



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)
- ❖ aux arrivées des nouveaux franchissements de la Loire de l'agglomération nantaise (Pont Sedar Senghor, Saint Sébastien/Nantes)



Décembre 2010

**Pascal LACROIX
Jean LE BAIL
Cécile MESNAGE**

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| PREAMBULE_____ | 1 |
| I. SUIVI APRES REAMENAGEMENT DU QUAI PROVOST _____ | 2 |
| II. SUIVI APRES TRANSPLANTATION EN CONTREBAS DU BOULEVARD DES PAS ENCHANTES _____ | 15 |
| III. SUIVI APRES LE DESENVASEMENT DU PORT DE TRENTMOULT ____ | 18 |
| IV. SUIVI AUX ARRIVEES DU PONT SEDAR SENGHOR _____ | 20 |

PREAMBULE

Les résultats présentés dans cette note ont été obtenus par le Conservatoire Botanique National de Brest au cours de l'année 2010 dans le cadre d'un suivi floristique effectué sur quatre sites localisés sur des berges de la Loire ayant fait l'objet d'un aménagement récent sous maîtrise d'ouvrage de Nantes Métropole :

- le Quai Provost (Pellerin), dans le cadre du réaménagement du quai,
- le boulevard des Pas enchantés (Saint-Sébastien-sur-Loire), en accompagnement de la construction des nouveaux franchissements sur la Loire,
- le Port de Trentemoult (Rezé), à la suite d'une opération de désenvasement,
- le nouveau franchissement de la Loire (bras de Pirmil) entre l'île de Nantes et Saint Sébastien sur Loire (pont Sedar Senghor)

L'objectif global est de suivre l'évolution des populations d'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa* Lloyd) ou de scirpe triquètre (*Scirpus triqueter* L.), conformément aux engagements pris par Nantes Métropole auprès du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel des Pays de la Loire et du Conseil National de Protection de la Nature. Ces deux instances ont en effet donné un avis favorable aux dossiers de demande de dérogation, qui ont été présentés par le maître d'ouvrage auprès du Ministère en charge de la protection de la nature, au titre de la réglementation relative à ces deux espèces protégées.

Les résultats correspondent à une troisième année de suivi pour le Quai Provost et pour le boulevard des Pas enchantés et à une deuxième année pour le Port de Trentemoult. Il s'agit d'une première année de suivi après travaux pour le nouveau pont Sédar Senghor.

Les suivis ont été assurés par Jean Le Bail et Cécile Mesnage (boulevard des Pas enchantés), Pascal Lacroix (quai Provost, et Port de Trentemoult), Cécile Mesnage (pont Sedar Senghor).

I. SUIVI APRES REAMENAGEMENT DU QUAI PROVOST

1. Contexte et objectifs du suivi

Une première tranche d'aménagement du quai Provost a consisté à l'automne 2007 en une reprise totale de la partie supérieure du quai sur environ 180 m de longueur (replat et talus supérieurs) donnant lieu à un enlèvement systématique des pieds d'angélique des estuaires qui y poussaient.

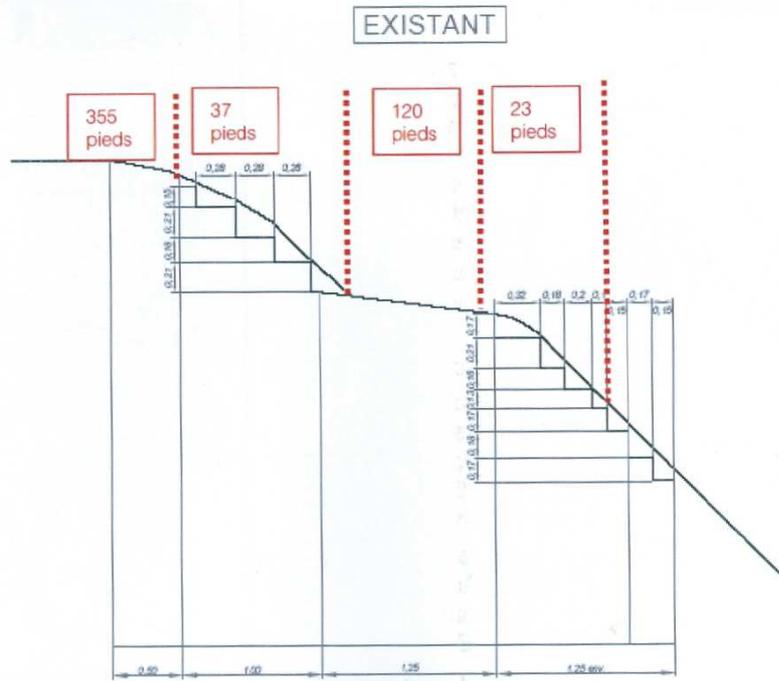
Une partie de cette population a été prélevée avant travaux par les services techniques municipaux de la ville du Pellerin (et après marquage par le Jardin Botanique et le Conservatoire Botanique National de Brest) dans le but de la transplanter en amont du quai, dans une zone de remblai devant être décapée et restaurée au contact supérieur d'une roselière à phragmite. Deux catégories de pieds ont été sélectionnées, certains chétifs, d'autres plus vigoureux, afin d'étudier leur capacité de reprise dans le secteur réaménagé à la place du remblai. Les pieds, conservés en jauge par les services techniques du Pellerin, ont fait l'objet d'une replantation au début du printemps. Le nombre exact de pieds transplantés n'est pas connu (qu'il s'agisse du total, comme du nombre par catégorie), ni la façon précise dont ils ont été implantés sur le site d'accueil.

Sur la risberme, formant un replat à mi-niveau du quai, les populations d'angélique des estuaires (120 individus) qu'il était prévu de conserver n'ont pu l'être, malgré les instructions passées à la maîtrise d'œuvre pour protéger ces pieds situés au contact de la zone de travaux. En effet, les géotextiles qui devaient protéger le sol et permettre aux ouvriers d'intervenir pour la réfection de la partie supérieure du quai sans dommages sur l'espèce protégée ont été déplacés et emportés par les marées. De plus, la destruction du perré supérieur au contact de la risberme a dégradé la risberme qui a dû être consolidée sur une bonne partie de sa longueur. L'ensemble de la risberme a donc dû faire l'objet d'une reprise et les 120 pieds ont été détruits.

Les objectifs du suivi floristique engagé pour 4 années à la demande du CSRPN sur le quai Provost sont donc les suivants :

- étudier la recolonisation de la risberme centrale par l'angélique des estuaires et la communauté végétale de la mégaphorbiaie oligohaline,
- comparer la capacité de reprise des deux catégories de pieds d'angélique des estuaires transplantés (« chétifs » et « vigoureux »),
- étudier la recolonisation par la végétation de la zone décapée, accueillant les transplantations.

ETAT INITIAL ET IMPACTS AU NIVEAU DU QUAI PROVOST



Nombre de pieds d'Angélique des estuaires au niveau du quai Provost en avril-mai 2007

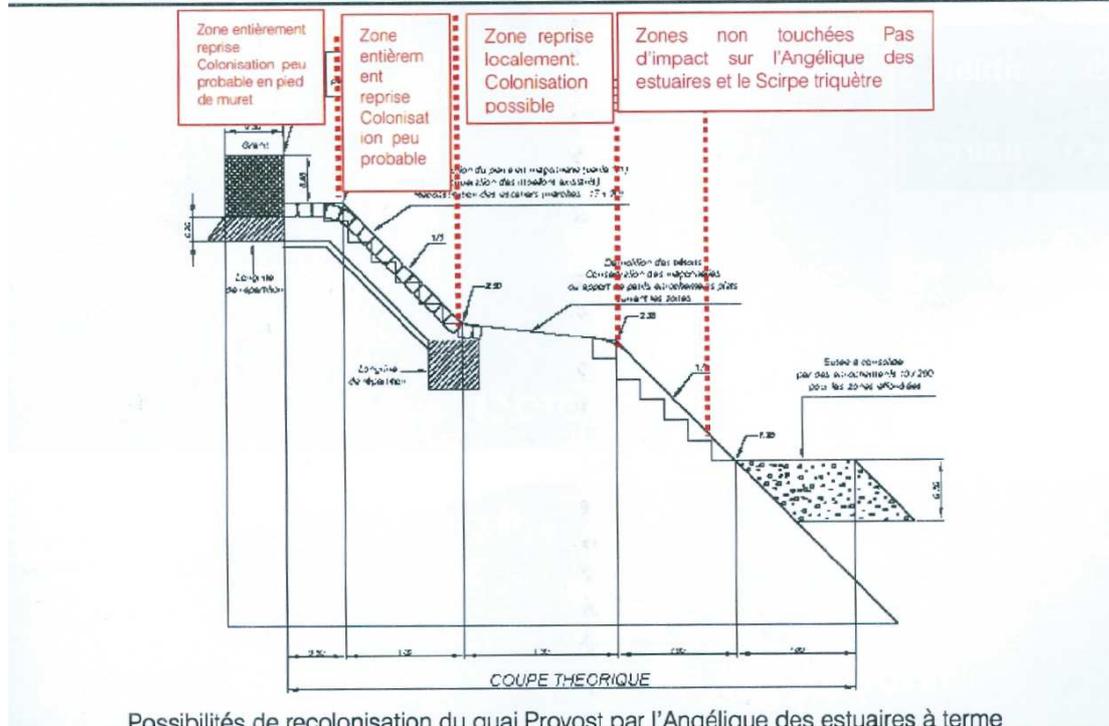


Figure 1 - Description de l'état initial du quai Provost avant aménagement (SCE, 2007).

