

## Plan national d'actions en faveur du Panicaut vivipare (*Eryngium viviparum*)

Résumé de la thèse « Biologie et écologie d'une population isolée. Exemple d'*Eryngium viviparum* et implications pour sa conservation en France »





# Plan national d'actions en faveur du Panicaut vivipare (*Eryngium viviparum*)

Résumé de la thèse « Biologie et écologie  
d'une population isolée. Exemple d'*Eryngium  
viviparum* et implications pour sa conservation  
en France »

2019

**Rédaction :**

RASCLE Pauline – EA7462 – Géoarchitecture : Territoire, Urbanisation, Biodiversité, Environnement

**Relecture et avis :**

GALLET Sébastien – EA7462 – Géoarchitecture : Territoire, Urbanisation, Biodiversité, Environnement  
GLEMAREC Erwan, HARDEGEN Marion et MAGNANON Sylvie – Conservatoire botanique national de  
Brest.

**Photographie de couverture :**

*Eryngium viviparum* – Pauline Rascle

**Ce document doit être référencé comme suit :**

RASCLE P. 2019 – *Résumé de la thèse « Biologie et écologie d'une population isolée. Exemple d'*Eryngium viviparum* et implications pour sa conservation en France ». Plan national d'actions en faveur du Panicaut vivipare (*Eryngium viviparum*)*. Brest : Conservatoire botanique national de Brest. Géoarchitecture. 36p.

# Plan national d'actions en faveur du Panicaut vivipare (*Eryngium viviparum*)

Le Panicaut vivipare (*Eryngium viviparum* J. Gay) est l'une des plantes les plus menacées d'Europe. En France, elle ne subsiste plus que dans une seule station, à Belz, dans le Morbihan (Bretagne), dont l'état de conservation est préoccupant : population démographiquement faible, occupant une surface extrêmement restreinte (moins de 1 000 m<sup>2</sup>) au sein d'une zone inondable enclavée dans un contexte de plus en plus urbanisé.

La conservation du Panicaut vivipare a été reconnue comme une priorité nationale et un plan national d'actions (PNA) proposé en 2012 et validé par le ministère de l'Écologie et le Conseil national pour la protection de la nature, dresse un état des lieux des connaissances et propose un certain nombre d'actions pour la sauvegarde de l'espèce et pour le renforcement de sa population et de son habitat.

## Les actions du plan national s'articulent autour de trois axes :



Le Plan National d'Actions est mis en œuvre de manière partenariale et mobilise un réseau d'acteurs complémentaires.

Les principaux partenaires du PNA *Eryngium viviparum* : DREAL Bretagne : Coordination du PNA & CBN de Brest : Animation du PNA, coordination technique et scientifique

## Gestionnaires des sites du réseau *Eryngium viviparum* :

- Bretagne Vivante : Propriétaire et gestionnaire du site des Quatre chemins (station historique du Panicaut vivipare), gestionnaire d'un des sites refuge (Kercadoret / Locmariaquer-St. Philibert), partenaire du suivi des populations d'*Eryngium viviparum*
- Département du Morbihan : Propriétaire et gestionnaire de trois sites refuge (Landes du Bignac : Belz, Lann Cosquer : Plouharnel, Saint-Laurent (Ploemel))
- Syndicat de la Ria d'Étel : Opérateur Natura 2000, gestionnaire délégué pour les Espaces naturels sensibles sur la commune de Belz
- Monuments nationaux : Gestionnaire d'un site refuge (Toulchignan/Carnac)

## Partenaires scientifiques :

- Université de Bretagne Occidentale : Laboratoire Géoarchitecture EA 7462
- Université de Montpellier (Institut des sciences de l'Évolution)
- Université de Saint-Jacques-de-Compostelle / IBADER (Institut de biodiversité agricole et de développement rural)
- Société Galicienne d'Histoire Naturelle.

### Partenaires financiers :

- Ministère de la transition écologique et solidaire / DREAL Bretagne
- Agence de l'eau Loire-Bretagne
- Département du Morbihan
- Université de Bretagne Occidentale (thèse)
- Arche aux plantes
- Yves Rocher

### Autres partenaires techniques :

- Mairie de Belz
- Mairie de Ploemel
- Pierrick le Hen, éleveur



# Sommaire

CONTEXTE.....	7
OBJECTIFS DE LA THESE ET AXES DE RECHERCHE.....	8
1. CONTRIBUTION A LA CARACTERISATION DE L'ÉCOLOGIE D' <i>ERYNGIUM VIVIPARUM</i> .....	9
A-Etude de la différence écologique entre populations.....	10
B-Mesure de la différence morphologique entre populations .....	13
C-Influence de la topographie et de la compétition sur la répartition des individus d' <i>Eryngium viviparum</i> .....	16
D-Résultats clés : caractérisation de l'écologie d' <i>Eryngium viviparum</i> .....	18
2. STRUCTURE GENETIQUE ET DEMOGRAPHIE D' <i>ERYNGIUM VIVIPARUM</i> .....	19
A-Viabilité démographique de la population d' <i>Eryngium viviparum</i> aux quatre chemins .....	20
B-Caractérisation de la structure génétique de la population d' <i>Eryngium viviparum</i> aux Quatre chemins et mesure de la distance génétique entre populations .....	23
C-Résultats clés : structure génétique et démographie d' <i>Eryngium viviparum</i> .....	25
3. EXPÉRIMENTATIONS DE RÉINTRODUCTION .....	26
A-Test de réintroduction d' <i>Eryngium viviparum</i> .....	26
B-Résultats clés : expérimentations de réintroduction .....	32
4. RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE SUIVI ET DE CONSERVATION.....	33
A-À l'échelle de la dernière population naturelle en France .....	33
B-À l'échelle du Morbihan .....	34
BIBLIOGRAPHIE .....	36

## Contexte

*Eryngium viviparum* est une espèce pionnière inféodée aux pelouses hygrophiles oligotrophes inondées temporairement. L'espèce est distribuée de manière très fragmentée entre le NW de la péninsule ibérique et le NW de la France, en Bretagne (FIGURE 1). En France, l'espèce est au bord de l'extinction. Alors qu'une trentaine de localités étaient répertoriées au cours des années 1980, il n'existe aujourd'hui plus qu'une seule population qui se maintient au sein de la réserve des Quatre chemins, à Belz (Morbihan). Le changement d'usage des sols par l'homme, et la déprise, font partie des principales causes de disparition de l'espèce et de son habitat.

Face à ce statut de conservation critique en France, *Eryngium viviparum* bénéficie d'une attention particulière depuis les années 1970. Ainsi, plusieurs actions ont été mises en place pour maintenir l'unique population, dont l'établissement d'une protection légale, par Arrêté préfectoral de protection biotope en 1988, puis la mise en place d'une gestion spécifique de son habitat, sous l'impulsion de l'association Bretagne Vivante.

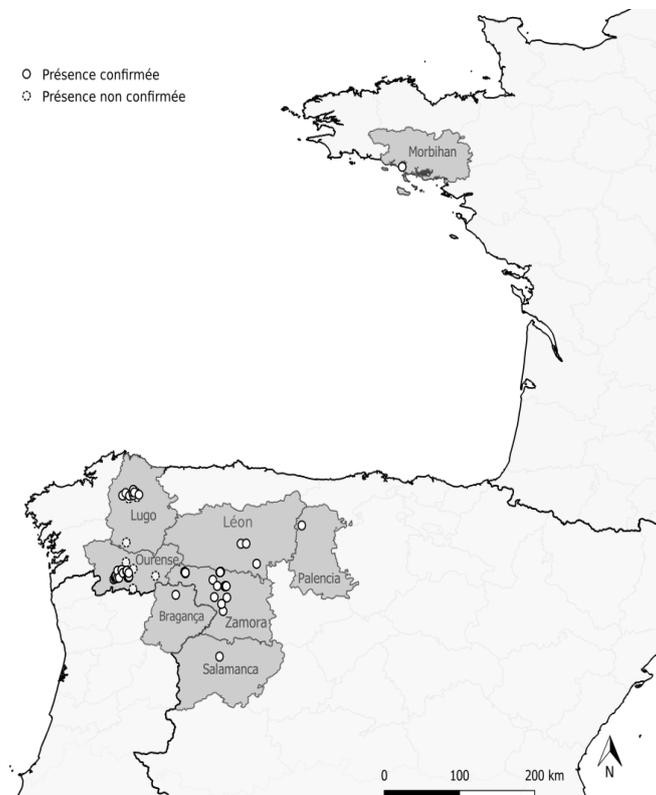


FIGURE 1. Répartition mondiale actuelle des populations d'*Eryngium viviparum*.

Plus récemment, la mise en œuvre du plan national d'actions dédié à *Eryngium viviparum*, coordonné par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Bretagne, et animé par le Conservatoire botanique national de Brest, constitue un tournant essentiel pour la conservation de cette espèce en Bretagne. Il vise, à travers ses 18 fiches actions à assurer la conservation de l'espèce sur le long terme. Pour cela, l'amélioration des connaissances est apparue primordiale afin de mieux orienter les pratiques de gestion et les actions de conservation pour le maintien de l'espèce en France. L'isolement géographique de cette population vis-à-vis des autres populations européennes, a notamment soulevé des interrogations quant à sa viabilité sur le long terme et quant à la possibilité de restaurer un réseau de populations au sein de son aire de répartition morbihannaise. Une partie des éléments d'acquisition de connaissances et d'expérimentations prévus dans le PNA ont donc conduit à l'établissement d'un programme de recherche, en partie matérialisé à travers une thèse de doctorat, qui s'inscrit dans la perspective d'une recherche au service d'un plan d'actions.

## Objectifs de la thèse et axes de recherche

La thèse a été réalisée de novembre 2014 à novembre 2018 au sein de l'équipe de recherche EA 7462 - Géoarchitecture : Territoire, Urbanisation, Biodiversité, Environnement et a été menée en partenariat avec le Conservatoire botanique national de Brest, Bretagne Vivante, l'Institut de Sciences de l'Évolution de Montpellier, ainsi que les différents acteurs du PNA. Elle vise à répondre aux questions scientifiques liées à l'écologie et la biologie d'*Eryngium viviparum*.

Les thématiques abordées dans ce travail s'inscrivent dans le domaine scientifique de la biologie de la conservation, une discipline de « crise » dont les principaux objectifs sont d'évaluer l'impact des activités humaines sur la biodiversité, puis de trouver des alternatives viables à mettre en place pour éviter l'extinction des espèces dans leur habitat (Soulé, 1985). Dans cette optique, une bonne connaissance du fonctionnement des systèmes naturels et des espèces ciblées est primordiale et nécessite l'intervention d'un corpus de disciplines scientifiques variées.

C'est pourquoi, à travers une approche pluridisciplinaire, la thèse réalisée apporte un renforcement des connaissances sur les caractéristiques écologiques et biologiques d'*E. viviparum*, et plus particulièrement concernant sa dernière population française, en vue d'adapter les stratégies de conservation et de réintroduction. Parmi 18 fiches actions présentées dans le PNA, la thèse participe aux questionnements définis dans les fiches n°7, 8, 10, 11, 12 et 13. Elle s'articule selon trois axes :



**L'étude de l'amplitude écologique de l'espèce à partir de sa distribution globale, puis la caractérisation, plus fine, de ses préférences écologiques au sein de sa dernière localité française.**



**L'évaluation de la viabilité de cette population isolée d'après ses paramètres démographiques, son niveau de diversité génétique et son degré de différenciation génétique, écologique et morphologique en comparaison aux autres populations européennes d'*Eryngium viviparum*.**



**L'expérimentation des modalités de réintroduction d'*Eryngium viviparum* dans son aire de répartition historique en France.**

Les trois premières parties de cette synthèse présentent les travaux menés dans le cadre de la thèse, en précisant les objectifs et les principaux résultats obtenus.

La mise en relation des informations issues de ces différentes études a permis de dresser un ensemble de recommandations en termes de suivi et de conservation d'*Eryngium viviparum* en France qui seront présentées dans la quatrième partie de la synthèse.

La thèse est accessible sur la page web dédiée au PNA en faveur du Panicaut vivipare ([www.cbnbrest.fr/nos-actions-phares/105](http://www.cbnbrest.fr/nos-actions-phares/105)) et sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02135348/document>.

# 1. Contribution à la caractérisation de l'écologie d'*Eryngium viviparum*

En appui aux fiches n°12 et 13 du PNA

## Problématique

Les préférences écologiques font partie des premières modalités étudiées dans le cadre d'un programme de conservation. Leur connaissance et leur compréhension apportent les éléments centraux pour renforcer la stratégie de conservation en assurant la gestion des populations existantes, voire la restauration des populations éteintes (Christensen *et al.*, 1996 ; Washitani, 2001). Le statut de conservation préoccupant d'*Eryngium viviparum* a conduit, en amont du PNA, à un important recueil de données écologiques, notamment pour identifier les raisons de la régression de ses populations en France (Magnanon *et al.* 2013). Même si l'habitat de la dernière population française a par conséquent été bien étudié, certaines interrogations persistaient. Par exemple, avec une seule population en France et le peu de données existantes sur les stations historiques, il est difficile de caractériser l'optimum écologique d'*Eryngium viviparum* à l'échelle du Morbihan. De plus, peu d'études comparatives existent entre la population française et les populations ibériques, excepté concernant la végétation (Elouard *et al.* 2004, Glemarec *et al.* 2017). Ces informations sur l'écologie de l'espèce sont pourtant nécessaires, et ce notamment dans la perspective d'une recréation de populations, pour guider le choix des sites récepteurs ou celui de la population d'origine des individus à réintroduire.

## Objectifs

Pour compléter et préciser les informations relatives à l'écologie d'*Eryngium viviparum*, le premier axe de la thèse s'est dans un premier temps intéressé à l'étude de la **différence écologique entre la population française et l'ensemble des populations présentes en péninsule ibérique** à travers la comparaison de données climatiques et floristiques. Une **comparaison de la morphologie des individus entre plusieurs populations éloignées** a également été réalisée en complément, afin de vérifier l'influence éventuelle des conditions écologiques sur la morphologie d'*Eryngium viviparum*. Cette étude est partie de l'observation d'individus possédant des caractères plus réduits au sein des populations situées au sud de la répartition d'*Eryngium viviparum*, évoluant sous un climat supra-méditerranéen (Buján & Real, 2014). Cette observation a fait l'objet de la description d'une sous-espèce : *Eryngium viviparum* subsp. *bariegoi*.

