

GUIDE TECHNIQUE



CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
PYRÉNÉES
ET MIDI-PYRÉNÉES

ESPÈCES
FLORISTIQUES
EN HABITAT
MODIFIÉ

Mieux les suivre
On vous guide



GUIDE TECHNIQUE

ESPÈCES FLORISTIQUES EN HABITAT MODIFIÉ

Mieux les suivre
On vous guide

Jérôme Garcia, Jocelyne Cambecèdes et Andaine Hervieu-Lepage
Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées

-
2025

PRÉAMBULE

Dans un contexte d'érosion de la biodiversité largement documentée, mieux connaître et anticiper la réaction d'un végétal face aux activités humaines est un atout mais aussi un défi. Pour identifier les contextes bénéfiques et les encourager, ou les situations problématiques et les éviter ou les améliorer, la mise en œuvre de suivis protocolés est une étape primordiale.

Si certaines questions écologiques trouvent des réponses dans la documentation scientifique, la réglementation sur les espèces protégées, par les obligations qu'elle génère, offre des opportunités inédites de diversifier et d'amplifier les sources d'étude pour mieux préciser nos impacts environnementaux.

Ces suivis, enclenchés dans le cadre du respect de la réglementation (voir encart), doivent contribuer à ce besoin d'informations à condition qu'ils soient mis en œuvre de manière rigoureuse, coordonnée et partagée. La flore considérée dans ce guide est donc celle bénéficiant d'un statut de protection qui oblige à rendre des comptes quand un impact est constaté ou programmé. Rien n'empêche cependant d'élargir son utilisation à toute espèce végétale !

S'accorder sur les notions

Le concept "d'habitat modifié" fait référence à des milieux qui ont été soumis, intentionnellement ou non, à une dégradation, qui ont fait l'objet d'une restauration ou qui ont réceptionné des plantes ou des graines.

L'action de "suivre" correspond à l'observation systématique et régulière d'un organisme ou d'une population au cours du temps afin d'appréhender son évolution. Il s'agira donc de collecter des données, d'évaluer des changements ou de mesurer l'effet de certaines conditions.

Mesures des dossiers de dérogation portant sur des espèces protégées et constats

Après un état des lieux des enjeux naturalistes d'un site, le porteur de projet, souvent accompagné d'un bureau d'étude, envisage les impacts de son aménagement sur le milieu naturel et propose des mesures respectant la séquence "éviter, réduire, compenser" (ERC). Elles sont complétées par des mesures d'accompagnement qui prévoient généralement de mettre en place un suivi sur 30 à 50 ans pour évaluer leur efficacité.

Soumis à une obligation de résultats, les porteurs de projets doivent être en capacité d'évaluer l'efficacité écologique des mesures adoptées. Pour cela, la mise en place de suivis sera incontournable. Les résultats permettront de vérifier le respect des engagements du maître d'ouvrage, mais aussi, seront autant de retours d'expérience utiles pour améliorer collectivement les préconisations données et les actions menées pour mettre en œuvre la séquence ERC.

Objectifs du guide

Il apparaît essentiel de développer des approches convergentes et harmonisées des suivis et pour cela de disposer de protocoles reproductibles, de méthodes permettant de réaliser des mesures fiables, de recueillir des résultats exploitables qui pourront être capitalisés et confrontés à d'autres.

Ce guide doit permettre d'accompagner les acteurs investis dans l'application de mesures de suivi et ceux chargés du respect des lois et de la préservation de la nature.

Une dégradation, une restauration ou une translocation de flore protégée incite le naturaliste chargé d'évaluer les effets de l'opération, à trouver un protocole de suivi approprié.

Ce protocole doit en effet répondre à différents critères : simplicité de mise en œuvre, robustesse des tests statistiques, reproductibilité, etc. *In fine*, il doit permettre de répondre scientifiquement à la question : *L'opération mise en œuvre a-t-elle un effet positif, négatif ou neutre sur l'espèce ciblée ?*

Afin de faciliter le choix du protocole de suivi en fonction de la biologie de l'espèce et de favoriser une cohérence générale des suivis de plantes protégées après modification de l'habitat, le Conservatoire botanique a élaboré ce guide d'aide à la décision dans le cadre du programme UrbaFlore, co-financé par l'Europe via le

Fonds européen de développement régional (FEDER), l'État et la Région Occitanie, pour répondre à ces problématiques particulières de suivi.