2. Méthode de suivi

Le long du linéaire du quai (correspondant au secteur 7 du dossier de demande d'autorisation), un décompte systématique du nombre de pieds est effectué sur la risberme en fin d'été - début d'automne, en répartissant les individus en fonction de leur stade biologique (germinations - jeunes plants de 2 à 3 feuilles - plants à 4 feuilles ou plus, inférieurs à 50 cm de hauteur - plants de plus de 50 cm de hauteur - pieds fleuris).

Pour simplifier la localisation des pieds le long du quai, le linéaire a été découpé en cinq tranches, calées sur les moellons de pierres qui délimitent la replat supérieur, avec de l'aval vers l'amont :

- tranche 1 : du moellon n° 1 au moellon n° 50
- tranche 2 : du 51^{ème} au 100^{ème},
- tranche 3 : du 101^{ème} au 150^{ème},
- tranche 4 : du 151^{ème} au 200^{ème},
- tranche 5 : du 201^{ème} au 222^{ème}.

En 2008, les comptages avaient non seulement été appliqués à la risberme centrale, mais aussi à la partie basse du quai qui avait été délimitée en trois zones (partie supérieure du bas de berge colonisée par la mégaphorbiaie, partie inférieure du bas de berge colonisée par un gazon à *Eleocharis bonariensis* et pied de berge). Ces observations avaient permis de montrer que les communautés végétales situées en bas et en pied de berges et les populations d'angélique des estuaires, mais aussi de scirpe triquètre (*Scirpus triqueter*), ont bien été préservées lors des travaux. C'est pourquoi, en 2009 puis de nouveau en 2010, le dénombrement des pieds d'angélique des estuaires a été restreint à la seule risberme centrale afin de continuer à suivre les processus de recolonisation de cette partie du quai totalement remise à nu en début d'année 2008.

En complément du suivi de l'angélique des estuaires, un suivi du reste du cortège floristique est effectué sur la risberme. Un inventaire de toutes les plantes recolonisant cette banquette a été ainsi dressé et deux relevés phytosociologiques sont réalisés chaque année à l'intérieur de limites fixes prises en référence aux moellons du quai. Un des deux relevés est réalisé au niveau du relevé phytosociologique R4 qui avait été dressé par Stéphane Dulau lors de l'élaboration du dossier de demande d'autorisation, en 2007.

Sur la zone de transplantation, l'ensemble des pieds d'angélique des estuaires encore présents font l'objet d'un repérage (ordre à l'intérieur des trois lignes parallèles au fleuve, suivant lesquelles les pieds ont été replantés) et d'une description : pied fleuri ou non, stade phénologique en cas de floraison (bouton floral, début de floraison, pleine floraison, début de fructification, pleine fructification, fruits tombés), nombre d'axes A1 et hauteur du plus grand d'entre eux, nombre d'axes A2 et A3, présence d'une rosette de feuilles (oui ou non). Un relevé phytosociologique de la zone de transplantation est également réalisé.

En 2008, le suivi a été effectué le 25 septembre, le 17 et le 18 octobre ; en 2009, le 26 août et le 4 septembre ; en 2010, le 20 septembre, le 28 septembre et le 13 octobre.

3. Résultats et discussion

a. Suivi de la population d'angélique des estuaires sur la risberme :

Les résultats du décompte systématique des angéliques des estuaires sur la risberme sont présentés dans le tableau 1 pour l'année 2010.

| | Germinations | Jeunes plants (2-3 feuilles) | Plants à 4 feuilles ou plus, < 50 cm | Plants > 50 cm | Pieds fleuris |
|---------------------------------|--------------|---------------------------------|--|----------------|---------------|
| Risberme Tranche 1 (1-50) | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| Risberme Tranche 2 (51-100) | 2 | 5 | 12 | 5 | 0 |
| Risberme Tranche 3 (101-150) | 3 | 14 | 4 | 3 | 0 |
| Risberme Tranche 4 (151-200) | 12 | 26 | 4 | 1 | 0 |
| Risberme Tranche 5 (201-222) | 30 | 7 | 8 | 4 | 1 |

Tableau 1 – Résultats du décompte en 2010 des angéliques des estuaires sur la risberme du quai Provost, en fonction de leur stade biologique et de leur localisation le long du quai Provost, découpé en 5 tranches.

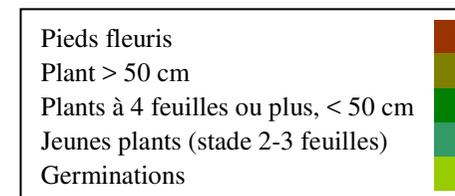
La figure 2 ci-dessous met en perspective ces résultats 2010 avec les dénombrements effectués précédemment en 2008 et 2009. L'année 2010 se caractérise par une implantation en nombre de pieds d'angélique, avec un total de 146 individus comptabilisés, contre 47 en 2009 et une petite dizaine seulement en 2008. Pour la première fois depuis les travaux de l'automne-hiver 2007-2008, la population recolonisant la risberme est représentée aux différents stades biologiques puisque l'on note une première floraison probable (pied présent en bordure de la risberme, mais semblant bien se trouver dans le secteur en recolonisation).

La figure 2 révèle également un gradient de recolonisation le long de la risberme avec des populations de plus en plus denses au fur et à mesure que l'on parcourt le quai de la tranche 1 à la tranche 5 (et ce d'autant plus que la tranche 5 qui correspond à l'extrémité amont du quai, ne couvre que la moitié du linéaire des autres tranches). Cette observation est à mettre en relation avec un gradient de sédimentation orienté dans le même sens et rejoint le constat d'une recolonisation également plus importante pour le reste de la végétation à l'extrémité amont du quai.

On notera l'installation d'un jeune plant à 2-3 feuilles sur le perré maçonné au-dessus de la risberme, au sein de la tranche 5 (201-222).



Figure 2 – Répartition des pieds d'angélique des estuaires présents dans les différentes « tranches » du quai Provost suivant leur stade biologique (voir légende ci-contre).



b. Suivi de la population transplantée

| | Numéro d'ordre dans la ligne | Pied fleuri | Stade phénologique | Axes A1 | Hauteur (A1) cm | Axes A2 | Axes A3 | Présence d'une rosette de feuilles |
|-----------------|------------------------------|-------------|---|---------|-----------------|---------|---------|------------------------------------|
| Ligne médiane | 1 | Oui | Fruits tombés | 6 | 180 | 32 | 47 | Disparue |
| | 2 | Oui | Fruits tombés | 3 | 206 | 14 | 27 | Oui |
| | 3 | Non | | | | | | Oui |
| | 4 | Oui | Fruits tombés | 8 | 175 | 42 | 64 | Oui |
| | 5 | Oui | Fruits tombés | 1 | 180 | 4 | 9 | Disparue |
| | 6 | Oui | Fruits tombés | 1 | 164 | 6 | 13 | Disparue |
| Ligne côté rive | 1 | Oui | Fruits tombés (9 A1) Début de floraison (1 A1) | 10 | 208 | 51 | 110 | Disparue |
| | 2 | Oui | Fruits tombés | 3 | 181 | 14 | 15 | Disparue |
| | 3 | Oui | Fruits tombés | 7 | 186 | 28 | 21 | Disparue |
| | 4 | Oui | Fruits tombés | 3 | 178 | 16 | 30 | Disparue |
| | 5 | Non | | | | | | Oui |
| | 6 | Oui | Fruits tombés | 4 | 200 | 16 | 26 | Disparue |

Tableau 2 – Description des pieds transplantés (20 septembre 2010).

En 2010, les résultats du suivi de population effectué dans la zone restaurée (présentés dans le tableau 2 ci-dessus) confirment la disparition progressive des individus transplantés au printemps 2008 et font état, en 2010, de 12 individus alors qu'il y en avait encore 34 en 2009 et qu'en première année de suivi le constat de reprise avait recensé 43 pieds en 2008. Les 12 pieds persistant cette année peuvent être répartis dans 3 catégories correspondant à des stades phénologiques différents :

- 1 individu végétatif (muni seulement de feuilles) auquel est ajouté 1 individu ayant produit une inflorescence mais dont la hampe florale a été tronquée,
- 2 individus fructifiés, mais gardant un appareil foliaire après floraison,
- 8 individus fructifiés ayant perdu leur appareil foliaire après floraison.

On observe donc en 2010 que la majorité des individus initialement transplantés dans la zone décapée ont fleuri et fructifié et que le nombre de pieds végétatifs (ou assimilés) se réduit considérablement. La figure 3 illustre le fait que l'essentiel de la population transplantée a désormais terminé son cycle biologique, 3 ans après son prélèvement sur le quai Provost et 2 ans et demi après sa réimplantation dans le milieu. Plus aucun pied n'est plus présent parmi ceux qui avaient été transplantés sur la ligne côté Loire. Ce constat reste cohérent avec ce que l'on connaît du cycle biologique de l'espèce dont la durée est estimée entre 3 et 4 ans. Restent 2 pieds au stade végétatif dont on peut s'attendre à ce qu'ils soient encore présents l'an prochain.

22 pieds ont disparu entre 2010 et 2009 ce qui correspond en bonne partie aux pieds ayant fleuri et fructifié en 2009 que ce soit en maintenant leur rosette ou non (13 + 14). Mais pas totalement, car 5 pieds fructifiés en 2009 ont donc de nouveau fleuri en 2010. On constate toujours que le caractère généralement monocarpique de l'angélique, avec néanmoins parfois des exceptions. Comme en 2009, on constate que le maintien de la rosette foliaire après la

fructification sur certains individus ne semble pas constituer une différence significative quant à leur devenir, par rapport à ceux dont la rosette a déjà disparu au moment du suivi.