Par ailleurs, une étude de la répartition fine des rosettes d'*Eryngium viviparum*, au sein de la réserve des Quatre chemins a été réalisée, afin de **comprendre le fonctionnement écologique de l'espèce à très fine échelle**, en fonction de la microtopographie du site et de sa relation avec les autres espèces.

## A- Etude de la différence écologique entre populations

### MÉTHODES

Afin d'évaluer la différence écologique entre les populations d'*Eryngium viviparum*, par groupes géographiques (FIGURE 2), les moyennes de quatre variables climatiques, issues de la base de données WorldClimV2 (Hijmans *et al.*, 2005) et moyennées entre 1970 et 2000, ont été comparées :

T <sub>MAX</sub>	Températures maximales des mois les plus chauds
T <sub>MIN</sub>	Températures minimales des mois les plus froids
ETP	Évapotranspiration
pp	Précipitations

- Présence confirmée
- ⊗ Présence non confirmée
- × Populations éteintes

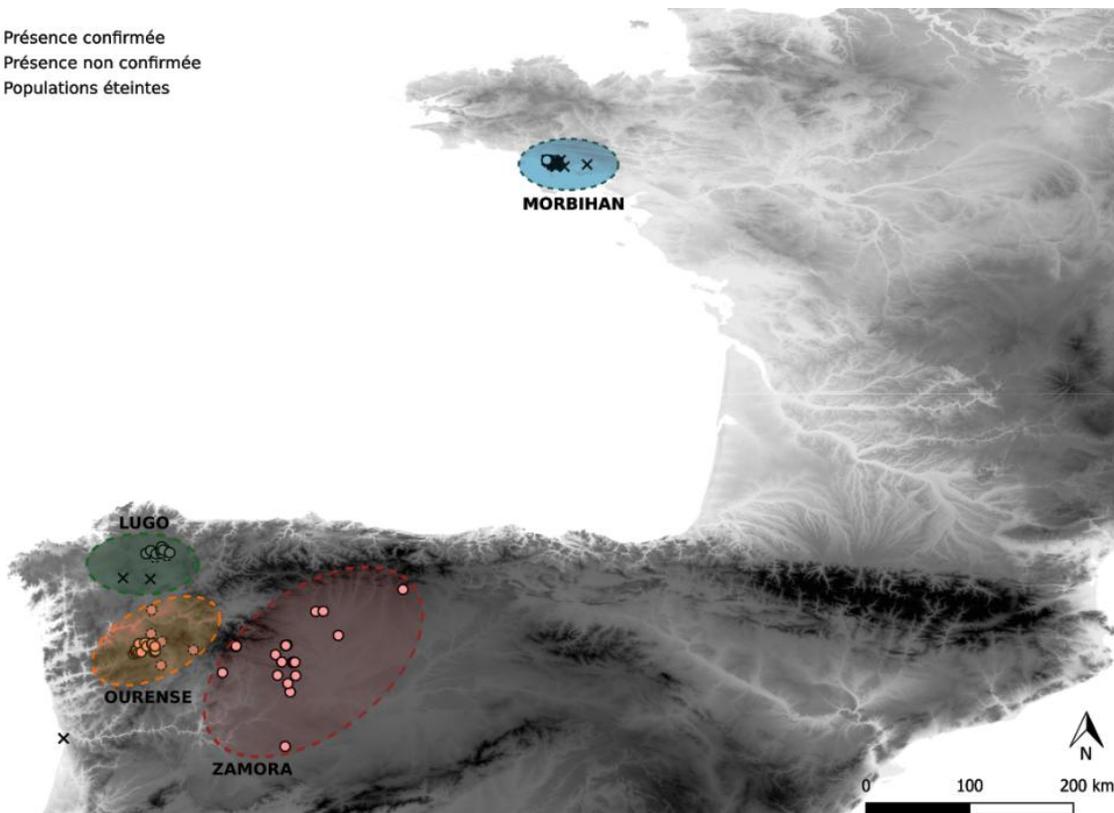


FIGURE 2. Localisation de l'ensemble des populations d'*Eryngium viviparum* actuelles et éteintes selon quatre groupes géographiques : MORBIHAN, LUGO, OURENSE et ZAMORA.

La différence écologique a également été mesurée à travers les traits de végétation en étudiant les espèces compagnes d'*Eryngium viviparum* au sein d'un échantillonnage de populations réparties sur l'ensemble de son aire de distribution. Ces données de présence/absence ont été obtenues à partir de relevés phytosociologiques réalisés sur les sites en 2016 (Glemarec *et al.* 2017) et complétés par des relevés plus anciens issus de la littérature scientifique (Clément & Touffet, 1983 ; Géhu & Bioret, 1992 ; Rodríguez-Oubiña *et al.*, 1997 ; Perrin & Magnanon, 2007 ; Géhu & Magnanon, 2008 ; Glemarec *et al.*, 2017).

## RÉSULTATS

### Différence climatique

Cette première comparaison a mis en évidence des **différences climatiques entre les quatre groupes géographiques étudiés** (FIGURE 3). La population française occupe une position périphérique dans l'aire de répartition géographique de l'espèce et apparaît également en marge d'après ses conditions climatiques. Cette différence s'explique par **des conditions climatiques toujours à la limite de celles des autres populations pour chacune des variables mesurées**. Par exemple, pour l'évapotranspiration (ETP), les précipitations (pp) et les températures maximales ( $T_{MAX}$ ), la population des Quatre chemins possède les valeurs les plus faibles par rapport à l'ensemble des populations (FIGURE 4).

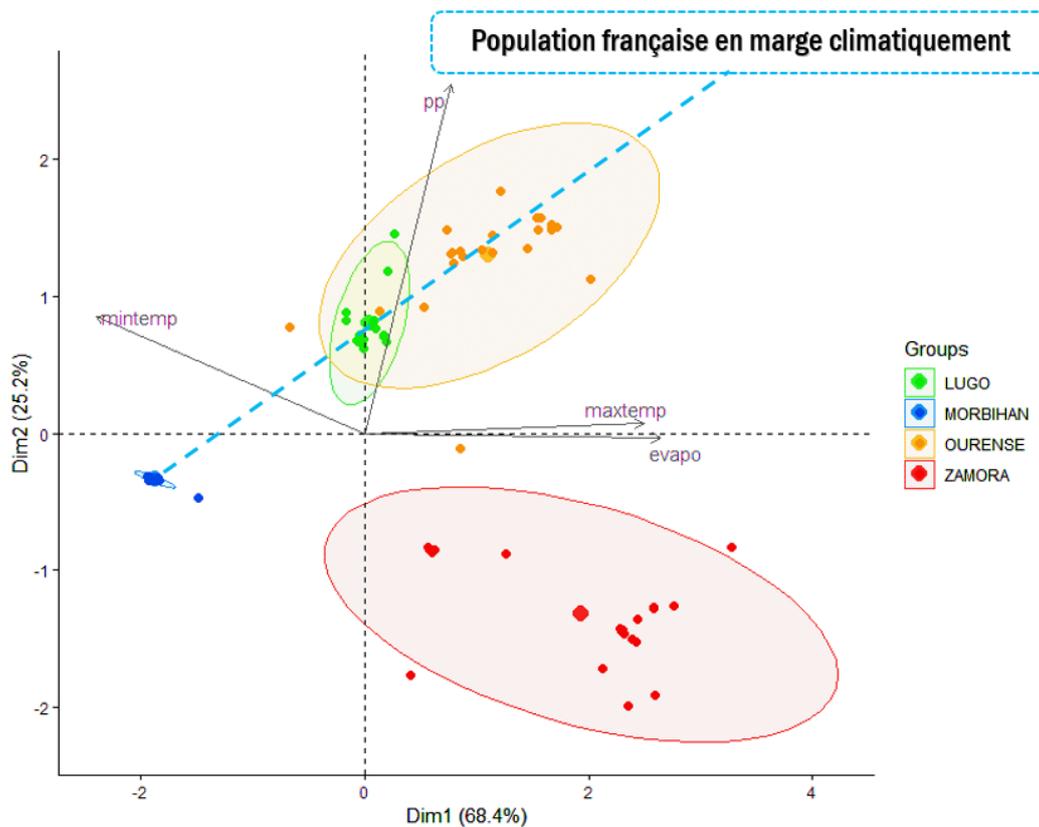


FIGURE 3. Répartition des populations d'*Eryngium viviparum* en fonction des quatre variables climatiques étudiées selon les axes 1-2 de l'ACP.

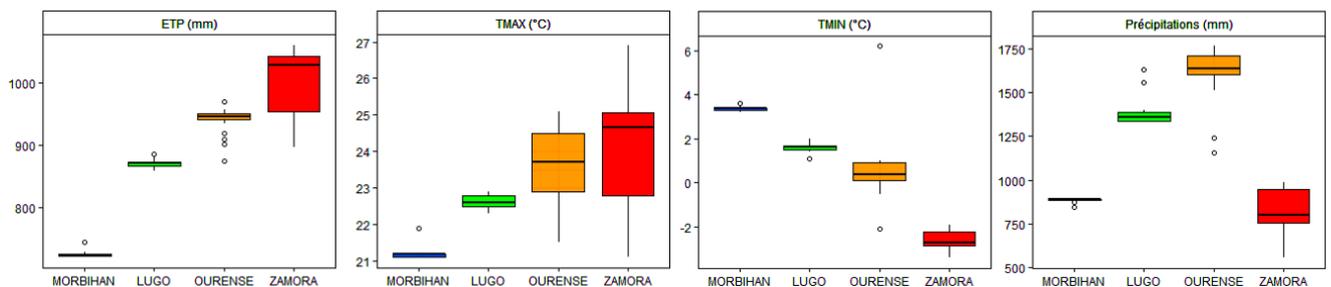


FIGURE 4. Amplitudes des variables climatiques pour chaque groupe de populations d'*Eryngium viviparum* à partir des informations Worldclim V2.

### Différence dans la composition floristique

Au regard des informations floristiques, la population française montre **d'importantes similitudes avec les populations de la province de Lugo** (FIGURE 5). Ces populations sont caractérisées par un cortège d'espèces essentiellement atlantiques, telles que *Aristavena setacea* (Huds.) F.Albers & Butzin (Poaceae) et *Galium debile* Desv. (Rubiaceae), qui ne sont pas observées dans les populations présentes dans les provinces d'Ourense et de Zamora. Ces espèces sont caractéristiques de l'*Eleocharitetum multicaulis* Allorge 1922 ex Tüxen 1937 et du *Deschampsio setaceae-Agrostietum caninae* Lemée 1937.

Les populations présentes dans les régions les plus au sud sont caractérisées par la présence d'espèces à chorologie méditerranéenne, telles qu'*Agrostis pourrettii* (Poaceae), *Pulicaria paludosa* Link. (Asteraceae) et *Mentha cervina* L. (Lamiaceae), non présentes dans le Morbihan, ni dans les populations de Lugo. Cette composition floristique peut être rattachée aux associations du *Pulicario uliginosae-Agrostietum salmanticae* Rivas Goday 1956 et du *Periballio laevis-Illecebreum verticillati* Rivas Goday 1954.

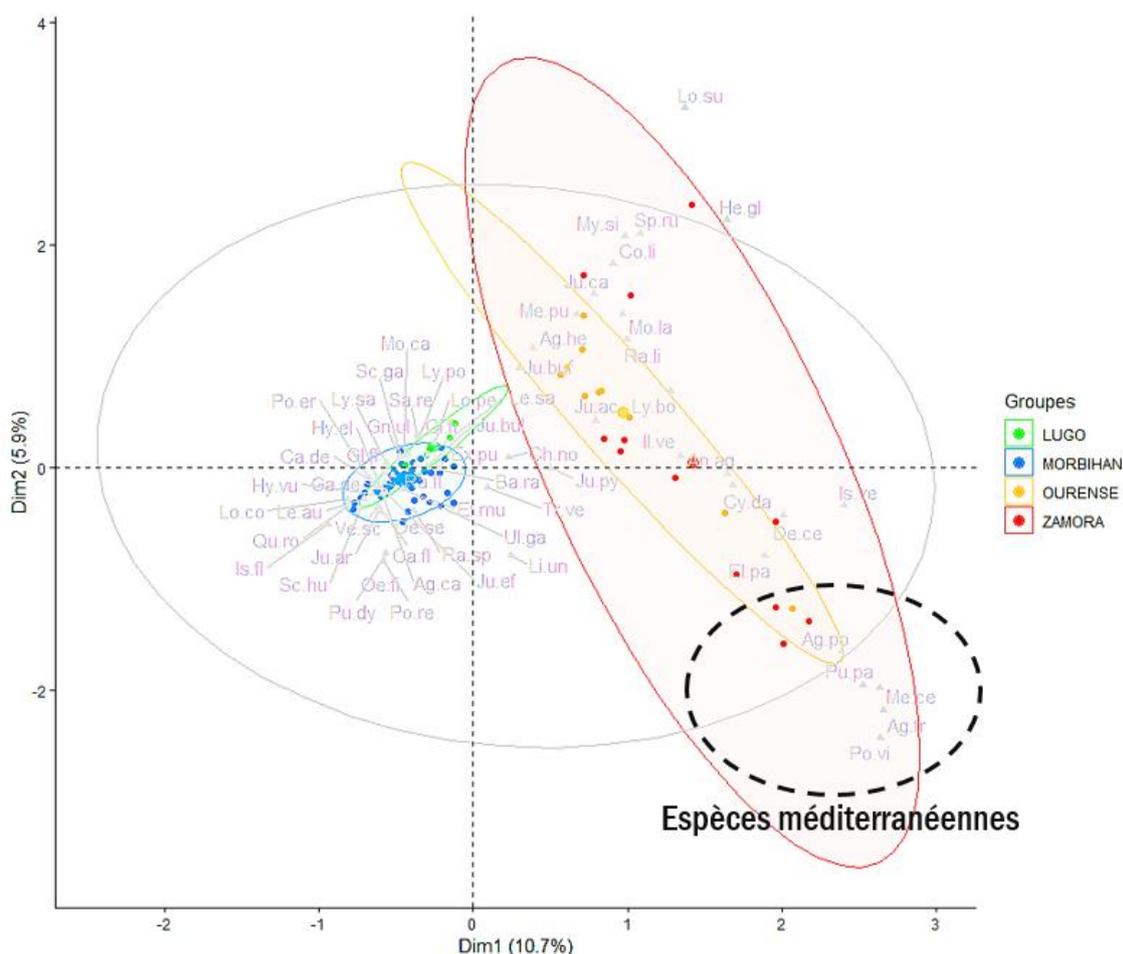


FIGURE 5. Répartition des populations d'*Eryngium viviparum* en fonction de leur composition floristique selon les axes 1-2 de l'AFC.

