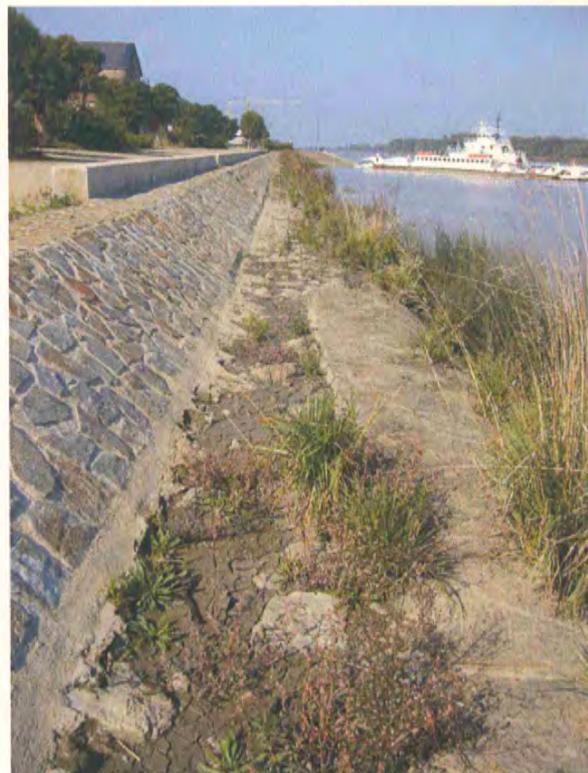


**Résultats des suivis scientifiques  
sur l'angélique des estuaires et le scirpe triquètre après  
travaux au Pellerin (Quai Provost), à Saint-Sébastien-sur-  
Loire (boulevard des Pas enchantés) et à Rezé (Port de  
Trentemoult).**

**Avril 2010  
Pascal LACROIX  
Hermann GUITTON  
Jean LE BAIL**



## I. SUIVI APRES REAMENAGEMENT DU QUAI PROVOST

### 1. Contexte et objectifs du suivi

Une première tranche d'aménagement du quai Provost (le Pellerin) 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 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.



## 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<sup>ème</sup> au 100<sup>ème</sup>,
- tranche 3 : du 101<sup>ème</sup> au 150<sup>ème</sup>,
- tranche 4 : du 151<sup>ème</sup> au 200<sup>ème</sup>,
- tranche 5 : du 201<sup>ème</sup> au 222<sup>ème</sup>.

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, 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.

### 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 2009. Les résultats de l'année 2008 son rappelés dans le tableau 2.

	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	0	0	0	0
Risberme Tranche 2 (51-100)	0	3	3	0	0
Risberme Tranche 3 (101-150)	4	14	2	0	0
Risberme Tranche 4 (151-200)	0	1	2	0	0
Risberme Tranche 5 (201-222)	1	15	2	0	0
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>33</b>	<b>9</b>		

Tableau 1 – Résultats du décompte en 2009 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.

	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	0	0	0	0
Risberme Tranche 2 (51-100)	0	0	3	0	0
Risberme Tranche 3 (101-150)	0	1	0	0	0
Risberme Tranche 4 (151-200)	0	2	0	0	0
Risberme Tranche 5 (201-222)	qqqs	0	1	0	0
<b>Total</b>	<b>qqqs</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		

Tableau 2 – Résultats du décompte en 2008 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.

Amorcée en 2008, la recolonisation de la risberme par l'angélique des estuaires se confirme et s'accélère en 2009. En effet, outre la présence de quelques germinations, on relève, en 2009, 33 jeunes plants au stade 2-3 feuilles et 9 plants à 4 feuilles ou plus, mais de taille inférieure à 50 cm, contre respectivement 3 et 4 en 2008. Alors que les 9 plants à 4 feuilles ou plus (< 50 cm) observés cette année correspondent à des pieds apparus en 2008, les 33 jeunes plants à 2-3 feuilles et les 5 germinations se sont installés depuis.

Les résultats du suivi de 2009 montrent comme en 2008 une répartition quelque peu inégale des individus d'angélique des estuaires le long du quai Provost. Ainsi, les tranches 3 et 5 accueillent sensiblement plus de pieds que les tranches 2 et 4. La tranche 1 n'est toujours pas

colonisée par l'espèce. Il semble que ces différences puissent être dues à des variations latérales dans le degré d'envasement de la risberme.

**b. Suivi de la population transplantée**



Zone à décaper à l'est du môle



Vue de la zone de transplantation avant (SCE, 2007) et après enlèvement du remblai en 2008, puis en 2009 (CBNB).

	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 côté Loire	1	Oui	Fruits tombés	1	129	7	11	Disparue
	2	Non						Oui
	3	Oui	Fruits tombés	2	188	14	32	Disparue
	4	Oui	Fruits tombés	1	158	5	8	Disparue
	5	Oui	Fruits tombés	1	136	5	tombés	1 feuille
	6	Oui	Fruits tombés	1	192	6	10	Disparue
	7	Oui	Fruits tombés	4	155	20	13	Disparue
Ligne médiane	1	Non						Oui
	2	Oui	Fruits tombés	2	174	10	17	Disparue
	3	Oui	Fruits tombés	2	139	11	23	Disparue
	4	Oui	Fruits tombés (1 A1) Début de fructification (1 A1)	2	168	13	18	Oui
	5	Oui	Fruits tombés	1	161	7	24	Oui
	6	Oui	Fruits tombés	2	201	6	13	Oui
	7	Oui	Fruits tombés	1	209	6	16	Oui
	8	Oui	Fruits tombés	3	211	29	55	Disparue
	9	Oui	Fruits tombés	1	124	6	15	Disparue
	10	Non	Jeune pied ?					Oui
	11	Oui	Fruits tombés	1	182	8	18	Disparue
	12	Non						Oui
	13	Oui	Fruits tombés	3	126	13	11	Disparue
	14	Oui	Fruits tombés	6	139	20	30	Disparue
Ligne côté rive	1	Non						Oui
	2	Oui	Fruits tombés	7	120	37	tombés	Oui
	3	Oui	Fruits tombés	1	201	9	31	Oui
	4	Oui	Fruits tombés (2 A1) Début de fructification (1 A1)	3	187	20	43	Oui
	5	Oui	Fruits tombés	2	199	14	26	Oui
	6	Oui	Fruits tombés	8	194	47	94	Oui
	7	Oui	Fruits tombés	4	215	16	21	Disparue
	8	Oui	Fruits tombés	4	161	18	19	Oui
	9	Non						Oui
	10	Oui	Fruits tombés	1	153	6	13	Disparue
	11	Oui	Fruits tombés	4	181	21	39	Oui
	12	Oui	Fruits tombés	4	181	21	39	Oui
	13	Non		1 (tronqué)				Oui

