



VERS UNE METHODOLOGIE COMMUNE POUR LE SUIVI DE LA FLORE PATRIMONIALE

CONTRIBUTION AU PROGRAMME NATIONAL DE SURVEILLANCE DE LA BIODIVERSITE TERRESTRE · 05/2024

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	6
I. Les suivis d'espèces végétales patrimoniales réalisés par les CBN	7
A. Cadre méthodologique	7
1. Définition	7
2. Choix des espèces suivies	8
3. Conception d'un programme de suivi	8
B. L'état des lieux : un préalable indispensable	10
C. Des protocoles adaptés aux échelles et aux objectifs	15
1. Le Suivi à l'échelle d'un territoire	17
2. Le Suivi Station	21
3. Le Suivi Individu ou Individu-centré	24
D. Méthodes d'analyse et de traitement de données pour la production d'indicateurs	26
1. Analyses de données	26
2. Indicateurs	27
E. Organisation du réseau d'acteurs	29
1. Flore Sentinelle	29
2. Urbaflore	29
3. Réseau des plantes menacées	30
F. Bancarisation , gestion et diffusion des données brutes et de synthèse	30
G. Des limites et des questionnements partagés	32
II. Proposition pour une surveillance nationale commune	33
A. Préciser une méthodologie commune	33
1. Proposition basée sur les éléments communs des protocoles des CBN	33
2. Amélioration / Proposition d'innovation	39
B. Stratégie de spatialisation à l'échelle nationale	40
1. Proposition basée sur les éléments communs des protocoles des CBN	40
2. Amélioration / Proposition d'innovation	40
C. Bancarisation, gestion et diffusion des données brutes et de synthèse	40
1. Proposition basée sur les éléments communs des protocoles des CBN	40
2. Amélioration / Proposition d'innovation	41
D. Méthodes d'analyse et de traitement de données pour la production d'indicateurs	42
1. Proposition basée sur les éléments communs des protocoles des CBN	42
2. Amélioration/ Proposition d'innovation	45
E. Proposition d'organisation du réseau d'acteurs	46
Conclusion	47
Annexes	48

Ce document a été réalisé sous la coordination de :

Noémie Fort CBNA

Rédaction :

Conservatoire botanique national alpin Noémie Fort, Anabelle Vayssié, Guillaume Terpereau

Conservatoire botanique national bassin-parisien Olivier Bardet, Luc Berrod

Conservatoire botanique national pyrénées midi-pyrénées Jocelyne Cambecèdes, Jérôme Garcia

Référence bibliographique :

Fort N., Vayssié, A, Terpereau G., Berrod, L., Garcia J., Bardet O., Cambecèdes J., 2024. Vers une méthodologie commune pour le suivi de la flore patrimoniale, contribution au programme national de surveillance de la biodiversité terrestre. Conservatoire botanique national alpin, Conservatoire botanique national du bassin-parisien, Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 46 p + annexes.

Date de réalisation : Mai 2024

Photographie de couverture :

Hierochloa odorata - © R. Jaunatre INRAE

INTRODUCTION

L'Office Français de la Biodiversité (OFB), avec l'aide de PatriNat, coordonne la mise en place d'un programme national de surveillance de la biodiversité terrestre. Son objectif est d'acquérir des données et des informations fiables, continues et comparables dans le temps, afin d'identifier les éléments de biodiversité les plus menacés nationalement et d'agir le plus rapidement et pertinemment possible en leur faveur. La mise en place d'un tel projet s'appuie sur des dispositifs de suivi déjà établis à des échelles plus réduites pour les espèces et habitats à forts enjeux de conservation du territoire métropolitain.

Pour tenter de répondre aux défis d'un tel programme, notamment en ce qui concerne la mise en place d'un suivi national des espèces végétales patrimoniales, les Conservatoires Botaniques Nationaux Alpin (CBNA), des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP), et du Bassin Parisien (antenne Bourgogne) (CBNBP) se sont régulièrement réunis sur la période 2022-2023. Leurs concertations ont eu pour but d'échanger sur leurs protocoles respectifs de suivi d'espèces et d'évaluer leur transposabilité inter-territoires. Dans chaque territoire concerné (ex-Midi-Pyrénées, Bourgogne, Alpes), des démonstrations de protocoles ont donc été réalisées sur le terrain au sein de groupes de travail réunissant les différents acteurs. Ces réunions ont permis de discuter les choix et les expériences en matière de suivi d'espèces végétales patrimoniales. D'autres CBN, non administrativement associés au projet, à savoir le CBN Franche-Comté, le CBN Massif Central et le CBNMed, ont participé à ces sessions.

Le présent document synthétise cette réflexion menée sur deux ans et met en avant des points de convergence qui contribueraient à une méthodologie de surveillance commune de la flore patrimoniale à l'échelle nationale, telle que le souhaite l'OFB dans le réseau de surveillance de la biodiversité terrestre (RSBT). Ce rapport présente donc les points méthodologiques communs, invariants, identifiés sur la base de l'expérience de ces 3 CBN pour un suivi des espèces végétales patrimoniales.



Groupe de travail inter-CBN : application d'un protocole suivi individu à Castres (© CBNPMP)

Au cours de ces deux années, les méthodologies respectives des trois conservatoires ont été regroupées et clarifiées. La délégation Bourgogne du CBNBP a synthétisé son travail de réflexion méthodologique sur les suivis d'espèces, initié en 2014. Il en est ressorti un canevas de possibilités à considérer lors de la mise en place de tels protocoles (Bardet et Berrod, 2023). Le CBNPMP a pour sa part rédigé une synthèse sur les suivis d'espèces protégées ayant subi une perturbation de leur habitat (programme URBAFLORE, Garcia *et al.*, 2024, en cours d'édition). Il en a résulté un arbre décisionnel facilitant le choix des protocoles à mettre en œuvre et la cohérence générale des suivis dans de tels contextes.

Enfin, depuis 2008 et l'établissement du réseau Flore Sentinelle, le CBNA a produit de nombreux documents pour préciser ses protocoles de suivi des espèces végétales patrimoniales, dans les Alpes françaises (Bonnet *et al.*, 2014; Fort et Bonnet, 2011). Intégrés au sein de stratégies de conservation, ces protocoles ont ainsi été déclinés à plusieurs échelles de suivi pour répondre aux enjeux identifiés. Le dispositif assure également une structuration du réseau d'acteurs sur le massif alpin, permettant l'articulation des actions entre partenaires. Les travaux menés ont inspiré l'émergence du réseau RESEDA-Flore animé par le CBNMed, dispositif équivalent créé en 2018 sur le domaine méditerranéen. Depuis plusieurs années, Flore Sentinelle et RESEDA mènent un effort conjoint de clarification et de généralité des protocoles ainsi que du vocabulaire employé, qui a débouché sur le partage d'expériences et l'utilisation de protocoles communs, ou encore l'édition d'un "Glossaire pour la conservation de la flore méditerranéenne" (RESEDA-Flore, 2019).

C'est en se basant sur ces sources documentaires, sur l'expérience du CBNA dans Flore Sentinelle et sur le regard critique porté par chaque CBN sur ses propres démarches qu'a été établi le présent document.

I. LES SUIVIS D'ESPÈCES VÉGÉTALES PATRIMONIALES RÉALISÉS PAR LES CBN

A. CADRE MÉTHODOLOGIQUE

1. Définition

Un suivi est « une action qui repose sur la continuité temporelle de mesures répétées afin de détecter des évolutions ou de vérifier l'atteinte d'un objectif de gestion » (RESEDA-FLORE, 2019). Le suivi s'intéresse à une cible biotique (population, communautés d'espèces, ...) ou abiotique (pH, salinité, ...) et essaie de comprendre la trajectoire de traits mesurés. Cette démarche permet de savoir si ces traits sont stables, en augmentation ou en régression. Tout suivi s'accompagne ainsi d'un protocole adapté à une question posée (RESEDA-FLORE, 2019).

2. Choix des espèces suivies

Les protocoles de suivi des CBN visent les espèces les plus rares et menacées, présentes sur leur territoire et qui font l'objet de forts enjeux de conservation. Ces enjeux peuvent être européens : la Directive Habitat Faune Flore (DHFF, 92/43/CEE) établit une liste d'espèces (article 2) dont certaines sont considérées comme prioritaires à la conservation en Europe. Assurer la surveillance de leur état de conservation est l'un des engagements des Etats membres ; et les CBN y participent.

Toutefois, les espèces surveillées peuvent aussi faire l'objet d'enjeux conservatoires sur des échelles plus restreintes (nationales ou régionales) - sans pour autant être concernées par des attentes européennes - découlant des évaluations des listes rouges de la flore vasculaire nationale et régionales, rattachées au territoire d'agrément de chaque conservatoire, et des priorités identifiées dans les stratégies de conservation (Bonnet et al. 2016 ; Bonnet et al. 2022 ; Cambecèdes et al., 2017 ; Bardet et al., 2019 ; Conservatoires Botaniques Nationaux, 2018) .

Les principales espèces suivies par chaque CBN sont visibles dans les Annexes 1, 2 et 3.

3. Conception d'un programme de suivi

Les méthodologies de suivi employées passent par des étapes initiales communes de recherche bibliographique sur l'espèce (biologie, comportement *in situ*, écologie,...), d'identification des stations de l'espèce, d'échanges avec les gestionnaires et structures ayant travaillé sur l'espèce, et la définition de l'échelle à laquelle la surveillance sera effectuée (Bardet et Berrod, 2023; Garcia et al., 2024). Trois questions essentielles se posent :

- Quel est le contexte du suivi ?
- Qu'est-ce qui est suivi ?
- Quel est l'objectif du suivi ? (Garcia et al., 2024)

L'objectif est fixé suite à un état des lieux sur la situation de l'espèce pour l'échelle de suivi choisie. Il est propre à chaque situation ou acteur : étudier la simple évolution de la population, définir si une gestion est optimale pour une espèce, étudier son dynamisme ou sa répartition sur un territoire, Définir l'objectif du suivi permet de fixer les hypothèses, les variables à suivre et enfin le plan d'échantillonnage (Bardet et Berrod, 2023).

Les étapes de conception des programmes de suivi telles que listées par le CBNBP en figure 1 sont partagées par le CBNA et le CBNPMP.

Pour le CBNA, dans le cadre du réseau Flore Sentinelle, le suivi des espèces prioritaires s'insère dans un arbre décisionnel qui cible des actions pour chaque espèce prioritaire identifiée, selon le niveau de connaissance dont on dispose sur l'espèce et sa vulnérabilité (Figure 2).

De plus, un des chantiers initiaux et primordiaux de Flore Sentinelle a été d'identifier et de clarifier les objectifs des suivis de la flore patrimoniale et d'associer un grand type de protocole à un grand type d'objectif, permettant ainsi, via une certaine forme de généralité, la mise en place d'une démarche commune sur le domaine alpin et donc la possibilité d'agréger les données.

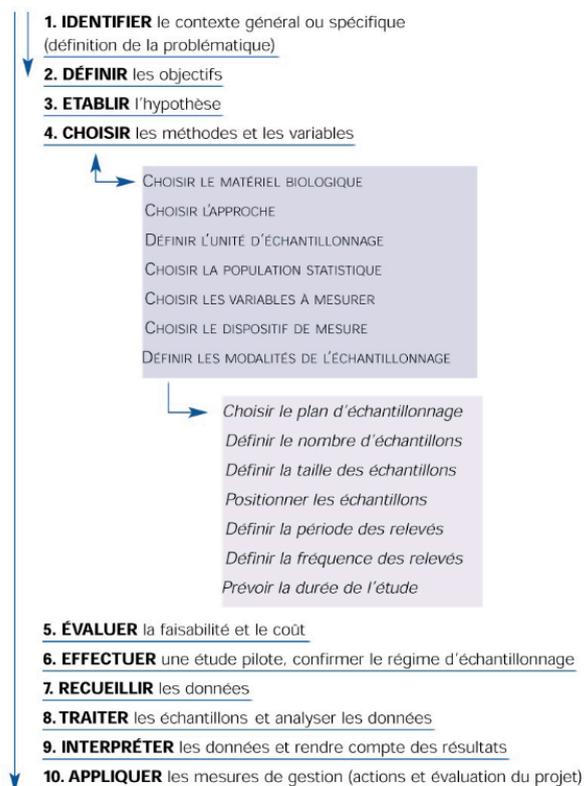


Figure 1. Étapes de conception d'un programme de suivi (Bardet et Berrod, 2023).

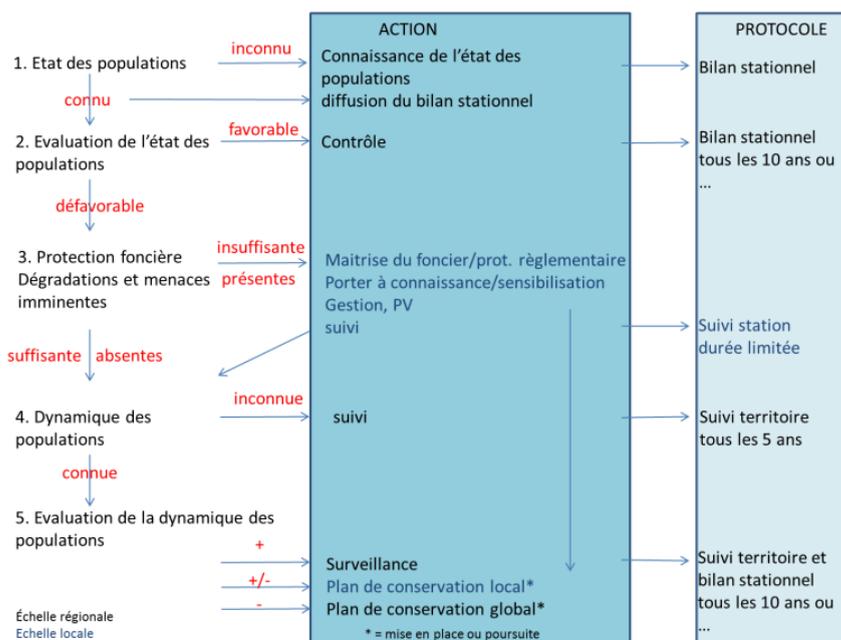


Figure 2. Arbre de décision des actions prises en faveur d'une espèce prioritaire, réseau Flore Sentinelle (Bonnet et al., 2016).

