

Fiche protocole de suivi transfrontalier de *Botrychium matricariifolium* - simplifié

	<i>Andorre</i>	<i>Catalogne sud</i>	<i>Pyénées-Orientales</i>
Statuts de protection	Non protégé	Decret 172/2008 (catàleg de la Flora amenaçada de Catalunya); Annex 1 (En perill d'extinció)	Arrêté du 20 janvier 1982 consolidé le 8 juin 2013 (liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire)
Vulnérabilité/ Responsabilité régionale		Llibre Vermell de la flora de Catalunya : CR (En perill crític)	- Livre rouge de la flore menacée en France métropolitaine (1995) : Tome 1 espèce prioritaire E (en péril) - Liste rouge de la flore vasculaire (2012) VU (Vulnerable) - Espèce déterminante ZNIEFF Languedoc-Roussillon

Contexte, état des populations et présentation de l'espèce

Répartition géographique

Botrychium matricariifolium est une petite fougère de la famille des *Ophioglossacées* à large répartition boréo-montagnarde (de l'Europe jusqu'en Russie occidentale et en Amérique du Nord). Il est présent dans les régions aux hivers froids, et limité aux montagnes dans les régions les plus au sud. Sa limite de répartition méridionale se trouve dans les populations des Pyrénées (versant nord et sud) et du massif du Montseny.

La plupart des sites documentés dans les Pyrénées se situent sur le territoire du projet transfrontalier. Deux autres sites sont connus dans le versant atlantique des Pyrénées centrales. Au delà des Pyrénées, et aussi dans la zone du projet, il est présent dans le massif du Montseny. Dans le cadre du projet, 10 sites sont inventoriés, la plupart ont été découverts les 15 dernières années.

Le tableau présente les sites dans l'espace transfrontalier catalan.

► *Tableau des sites connus dans l'espace transfrontalier catalan*

<i>Secteur</i>	<i>Localisation</i>	<i>Commune</i>	<i>Altitude (m)</i>	<i>Cens</i>	<i>Observations</i>
Catalogne sud	Massís de les Salines	Maçanet de Cabrenys	1045-1060	Uns 12 (2005)	Primera observació 1981. No retrobada en els darrers anys
	Massís del Montseny-Maçaners	Fogars de Montclús	1140	27 (2013)	Primera observació 2010
	Massís del Montseny-Santa Fe	Fogars de Montclús	1130	15 (2013)	Primera observació 2013
	Vall Ferrera-PN Alt Pirineu	Alins	1200	0 (2014)-1 (2013)	Primera observació 2010
	Vall de Boí-PN Aigüestortes	Barruera	1500	3 (2009)-10 (2012)	Primera observació 2007
Catalogne nord	Riutès-bac de Tremolet / Site Natura 2000 "Capcir-Carlit-Campcardos "	La Tor Querol	1350	5 (2014)-82 (2013)	Primera observació 1999
	Bosc de Fontpedrosa-la Mata / Site Natura 2000 "Massif du Puigmal-	Planès	1350-1400	?	Primera observació 1991

Carança"					
Vall de Noedes-1 (Camp del Bac)/ Site Natura 2000 "Madrès-Coronat"	Noedes	1140	0 (2014)-32 (2006)	Primera observació 2000	
Vall de Noedes-2 (Jaça Enterrada)/ Site Natura 2000 "Madrès-Coronat"	Noedes	1540	?	Primera observació 2000	
Vall del Llec - Site Natura 2000 "Canigou"	Estoer	1230	?		

Caractéristiques biologiques et écologiques de l'espèce

Botrychium matricariifolium est une plante herbacée de taille moyenne (3-20 cm) formée d'une seule fronde (l'équivalent de la feuille chez les ptéridophytes) composée de deux segments dimorphiques : l'un stérile (le limbe) ayant un aspect de feuille pinnée et l'autre reproducteur portant les sporanges.