Tableau 3 – Description des pieds transplantés (septembre 2009).

Les résultats du suivi effectué sur la population des angéliques des estuaires transplantées dans la zone restaurée sont présentés dans le tableau 3 et font état, en 2009, de 34 individus (contre 43 en 2008). Ceux-ci peuvent être répartis dans 3 catégories correspondant à des stades phénologiques différents :

- 7 individus végétatifs (munis seulement de feuilles) auxquels est ajouté 1 individu dont la hampe florale a été tronquée,
- 13 individus fructifiés, mais gardant un appareil foliaire après floraison,
- 14 individus fructifiés ayant perdu leur appareil foliaire après floraison.

Ces chiffres sont mis en perspective avec les résultats obtenus en 2008 dans la figure 2, sachant que cette année là, une quatrième catégorie peut être créée avec 8 pieds ayant fleuri trop tardivement pour pouvoir fructifier correctement. On constate qu'en 2009, une grande majorité des individus a fleuri et fructifié (27 pieds) et qu'il ne subsiste que peu de pieds végétatifs (7), contrairement à l'année 2008, où les pieds végétatifs (26) étaient plus nombreux que les pieds montés à fleurs (17). Ce résultat est cohérent avec ce que l'on connaît déjà du cycle biologique de l'espèce dont la durée est de 3 à 4 ans.

9 pieds ont disparu entre 2008 et 2009 : ce chiffre est à rapprocher du nombre de pieds ayant fructifié correctement, ce qui confirme le caractère monocarpique de l'angélique des estuaires. 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. Les 8 pieds observés en début de floraison ou en début de fructification en septembre-octobre 2008 ont de nouveau fleuri en 2009. On peut supposer qu'en 2010, seuls les 7 pieds végétatifs devraient persister, les individus fructifiés en 2009 devant logiquement mourir, qu'ils aient conservé ou non leur appareil foliaire

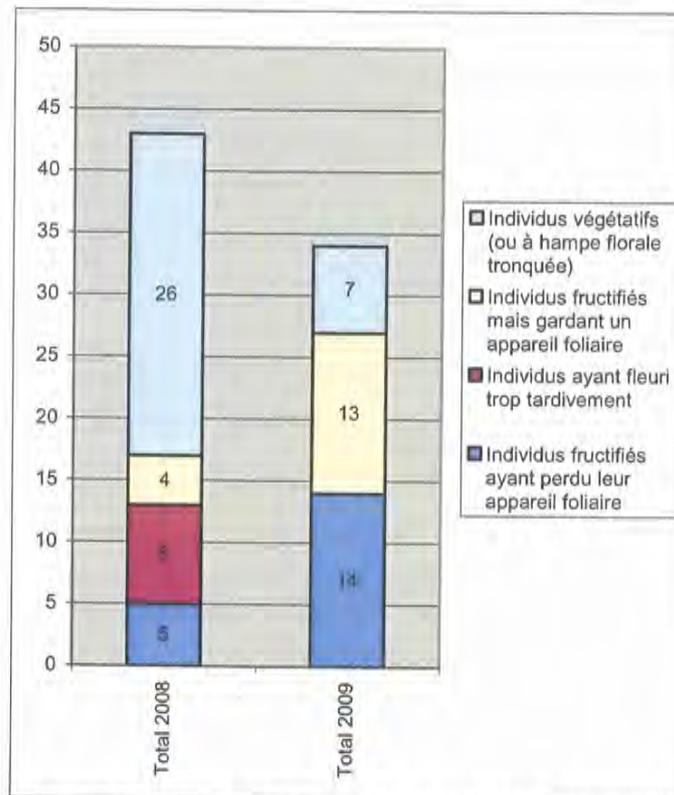


Figure 2 – Comparaison de la population des angéliques des estuaires transplantées dans la zone restaurée aux différents stades phénologiques.

Bien que les modalités précises d'implantation des pieds transplantés par les services municipaux du Pellerin ne soient pas connues, on peut déduire 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. Dès lors, il est envisageable d'essayer de repérer une différence éventuelle au travers des résultats obtenus lors du suivi. Or, la figure 3 ne montre pas de différence flagrante dans l'aptitude des deux catégories à fleurir, en tout cas en l'état de l'expérimentation.