Issu d'une compilation de données bibliographiques, d'études de cas, de retours d'expériences du Conservatoire botanique et d'avis d'écologues, ce document est amené à évoluer au gré des retours critiques que pourront faire ses utilisateurs, des approches statistiques et des nouveautés technologiques.

Certaines fiches étant complémentaires, un renvoi vers la fiche correspondante est précisé directement dans le texte.

Mots clé

Guide, protocole, suivi, flore, réglementation, quadrat, transect, dégradation, restauration, translocation.

RÉGLEMENTATION CONCERNANT LES ESPÈCES VÉGÉTALES PROTÉGÉES

En application de l'article L.411-1 du code de l'environnement, ces espèces sont visées par des arrêtés ministériels de portée nationale ou régionale, et préfectoraux, à l'échelle d'un département.

Ils interdisent de porter atteinte aux plantes (destruction, coupe, arrachage de tout ou partie d'un spécimen de l'espèce protégée) et aux habitats où leur présence est avérée. Ils interdisent aussi la détention, le transport, la vente ou l'achat, l'utilisation d'espèces protégées prélevées dans le milieu naturel.

Le législateur donne cependant la possibilité de déroger à ces interdictions dans l'article L.411-2, notamment pour "(...) raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris sociales et économiques (...)". Cette dérogation est ainsi contrainte par trois conditions cumulatives concernant le projet :

- il doit répondre à une raison impérative d'intérêt public majeur ;
- il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, en prenant en compte les mesures de réduction et de compensation prévues ;
- il ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle, en prenant en compte les mesures de réduction et de compensation prévues.

Les dossiers de dérogation à l'interdiction de destruction des espèces protégées proposent ainsi des mesures encadrées par la réglementation qui s'appuient sur la doctrine Eviter, Réduire, Compenser (ERC).

SOMMAIRE

| | |
|--|-----|
| Fiche 1 : Les préalables au suivi | 9 |
| Fiche 2 : L'état initial et l'état de référence | 13 |
| Fiche 3 : La méthode de relevé | 19 |
| Fiche 4 : Le matériel de suivi | 23 |
| Fiche 5 : Le dispositif de suivi | 31 |
| Fiche 6 : L'arbre décisionnel | 37 |
| Fiche 7 : La méthode de suivi | 41 |
| Fiche 8 : Les données à relever | 45 |
| Fiche 9 : L'exploitation des données | 51 |
| Fiche 10 : L'étude diachronique d'images aériennes | 57 |
| Fiche 11 : Les retours d'expériences | 61 |
| Fiche 12 : L'interprétation des résultats | 75 |
| Fiches espèces et catégories de menaces | 81 |
| Bibliographie | 102 |
| Glossaire | 104 |
| Liste des figures et des tableaux | 106 |



Certains contextes irréversibles rendent inutile le suivi, comme sur cette prairie à Orchis papillon partiellement traitée au désherbant et mise en culture. © J. G.

FICHE 1 – LES PRÉALABLES AU SUIVI

Se poser les bonnes questions avant toute chose

La phase préparatoire au suivi permet d'appréhender un maximum d'éléments qui participent au choix du protocole final. Il n'est pas toujours possible de mobiliser systématiquement tous les éléments optimisant le choix du suivi, mais répondre aux questions clés guidera vers le choix du protocole le plus pertinent.

INTÉRÊTS

Le suivi le plus simple consiste à constater la présence ou l'absence de l'espèce végétale ciblée au sein de l'habitat modifié. Mais l'exploitation des résultats obtenus au fil des années s'avère limitée, ceux-ci étant peu informatifs et non quantifiables. Pour qu'un suivi soit plus riche et robuste, il convient d'avoir une approche holistique tenant compte à la fois du contexte, de l'objectif et de l'objet du suivi. Se questionner sur ces points permet de mieux cerner les attendus et, *in fine*, de caractériser les capacités de résilience d'une espèce ou l'efficacité des mesures de translocation ou de restauration.

CONDITIONS OPTIMALES

Anticiper !

Se rendre si possible sur le terrain avant la perturbation pour réaliser un état des lieux de la population ou avant l'opération de renforcement pour visualiser le site et mieux appréhender la situation. En l'absence de retour d'expérience, cette visite peut être consacrée à l'observation du comportement (densité et répartition) de l'espèce sur le terrain, voire à un premier relevé *ante* perturbation.

Elle permet aussi une mise en situation concrète, un repérage des éléments physiques, la rencontre avec l'exploitant ou la levée des ambiguïtés de gestion, d'accès, de faisabilité, etc.