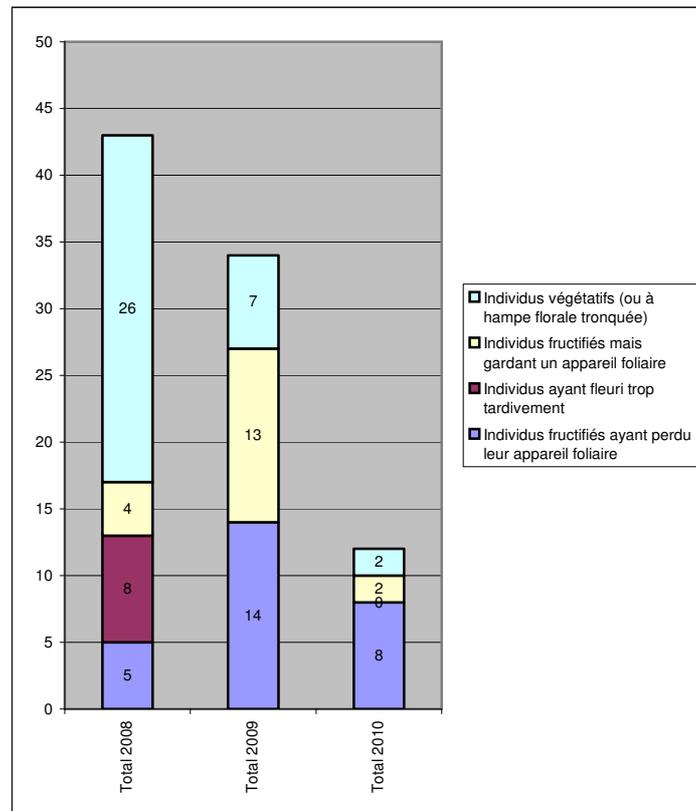


Figure 3 – Comparaison de la population des angéliques des estuaires transplantées dans la zone restaurée aux différents stades phénologiques sur les 3 années de suivi (2008, 2009 et 2010).

La figure 4 entend mettre en évidence une éventuelle différence entre ces deux catégories au niveau de l'échelonnement de la montée à fleurs et de la fructification, influencé par l'état du pied au moment de la transplantation. Bien que les modalités précises d'implantation des pieds transplantés par les services municipaux du Pellerin ne soient pas connues, il a été déduit de l'organisation sur place des plantations en 3 lignes parallèles, dont 1 ligne partielle, que la ligne située du côté de la rive correspond à l'une des deux catégories d'angéliques (chétives ou vigoureuses), tandis que la ligne médiane et la ligne partielle située côté Loire, correspondent à l'autre catégorie. Comme en 2009, la figure 4 ne semble pas montrer de différence flagrante dans l'aptitude des deux catégories à fleurir.

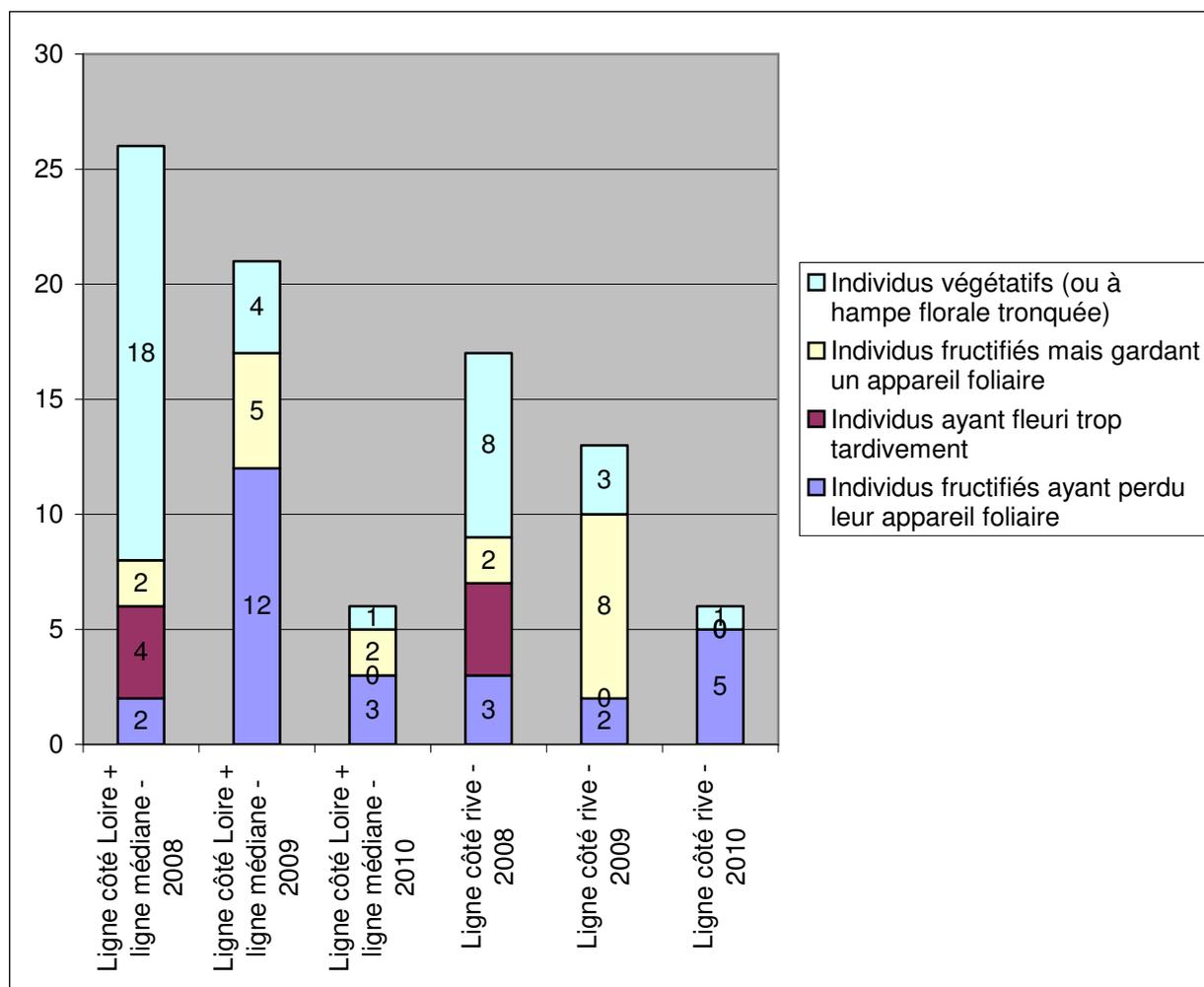


Figure 4 – Comparaison des deux catégories d’individus d’angélique des estuaires (ligne côté Loire + ligne médiane d’une part, et ligne côté rive, d’autre part) transplantés dans la zone restaurée aux différents stades phénologiques sur les 3 années de suivi (2008, 2009 et 2010).

Dans le cadre du suivi des populations réalisé par le Conservatoire botanique depuis plusieurs années, il a été montré que la hauteur maximale des axes A1 (axe principal de l’inflorescence) constitue un bon indicateur de la vitalité des individus et de leur production grainière. Or, on ne relève pas dans les résultats du suivi sur le quai Provost de différence majeure entre les deux catégories d’angéliques transplantées (voir tableau 4). Les angéliques plantées le long de la ligne côté rive présentent une hauteur maximale moyenne des axes A1 à peine plus élevée en 2008, 2009 et 2010 que celle des angéliques plantées le long de la ligne médiane et de la ligne côté Loire. On remarquera, en revanche, une différence beaucoup plus significative entre la première année de suivi (2008) et les deux années suivantes (2009 et 2010), avec des individus fleuris d’environ 80 cm en moyenne, alors qu’en 2009, ils sont de l’ordre de 160 à 180 cm et un peu plus encore en 2010. Cette différence n’est pas imputable à de mauvaises conditions météorologiques en 2008, car les stations suivies par ailleurs par le Conservatoire à l’échelle de l’estuaire de la Loire n’ont pas montré une telle diminution de la hauteur maximale des pieds fleuris. On peut, par contre, supposer que les individus transplantés qui ont été les plus précoces à fleurir possédaient une vitalité moindre que les individus qui ont fleuri l’année suivante.

| | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|--------------|---------------|---------------|
| Ligne côté Loire + ligne médiane | 81 cm | 164 cm | 181 cm |
| Ligne côté rive | 88 cm | 179 cm | 191 cm |

Tableau 4 – Hauteur maximale moyenne des axes A1 des individus fleuris pour chacune des deux catégories d'angéliques transplantées dans la zone restaurée, de 2008 à 2010.

c. Suivi phytosociologique

Les trois relevés phytosociologiques réalisés en 2010 (1ter, 2ter, 3ter) sont présentés dans le tableau 5 en vis-à-vis des relevés effectués aux mêmes endroits en 2008 (1, 2, 3) et 2009 (1bis, 2bis, 3bis) dans le cadre de ce suivi, mais aussi des relevés dressés à proximité lors de l'état initial réalisé avant travaux par SCE, en 2007.