## B- Mesure de la différence morphologique entre populations

### MÉTHODES

La différence morphologique des individus au sein de plusieurs populations géographiquement éloignées a également été étudiée. Pour cela 7 caractères ont été mesurés *in situ* (FIGURE 6) dans 9 populations (FIGURE 7) au cours de l'été 2016 sur des individus en fleur d'*Eryngium viviparum*, en prenant en compte les niveaux de dichotomie :

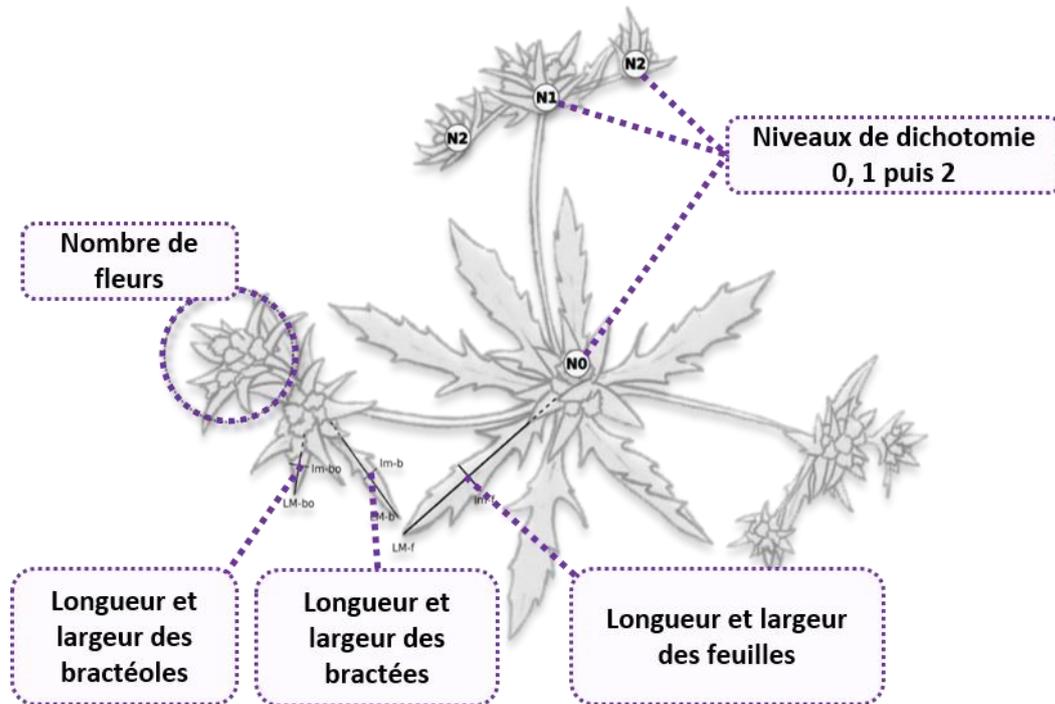


FIGURE 6. Caractères morphologiques mesurés *in situ* sur les individus d'*Eryngium viviparum*.

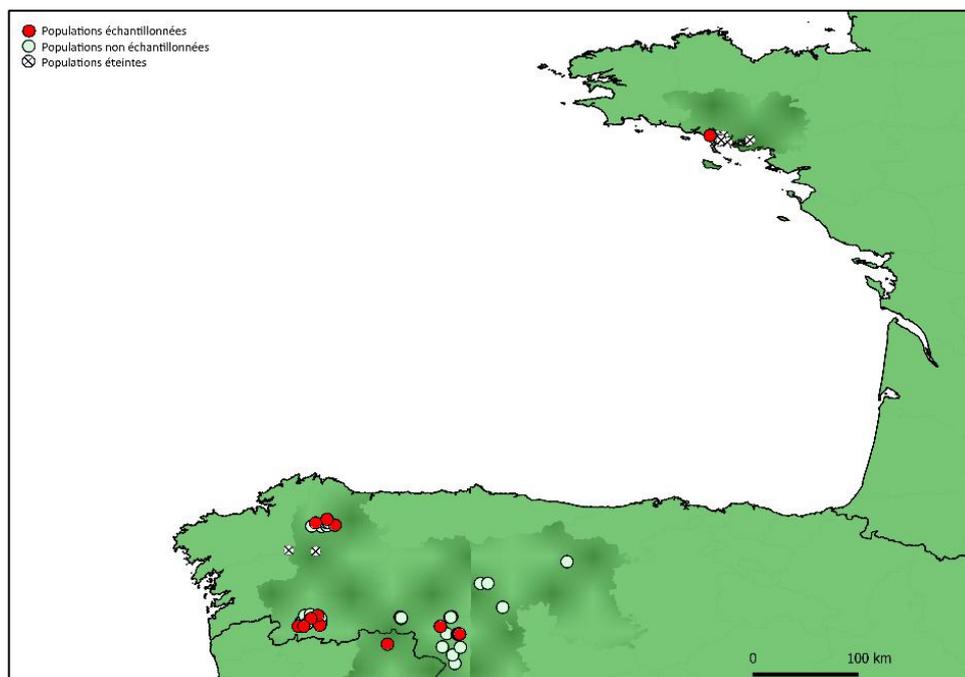


FIGURE 7. Localisation des 9 populations au sein desquelles les caractères morphologiques des individus ont été mesurés.

## RÉSULTATS

Cette étude a permis de montrer une **différence morphologique entre les individus mesurés au sein des quatre provinces géographiques** (FIGURE 8). Les principaux caractères qui contribuent à ces différences sont les longueurs et largeurs des bractéoles, des bractées et des feuilles. Pour ces caractères, les individus mesurés aux Quatre chemins présentent des valeurs plus réduites (TABLEAU 2) au même titre que les populations qui évoluent le plus au sud, dans la province de Zamora. À l'inverse, les individus de la province de Lugo présentent des feuilles, des bractées et des bractéoles plus longues et larges. Les individus d'Ourense présentent une morphologie intermédiaire entre ces trois groupes.

Des analyses statistiques ont été réalisées en parallèle pour vérifier si la morphologie est dépendante de l'écologie (climat et végétation) ou plutôt de la génétique. Il est apparu que **les différences morphologiques constatées sont corrélées avec l'écologie**. Ces différences peuvent alors être attribuées à un accommodat des individus aux conditions climatiques marquées entre les quatre groupes de populations. La réduction des caractères observés à Belz et dans la province de Zamora pourrait par exemple s'expliquer par un cumul de précipitations plus faible dans ces régions (FIGURE 4).

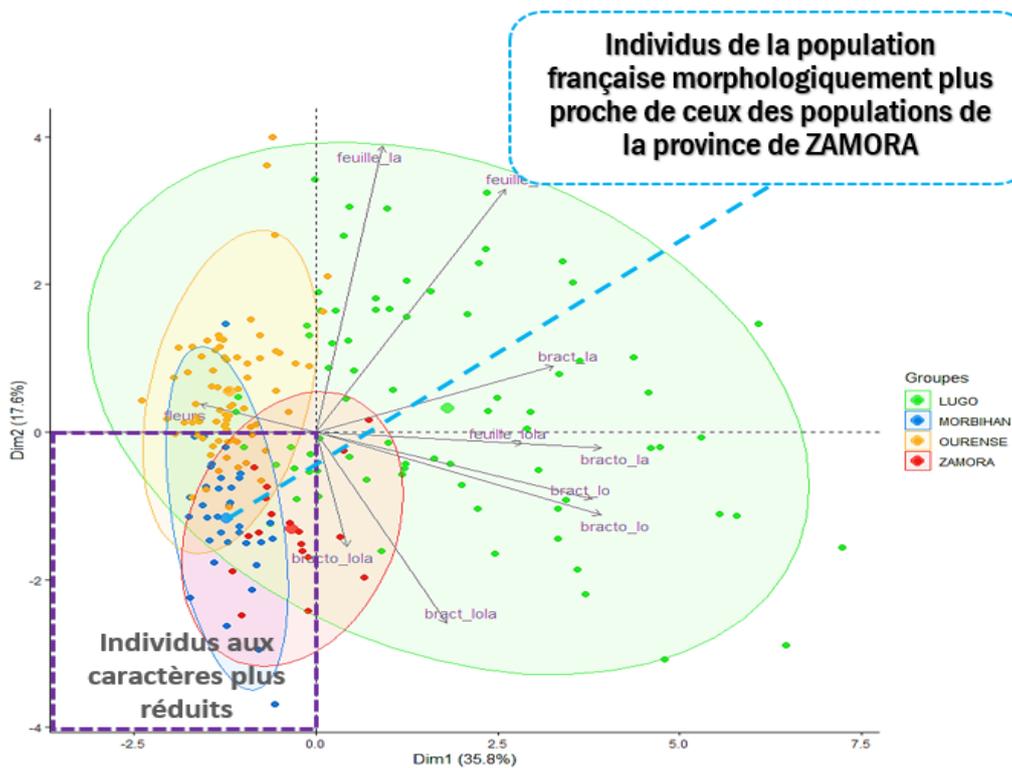


FIGURE 8. Répartition des populations d'*Eryngium viviparum* en fonction de leur différence morphologique selon les axes 1-2 de l'ACP.

TABLEAU 2. Valeurs (en cm) des caractères morphologiques mesurés sur les individus d'*Eryngium viviparum* pour chaque groupe géographique : Morbihan, Lugo, Ourense et Zamora. Les lettres A, B, C et D désignent les groupes statistiques par caractères identifiés par le test de Tukey. Les groupes en violet correspondent aux groupes communs avec le groupe géographique Morbihan.

Caractères/ Région	Feuilles		Bractées		Bractéoles		Fleurs
	Longueur	largeur	Longueur	largeur	Longueur	largeur	Nb. par capitule
<b>MORBIHAN</b>	1,52 ±0,64 <b>C</b>	0,35 ±0,13 <b>B</b>	0,97 ±0,18 <b>B</b>	0,13 ±0,03 <b>C</b>	0,46 ±0,12 <b>C</b>	0,12 ±0,02 <b>C</b>	6,73 ±0,79 <b>C</b>
<b>LUGO</b>	2,86 ±1,67 <b>A</b>	0,42 ±0,15 <b>A</b>	2,39 ±1,55 <b>A</b>	0,3 ±0,15 <b>A</b>	0,64 ±0,26 <b>A</b>	0,19 ±0,06 <b>A</b>	6,65 ±0,84 <b>C</b>
<b>OURENSE</b>	2,18 ±0,95 <b>B</b>	0,4 ±0,14 <b>A</b>	1,15 ±0,37 <b>B</b>	0,21 ±0,06 <b>B</b>	0,4 ±0,13 <b>D</b>	0,14 ±0,03 <b>B</b>	8,23 ±1,27 <b>A</b>
<b>ZAMORA</b>	1,71 ±0,82 <b>C</b>	0,31 ±0,1 <b>C</b>	1,31 ±0,29 <b>B</b>	0,13 ±0,03 <b>C</b>	0,55 ±0,14 <b>B</b>	0,12 ±0,02 <b>C</b>	7,14 ±1,02 <b>B</b>

## C- Influence de la topographie et de la compétition sur la répartition des individus d'*Eryngium viviparum*

### MÉTHODES

Au sein de la réserve des Quatre chemins, la surface supposée favorable à *Eryngium viviparum* a été parcourue afin de localiser finement les individus. La microtopographie du site (creux, bosses) a été mesurée pendant la période d'inondation en évaluant la hauteur du niveau d'eau à intervalles réguliers. Les hauteurs mesurées, associées aux coordonnées géographiques de chaque point de mesure ont été interpolées selon la méthode du « Kriging » à l'aide du logiciel SURFER v.14, afin de générer un rendu cartographique du relief du site. La répartition fine de l'espèce à l'échelle du site a été cartographiée, puis mise en relation avec le niveau microtopographique du site, pour évaluer son effet sur la répartition des individus. Des relevés de végétation (composition floristique et recouvrement) ont également été réalisés afin de tester l'effet de la concurrence par les autres espèces sur *E. viviparum*.

### RÉSULTATS

#### Distribution globale d'*Eryngium viviparum* aux Quatre chemins

Les individus d'*E. viviparum* s'étalent sur une surface totale d'environ 113m<sup>2</sup> pour une surface favorable potentielle d'environ 1000m<sup>2</sup> (FIGURE 9). Ils se concentrent principalement par patches de densité variable. Peu d'individus isolés sont observés. Les patches s'observent en majorité sur les bandes de sol étrépiées entre 1999 à 2005, à l'exception du secteur le plus au sud de la réserve, où de nombreux individus sont répartis le long d'un ancien chemin par lequel transitaient des vaches.