Il est également nécessaire de disposer de l'ensemble des éléments graphiques tels que cartes, photos aériennes avant/après intervention et couches SIG, permettant de bien se repérer sur place.

Un travail bibliographique préalable permettra de rassembler l'ensemble des informations sur la biologie et l'écologie de l'espèce permettant une identification et un suivi efficace (Fiche 7). Enfin, un comité de suivi peut être constitué et sollicité pour orienter les décisions et le suivi à mettre en œuvre.

Connaître les moyens disponibles (temps, personnel et compétences mobilisables, moyens financiers et matériel, etc.) ou disposer d'une évaluation de ces moyens est une condition facilitante. Ceux-ci résultent d'un compromis entre une estimation théorique idéale des besoins et les réalités pratiques parfois contraignantes et même évolutives.

MISE EN ŒUVRE

Les questions préliminaires à se poser portent sur le contexte, l'objectif et l'objet du suivi (Sutherland, 1996). Deux types de contexte peuvent être identifiés qui correspondent à des objectifs et à des échelles de suivi similaires.

Déterminer le contexte du suivi

Le contexte de l'étude est généralement donné par l'historique du projet qui génère ou a généré un impact sur l'habitat de l'espèce ciblée. Les opérations à l'origine de sa modification peuvent être regroupées en deux types de contextes :

Type 1, les situations de :

- dégradation ou de restauration ;
- transfert de banque de graines ;
- semis à la volée.

Type 2, les contextes de :

- transplantation d'individus ou de groupes d'individus discernables et disjoints ;
- semis graine à graine.

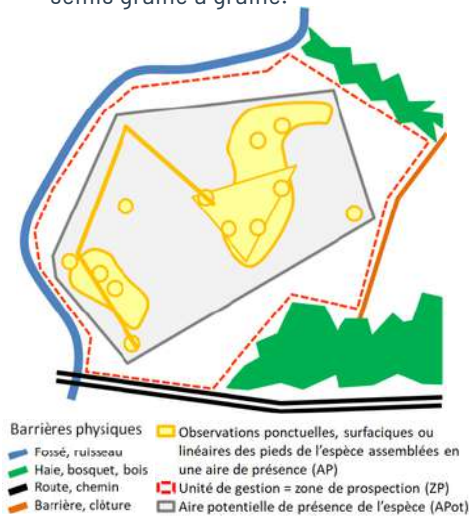


FIG 1. Schéma représentant les différentes aires d'observation. © J. G.

Identifier les objectifs

Les objectifs identifiés de la mise en place d'un suivi dépendent du type de contexte. Dans le cas du type 1, les suivis vont chercher à évaluer la dynamique de l'espèce concernée et à connaître son taux de recolonisation. Pour le type 2, l'objectif sera de déterminer le taux de réussite de la transplantation ou du semis.

Identifier l'échelle du suivi : station ou individu ?

Un **suivi de station** d'une espèce étudie les caractéristiques des individus de cette espèce sur la surface concernée dans un contexte de type 1.

Dans ce guide, une station d'espèce est définie comme une surface restreinte occupée par un ou des individus de cette espèce relativement proches. L'ensemble de ces individus constitue une aire de présence au sein d'une unité écologique souvent d'un seul tenant, localisée dans une même unité de gestion (figure 2), limitée par des éléments paysagers tels que haies, cours d'eau, fossés, routes, etc. (figure 1) et réunissant la diversité des conditions écologiques favorables à cette espèce. L'aire potentielle de présence (figure 1) correspond à l'enveloppe convexe dynamique de l'aire de présence où la probabilité de contacter l'espèce est forte.



FIG 2. Unité de gestion délimitée d'après les éléments paysagers identifiables en vue aérienne*.

Un **suiti d'individus** concerne chaque individu de la surface concernée dans le contexte de type 2. Il étudie plusieurs paramètres comme son recouvrement, sa production de fruits ou sa survie dans le temps (Bonnet & *al.*, 2014). En général, le suivi d'individus va consister à isoler et à comptabiliser la base (collet) de chaque pied. Dans certains cas, cette différenciation n'est pas possible (Fiche 7).

Quel que soit le type de contexte, la surface à étudier (ou zone d'étude) peut concerner tout ou partie d'une station spontanée (exemple d'une dégradation totale ou partielle, figure 3), voire une nouvelle station (cas d'un transfert de matériel végétal vers un site récepteur).