| Numéro de relevé | A | 1 | 1bis | 1ter | 2 | 2bis | 2 ter | 3 | 3bis | 3 ter | B |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Année | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2008 | 2009 | 2010 | 2008 | 2009 | 2010 | 2007 |
| Surface (m2) | 20 | 70 | 70 | 70 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 70 | X |
| Recouvrement herbacé (%) | 100 | 50 | 90 | 99 | 25 | 40 | 60 | 5 | 15 | 40 | X |
| Nombre de taxons | 12 | 37 | 42 | 38 | 27 | 21 | 21 | 14 | 17 | 19 | 14 |
| Espèces à forte fréquence de la mégaphorbiaie oligohaline | | | | | | | | | | | |
| Festuca arundinacea | . | r | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | + | 1 | 3 | X |
| Lythrum salicaria | 2 | + | + | + | + | 1 | 1 | + | 1 | 2 | X |
| Ranunculus repens | 1 | 1 | 1 | 3 | r | r | + | r | + | 1 | X |
| Scrophularia aquatica | . | r | + | r | r | r | . | + | r | r | . |
| Senecio aquaticus | 2 | . | r | r | + | + | + | r | + | 1 | X |
| Angelica heterocarpa | r | r (g.) | + | r | r (g.) | + | 1 | . | . | r | X |
| Mentha aquatica | . | r | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| Phalaris arundinacea | . | . | r | + | . | r | + | . | . | . | . |
| Phragmites australis | 4 | r | r | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Calystegia sepium | . | . | r | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Rumex crispus | 1 | . | . | r | r | + | + | . | . | r | X |
| Oenanthe crocata | 4 | . | . | . | . | . | r | . | . | . | X |
| Autres espèces de la mégaphorbiaie oligohaline | | | | | | | | | | | |
| Lycopus europaeus | + | 1 | 1 | 1,2 | r | + | . | r | r | . | X |
| Cyperus eragrostis | . | . | 1 | i | r | r | i | r | . | r | . |
| Plantago major | . | r | r | i | + | 1 | + | . | . | + | . |
| Apium nodiflorum | 3 | + | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| Eleocharis bonariensis | 3 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | X |
| Rumex obtusifolius | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Urtica dioica | . | r | r | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| Aster lanceolatus | . | r | . | r | . | . | . | . | . | . | X |
| Althaea officinalis | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | . |
| Cirsium arvense | . | . | r | + | . | . | . | . | . | . | . |
| BIDENTETEA TRIPARTITAE | | | | | | | | | | | |
| Polygonum mite | . | 1 | 2 | + | + | r | . | . | + | r | . |
| Rorippa islandica | . | . | . | . | + | r | r | r | + | . | . |
| Bidens tripartita | . | 2 | 2 | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Chenopodium ambrosoides | . | 1 | 1 | 1 | + | . | + | . | . | i | . |
| Xanthium cf orientale | . | 1 | 1 | . | . | . | r | . | . | . | . |
| Atriplex prostrata | . | r | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

Relevé 2 ter : idem en 2010 (PL, CBNB)

Relevé 3 : 2008 – risberme centrale, à l'intérieur de la tranche 3 des moellons 121 à 135 (escalier à l'aval), à l'emplacement du relevé B (PL, CBNB)

Relevé 3 bis : idem en 2009 (PL, CBNB)

Relevé 3 ter : idem en 2010 (PL, CBNB)

| Plantes globalement présentes sur la risberme décapée | 2008 | 2009 | 2010 |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Agrostis stolonifera | X | | |
| Cuscuta australis | X | | |
| Digitaria sanguinalis | X | | |
| Senecio vulgaris | X | | |
| Sonchus asper | X | | |
| Verbena officinalis | X | | |
| Conyza floribunda | X | X | |
| Robinia pseudoacacia | X | X | |
| Sagina procumbens | X | X | |
| Cyperus eragrostis | X | | X |
| Angelica heterocarpa | X | X | X |
| Apium nodiflorum | X | X | X |
| Chenopodium ambrosoides | X | X | X |
| Crepis vesicaria taraxacifolia | X | X | X |
| Eleocharis bonariensis | X | X | X |
| Festuca arundinacea | X | X | X |
| Lactuca saligna | X | X | X |
| Lycopus europaeus | X | X | X |
| Lythrum salicaria | X | X | X |
| Plantago major | X | X | X |
| Poa annua | X | X | X |
| Polygonum mite | X | X | X |
| Ranunculus repens | X | X | X |
| Rorripa islandica | X | X | X |
| Rumex crispus | X | X | X |
| Salix alba | X | X | X |
| Salix atrocinerea | X | X | X |
| Scrophularia aquatica | X | X | X |
| Senecio aquaticus | X | X | X |
| Trifolium repens | X | X | X |
| Veronica anagallis-aquatica | X | X | X |
| Atriplex hastata | | X | |
| Bidens tripartita | | X | |
| Cirsium arvense | | X | |
| Sedum album | | X | |
| Juncus articulatus | | X | X |
| Juncus cf. inflexus | | X | X |
| Phalaris arundinacea | | X | X |
| Populus nigra | | X | X |
| Xanthium cf. orientale | | | X |
| Oenanthe crocata | | | X |
| Taraxacum sp. | | | X |
| Melilotus albus | | | X |
| Total | 31 | 32 | 30 |

Tableau 6 – Evolution de la liste des plantes globalement présentes sur la risberme décapée de 2008 à 2010.

Risberme du quai Provost

Les relevés 2ter et 3ter (voir tableau 5) montrent un recouvrement croissant de la végétation herbacée sur la risberme qui est respectivement passé, entre 2009 et 2010, de 40 à 60 % et de 15 à 40 %. Le dépôt de vase sur la risberme du quai Provost continue à favoriser la recolonisation végétale ; celle-ci ne progresse toutefois pas à la même vitesse le long de l'ouvrage, justement en relation avec une sédimentation moins importante à l'aval (relevé 2ter) qu'à l'amont (3ter).

Comme en 2009, *Festuca arundinacea* et *Lythrum salicaria* sont les deux espèces qui présentent la plus forte dynamique de colonisation, à laquelle on peut ajouter pour 2010 dans une moindre mesure *Ranunculus repens*, *Senecio aquaticus* et *Eleocharis bonariensis* pour le relevé 3ter et *Angelica heterocarpa* pour le relevé 2ter. Globalement, les autres espèces caractéristiques de la mégaphorbiaie oligohaline se renforcent et pour la première année, *Oenanthe crocata* apparaît (relevé 2ter). Par contre, on note toujours l'absence de *Calystegia sepium*.

Aux côtés des espèces de la mégaphorbiaie oligohaline, les espèces des autres cortèges ont globalement plutôt tendance à régresser : espèces des végétations pionnières annuelles et hygrophiles des sols enrichis en azote, s'asséchant partiellement en été (classe phytosociologique des *BIDENTETEA TRIPARTITAE* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951), des végétations annuelles, nitrophiles, commensales des cultures annuelles ou sarclées (*STELLARIETEA MEDIAE* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951) ou des prairies hygrophiles ou mésohygrophiles (*AGROSTIETEA STOLONIFERAE* Müller & Görs 1969). *Juncus articulatus*, en progression dans le relevé 3ter, constitue toutefois une exception.

On continue à relever une tendance au développement des espèces ligneuses appartenant aux végétations de saulaies riveraines des *SALICETEA PURPUREAE* Moor 1958 : *Salix alba*, *Salix atrocinerea* et *Populus nigra*, mais aussi *Alnus glutinosa*, celles-ci faisant l'objet d'un contrôle par les services municipaux.

La liste des plantes globalement présentes sur la risberme (voir tableau 6) complète l'observation des phénomènes de végétalisation à l'œuvre sur cet ouvrage décapé en 2008. 25 espèces présentes en 2009 ont été confirmées en 2010. 7 espèces au caractère pionnier et/ou rudéral, présentes en 2009, ont disparu de la risberme en 2009 : *Conyza floribunda*, *Robinia pseudoacacia*, *Sagina procumbens*, *Atriplex hastata*, *Bidens tripartita*, *Cirsium arvense*, *Sedum album*. Peu d'espèces (4) sont en apparition parmi lesquelles on relèvera surtout l'arrivée d'*Oenanthe crocata*, caractéristique de la mégaphorbiaie oligohaline et *Melilotus albus*, espèce compagne assez fréquente.

Zone décapée

Après une colonisation active par la flore herbacée observée en 2009 avec un taux de recouvrement qui était passé de 50 à 90 %, la végétation du remblai décapé à l'extrémité amont de l'aménagement du quai Provost couvre désormais presque toute la surface (99 % de recouvrement) (voir relevé 1ter du tableau 5).

La composition floristique observée en 2010 montre une certaine évolution avec une dynamique progressive de *Ranunculus repens*, *Trifolium repens* et *Plantago lanceolata*, au

détriment de *Bidens tripartita* et *Polygonum mite* qui régressent de manière évidente. Avec par ailleurs l'apparition de *Rumex crispus* et d'*Althaea officinalis*, on constate globalement la confirmation de l'installation en cours d'une mégaphorbiaie oligohaline. Cette évolution est confirmée parallèlement, par une régression des espèces pionnières des *BIDENTETEA TRIPARTITAE* auxquelles appartiennent *Bidens tripartita*, *Polygonum mite*, mais aussi *Xanthium* cf. *orientale* qui disparaît du relevé (seul *Chenopodium ambrosoides* se maintient de manière significative), de même que par la quasi-disparition des espèces des *STELLARIETEA MEDIAE*.