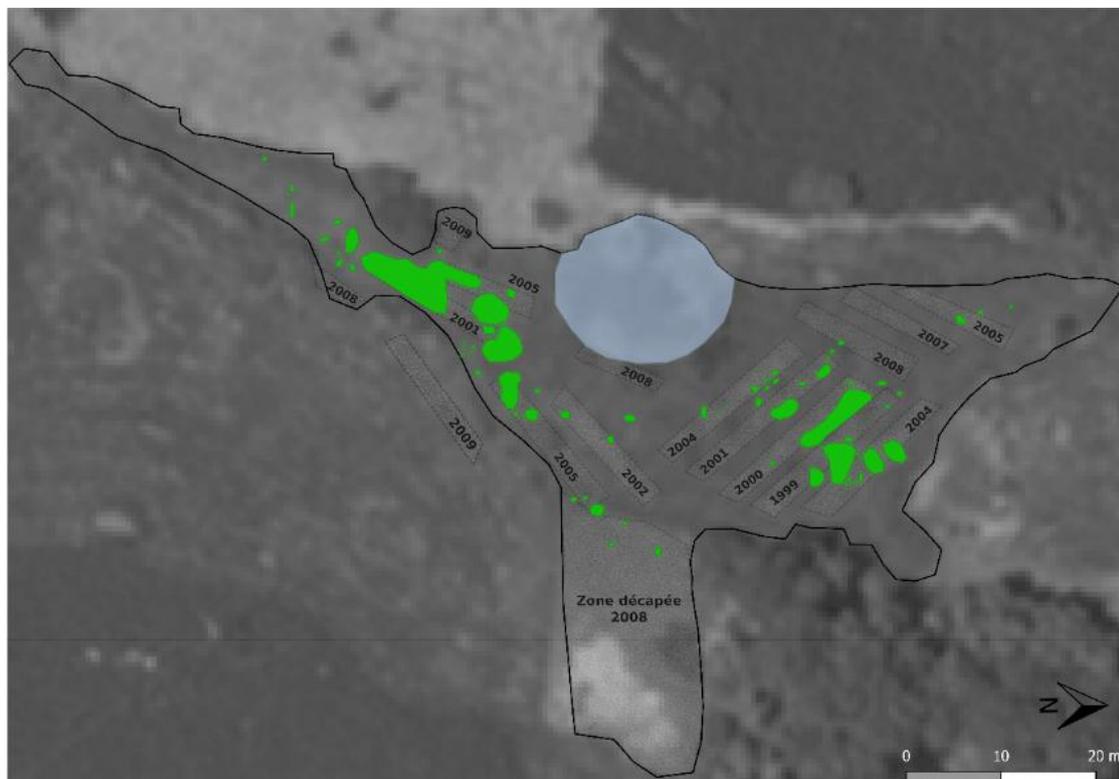


FIGURE 9. Répartition d'*Eryngium viviparum* au sein du site des Quatre chemins

## Distribution d'*Eryngium viviparum* en fonction de la microtopographie

Le (micro)relief du site est apparu hétérogène (FIGURE 10) avec des variations allant de -55 cm (point le plus profond de la mare), et jusqu'à +20cm (limite du secteur inondé l'hiver), à partir d'un point zéro placé au niveau de débordement de la mare. Cette variation microtopographique a montré un effet sur la répartition des individus d'*Eryngium viviparum*. L'espèce n'est en effet pas présente sur toute la gamme microtopographique du site (FIGURE 10). Elle n'est présente qu'entre +4 à +20 cm et se développe majoritairement sur des hauteurs comprises entre +9 et +15 cm par rapport au point zéro choisi, avec un optimum autour des +12 cm (FIGURE 11).

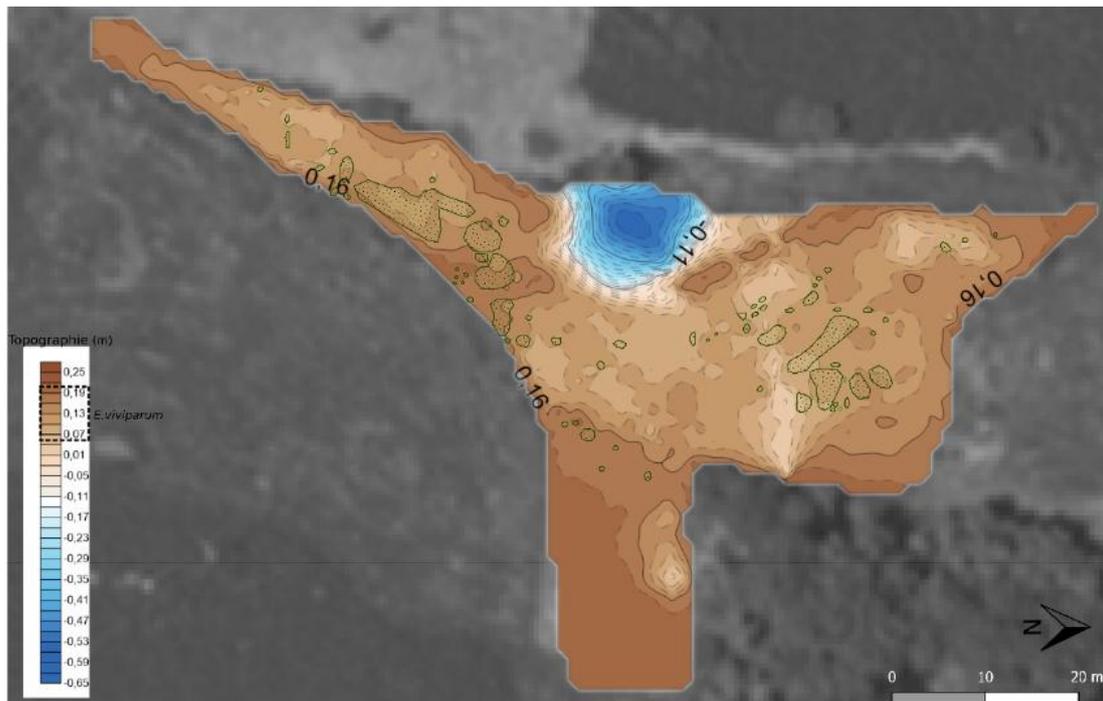


FIGURE 10. Répartition des patches d'*Eryngium viviparum* en fonction de la microtopographie mesurée sur le site des Quatre chemins de Belz.

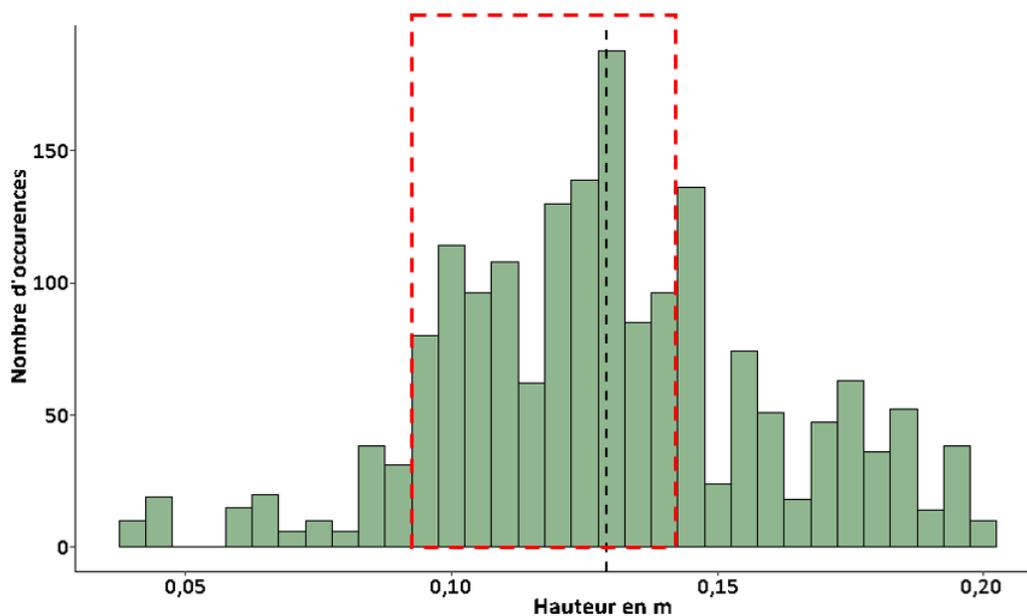


FIGURE 11. Nombre d'individus d'*Eryngium viviparum* en fonction de la hauteur microtopographique.

## Influence de la concurrence végétale sur l'abondance d'*Eryngium viviparum*

D'après les résultats obtenus, la présence d'*E. viviparum* est apparue affectée négativement par la concurrence végétale avec une diminution de son abondance lorsque celle de l'ensemble de ses espèces compagnes augmente (FIGURE 12), confirmant que l'espèce est peu compétitive. C'est plus particulièrement l'abondance des espèces *Aristavena setacea*, *Eleocharis multicaulis*, *Trocdaris verticillatum* et *Molinia caerulea* qui affecte négativement celle d'*E. viviparum*. Ces espèces marquent un stade dynamique plus avancé de la pelouse, qui tend vers la prairie. Leur apparition s'explique en partie par l'augmentation du niveau microtopographique, qui agit sur la durée de submersion saisonnière.

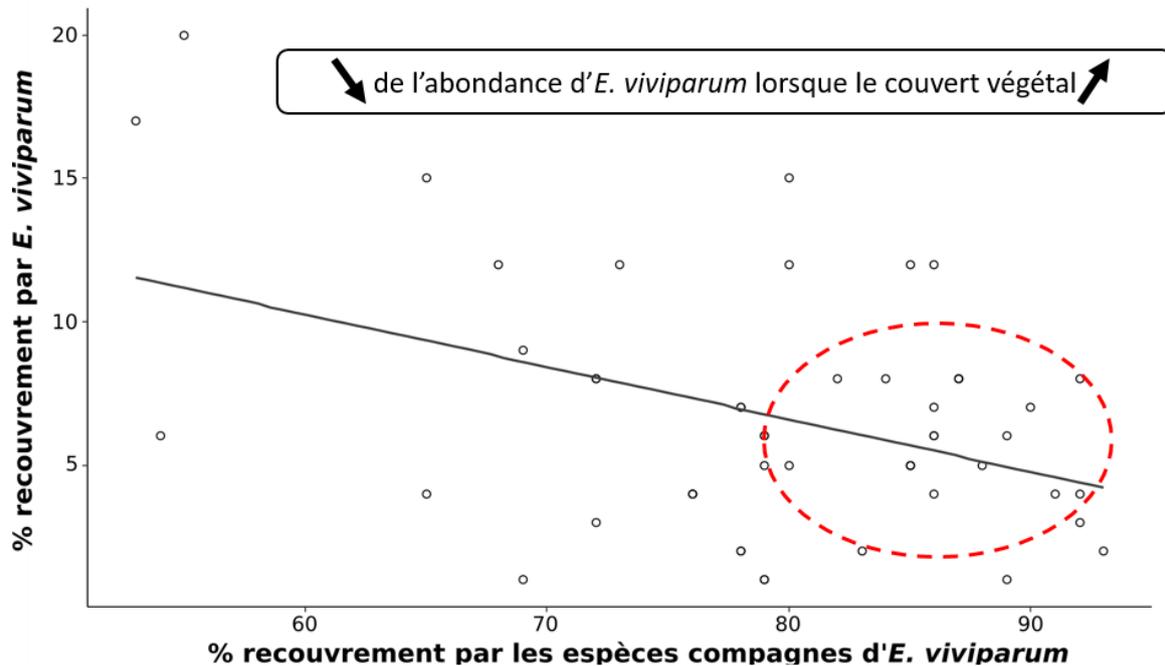


FIGURE 12. Recouvrement par *Eryngium viviparum* en fonction du recouvrement par ses espèces compagnes aux Quatre chemins.

### D- Résultats clés : caractérisation de l'écologie d'*Eryngium viviparum*

- *Eryngium viviparum* possède une amplitude climatique relativement large, avec des conditions différentes entre chaque groupe géographique de son aire de distribution : Morbihan, Lugo, Ourense et Zamora.
- La population de Belz est en marge climatiquement, mais apparaît plus proche des populations de Lugo en prenant en compte les données de végétation.
- Une variation morphologique des individus est observée entre les groupes géographiques et semble expliquée par les conditions climatiques différentes.
- La distribution des individus d'*Eryngium viviparum* au sein du site des Quatre chemins est influencée par la gestion (étrépage, passage des vaches) et par la microtopographie.
- *Eryngium viviparum* est sensible à la compétition végétale.

## 2. Structure génétique et démographie d'*Eryngium viviparum*

En appui aux fiches n°10, 11 et 12 du PNA

### Problématique

En plus des informations relatives à l'écologie, les questions liées à la génétique et la démographie des populations ont été les premières à préoccuper les « conservationnistes » (Soulé, 1980, Lande 1988).

Confrontée à un important isolement géographique, la seule population française d'*Eryngium viviparum* apparaît particulièrement exposée au risque d'extinction. Les espèces végétales dont les populations se développent dans des contextes similaires connaissent souvent une situation démographique moins stable que les populations « connectées », et ce, malgré les efforts de conservation (Peterson, 2001). Pour ces populations, les modèles théoriques prédisent en effet une faible diversité génétique suite à l'absence d'échanges génétiques (Ellstrand & Elam, 1993 ; Lowe *et al.*, 2005), ce qui rendrait d'autant plus critique l'état de conservation d'*E. viviparum* en France. Une faible diversité allélique implique généralement une diminution de la fitness des individus, occasionnée par l'augmentation des croisements consanguins et la perte d'adaptabilité face à d'éventuels changements (Lande, 1988 ; Reed & Frankham, 2003).

L'éloignement géographique de cette population avec les autres populations européennes risque également d'être à l'origine d'une différenciation génétique interpopulationnelle (Pironon *et al.*, 2016), ce qui pourrait s'avérer problématique dans le cas d'une éventuelle réintroduction à partir de populations génétiquement différentes. L'utilisation, pour les réintroductions, d'une source génétique trop éloignée pourrait exposer les futures générations au risque de dépression hybride (Montalvo *et al.*, 1997).

### Objectifs

S'interroger sur le niveau de diversité génétique de la population bretonne d'*Eryngium viviparum*, isolée, et sur son degré de différenciation avec les autres populations de l'espèce, représente donc un enjeu majeur. Dans cet objectif, **la diversité génétique d'*E. viviparum* au sein de sa dernière population française a été caractérisée** et comparée avec celle de plusieurs populations présentes en péninsule ibérique. **La distance génétique entre les populations** a également été évaluée, afin d'identifier quelles sont les populations les plus proches génétiquement de celle des Quatre chemins, dans l'éventualité d'une réintroduction de l'espèce dans le Morbihan.

**Les paramètres démographiques de la population française d'*Eryngium viviparum* ont été étudiés** en complément, afin **d'évaluer sa stabilité globale**, ainsi que **l'influence de plusieurs caractéristiques de son habitat sur la croissance, la reproduction, et la survie** des individus.

## A- Viabilité démographique de la population d'*Eryngium viviparum* aux quatre chemins

### MÉTHODES

Afin de mesurer la viabilité démographique fine d'*Eryngium viviparum* aux Quatre chemins et d'apporter de nouvelles informations sur la biologie de l'espèce, la survie, la phénologie et le stade de développement (FIGURE 13, plantules, juvéniles, rosettes adultes, rosettes en fleur) ont été suivis pendant deux ans. 404 individus ont ainsi été suivis entre juin 2015 et juin 2017 au sein de 30 quadrats permanents répartis sur le site en tenant compte de plusieurs variables environnementales. Les effets du pâturage (avec ou sans), de la microtopographie et du recouvrement végétal sur la survie ont ainsi pu être évalués.