Cette espèce – et en général celles du genre *Botrychium*- sont des plantes à cycle complexe, dont la majorité du temps est passé dans le sol (géophyte) entraînant ainsi une détectabilité incertaine à la surface du sol. Comme toutes les fougères, elle présente deux phases vitales, desquelles seulement une (le sporophyte), est facilement visible en surface et correspond à celle permettant d'identifier l'espèce. L'autre phase, le gamétophyte, est de taille très petite et vie enterré dans le sol. Le sporophyte passe également la majeure partie de sa vie en souterrain, pouvant même aller jusqu'à une dizaine d'années, pendant laquelle il est probable qu'il n'apparaisse en surface que pendant 2 ou 3 ans. Ce sporophyte produit des spores qui eux-mêmes deviendront des gamétophytes et ces mêmes spores peuvent restés en dormance dans le sol pendant plusieurs années.

C'est ainsi qu'une plante ayant un mode de vie majoritairement souterrain, ne puisse être aperçu que pendant de courtes périodes lorsque le sporophyte génère des structures aériennes. Il est donc habituel que les populations de *Botrychium* montrent des variations inter-annuelles importantes dans le nombre de sporophytes visibles en surface. Cela n'indique pas nécessairement qu'il y ait des variations importantes dans le nombre d'individus existants car il peut y avoir un nombre important de sporophytes et de gamétophytes dans le sol. Les variations intra-populationnelles peuvent donc être conditionnées par des facteurs environnementaux (météo, conditions du sol, lumière...) comme elles peuvent aussi être liées à la dynamique endogène de l'espèce.

De plus, dans ses longues parties souterraines, *B.*



Botrychium matricariifolium, Alain Mangeot, RNN Nohèdes.

matricariifolium vit en symbiose micorhizienne avec un champignon. La dépendance entre la fougère et le champignon n'est pas bien connue, mais elle est probablement en constant changement au cours du temps, et à minima, quand le sporophyte est au stade adulte. De toute manière son caractère de plante micorhizienne est déterminant pour la localisation spatiale des noyaux, qui ne dépend pas tellement du macrohabitat dans lesquels on les retrouve (les macrohabitats potentiellement favorables sont assez disponibles) mais plutôt de la possibilité d'établir des mycorhizes (qui souvent est liée au hasard).

Si on considère l'ensemble de son aire de répartition, *B. matricariifolium* possède une écologie stricte et assez généraliste en lien avec les conditions disponibles de sols acides; telles qu'on les retrouve dans les boisements, landes, prairies ou talus de bords de chemin. Dans les Pyrénées, les habitats de référence sont le plus souvent des boisements mixtes à dominante d'arbres à feuilles caduques (surtout à *Fraxinus excelsior*), plutôt frais et relativement humides, peu denses et se trouvant à l'étage montagnard (1000-1500 m).

Contexte

Au début des années 90, des études ont été menées sur les communautés végétales et la démographie des populations de *Botrychium matricariifolium* au centre et à l'Est de la France (Muller 1991, 1993). Lors de ces suivis, il a été observé que la sortie des frondes était liée au printemps peu pluvieux (Muller, 1992) mais ces résultats restent très limités à ce secteur géographique. Par contre les travaux réalisés en Amérique du Nord sur des espèces du genre *Botrychium* ayant une écologie similaire, apportent davantage d'informations sur leur longévité, durée de leurs cycles vitaux, et influences de facteurs environnementaux. Cependant il faut toujours les prendre avec précaution et de manière orientative car chaque espèce possède ses caractéristiques propres.

Objectifs

Les objectifs du suivi se distinguent par deux phases :

Etude de base:

- Caractériser l'habitat
- Délimiter et cartographier l'aire de présence
- Faire un recensement initial des sporophytes

Suivi annuel:

- Évaluer les changements inter-annuels de la partie visible de la population (sporophytes avec structures aériennes)

- Mettre en relation, si possible, ces changements avec les facteurs climatologiques (pluviométrie, température, sols).
- Évaluer l'incidence des facteurs de perturbation ponctuels
- Obtenir des informations sur l'écologie de l'espèce, afin de connaître les paramètres influençant la dynamique des populations

Organisme coordinateur du programme

Fédération des réserves naturelles catalanes (FRNC)

Maître(s) d'ouvrage

Catalogne Sud:

- Botaniste professionnel (prestataire) et bénévoles

Catalogne Nord :

- FRNC

- PNR des Pyrénées catalanes, ONF (forêts domaniales), Association Charles Flahault et bénévoles

PROTOCOLE et paramètres à relever

Méthodologie

Différentes options de suivi sont considérées à l'égard des différentes typologies de *Botrychium matricariifolium* dans les Pyrénées. Chaque équipe pourra choisir le suivi en fonction de ses moyens et des caractéristiques de la population à contrôler.