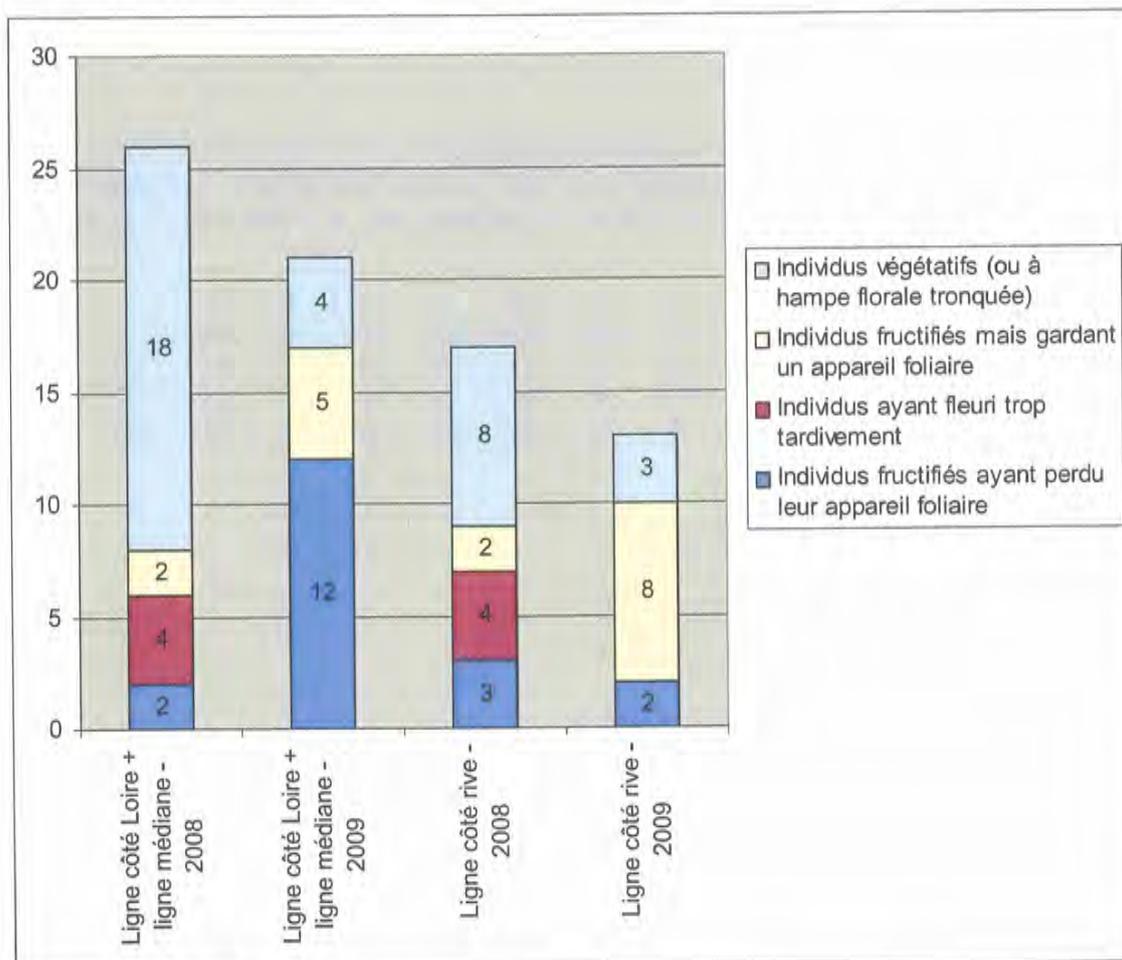


Figure 3 –

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 et en 2009 que celle des angéliques plantées le long de la ligne médiane et de la ligne côté Loire. On remarquera, en revanche, une différence très significative entre les deux années de suivi, avec des individus fleuris d'environ 80 cm en moyenne, alors qu'en 2009, ils sont de l'ordre de 160 à 180 cm. 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
Ligne côté Loire + ligne médiane	81 cm	164 cm
Ligne côté rive	88 cm	179 cm

Tableau 4 – Hauteur maximale moyenne des axes A1 des individus fleuris pour chacune des deux catégories d'angéliques transplantées dans la zone restaurée, en 2008 et en 2009.

### c. Suivi phytosociologique

Les trois relevés phytosociologiques réalisés en 2009 (1bis, 2bis, 3bis) sont présentés dans le tableau 5 en vis-à-vis des relevés effectués aux mêmes endroits en 2008 (1, 2, 3) 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	2	2bis	3	3bis	B
Année	2007	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2007
Surface (m2)	20	70	70	20	20	10	10	X
Recouvrement herbacé (%)	100	50	90	25	40	5	15	X
Nombre de taxons	12	37	42	27	21	14	17	14
<b>Espèces à forte fréquence de la mégaphorbiaie oligohaline</b>								
<i>Festuca arundinacea</i>	.	r	2	1	3	+	1	X
<i>Lythrum salicaria</i>	2	+	+	+	1	+	1	X
<i>Ranunculus repens</i>	1	1	1	r	r	r	+	X
<i>Scrophularia aquatica</i>	.	r	+	r	r	+	r	.
<i>Senecio aquaticus</i>	2	.	r	+	+	r	+	X
<i>Angelica heterocarpa</i>	r	r (g.)	+	r (g.)	+	.	.	X
<i>Mentha aquatica</i>	.	r	1	.	.	.	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	r	.	r	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	4	r	r	.	.	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i>	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Rumex crispus</i>	1	.	.	r	+	.	.	X
<i>Oenanthe crocata</i>	4	.	.	.	.	.	.	X
<b>Autres espèces de la mégaphorbiaie oligohaline</b>								
<i>Lycopus europaeus</i>	+	1	1	r	+	r	r	X
<i>Cyperus eragrostis</i>	.	.	1	r	r	r	.	.
<i>Plantago major</i>	.	r	r	+	1	.	.	.
<i>Apium nodiflorum</i>	3	+	.	1	.	.	.	.
<i>Eleocharis bonariensis</i>	3	.	.	.	.	.	.	X
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	r	r	.	.	.	.	.
<i>Aster lanceolatus</i>	.	r	.	.	.	.	.	X
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	r	.	.	.	.	.
<b>BIDENTETEA TRIPARTITAE</b>								
<i>Polygonum mite</i>	.	1	2	+	r	.	+	.
<i>Rorippa islandica</i>	.	.	.	+	r	r	+	.
<i>Bidens tripartita</i>	.	2	2	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium ambrosoides</i>	.	1	1	+	.	.	.	.