B. L'ÉTAT DES LIEUX : UN PRÉALABLE INDISPENSABLE

Comme évoqué précédemment, la première étape commune aux CBN est d'effectuer un état des lieux sur l'espèce cible, avant toute mise en route de suivi. Cet état des lieux met à jour les connaissances sur le taxon dans le territoire considéré (nombre de stations historiques retrouvées, état des stations, estimation des populations), précise les objectifs du suivi et permet de concevoir un protocole adapté aux besoins et aux réalités du terrain (Bardet et Berrod, 2023; Garcia *et al.*, 2024). Cette étape prend le nom de **bilan stationnel** chez les conservatoires botaniques nationaux. Si sa définition précise et sa mise en œuvre peuvent légèrement varier d'un CBN à l'autre, c'est un protocole plutôt partagé (Tableau 1). On en trouve une formalisation dès 2016 dans la stratégie de conservation de la flore de la région Rhône-Alpes (Bonnet *et al.* 2016), puis une actualisation dans le glossaire du réseau RESEDA (2019). La stratégie de conservation est, au CBN BP, formalisée en 2016 (Salvaudon, 2016) et au CBNPMP en 2017 (Cambecèdes *et al.*). Le bilan stationnel est un état des lieux dont le résultat, favorable ou défavorable pour le CBNA par exemple, peut constituer un indicateur. Néanmoins, les données relevées - surface des différentes zones cartographiées et quantification de l'espèce étudiée - ne sont pas assez robustes pour être traitées en analyses diachroniques : du fait d'une importante variabilité intrinsèque dans la prise de données, les potentielles variations enregistrées au cours du temps ne seraient significatives que dans le cas de changements tellement importants que l'on n'aurait pas besoin de dispositifs pour les mesurer (Besnard 2014 ; Besnard 2015).

Tableau 1. Dénominations, définitions et caractéristiques de l'état des lieux pour les trois CBN.

CBN	CBNA	CBNBP - antenne Bourgogne	CBNPMP
Nom protocole	Bilan Stationnel		
Définition	Méthode d'inventaire spécifique de terrain pour toutes les stations avérées et historiques, ou pour un nombre représentatif de stations (si N>20), avec relevé des informations précises sur l'état des populations ou des communautés végétales. Cet état des lieux sert également à évaluer l'état de conservation d'une espèce ou d'une communauté végétale	Bilan ayant pour objectifs de faire l'état des populations encore présentes dans une région, de juger des principales menaces qui pèsent sur ces populations et de proposer un plan de gestion en fonction du statut et des menaces pesant sur le taxon	Le bilan stationnel d'un taxon dans un territoire donné (TAG, département, vallée, etc.) correspond à l'ensemble des descriptions d'état de toutes les stations connues de l'espèce, avérées et historiques, ou d'un nombre représentatif de stations. Il comporte des informations sur les populations visitées, les facteurs d'influence et les menaces potentielles identifiées
Informations relevées par station en phase terrain	Données stationnelles : localisation, altitude, etc.		
	Ecologie de l'espèce ou grand type de milieu (physionomie)		-
	Etat de conservation		-
	Zone de prospection (ZP) et aire de présence (AP)		Zone d'étude et d'occupation de l'espace par l'espèce ; selon le cas, ZP et AP.
	-	Aire potentielle (facultative)	Zone d'étude
	Quantification de la présence de l'espèce : estimation du nombre d'individus, la fréquence (CBNA), le pourcentage de recouvrement (CBNA, CBNPMP), surface occupée		

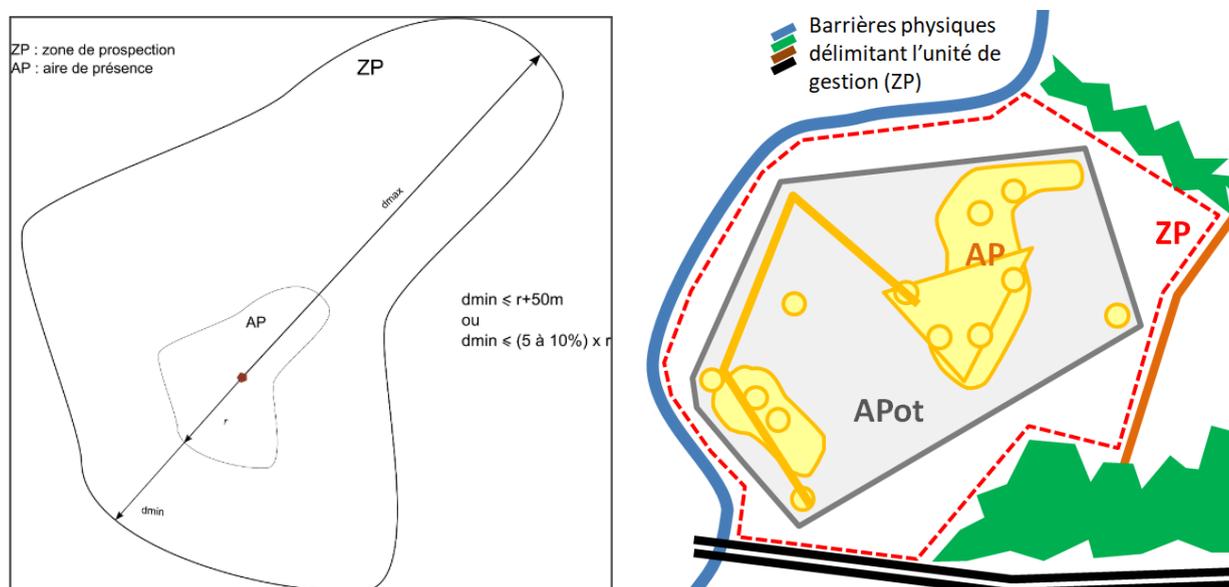
	CBNA	CBNBP - antenne Bourgogne	CBNPMP
	Phénologie de l'espèce		-
	Pressions, menaces et dégradations		
	Relevé floristique simple par strate de végétation ou un relevé phytosociologique, s'il n'y en a pas un récent (<10 ans)	Relevé floristique simple	Pas de relevé ou espèces compagnes ou relevé floristique simple ou relevé phytosociologique
	-	-	Qualification du comportement de l'espèce pour statuer sur un suivi pied à pied ou surfacique
Informations relevées par station en phase bureau	Protections réglementaires et maîtrise foncière du site, parcelle cadastrale, potentiellement gestionnaire	-	Protections réglementaires, maîtrise foncière, parcelle cadastrale, potentiellement gestionnaire

Cette étape initiale permet de :

- **Mieux connaître le taxon, vérifier l'existence de données antérieures et appréhender la réalité du terrain.** Les particularités du taxon doivent être cernées en s'appuyant sur des recherches bibliographiques traitant de sa biologie, son écologie, sa dynamique et son historique sur le territoire considéré (Bardet et Berrod, 2023). Cette première étape est importante pour définir une stratégie de recherche : périodes d'observation, habitats, stades phénologiques, procédure et durée de recherche, surface minimum/maximum de prospection en confrontant les données de la bibliographie à la réalité de terrain (Bardet et Berrod, 2023). Pour le CBNPMP, elle permet aussi d'établir un éventuel état initial par station dans un contexte de perturbation de l'habitat (Garcia *et al.*, 2024).
- **Spatialiser les enjeux.** Un premier relevé sur la zone d'étude est réalisé. Ce relevé établit les bases du protocole et influence le choix de la méthode (Garcia *et al.*, 2024).

Pour le CBNA et le CBNBP l'état des lieux permet de délimiter sur chaque station plusieurs zones :

- Une **Zone de Prospection (ZP)** dans laquelle sont distinguées, si l'espèce est retrouvée (CBNA, CBNBP, CBNPMP) :
 - L'**Aire de Présence (AP)** : unité de base de la recherche et des comparaisons futures lorsque l'espèce est trouvée (CBNA, CBNBP, CBNPMP). C'est une unité de mesure de terrain dont la surface est définie par le périmètre de la population de l'espèce étudiée.
 - L'**Aire d'absence (AA)** ou de non-détection de l'espèce (CBNA) (Bonnet *et al.*, 2014).
 - L'**Aire Potentielle (APot)**, base élargie de l'échantillonnage (CBNBP) (Bardet et Berrod, 2023).



La démarche du CBNPMP dans UrbaFlore présente de grandes ressemblances : une station à surveiller est représentée par une enveloppe dynamique dont les contours varient en fonction du cumul des observations saisies sous forme d'entités (polygones, polygones et/ou points) de présence des individus de l'espèce ciblée et dans une même unité de gestion (Figure 3). Cette unité de gestion est donc la **surface à étudier ou zone d'étude et correspond donc à la zone de prospection**. Elle est délimitée par des éléments physiques du paysage (haie, bois, fossé, clôture, route, etc.) permettant de mieux anticiper ou agir vis-à-vis d'impacts ou de besoins de gestion. L'outil en ligne UrbaFlore permet le suivi d'une station (Annexe 2) et se rapproche des zonages identifiés par le CBNA et CBNBP: la "population" UrbaFlore correspond ainsi au regroupement de plusieurs observations (ce sont les AP englobées dans une APot) de plusieurs observateurs, à plusieurs dates mais localisées sur une même unité de gestion (correspondant à la ZP).

- **Évaluer la pertinence et la faisabilité de potentiels protocoles de suivis** : l'observation de l'organisation spatiale de la population, des variations de densité, de taille, des relations avec les conditions stationnelles (couvert, humidité, gradients écologiques divers, etc.), de la sensibilité aux perturbations potentielles d'un suivi, de la distinction des éléments dénombrables, permettent de préparer l'échantillonnage et de choisir ou éliminer certaines méthodologies évitant ainsi certains obstacles ou erreurs, etc (Bardet et Berrod, 2023).

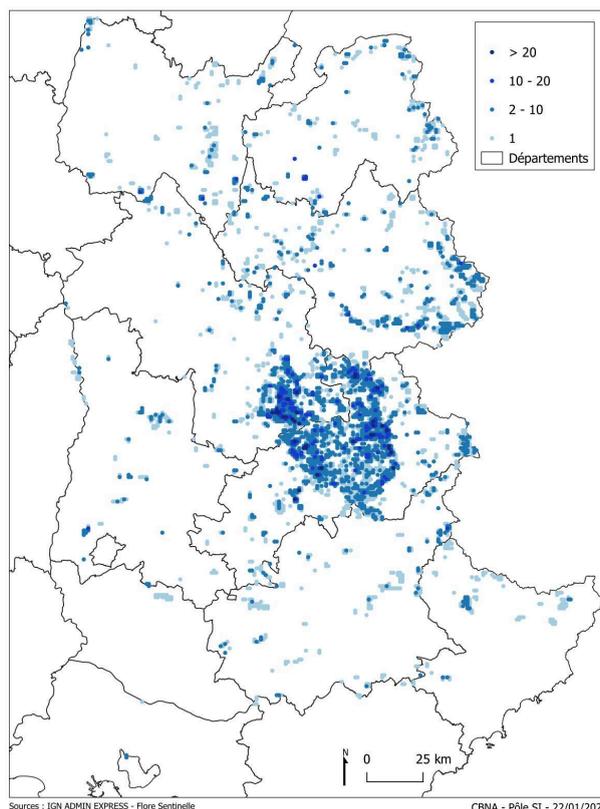


Figure 4. Les Bilans stationnels sur le territoire du Réseau Flore Sentinelle (7 315 zones de prospection).

- **Évaluer l'état de conservation d'une espèce sur un territoire donné et flécher les actions à mettre en place.**

Pour Flore Sentinelle, l'état des lieux, évalué avec le protocole bilan stationnel est une étape clé de l'arbre décisionnel des stratégies de conservation (Figure 2) (Bonnet et al. 2016). C'est en effet une des premières actions à mettre en place sur les espèces prioritaires pour évaluer l'état de conservation des populations.

Si le bilan est favorable, l'espèce est jugée en bon état de conservation et seules des actions légères de contrôle (réactualisation du bilan stationnel tous les 10 ans) sont préconisées.

Si le bilan est défavorable, la mise en place d'actions ou de suivis est recommandée.

Le bilan stationnel est jugé :

- Favorable si :
 - La surface totale des aires de présence est > 1ha
 - **ET** le nombre d'aires de présence est > 5
 - **ET** habitat favorable sur + de $\frac{2}{3}$ des aires de présence
 - **ET** 0 menace/perturbation sur plus des $\frac{2}{3}$ des aires de présence

- Sinon, défavorable.

C. DES PROTOCOLES ADAPTÉS AUX ÉCHELLES ET AUX OBJECTIFS

Les CBN considèrent trois échelles de suivi des espèces menacées : le territoire, la station, l'individu. Chacune est associée à une problématique spécifique commune et un temps de travail et un niveau de compétence adapté (Bonnet *et al.*, 2014).

Cette approche constitue un des premiers chantiers de Flore Sentinelle suite au constat que de nombreux suivis n'avaient pas d'objectif, d'échelle ou de cadre méthodologique bien définis. Le protocole mis en place était par conséquent souvent peu adapté, pertinent ou analysable.

Si ces trois échelles sont complémentaires, elles peuvent néanmoins rester difficiles à appliquer, partager ou à prioriser en fonction des espèces ou des types d'acteurs (Bardet et Berrod, 2023). Ainsi, toutes les échelles ne sont pas traitées de manière équivalente selon les Conservatoires : certains ont plus d'expérience dans le suivi pour une échelle plutôt qu'une autre en lien avec le contexte écologique et partenarial (voir tableau 2).

Tableau 2. Les différents niveaux de suivis, leurs problématiques et l'expérience des trois structures.

Problématique	Echelle de suivi et analyse	Nom du protocole/Nombre d'espèces concernées		
		CBNA	CBNBP	CBNPMP
L'espèce (ou le groupe d'espèces) est-elle stable, en expansion ou en régression sur un territoire considéré ? Quelles sont les menaces identifiées ?	Ensemble des sites d'un territoire donné (biogéographique, administratif) ou échantillon pour les espèces plus répandues	Suivi Territoire 31 espèces	Adaptative sampling : 1 espèce Suivi fréquentiel : 15 espèces	MessiFlore PRA plantes messicoles 110 taxons
Quelle est la tendance d'évolution d'une population de l'espèce sur un site donné ? La population est-elle stable, en expansion ou en régression ? Des facteurs naturels ou des pressions anthropiques expliquent-ils cette dynamique ?	un site	Suivi Station		
		39 espèces	26 espèces	35 espèces
Comment évoluent les individus d'une population dans le temps et quels facteurs (géographiques, génétiques, stationnels) influencent le développement de ces individus ?	un site	Suivi Individu		
		9 espèces	3 espèces	4 espèces

Flore Sentinelle promeut un emboîtement des protocoles, en réponse aux différentes échelles d'enjeux identifiés : ainsi certaines espèces sont suivies à la fois avec un suivi Territoire et un suivi Station, permettant une complémentarité des approches.