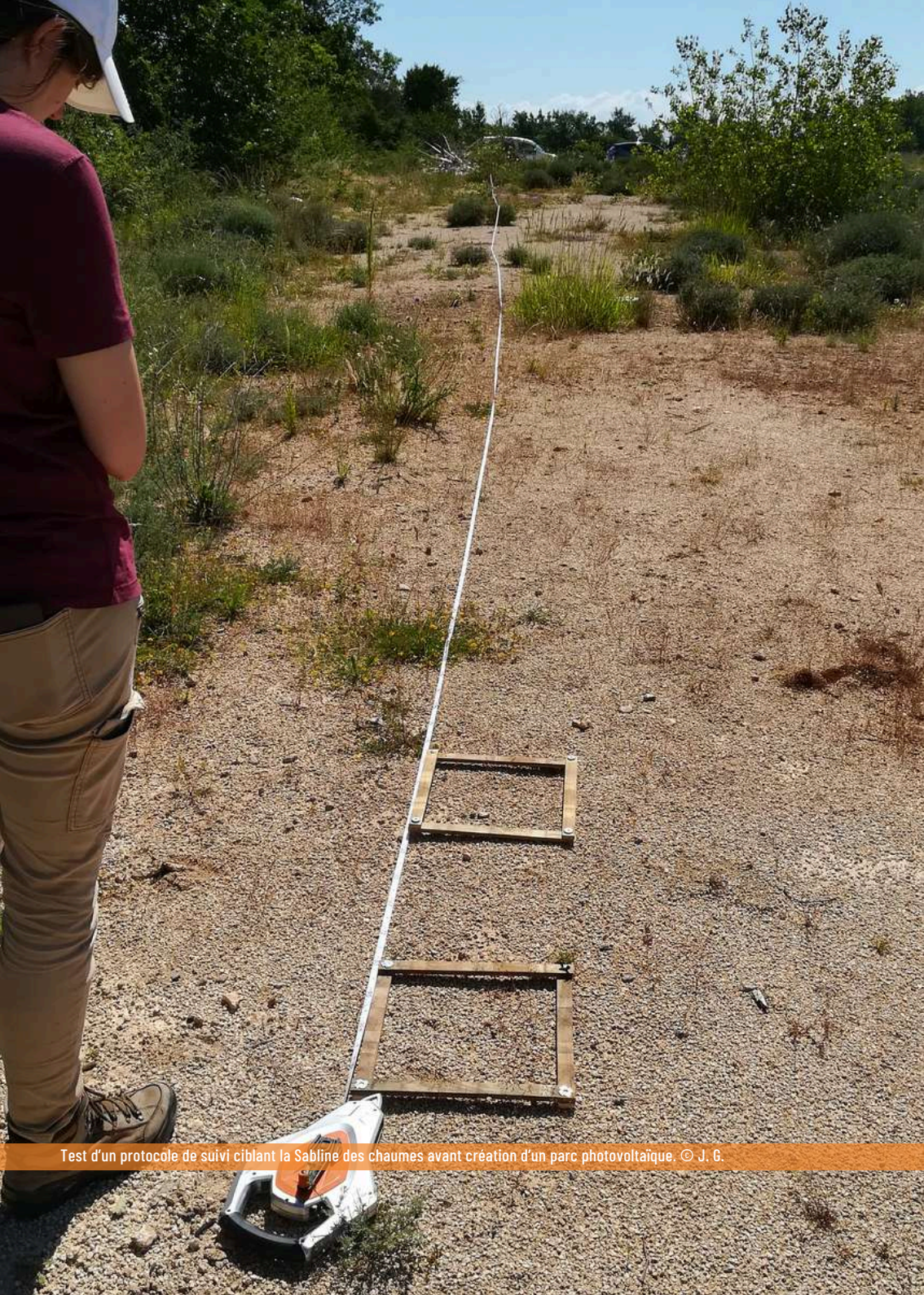
a. Station de Sérapias en cœur (périmètre rouge) en 2013. b. Même station après dégradation partielle (cercle jaune) en 2019.

FIG 3. Vues aériennes* d'une station partiellement dégradée de Sérapias en cœur.