<i>Xanthium cf orientale</i>	.	l	l	.	.	.	.	.
<i>Atriplex prostrata</i>	.	r	.	.	.	.	.	.
<b>ARTEMISIETEA VULGARIS</b>								
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	r	+	.	.	.	.	.
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	i	r	.	.	.	.	.
<i>Oenothera sp.</i>	.	.	i	.	.	.	.	.
<b>AGROSTIETEA STOLONIFERAE</b>								
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	l	2	r	.	.	.	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	r	r	.	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	l	+	.	.	.	.	.
<i>Verbena officinalis</i>	.	.	r	+	.	.	.	.
<i>Juncus articulatus</i>	.	.	.	.	.	r	+	.
<i>Cardamine pratensis</i>	l	r	.	.	.	.	.	.
<b>STELLARIETEA MEDIAE</b>								
<i>Poa annua</i>	.	l	+	+	+	r	l	X
<i>Senecio vulgaris</i>	.	i	.	r	.	.	.	.
<i>Conyza floribunda</i>	.	+	l	l	l	.	r	.
<i>Sonchus asper</i>	.	+	r	r	.	.	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	i	.	+	.	i	.
<i>Hordeum murinum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Malva neglecta</i>	.	r	.	.	.	.	.	.
<b>SALICETEA PURPURAE</b>								
<i>Salix alba</i>	.	.	r	l	l	i	+	.
<i>Salix atrocinerea</i>	.	.	r	i	+	.	.	.
<i>Populus nigra</i>	.	.	.	.	.	.	i	.
<b>Autres espèces</b>								
<i>Trifolium repens</i>	.	l	l	+	l.3	+	r	.
<i>Crepis vesicaria subsp. taraxacifolia</i>	.	+	l	+	r	.	r	.
<i>Sagina procumbens</i>	.	.	.	+	+	+	r	.
<i>Cuscuta australis</i>	.	r	r	i	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	+	r	.	.	.	.	.
<i>Miscanthus sp.</i>	.	r	r	.	.	.	.	.
<i>Agrostis sp.</i>	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Elymus sp.</i>	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Cymbalaria muralis</i>	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia sp.</i>	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum tetrapterum</i>	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Taraxacum sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	X
<i>Caltha palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	X
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	X

Tableau 5 – relevés phytosociologiques réalisés sur le quai Provost en 2007, 2008 et 2009.

Relevé A : 2007 - roselière au contact de la zone décapée accueillant les angéliques transplantées (Stéphane Dulau, SCE)

Relevé B : 2007 – risberme centrale (Stéphane Dulau, SCE)

Relevé 1 : 2008 – zone décapée de transplantation (Pascal Lacroix, CBNB)

Relevé 1 bis : idem en 2009 (PL, CBNB)

Relevé 2 : 2008 – extrémité amont de la risberme centrale (extension de l'ensemble de la tranche 5) (PL, CBNB)

Relevé 2 bis : idem en 2009 (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)

	2008	2009
<i>Agrostis stolonifera</i>	X	
<i>Cuscuta australis</i>	X	
<i>Cyperus eragrostis</i>	X	
<i>Digitaria sanguinalis</i>	X	
<i>Senecio vulgaris</i>	X	
<i>Sonchus asper</i>	X	
<i>Verbena officinalis</i>	X	
<i>Angelica heterocarpa</i>	X	X
<i>Apium nodiflorum</i>	X	X
<i>Chenopodium ambrosoides</i>	X	X
<i>Conyza floribunda</i>	X	X
<i>Crepis vesicaria subsp. taraxacifolia</i>	X	X
<i>Eleocharis bonariensis</i>	X	X
<i>Festuca arundinacea</i>	X	X
<i>Lactuca serriola</i>	X	X
<i>Lycopus europaeus</i>	X	X
<i>Lythrum salicaria</i>	X	X
<i>Plantago major</i>	X	X
<i>Poa annua</i>	X	X
<i>Polygonum mite</i>	X	X
<i>Ranunculus repens</i>	X	X
<i>Robinia pseudoacacia</i>	X	X
<i>Rorripa islandica</i>	X	X
<i>Rumex crispus</i>	X	X
<i>Sagina procumbens</i>	X	X
<i>Salix alba</i>	X	X
<i>Salix atrocinerea</i>	X	X
<i>Scrophularia aquatica</i>	X	X
<i>Senecio aquaticus</i>	X	X
<i>Trifolium repens</i>	X	X
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	X	X
<i>Atriplex hastata</i>		X
<i>Bidens tripartita</i>		X
<i>Cirsium arvense</i>		X
<i>Juncus articulatus</i>		X
<i>Juncus cf. inflexus</i>		X
<i>Phalaris arundinacea</i>		X
<i>Populus nigra</i>		X
<i>Sedum album</i>		X
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>32</b>

Tableau 6 – Liste des plantes globalement présentes sur la risberme décapée, en 2008 puis en 2009.

#### Risberme du quai Provost

Les relevés 2bis et 3bis (voir tableau 5) montrent un recouvrement croissant de la végétation herbacée sur la risberme qui est respectivement passé, entre 2008 et 2009, de 25 à 40 % et de 5 à 15 %. *Festuca arundinacea* et *Lythrum salicaria* sont les deux espèces qui présentent la plus forte dynamique de colonisation. Globalement, les autres espèces caractéristiques de la mégaphorbiaie oligohaline, qui étaient déjà présentes en 2008, se maintiennent également, voire se renforcent (ce qui est le cas d'*Angelica heterocarpa*). *Phalaris arundinacea* apparaît

en faible abondance-dominance dans le relevé 2bis. Par contre, on note toujours l'absence d'*Oenanthe crocata* et de *Calystegia sepium*.