La durée et la périodicité de ces trois niveaux de suivi dépendent de l'espèce considérée (type biologique), de l'objectif et des moyens disponibles (RESEDA-FLORE, 2019). Une première fréquence de suivi peut être initialement proposée, puis modifiée selon les premiers résultats des suivis qui reflètent l'urgence et la priorité à donner à chaque espèce (Fort et Bonnet, 2011).

L'objectif principal du suivi est de donner une tendance d'évolution d'une espèce donnée, mais cette évolution ne peut être interprétée que si l'écologie et les interactions entre l'espèce et son

environnement sont également prises en compte via des variables mesurées lors du suivi (Bardet et Berrod, 2023) comme les pressions, l'habitat ou la gestion, ou récupérées en post traitements (données climatiques ou d'imagerie par exemple).

Pour le suivi station, les facteurs naturels ou les pressions anthropiques influant sur la dynamique d'une population peuvent être liés à des problématiques très opérationnelles. Au CBNPMP des suivis sont par exemple mis en place en vue d'évaluer l'effet de l'application de mesures agroenvironnementales (MAEC) en prairies humides (suivis de Jacinthe de Rome), d'alerter les services de l'Etat sur des besoins de vigilance accrue nécessitant de coordonner des actions au sein d'un plan local (ex : Rose de France, Trèfle écaillé) ou d'apprécier les résultats d'une mesure de translocation de population ou de compensation. Il peut s'agir également d'évaluer les effets de la cueillette ou de récoltes commerciale de plantes sauvages sur l'évolution d'une population (ex : Gentiane jaune, Arnica).

1. Le Suivi à l'échelle d'un territoire

Objectifs

La population de l'espèce étudiée est-elle stable, en expansion ou en régression sur un territoire considéré ? Quelles sont les menaces identifiées ?

Description

Les données sont récoltées sur l'ensemble des sites où se trouve l'espèce ou sur un échantillon représentatif des sites du territoire (Bonnet *et al.*, 2014; RESEDA-FLORE, 2019). Ce suivi donne une indication aux collectivités et aux gestionnaires pour guider les politiques de conservation des espèces (Bardet et Berrod, 2023).

Le protocole Suivi Territoire est quasi uniquement mis en place sur le massif alpin par Flore Sentinelle. Ce suivi est basé sur les zones de prospection du Bilan Stationnel, redécoupées en mailles 25 m x 25 m, dans lesquelles la fréquence d'occurrence de l'espèce et les perturbations par zone de prospection sont identifiées (Bonnet *et al.*, 2014).

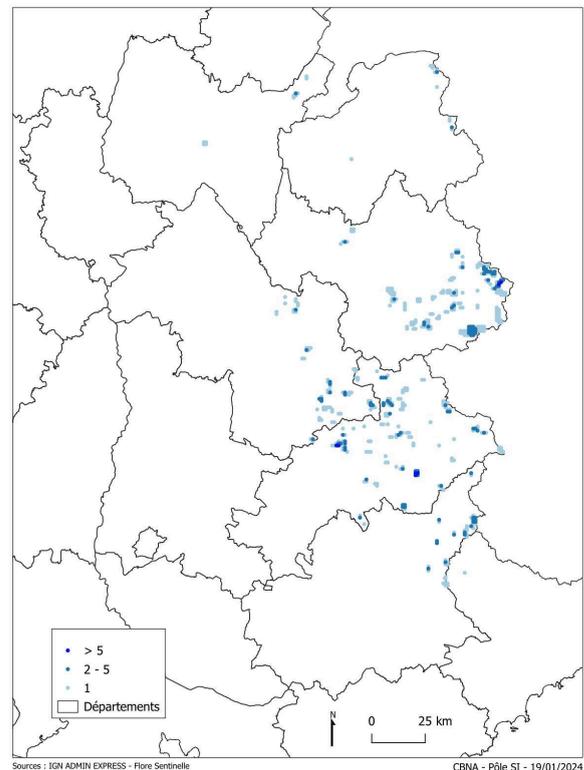


Figure 5. Le Suivi Territoire du Réseau Flore Sentinelle : densité de suivis par maille de 1km x 1km

En Bourgogne, des méthodologies à cette échelle et avec ces problématiques sont peu appliquées. Un test a été réalisé sur la Piloselle de Loire (Bardet et Berrod, 2023). La démarche, découlant d'informations récoltées sur la répartition de l'espèce lors du bilan stationnel (plus proche voisin, habitat type, etc), visait à échantillonner de manière aléatoire les habitats potentiels de l'espèce le long de son aire de répartition. Un protocole de recherche type Adaptive Sampling avec limite d'arrêt a donc été déployé.

Certaines espèces bénéficient de suivis fréquentiels (points contacts / maille de présence/absence). Ces protocoles permettent d'obtenir des fréquences et ainsi des tendances d'évolution.

Au CBNPMP dans le cadre du programme d'actions en faveur des plantes messicoles (MessiFlore), les relevés des campagnes d'inventaires ciblés sur les champs cultivés sont utilisés pour identifier la fréquence des plantes messicoles en Midi-Pyrénées (présence/absence d'une liste d'espèces par commune) et attribuer à chaque commune une note d'enjeu. L'identification ainsi faite de territoires à forts enjeux messicoles permet par exemple de guider les services de l'Etat pour orienter l'attribution de crédits pour des projets agroenvironnementaux sur des enjeux biodiversité, ou de sensibiliser les collectivités et les agriculteurs sur ce patrimoine local (Bernadas *et al.* 2024).

Variables

- Présence/absence de l'espèce étudiée par maille de 25 m x 25 m pour Flore Sentinelle ou par commune pour MessiFlore en Midi-Pyrénées.
- Pression/Perturbation/Menace par zone de prospection pour Flore Sentinelle.

Stratégie d'échantillonnage

Pour Flore Sentinelle, ce suivi est basé sur les zones de prospection du Bilan Stationnel, redécoupées en mailles 25 m x 25 m.

Les zones de prospection sont relevées de manière exhaustive lors du bilan stationnel pour chaque espèce. Lors de la mise en place du suivi Territoire d'une espèce donnée, tous les partenaires concernés sont sollicités et le protocole est mis en place sur un maximum de sites afin d'avoir une bonne représentation des populations de l'espèce.

Tableau 3. Proportion du territoire alpin intégrée au suivi territoire Flore Sentinelle (en maille 1km x 1km) et nombre de répliqués (maille 25 m x 25 m) par espèce.

Espèce	Territoire (massif concerné)	Nombre de mailles avec présence - inventaire général	Dont :		Nombre de répliqués
			Nombre de mailles avec aire de présence - bilan stationnel (%)	Nombre de mailles avec présence - suivi territoire (%)	
<i>Astragalus alopecurus</i>	Exhaustif	120	27 (23%)	25 (21%)	2163
<i>Astragalus leontinus</i>	Exhaustif	35	4 (11%)	2 (6%)	426
<i>Cardamine plumieri</i>	Exhaustif	24	4 (17%)	8 (33%)	268
<i>Crepis rhaetica</i>	Exhaustif (Vanoise)	31	7 (23%)	15 (48%)	1652
<i>Eryngium alpinum</i>	Exhaustif	188	88 (47%)	76 (40%)	8385
<i>Gentianella ramosa</i>	Exhaustif (Vanoise)	41	13 (32%)	8 (20%)	403
<i>Hierochloe odorata</i>	Exhaustif	43	28 (65%)	30 (70%)	3154
<i>Jacobaea uniflora</i>	Exhaustif (Vanoise)	39	8 (21%)	3 (8%)	391
<i>Nepeta nuda</i>	Exhaustif	42	28 (67%)	En cours de saisie	202
<i>Orobanche bartlingii</i>	Exhaustif (Alpes/Jura)	11	8 (73%)	7 (64%)	249
<i>Potentilla delphinensis</i>	Exhaustif	66	38 (56%)	33 (50%)	888
<i>Saponaria lutea</i>	Exhaustif (Vanoise)	47	29 (62%)	25 (53%)	273
<i>Sedum villosum</i>	Exhaustif (Vanoise)	10	2 (20%)	2 (20%)	182
<i>Sesleria ovata</i>	Exhaustif (Vanoise)	8	1 (13%)	6 (75%)	551
<i>Trifolium saxatile</i>	Exhaustif	69	54 (78%)	40 (58%)	6712
<i>Valeriana celtica</i>	Exhaustif (Vanoise)	48	27 (56%)	27 (56%)	1022

Espèce	Territoire (massif concerné)	Nombre de mailles avec présence - inventaire général	Dont :		Nombre de répliqués
			Nombre de mailles avec aire de présence - bilan stationnel (%)	Nombre de mailles avec présence - suivi territoire (%)	
<i>Artemisia borealis</i>	Partiel (Vanoise)	20	0 (0%)	4 (20%)	1213
<i>Carex microglochin</i>	Partiel (Vanoise)	84	0 (0%)	3 (4%)	179
<i>Cirsium heterophyllum</i>	Partiel (Vanoise)	166	15 (9%)	3 (2%)	224
<i>Dracocephalum austriacum</i>	Partiel (Vanoise)	36	25 (69%)	2 (6%)	76
<i>Epipogium aphyllum</i>	Partiel (Ubaye)	220	7 (3%)	4 (2%)	579
<i>Gentiana utriculosa</i>	Partiel (Vanoise)	113	0 (0%)	7 (6%)	722
<i>Geranium argenteum</i>	Partiel (Mercantour)	47	25 (53%)	3 (6%)	257
<i>Potentilla multifida</i>	Partiel (Vanoise)	14	6 (43%)	4 (29%)	67
<i>Potentilla nivea</i>	Partiel (Vanoise)	53	1 (2%)	2 (4%)	86
<i>Saxifraga adscendens</i>	Partiel (Vanoise)	29	9 (31%)	3 (10%)	129
<i>Scabiosa canescens</i>	Partiel (Bugey)	89	6 (7%)	4 (4%)	346
<i>Thalictrum alpinum</i>	Partiel (Vanoise)	100	0 (0%)	2 (2%)	561
<i>Valeriana salianca</i>	Partiel (Vanoise)	338	29 (9%)	1 (<1%)	62
<i>Viola pinnata</i>	Partiel (Vanoise)	78	29 (37%)	4 (5%)	253

Les mailles considérées sont les mailles 1 km x 1 km de l'INPN. Les données d'inventaire général sont celles postérieures à 1990.
Sources : base de données SIMETHIS CBNMed/CBNA/CBNC, base de données Flore Sentinelle

Ce protocole est largement mis en place par Flore Sentinelle : 31 espèces, 384 sites, 50 817 mailles prospectées ; et les populations d'espèces suivies sur un territoire exhaustif (couvrant leur aire de répartition) sont très bien représentées : 41 % en moyenne des sites de présence font l'objet du suivi Territoire.

Cette généralité est particulièrement intéressante car elle permet d'éviter de multiplier les outils de bancarisation, gestion et diffusion des données et de standardiser les méthodes d'analyse.

Néanmoins, certaines situations ne permettent pas de l'appliquer : espèces peu détectables sur des mailles de 25 m x 25 m, nombre de mailles échantillonnables < 100. Auquel cas, d'autres protocoles par exemple peuvent prendre le relais.

Au CBNPMP, l'objectif de MessiFlore est de renseigner l'intégralité des communes de Midi-Pyrénées quant à leurs enjeux en termes de plantes messicoles. Les travaux réalisés jusqu'en 2022 ont permis d'évaluer 2395 communes (sur 2982 au total). Sur les 587 restantes, 314 n'ont pas présenté de cultures favorables aux plantes messicoles d'après les registres parcellaires graphiques de 2012 à 2020, et 273 n'ont pas été visitées. L'objectif est de disposer d'au moins 3 relevés floristiques dans des parcelles agricoles accueillant des cultures favorables aux plantes messicoles.

Périodicité

Flore Sentinelle recommande un passage tous les 5 ans pour le suivi Territoire. Cette périodicité est à adapter aux contraintes humaines et financières de chaque organisme. Compte tenu du nombre important de participants, la prise de données peut s'étaler sur plusieurs années, que le CBNA, via son animation, essaie de limiter à 3.

Au CBNPMP, la fréquence des passages pour MessiFlore est aléatoire.

2. Le Suivi Station

Objectifs

Quelle est la tendance d'évolution d'une population de l'espèce sur un site donné ? La population est-elle stable, en expansion ou en régression ? Des facteurs naturels ou des pressions anthropiques expliquent-ils cette dynamique ?

Description

Pour le CBNPMP dans le cadre d'un suivi d'espèces dans un habitat modifié, une station est « une surface restreinte occupée par un ou des individus de l'espèce cible, relativement proches. C'est une unité écologique souvent d'un seul tenant, couvrant une même unité de gestion, limitée par

des éléments paysagers (haies, cours d'eau, fossés, routes, etc.) et réunissant la diversité des conditions écologiques favorables à cette espèce ». L'approche du suivi sur station est alors utilisée en contexte de dégradation, de restauration de stations d'espèce protégée ou lors de translocation (transfert de banque de graines et d'individus). L'objectif est ici d'évaluer la dynamique de l'espèce et de connaître son taux de recolonisation (Garcia *et al.*, 2024). On peut aussi l'utiliser lors de l'évaluation de populations anciennes connues ou lors de comptages ponctuels quand des populations sont découvertes ou contrôlées (Bardet et Berrod, 2023).

Ce type de suivi permet de mettre en évidence les effets de la gestion ou de variables environnementales sur l'état de la population (Bonnet *et al.*, 2014).

Le suivi d'une station est indépendant de celui des autres stations, ce qui fait de ce niveau d'approche le plus simple, intuitif, et adapté pour des gestionnaires d'espaces pour qui les suivis sont inclus dans les documents de gestion (Bardet et Berrod, 2023; Bonnet *et al.*, 2014). Les variables sont mesurées dans un jeu de placettes ou de transects permanents disposés de façon représentative dans la station (Bonnet *et al.*, 2014).

Variables et stratégies d'échantillonnage

La quantification de la population peut-être réalisée via différentes variables :

- Le comptage exhaustif (comptage sur toute la station),
- L'échantillonnage quantitatif (comptage/fréquence sur une partie de la population),
- L'échantillonnage qualitatif (estimation du nombre, de la fréquence sur une partie de la population).

Si les individus ne sont pas clairement dénombrables (cas d'espèces clonales par exemple), la variable retenue peut être la fréquence d'occurrence dans les mailles subdivisant le quadrat ou la totalité de la station, et associée ou non à un taux de recouvrement via un transect point contact.

Des combinaisons entre ces stratégies sont possibles selon le nombre, l'étendue des stations et la menace qui les concerne (Bardet et Berrod, 2023).