La variation des effectifs annuels, d'après les données issues des comptages réalisés par Bretagne Vivante depuis 2003, a également été étudiée afin d'évaluer la stabilité de la population des Quatre chemins sur un pas de temps plus long. La variation des effectifs a également été mise en relation avec la durée d'inondation hivernale, ainsi que plusieurs variables climatiques annuelles (températures hivernales, températures estivales, cumul des précipitations), dans le but d'évaluer leur potentielle influence sur la croissance de la population.

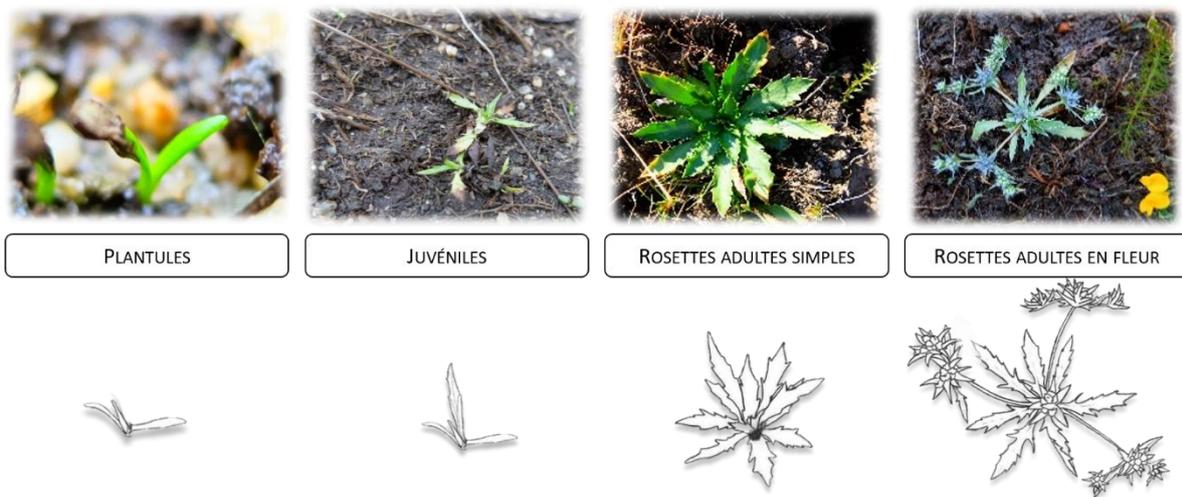


FIGURE 13. Quatre principaux stades phénologiques d'*Eryngium viviparum* sur lesquels se basent les suivis démographiques.

## RÉSULTATS

Dans un premier temps, les suivis démographiques ont permis de montrer **une population globalement stable sur le long terme**, qui oscille autour de 5000 individus (FIGURE 14). La démographie d'*Eryngium viviparum* s'est révélée **particulièrement sensible aux variations écologiques** (FIGURE 15). Les chutes d'effectifs sont en effet apparues liées aux années où les températures étaient les plus élevées pendant l'été, mais surtout celles où l'inondation du site a été trop tardive (après décembre), exposant les individus aux températures froides et au gel.

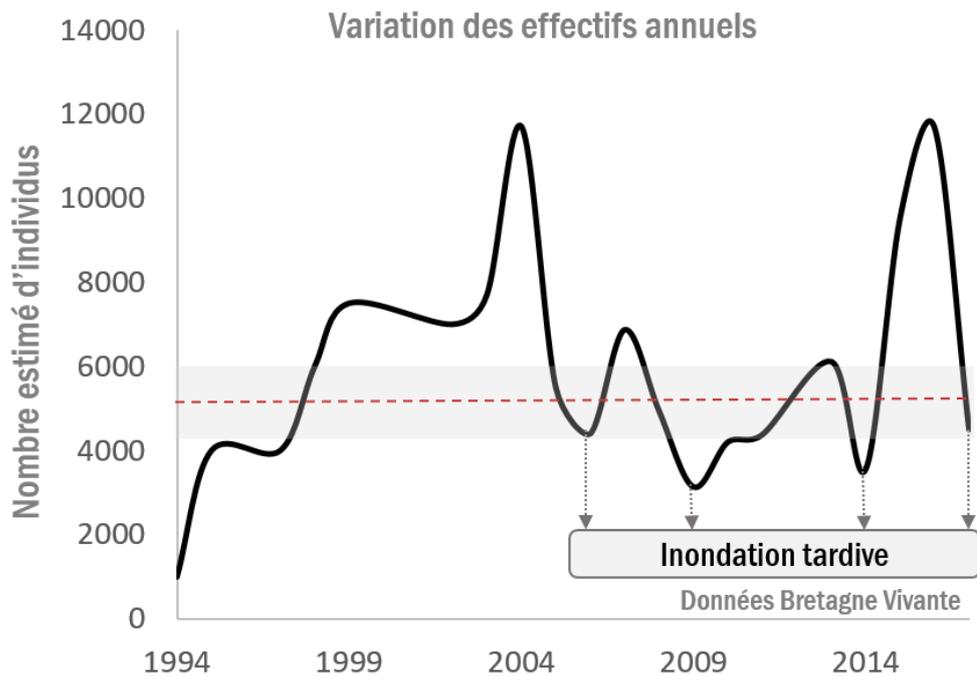


FIGURE 14. Évolution des effectifs annuels d'*Eryngium viviparum* aux Quatre chemins d'après les comptages réalisés par Bretagne Vivante.

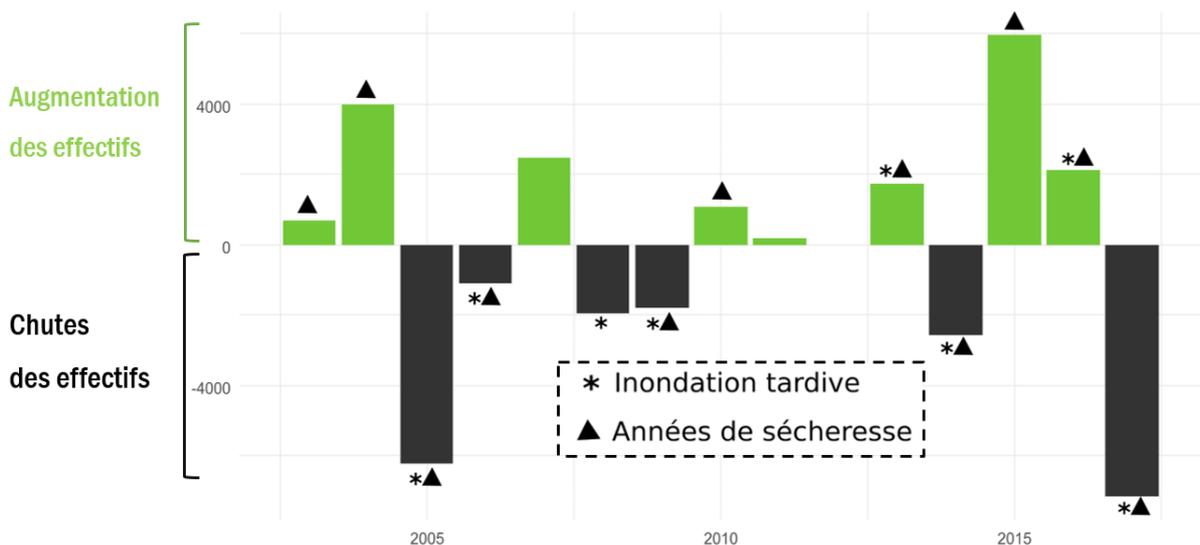


FIGURE 15. Variation des effectifs annuels depuis 2003 en fonction des variables climatiques. Les années de sécheresse correspondent aux années dont les températures maximales pour les mois les plus chauds (juin-août) dépassent la moyenne des 30 dernières années (source Météo France).

À plus fine échelle, les taux de survie des individus sont apparus plus faibles lorsque le recouvrement par la végétation dépasse 75% (FIGURE 16). Ce seuil est atteint pour les niveaux topographiques les plus bas et dans l'espace non pâturé depuis 2014. **Le taux de croissance de la population apparaît donc plus important grâce au pâturage** pour les deux années de suivi, et confirme l'importance du pâturage pour le maintien d'espaces ouverts, favorables à la colonisation d'*Eryngium viviparum*. Cependant **le pâturage impacte aussi la fécondité**, en réduisant le nombre d'inflorescences atteignant la maturité, et donc le nombre de plantules (FIGURE 17). Cette diminution affecte peu le taux de croissance de la population, mais pourrait réduire la diversité génétique sur le long terme.

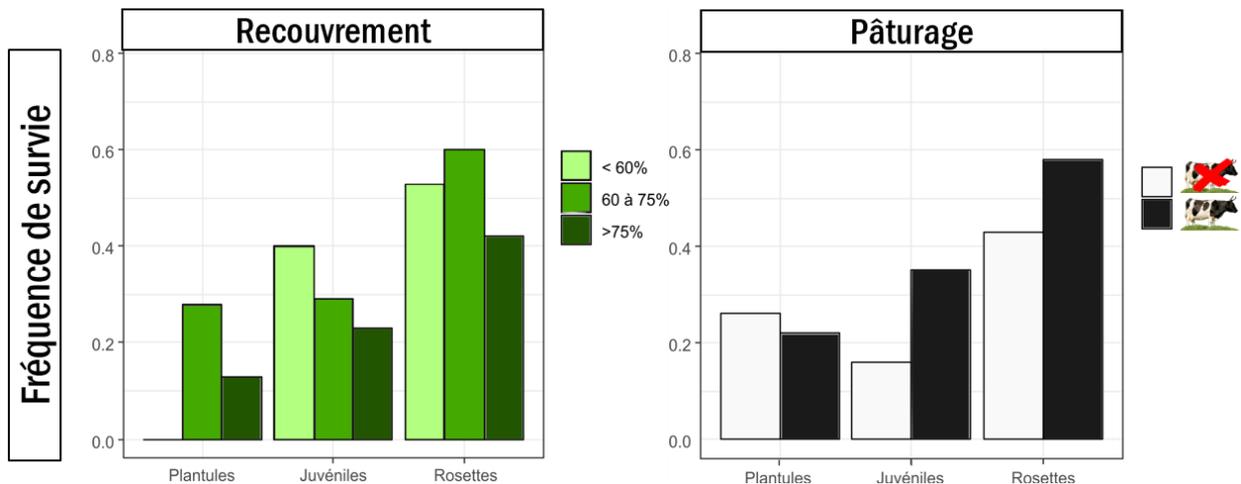


FIGURE 16. Survie d'*Eryngium viviparum* par stades phénologiques en fonction du pourcentage de recouvrement et du pâturage.

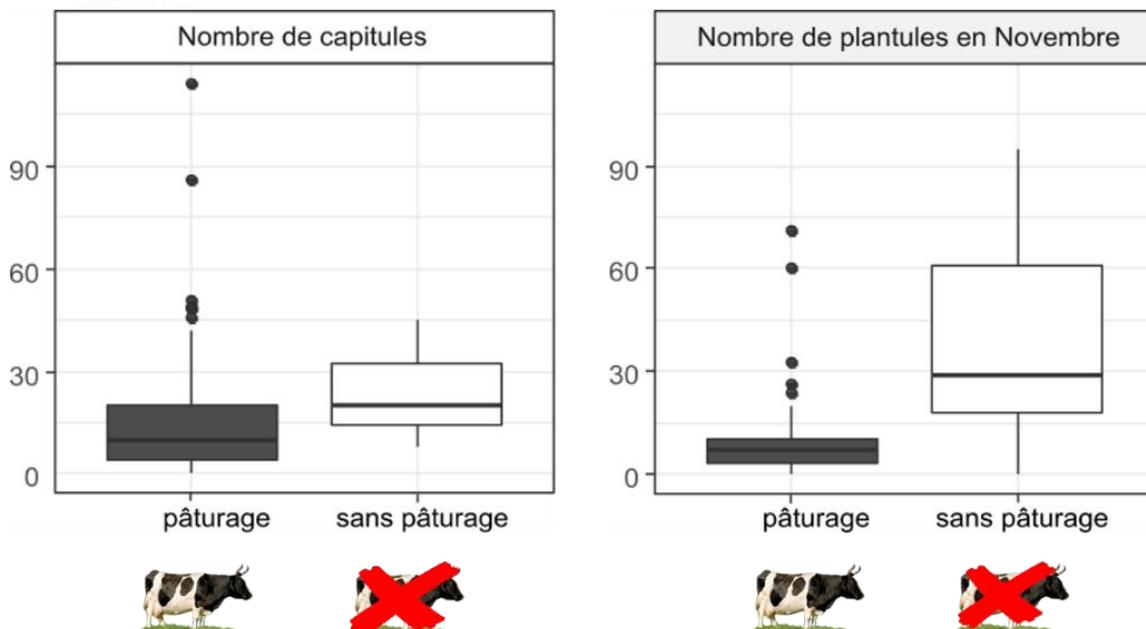


FIGURE 17. Effet du pâturage sur le nombre de capitules développés pendant l'été et sur le nombre de plantules apparaissant en Novembre.

## B- Caractérisation de la structure génétique de la population d'*Eryngium viviparum* aux Quatre chemins et mesure de la distance génétique entre populations

### MÉTHODES

Des feuilles d'*Eryngium viviparum* ont été échantillonnées au sein de 11 populations, incluant celle des Quatre chemins, pour en extraire l'ADN. Le génotype de chaque individu a ensuite pu être caractérisé à l'aide de 7 marqueurs microsatellites, spécifiquement développés pour *E. viviparum*. À l'aide de plusieurs logiciels spécifiques (Genepop, Genetix...), la lecture des génotypes permet d'évaluer plusieurs paramètres génétiques au sein des populations, telle que le niveau de diversité ou le degré de consanguinité, ainsi que de mesurer la distance génétique entre populations.

### RÉSULTATS

#### Diversité génétique

Comme attendu, la **population française d'*Eryngium viviparum* possède une très faible diversité génétique** comparé aux autres populations échantillonnées (FIGURE 18). Elle présente également un déficit en hétérozygotes important, ce qui suggère un **degré de consanguinité élevé**. Souvent, la petite taille des populations est considérée comme le principal facteur de diminution de la diversité génétique. Or la population des Quatre chemins possède des effectifs moyens en la comparant aux populations ibériques (FIGURE 19). La plus petite des populations d'*E. viviparum* échantillonnée (< 500 individus), située dans un contexte moins isolé, possède aussi une faible diversité génétique. La faible diversité observée aux Quatre chemins semble donc être liée à l'isolement de la population.