*Vues aériennes : BD ORTHO® ©IGN 2013 et 2019

En bref, les informations préalables au suivi

| | Contexte | Grands objectifs | Echelle de suivi |
|--|--|--|------------------|
| Type 1  | Dégradation ou restauration d'une station Transfert de banque de graines Semis à la volée | Évaluer la dynamique de l'espèce Connaître son taux de recolonisation | Station |
| Type 2  | Transplantation d'individus / de groupes d'individus marqués séparément Semis graine à graine | Déterminer le taux de réussite de la transplantation / du semis | Individu |



Test d'un protocole de suivi ciblant la Sabline des chaumes avant création d'un parc photovoltaïque. © J. G.

FICHE 2 – L'ÉTAT INITIAL ET L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE

Orienter le suivi en s'appuyant sur la présence de l'espèce




La zone d'étude suivie doit être décrite à travers l'histoire et l'organisation de l'espèce cible et de la végétation, ainsi que les actions humaines, en soulignant les interactions dynamiques entre ces éléments.

INTÉRÊTS

Un **état initial** de la zone d'étude permet d'avoir les données qui servent de base pour analyser son évolution spatio-temporelle grâce aux suivis mis en œuvre. Il informe des caractéristiques de cette zone avant modification (mesures de restauration, mesures correctives après dégradation, mesures préparatoires à la translocation).

Il doit aboutir à la formulation d'objectifs clairs, simples, vérifiables et atteignables dont le but est d'évaluer l'efficacité d'une mesure ou la capacité de résilience d'une espèce.

Selon le type de contexte, cet **état initial** doit permettre d'exprimer un ou des objectifs à atteindre (tableau 1) répondant à un **état de référence** (Bonnet & al., 2015, Dausse & al. 2024).

| Etat initial | Type de contexte "modifiant" | Objectif visé | Objectif chiffré |
|--|---|---|---|
| Milieu ouvert en cours de fermeture par abandon de la fauche occasionnant le déclin d'une espèce vivace héliophile : <ul style="list-style-type: none"> • Année N-20 : 500 pieds sur 400m², • Année N-5 : 60 pieds sur 100m², • Année N : 10 pieds sur 100m² | Type 1  Restauration d'un habitat | Au terme de 10 ans de gestion et de suivi, multiplier a minima l'effectif de la station de l'année N par 30, et la surface d'occupation de l'espèce par 3 | Année N+10 : ≥ 300 pieds sur ≥ 300m ² |
| Tranchée creusée dans une pelouse pâturée extensivement et abritant jusqu'à 700 pieds d'une espèce annuelle Année N : 10 pieds sur 100m ² | Type 1  Dégradation d'un habitat | Au terme de 10 ans de gestion et de suivi, multiplier a minima l'effectif de la station de l'année N par 30, et la surface d'occupation de l'espèce par 3 | Année N+10 : ≥ 300 pieds sur ≥ 300m ² |
| Projet routier détruisant environ 15 pieds fleuris d'une plante à bulbe sur une population de 90 individus fleuris Année N : 15 bulbes transplantés sur un site récepteur | Type 2  Transplantation de bulbes | Atteindre un taux de reprise des individus transplantés >70% et un taux de survie (Fiche 9) d'au moins 90% au terme de 5 années de suivi | Année N+1 : > 10 individus Année N+5 : > 9 individus |

TAB 1. Exemples d'états initiaux de zones d'étude pour proposer des objectifs chiffrés.

L'état de référence représente un modèle à atteindre ou une condition cible, c'est un état souhaité généralement utilisé pour guider des opérations de restauration écologique (tableau 1). Les données de suivis sont à comparer à l'état de référence pour vérifier la trajectoire de restauration ou de gestion. Les objectifs peuvent également porter non pas sur les résultats du suivi une année déterminée, mais sur une tendance évolutive des effectifs au cours du temps (Fiche 12).

CONDITIONS OPTIMALES

L'état initial, ou état 0, correspond aux données obtenues sur la zone d'étude, avant la modification de l'habitat (avant dégradation ou restauration) ou pour la translocation (données établies dans un protocole de translocation), et à partir duquel le suivi est mis en place. Il correspond à l'ensemble des informations de localisation, de densité, d'effectif, de phénologie des individus de l'espèce et de caractérisation des habitats.

Ces données permettent d'établir les bases du protocole de suivi et influencent le choix de la méthode. Il est à distinguer du **premier suivi** (réalisé à N+1) qui dresse un état des lieux de la population juste après une dégradation, une translocation ou le démarrage d'une restauration.


MISE EN ŒUVRE

Il s'agit de caractériser la zone d'étude, d'une part, en vérifiant l'existence de données antérieures (état de référence comme objectif) et d'autre part, en réalisant un nouvel état initial (état des lieux comme point de départ). Cet état initial est établi en identifiant le type de contexte et en décrivant les caractéristiques de l'espèce cible sur la zone d'étude.