Le CBNPMP complète le suivi d'une espèce en contexte d'habitat modifié en effectuant un suivi de l'habitat associé (Garcia *et al.*, 2024). Cela peut aussi être le cas dans Flore Sentinelle, qui prévoit des variables complémentaires en fonction des problématiques identifiées : données climatiques (capteurs de températures), physiologiques (recouvrement de sol nu, graviers, etc.), gestion.

Comme pour les protocoles précédents, les pressions/perturbations/menaces sont relevées.

Pour les stratégies d'échantillonnage (quantitatif et qualitatif), les échantillons sont considérés au sein de placettes ou quadrats, disposés aléatoirement, systématiquement dans l'espace ou de manière stratifiée (Garcia *et al.*, 2024). Des transects peuvent aussi être considérés.

Lors de l'application des protocoles de suivi sur une espèce, les choix pris dépendent :

- De la priorité donnée au taxon,
- De l'état des lieux préalablement effectué,
- Des besoins de précision,
- Du type biologique et de l'écologie du taxon.

Ces éléments conditionnent la stratégie d'échantillonnage, notamment pour les choix de pérennité de position des transects ou placettes, leur position, leur taille, et leur nombre (Bardet et Berrod, 2023). Gardant en tête la robustesse nécessaire du jeu de données produit afin de fiabiliser l'analyse et l'interprétation des résultats, une trentaine de répliqués (placettes) est souvent un minimum recommandé.

Pour une même espèce, la mise en place du protocole suivi station sur plusieurs sites avec les mêmes paramètres, si des problématiques identiques ont été identifiées, augmente la robustesse des données et la portée des résultats. Flore Sentinelle pousse les gestionnaires de l'arc alpin à cette approche ; ainsi, au moins 10 espèces ont le même protocole de suivi stations mis en place sur *a minima* 2 sites (*Agropyron cristatum* subsp. *pectinatum*, *Botrychium simplex*, *Drosera rotundifolia*, *Eryngium alpinum*, *Gladiolus palustris*, *Liparis loeselii*, *Moehringia intermedia*, *Phyteuma villarsii*, *Primula halleri*, *Viola pumila*).

Pour le CBNBP antenne de Bourgogne, les protocoles développés avec les partenaires sont liés à des problématiques, des échelles de travail et des habitats différents. Aucun protocole commun à plusieurs espèces n'a été développé. Ils sont adaptés au cas par cas pour répondre à une problématique particulière.

Pour le CBNPMP, les protocoles de suivi sont également conçus au cas par cas, en fonction de la biologie de l'espèce, de l'habitat, et de la problématique posée et à laquelle le suivi doit apporter des réponses. Cependant, un guide d'aide au suivi d'espèces végétales dans un habitat modifié (Garcia *et al.*, 2024) a été élaboré pour disposer d'un outil partagé proposant des protocoles plus standardisés afin d'obtenir des données de suivi fiables à l'issue d'opérations modifiant un habitat pour une espèce (dégradation, restauration, translocation) et susceptibles d'être compilées pour des analyses ultérieures. C'est un outil qui cherche à orienter les naturalistes (associations, bureaux d'études, gestionnaires...) en charge du suivi, vers une approche cohérente, scientifique et reproductible, en proposant un cadre et une méthode de travail "type".

Tableau 4. Variables relevées par les CBN lors de l'application du protocole suivi station.

Variable	Support	Variables relevées		
		CBNA	CBNBP	CBNPMP
Effectifs *	Placette	x (quand les individus sont dénombrables)		
Fréquence *	Placette, transect point contact	x		
Pressions, perturbations, menaces	Placette	x		
Modalités de gestion	Unité de gestion	x	-	x
Variables environnementales	Station/placette	En fonction des problématiques		Rarement, mais possible en cas de problématique particulière

*Éventuellement différenciés par stade de développement parmi : germination/juvenile/végétatif/reproducteur ; les stades germination et juvenile, prêtant régulièrement à confusion sont souvent intégrés dans végétatifs.

Périodicité

Les relevés du suivi station sont annuels voire bisannuels. Le suivi peut se dérouler sur quelques années uniquement (5-10 ans) quand la réponse à la question énoncée dans la problématique a été résolue, ou se maintenir dans le long terme si le suivi s'inscrit dans une démarche d'observatoire.

3. Le Suivi Individu ou Individu-centré

Objectifs

Comment évoluent les individus d'une population dans le temps et quels facteurs (géographiques, génétiques, stationnels) influencent le développement de ces individus ?

Description

C'est le niveau le plus précis de suivi, réservé aux espèces qui ont un réel besoin de connaissances démographiques (Bardet et Berrod, 2023). Ce sont souvent les plus patrimoniales, qui font partie de plans de conservation ou de programmes de recherche (Bonnet *et al.*, 2014), et dont les résultats des Suivis Station n'ont pas permis de clarifier leur évolution (Fort, 2019). Il n'est possible que pour les espèces dont les individus sont clairement identifiables. Chaque individu échantillonné est marqué et/ou localisé, puis suivi au cours du temps.

Les mécanismes structuraux ou dynamiques d'une ou des populations dans le temps sont étudiés et mis en relation avec des paramètres intrinsèques ou extrinsèques (géographiques, génétiques,

stationnels) et les pressions et menaces relevées (Bonnet *et al.*, 2014; RESEDA-FLORE, 2019; Cambecèdes *et al.*, 2013). Chaque individu ou groupe d'individus issus d'une transplantation ou de semis de graines peut également être concerné par ce suivi. C'est par exemple le cas dans des contextes de renforcement de population, de translocation d'individus ou de semis, organisés dans le cadre de mesures dérogatoires, pour lesquels les taux de reprise, de germination ou de survie sont surveillés (Garcia *et al.*, 2024). Les CBN utilisent souvent pour ce suivi des placettes permanentes dans lesquelles les individus sont localisés (schéma) ou marqués (Bonnet *et al.*, 2014).

Variables et stratégie d'échantillonnage

- **Variables démographiques** relevées par individu :
 - Vivant/mort (taux de survie, succès de germination)
 - Âge (ou indicateur ; ex : diamètre d'un arbre, germination/juvenile)
 - Stade de développement (végétatif, fleuri, fructifiant, sénescence)
 - Nombre de fleurs/nombre d'inflorescences/nombre de fruits
 - Nombre de tiges stériles/fertiles composant une "touffe"
 - Variables liées à l'étude : taux de pollinisation, taux de fructification, taux de mycorhization ; diversité génétique (récolte de feuilles/extraction adn, puis génotypage).

- **Variables environnementales :**
Des variables liées à l'habitat viennent souvent compléter ces suivis : données climatiques (capteurs de températures), physiologiques (recouvrement de sol nu, graviers, etc.), dégradations liées aux menaces, gestion.

- Comme pour les protocoles précédents, les **pressions/perturbations/menaces** sont relevées.

Pour les stratégies d'échantillonnage (quantitatif et qualitatif), les échantillons sont considérés au sein de placettes ou quadrats, disposés aléatoirement, systématiquement dans l'espace ou de manière stratifiée dont la taille dépend de l'espèce (Garcia *et al.*, 2024). Des transects peuvent aussi être considérés.

Gardant en tête la robustesse nécessaire du jeu de données produit afin de fiabiliser l'analyse et l'interprétation des résultats, une trentaine de réplicats (individus) est souvent un minimum recommandé. La mise en place du protocole suivi individu sur plusieurs sites, si des problématiques identiques ont été identifiées, augmente la robustesse des données et la portée des résultats.

Au CBNPMP, 4 espèces font, ou ont fait, l'objet de suivi de ce type : *Aster pyrenaeus* (2 stations), *Juniperus thurifera* (1 station), *Ligularia sibirica* (1 station) et *Saponaria bellidifolia* (1 station).

En Bourgogne, 3 espèces font l'objet de suivi Individu (*Biscutella divionensis*, *Anemone sylvestris* et *Cynoglossum dioscoridis*).

Une adaptation des méthodologies est appliquée en fonction des types biologiques et de la configuration de l'habitat (verticalité notamment).

Au CBNA, des suivis Individu sur 9 espèces ont été réalisés jusqu'en 2005-2006 mais ne sont plus en cours actuellement.

Périodicité

Les relevés du suivi Individu sont *a minima* annuels mais il n'est pas rare qu'il faille réaliser plusieurs passages par an. Il se déroule le plus généralement sur quelques années uniquement (5-10 ans) et s'arrête quand la réponse à la question énoncée dans la problématique a été obtenue.

D. MÉTHODES D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT DE DONNÉES POUR LA PRODUCTION D'INDICATEURS

1. Analyses de données

Les analyses de données pour les suivis prennent la forme de comparaisons diachroniques.

Au CBNA, pour le suivi Territoire, les données par mailles sont comparées entre deux années de suivi, au moyen du test de MacNemar où chaque maille est considérée comme un individu statistique. Ce test est comparable à celui du χ^2 qui suit une loi binomiale pour deux échantillons appariés. Il permet ainsi d'étudier l'évolution d'une population d'espèce entre deux années de suivi (Moine, 2018).

Concernant les suivis stations, les données sont analysées *via* des modèles statistiques (modèles linéaires mixtes généralisés ou "glmm" la plupart du temps), ainsi que des tests paramétriques ou non paramétriques (tests de Wilcoxon...) (Besnard, 2016 ; Terpereau et al., 2024). Occasionnellement, des tests de puissance sont réalisés de façon à calibrer l'échantillonnage (nombre de quadrats nécessaires, nombre d'années de suivis...)(Dubois et al., 2013).

Les suivis Individu sont souvent réalisés dans le cadre de programmes de recherche. L'analyse des données produites nécessite des compétences assez poussées en statistiques. Les résultats de quelques suivis Individu initiés dans le cadre de la thèse de Florence Nicolè (Nicolè, 2005) et réalisés dans les Alpes avant la création de Flore Sentinelle, en collaboration avec le CBNA, l'ONF, les Parcs Nationaux des Ecrins et de la Vanoise notamment, ont été publiés et nous permettent de présenter les principales analyses liées à ce protocole.

Le taux de croissance, variable essentielle tirée qui permet d'évaluer l'état de conservation, est évalué à l'aide d'analyse de variances/test de Tukey pour le sabot de Vénus (Schatz et al. 2014) ou par l'utilisation de modèles démographiques complexes (matrice des populations) pour le dracocéphale d'Autriche (Andrello et al., 2012; Nicolè et al., 2011).

L'influence de la structure démographique sur ce taux de croissance peut être évaluée avec des analyses d'élasticité (Andrello et al., 2012), et celles de facteurs environnementaux avec des statistiques multivariées (analyse en composantes principales chez Schatz et al., 2014) ou de la sélection de modèles de régression linéaires (Nicolè et al., 2011).

2. Indicateurs

Le traitement des données issues des suivis permet d'obtenir des indicateurs. L'analyse de l'évolution de ces derniers au cours du temps renseigne sur l'atteinte ou non de l'objectif initial fixé par le suivi et sur les grandes tendances d'évolution des populations (Garcia et al., 2024).

Peu de travail formalisé sur les indicateurs existe dans nos trois CBN.

Dans le cadre de MessiFlore, le CBNPMP (Bernadas et al. 2024) propose un indicateur communal d'évaluation des enjeux de préservation de la biodiversité messicole en Midi-Pyrénées. C'est un indicateur complexe, multi-espèces, qui quantifie et spatialise des enjeux sur un territoire donné et peut permettre de suivre leur évolution dans le temps : une note est attribuée à chaque commune, principalement basée sur la somme des notes des espèces d'une liste définie qui y sont présentes.

Plus directement associé à des protocoles de suivis, le CBNPMP (Garcia et al., 2024) a proposé un récapitulatif des indicateurs à calculer (Tableau 5).

Tableau 5. Type d'indicateurs à calculer selon la nature du suivi. Les suivis complémentaires de l'habitat consistent en la réalisation de transects de points-contacts, d'inventaires floristiques, d'études phytosociologiques (Garcia *et al.*, 2024).

Indicateurs	Suivi Station	Suivi Individu	Suivi complémentaire de l'habitat
Densité	x	x	
Fréquence d'occurrence	x	x	
Médiane du taux de recouvrement	x	x	
Taux de recolonisation	x		
Taux d'accroissement	x		
Taux de survie		x	
Taux de germination		x	
Taux de floraison/fructification		x	
Richesse spécifique			x
Fréquence spécifique			x
Contribution spécifique			x

De nombreux autres indicateurs peuvent être considérés et dépendent du choix des variables mesurées dans le protocole de suivi établi. Des indicateurs bien choisis peuvent permettre de lisser des hétérogénéités de protocoles et présenter un résultat commun.

E. ORGANISATION DU RÉSEAU D'ACTEURS

1. Flore Sentinelle

Le développement du réseau Flore Sentinelle - qui rassemble aujourd'hui 39 partenaires sur le massif alpin - a permis de mutualiser connaissances et compétences afin d'articuler des protocoles de suivis communs, intégrés dans des stratégies de conservation à plusieurs échelles. Les partenaires contribuent à la collecte de données sur le terrain et celles-ci constituent une source d'observations conséquentes, fiables et homogènes sur le territoire alpin. Le CBNA assure dans ce cadre une mission d'animation du réseau :

- Organisation régulière de réunions (groupes de travail, journées de restitution ou formation, ...), qui contribuent au dynamisme du réseau d'acteurs ;
- Accompagnement et formation à l'utilisation de ces méthodologies communes auprès des partenaires (gestionnaires, chercheurs, ...), garantissant un large effort d'échantillonnage, et facilitant les échanges entre les gestionnaires et le monde académique ;
- Stockage des données d'observations dans des bases de données, rendant la saisie, consultation et planification des suivis et des actions de conservation accessibles à l'ensemble des partenaires.

2. UrbaFlore

Le programme UrbaFlore porte sur le territoire des 12 grandes aires urbaines (GAU) de l'ancienne région administrative Midi-Pyrénées. Coordinné depuis 2015 par le CBNPMP, il fait notamment appel à un réseau d'acteurs impliquant des partenaires associatifs locaux et les services de l'Etat. Afin de coordonner la veille des associations sur le terrain, un outil en ligne de consultation et de saisie a été créé par le CBNPMP. L'objectif de cet outil web est de fournir aux utilisateurs des informations sur le suivi temporel de la flore menacée ou protégée des 12 GAU (état et évolution spatiale et démographique des populations). Cet outil sert également d'interface pour identifier des menaces, rendre compte de dégradations ou de destructions et, *in fine*, alerter les services de l'Etat pour faire cesser la menace ou la dégradation. Grâce à cette large mobilisation, 2155 populations ont été suivies entre 2015 et 2022 (136 taxons). 39 alertes portant sur des menaces ou des dégradations ont été traitées par le CBN en relation avec les collectivités, les partenaires, les services de l'Etat (DREAL et DDT) et l'OFB.