En revanche, le cortège d'espèces rudérales des *ARTEMISIETEA VULGARIS* Lohmeyer, Preising & Tüxen ex von Rochow 1951 (végétation rudérale, anthropogène, nitrophile à dominance d'espèces vivaces) continuent à être bien représentées, quoiqu'à de très faibles coefficients d'abondance-dominance. On aussi la présence des ligneux des *SALICETEA PURPUREAE* (*Salix alba* et *Salix atrocinerea*), quoique plus timide que sur la risberme.

La touffe de *Miscanthus* cf. *sinensis* présente depuis le début se renforce. Au regard d'un risque de développement d'un caractère invasif de cette espèce, il faudra s'interroger à propos d'une éventuelle élimination de cette touffe.

4. Conclusion

Toutes les deux totalement dépourvues de végétation au sortir du réaménagement du quai Provost au début de l'année 2008, la risberme et la zone décapée du quai Provost au Pellerin continuent à faire l'objet d'une colonisation active par la végétation herbacée et notamment par l'angélique des estuaires qui est pour la première fois en fleurs (1 pied en 2010) depuis les travaux.

Dans les deux cas, la dynamique végétale s'inscrit dans une évolution vers l'installation d'une mégaphorbiaie oligohaline caractéristique de l'habitat à angélique. Le caractère pionnier de la végétation des vases de la zone décapée initialement dominé par les espèces annuelles des *BIDENTETEA TRIPARTITAE* a désormais cédé la place à l'installation d'une mégaphorbiaie oligohaline, avec cependant persistance d'un certain caractère rudéral. Sur la risberme la colonisation, le processus de végétalisation est plus lent, mais cependant bien orienté également vers la mise en place d'une mégaphorbiaie oligohaline et ce d'autant plus que la sédimentation est importante.

Dans les deux cas, l'installation des ligneux des *SALICETEA PURPUREAE* indique le risque, en l'absence d'un entretien par fauche, d'une évolution de la végétation vers le boisement par une saulaie arbustive puis arborescente (incompatible avec le maintien en bon état des ouvrages et avec la fonction récréative de l'aménagement).

L'expérimentation de transplantation de deux catégories de pieds d'angélique des estuaires (pieds chétifs et pieds vigoureux) mis en jauge au moment de l'aménagement puis implantés dans la zone décapée, touche à sa fin car presque tous les pieds ont à présent fructifié (restent toutefois encore 2 pieds végétatifs en 2010). Les résultats de l'année 2010 ne montrent toujours pas de différence manifeste dans la capacité respective des deux catégories de pieds à fructifier. Parallèlement, de jeunes pieds d'angélique des estuaires ont continué à s'installer spontanément dans la zone décapée.

En 2011 sera engagée la dernière année de suivi prévue par l'arrêté préfectoral d'autorisation des travaux au titre des dérogations espèces protégées.

II. SUIVI APRES TRANSPLANTATION EN CONTREBAS DU BOULEVARD DES PAS ENCHANTES

1. Contexte et objectifs du suivi

Dans le cadre de la réalisation des nouveaux franchissements à Nantes, et dans le cas particulier de celui du franchissement du bras de Pirmil, Nantes Métropole a obtenu l'autorisation exceptionnelle auprès du CSRPN et du CNPN de procéder au déplacement d'environ 130 pieds d'angélique des estuaires situés à l'intérieur des emprises sur les deux rives des communes Nantes et de Saint-Sébastien-sur-Loire. La zone de transplantation a été choisie, en rive sud du bras de Pirmil, en contrebas du boulevard des Pas enchantés, un peu en aval de l'île Forget. Le site correspondait à un habitat peu favorable à l'angélique des estuaires en raison de l'existence d'une saulaie arbustive basse à saule fragile (*Salix fragilis*) exerçant une forte concurrence sur l'Ombellifère. En compensation à la réalisation du projet, l'objectif est de constituer un habitat favorable constitué par une saulaie arborescente à saule blanc (*Salix alba*).

La préparation de l'habitat a été effectuée dans le courant de l'automne-hiver 2006-2007 avec le concours du Jardin Botanique de Nantes, avec coupe des saules fragiles, puis plantation de plançons de saules. En 2007, il a été procédé au transfert des pieds d'angélique des estuaires sur la zone de transplantation.

2. Méthode

Un décompte systématique des pieds d'angélique des estuaires transplantés est effectué à l'automne avec la description suivante : pied fleuri ou non, stade phénologique, nombre d'axes A1 et hauteur du plus grand d'entre eux, nombre d'axes A2 et A3, présence d'une rosette de feuilles. Le nombre de pieds transplantés n'était pas connu. Toutefois, la présence de tuteur bambou (difficilement repérable dans la végétation) et d'une étiquette numérotée (parfois absente) avait permis la première année du suivi de repérer des pieds transplantés, mais disparus. Lors des suivis 2009 et de cette année aucun tuteur n'était plus repérable.

Le recensement de la population d'angélique a été réalisé sur le site de la transplantation le 30 septembre 2010.

3. Résultats

Caractéristiques de la zone de transplantation

Le biotope de transplantation se présente sous la forme d'un enrochement avec plantation de saule osier (*Salix x rubens*, hybride entre *S. fragilis* et *S. alba*) qui ont été recépés. La totalité des individus contrôlés lors des suivis de 2008 et 2009 ont été transplantés à mi-hauteur de cet enrochement au sein d'une mégaphorbiaie dominée par l'aster lancéolé (*Aster lanceolatus*). La plupart de ceux-ci se situaient en pleine lumière excepté quelques pieds (les plus en aval de la zone) qui ont été plantés sous le couvert arboré (saule). Les souches des saules fragiles (*S. fragilis*) restées en place ont rapidement rejeté de souches et formé des buissons de

nouveau assez dense. Un recépage de ces saules a par conséquent été effectué par Nantes Métropole pendant l'hiver 2008-2009.

Les résultats du décompte de 2010 sont fournis dans le tableau ci-après :

| Nombre de pieds | Taille 1 : <100 cm 2 : 100-150 cm 3 : 150-200cm 4 : > 200 cm | Nombre d'axes A1 | Nombre d'axes A2 | Nombre d'axes A3 | Nombre de rejets stériles | Stade de développement |
|-----------------|--|------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|---|
| 1 | 2 | 1 | 6 | 5 | | Stade fructification |
| 2 | 3 | 5 (dont 3 coupés à 20 cm) | 12 | 12 | 2 | Stade fructification |
| 3 | | | | | | Stade végétatif (tiges sectionnées à la base) |
| 4 | 3 | 1 | 7 | | | Stade fructification |
| 5 | | | | | | Stade végétatif |
| 6 | | | | | | Stade végétatif |
| 7 | | | | | | Stade végétatif |
| 8 | | | | | | Stade végétatif |

Tableau 1 – Description des 8 individus d'angélique des estuaires comptés sur la zone de transplantation (30 septembre 2010)

Sur un total de 8 pieds comptabilisés en 2010, on a pu recensé 3 pieds fructifiés (sans doute un quatrième, mais dont les tiges avaient été sectionnées).

Le nombre total de pieds est inférieur aux 12 pieds comptés en 2009 qui correspondaient sans doute aux 12 pieds issus de reprise, comptés en 2008.

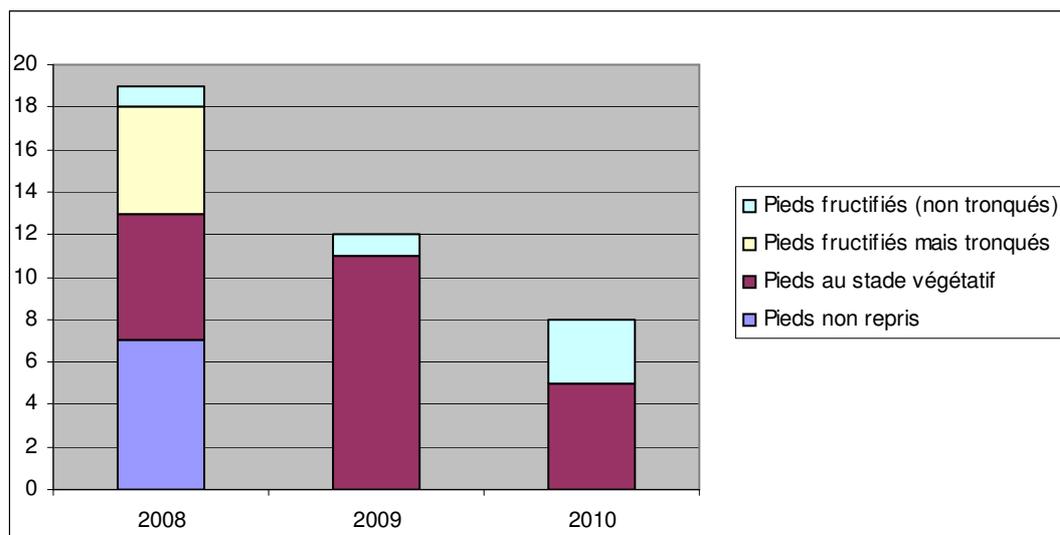


Figure 1 – Evolution de la population depuis 2008

Il est, cette année, quasiment impossible de dire si l'intégralité de ces 8 pieds correspond aux pieds initialement transplantés dans la mesure où les tuteurs de repérage ont disparu. En effet, si les pieds fleuris sont assurément issus de la transplantation, les pieds à l'état végétatif peuvent être tout aussi bien des pieds transplantés qui n'auraient pas encore fleuri, que de nouveaux pieds issus d'une germination sur place. Le constat peut toutefois être fait que la population est en régression dans cette station. Les conditions de milieu actuelles assez peu favorables à l'angélique pouvant expliquer ce déclin. En effet, d'une part les souches des saules d'origine (*Salix fragilis*) ont rejeté, formant des buissons denses peu favorables à l'installation de l'angélique, et d'autre part des ronciers présents sur le haut du perré, à la limite aval de la station, ferment le milieu.