Aux côtés des espèces de la mégaphorbiaie oligohaline, on rencontre, comme en 2008, des 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). Ces cortèges se maintiennent en 2009, mais à de faibles taux de recouvrement et ne connaissent pas de dynamique progressive sur la risberme. On notera par ailleurs 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*.

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. 24 espèces déjà présentes en 2008 ont été confirmées en 2009. 7 espèces présentes en 2008, ont disparu de la risberme en 2009 : *Agrostis stolonifera*, *Cuscuta australis*, *Cyperus eragrostis*, *Digitaria sanguinalis*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus asper*, *Verbena officinalis*. Inversement, 8 espèces sont en apparition : *Atriplex hastata*, *Bidens tripartita*, *Cirsium arvense*, *Juncus articulatus*, *Juncus cf. inflexus*, *Phalaris arundinacea*, *Populus nigra*, *Sedum album*.

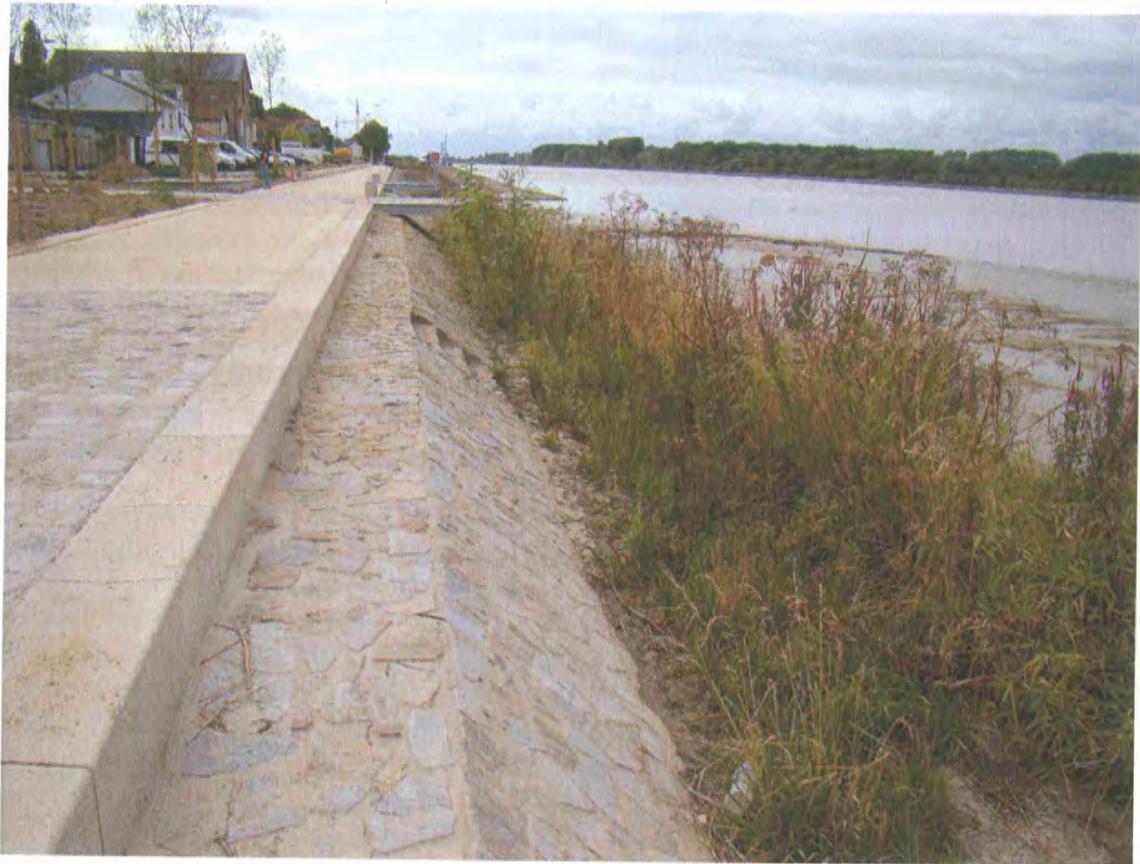
#### Zone décapée

La végétation du remblai décapé à l'extrémité amont de l'aménagement du quai Provost a connu entre 2008 et 2009 une colonisation active par la flore herbacée dont le taux de recouvrement est passé de 50 à 90 % (voir relevés 1 et 1bis du tableau 5).

La composition floristique observée en 2009 est assez semblable à celle de 2008 et la colonisation des vases est principalement le fait de l'extension de 3 espèces, *Festuca arundinacea*, *Polygonum mite*, et *Agrostis stolonifera*, dont le coefficient d'abondance-dominance augmente de r à 2, pour la première, et de 1 à 2, pour les deux suivantes. Le fort développement de *Festuca arundinacea* marque l'installation de la mégaphorbiaie oligohaline, de même que l'extension de *Mentha aquatica*, d'*Angelica heterocarpa* (sujets installés spontanément) et l'apparition de *Senecio aquaticus*, *Phalaris arundinacea* et *Calystegia sepium*. Néanmoins, les espèces des *BIDENTETEA TRIPARTITAE* auxquelles appartient *Polygonum mite*, mais aussi *Bidens tripartita* (coefficient d'abondance-dominance de 2), *Chenopodium ambrosoides* et *Xanthium orientale*, ont encore tendance à dominer la végétation, profitant des espaces de vases nues. *Agrostis stolonifera* accompagnée de *Potentilla reptans*, *Plantago lanceolata* et de *Verbena officinalis* représentent le troisième principal cortège végétal en extension sur la zone décapée, relevant de la classe phytosociologique des prairies des *AGROSTIETEA STOLONIFERAE*.