Des recherches bibliographiques, des recueils d'avis d'experts, des données naturalistes de qualité obtenues lors de veille ou d'études préalables pour l'obtention de l'autorisation environnementale ou pour une demande de dérogation à la destruction d'espèce protégée, des cartes, des photos aériennes, le partage de retours d'expérience, etc. permettent d'obtenir des données exploitables pour établir un état de référence correspondant à un état "optimal" à atteindre (Queré, 2005). Il apporte des précisions, plus ou moins complètes selon les cas, sur les effectifs historiques, les surfaces de présence, la répartition passée de l'espèce cible, mais aussi sur les habitats originels favorables et la gestion mise en œuvre.

Si aucun état de référence n'est disponible, des stations proches géographiquement et aux conditions stationnelles semblables à la station suivie peuvent donner une idée de la dynamique naturelle de cette station avant modification.

| Etat initial | Suivi initial | Suivi réguliers | | | Etat de référence atteint ? |
|--------------|---------------|-----------------|-----|-------|-----------------------------|
| N-x, N | N+1 | N+2 | N+3 | N+... | N+30 |

| | |
|---|--|
| <p>Type 1</p>  | <p>Dégradation ou restauration d'une station d'espèce protégée Transfert de banque de graines Semis à la volée</p> |
|---|--|

Occupation de l'espace (figure 4) : Suite à une dégradation, une restauration ou un semis à la volée, l'espèce s'exprime-t-elle de manière homogène sur la parcelle ? Est-elle au contraire répartie de façon hétérogène **dans son habitat préférentiel** ?

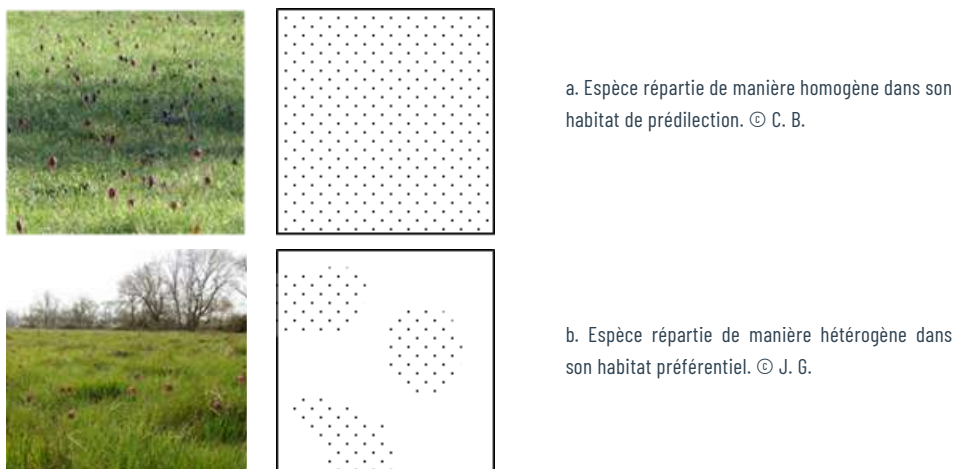


FIG 4. Occupations de la Fritillaire pintade dans l'espace

- **Taille de la zone d'étude** : est-elle très étendue ou plutôt réduite ?
- **Densité d'individus de l'espèce** (figure 5) : est-elle forte ou faible ? Différente selon les zones ?



FIG 5. Densité de pieds de l'espèce - exemples de cas.

Suivi d'individus

Type 2



Transplantation d'individus / de groupes d'individus marqués
séparément

Semis graines à graines

- L'espèce peut-elle être suivie **ped à ped** ? Les individus sont-ils **différenciables** ? (figure 6)

- **Combien d'individus** sont présents dans la zone d'étude ?



a. Comptage aisé des pieds fleuris d'Orchis à fleurs lâches facilement individualisables.



b. Production de tiges végétatives pour la Rose de France, sans possibilité de distinguer les individus.

FIG 6. Cas de suivi individuel possible (a) ou non (b). © J. G.

Placettes témoins

Une fois l'état initial effectué, si des individus se trouvent dans la zone de suivi (individus à proximité du site d'accueil de pieds transplantés ou individus épargnés après une dégradation, etc.), la mise en place de placettes ou quadrats témoins (Fiche 12), incluant ces individus, est indispensable (prévoir notamment ces placettes avant transfert de matériel végétal).