Vue sur le site à partir du boulevard des Pas Enchantés Vue vers l'amont, à partir de la berge
(Photos : Cécile MESNAGE – CBNB)

Recommandations en matière de gestion

Pour favoriser l'angélique, il faudrait donc envisager :

- ❖ d'ouvrir le milieu à l'aval de la station (débroussaillage/coupe des ronces et également éventuellement coupe de quelques branches basses du vieux saule faisant la limite aval),
- ❖ de supprimer les fourrés de saule fragile issus du rejet des anciennes souches.

Les saules osiers replantés atteignent déjà une belle taille il est donc important de ne pas intervenir en recépage sur ces sujets pour les laisser prendre de la hauteur et venir concurrencer plus efficacement les saules fragiles.

4. Conclusion

Le suivi de cette expérimentation de création d'un biotope boisé montre un déclin progressif de la population transplantée depuis 2007. Si des difficultés existent pour déterminer si les pieds présents correspondent ou non à des pieds transplantés, il est évident qu'aucune population vraiment constituée n'a pris le relais à partir de semis en place. Le milieu apparaît ainsi encore trop fermé pour être véritablement favorable à l'angélique des estuaires. Malgré la préparation anticipée du biotope avec plantation des plançons de saules plusieurs mois à l'avance, on fait ici le constat que le milieu n'était pas suffisamment prêt pour envisager une

transplantation avec l'objectif d'initier une population d'angélique des estuaires. Cette expérience montre qu'à l'avenir, dans un tel cas de figure (plantation de plançons), il vaudrait mieux travailler encore plus en amont (3 ou 4 ans ?) sur la préparation de la ripisylve avant de procéder à une transplantation.

Le suivi, qui doit être poursuivi encore 2 ans, doit permettre de vérifier si les opérations de gestion et entretien de la ripisylve permettront une implantation spontanée de plus nombreux pieds d'angélique.

III. SUIVI APRES LE DESENVASEMENT DU PORT DE TRENTEMOULT

1. Contexte et objectifs du suivi

Le port de Trentemoult (Rezé) a fait l'objet d'une opération de désenvasement, qui s'est déroulée entre le 20 octobre et le 7 novembre 2008 et il est envisagé de renouveler cette opération environ tous les deux ans. Le but de cette intervention est de limiter le développement de la végétation sur les vases estuariennes stabilisées au niveau du port. L'envasement du port de Trentemoult est particulièrement rapide du fait de sa position latérale au lit mineur de la Loire et de sa configuration en forme d'anse. Les eaux s'y introduisent à marée montante et repartent à marée descendante avec des vitesses d'écoulement très faibles, favorisant la sédimentation.

Les vases du port ont déjà été remaniées à plusieurs reprises lors de dragages successifs mais elles se régénèrent rapidement. Une première opération d'arrachage de la végétation herbacée, dont le scirpe triquètre, avait déjà été menée en 2006. La population était alors très étendue, notamment au pied de la cale de mise à l'eau, ainsi que sur les vases à proximité des pontons, atteignant un niveau topographique suffisant, pour permettre le développement du scirpe triquètre. Après l'opération d'arrachage de la strate herbacée en 2006, les populations de scirpe triquètre ont fortement diminué.

Compte tenu de la présence d'une espèce protégée sur les vases, Nantes métropole a dû engager une demande de dérogation avant d'intervenir dans laquelle il a été proposé de déplacer les touffes de scirpe triquètre présentes sur les vases, pour les transplanter en pied de berge. La particularité de cette transplantation résidait dans la présence d'une plante invasive, la jussie faux-pourpier (*Ludwigia peploides*), en mélange avec une partie de la population de scirpe triquètre censée être transplantée. Il a donc été décidé de transplanter uniquement la partie de la population de scirpe triquètre, exempte de Jussie, afin d'éviter de contaminer la portion de berge choisie pour accueillir la population de scirpe triquètre transplantée. La zone de transplantation choisie présentait déjà une population initiale, ce qui a permis de retrouver les conditions écologiques favorables à la réinstallation de la plante (banc de vase stabilisé, niveau topographique adapté...). Cette zone se situe dans l'angle nord-est du port, en bordure du lit vif de la Loire.

Le dossier de demande de dérogation a été constitué en 2007 par EGIS Aménagement qui a dressé un état initial de la population de scirpe triquètre. Les 26 microstations ainsi répertoriées par EGIS Aménagement, en juillet 2007, ne constituent que le vestige de la population initialement présente en 2006. En 2007, ces micro-stations correspondent à plusieurs milliers de tiges fleuries de scirpe triquètre et s'étendent sur plusieurs centaines de m². Cette situation qui semble *a priori* satisfaisante, en terme d'importance des populations

de scirpe triquètre sur le port, est à nuancer compte tenu de la forte diminution des effectifs et des surfaces colonisées par le scirpe triquètre entre 2006 et 2007.

Sur les 26 micro-stations répertoriées en 2007, 18 d'entre elles ont été impactées par le désenvasement opéré en octobre-novembre 2008. Les touffes concernées ont été déplacées, préalablement aux travaux d'enlèvement des vases, à la pelle mécanique et déposées au contact des parvoroselières de scirpe triquètre déjà existantes, en pied de berge, à condition de ne pas être contaminées par la jussie. Les vases contaminées par la jussie et les touffes de scirpe en mélange avec cette espèce invasive ont été évacuées puis enfouies sur un autre site, en amont du pont de Chevire.

Les objectifs du suivi mis en place par le CBN de Brest consistent :

- à vérifier le succès de la transplantation du scirpe triquètre sur les rives du port,
- à surveiller l'éventuelle recolonisation de l'espèce sur les vases, au milieu du port.

2. Suivi de la population de scirpe triquètre en 2010

Une surveillance du site a été effectuée régulièrement au cours de l'année 2010 qui confirment la situation de 2009 avec de beaux effectifs présents en périphérie du port et son absence des bancs de vase desservis par les différents pontons. Les touffes de scirpe triquètre pour lesquelles un constat de reprise avait été fait en 2009 aux emplacements ayant fait l'objet d'une transplantation, sont toujours en place.

En 2011, l'ensemble des populations de scirpe triquètre seront cartographiés à partir de la référence établie par EGIS Environnement en 2007.

IV. SUIVI AUX ARRIVEES DU PONT SEDAR SENGHOR

1. Contexte et objectifs du suivi

Le suivi s'inscrit dans le cadre de l'aménagement des nouveaux ponts de franchissement de la Loire dans la partie est de l'agglomération nantaise. Ce programme comporte deux opérations distinctes :

- ❖ construction d'un pont franchissant le bras de la Madeleine (bras nord de la Loire),
- ❖ Construction d'un pont franchissant le bras de Pirmil (bras sud de la Loire).

Le premier pont mis en service le 5 septembre 2010 est le pont Léopold Sédar Senghor qui relie le quai Dumont d'Urville au sud-est de l'île de Nantes, au boulevard des Pas enchantés à Saint-Sébastien-sur-Loire.

Le second pont en construction sur le bras de la Madeleine relie le quartier Malakoff à la pointe Nord-Est de l'île de Nantes (Pont Tabarly). Sa mise en service est prévue en milieu d'année 2011. **Le suivi n'a par conséquent été engagé en 2010 qu'au niveau du bras sud, aux arrivées du Pont Sedar Senghor.** Celui du Pont Tabarly sera engagé en 2011.

Rappelons ici que les pieds d'angélique des estuaires transplantés dans le cadre de l'aménagement du pont Sedar Senghor ont été implantés sur les berges du boulevard des Pas enchantés à Saint-Sébastien sur Loire, à environ 900 m en amont du nouveau pont. Ils font l'objet d'une expérimentation de création d'un biotope boisé (saulaie arborescente) et sont suivis par le CBN de Brest depuis 2008. .

L'objectif du suivi floristique engagé aux arrivées de ce pont est d'étudier la recolonisation par l'angélique des estuaires et le scirpe triquètre ainsi que les communautés végétales qui y sont associées, des biotopes reconstitués (le reprofilage des berges au niveau des points d'accroche s'est fait avec une cote et un profil compatibles avec une recolonisation spontanée par les végétations à angélique et scirpe). Une continuité avec les berges contiguës hébergeant angélique et scirpe a été recherchée, en particulier au niveau du replat vaseux favorable à l'implantation du scirpe triquètre qui est situé à l'amont immédiat de l'arrivée sud du pont.

Toutefois, les réaménagements effectués aux arrivées du pont diffèrent, notamment du fait du profil de berge initial assez contrasté : profil abrupt au nord, en pente douce au sud et présence d'un replat vaseux à l'amont du pont.

Par ailleurs, les matériaux et les techniques mises en œuvre sont également différents. Au nord, un enrochement avec des pierres de calibre moyen a été pratiqué en continuité des berges déjà aménagées par des enrochements ; alors qu'au sud le reprofilage des berges a été accompagné d'un dépôt de vases de Loire selon la technique utilisée précédemment sur le quai François Mitterrand (Ile de Nantes) en 2004.