Dans le suivi stricte, deux options sont proposées un suivi commun pour toutes les populations et un suivi élargir, qui peut être appliqué optionnellement dans les sites où les équipes aient les moyens pour assurer sa continuité. Les deux options sont décrites dans le point 2.

En ce qui concerne les caractéristiques des populations, un suivi complet des petites populations et un suivi partiel des grandes est proposé :

- **Petites populations** : une population petite est celle qui a une quantité réduite de frondes (moins de 50 et normalement assez moins) et dans laquelle les frondes sont proches entre elles (quelques mètres carrés ou quelques dizaines de mètres). L'étude de base et les suivis postérieurs (basique et/ou élargi) doivent être appliqués à toute la population. Si la plupart de la population est concentrée dans quelques mètres carrés et quelques frondes (moins du 10%) se retrouvent très éloignées de ce noyau central, elles pourront être omises du suivi.
- **Grandes populations** : une grande population est celle qui a une quantité importante de frondes (normalement plus de 50) et ces frondes sont très éloignées entre elles, elles forment des noyaux dispersés dans une surface de dizaines ou centaines de mètres carrés. L'étude de base et les suivis postérieurs (basiques ou élargis) doivent être appliqués à un échantillon de la population. Cet échantillon sera défini par l'équipe chargée du suivi, à partir de ses connaissances de la population. Dans tout le cas cet échantillon devra respecter trois conditions : 1) A minima une parcelle devrait être installée dans la partie centrale de la population où la densité relative des frondes soit plus haute. 2) la

parcelle ou parcelles de suivi devront inclure au moins le 30 % de la population documentée. 3) Le périmètre de la parcelle ou parcelles de suivi devront inclure les points où la présence de l'espèce est connue ainsi que une zone périphérique où l'espèce n'est pas encore présente, dans le but de détecter possibles changements en la localisation ou expansions périphériques ; Ces zones périphériques doivent constituer le 50 % des parcelles de suivi. Si dans un site plus d'une parcelle est suivie, les parcelles additionnels devront être représentatives des différents typologies des noyaux de population de ce site. De préférence les parcelles additionnels doivent inclure noyaux de basse densité de frondes ou en situation périphérique de cette population.

1) Étude de base

a) Délimitation de l'aire de présence

Une prospection sera faite dans la zone où la présence de *Botrychium* est documentée et dans un rayon de 50 à 300m (en fonction des caractéristiques du site et du critère de l'équipe de suivi). Le suivi nécessite deux passages : le premier entre le 10 et le 20 juin et le deuxième entre le 10 et le 20 juillet. Ainsi on accroît la chance de repérer la plupart des sporophytes de l'année.

La localisation de chaque sporophyte trouvé sera géo-référencée avec le GPS et pointée sur un orthophoto. Des photographies de référence seront prises. Cette information permettra de mieux repérer l'endroit les années suivantes.

Une fois réalisé ce travail de prospection, l'aire de présence définie sera le polygone incluant tous les sporophytes. Cette aire de présence sera conservée sous forme de couche SIG et/ou carte ou orthophoto en image, pour pouvoir l'utiliser comme référence dans les suivis suivants.