Une comparaison de l'évolution des stations témoins par rapport à celle en zone modifiée*, sous réserve d'une gestion similaire, est alors possible. Par ailleurs, installer des quadrats parmi les individus subsistants est intéressant dans la mesure où ils peuvent alimenter une banque de graines et participer à la capacité de résilience de la station.

*Cette méthode est en général préconisée pour évaluer les effets d'un mode de gestion sur la végétation (Queré, 2005).

CAS CONCRET

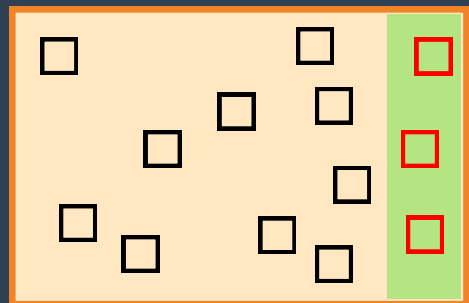
Un ancien verger d'un hectare abritait environ 1000 pieds de *Tulipa agenensis*. Il a été arraché puis mis en culture pendant une année.






Après sensibilisation de l'exploitant, la culture a été adaptée pour respecter la biologie de l'espèce.

Quelques pieds sont visibles en zone centrale labourée et davantage en périphérie épargnée. Ces conditions permettent d'installer des quadrats de suivi et des quadrats témoins pour étudier la dynamique de l'espèce.



Tulipe d'Agen © A. H-L.



-  Zone d'étude
-  Zone dégradée
-  Zone non dégradée/évitée abritant des individus
-  Placettes de suivi sur la station dégradée
-  Placettes témoin



Suivi de Jacinthe de Rome dans une dépression comblée pour évaluer la capacité de résilience de l'espèce. © J. G.

FICHE 3 - LE PROTOCOLE DE RELEVÉ

Adapter le protocole au terrain et aux objectifs

Représenter l'état d'une population à partir d'observations reflétant au plus près la réalité et sans que l'opération ne soit trop chronophage, nécessite de relever des données de terrain, à la base des analyses et des résultats.

INTÉRÊTS

Les êtres vivants se partagent l'espace en occupant des périmètres et selon des durées qui leur sont propres. Sauf interventions humaines dans des contextes de sylviculture, d'agriculture, de maraichage... ou de transplantation et de semis en ligne, il est rare d'observer les individus d'une même espèce à égale distance les uns des autres.

De ce fait, l'hétérogénéité généralement constatée nécessite de mettre en place un protocole de relevé permettant soit l'exhaustivité, soit de s'approcher au mieux des caractéristiques réelles d'une population, avec des seuils d'acceptation à définir et des biais à connaître et à limiter. L'objectif du relevé est donc l'acquisition de données représentatives et fiables permettant, après analyse statistique, de conclure sur l'état ou la dynamique de la population étudiée.

Relevé exhaustif



Le relevé exhaustif s'applique dans le cas de zone d'étude de surface réduite et/ou à faible densité d'individus. Tout le site est concerné par un comptage de tous les pieds ou une mesure de la surface occupée par l'espèce et/ou de son taux de recouvrement.

CONDITIONS OPTIMALES

Le choix du protocole doit intégrer plusieurs éléments de connaissances bibliographiques et de connaissances sur le terrain, en lien avec les opérations réalisées, la biologie de l'espèce cible ou son comportement sur le site.

Pour aller plus loin, la bibliographie et des travaux récents comme ceux de Jan Perret (2023) sont à consulter. Dans tous les cas, le protocole privilégié doit pouvoir répondre aux objectifs du suivi (état de référence), présentés dans les Fiches 1 et 2, et au choix de la méthode, traité dans les Fiches 5, 6 et 7.

MISE EN OEUVRE

Deux techniques de relevé peuvent être envisagées selon la forme et la surface de la zone d'étude ainsi que selon la densité et la répartition des pieds : le relevé exhaustif ou le relevé par échantillonnage.

Zone d'étude de forme "linéaire"

Cas de haie, fossé, bord de route, berge, lisière, bord de culture, bande de transplantation, etc.

- Exemple de protocole : relevé par mailles contigües sur la zone occupée par l'espèce (figure 7).