3. Réseau des plantes menacées

En Bourgogne, un Réseau des plantes menacées a été mis en place en 2015. Il réunit les principaux partenaires techniques du CBN (Office National des Forêts, Conservatoire d'Espèce Naturel, Parc Naturel National & Régional, Gestionnaires de réserve, etc). Le but du réseau est de partager différents points méthodologiques sur le suivi des espèces (du choix des taxons à suivre aux protocoles à mettre en place). Ce réseau se réunit en plénière de manière irrégulière. Les échanges techniques sont fréquents de manière bilatérale. La récolte de données sur le terrain est assurée par les correspondants, sauf si le CBN est missionné pour la réalisation des suivis. Lorsque les données sont saisies par les correspondants (données répondant généralement à des protocoles visant l'évaluation d'une méthode de gestion), elles sont "normalisées" pour être intégrées à Lobelia.

F. BANCARISATION , GESTION ET DIFFUSION DES DONNÉES BRUTES ET DE SYNTHÈSE

Au CBNA, via le réseau Flore sentinelle, 3 applications (GeoNature, Taxhub, Usershub) et 4 modules sont mis à disposition pour réaliser du suivi d'espèces et d'habitats (Collectif, 2023) : bilan stationnel, suivi territoire espèces et habitats, suivi station habitats. Chaque protocole espèce ou habitat du réseau bénéficie d'un module dédié.

Les modules possèdent leur propre interface et un espace dédié dans la base de données. Ils sont accessibles sur internet à tous les membres, avec login et mot de passe, à l'adresse suivante : <https://geonature.floresentinelle.fr>. Le CBNA gère l'ensemble des données collectées, l'hébergement et les développements. Les données sont visibles et exportables par tous les membres du réseau, mais leurs modifications ne sont autorisées que sur les données de leur propre organisme (Flore Sentinelle, 2024).

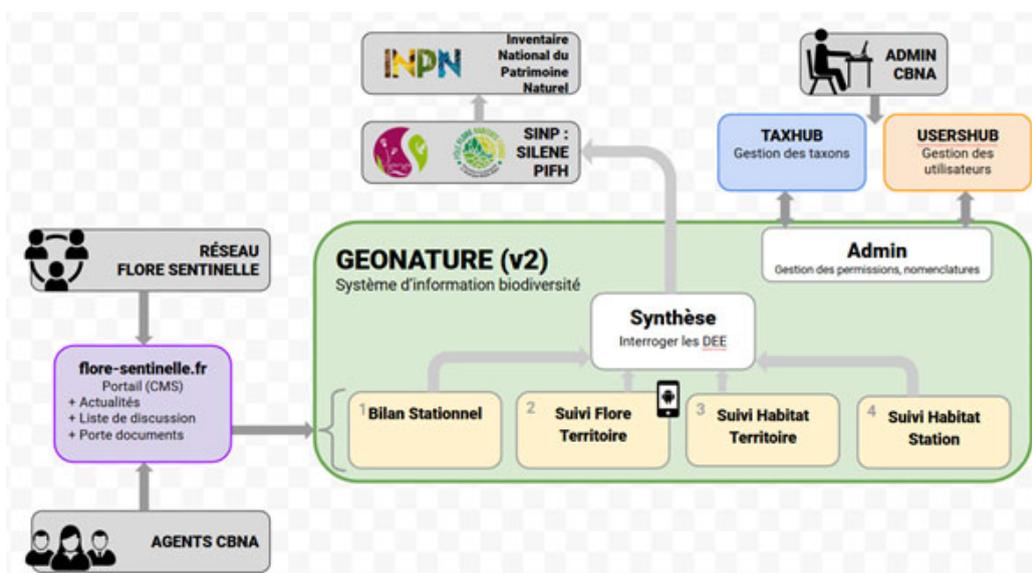


Figure 6. Organisation de la gestion des données du réseau Flore Sentinelle par le CBNA (Géonature, 2024)

Un nouveau module - en cours de développement - intitulé "Stratégie Conservation", synthétise les données issues des suivis pour produire des indicateurs d'état de conservation. Ces indicateurs sont ensuite reliés aux actions de surveillance et de gestion à mettre en place, qui découlent de l'arbre décisionnel défini dans le cadre de la stratégie de conservation. Un onglet de planning permet enfin à chacun des partenaires impliqués de prendre connaissance et de planifier les actions sur son propre territoire.

Au CBNBP et au CBNPMP, Lobelia est utilisé depuis 2023 pour bancariser les données. L'outil permet la gestion des données types bilans stationnels (dans le module "relevé de suivi flore") : Les données de zone de prospection, aire de présence et aire potentielle peuvent être intégrées. En revanche, cet outil ne permet pas, actuellement, de bancariser de manière standard des données issues de protocoles (adaptative sampling, etc). Les données sont donc compilées sous forme de fichiers excel et de rapports.

Les données disponibles dans Lobelia sont accessibles à tous (sauf les données sensibles), à des niveaux de précisions variables selon le demandeur (donnée localisée ou maillée) et modifiables uniquement par les référents flore locaux et les observateurs sur leurs propre relevés.

Au CBNPMP, l'outil en ligne UrbaFlore a été créé avant l'utilisation de Lobelia pour répondre à un besoin de suivi que l'ancienne base de données (Flora) ne permettait pas.

G. DES LIMITES ET DES QUESTIONNEMENTS PARTAGÉS

Les approches adoptées par chaque CBN se veulent donc objectives et adaptées à l'échelle locale. Elles permettent une acquisition de données fiables et faciles d'accès pour les différents acteurs régionaux impliqués dans les suivis. Cependant, des difficultés et des questionnements sont partagés sur ces méthodologies, sur différents aspects :

- **Ampleur du travail de terrain** : un suivi repose sur la réalisation d'un grand nombre de réplicats, et plus le nombre de variables à relever est important, plus le suivi est long et coûteux. Un équilibre est donc à trouver lors de la prise en compte d'une méthodologie pour réaliser du suivi (Bardet et Berrod, 2023). La multiplication de ces suivis, ayant pour but de couvrir autant que possible l'ensemble des espèces et stations d'intérêt, est en effet à l'origine d'une charge de travail qui n'est plus soutenable pour les seuls CBN. Les réseaux d'acteurs sont nés de ce constat. L'intérêt des réseaux réside donc dans le partage du travail et la mise en commun des résultats entre partenaires ; les protocoles doivent alors être adaptés aux compétences de chacun, nécessitant un travail important de transmission, d'accompagnement et d'animation.
- **Un temps de travail préalable peu reconnu** : l'ajustement des méthodologies. Le choix d'un protocole est confronté à la réalité du terrain lors de la première année de suivi, qui constitue généralement une "année test". Bien souvent, il est en effet nécessaire d'ajuster des variables, de repenser la stratégie d'échantillonnage, de définir les ZP et AP, etc...
- **La biologie et le comportement *in situ* de l'espèce** sont notamment à considérer pour choisir la méthode de suivi (Garcia *et al.*, 2024). Le type biologique influe ainsi sur le choix d'un système de suivi fixe ou non, et peut aussi influencer la taille du dispositif d'échantillonnage. C'est en jouant sur l'aire de la zone échantillon que les comportements des espèces peuvent être compensés, et que l'enregistrement des variations spatiales devient possible (Bardet et Berrod, 2023).
- **Utilisation de métriques référentes pas toujours pertinentes** : la notion d'individu. Définir ce qu'est un individu pour chaque espèce est une étape déterminante (Bardet et Berrod, 2023). Cela permet de choisir la méthode de suivi et de savoir comment interpréter les résultats. Or, pour de nombreuses espèces, les éléments observables sont liés entre eux par des parties végétatives non visibles (rhizomes, racines...), ou sont superposés les uns sur les autres, ce qui rend la définition d'individus et le comptage impossibles ou bien trop sujets à interprétation. En conséquence, le protocole suivi Individu par exemple n'est mis en œuvre que pour les espèces chez qui la notion d'individu est claire.

Pour pallier cette difficulté, Flore Sentinelle tend à systématiser l'utilisation de la fréquence d'occurrence dans ses suivis, la donnée étant peut-être moins précise mais plus objective et répétable. Malgré tout, la notion d'individu reste un indicateur majeur des grands systèmes d'évaluation : liste rouge, rapportage Natura 2000...

- **Lourdeur de certains protocoles** : les suivis Station et surtout les suivis Individu demandent une logistique et un temps considérable, en plus des problématiques évoquées auparavant.
- **Difficulté de la pérennisation des suivis et biais observateur**: la puissance des suivis repose sur l'acquisition d'une série de données temporelles relativement longue, qui implique des repasses régulières sur les sites. Or, les CBN sont confrontés à un manque de moyen et de temps, au renouvellement du personnel qui nécessite de former les nouveaux arrivants à ces suivis, à la répétabilité parfois difficile des suivis du fait de la faiblesse en outils de stockage et de transmission. De plus la diversité des observateurs peut induire un biais important (Perret, 2023)
- **Manque d'outils pour la bancarisation des données** : l'intégration des résultats des suivis aux bases de données métier est encore largement sous-développée. Elle nécessite du temps, à la fois de développement d'outils opérationnels - sur le terrain comme à la consultation - puis de saisie et d'analyse des données. Par ailleurs, les outils utilisés diffèrent entre CBN.
- **Manque d'expertise en analyse de données** : l'analyse des données saisies est parfois difficile puisqu'elle nécessite du temps ainsi que des compétences spécifiques, qui ne sont pas toujours présentes dans les CBN du fait du manque de formation en biostatistique ou des changements de personnel (compétences ou méthodologies d'analyse différentes).

II. PROPOSITION POUR UNE SURVEILLANCE NATIONALE COMMUNE

A. PRÉCISER UNE MÉTHODOLOGIE COMMUNE

1. Proposition basée sur les éléments communs des protocoles des CBN

Bien décrire et suivre la flore patrimoniale nécessite bien évidemment de s'adapter à sa diversité. Néanmoins, les objectifs du réseau de surveillance de la biodiversité terrestre, comprenant de nombreux taxons de flore patrimoniale, sans compter la flore commune et la faune, amènent à proposer, dans un souci d'efficacité, des protocoles génériques permettant des regroupements d'espèces. Quelques grands types de protocoles, couvrant de nombreuses situations d'espèces et de territoires, avec d'importants volets communs et quelques volets spécifiques par CBN si nécessaire, permettent de minimiser les modules correspondants en base de données ainsi que les méthodes d'analyse de données à développer. Il restera bien évidemment des espèces pour lesquelles cette démarche ne s'appliquera pas et pour lesquelles il sera nécessaire de développer une approche plus adaptée, mais cela ne doit pas nous empêcher de faire des regroupements

lorsque c'est possible.

Au-delà des aspects scientifiques et techniques, les protocoles retenus reflètent des contraintes fortes de temps/moyens (humains et financiers) et des contraintes logistiques (temps d'accès, terrain privé : nécessité d'autorisation des propriétaires, limitation du matériel utilisé). Ils ne peuvent être sortis de ce contexte.

Des principes communs ont été identifiés :

- Inclure et formaliser une phase de tests,
- Des protocoles applicables à plusieurs espèces (forme de généralité),
- Quatre grandes catégories d'objectifs et d'échelles donnant lieu à un protocole d'évaluation et trois protocoles de suivi,
- Des protocoles contenant un tronc commun obligatoire et offrant la possibilité de modules complémentaires optionnels ou spécifiques,
- Favoriser une structure emboîtée des suivis : mise en place sur un maximum de sites du protocole le moins lourd - bilan stationnel -, sur un échantillon de ces sites du protocole suivant - suivi Territoire - et ainsi de suite - suivi Station puis suivi Individu. Cette structuration permet de faire des inférences à différentes échelles spatiales et de réaliser des analyses potentiellement complexes (modèles hiérarchiques bayésiens) (Besnard, 2010).

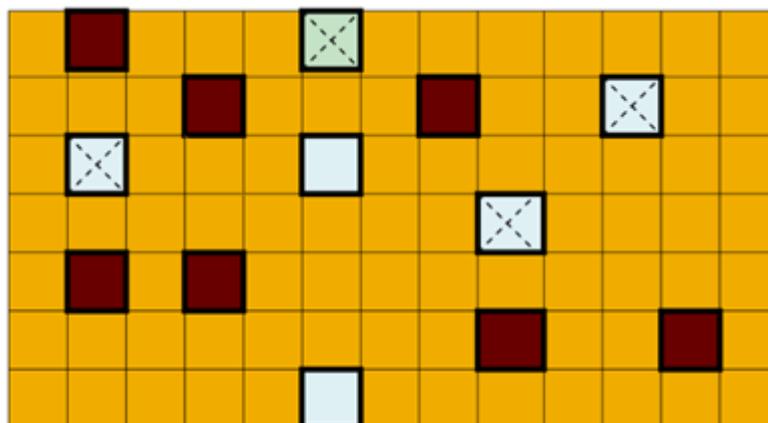


Figure 7 : Schéma d'une structure de suivis emboîtés, d'après Besnard (2010).

La figure 7 représente un site sur lequel tous les protocoles sont appliqués de façon emboîtée. Ex : en orange la ZP du bilan stationnel, les mailles correspondent au découpage du suivi Territoire Flore Sentinelle (en orange l'absence, en brun la présence), les mailles blanches représentent les

suivis Stations positionnés au sein de mailles de présence du suivi Territoire.

Bilan stationnel : un état des lieux indispensable et commun aux CBN

Ce protocole d'évaluation de l'état des populations d'espèces patrimoniales est un socle fondamental, très partagé par les CBN et appliqué à de nombreuses espèces.

Tableau 6. Bilan stationnel : proposition de protocole.

	Relevés communs obligatoires	Relevés optionnels
Informations relevées par station en phase terrain	Données stationnelles : localisation, altitude, etc.	Aire potentielle
	Physionomie du milieu occupé *	
	Zone de prospection (= zone d'étude) et aire de présence (= zone d'occupation)	
	Estimation du nombre d'individus et pourcentage de recouvrement	Relevé floristique (simple, simple par strate de végétation/relevé phytosociologique)
	Phénologie *	
	Pressions menaces et dégradations/facteurs d'influence *	
Informations relevées par station en phase bureau	Protections réglementaires et maîtrise foncière du site, parcelle cadastrale, potentiellement gestionnaire	

* référentiels à harmoniser

Suivi d'espèce à large échelle : peu d'éléments communs entre CBN mais un enjeu reconnu et des pistes identifiées

Le suivi d'espèces à large échelle ne constitue pas une problématique très partagée par les CBN de l'étude. Ce suivi est très développé au niveau alpin par Flore Sentinelle avec le suivi Territoire. Pour le CBNPMP, son champ d'application est limité à un groupe d'espèces, les messicoles via le programme MessiFlore. En Bourgogne, la démarche est plus anecdotique.