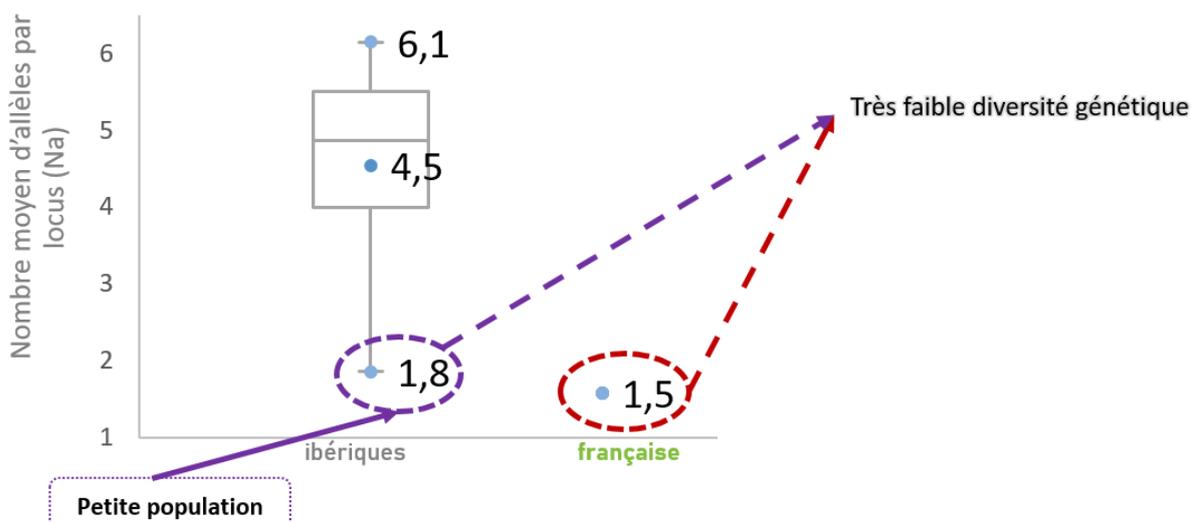


FIGURE 18. Niveau de diversité génétique, en nombre moyen d'allèle par locus, de la population d'*Eryngium viviparum* aux Quatre chemins comparé à celui de plusieurs populations ibériques.

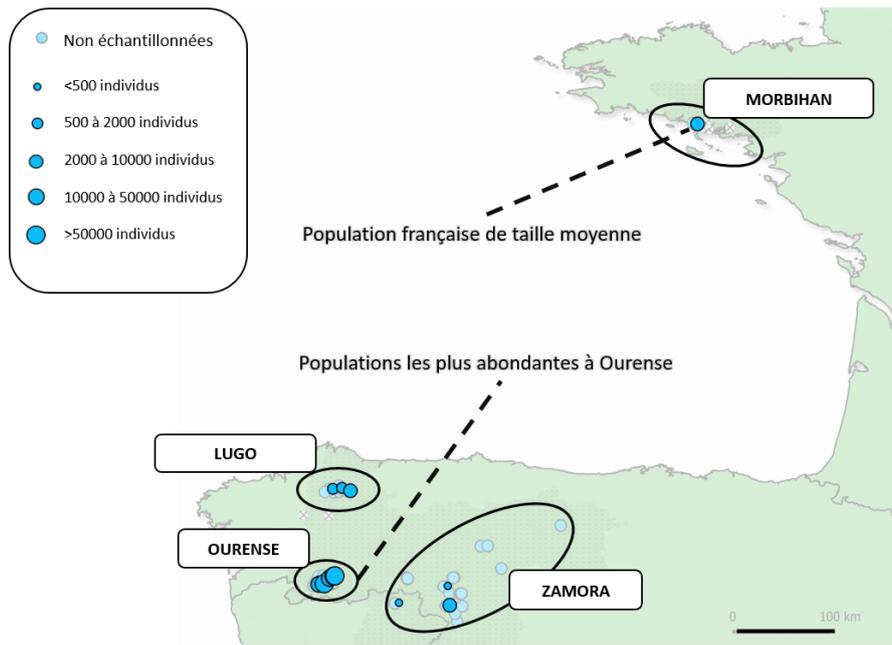


FIGURE 19. Taille estimée des populations d'*Eryngium viviparum* étudiées.

### Distance génétique entre populations

Les résultats obtenus montrent une distance génétique globalement élevée entre chaque populations d'*Eryngium viviparum*, et qui augmente avec la distance géographique (FIGURE 20). **La population des Quatre chemins apparaît par conséquent très éloignée de toutes les autres populations du point de vue génétique. Pourtant aucun allèle spécifique, avec les marqueurs microsatellites, n'a été observé dans la population** contrairement aux populations ibériques.

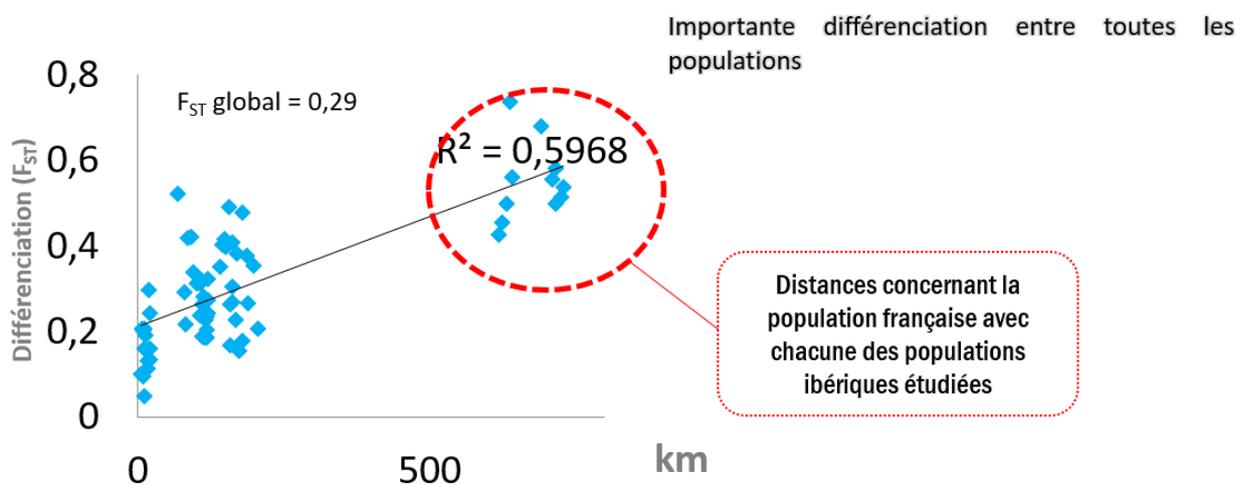


FIGURE 20. Évaluation de la distance génétique entre populations à l'aide de l'indice  $F_{ST}$ . Chaque point correspond à une valeur de distance entre deux populations.

## C- Résultats clés : structure génétique et démographie d'*Eryngium viviparum*

- Selon les paramètres étudiés, la population des Quatre chemins de Belz apparaît stable, mais elle se révèle sensible aux extrêmes climatiques (gel, températures plus élevées que la moyenne).
- La survie des individus s'est également montré dépendante du pâturage et confirme son importance pour le maintien d'*Eryngium viviparum* aux Quatre chemins. Cependant le pâturage affecte l'efficacité de la reproduction en diminuant le nombre de capitules qui atteignent la maturité et, par conséquent, le nombre de plantules issues de graines.
- La population possède une très faible diversité génétique, potentiellement lié à son isolement.
- La population des Quatre chemins apparaît éloignée de toutes les autres populations, ce qui s'explique notamment par son absence de spécificité à l'inverse des populations présentes en Péninsule ibérique.

### 3. Expérimentations de réintroduction

En appui à la fiche  
n°7 du PNA

#### A- Test de réintroduction d'*Eryngium viviparum*

##### **Problématique**

L'existence d'une seule population d'*Eryngium viviparum* est actuellement la principale problématique pour son maintien sur le long terme dans le Morbihan. En effet, malgré une gestion et un suivi attentifs, menés depuis près de 30 ans, la dernière population morbihannaise d'*E. viviparum* apparaît particulièrement exposée au risque d'extinction. La restauration d'un réseau de populations interconnectées est donc rapidement apparue indispensable pour assurer durablement sa conservation.

Dans cet objectif, un premier programme visant au rétablissement des populations éteintes d'*Eryngium viviparum* avait été mis en place en 2007 dans le cadre d'un contrat Nature (Perrin & Magnanon, 2007). Basé sur une sélection de sites considérés toujours favorables à l'espèce (car abritant des pelouses humides oligotrophes), une réhabilitation par étrépage et fauche avait été réalisée dans l'espoir de rétablir les conditions favorables pour une réapparition spontanée d'*E. viviparum* à travers l'expression de la banque de graines. L'espèce n'est réapparue sur aucun des sites restaurés, mais une végétation proche de celle où *Eryngium viviparum* est ou a été cité, a pu s'installer grâce à la réouverture du milieu (Hardegen *et al.*, 2011 ; Glemarec *et al.*, 2017). Les sites restaurés sont depuis régulièrement suivis et plusieurs ont conservé leur potentialité d'accueil pour *E. viviparum*. Dans ce contexte, la mise en œuvre d'un programme de réintroduction a été envisagée comme dernier recours, dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur du Panicaut vivipare (Magnanon *et al.*, 2013).

##### **Objectifs**

Avant le lancement des opérations de réintroduction plusieurs interrogations sont apparues, notamment concernant le choix des sites pour la réintroduction, de la source génétique à mobiliser (population bretonne ou populations ibériques) et du stade de développement des individus d'*Eryngium viviparum* à réintroduire (graines, rosettes adultes, rosettes adventives). **Une approche expérimentale préalable a par conséquent été proposée dans le cadre de la thèse, avec l'objectif de tester la faisabilité des réintroductions et leurs modalités** sur plusieurs sites restaurés en 2007.

**Réintroduire *Eryngium viviparum* en Bretagne :**

**Où ?**

*Choix des sites*

**Quoi ?**

*Stade de développement*

*Patrimoine génétique*

**Comment ?**

*Modalités techniques*

*Modalités écologiques*

**Quand ?**

*Période la plus favorable*

***Les questions à se poser...***

## MÉTHODES

Les expérimentations de réintroduction ont été réalisées au sein de quatre sites (FIGURE 21), choisis d'après les critères suivants :

- ils appartiennent à la distribution historique d'*Eryngium viviparum* dans le Morbihan et ont fait l'objet de travaux de restauration dans le cadre du contrat Nature.
- ils présentent actuellement des conditions écologiques supposées favorables pour *Eryngium viviparum* (sol, végétation, système d'inondation temporaire).
- leur statut et la bonne volonté des propriétaires et des gestionnaires, permet d'envisager la mise en place d'une gestion et la surveillance des populations réintroduites.

Compte tenu de la disponibilité limitée du matériel végétal et afin de tester plusieurs modalités de réintroduction, les expérimentations ont été réalisées en deux phases : les premières transplantations expérimentales ont été réalisées à partir de l'automne 2015, puis du printemps 2016, sur les sites de Lann Cosquer à Plouharnel, et de Toul Chignan à Carnac. Elles ont été poursuivies sur Saint-Laurent à Ploemel et Kercadoret à Locmariaquer à partir de l'automne 2016

Les expérimentations de réintroduction ont permis de tester l'effet du site, du niveau microtopographique, de la saison d'implantation et du stade de développement des individus réintroduits sur leur survie et leur reproduction jusqu'à l'automne 2017.

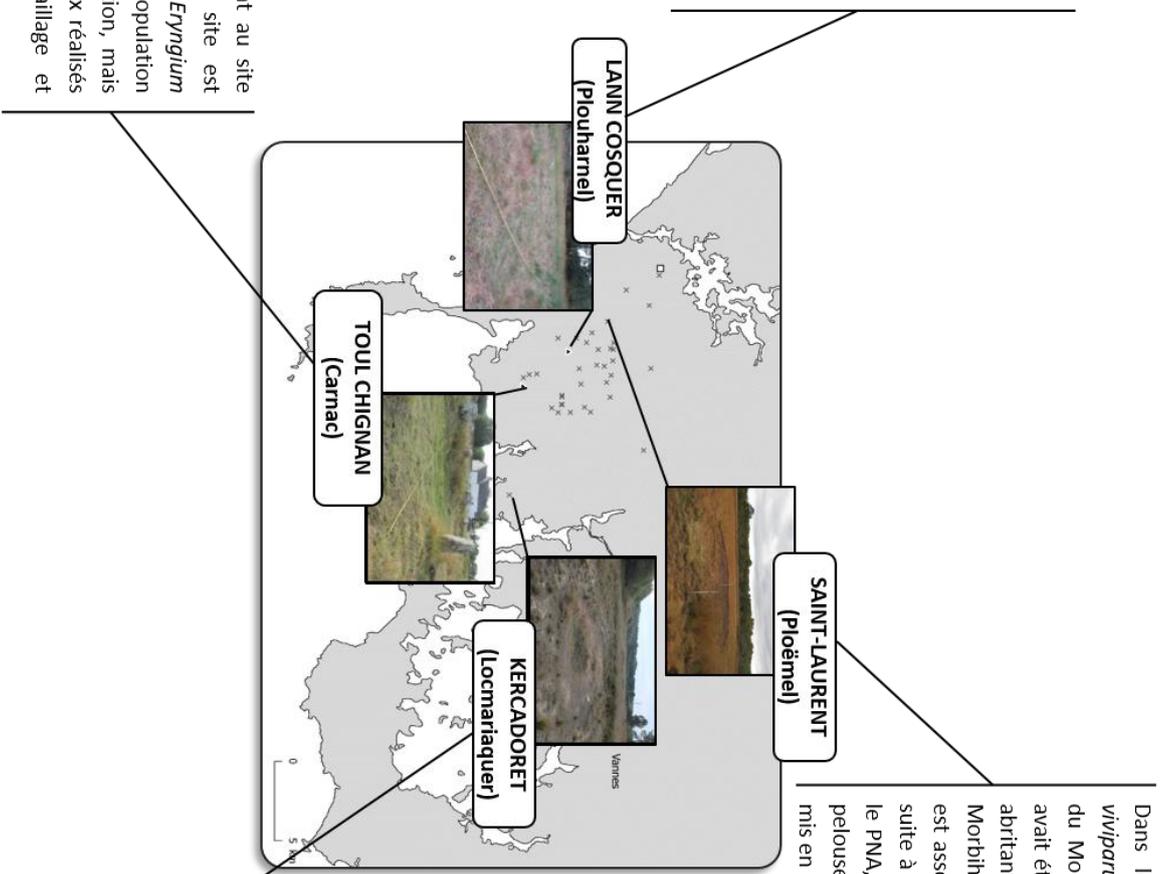
Sur chacun des sites, les individus d'*Eryngium viviparum* ont été transplantés par quadrats, subdivisés en quatre, croisant le type de matériel réintroduit et la période de transplantation (FIGURE 22). Une première phase d'implantation a été réalisée en automne, avec l'introduction de graines et de rosettes, puis de même au printemps, après l'exondation des sites. Un étrépage superficiel du sol (5cm) a été réalisé pour faciliter les transplantations et limiter la compétition interspécifique pour les premiers mois d'expérimentations. Les quadrats ont été distribués selon trois niveaux pour tester l'effet de la microtopographie sur la reprise de la végétation et sur la survie des individus (FIGURE 23). Ces expérimentations ont bénéficié de l'intervention de nombreux partenaires du PNA pour la préparation du sol, ainsi que pour la transplantation d'un total de 1600 rosettes adventives et de 2500 graines pour l'ensemble des sites.