Aux côtés de ces 3 cortèges dominants, on observe également le maintien d'espèces rudérales des *ARTEMISIETEA VULGARIS* Lohmeyer, Preising & Tüxen ex von Rochow 1951 (végétation rudérale, anthropogène, nitrophile à dominance d'espèces vivaces) et des *STELLARIETEA MEDIAE*. On notera l'apparition des ligneux des *SALICETEA PURPUREAE* (*Salix alba* et *Salix atrocinerea*), quoique plus timide que sur la risberme.

Pour le moment, *Phragmites australis* est présent de manière très ponctuelle dans la zone décapée, alors qu'il est dominant au contact inférieur.



Ci-dessus : vue de la  
végétation en reconquête  
sur la risberme du quai  
Provost (le Pellerin).

A droite : jeune individu  
d'angélique des estuaires  
sur les vases déposées sur  
l'ouvrage.

(photos : Pascal Lacroix –  
CBNB).



#### 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 connaissent une colonisation active par la végétation herbacée, parmi laquelle l'angélique des estuaires est d'ores-et-déjà de retour. 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. Cependant, les processus de végétalisation diffèrent avec :

- d'une part, sur les vases du remblai décapé une colonisation plus rapide, passant par un stade pionnier dominé par les espèces annuelles des *BIDENTEAE TRIPARTITAE*, avec le maintien d'un certain caractère rudéral,
- d'autre part, sur la risberme, une colonisation plus lente, limitée par l'envasement encore partiel de l'ouvrage, mais avec une végétation principalement dominée par les espèces caractéristiques de la mégaphorbiaie oligohaline.

Dans les deux cas, l'installation des ligneux des *SALICETAE 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, ne montre pas de différence manifeste dans leur capacité respective à fructifier. La population transplantée est montée à fruits assez massivement au cours de la saison 2009. 7 pieds restés au stade végétatif devraient logiquement fleurir en 2010. Parallèlement, de jeunes pieds d'angélique des estuaires se sont spontanément installés dans la zone décapée.

## II. 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 (voir photos 1 et 2 ci-dessous). 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 alors fortement diminué.



Photo 1 - Scirpe triquètre sur le port de Trentemoult en juillet 2006 (Source : EGIS Aménagement, 2007)

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 (*Ludwiga 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 (voir la figure 1). Les 26 micro-stations ainsi répertoriées par EGIS Aménagement, en juillet 2007, ne constituent que le vestige de la population initialement présente en 2006 (voir photos 1 et 2 ci-dessus). En 2007, ces micro-stations correspondent à plusieurs milliers de tiges fleuries de scirpe triquètre et s'étendent sur plusieurs centaines de m<sup>2</sup>. 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 (voir photos 1 et 2).



Photo 2 - Scirpe triquètre sur le port de Trentemoult en juillet 2007 (Source : EGIS Aménagement, 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 Cheviré.

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.



Figure 1 - Répartition du Scirpe triquètre en 2005 et 2007 (Source : EGIS aménagement).

## 2. Suivi de la population de scirpe triquètre en 2009

Le suivi de la population de scirpe triquètre sur le port de Trentemoult a été mené le 28 juillet 2009, ce qui a permis de constater l'état de la recolonisation de l'espèce. Il s'avère que la population présente encore de beaux effectifs en périphérie du port (plusieurs centaines d'individus en pied de berge au contact inférieur de la mégaphorbiaie), mais que les populations situées au centre du port ont aujourd'hui quasiment disparu (voir photos 3, 4 et 5 ci-dessous).

Des massifs de scirpe triquètre sont présents à l'emplacement des secteurs qui avaient été indiqués pour le dépôt des souches de scirpe déplacées à l'automne. Il semble que la transplantation des touffes de scirpe ait réussi, bien que l'on ne puisse pas exclure que pour partie, il s'agisse d'une extension latérale des parvo-roselières situées juste au contact.

L'élimination des vases du port a eu pour conséquence de diminuer le niveau topographique, tout particulièrement au centre du port. Ce niveau topographique était, en juillet 2009, encore insuffisant pour permettre au scirpe triquètre de se réinstaller plus largement. Cependant, le scirpe triquètre recolonise actuellement les quelques bancs de vases, suffisamment élevés, situés en périphérie du port (voir photo 6).



Photo 3 - Vue de la partie nord du port de Trentemoult en juillet 2009 (Hermann Guitton, CBNB).

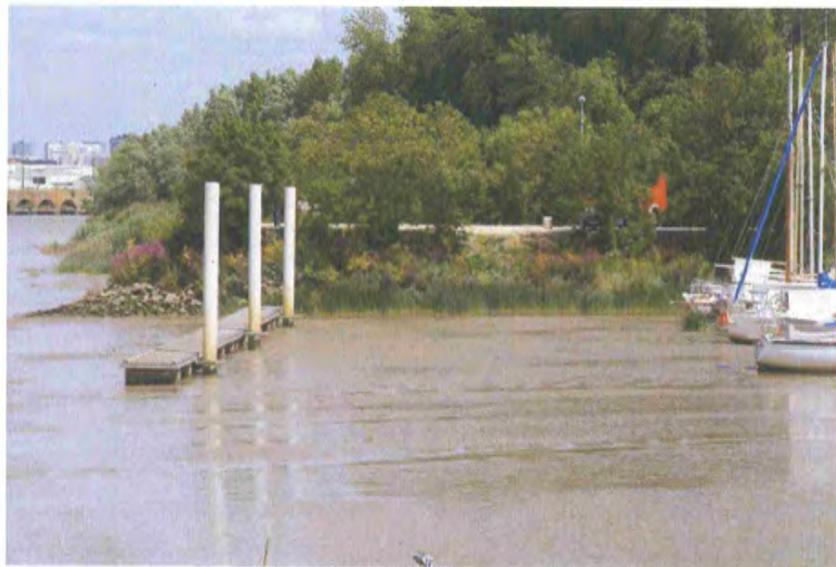


Photo 4 - Vue de la partie centrale du port de Trentemoult en juillet 2009 (Hermann Guitton, CBNB).

