** (réfection du quai des Coteaux au Pellerin, curage du port de Trentemoult et réfection du quai Boissard à Rezé). Les expériences de transplantation d'Angélique sont en effet logiquement plus nombreuses du fait de la position de l'espèce dans la partie haute du profil de berge, beaucoup plus concernée par les différents aménagements et par l'artificialisation des berges en général. Le Scirpe triquètre, du fait de sa position topographique à l'extrémité basse du profil de berge se trouve lui, plus rarement en situation d'habitat artificialisé, et peut être, dans la majorité des cas, épargné par les aménagements. **C'est donc bien, dans le cadre des aménagements, le principe d'évitement qui doit prévaloir avant tout pour cette espèce.**

Articulation du catalogue avec la séquence ERC

Les mesures présentées ci-après relèvent de mesures distinctes au titre de la séquence ERC :

- **Réduction** : Transplantation, replantation (cf. 6.1).
- **Compensation** : Création de biotope (cf. 6.2).

6.1 Transplantation, replantation

Exigences et caractères biologiques de l'Angélique qui vont guider les opérations de transplantation

Type biologique et modes de reproduction : Le Scirpe triquètre est plante vivace à rhizome dite "cryptophyte" (plante cachée) en raison de la disparition temporaire des parties aériennes durant la période de repos hivernal. Sa souche est formée de rhizomes rampants munis de bourgeons durant l'hiver qui forment au printemps de nombreuses tiges dressées en "colonies" denses. Les tiges fleurissent en été et produisent des fruits qui portent une seule graine (akènes) après fécondation croisée (c'est-à-dire entre 2 fleurs différentes appartenant ou non au même individu), la dissémination du pollen étant assurée par le vent. Le Scirpe peut ainsi se reproduire, soit de manière sexuée par dissémination de ces graines via l'onde de marée ou par les oiseaux, soit de manière végétative à partir de la progression latérale des rhizomes de la souche mère.

Teneur en eau et nature du substrat : Le Scirpe triquètre est particulièrement lié à la présence de sédiments vaseux. En Loire, il colonise en effet presque exclusivement les substrats de vases meubles presque fluides (appelées "crème de vase") ou peu compactes constitués de particules fines (argiles et limons). Situé dans la partie inférieure du profil de berge, il se trouve dans la surface marnante et est soumis en toutes périodes de l'année et quotidiennement, à la submersion des eaux au rythme des marées (y compris en période de basses eaux et de faibles coefficients de marée). Les sols sont ainsi inondés de manière récurrente, le fort taux de rétention hydrique des particules fines du substrat les maintenant toujours humides. Le Scirpe triquètre s'avère donc particulièrement sensible au manque d'eau.

Cycle biologique : Chez tous les végétaux, la période de croissance végétative, de floraison et de fructification correspond à une phase active au niveau physiologique qui les rend sensibles à toute perturbation de l'absorption au niveau des racines. C'est pourquoi, la transplantation qui entraîne une réduction de la périphérie du système racinaire qui est la plus active dans l'absorption, doit absolument être évitée pendant la période de croissance, de floraison et de fructification. Le cycle biologique du Scirpe s'étale sur 7 à 8 mois, de mars à septembre-octobre. Après cette période et la dissémination des semences, on peut considérer que le Scirpe entre en phase de repos végétatif et est moins vulnérable à une perturbation. Toutefois durant l'hiver, les parties aériennes du Scirpe ne sont plus visibles, la plante passant la mauvaise saison à l'état de bourgeons au niveau des rhizomes enfouis dans la vase. Il devient ainsi beaucoup plus difficile de repérer les populations à partir de novembre-décembre. La période de transplantation la plus propice est ainsi de courte durée, à privilégier au mois d'octobre.

Actions préalables à la transplantation

Repérage et marquage sur le terrain à l'exondation (marée basse), des populations de Scirpe triquètre à prélever dans toute la zone d'emprise de l'opération.

Les jussies peuvent être présentes en mélange dans les populations de Scirpe triquètre dans la mesure où elles se développent dans l'estuaire de la Loire dans les mêmes niveaux topographiques. Il convient ainsi de les repérer et d'éviter d'intervenir à leur niveau pour ne pas favoriser leur propagation.