En fonction du territoire et de l'aire de répartition des espèces étudiées, cette échelle de travail semble peu pertinente.

Les protocoles entre CBN sont assez hétérogènes.

Il existe néanmoins un enjeu fort de méthodologies et d'initiatives de suivi à l'échelle nationale dans le cadre du réseau de surveillance de la biodiversité terrestre.

Quelques directions communes sont malgré tout à faire ressortir :

- Relevé des pressions/menaces/dégradations/facteurs d'influence,
- Utilisation de la fréquence : points contacts en Bourgogne, présence/absence sur une unité bien définie : maille 25mx25m pour Flore Sentinelle, Commune pour Messiflore.

On peut donc imaginer le cadre d'application suivant pour un tronc commun obligatoire :

- Espèces ayant plus de 10 sites de présence par exemple et/ou occupant des surfaces permettant de disposer d'une centaine d'unités statistiques,
- Relevé en présence/absence de l'espèce sur les unités statistiques,
- Relevé des pressions/menaces/dégradations/facteurs d'influence sur les sites,
- Définition d'une unité statistique par espèce adaptée à la répartition et à l'échelle d'étude.

Suivi Station : des applications variées, un tronc commun important

Le protocole du suivi Station, en permettant d'évaluer l'évolution d'une population sur un site donné, peut servir à la fois des problématiques de suivi local, d'évaluation de gestion/pratiques agricoles/impact de cueillette, de succès de transplantation/renforcement de population...

Pour les espèces dont la répartition ne permet pas de mettre un place un suivi de type Territoire (< 10 sites par exemple), le suivi Station appliqué sur plusieurs sites permet d'évaluer la tendance de l'espèce à plus large échelle ; il y a donc un fort intérêt à dégager un tronc commun obligatoire indépendant des problématiques locales.

La proposition est donc structurée en un tronc commun constitué des relevés communs obligatoires devant être homogènes au sein des différents sites d'une espèce. Des relevés spécifiques et/ou optionnels viennent compléter le protocole et apporter les variables liées aux problématiques de l'étude. Les relevés sont réalisés sur des dispositifs permanents, c'est-à-dire géographiquement fixés, localisés précisément et relocalisables facilement (ce qui est souvent un point problématique de ce type de protocole). La matérialisation de terrain est systématique (piquets plantés, bornes enterrées, points de peinture) et des relevés GPS, photos, schémas, distances à des repères naturels, viennent en complément.

Tableau 7. Suivi Station : proposition de protocole.

	Variable	Support
Relevés communs obligatoires	Présence/absence	Sous placette/ point contact du transect permanent
	Pressions, perturbations, menaces, facteurs d'influence	Placette/transect permanent
	Modalités de gestion	Unité de gestion
Relevés spécifiques et/ou optionnels	Effectifs *	Placette permanente**
	Effectifs/par stade de développement	Placette**/sous placette**permanente
	Présence/absence par stade de développement	Sous placette**/ point contact du transect permanent
	Pressions, perturbations, menaces, facteurs d'influence	Sous placette**permanente
	Variables environnementales	Station/placette**/ sous placette**permanente

*Quand les effectifs sont dénombrables

**Taille de placette/sous placette à standardiser par espèce

Suite aux difficultés rencontrées sur la définition de la notion d'individu, il nous est apparu essentiel de systématiser la mesure de la fréquence (présence/absence) sur les placettes, même dans des configurations de comptage, en utilisant une unité d'observation inférieure à la placette, la "sous-placette" (Figure 8). En outre, sans augmenter le nombre de placettes et le temps de travail sur le terrain par rapport à du comptage (il est même souvent réduit), cette mesure présente peu de biais observateur et produit un volume de données important ce qui consolide les résultats obtenus. Par exemple, un dispositif de 30 placettes de 50 cm x 50 cm, divisées chacune en sous-placettes de 10 cm x 10 cm, donne 750 sous-placettes donc réplicats. Il peut être aussi particulièrement pertinent de relever les pressions/perturbations/menaces d'influence de cette façon aussi afin de pouvoir les quantifier.

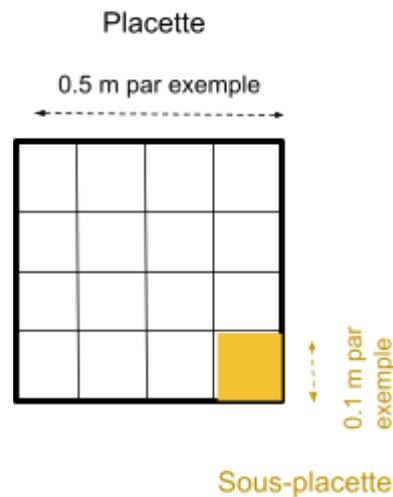


Figure 8. Placette et sous-placettes pour le relevé des variables du suivi station.

Suivi Individu : des objectifs de recherche, des volets spécifiques importants

Les suivis Individu restent appliqués de façon limitée compte tenu de leur complexité et de leur lien étroit à des problématiques de recherche. Ils ne concernent que les espèces dont les individus sont dénombrables.

Comme pour le suivi Station, la proposition est structurée en un tronc commun constitué des relevés communs obligatoires devant être homogènes pour une espèce sur les différents sites. Des relevés spécifiques et/ou optionnels viennent compléter le protocole et apporter les variables liées aux problématiques de l'étude.

Les relevés sont réalisés sur des dispositifs permanents, c'est-à-dire géographiquement fixés, localisés précisément et relocalisables facilement (ce qui est souvent un point problématique de ce type de protocole). La matérialisation de terrain est systématique (piquets plantés, bornes enterrées, points de peinture) et des relevés GPS, photos, schémas, distances à des repères naturels viennent en complément. Au sein de ces dispositifs, souvent des placettes, les individus sont localisés (piquetage) et numérotés.

Tableau 8. Suivi Individu : proposition de protocole.

	Variable	Support
	Effectifs	Placette permanente*
Relevés communs obligatoires	Présence/absence par stade de développement	Individu
	Pressions, perturbations, menaces, facteurs d'influence	Placette permanente*
	Modalités de gestion	Unité de gestion
Relevés spécifiques et/ou optionnels	Nombre de fleurs/nombre d'inflorescences/nombre de fruits	Individu
	Pressions, perturbations, menaces, facteurs d'influence	Sous placette*permanente
	Variables environnementales	Station/placette*/ sous placette*permanente
	Variables liées à l'étude	Individu/sous placette/placette permanente*

*Taille de placette/sous placette à standardiser par espèce

2. Amélioration / Proposition d'innovation

- Harmonisation ou mise en correspondance du vocabulaire en se basant sur le glossaire rédigé par le réseau RESEDA (RESEDA 2019),
- Systématisation des relevés des pressions/perturbations/menaces/facteurs d'influence, pour pouvoir les quantifier et les mettre en lien avec les tendances observées sur la flore ; harmonisation/mise en correspondance des référentiels utilisés,
- Développement et harmonisation des relevés de variables environnementales pour les suivis Station et Individu, pour insérer et relier les tendances observées sur la flore dans un contexte écologique ; l'installation de capteurs de température du sol type Hobo ou Tomst, calibrés de façon standardisée, pourrait être généralisée et les données produites contribueraient à alimenter des projets comme ClimAPlant ou Chaud soutenus pour la Zone Atelier Alpes,
- Définition du cadre d'application de protocoles de suivi à grande échelle,
- Recensement des espèces patrimoniales pour lesquelles la démarche proposée n'est pas applicable et élaboration de méthodologies au cas par cas.

B. STRATÉGIE DE SPATIALISATION À L'ÉCHELLE NATIONALE

1. Proposition basée sur les éléments communs des protocoles des CBN

Sans objet.

2. Amélioration / Proposition d'innovation

- Répartition des sites de suivis dans l'aire biogéographique de l'espèce à l'échelle nationale : mise en place d'un échantillonnage stratifié aléatoire, la stratification se faisant par entités administratives/biogéographiques/espaces naturels...
- Mise en place d'une structure emboîtée des suivis : mise en place sur un maximum de sites du protocole le moins lourd - bilan stationnel -, sur un échantillon de ces sites du protocole suivant - suivi Territoire - et ainsi de suite - suivi Station puis suivi Individu. Cette structuration permet de faire des inférences à différentes échelles spatiales et de réaliser des analyses potentiellement complexes (modèles hiérarchiques bayésiens) (Besnard, 2010),
- Programmation d'un échantillonnage important en termes d'unités statistiques/réplicats (une centaine), réalisation de tests de puissance après le deuxième ou troisième passage pour redimensionner l'échantillon si nécessaire en tenant compte de la variabilité spatiale et temporelle observée (Besnard, 2011).

C. BANCARISATION, GESTION ET DIFFUSION DES DONNÉES BRUTES ET DE SYNTHÈSE

1. Proposition basée sur les éléments communs des protocoles des CBN

La bancarisation, la gestion et diffusion des données brutes et de synthèse est peu développée sur les suivis dans les CBN.

Néanmoins, Flore Sentinelle (CBNA) propose 5 modules sous Géonature correspondant à 4 protocoles et une synthèse, et UrbaFlore (CBNPMP), un outil web correspondant à un protocole dont l'équivalent existe dans Flore Sentinelle (bilan stationnel). Compte tenu de l'importance des éléments communs mis en avant sur ce protocole, les données Flore Sentinelle et UrbaFlore pourraient facilement être agrégées avec un travail d'interopérabilité des bases de données.

Le succès de ces outils (10 627 observations, 291 taxons, 1174 observateurs, 4 jeux de données dans GeoNature-Flore Sentinelle ; 136 taxons suivis sur 161 taxons cibles, 2155 populations suivies sur 3262, 3508 observations, 117 contributeurs dans UrbaFlore) vient de l'élaboration et de la mise en œuvre de protocoles de suivis génériques appliqués sur de nombreuses espèces.

Des projets prometteurs sur les bases de données sont en cours dans les CBN et la réflexion collective présentée dans ce rapport est l'occasion de promouvoir l'intégration de modules pour le suivi d'espèces patrimoniales.

2. Amélioration / Proposition d'innovation

Sur la base d'un existant prometteur et d'éléments communs entre les protocoles identifiés, un travail serait à mener pour créer ou compléter des outils interopérables de bancarisation de données. Ainsi tout ce qui est commun entre CBN serait rapidement mobilisable et chaque CBN aurait aussi la possibilité et la marge de manœuvre pour intégrer des éléments spécifiques à son contexte. La bancarisation et la gestion seraient gérées par CBN. La problématique de la diffusion des données devrait reposer sur des principes communs s'inspirant de ce qui a été mis en place dans les SINP.

Des améliorations importantes sont à prévoir sur :

- L'élaboration de données de synthèse,
- L'analyse automatique des données relevées (produisant des indicateurs synthétiques communs) qui pourrait notamment faciliter l'interprétation, le partage et l'utilisation des résultats,
- L'élaboration d'un dispositif d'alerte automatisé (existant dans l'outil UrbaFlore) pour les constats alarmants,
- L'élaboration d'un planning de repasse (existant dans Flore Sentinelle).

L'expérience de Flore Sentinelle met en avant l'importance d'une chaîne de travail fluide entre la prise de données sur le terrain et le transfert/saisie dans les bases de données dédiées afin de limiter les erreurs dues aux manipulations des données. Des tests sont en cours avec des applications mobiles existantes pouvant permettre des transferts de fichiers (Q field, Odk collect), et le Parc National des Ecrins a développé une version mobile de l'application bilan stationnel qui sera en test en 2024.

D. MÉTHODES D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT DE DONNÉES POUR LA PRODUCTION D'INDICATEURS

1. Proposition basée sur les éléments communs des protocoles des CBN

Analyse de données

L'analyse des données de suivis pour les CBN de l'étude est insuffisante malgré de forts intérêts et motivations. Elle est fortement restreinte par un manque de temps, de moyens et des compétences limitées bien qu'en forte progression, et souvent liée à des projets ponctuels. Il n'est pas possible de faire mieux en l'état actuel que de recenser l'existant, comme cela a été réalisé dans la première partie.

On retiendra néanmoins :

- L'utilisation assez généralisée du logiciel R,
- L'importance de maîtriser les modèles linéaires et les tests de puissance et les statistiques multivariées pour intégrer les paramètres environnementaux.

Chaque méthode répond à ses hypothèses et ses conditions d'application. En cas de non significativité (ce qui risque d'arriver souvent car nous travaillons sur du vivant, très variable dans l'espace, surtout à grande échelle, et très dépendant des paramètres environnementaux), leur utilisation croisée est recommandée pour détecter des tendances.

Gardons en tête aussi que l'analyse statistique est un outil d'aide à la décision. La décision revient au gestionnaire et au politique qui peuvent choisir ou pas d'avoir une significativité forte pour agir.

Nous proposons donc une réflexion sur le choix de la valeur du risque de première espèce α (généralement fixé à 5% par convention), en lien avec les menaces pesant sur les espèces patrimoniales, et l'importance d'engager des actions rapides pour leur conservation.

En écologie de la conservation, nous pouvons considérer qu'il est plus préjudiciable de ne pas détecter un effondrement des populations que de déclencher des actions de conservation sur des populations qui n'étaient finalement pas si menacées. Dans le cadre du réseau Flore Sentinelle, une étude menée sur les résultats de suivis (protocole suivi territoire) de deux espèces patrimoniales a permis de montrer qu'un passage du risque de première espèce α de 5% à 20% "a le même impact que de doubler le nombre de stations échantillonnées [...] ou [de] doubler le temps de suivi" (Dubois & Besnard, 2017).

Une réévaluation du risque de première espèce aurait donc plusieurs avantages en écologie de la conservation :

- Réussir à détecter des taux d'évolution à des seuils fins,
- Obtenir des indicateurs sur les tendances d'évolution tout en réduisant l'effort d'échantillonnage,
- Accroître la marge de manœuvre des CBN et faciliter la mise en place d'actions de gestion conservatoire en augmentant le principe de précaution, sans attendre la détection de changements drastiques - et parfois dramatiques - sur l'état de conservation des populations.

Indicateurs

Nous proposons deux types d'indicateurs communs pour nos CBN, mais évalués et présentés sur nos territoires respectifs :

- Des indicateurs de réalisation, qui permettent de présenter le travail mis en œuvre et les efforts investis dans les suivis,
- Des indicateurs de résultats, qui permettent d'évaluer l'état de conservation de la flore patrimoniale et les effets des efforts investis pour éventuellement les redimensionner.