2. Méthode de suivi

Les secteurs suivis sont :

- En rive nord, le linéaire de berges situé sous le pont plus une vingtaine de mètres à l'amont et à l'aval,
- En rive sud, le linéaire étudié s'appuie entièrement sur la passerelle piétonne qui passe sous le pont.

La méthode de suivi retenue s'appuie sur trois éléments :

1. décompte systématique des individus d'angélique des estuaires et évaluation de la surface occupée par les populations de scirpe triquètre
2. inventaire botanique de l'ensemble des plantes vasculaires présentes
3. relevés phytosociologiques.

En rive nord, compte tenu des plus faibles potentialités de colonisation par les communautés des mégaphorbiaies oligohalines et des parvoroselières à scirpe triquètre (profil de berge abrupt, fort degré d'artificialisation par des enrochements), il a été choisi de ne pratiquer qu'un simple décompte.

En rive sud, les potentialités de recolonisation par les végétations des berges de la Loire sont beaucoup plus fortes, les trois éléments de suivi ont ainsi été développés.

Le décompte systématique du nombre de pieds d'angélique des estuaires est effectué en fin d'été - début d'automne, en répartissant les individus en fonction de leur stade biologique (germinations - jeunes plants de 2 à 3 feuilles - plants à 4 feuilles ou plus, inférieurs à 50 cm de hauteur - plants de plus de 50 cm de hauteur - pieds fleuris).

Pour le scirpe, un dénombrement des noyaux de population et une évaluation de la surface occupée ont été pratiqués.

En rive sud, pour simplifier la localisation des pieds d'angélique et noyaux de populations de scirpe, **le linéaire de berges étudié s'est appuyé sur la passerelle piétonne** qui a été découpée en 10 segments, repérés par les poteaux doubles de la balustrade, numérotés ainsi de 1 à 10 avec de l'amont vers l'aval.



Poteau double de la passerelle repérant une extrémité de segment

En complément du suivi de l'angélique des estuaires et du scirpe triquètre, un suivi du reste du cortège floristique est effectué sur l'ensemble du profil de berge présent à hauteur de la passerelle.

Un inventaire de toutes les plantes colonisant la berge a été ainsi dressé.

Des relevés phytosociologiques ont en outre été réalisés le long de deux transects englobant le profil de berge (des niveaux topographiques les plus élevés au niveau de la passerelle jusqu'au replat vaseux soumis aux marnages quotidiens), par compartiment écologique homogène (type de substrat, fréquence de submersion). Ces deux transects sont respectivement positionnés au droit des segments 4 et 8 repérés sur la balustrade de la passerelle sur une largeur comprise entre les 4 premiers poteaux du segment considéré.

En 2010, le suivi a été effectué le 22 octobre.

3. Résultats et discussion

a. Suivi rive nord

Aucun pied d'angélique des estuaires ni aucune population de scirpe triquètre n'ont été observés en 2010 sous le pont, ni le long des linéaires de berges situés de part et d'autre de l'ouvrage. Les berges fortement artificialisées par des enrochements sont pour le moment assez peu propices à une colonisation par les communautés à angélique ; la végétation présente y est marquée par des espèces rudérales et des espèces invasives (*Conyza ssp.*, *Buddleia davidii*...).



Aucun peuplement de scirpe triquètre n'a par ailleurs été observé en 2010 au pied des enrochements aménagés sous le pont ou à proximité immédiate amont ou aval. Des peuplements plus ou moins continus avaient pourtant été observés en 2005 (CBNB) à l'aval immédiat de l'aménagement actuel.

b. Suivi rive sud

Les résultats du décompte systématique des angéliques des estuaires et du scirpe triquètre sont présentés dans le tableau 1 ci dessous.

| N° segment (de l'amont vers l'aval) = tronçon compris entre les poteaux doubles de la passerelle | <i>Angelica heterocarpa</i> | | | | | <i>Scirpus triqueter</i> |
|---|-----------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------|---|
| | Germinations | Jeunes plants (2-3 feuilles) | Plants à 4 feuilles ou plus <50 cm | Plants >50cm | Pieds fleuris | Surface occupée, structure population Recouvrement |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | absent |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 petits noyaux de moins d'1 m ² ; R = 3 |
| 3 | 0 | 15 | 13 | 17 | 0 | niveau sup : deux noyaux (4m x 4m & 10m x 2m), R = 2 niveau inf : 3 de moins d'1m ² ; R = 2 |
| 4 | 0 | 4 | 17 | 7 | 0 | niveau sup : 20 m ² , R = + niveau inf : 1m ² ; R = 3 |
| 5 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 16 m ² , R = + |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 noyaux : - 5 m x 1 m, R = 2, 5 m x 3 m, R = 3 1 m ² , R = 4; 4 m ² , R = 5 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | un noyau principal : 10m ² environ 6 petits de moins de 50 cm ² |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | absent |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absent |
| 10 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | absent |
| TOTAL | 0 | 19 | 38 | 30 | 0 | |

Tableau 1 – Résultats du décompte en 2010 des angéliques des estuaires (en fonction de leur stade biologique) et des noyaux de populations de scirpe triquètre localisés selon 10 segments repérés le long de la passerelle, à l'arrivée sud du pont Sedar Senghor (Saint-Sébastien-sur-Loire).

Les résultats du suivi montrent une bonne installation de l'angélique des estuaires et des populations de scirpe triquètre sur ce tronçon de berge qui présente des qualités propices à leur colonisation (profil en pente douce, replat vaseux dans les bas niveaux, absence d'enrochement, substrat d'origine peu perturbé).

La population d'angélique, en phase d'installation (aucun pied fleuri décompté, mais environ 20% de l'effectif au stade juvénile), présente un nombre de pieds supérieur à celui de la population relevé avant travaux (CBNB, 2005) dont le recensement faisait état d'une petite quarantaine de pieds (31 au stade végétatif, 5 au stade juvénile). Les milieux restaurés suite à l'aménagement semblent donc tout à fait favorables à la colonisation par l'angélique.

Les relevés phytosociologiques réalisés en 2010, le long de deux transects (transect 1 : 1a, 1b, et 1c, transect 2 : 2a, 2b et 2c) sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous.

| Numéro de relevé | TRANSECT 1 (au niveau du 4ème segment de la passerelle -depuis l'amont -, entre poteaux 1 et 4) | | | TRANSECT 2 (au niveau du 8ème segment de la passerelle -depuis l'amont -, entre poteaux 1 et 4) | | |
|---|---|----------------|-----------------|---|----------------|-----------------|
| | 1a | 1b | 1c | 2a | 2b | 2c |
| Date | 22/10/2010 | 22/10/2010 | 22/10/2010 | 22/10/2010 | 22/10/2010 | 22/10/2010 |
| Surface (m2) | 18 | 18 | 10 | 12 | 10 | 10 |
| Recouvrement herbacé (%) | 65 | 70 | 80 | 60 | 50 | 75 |
| Substrat | graveleux-caillouteux Laisse de marée fournie | vaseux | vases molles | graveleux-caillouteux | sablo-vaseux | vaseux |
| Hauteur min (cm) | 20 | 2 | 20 | | | |
| Hauteur max (cm) | 130 | 150 | 110 | | | |
| Hauteur moyenne (cm) | 60 | 100 | 50 | 30 | 40 | 80 |
| Remarque / Niveau topo | 3 premiers mètres en partant de la passerelle | entre 3 et 8 m | entre 8 et 12 m | | entre 3 et 6 m | entre 6 et 10 m |
| Nombre de taxons | 18 | 15 | 4 | 17 | 13 | 12 |
| Espèces à forte fréquence de la mégaphorbiaie oligohaline | | | | | | |
| <i>Angelica heterocarpa</i> | 3 | . | . | . | . | . |
| <i>Senecio aquaticus</i> | 3 | . | . | . | . | 3 |
| <i>Ranunculus repens</i> | 3 | . | . | . | . | 1 |
| <i>Phalaris arundinacea</i> | + | . | . | + | . | + |
| <i>Rumex crispus</i> | + | . | . | . | . | . |
| Autres espèces de la mégaphorbiaie oligohaline | | | | | | |
| <i>Cirsium arvense</i> | i | . | . | . | . | . |
| Espèces communes à la mégaphorbiaie oligohaline et aux groupements à <i>Scirpus triqueter</i> en Loire | | | | | | |
| <i>Lythrum salicaria</i> | i | 4 | 1 | . | 1 | 3 |
| <i>Cyperus eragrostis</i> | + | 1 | . | + | 1.3 | 2 |
| <i>Apium nodiflorum</i> | +2 | + | . | . | + | . |
| <i>Lycopus europaeus</i> | . | + | . | + | . | + |
| <i>Urtica dioica</i> | . | . | . | +2 | . | . |
| <i>Plantago major</i> | + | . | . | + | + | . |
| <i>Aster lanceolatus</i> | . | . | . | . | r | . |
| Espèces des groupements à <i>Scirpus triqueter</i> en Loire | | | | | | |
| <i>Polygonum cf. persicaria</i> | r | . | . | 3 | 2 | . |
| <i>Juncus articulatus</i> | . | 1.3 | . | . | 2 | 2 |
| <i>Scirpus triqueter</i> | . | 1 | + | . | +2 | 3 |
| <i>Polygonum hydropiper</i> | . | 1 | . | . | . | . |
| <i>Typha latifolia</i> | . | 3 | . | . | . | +2 |
| <i>Rorippa amphibia</i> | . | 1 | . | + | . | 1 |
| <i>Scirpus maritimus</i> | i | 1 | . | . | . | . |
| <i>Alisma plantago aquatica</i> | . | + | . | . | . | r |
| <i>Veronica anagallis-aquatica subsp. aquatica</i> | . | . | 1 | . | . | + |
| <i>Callitriche cf. stagnalis</i> | . | +2 | . | . | . | . |
| <i>Poa annua</i> | . | . | . | . | + | + |
| <i>Rumex obtusifolius</i> | + | . | . | i | . | . |
| <i>Scrophularia cf. auriculata</i> | . | . | . | i | . | . |
| AGROSTIETEA STOLONIFERA | | | | | | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | 2 | . | . | . | . | . |
| <i>Plantago lanceolata</i> | + | . | . | . | . | . |
| BIDENTETEA TRIPARTITEA | | | | | | |
| <i>Chenopodium ambrosioides</i> | . | . | . | 1 | r | . |
| <i>Bidens frondosa</i> | . | . | . | i | . | . |
| SALICETEA PURPURAE | | | | | | |
| <i>Populus cf. nigra</i> | + | . | . | +2 | . | + |
| <i>Salix alba</i> | i | i | . | . | . | . |
| <i>Salix atrocinerea</i> | . | . | . | i | i | . |
| Autres espèces | | | | | | |
| <i>Ludwigia cf. peploides</i> | . | + | 5 | . | . | + |
| <i>Solanum nigrum</i> | . | . | . | 1 | . | . |
| <i>Paspalum distichum</i> | . | + | . | . | . | . |
| <i>Cuscuta australis</i> | . | . | . | . | r | . |
| <i>Iris pseudacorus</i> | . | . | . | . | r | . |
| <i>Stellaria media</i> | r | . | . | . | . | . |
| <i>Senecio vulgaris</i> | . | . | . | i | . | . |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> | . | . | . | i | . | . |
| <i>Taraxacum sp.</i> | . | . | . | + | . | . |