Prélèvement des populations à déplacer

Les quelques expériences de transplantation réalisées jusque-là ont été faites par **déplacement des populations en "motte"**. Cette méthode a garanti un résultat fiable et est la seule pouvant être mise en œuvre s'agissant du Scirpe, sa position en bas de profil au niveau de vases le plus souvent meubles permettant de la mettre en œuvre assez facilement. Un arrachage des plantes et leur transport à "racine nue" n'est pas envisageable compte tenu de la présence d'une souche rhizomateuse qu'il n'est pas possible de prélever sans le substrat et qui ne permettrait pas de maintenir un système racinaire le plus complet et intact possible.

Afin de garantir l'intégrité du système racinaire des populations prélevées, il est ainsi nécessaire de faire un prélèvement « en motte » (ou plutôt « en plaque » compte-tenu de la structuration de la plante le long de ses rhizomes) **suffisamment en profondeur pour ne pas endommager les rhizomes** (une quarantaine de centimètres semble être un minimum). Cette opération peut être réalisée manuellement mais semble pouvoir être plus efficace si elle est réalisée mécaniquement dans le cas d'une population dense notamment, et en s'assurant bien-sûr que les engins n'impacteront pas de populations de Scirpe triquètre et/ou d'Angélique des estuaires pouvant se trouver à proximité de la zone aménagée ou qui auraient pu être évitées.

L'opération est bien sûr pratiquée hors d'eau, soit à marée basse.

Période de déplacement à respecter

Après production des graines et obligatoirement en période de végétation pour pouvoir contrôler le prélèvement, **soit en octobre, et en dehors d'une période de forts coefficients de marée** afin de limiter le temps d'exondation des populations après transplantation, en privilégiant des températures minimales supérieures à 5° C et des températures maximales inférieures à 20° C, d'après les prévisions météorologiques.

Mise en jauge

Dans le cas du Scirpe triquètre, une mise en jauge est difficilement envisageable du fait de son cycle biologique et de son système racinaire spatialement étendu en rhizomes. Elle n'a pas été expérimentée dans les opérations ayant déjà eu lieu où la replantation immédiate a été privilégiée et a donné des résultats satisfaisants. Dans le cas du réaménagement du quai Boissard à Rezé, les mottes prélevées n'ayant pu être replantées immédiatement après leur prélèvement, elles ont été conservées de manière temporaire (sur une courte durée) dans des bacs en bois (d'environ 1 m²) déposés *in situ* dans la zone de balancement des marées et ont permis le maintien en vie des plants. La réimplantation directement après prélèvement reste toutefois à privilégier pour minimiser les risques de mortalité.

Plantation

La plantation de la motte est à réaliser impérativement au même niveau topographique que celui abritant la population déplacée, et en tout état de cause en partie inférieure du profil de berge soumis quotidiennement à la marée. Le déracinement ou l'arrachage des nouvelles plantations est à craindre en fonction des conditions de batillage et de courant. Il convient ainsi de déposer les mottes prélevées dans des avant trous permettant de faire affleurer le collet des plantes au niveau du terrain naturel et de compléter et tasser avec le substrat environnant. Le marquage des mottes implantées pourra être réalisé grâce à un tuteur, toutefois ce dernier a peu de chances de se maintenir jusqu'au constat de reprise qui ne pourra intervenir qu'au printemps suivant. Il est donc impératif de géolocaliser le plus précisément possible la motte réimplantée (à l'aide d'un GPS mais également en essayant de prendre des repères physiques fixes au niveau de la rive). Dans le cadre de la réfection du quai Boissard à Trentemoult, les interstices des enrochements de pied de berge mis en place dans le cadre des travaux, et non encore recouverts de sédiments, ont été mis à profit pour caler les pieds de Scirpe triquètre déplacés. Un colmatage préalable des vides entre les blocs de pierre a été réalisé par apport de vase. Cette technique a fourni de bons résultats en termes de reprise des pieds transplantés.

Détail de l'opération :

- Procéder à l'habillage des pointes des racines qui pourraient dépasser de la motte, pour éviter leur retournement (le prélèvement effectué suffisamment en profondeur devrait cependant éviter que des racines dépassent de la motte).
- Comblent si besoin entre la motte et le bord de la fosse de plantation par du substrat vaso-sableux.

Un suivi de la plantation est nécessaire pour établir un constat de reprise. Compte-tenu de la disparition des parties aériennes de la plante à partir de novembre, ce constat sera à réaliser durant le printemps de l'année d'après.

6.2 Création de biotope

Pour rappel, pour le Scirpe triquètre qui se trouve dans l'extrémité inférieure du profil de berge et peut le plus souvent ne pas être impacté par les aménagements de berges, c'est le principe d'évitement qui prévaut avant tout.