*Par précaution, seuls des individus originaires de la population des Quatre chemins ont été utilisés pour ces expérimentations. Des rosettes pseudo-vivipares et des graines, originaires de la culture ex-situ de CBN de Brest ont été prélevées en automne. Les rosettes développent rapidement leurs racines en étant simplement conservées dans de l'eau, ce qui évite un stress lors des transplantations. Les individus transplantés au printemps ont été conservés en serre pendant l'hiver, dans des pots contenant un mélange de pierre-ponce et d'argile. Lors des transplantations, ils ont été déterrés, et leurs racines nettoyées, pour éviter le transfert de sol et d'éventuels contaminants. Des rosettes issues de culture in vitro, en collection à l'UBO (EA 7462) ont été transplantées en complément sur un des sites (Kercadoret).*

Ce site est un espace naturel sensible (ENS) du Département du Morbihan, acquis dans un objectif de conservation à long terme d'*Eryngium viviparum*. L'espèce y a été observée pour la dernière fois en 1985 (Magnanon *et al.*, 2013). L'abandon de l'exploitation présente sur le site avait occasionné une fermeture progressive par *Molinia caerulea*, jusqu'aux travaux d'abattage de ligneux, de fauche et de décapages menés en 2007, et qui ont permis la réouverture du milieu et la réinstallation d'une végétation potentiellement favorable (Hardegen, 2011).

Ce site est une propriété de l'État, appartenant au site mégalithique des alignements de Carnac. Le site est caractérisé par la présence de deux mares où *Eryngium viviparum* avait été observée jusqu'en 1946. La population avait disparu suite à la fermeture de la végétation, mais l'habitat favorable est réapparu suite aux travaux réalisés dans le cadre du contrat Nature (débroussaillage et étrepages manuels).



Dans le but d'y restaurer une population d'*Eryngium viviparum*, ce site a été acquis par la conseil départemental du Morbihan, et classé Espace Naturel Sensible (ENS). Il avait été mentionné, dans les années 1980, comme le site abritant la population la plus abondante de l'espèce dans le Morbihan jusqu'au début des années 1990. Sa disparition est associée à la fermeture du milieu par *Molinia caerulea* suite à l'abandon du pâturage. Depuis le contrat Nature et le PNA, le site a fait l'objet de travaux de restauration des pelouses oligotrophes. Un pâturage estival a ensuite été mis en place en 2015.

Ce site est une propriété privée sous convention avec les CBN de Brest, l'association Bretagne Vivante et l'exploitant agricole. Il se caractérise par la présence de deux mares restaurées en 2007, avec la constitution de paliers et de topographiques marqués en bordure. La présence historique d'*Eryngium viviparum* au sein du site n'a pas été citée, mais l'espèce avait été observée en 1948, à proximité immédiate, dans un site intégralement détruit. Il convient donc pour cette station d'évoquer une expérimentation d'introduction plutôt que de réintroduction. Depuis les travaux de restauration réalisés dans le cadre du Contrat Nature, les mares ont été peu à peu recolonisées par la végétation.

**FIGURE 21. Localisation des sites d'expérimentations de réintroduction d'*Eryngium viviparum* dans le Morbihan**

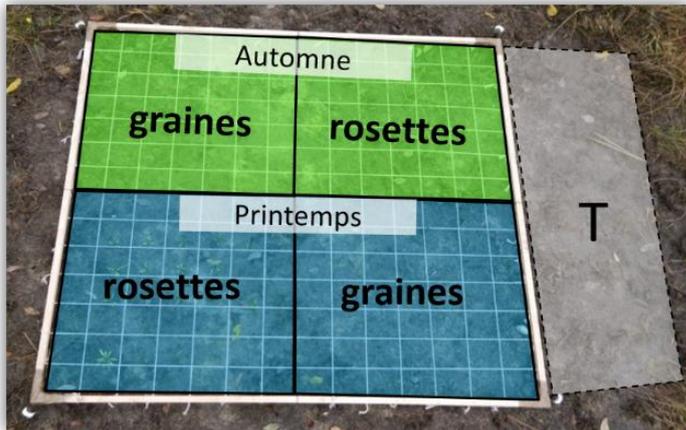


FIGURE 22. Quadrat de 1\*1m subdivisé en quatre modalités croisant la période de transplantation et le stade des individus transplantés.

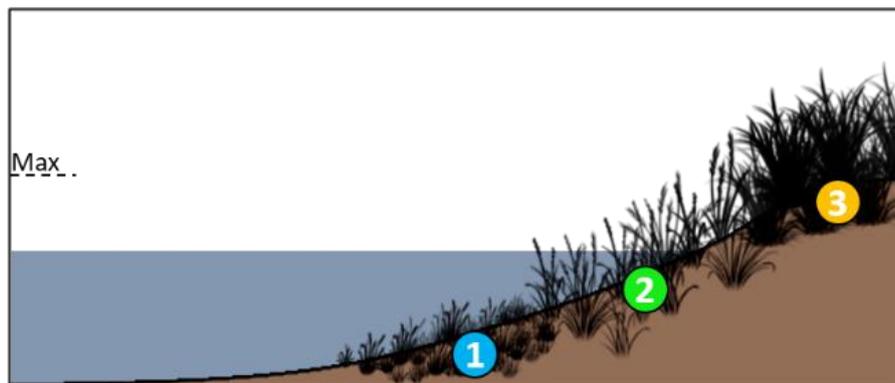


FIGURE 23. Trois niveaux microtopographiques testés lors des expérimentations.

## RÉSULTATS

### Type de matériel

Seulement 2 à 10 % de graines semées ont germé sur l'ensemble des sites durant toute la durée des expérimentations, suggérant que **la réintroduction par semis est peu efficace** pour *Eryngium viviparum*. À l'inverse, **les rosettes transplantées ont montré une bonne capacité d'acclimatation** sur les sites, au cours des premières semaines après leur transplantation, avec moins de 10% de mortalité par quadrat.

### Différence entre les sites

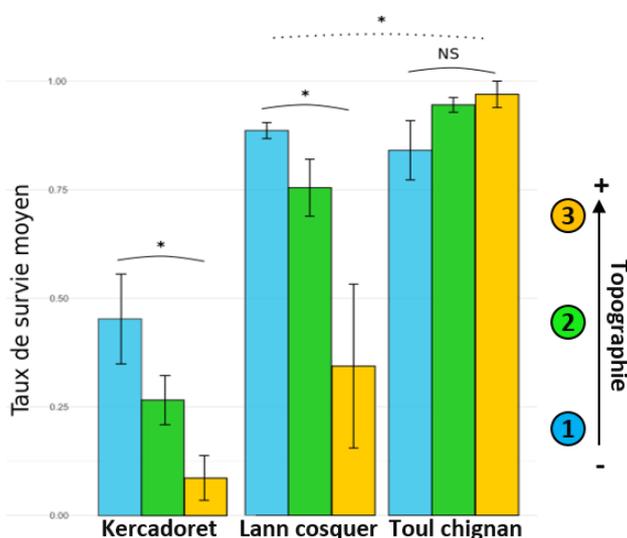
Après un suivi d'au moins un an, **une différence du taux de survie des rosettes a été constaté entre les sites expérimentaux**. Par exemple à Lann cosquer, seules 5% des rosettes transplantées ont survécu l'année suivant leur implantation, tandis que les sites de Saint-Laurent et Toul Chignan montrent des taux de survie supérieurs à 70% (TABLEAU 3). Des facteurs propres aux sites et non étudiés semblent donc agir sur le maintien d'*Eryngium viviparum*, mais sont difficiles à identifier. Ce problème est souvent mentionné dans le cadre d'expérimentations de réintroduction (Godefroid *et al.*, 2011).

**TABLEAU 3. Taux de survie par site un an après les transplantations.**

				
	LANN COSQUER	TOUL CHIGNAN	KERCADORET	SAINT-LAURENT
Rosettes transplantées	468	390	440	320
Date d'implantation	Aut2015 Print2016	Aut2015 Print2016	Aut2016 Print2017	Aut2016 Print2017
Survie	5%	80%	25%	70%
Effectifs octobre 2017	249	1443	689	1277

### Période d'implantation et facteurs écologiques testés

À l'échelle des sites, la saison d'implantation ou la culture d'origine des rosettes (culture *ex situ* ou culture *in vitro*) ne sont pas apparus comme des facteurs déterminants sur la survie des rosettes transplantées. Par contre **une différence de survie a été observée en fonction du niveau microtopographique**. Cette observation rejoint celle réalisée aux Quatre chemins, où l'espèce présente une distribution influencée par le relief. Dans le cadre des expérimentations de réintroduction, une **meilleure survie a été notée pour les niveaux les plus bas** (niveaux 1 et 2, FIGURE 24). Pour les niveaux les plus élevés (niveau 3), la reprise de végétation est plus rapide et plus dense, ce qui affecte la survie des individus transplantés d'*Eryngium viviparum*. Ces résultats confirment donc une affinité plus forte d'*E. viviparum* pour les niveaux topographiques habituellement caractérisés par des pelouses amphibies annuelles ou vivaces (espèces de la classe des *Isoeto durieui - Juncetea bufonii* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946 et des *Littorelletea uniflorae* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946) telles que *Galium debile*, *Baldellia ranunculoides*, ou *Eleocharis multicaulis* (Magnanon *et al.*, 2013).



**FIGURE 24. Effet du niveau topographique sur la survie**

### Évolution des effectifs

En plus de la survie des individus, le taux de reproduction des individus, est considéré comme un bon indicateur pour évaluer le succès des transplantations, permettant notamment l'installation d'une nouvelle génération (Pavlik, 1996). Sur l'ensemble des sites expérimentaux, **entre 40 et 80% d'individus en fleur** ont été observés l'été suivant les transplantations, ce qui est nettement

supérieur au taux de floraison observé aux Quatre chemins, évalué à entre 30 à 40% au cours des années 2016 et 2017.

Cet important taux de floraison a permis la production de nombreuses graines qui, combiné à la reproduction clonale de l'espèce, a permis la **croissance des effectifs au sein de chaque site**. Par exemple, pour le site de Toul chignan, où les taux de survie étaient les plus importants, les effectifs ont augmenté de 390 rosettes transplantées en 2015/2016 jusqu'à 1443 individus totaux (rosettes et plantules) en octobre 2017.

## B- Résultats clés : expérimentations de réintroduction

- La transplantation des rosettes s'est montrée efficace, à l'inverse des semis, et est donc à privilégier pour la réintroduction d'*Eryngium viviparum*.
- Le succès des expérimentations est apparu variable entre les sites. Certains sites présentent des taux de survie importants et d'autres très faibles, les raisons de cette différence sont difficiles à établir.
- La microtopographie s'est avérée être un facteur important agissant sur la survie des individus transplantés, avec une meilleure survie pour les niveaux les plus bas.
- La saison d'implantation (automne ou printemps) n'a pas influencée la survie des individus transplantés.
- Globalement, les résultats des expérimentations sont très positifs considérant les taux de survie et la croissance des populations expérimentales pour les années suivant leur installation. Il est important de poursuivre les suivis de ces populations et de mettre en place une gestion adaptée sur les sites concernés.

## 4. RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE SUIVI ET DE CONSERVATION

### A- À l'échelle de la dernière population naturelle en France

Actuellement, la principale menace pour la conservation d'*Eryngium viviparum* en France est son isolement géographique. Celui-ci est responsable d'une très faible diversité génétique, peu encourageante pour le maintien de la population sur le long terme. Cependant, les effectifs de la dernière population d'*E. viviparum* en France apparaissent stables, bien que sensibles aux changements environnementaux et à la concurrence végétale. Ces observations confirment l'importance de poursuivre une gestion active sur le site des Quatre chemins, notamment à travers l'application d'un pâturage pour limiter la concurrence végétale et favoriser la croissance démographique. Celui-ci s'est en effet montré favorable pour la survie des individus, mais une prédation des fleurs a été observée, diminuant le nombre de plantules issues de graines.

Cette observation suggère que pour être optimales, les modalités du pâturage peuvent être adaptées, afin de contrôler le développement de la végétation, tout en permettant à la plante de réaliser son cycle de reproduction. Favoriser la production des graines est notamment très pertinent pour maintenir le niveau de diversité génétique au sein d'une population (Oostermeijer *et al.*, 1994 ; Bühler & Schmid, 2001 ; Picó *et al.*, 2009). Dans cet objectif, appliquer le pâturage une année sur deux pour l'ensemble du site, ou de manière rotative par secteurs, peut par exemple être envisagé.

Un pâturage automnal, à la fin de la période de fructification, est une autre option, qui intégrerait en plus, la création de conditions favorables à l'implantation des graines, voire la possibilité de dispersion des graines par le piétinement avant leur germination (Magnanon & Guillevic, 2012). Le pâturage semble en effet favoriser la dispersion de l'espèce, même si à ce jour, aucune observation standardisée n'a permis d'appuyer cette hypothèse. Les processus liés à la dispersion de l'espèce restent encore à comprendre. Le rétablissement d'un pâturage par parcours, comme celui appliqué par l'agriculteur au cours des années 1980, pourrait permettre de répondre à ce questionnement, en testant l'éventuelle dispersion de l'espèce entre plusieurs zones favorables observées au sein des Landes du Bignac (Magnanon *et al.*, 2013). Cette option nécessiterait plus de moyens pour sa mise en œuvre, mais est évoquée dans le plan de gestion (Izard *et al.*, 2019).