Ils peuvent être déclinés sur la flore patrimoniale dans son ensemble ou par espèce.

Cette proposition découle des éléments communs identifiés dans nos 3 CBN et n'est donc pas exhaustive, mais constitue une sélection de ce qui nous est apparu à la fois le plus simple à mettre en œuvre et le plus parlant. Nous nous sommes aussi attachés à des indicateurs assez génériques qui peuvent être obtenus via des protocoles différents et permettent ainsi de présenter un résultat commun malgré une hétérogénéité relative du mode d'obtention.

Tableau 9. Indicateurs de réalisation.

Flore	Nombre d'espèces bénéficiant d'au moins un protocole de suivi (parmi bilan stationnel, suivi grande échelle, suivi station, suivi individu ; comptabiliser les suivis en cours)*
	Nombre de structures/personnes mobilisées pour le suivi de la flore patrimoniale*
Espèce	Nombre de sites suivis (avec un même protocole)*
	Durée du suivi/Ancienneté du suivi (années)**
	Nombre de campagnes de relevés**
	Nombre de structures/personnes mobilisées pour le suivi *

* Les observations de terrain étant géolocalisées précisément, ces indicateurs peuvent être spatialisés à la maille (1 km x 1 km par exemple), à la commune, au massif, au territoire d'un espace protégé, au département, à la région...

**En cas d'hétérogénéité pour les valeurs entre différents territoires, l'utilisation d'une valeur moyenne est recommandée.

Ces indicateurs sont déjà agrégables entre les trois CBN de l'étude et assez faciles à transposer à une échelle nationale.

Tableau 10. Indicateurs de résultat.

Flore	Nombre d'espèces en état de conservation favorable/défavorable (sur la base des résultats des bilans stationnels)*
	Nombre d'espèces à tendance positive, négative, stable, non significative (sur la base de l'évolution du nombre d'aires de présence des bilans stationnels, des résultats des suivis à grande échelle, ou de suivis Station et Individu suffisamment représentatifs)*
Espèce	Etat de conservation (sur la base des résultats des bilans stationnels)*
	Nombre d'aires de présence (somme du nombre d'AP des bilans stationnels)
	Surface occupée (somme des surface des AP des bilans stationnels)
	Tendance (positive, négative, stable, non significative (sur la base de l'évolution du nombre d'aires de présence des bilans stationnels, des résultats des suivis à grande échelle, ou de suivis Station et Individu suffisamment représentatifs)*

* Indicateurs produits à l'échelle du territoire d'étude de chaque CBN.

2. Amélioration/ Proposition d'innovation

Analyse de données

De nombreuses difficultés sont remontées sur ce volet 'analyses statistiques'. Il en ressort une collaboration nécessaire entre écologues et statisticiens, depuis la construction des protocoles jusqu'à l'analyse de données et la valorisation des résultats. Ce type d'organisation n'existe pas à l'heure actuelle et repose sur des intérêts, compétences et affinités personnelles, peu fiables dans le temps pour une structure. Cette collaboration pourrait se traduire par le financement, via une politique volontariste de valorisation des données flore, de postes de statisticiens au sein des CBN ou portés par des structures d'appui (OFB, laboratoires de recherche).

De nombreux éléments de ce rapport prônent une certaine forme de généralité. Quelques grands types de protocoles permettent de développer quelques grands types d'analyses de données standardisées, voire de les automatiser (intégration de scripts dans des bases de données). Cet objectif apparaît tout à fait réaliste avec une collaboration écologues-statisticiens ambitieuse et organisée qui pourrait produire des guides techniques ou mettre en place et animer une plate-forme d'échange et de stockage de ressources sous Github par exemple.

Pour finir, il est judicieux d'évoquer une méthode d'analyse jusqu'à présent utilisée uniquement sur la faune (Doré *et al.*, 2010 et 2011) qui semble prometteuse pour le suivi d'une espèce à large échelle : l' "occupancy" pour occupation, aussi appelée méthode de "présence/absence" dont les principes fondateurs pour du suivi sur plusieurs années 'multiseason occupancy' sont exposés dans MacKenzie *et al.*, 2003. Elle permet notamment d'estimer les colonisations/extinctions d'un ensemble de sites par une espèce. En considérant les mailles du suivi Territoire de Flore Sentinelle comme un site, au sens de la méthodologie, les données de présence/absence pourraient être traitées avec ce modèle et fournir des résultats sur la dynamique des espèces relevées.

Indicateurs

Quelques indicateurs parmi ceux proposés peuvent être agrégables pour plusieurs CBN, étant issus de simples sommes.

Pour d'autres, comme l'état de conservation ou les tendances des populations, cette agrégation n'est pas évidente et nécessite un travail spécifique pour identifier comment intégrer les résultats de chaque CBN pour obtenir une valeur globale.

Des relevés de perturbations et de menaces sont prévus dans tous les protocoles de suivis d'espèces présentés, mais ils sont encore peu réalisés par les acteurs de la conservation. De plus, différents référentiels existent (rapportage européen, liste Rouge) et sont utilisés et légitimes. L'information, pourtant si précieuse, est donc lacunaire et disparate. Trois chantiers sont donc à mener pour :

- Mobiliser le relevé des pressions et menaces sur le terrain,
- Homogénéiser les catégories, en utilisant un référentiel unique ou des tableaux de correspondance en s'inspirant de l'initiative PressRef (Caret 2024),
- Produire des indicateurs de pression/perturbation/menaces.

Le renseignement systématique de ces données devrait permettre de qualifier les pressions subies par la flore patrimoniale et de mettre en lien les évolutions respectives.

Les indicateurs produits doivent, comme leur nom le signifie, 'indiquer' : indiquer des actions à mettre en œuvre en fonction de la valeur obtenue notamment. Il convient donc de les replacer dans une chaîne de travail avec des valeurs seuils dont le dépassement entraînerait des actions spécifiques guidées par un arbre décisionnel, comme c'est le cas dans certaines stratégies de conservation (Bonnet *et al.*, 2016, Le Berre *et al.*, 2022).

Comme mentionné dans les propositions d'amélioration et d'innovation sur la bancarisation, gestion et diffusion des données brutes et de synthèse, un dispositif d'alerte automatisé s'avère particulièrement pertinent pour les indicateurs aussi.

E. PROPOSITION D'ORGANISATION DU RÉSEAU D'ACTEURS

Plusieurs problématiques, telles que la charge de travail conséquente associée à la réalisation des suivis, sont partagées par les CBN. Au-delà de permettre une répartition des actions entre partenaires, l'organisation en réseau d'acteurs améliore la qualité et la quantité des données récoltées, contribue à l'harmonisation des protocoles et facilite le partage et le transfert des connaissances et compétences au sein du réseau.

En s'appuyant sur les expériences existantes, nous proposons que les suivis d'espèces patrimoniales soient menés en réseaux de manière territoriale, les CBN portant leur animation.

CONCLUSION

Nous pouvons dresser un constat positif quant au travail mené par le CBNA, le CBNBP - Antenne Bourgogne - et le CBNPMP, sur le suivi de la flore patrimoniale. Les travaux engagés ces dernières décennies attestent en effet d'une direction commune en termes de méthodologies, laissant apparaître de nombreux points communs encourageants. L'harmonisation des protocoles, nomenclatures et outils utilisés, mettant en correspondance et intégrant les enjeux nationaux et régionaux, sont autant de pistes identifiées pour faciliter l'interopérabilité des dispositifs existants. Cette mise en commun servira également à améliorer la visibilité et la lisibilité des dispositifs, et, avec elle, la production d'indicateurs répondant aux objectifs de surveillance et d'évaluation de la flore à l'échelle nationale.

Bien qu'ils ne soient pas formalisés dans cette étude, les expériences et échanges au sein du réseau des CBN mettent en lumière que le constat s'étend au-delà des trois Conservatoires impliqués ici : nous pouvons citer le CBNMed et son dispositif RESEDA-Flore, ou encore le CBN Sud-Atlantique. Il apparaît donc nécessaire d'élargir l'approche à l'ensemble des CBN. Cette architecture conjointe valorisera le travail existant des CBN et constituera une base solide pour une méthodologie commune de suivi de la flore patrimoniale dans le cadre du réseau de surveillance de la biodiversité terrestre.

ANNEXES

ANNEXE 1. LISTE DES ESPÈCES AYANT FAIT L'OBJET DE SUIVI PAR LE CBN DU BASSIN PARISIEN (ANTENNE BOURGOGNE).

ESPÈCE	ANNÉES DÉBUT / FIN	ECHELLE DE SUIVI	UICN France	UICN Bourgogne
Flore vasculaire				
<i>Anemone sylvestris</i> L., 1753	2006 /-	Territoire/ Individu	NT	CR
<i>Asperula tinctoria</i> L., 1753	2014/2016	Territoire /station	NT	CR
<i>Asplenium fontanum</i>	2011/2022	Station	LC	CR
<i>Athamanta cretensis</i> L., 1753	2015/2020	Station	LC	EN
<i>Biscutella divionensis</i> Jord., 1864	2007/2021	Individu	EN	EN
<i>Biscutella laevigata</i> subsp. <i>varia</i> (Dumort.) Rouy & Foucaud, 1895	2015/2022	Station	DD	DD
<i>Crepis praemorsa</i> (L.) Walther, 1802	2013/2021	Territoire /station	VU	CR
<i>Cynoglossum dioscoridis</i> Vill., 1779	2014/2022	Territoire /individu	NT	CR
<i>Cypripedium calceolus</i> L., 1753	- /-	Station	NT	VU
<i>Deschampsia media</i> (Gouan) Roem. & Schult., 1817	2018/-	Station	LC	EN
<i>Dictamnus albus</i> L., 1753	2015/2019	Territoire /station	LC	CR
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort., 1827	2015/2019	Territoire /station	LC	EN
<i>Gagea villosa</i> (M.Bieb.) Sweet, 1826	2016/-	Territoire /station	LC	CR
<i>Gasparrinia peucedanoides</i> (M.Bieb.) Thell., 1926	2013/2021	Station	LC	EN
<i>Lathyrus pannonicus</i> (Jacq.) Garcke, 1863	2014/2021	Territoire /station	NT	EN
<i>Ligularia sibirica</i> (L.) Cass., 1823	2000/2015	Territoire /station	NT	CR
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill., 1768	2006/2018	Territoire /station	LC	CR
<i>Luronium natans</i> (L.) Raf., 1840	2015/-	Station	LC	CR
<i>Minuartia viscosa</i> (Schreb.) Schinz & Thell., 1907	2006/-	Station	VU	CR
<i>Orobanche elatior</i> Sutton, 1798	2015/2022	Station	DD	CR
<i>Pilosella peleteriana</i> subsp. <i>ligerica</i> (Zahn) B.Bock, 2012	2019/-	Territoire	NT	CR

<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm., 1849	2018/-	Territoire /station	LC	CR
<i>Vaccinium microcarpum</i> (Turcz. ex Rupr.) Schmalh., 1871	2018/-	Territoire /station	LC	CR
<i>Valeriana tuberosa</i> L., 1753	2013/2021	Station	LC	EN
<i>Luzula nivea</i> (Nathh.) DC., 1805	2015/-	Station	LC	CR
<i>Papaver cambricum</i> L., 1753	2018/-	Station	LC	EN
Bryophytes				
<i>Orthothecium rufescens</i> (Dicks. ex Brid.) Schimp., 1851	2019/2020	Station	-	-
<i>Hydrogonium croceum</i> (Brid.) Jan Kucera, 2013	2019/2020	Territoire /station	-	-
<i>Riccia crustata</i> Trab.	2021/-	Territoire /station	-	-
<i>Neckera menziesii</i> Drumm., 1828	2016/2018	Territoire /station	-	-

ANNEXE 2. LISTE DES ESPÈCES AYANT FAIT L'OBJET DE SUIVI PAR LE CBN DES PYRÉNÉES ET DE MIDI-PYRÉNÉES

ESPECE	ANNEES DEBUT / FIN	ECHELLE DE SUIVI	UICN France	UCIN Midi-Pyrénées
Flore vasculaire				
<i>Bellevalia romana</i> (L.) Sweet, 1826	2003/-	Station	NT	LC
<i>Neotinea lactea</i> (Poir.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, 1997	2006/-	Station	NT	VU
<i>Aster pyrenaicus</i> * Desf. ex DC., 1805	2002/-	Station	NT	EN
<i>Saponaria bellidifolia</i> Sm., 1791	2003/-	Station	VU	VU
<i>Ligularia sibirica</i> (L.) Cass., 1823	2010-2015	Station	NT	VU
<i>Juniperus thurifera</i> L., 1753	2002/-	Station	LC	VU
Plantes messicoles (110 taxons)	2015	Territoire/ station	-	-
Espèces du programme UrbaFlore (136 taxons)	2015/-	Station	-	-
Espèces du programme Bord de route CD31 et T ^m (12 taxons)	2008/-	Station	-	-
Bryophytes				
<i>Buxbaumia viridis</i>	2015/-	Station / Territoire	-	NT
<i>Dicranum viride</i>	2012/-	Station/Territoire	-	CR
<i>Hamatocaulis vernicosus</i>	2021/-	Station/Territoire	-	EN

ANNEXE 3. LISTE DES ESPÈCES AYANT FAIT L'OBJET DE SUIVI PAR FLORE SENTINELLE.