Cas de reprise de l'intégralité du profil de berge

En cas de **reprise du profil de berge dans sa totalité, les mêmes principes seront à adopter que ceux présentés au même chapitre du catalogue des savoir-faire et pratiques favorables à l'Angélique des estuaires** (technique de recréation d'habitats ouverts éprouvée dans l'agglomération nantaise quai François Mitterrand et rive sud du Pont Sédar Sanghor, ayant permis une rapide colonisation de la végétation caractéristiques des rives de Loire).

Pour faciliter la recolonisation latérale par le Scirpe triquètre (à partir de l'expansion végétative de touffes proches ou dépôt de graines ou jeunes plantules issus de germination et reprise par flottaison dans les eaux), il sera important de **veiller à garder des foyers existants à proximité.**

Cas des opérations de curage de vases

Ces opérations de curage doivent faire l'objet d'une **grande vigilance quant à l'érosion des niveaux bas des berges qui peuvent survenir par solifluxion du substrat en cas de décaissement important.**

La seconde opération de curage des vases menée dans le port de plaisance de Trentemoult à Rezé n'ont, en effet, permis de maintenir ni les populations qui avaient été conservées en berge, ni celles transplantées. Le principe d'un curage en retrait de 5 m à partir du pied de berges qui visait à maintenir une banquette et la ceinture de Scirpe triquètre existante n'est à l'évidence pas une mesure suffisante pour prévenir le phénomène de solifluxion. Du fait d'un décaissement important (1,5 m, contre seulement 0,5 m lors du premier curage qui n'avait pas entraîné les mêmes problèmes d'érosion du pied de berge), les vases de la banquette de bordure ont subi un glissement par solifluxion entraînant avec elles quasiment toute la végétation installée dans le bas du profil, en l'espace d'environ 2 mois seulement !

Il convient donc dans de futures opérations, à la fois de ne pas décaisser sur une hauteur trop importante et d'autre part de maintenir des banquettes plus larges en rives.

V. Bibliographie

CEN, à paraître, «Contrat pour la Loire et ses annexes de Montsoreau à Nantes. Indicateurs 3.2.2 Espèce protégée ciblée Scirpe triquètre»

Chardin E., Mesnage C., 2024, - *Suivi des populations de Scirpe triquètre de la Sèvre nantaise en 2024. Suivi des populations et analyse de leur évolution*. Nantes Métropole. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest. 40 p. + annexes.

Chardin E. & Mesnage C., 2025 - *Suivi des populations de Scirpe triquètre de la Sèvre-Nantaise, nouvel état des lieux*. Nantes Métropole. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest (à paraître)

Corbeaux A., Lacroix P., Mesnage C., 2016 - *Plan de conservation unifié en faveur de l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre : 2015-2020*. Conservatoire botanique national de Brest / Nantes Métropole, 17 p.

Dortel F., Magnanon S., Brindejone O., 2015 - *Liste rouge de la flore vasculaire des Pays de la Loire. Évaluation des menaces selon la méthodologie et la démarche de l'UICN*. Conseil régional des Pays de la Loire / DREAL des Pays de la Loire. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 53 p. + annexes.

Lacroix P., Le Bail J., Mesnage C., 2010 - *Résultats des suivis scientifiques sur l'Angélique des estuaires et le Scirpe triquètre après travaux : au Pellerin (Quai Provost), à Saint-Sébastien-sur-Loire (boulevard des Pas enchantés), à Rezé (Port de Trentemoult) et aux arrivées des nouveaux franchissements de la Loire de l'agglomération nantaise (Pont Sedar Senghor, Saint Sébastien/Nantes)*. Nantes Métropole. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 29 p.

Lacroix P., Figureau C., Guitton H., Le Bail J., Mesnage C., Ferard P., à paraître *Bilan des connaissances sur l'Angélique des estuaires (Angelica heterocarpa Lloyd)*. Nantes Métropole. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 30 p

Lacroix P., Guitton H., Brindejone O., 2003 - *Etude préalable à un plan de conservation en faveur de l'Angélique des estuaires dans l'Estuaire de la Loire (Angelica heterocarpa Lloyd)*. Communauté urbaine de Nantes / Fonds européen de développement. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 44 p.

Lacroix P., Guitton H., Lorient S., Gautier C., 2008 – *Etude de préfiguration d'un plan de conservation en faveur du Scirpe triquètre (Scirpus triqueter L.) dans les limites de la communauté urbaine de Nantes*. Conservatoire Botanique National de Brest, Nantes Métropole, Ville de Nantes, DIREN Pays de la Loire, non paginé.