### RECOMMANDATIONS CLÉS :

- POURSUIVRE LA GESTION MISE EN PLACE
- ADAPTER LES MODALITES DE PATURAGE POUR FAVORISER LA PRODUCTION DES GRAINES
- POURSUIVRE LES ACTIONS DE CONSERVATION
- POURSUIVRE LES SUIVIS DE LA POPULATION

## B- À l'échelle du Morbihan

La situation génétique critique de la dernière population française d'*Eryngium viviparum* encourage le rétablissement d'un réseau de populations, notamment pour pallier l'éventuelle disparition de l'espèce aux Quatre chemins. Pour cela la réintroduction, devenue une pratique courante en biologie de la conservation, reste particulièrement recommandée (Seddon, 2010 ; Godefroid *et al.*, 2011).

Les premières expérimentations de réintroduction ont permis de définir un ensemble de modalités pour maximiser l'efficacité des techniques de réintroduction pour *E. viviparum* et leur succès, au moins sur le court terme. Les quatre sites choisis pour leur habitat supposé favorable (Hardegen *et al.*, 2011 ; Glemarec, 2015) et d'après des critères fonciers (maîtrise de la gestion), ont globalement permis d'obtenir des conditions favorables à l'installation d'*E. viviparum*, à l'exception du site de Lann Cosquer à Plouharnel, dont le devenir inétroge (sous réserve de suivis ultérieurs).

D'après les critères définis par plusieurs chercheurs, le succès d'une réintroduction s'évalue par un bon taux de floraison et de fructification suivi par la croissance de la population réintroduite grâce à l'apparition d'une nouvelle génération (Bronfenbrenner, 1976 ; Menges, 2008 ; Godefroid *et al.*, 2011). Vis-à-vis de ces critères, les expérimentations de réintroduction pour *Eryngium viviparum* montrent des résultats très encourageants, et les populations expérimentales d'*E. viviparum* peuvent alors être considérées comme des populations en voie de stabilisation, en particulier à Toul Chignan et Saint-Laurent où les effectifs ont atteint plus de 1 000 individus (données 2017), soit 20% des effectifs évalués aux Quatre chemins. Pour le site de Kercadoret, un renforcement des individus réintroduits pourrait être envisagé en ciblant les niveaux topographiques identifiés comme favorables lors des expérimentations.

Les populations réintroduites doivent cependant être suivies sur encore 5 à 10 ans avant de pouvoir conclure du réel succès ou de l'échec de la réinstallation d'*Eryngium viviparum* sur les sites (Guerrant & Kaye, 2007). Certaines études ont en effet montré qu'une chute rapide des effectifs était possible après plusieurs années, même si les populations réintroduites montraient dans les premiers temps un taux de survie important (Drayton & Primack, 2012).

Une gestion visant à limiter la dynamique de végétation, sur les sites expérimentaux d'*Eryngium viviparum* qui n'en bénéficient pas encore doit également être envisagée rapidement pour limiter la dynamique de végétation.

Cependant, dans le cas d'*Eryngium viviparum*, la faible diversité génétique observée aux Quatre chemins amène à s'interroger sur la pertinence d'utiliser cette population pour la restauration des populations disparues. Si la population source est peu diversifiée, les possibilités d'adaptations dans un nouvel environnement et le potentiel évolutif de la population restaurée seront limités (Krauss *et al.*, 2002). Dans ce cas de figure, l'utilisation d'un mélange d'individus originaires de plusieurs populations a montré un meilleur succès chez plusieurs espèces végétales (Vergeer *et al.*, 2005 ; Godefroid *et al.*, 2011). Cependant, la dernière population d'*E. viviparum* en France a montré une importante différenciation génétique et écologique avec les populations ibériques. L'utilisation, pour les réintroductions, d'une source génétique trop éloignée pourrait exposer les futures générations au risque de dépression hybride (Montalvo *et al.*, 1997).

## RECOMMANDATIONS CLÉS :

- POURSUIVRE LES SUIVIS DES POPULATIONS INTRODUITES EXPERIMENTALEMENT
- METTRE EN PLACE UNE GESTION SUR LES SITES NOUVELLEMENT PORTEURS DE L'ESPECE
- S'INTERROGER SUR LA SOURCE GENETIQUE DU MATERIEL POUR D'EVENTUELS RENFORCEMENTS AU SEIN DES POPULATIONS REINTRODUITES OU DANS LE CAS D'UNE OPERATION DE REINTRODUCTION SUR UN ECHANTILLON PLUS LARGE DE SITES

## Bibliographie

- Bronfenbrenner U. 1976. The Experimental Ecology of Education. *Educational Researcher* 5(9), 5–15.
- Bühler C. & Schmid B. 2001. The influence of management regime and altitude on the population structure of *Succisa pratensis*: Implications for vegetation monitoring. *Journal of Applied Ecology* 38(4), 689–698.
- Buján M.I.R. & Real C. 2014. Morphometric characterization of *Eryngium viviparum* (Umbelliferae): Description of a new subspecies from the Iberian Peninsula. *Phytotaxa* 158(3), 245–254.
- Christensen N.L., Bartuska A.M., Brown J.H., Carpenter S., D'Antonio C., Francis R., Franklin J.F., MacMahon J.A., Noss R.F., Parsons D.J., Peterson C.H., Turner M.G. & Woodmansee R.G. 1996. The report of the ecological society of america committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* 6(3), 665–691.
- Clément B. & Touffet J. 1983. Des éléments de la classe des Littorelletea en Bretagne. *Coll. Phytosociol* 10, 295–317.
- Drayton B. & Primack R.B. 2012. Success rates for reintroductions of eight perennial plant species after 15 years. *Restoration Ecology* 20(3), 299–303.
- Ellstrand N.C. & Elam D.R. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24(1), 217–242.
- Elouard E., Guillevic Y., Magnanon S. & Montfort C. 2004. *Vers un programme international de conservation du Panicaut Vivipare ( Eryngium viviparum )*. *Compte-rendu de la visite des stations ibériques d' Eryngium viviparum*. Brest, 17p.
- Géhu J.M. & Bioret F. 1992. Étude synécologique et phytocoenotique des communautés à Salicornes des vases salées du littoral breton. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest. Numéro Spécial* 23, 347–419.
- Géhu J.M. & Magnanon S. 2008. Données archéophytosociologiques sur une station morbihannaise d'*Eryngium viviparum*. *Erica* 21, 31–34.
- Glemarec E., 2015 - Plan national d'actions en faveur du Panicaut vivipare (*Eryngium viviparum*). *Compte-rendu des visites de sites historiques de l' Eryngium viviparum dans le pays d'Auray*. Travail préalable à la constitution d'un réseau de sites refuge. Brest : Conservatoire botanique national de Brest. 49 p.
- Glemarec E., Magnanon S., Rasclé P., Ramil-Rego P., Rodríguez Guitián M.A., Ferreiro Da Costa J., Bioret F. & Gallet S. 2017. La phytosociologie, un outil d'aide à la conservation d'*Eryngium viviparum*, J.Gay. *Actes du colloque 'Vegetation and Nature conservation'*, 2016 Saint-Brieuc. Sous presse.
- Godefroid S., Piazza C., Rossi G., Buord S., Stevens A.D., Agurauja R., Cowell C., Weekley C.W., Vogg G., Iriondo J.M., Johnson I., Dixon B., Gordon D., Magnanon S., Valentin B., Bjureke K., Koopman R., Vicens M., Virevaire M. & Vanderborcht T. 2011. How successful are plant species reintroductions? *Biological Conservation* 144(2), 672–682.
- Guerrant E.O. & Kaye T.N. 2007. Reintroduction of rare and endangered plants: Common factors,

- questions and approaches. *Australian Journal of Botany* 55(3), 362–370.
- Hardegen M., Magnanon S., Ragot R. & Gautier C. 2011. *Conservation et restauration du panicaut vivipare (Eryngium viviparum) dans le Morbihan. Contrat nature 2007-2010 – Bilan des actions*. Conservatoire botanique national de Brest, Brest. 72p.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G. & Jarvis A. 2005. The WorldClim interpolated global terrestrial climate surfaces. <http://www.worldclim.org>.
- Izard C., Glemarec E., Bodin S., David J., Gélinaud G., Guillevic Y. & Rasclé P. 2018. *Plan de gestion des landes du Bignac et Quatre chemins*. 193p.
- Krauss S.L., Dixon B. & Dixon K.W. 2002. Rapid genetic decline in a translocated population of the endangered plant *Grevillea scapigera*. *Conservation Biology* 16(4), 986–994.
- Lande R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science* 241(4872), 1455–1460.
- Lowe A.J., Boshier D., Ward M., Bacles C.F.E. & Navarro C. 2005. Genetic resource impacts of habitat loss and degradation; reconciling empirical evidence and predicted theory for neotropical trees. *Heredity* 95(4), 255–273.
- Magnanon S. & Guillevic Y. 2012. *Eryngium viviparum* J.Gay en France : bilan et perspectives. *Bulletin de la société botanique du Centre-Ouest* 44, 3–42.
- Magnanon S., Hardegen M. & Guillevic Y. 2013. *Plan national d'actions en faveur du panicaut vivipare, Eryngium viviparum J. Gay. 2012-2017*. Paris, 92p.
- Menges E.S. 2008. Restoration demography and genetics of plants: When is a translocation successful? *Australian Journal of Botany* 56(3), 187–196.
- Montalvo A.M., Williams S.L., Rice K.J., Buchmann S.L., Cory C., Handel S.N., Nabhan G.P., Primack R. & Robichaux R.H. 1997. Restoration biology: A population biology perspective. *Restoration Ecology* 5(4), 277–290.
- Oostermeijer J.G.B., Oostermeijer J.G.B., Van't Veer R., Van't Veer R., Den Nijs J.C.M. & Den Nijs J.C.M. 1994. Population structure of the rare, long-lived perennial *Gentiana pneumonanthe* in relation to vegetation and management in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology* 428–438.
- Pavlik B.M., Nickrent D.L. & Howald A.M. 1993. The Recovery of an Endangered Plant. I. Creating a New Population of *Amsinckia grandiflora*. *Conservation Biology* 7(3), 510–526.
- Perrin G. & Magnanon S. 2007. *Conservation et restauration du Panicaut vivipare (Eryngium viviparum) dans le Morbihan - Contrat Nature 2007-2010 : bilan 2007*. Conservatoire botanique national de Brest, Brest. 176p.
- Peterson A. 2001. Endangered Species and Peripheral Populations: Cause for Reflection. *Endangered Species UPDATE* 18(2), 30–31.
- Picó F.X., Quintana-Ascencio P.F., Mildén M., Ehrlén J. & Pfingsten I. 2009. Modelling the effects of genetics and habitat on the demography of a grassland herb. *Basic and Applied Ecology* 10(2), 122–130.

- Pironon S., Papuga G., Vilellas J., Angert A.L., Garcia M.B. & Thompson J.D. 2016. Geographic variation in genetic and demographic performance: New insights from an old biogeographical paradigm. *Biological Reviews* 1879, 1877–1909.
- Reed D.H. & Frankham R. 2003. Correlation between fitness and genetic diversity. *Conservation Biology* 17(1), 230–237.
- Rodriguez-Oubiña J., Romera M.I. & Ortiz S. 1997. Communities of the class Littorelletea uniflorae in the northwest iberian Peninsula. *Acta Botanica Gallica* 144(1), 155–169.
- Seddon P.J. 2010. From Reintroduction to Assisted Colonization: Moving along the Conservation Translocation Spectrum. *Restoration Ecology* 18(6), 796–802.
- Soulé M.E. 1980. *Thresholds for survival: maintaining fitness and evolutionary potential*. In *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer Associates Inc., U.S. pp. 151-169.
- Soulé M.E. 1985. What is Conservation Biology? *BioScience* 35(11), 727-734.
- Vergeer P., Van Den Berg L.J.L., Roelofs J.G.M. & Ouborg N.J. 2005. Single-family versus multi-family introductions. *Plant Biology* 7(5), 509–515.
- Washitani I. 2001. Plant conservation ecology for management and restoration of riparian habitats of lowland Japan. *Population Ecology* 43(3), 189–195.

## Résumé

*Eryngium viviparum* J.Gay (Apiaceae) est une des espèce végétale les plus menacées d'Europe avec une distribution ibéro-armoricaine très fragmentée. En France, son statut de conservation est devenu particulièrement critique avec la disparition de la presque totalité de ses populations au cours des années 1980, à l'exception d'une seule, suite à la destruction de son habitat par les activités humaines.

Cette unique population fait depuis plusieurs années l'objet d'une conservation et d'une gestion attentives au sein d'une réserve protégée. Malgré ces actions, l'isolement de cette population soulève des interrogations quant à sa viabilité sur le long terme.

Pour répondre à ces interrogations, un programme de recherche a été établi, autour de trois axes :

- (1) L'étude de l'amplitude écologique de l'espèce, puis la caractérisation de ses préférences écologiques à fine échelle au sein de la dernière population française.
- (2) L'évaluation de la viabilité de la population isolée d'après ses paramètres démographiques, son niveau de diversité génétique et son degré de différenciation avec d'autres populations.
- (3) L'expérimentation des modalités de réintroduction en France.

Les résultats apportés par ce travail contribueront à définir les prochaines priorités en matière de gestion et de conservation pour assurer le maintien d'*Eryngium viviparum* sur le long terme en France.

**Mots-clés :** biologie de la conservation/ écologie / dynamique des populations / génétique des populations / restauration écologique

Conservatoire Botanique National



## Conservatoire botanique national de Brest

**Siège, service international,  
jardin, service éducatif,  
et antenne Bretagne**

52 allée du Bot  
29 200 BREST  
02 98 41 88 95  
cbn.brest@cbnbrest.com

**Antenne  
Normandie – Caen**

21 rue du Moulin au Roy  
14 000 CAEN  
02 31 96 77 56  
cbn.bassenormandie@cbnbrest.com

**Antenne  
Pays de la Loire**

28 bis rue Babonneau  
44 100 NANTES  
02 40 69 70 55  
cbn.paysdeloire@cbnbrest.com

web | [www.cbnbrest.fr](http://www.cbnbrest.fr)

Syndicat mixte qui regroupe Brest métropole,  
Conseil départemental du Finistère, Conseil régional de Bretagne  
et Université de Bretagne Occidentale.