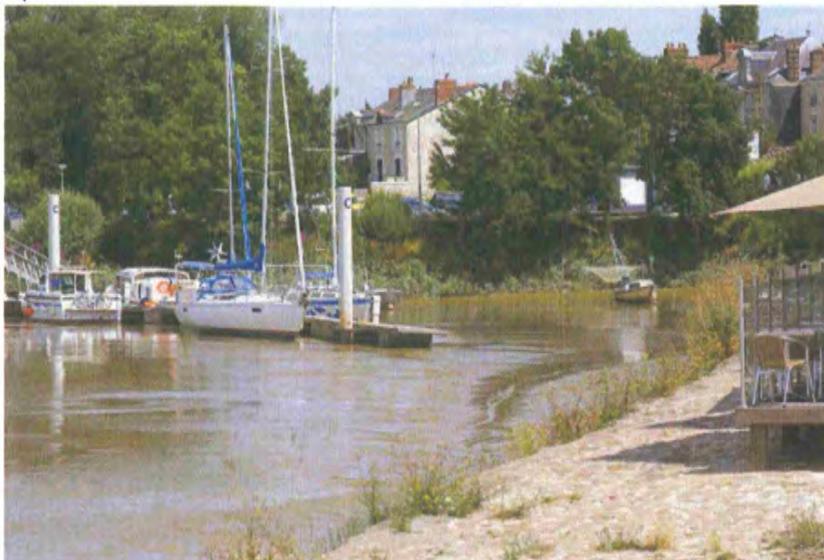


Photo 5 - Vue de la partie sud du port de Trentemoult en juillet 2009 (Hermann Guitton, CBNB).



Photo 6 - Recolonisation du scirpe triquètre à Trentemoult en juillet 2009 (Hermann Guitton, CBNB).

## **Conclusion**

En juillet 2009, on note une probable bonne reprise des touffes de scirpe triquètre déplacées à l'automne 2008 et un début d'extension de l'espèce à partir des rives du port, sans toutefois que la partie centrale des vases soit pour le moment colonisée.

Ce pose la problématique du renouvellement et du caractère régulier du désenvasement du port de Trentemoult. Il faudra veiller lors des futurs désenvasements du port de Trentemoult, à laisser un espace permettant le dépôt et la stabilisation de bancs de vases, au pieds des berges sud et est du port. Une largeur de 4-5 m a compter de la partie basse de la mégaphorbiaie oligohaline qui constitue l'habitat de l'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa*), permettra le dépôt de ces vases et favorisera le développement du scirpe triquètre.

Ce constat fait ressortir l'importance de préserver la partie de la population du scirpe triquètre de Trentemoult, située en périphérie du port, au niveau du pied de berge. Le maintien de cette ceinture de scirpe triquètre est notamment lié au type de dragage mené sur le port. Si ce dernier est trop récurrent et mené sur une profondeur trop importante (hauteur de vase enlevée > 50 cm), il y a un risque de détérioration des parties basses des berges avec le glissement des vases entraînant ainsi les rhizomes et bourgeons de scirpe triquètre.

## **Bibliographie :**

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*, Nantes, Conservatoire Botanique National de Brest - Antenne des Pays de la Loire, rapport pour Diren des Pays de la Loire, 22 p., + annexes

EGIS Aménagement , 2007, *Demande d'autorisation exceptionnelle d'intervention sur le scirpe triquètre. Dragage du port de Trentemoult*, Egis Aménagement, rapport pour Nantes Métropole Communauté Urbaine, 55 p.



Photo 7 - Parvoroselière à scirpe triquètre (*Scirpetum compacti* (van Langendonck & Beeftink 1931) Beeftink 1957) – Port de Trentemoult à Rezé (44) (juillet 2009) (Hermann Guitton, CBNB).

### III. 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 blancs. 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 transplanté 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'est pas connu. Toutefois, la présence de tuteur bambou (difficilement repérable dans la végétation) et d'une étiquette numérotée (parfois absente) ont permis de repérer des pieds transplantés, mais disparus.

En 2009 (le 4 août), ce recensement de la population d'angélique a été complété par un relevé phytosociologique qui permettra de suivre l'évolution dynamique de la végétation dans la zone restaurée.

#### 3. Résultats :

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 ont été transplantés à mi-hauteur de cet enrochement au sein d'une mégaphorbiaie dominée par l'aster lancéolé (*Aster lanceolata*). La plupart de ceux-ci se situent en pleine lumière excepté quelques pieds les plus en aval de la zone qui ont été plantés sous le couvert arboré (saule). Un nouveau recépage a eu lieu pendant l'hiver 2009-2010.



Vues du site de  
transplantation des  
angéliques des estuaires  
en contrebas du boulevard  
des Pas enchantés (Saint-  
Sébastien-sur-Loire)  
(photo : Jean Le Bail –  
CBNB).



Le nombre total de pieds d'angélique (pieds fleuris et au stade végétatif) recensés au cours de cette année 2009 est légèrement inférieur à celui observé lors de l'année précédente puisque au total seulement 12 pieds ont été comptabilisés (voir tableau 1), comparativement au 19 pieds dénombrés sur la zone au cours de l'année passée. Parmi ceux-ci, un seul pied a fleuri et se trouvait au stade de la fructification lors de notre passage, le reste des pieds étaient au stade végétatif.