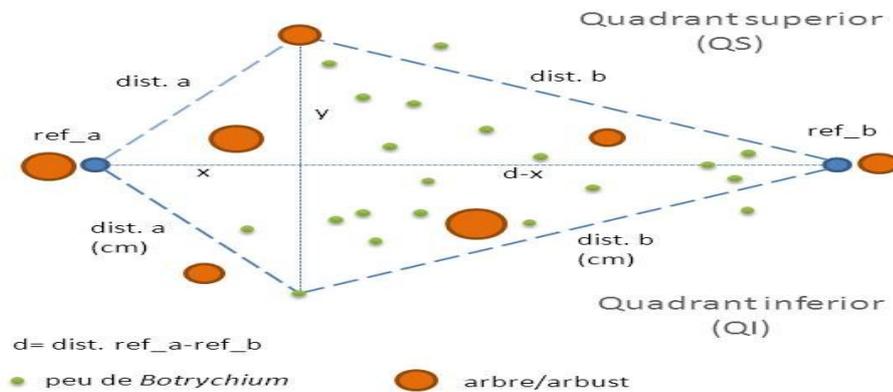
b) Recensement

Le premier recensement de référence correspondra au nombre minimal de sporophytes repérés lors des deux passages. Pour éviter de compter deux fois les sporophytes observés au cours des deux visites. Il faudra bien distinguer les nouveaux sporophytes qui apparaîtront à proximité d'un ancien sporophyte disparu (sporophytes localisés dans la première visite qui disparaissent dans la deuxième, mais des nouveaux qui apparaissent très proche). Afin d'éviter les confusions, des photos seront utilisées ; la notation de l'état phonologique s'avère très utile.

En ce qui concerne les **grosses populations** constituées de nombreux **noyaux diffus**, d'il l'on considère que la localisation par GPS et photo précédemment proposée n'est pas suffisamment précise, il est aussi possible d'appliquer **une méthode de triangulation** dans **chaque parcelle** de l'échantillon choisi:

Tout d'abord on localise toutes les frondes reproductrices visibles à l'aide de banderolles de couleur qui permettront par la suite d'en faire le décompte et en estimer la position précise . Cette localisation de chaque fronde se fera en plaçant deux repères fixes (arbre, pierre, piquet fixe...) à l'extérieur de la zone suivie dans la sous-population. Ainsi, on mesurera la distance entre les deux piquets (ou autre repère fixe) et chaque individu (voir Fig 1), en maintenant une triangulation avec avec d'autres éléments fixes de l'environnement de la zone (arbres, pierres). La distance entre les piquets et un individu ne pourra être supérieure à 5m afin d'éviter les erreurs de mesures.

Fig. 1. Schéma du système de trangulation utilisé pour la localisation des frondes de del sistema de triangulació de *Botrychium* et d'arbres et arbustres de la parcelle.



c) Caractérisation de l'habitat

Pour chaque zone de présence de *Botrychium* seront notés les données suivantes (ne moyenne de ces données s'obtiendra dans un deuxième temps pour la totalité de la population, cette moyenne sera la caractérisation de l'habitat) :

- Un relevé floristique des endroits où les sporophytes sont localisés (rayon 1m). Le relevé des espèces floristiques les plus abondantes est suffisant. Des inventaires phytosociologiques peuvent être faits si on souhaite faire un effort plus important ;
- Structure de la végétation : pourcentage de recouvrement et moyenne de la hauteur des couches muscinale et lichénique, de la couche herbacée, de la strate arbustive et de la couche arborée ;
- Pourcentage de sol sans végétation (rayon 1m) autour des sporophytes ;
- Un indicateur de la luminosité ou de l'ombre en chaque point qui présente des sporophytes. Selon les moyens de chaque équipe de suivi, il peut être exprimé comme : 1) pourcentage de recouvrement du sol de la strate et la couche des arbres, ou 2) un calcul plus exacte avec un appareil photo hémisphérique ;
- Substrat ;
- Estimation du recouvrement et profondeur de la couche de feuilles mortes ;
- Indices d'anciens usages anthropiques (murs en pierre sèche, bribes de charbonnières,...) et modernes (bétail, pistes, sentiers, ...).

En plus, des informations historiques, des changements de la végétation pendant les derniers décennies, seront recherchées. Ces informations sont de grand intérêt, puisque diverses espèces forestières de *Botrychium* sont considérées indicatrices de jeunes forêts et de lisière (bordures ou clairières).