ESPÈCE	DÉBUT/ FIN	ECHELLE DE SUIVI	UICN France	UICN	ESPÈCE	DÉBUT/F IN	ECHELLE DE SUIVI	UICN France	UICN	
				Auvergne					Rhône-	Auvergne
									Alpes	Rhône-
									UICN PACA	Alpes
UICN PACA										
Flore vasculaire										
<i>Adonis pyrenaica</i> DC., 1815	2003/ 2023	Station, territoire	NT	-	<i>Isatis alpina</i> Vill., 1779	2002/ 2004	Individu	EN	-	
				-					-	
				-					EN	
<i>Aethionema thomasianum</i> J. Gay, 1845	2003	Station	VU	-	<i>Jacoea uniflora</i> (All.) Veldkamp, 2006	2021	Territoire	VU	-	
				-					VU	
				VU					-	
<i>Agropyron cristatum</i> subsp. <i>pectinatum</i> (M. Bieb.) Tzvelev, 1970	2002/ 2023	Station	EN	-	<i>Klasea lycopifolia</i> (Vill.) Á. Löve & D. Löve, 1961	2004/ 2016	Station	VU	-	
				-					-	
				EN					VU	
<i>Anacamptis coriophora</i> R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase, 1997	2008/ 2014	Station	NT	EN	<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich., 1817	2010/ 2023	Station	NT	-	
				EN					EN	
				-					EN	
<i>Androsace elongata</i> L., 1763	2003	Station	VU	CR	<i>Loeflingia hispanica</i> L., 1753	1998/ 2021	Station	VU	-	
				EN					CR	
				CR					EN	
<i>Androsace septentrionalis</i> L., 1753	1999 / 2004	Station	LC	-	<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub, 1964	2011	Station	NT	EN	
				EN					EN	
				-					-	
<i>Artemisia borealis</i> Pall., 1776	2019	Territoire	VU	-	<i>Moehringia intermedia</i> (Loisel.)	2009/ 2021	Station	NT	-	
				VU					-	

				EN	Panizzi, 1889				-
Artemisia armeniaca Lam., 1783	2008/ 2013	Station	NT	-	Myosotis minutiflora Boiss. & Reut., 1852	2013/ 2023	Station	LC	-
				-					NT
				CR					VU
Astragalus alopecurus Pall., 1800	1996/ 2023	Individu, station, territoire	NT	-	Nepeta nuda L., 1753	2022	Territoire	NT	-
				-					VU
				-					VU
Astragalus leontinus Wulfen, 1781	2019/ 2020	Territoire	VU	-	Orobanche bartlingii Griseb., 1844	2020/ 2021	Territoire	VU	-
				VU					VU
				-					-
Botrychium simplex E. Hitchc., 1823		Station	VU	-	Phyteuma villarsii Rich. Schulz, 1904	2009/ 2021	Station	NT	-
				CR					-
				CR					-
Brassica montana Pourr., 1788	2000/ 2017	Individu	LC	-	Potentilla delphinensis Gren. & Godr., 1848	2018/ 2023	Territoire	NT	-
				CR					VU
				-					VU
Cardamine plumieri Vill., 1779	2022	Territoire	LC	-	Potentilla multifida L., 1753	2018	Territoire	EN	-
				EN					EN
				VU					CR
Carex atrofusca Schkuhr, 1801	1999/ 2004	Station	VU	-	Potentilla nivea L., 1753 [nom. et typ. cons.]	2019/ 2021	Territoire	VU	-
				VU					-
				CR					EN
Carex hordeistichos Vill., 1779	1997 / 2006	Station, individu	EN	CR	Primula halleri J.F. Gmel., 1775	2017/ 2023	Station	EN	-
				CR					-
				EN					CR
Carex microglochin Wahlenb., 1803	1999/ 2021	Station, territoire	NT	-	Rhaponticoi des alpina (L.) M.V. Agab. & Greuter, 2003	2002/ 2004	Individu	EN	-
				EN					-
				VU					EN

<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill, 1768	2019	Territoire	LC	-	<i>Saponaria lutea</i> L., 1762	2020	Territoire	NT	-
				VU					VU
				-					-
<i>Crepis rhaetica</i> Hegetschw., 1839	2019/ 2022	Territoire	NT	-	<i>Saxifraga adscendens</i> L., 1753	2019/ 2020	Territoire	VU	-
				VU					VU
				-					VU
<i>Cypripedium calceolus</i> L., 1753	2005/ 2022	Station	NT	RE	<i>Scabiosa canescens</i> Waldst. & Kit., 1802	2022	Territoire	VU	-
				LC					EN
				-					-
<i>Diphysastrum issleri</i> (Rouy) Holub, 1975	2016/ 2023	Station	VU	-	<i>Scheuchzeria palustris</i> L., 1753	2011	Station	NT	EN
				CR					VU
				-					-
<i>Dracocephalum austriacum</i> L., 1753	1999/ 2019	Individu, Station, Territoire	NT	-	<i>Sedum villosum</i> L., 1753	2019/ 2020	Territoire	LC	LC
				VU					EN
				VU					EN
<i>Drosera rotundifolia</i> L., 1753	2023	Station	LC	NT	<i>Sesleria ovata</i> (Hoppe) A. Kern., 1881	2022	Territoire	VU	-
				NT					EN
				EN					-
<i>Epipogium aphyllum</i> Sw., 1814	2018/ 2023	Territoire	LC	VU	<i>Silene petrarcae</i> Ferrarini & Cecchi, 2001	2016	Station	VU	-
				VU					-
									VU
<i>Eryngium alpinum</i> L., 1753	2000/ 2023	Individu, Station, Territoire	NT	-	<i>Spiranthes aestivalis</i> (Poir.) Rich., 1817	2008/ 2009	Station	VU	CR
				EN					EN
				-					-
<i>Gagea bohemica</i> (Zauschn.) Schult. & Schult. f., 1829	2022	Station	LC	LC	<i>Thalictrum alpinum</i> L., 1753	2019	Territoire	LC	-
				EN					EN
				-					-
<i>Galatella linosyris</i> (L.) Rchb. f., 1854	2008/ 2010	Station	LC	NT	<i>Tofieldia pusilla</i> (Michx.) Pers., 1805	1999/ 2023	Station	NT	-
				NT					EN
				VU					VU

<i>Gentiana pneumonanthe</i> L., 1753	2008	Station	LC	LC	<i>Trifolium saxatile</i>, All., 1773	2018/ 2020	Territoire	LC	-
				NT				VU	
				-				VU	
<i>Gentiana utriculosa</i> L., 1753	2020/ 2022	Territoire	VU	-	<i>Tulipa platystigma</i> Jord., 1855	2001/ 2011	Individu, station	-	-
				VU				-	
				-				-	
<i>Gentianella ramosa</i> (Hegetsch.) Holub, 1967	2021	Territoire	VU	-	<i>Typha minima</i> Funck, 1794	2016/ 2021	Station	NT	-
				VU				EN	
				-				-	
<i>Geranium argenteum</i> L., 1756	2001/ 2023	Individu, territoire	NT	-	<i>Valeriana celtica</i> L., 1753	2020/ 2022	Territoire	NT	-
				EN				VU	
				VU				-	
<i>Geum heterocarpum</i> Boiss., 1838	1983/ 2011	Station	CR	-	<i>Valeriana salianca</i> All., 1785	2021	Territoire	LC	-
				-				NT	
				CR				-	
<i>Gladiolus imbricatus</i> L., 1753	2017 / 2023	Station	EN	CR	<i>Viola elatior</i> Fr., 1828 [nom. cons.]	2008/ 2009	Station	EN	-
				CR				EN	
				-				-	
<i>Gladiolus palustris</i> Gaudin, 1828	2011 / 2018	Station	VU	-	<i>Viola pinnata</i> L., 1753	2018	Territoire	NT	-
				VU				VU	
				-				VU	
<i>Hierochloa odorata</i> (L.) P. Beauv., 1812	2021/ 2022	Territoire	-	-	<i>Viola pumila</i> Chaix, 1785	2013/ 2023	Station	EN	-
				-				CR	
				-				EN	

BIBLIOGRAPHIE

- Andrello, M., Nicolè, F., Till-Bottraud, I., Gagiotti, O., 2012. Effect of stage-specific vital rates on population growth rate and effective population sizes in an endangered iteroparous plant. *Plant Conservation Biology*, Vol 26, n°2, 208-217
- Bardet O., Berrod L., Féderoff E., Ménard O. (2021) – Actions du Conservatoire botanique en Bourgogne - Volet 2019. Conservatoire botanique national du Bassin parisien. Paris. 50p.
- Bardet, O., Berrod, L., 2023. Protocoles de suivis des espèces rares. Retour sur 10 ans de tests en Bourgogne. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris. 91p.
- Bernadas, G., Rudi-Dencausse A. S., Cambecèdes J., 2024. Mise à jour de l'indicateur communal d'évaluation des enjeux de préservation de la biodiversité messicole en Midi-Pyrénées. Conservatoire botanique national Pyrénées-Midi-Pyrénées 10p.
- Besnard, A., 2016. Analyse des séries temporelles sur le glaieul -*Gladiolus palustris*- du réseau Alpes-Ain. CNRS, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) Montpellier, 13 p.
- Besnard, A., 2015. Evaluation critique des protocoles de suivis de la flore du réseau Alpes-Ain et propositions d'alternatives. CNRS Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, 23p.
- Besnard, A., 2014. Première évaluation critique des protocoles de suivis sur la flore du réseau Alpes-Ain. CNRS Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, 31p.
- Besnard, A., 2011. Les tests de puissance pour optimiser les protocoles de suivis. *Espaces naturels* 34:41.
- Besnard, A., 2010. Les suivis territoire du réseau Alpes-Ain, analyse critique des protocoles et propositions. Diaporama, CNRS Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, 47p.
- Bonnet, V., Bizard, L., Fort, N., Genis, JM., Kristo, O., Legland, T., Milcent, JP., Michoulier, M., Molinatti, M., Ratajczak, E., Vahe, L., Vallée, S., 2022. POIA Stratégie de conservation de la flore alpine, Conservatoire botanique national alpin. 59p + annexes.
- Bonnet, V., Fort, N., Antonetti, P., 2016. Stratégie de conservation de la flore en Rhône-Alpes, démarche, méthodologie et résultats. 30p.
- Bonnet, V., Fort, N., Dentant, C., Bonet, R., Salomez, P., Till, I., 2014. Méthodologie de suivi des espèces végétales rares mise en place par un réseau d'acteurs de la conservation. *Acta Botanica Gallica* 162. <https://doi.org/10.1080/12538078.2014.981289>
- Cambecèdes, J., Largier, G., Gire, L., Garcia, J., Sauter, N. 2017. Plans régionaux d'action en faveur de la flore et des habitats en Midi-Pyrénées : vers une stratégie globale de conservation. *In: Rencontres naturalistes de Midi-Pyrénées, Auch, 12 et 13 février 2016 : Actes.* : 16-22.
- Cambecèdes, J., Samhat, P., Fallour-Rubio, D., Candy, F., Gauquelin, T. 2013. Quel avenir pour la thuriféraie pyrénéenne de la montagne de Rié (Marignac, France), après l'incendie de 2003 ? Suivi de la structure et de la dynamique de la population. *Ecologia Mediterranea*, 39(1): 81-88.
- Collectif, 2023. Activités 2022 (Rapport d'activités). Conservatoire botanique national alpin. 122p.
- Conservatoires Botaniques Nationaux. 2018. Vers une stratégie de conservation de la flore partagée intégrant les spécificités de territoires. Conservatoires botaniques nationaux et Agence Française pour la Biodiversité, 5 p
- Doré F., Grillet, P., Thirion, JM., Besnard, A., Cheylan, M., 2011. Premiers résultats d'un suivi à long terme sur une population de lézard ocellé (*Timon lepidus*) sur l'île d'Oléron. *Rev. Ecol (Terre, Vie)* vol 66.

- Doré F., Grillet, P., Thirion, JM., Besnard, A., Cheylan, M., 2010. Implementation of a long term monitoring program of the ocellated lizard (*Timon lepidus*) population of Oleron Island. *Amphibia-Reptilia* 32 : 159-166.
- Dubois, J., Besnard, A., 2017. Evaluation des protocoles de suivi de végétation et prévision sur la détection de tendances temporelles au sein du réseau Alpes-Ain. CNRS, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), Montpellier, 25 p.
- Dubois, J., Fort, N., Torre, F., 2013. Elaboration d'une méthodologie de suivi stationnel. Premiers tests 2011-2012 dans l'Ain et en Haute-Savoie. Glaïeul des marais (*Gladiolus palustris* Gaudin). Conservatoire botanique national alpin, Asters, Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, 54p.
- Fort, N., 2019. Flore Sentinelle, protocoles. Conservatoire botanique national alpin. 26p.
- Fort, N., Bonnet, V., 2011. Notice méthodologique : protocoles communs de suivi du Réseau de « conservation de la flore Alpes-Ain ». (Document de synthèse). Conservatoire botanique national alpin. 14p.
- Garcia, J., Hervieu-Lepage, A., Cambecèdes, J., 2024. Guide d'aide au suivi d'espèces végétales dans un habitat modifié (UrbaFlore 2022-2025). Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP). p.
- Le Berre M., Pires M., Fort N., Diadema K. 2022. Stratégie de conservation de la flore en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur. Conservatoires botaniques nationaux méditerranéen et alpin. 55p. + ann.
- MacKenzie, D., Nichols J.D., Hines, J.E., Knuston, M.G., Franklin, A., 2003. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology*, 84(8) pp 2200-2207.
- Moine, R., 2018. Analyse diachronique, environnementale et fonctionnelle sur *Potentilla delphinensis* (Mémoire de Master). Parc naturel des Ecrins, Université Savoie Mont Blanc. 33p.
- Nicolè, F., Dahlgren, J.P., Vivat, A., Till-Bottraud, I., Ehrlen, J., 2011. Interdependent effects of habitat quality and climate on population growth of an endangered plant. *Journal of Ecology* 99:1211-1218.
- Nicolè, F., 2005. Biologie de la conservation appliquée aux plantes menacées des Alpes. Thèse. 213p + annexes.
- Perret, J., 2023. Les plantes sont immobiles et attendent qu'on vienne les compter » : confronter mesures in situ et simulations numériques pour améliorer les méthodes de suivi des populations de plantes. Montpellier : 2023. Université de Montpellier (2022-....) : thèse de doctorat, Ecologie et biodiversité, sous la direction de Charpentier Anne, Besnard Aurélien.
- RESEDA-FLORE, 2019. Glossaire pour la conservation de la flore méditerranéenne (Rapport inédit). CBNMED, CBNA, CBNMC, CEFE-CNRS, IMBE, ISEM. 11p.
- Salvaudon, C., 2016. Notice d'utilisation du Tableau de Bord de l'Île de France, Version avril 2016. Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien. 32 p.
- Schatz, B., Leseur, A., Fonderflick, J., Till-Bottraud, I., Gattus, JC., Nicolè, F., 2014. Conservation du sabot de venus en France : bilan et préconisations. Cahiers de la société française d'orchidophilie, 8:119-124, Actes 16e colloque de la Société Française d'Orchidophilie, Blois.
- Terpereau, G., Goussot, A., Plisson, A.L., 2024. Bilan de suivis stations espèces et habitats menés dans le Parc naturel régional du Queyras. Conservatoire Botanique National Alpin, 16 p + annexes. A paraître

Sitographie

Caret Centre d'administration du référentiel technique du SIB 2024. Le référentiel des pressions exercées sur la biodiversité, PressRef. URL <https://naturefrance.fr/centre-dadministration-du-referentiel-technique-du-sib-caret> (consulté le 18.01.24).

Flore Sentinelle, 2024. Le réseau Flore sentinelle [en ligne]. URL <https://floresentinelle.fr/> (consulté le 18.01.24).

Géonature, 2024. Flore Sentinelle [en ligne]. URL <https://geonature.floresentinelle.fr/#/> (consulté le 18.01.24).