Lafarge D., Sacré S., 2016 - *Plan de Gestion des stations-réservoirs en faveur de l'Angélique des estuaires et du Scirpe triquètre sur l'estuaire de la Loire*. Nantes Métropole / DREAL des Pays de la Loire. Nantes : Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire, 97 p.

Le Bail J., Lacroix P., 2005 – *Etat des lieux des populations de Scirpe triquètre (Scirpus triqueter L.) dans l'estuaire de la Loire. Propositions de conservation*. Conservatoire Botanique National de Brest, DIREN Pays de la Loire, 22 p. + annexes.

Le Bail J., 2018 - *Suivi des populations de Scirpe triquètre de la Sèvre-Nantaise au cours de l'année 2017*. Nantes Métropole. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 18 p.

Mesnage C., Guitton H., 2020 - *Eléments de synthèse sur les communautés végétales des berges de la Loire abritant, l'Angélique des estuaires (Angelica heterocarpa J.Lloyd), le Scirpe triquètre (Schoenoplectus triqueter (L.) Palla)*. Nantes Métropole. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 14 p.

Mesnage C., 2011, - *Plan d'urgence pour la conservation du Scirpe triquètre (Scirpus triqueter L.) dans la partie aval de la Sèvre nantaise. Suivi des stations et observations faites en 2010*. Nantes métropole. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest (note)

Mesnage C., à paraître - *Bilan des connaissances sur le Scirpe triquètre (Scirpus triqueter L.)*. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 25 p.

Mesnage C., 2021 – *Evolution des populations de la station réservoir d'Angélique des estuaires (Angelica heterocarpa Lloyd) et de Scirpe triquètre (Scirpus triqueter L.) du Bras et de l'Etier de Cordemais (Cordemais – 44) – BILAN 2020*. EDF. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 14 p. + annexes

Mesnager C., 2023 – *Etat et enjeux des populations d'Angélique des estuaires de l'estuaire de la Loire. Compléments à l'analyse comparée des inventaires de 2002 et 2020 et mise à jour de la carte de répartition et densités*. Nantes métropole. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest. 8 p.

Scott L., 2020 - *Angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire : croisement des enjeux de préservation et d'aménagement du territoire - Lot 1 : actualisation de l'inventaire de l'Angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire*. Nantes Métropole. Nantes : SCE Aménagement-Environnement, 63 p. + atlas cartographique.

Conception et rédaction

Conception et rédaction

- Aline COREBAUX (Nantes Métropole)
- Théo FLAVENOT (Biotope)
- Cécile MESNAGE (CBNB)

A partir des contenus issus des auteurs et contributeurs du guide de 2009 :

- Pascal LACROIX (Conservatoire Botanique National de Brest)
- Claude FIGUREAU (Jardin Botanique Ville de Nantes)
- Josette GARCIA-MELGARES (Nantes Métropole)
- Matthias ARBION (Conservatoire Régional des Rives de la Loire et de ses Affluents)
- Frédéric BLANCHARD (Conservatoire Botanique National Sud Atlantique)
- Dominique DHERVÉ (Conservatoire Botanique National de Brest)
- Stéphane DULAU (Bureau d'études SCE)
- Philippe FERARD (Jardin Botanique Ville de Nantes)
- Joëlle FUSTEC (Ecole supérieure d'Agriculture d'Angers - Expert CSRPN)
- Jean-Luc GIRARD (Direction Régionale de l'Environnement et de l'Aménagement et du Logement Pays de la Loire)
- Maryline GUILLARD (Nantes Métropole)
- Hermann GUITTON (Conservatoire Botanique National de Brest)
- Jean LE BAIL (Conservatoire Botanique National de Brest)
- Jean-Pierre LEBOSSE (Direction Régionale de l'Environnement et de l'Aménagement et du Logement Pays de la Loire)
- Kristell LE BOT (Groupement d'Intérêt Public Loire Estuaire)
- Didier LEHAY (Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire)
- Sylvie MAGNANON (Conservatoire Botanique National de Brest)
- Serge MÜLLER (Université de Metz - Expert CNPN)
- Clarisse PAILLARD (Nantes Métropole)
- David POLINIÈRE (SAMOA)

Crédit photographique

- CBN Brest (P. LACROIX, H. GUITTON, J. LE BAIL)
- Jardin Botanique Ville de Nantes (C. FIGUREAU, P. FERARD)
- Nantes Métropole (J. GARCIA-MELGARES)
- Muséum d'Histoire Naturelle d'Angers