2) Suivi

Le suivi pourra être mis en place, selon les moyens de chaque structure. Le suivi simplifié doit être commun dans tous les sites afin d'observer si les populations se maintiennent et les changements survenus au fil des années. Le suivi élargi a pour objectif l'obtention d'informations additionnelles sur la dynamique de l'espèce.

a) Suivi simplifié

Il est composé des parties suivantes:

- Chaque année 2-3 passages seront faits ; si 2 passages, ils seront entre les 10 – 20 juin et juillet ; si 3 passages, ils seront entre le 1-15 juin, entre le 25 juin – 5 juillet et entre le 15-30 juillet. Il faudra obtenir les informations suivantes : 1) Nombre minimal de sporophytes annuels ; 2) Zone de présence annuel (Pour relever ces paramètres le même protocole que l'étude de base sera appliqué); 3) Nombre et pourcentage de sporophytes coupés ou arrachés par les animaux ; 4) Estimation des perturbations du sol provoquées par les animaux (sanglier, piétinement du bétail, ...) sur un rayon de 5m autour de chaque point de présence (si les groupes de sporophytes sont trop proches, ils, seront considérés comme un seul « point de présence »). (Les paramètres 3-4 peuvent avoir un intérêt pour interpréter les changements de la population à long terme, puisqu'une perturbation ponctuelle pourrait améliorer le recrutement ou, au contraire, pourrait avoir un effet négatif (pression excessive des ongulés par exemple).
- Des données météorologiques annuelles des stations à proximité des populations seront relevées, et avec au moins les paramètres suivants : 1) Pluviométrie total d'avril à mai 2) Pluviométrie total et température moyenne de juin et juillet ; 3) Pluviométrie total d'hiver-printemps antérieur à l'émergence des sporophytes. Trois années de données météorologiques suffisent pour les liées à l'émergence des sporophytes et effectuer une analyse.
- Tous les 5 ans, une nouvelle caractérisation de l'habitat sera réalisée, avec la méthode décrite auparavant

b) Suivi élargi

Les parties suivantes pourront être appliquées totalement ou partiellement. D'autres mesures pourront être ajoutées si les équipes de suivi locales les considèrent intéressantes.

Afin d'obtenir une information suffisante et détaillée des aspects qui nous intéressent ici, 4 années de suivi avec le protocole élargi sont nécessaires. L'application de ce protocole au delà de cette période pourrait avoir des conséquences négatives pour les populations, puisque pour obtenir certaines données des méthodes intrusives sont appliquées avec une pression notable autour des plantes et de leur habitat. Néanmoins, si les objectifs du suivi sont clairs et les résultats d'un intérêt avéré le protocole pourrait être prolongé au delà de 4 années.

- Stade phénologique de chaque sporophyte par passage. 5 stades phénologiques seront distingués, voir table 2. Au moins deux visites annuelles seront faites.
- Dimensions de : 1) Hauteur total sporophyte ; 2) Longueur de la partie stérile (trofòfor) ; 3) Longueur de la partie fertile (esporòfor)
- Localisation précise de chaque sporophyte, avec un schéma de référence.

Table 2: Stades phénologiques des sporophytes

Stade

Stade 1	Naissance du sporophyte
Stade 2	Début d'élévation de la partie fertile
Stade 3	Partie fertile épanouie
Stade 4	Expulsion des spores
Stade 5	Sporophyte flétri ou consommé

Matériel

Suivi de base

- GPS
- Carte et orthophoto
- Appareil photo
- Calepin
- Matériel pour faire une estimation de la luminosité, si besoin

Suivi approfondi

- Banderoles ou pieu de signalisation (selon le nombre de frondes estimées)
- 2 décamètres
- 1 bande métrique
- Flexomètre
- GPS
- Boussole
- Calepin

Calendrier annuel de mise en œuvre

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Prospections												

Le travail sur le terrain sera fait en juin juillet (protocole). Le travail de la base de données, selon la disponibilité des équipes de suivi locaux.

Périodicité

Le suivi de base se réalise chaque année pour le recensement et localisations. En plus, tous les 5 ans l'habitat doit être caractérisé.

Le suivi élargi devrait être fait 4 années consécutives, Si le suivi est considéré de grand intérêt, il peut être prolongé.

Temps de travail-coût

- Étude de base: 3 journées de 2 personnes par site.
- Suivi basique: 2-3 journées sur le terrain d'une personne. 2-3 journées pour la saisie des données et la rédaction d'un rapport d'étude. Tous les 5 ans, en plus, 2 journées de 2 agents. Cette estimation peut varier selon la population de *Botrychium*.
- Suivi élargi : 3 journées annuels sur le terrain de 2-3 personnes. 3-4 journées d'une personne pour la saisie des données et la rédaction d'un rapport d'étude.