Nombre de pieds	Taille	Nombre d'axes principaux	Nombre de rejets	Stade de développement
1				Stade végétatif
2				Stade végétatif
3				Stade végétatif
4	3	5	1	Stade fructification
5				Stade végétatif
6				Stade végétatif
7				Stade végétatif
8				Stade végétatif
9				Stade végétatif
10				Stade végétatif
11				Stade végétatif
12				Stade végétatif

Tableau 1 – Description des 12 individus d'angélique des estuaires transplantés sur l'enrochement (4 août 2009).

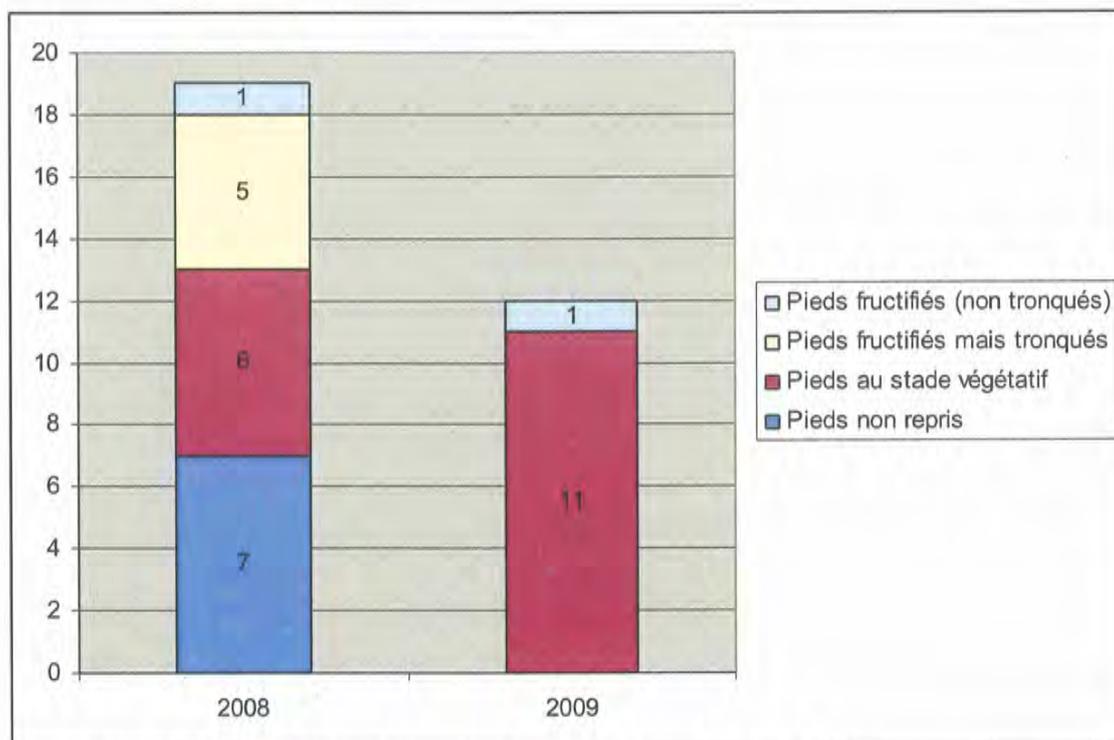


Figure 1 – Comparaison de la population transplantée en 2008 et 2009.

Les 12 pieds observés en 2009 semblent correspondre à l'intégralité des 12 pieds qui avaient repris en 2008, incluant 6 pieds au stade végétatif, 5 pieds fleuris, mais tronqués et 1 pied fructifié. La fructification de ce pied a dû être imparfaite car l'individu a subsisté, malgré le caractère monocarpique de l'espèce. Les conditions de floraison ont dû être mauvaises sur ce site en 2009, car sur ces 12 pieds, un seul est monté à fleurs et 11 sont restés au stade végétatif (influence du développement des saules à proximité ?).

**Remarques :** Environ dix autres pieds au stade végétatif et 1 pied fructifié avec trois axes principaux ont été aussi observés au contact de la zone suivie (partie aval).

#### **Recommandations en matière gestion**

Il faudrait envisager au cours de l'année 2010 de poursuivre le recépage des saules arborescents et arbustifs (issus de plantation ou spontanés) afin de favoriser le développement de la mégaphorbiaie et la floraison des pieds d'angéliques qui viendront renforcer la population déjà existante. Cette opération de recépage pourrait être éventuellement légèrement étendue au delà de la zone restaurée (partie aval et amont) afin de favoriser l'extension de la population d'angélique dans des secteurs qui sont actuellement peu propices à son implantation du fait de l'importance du couvert arboré qui est devenu trop dense.

Relevé de végétation :

Numéro de relevé	1
Date	04/08/2009
Surface en m <sup>2</sup>	Environ 25
Recouvrement de la strate arbustive en %	40%
Recouvrement strate herbacée en %	60%
<b>Strate arbustive</b>	
<b>Espèces des saulaies riveraines (<i>Salicetea purpureae</i>)</b>	
<i>Salix x rubens</i>	3
<i>Salix triandra</i>	2
<i>Salix atrocinerea</i>	1
<b>Strate herbacée</b>	
<b>Espèces des mégaphorbiaies riveraines et alluviales (<i>Convolvuletalia sepium</i>) et compagnes</b>	
<i>Aster lanceolatus</i>	3
<i>Lythrum salicaria</i>	3
<i>Oenanthe crocata</i>	1
<i>Senecio aquaticus</i>	+
<i>Lycopus europaeus</i>	+
<i>Angelica heterocarpa</i>	+
<i>Phalaris arundinacea</i>	r
<i>Lysimachia vulgaris</i>	r
<i>Mentha aquatica</i>	r
<i>Apium nodiflorum</i>	r
<i>Rorippa amphibia</i>	r
<i>Scutellaria galericulata</i>	r
<i>Polygonum hydropiper</i>	r