Tableau 2 – Relevés phytosociologiques réalisés en 2010 le long de 2 transects sur les berges sud de l'arrivée du pont Sedar Senghor (Saint-Sébastien-sur-Loire).

| |
|--|
| <i>Agrostis stolonifera</i> |
| <i>Alisma plantago aquatica</i> |
| <i>Angelica heterocarpa</i> |
| <i>Apium nodiflorum</i> |
| <i>Artemisia vulgaris</i> |
| <i>Aster lanceolatus</i> |
| <i>Atriplex prostrata</i> |
| <i>Bidens frondosa</i> |
| <i>Callitriche cf. stagnalis</i> |
| <i>Calystegia sepium</i> |
| <i>Chenopodium ambrosoides</i> |
| <i>Cirsium arvense</i> |
| <i>Cirsium vulgare</i> |
| <i>Cuscuta australis</i> |
| <i>Cyperus eragrostis</i> |
| <i>Eleocharis bonariensis</i> |
| <i>Fraxinus sp.</i> |
| <i>Galinsoga quadriradiata</i> |
| <i>Iris pseudacorus</i> |
| <i>Juncus articulatus</i> |
| <i>Ludwigia cf. peploides</i> |
| <i>Lycopus europaeus</i> |
| <i>Lythrum salicaria</i> |
| <i>Medicago arabica</i> |
| <i>Melilotus alba</i> |
| <i>Paspalum distichum</i> |
| <i>Phalaris arundinacea</i> |
| <i>Plantago lanceolata</i> |
| <i>Plantago major</i> |
| <i>Poa annua</i> |
| <i>Polygonum hydropiper</i> |
| <i>Polygonum orientale</i> |
| <i>Polygonum persicaria</i> |
| <i>Populus cf. nigra</i> |
| <i>Ranunculus repens</i> |
| <i>Reynoutria japonica</i> |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> |
| <i>Rorippa amphibia</i> |
| <i>Rumex crispus</i> |
| <i>Rumex obtusifolius</i> |
| <i>Salix alba</i> |
| <i>Salix atrocinerea</i> |
| <i>Scirpus triquetus</i> |
| <i>Scirpus maritimus</i> |
| <i>Scrophularia cf. auriculata</i> |
| <i>Senecio aquaticus</i> |
| <i>Senecio vulgaris</i> |
| <i>Setaria viridis</i> |
| <i>Sisymbrium officinale</i> |
| <i>Solanum nigrum</i> |
| <i>Stellaria media</i> |
| <i>Taraxacum sp.</i> |
| <i>Trifolium repens</i> |
| <i>Typha latifolia</i> |
| <i>Urtica dioica</i> |
| <i>Verbena officinalis</i> |
| <i>Veronica anagallis-aquatica subsp. aquatica</i> |
| <i>Vicia sp</i> |
| <i>Xanthium cf. strumarium</i> |

Tableau 3– Liste des plantes globalement présentes en 2010 sur la zone étudiée

Aux niveaux topographiques les plus élevés (contre la passerelle), tandis qu'une recolonisation par la mégaphorbiaie oligohaline à angélique des estuaires semble déjà bien amorcée à hauteur du transect le plus amont (transect 1, relevé 1a), la végétation présente au niveau du transect 2 (relevé 2a) est d'une part moins recouvrante et d'autre part n'est pas encore caractéristique de la mégaphorbiaie, plutôt dominée par des végétations pionnières annuelles et hygrophiles des sols enrichis en azote, s'asséchant partiellement en été (classe phytosociologique des *BIDENTETEA TRIPARTITAE* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951) et des végétations annuelles nitrophiles. Par ailleurs, aux côtés des espèces de la mégaphorbiaie oligohaline, on trouve également en proportion non négligeable, tant au niveau du transect 1 que du 2, des commensales des cultures annuelles ou sarclées (*STELLARIETEA MEDIAE* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951) ou des espèces des prairies hygrophiles ou mésohygrophiles (*AGROSTIETEA STOLONIFERAE* Müller & Görs 1969). On notera par ailleurs, à ce niveau topographique en particulier une tendance au développement des espèces ligneuses appartenant aux végétations de saulaies riveraines des *SALICETEA PURPUREAE* Moor 1958 : *Salix alba*, *Salix atrocinerea* et *Populus cf. nigra*.

Au contact inférieur de ces communautés, se développe les espèces des groupements à scirpe triquètre telles que *Juncus articulatus*, *Lythrum salicaria*, *Polygonum hydropiper*, *Apium nodiflorum*, *Alisma plantago-aquatica* ou *Veronica anagallis-aquatica* aux niveaux les plus inférieurs. On peut remarquer par ailleurs la présence de populations denses de jussie à ces niveaux là, et en particulier à hauteur du transect 1 (cf. relevé 1c) où l'espèce est dominante (ce qui peut expliquer la paucispécificité de ce relevé : 4 taxons seulement).

La liste des plantes globalement présentes sur la risberme (voir tableau 3) permet de compléter l'observation des phénomènes de recolonisation de cette portion de berges restaurée. 59 taxons ont été recensés en 2010 (soit 17 de plus qu'à travers les relevés des transects) . Les plus hauts niveaux des berges sont notamment colonisés par des taxons non indigènes tels que *Polygonum orientale*, ou *Reynoutria japonica*, représentés par un seul ou quelques pieds ponctuels.



Végétation de recolonisation des niveaux hauts de la berge, avec d'assez nombreux pieds d'angélique des estuaires au stade végétatif (photos C. Mesnage, CBNB)



Végétation colonisant les niveaux les plus bas de la berge et le large replat vaseux présent à l'amont du pont. Présence de peuplements plus ou moins discontinus du scirpe triquètre (photos C. Mesnage, CBNB)

4. Conclusion

Tandis que les berges de la rive nord se caractérisent pour le moment par une absence de recolonisation par les groupements à angélique des estuaires et scirpe triquètre du fait des caractéristiques très minérales des berges aménagées, les profils et caractéristiques plus naturels des berges réaménagées en rive sud sont déjà beaucoup plus favorables à la recolonisation par les communautés caractéristiques de la mégaphorbiaie oligohaline et des groupements à scirpe triquètre. Ce tronçon de berge connaît en effet dès 2010 une colonisation active par la végétation herbacée, parmi laquelle l'angélique des estuaires qui est déjà bien implantée, et montre un nombre de pieds de deux fois supérieur à l'effectif relevé sur ce secteur en 2005, avant aménagement (37 pieds relevés en 2005 au stade végétatif, contre 87 comptabilisés en 2010, au stade végétatif également).

La dynamique végétale des niveaux hauts de la berge semble donc bien s'inscrire dans une évolution vers l'installation d'une mégaphorbiaie oligohaline caractéristique de l'habitat à angélique, avec toutefois un stade pionnier encore marqué par les espèces annuelles des *BIDENTETEA TRIPARTITAE* et le maintien sur certaines portions des hauts niveaux de la berge d'un certain caractère rudéral.

Ceci confirme donc l'intérêt des mesures de restauration de biotope suivant le modèle du quai François Mitterrand avec emploi de vases de Loire. Les résultats du suivi montrent en effet une recolonisation spontanée très rapide par l'angélique des estuaires et par le cortège de la mégaphorbiaie. La technique offre des potentialités de recolonisation à très court terme ce qui n'est pas le cas de l'aménagement d'enrochements qui présentent une potentialité seulement à plus long terme, dépendante du colmatage des ouvrages par la vase (évolution à suivre à l'avenir).

Les peuplements de scirpe plus ou moins continus relevés avant aménagement (CBNB, 2005), sont, en outre, toujours bien présents, bien que perturbés dans les niveaux les plus bas par la présence de populations denses de jussie. Le développement de cette plante invasive devra être surveillé.