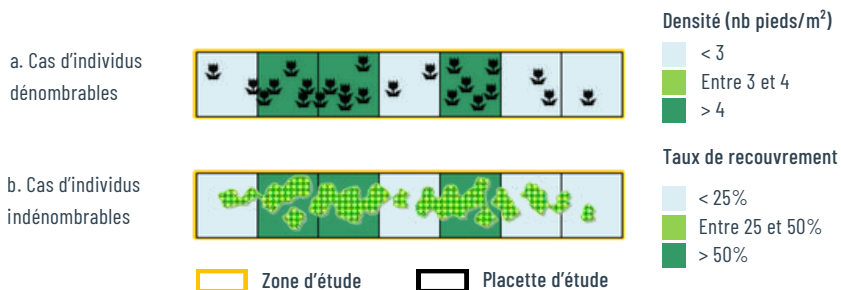


FIG 7. Exemples de relevé exhaustif d'une zone d'étude linéaire selon le caractère dénombrable ou non (Fiche 7) de l'espèce.

Zone d'étude de forme "non linéaire"

Cas de prairie, pelouse, champ cultivé, bois, etc. Il s'agit de diviser la zone d'étude en éléments de suivi plus petits pour faciliter le dénombrement.

- Exemple de protocole : Comptage à vue des individus présents dans des bandes délimitées par des axes de circulation couvrant toute la zone d'étude. Des bandes de moins de 5 m permettent de comptabiliser correctement les individus (orchidées par exemple). Privilégier une circulation selon la largeur du site, compter les pieds d'un côté sur une largeur puis, de l'autre côté pour la largeur suivante, en alternant jusqu'à parcourir toute la longueur de la zone. Ce circuit peut être matérialisé par des fanions ou des piquets plantés régulièrement, pour guider l'observateur et limiter le double comptage des pieds (figure 8).

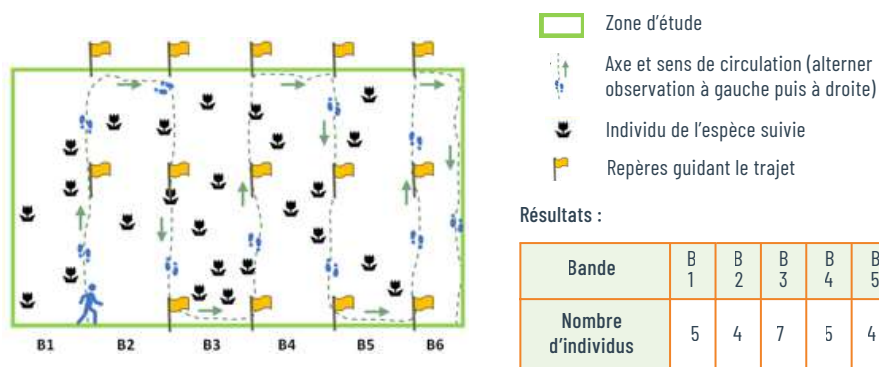


FIG 8. Exemples de relevé exhaustif sur une zone d'étude de type prairie avec une espèce dénombrable (Fiche 7).

Relevé par échantillonnage



Si le relevé exhaustif n'est pas possible (surface de la zone d'étude et/ou densité des pieds trop importante), la réalisation d'un échantillonnage représentatif est une alternative. Selon les conditions, l'objectif et les données recherchées, plusieurs stratégies d'échantillonnages peuvent être déployées.

3 types d'échantillonnage plébiscités

Les unités d'échantillonnage sont matérialisées sur la zone d'étude par des quadrats (ou placettes) qui peuvent être disposés de manière aléatoire :

- **Simple** (figure 9.a) : échantillons indépendants permettant d'éviter tout biais subjectif, obtenus en posant n'importe où les placettes lors du déplacement dans la zone d'étude ou bien en faisant appel à un logiciel qui détermine l'échantillonnage spatial ;
- **Systématique** dans l'espace (figure 9.b) : échantillons placés régulièrement les uns des autres ; le premier étant disposé aléatoirement. Méthode moins chronophage que la précédente, permettant de facilement repositionner les quadrats en cas de relevés fixes ;
- **Stratifié** (figure 9.c) : méthode adaptée aux milieux hétérogènes à subdiviser en zones homogènes. Chaque zone est couverte par un nombre de quadrats disposés au hasard proportionnel à sa surface.



a. Simple



b. Systématique



c. Stratifié

FIG 9. Stratégies d'échantillonnage aléatoire (d'après Fiers, 2003).

Surface minimale des unités d'échantillonnage et nombre de répétitions

Ces informations sont présentées dans la Fiche 5.

En bref, relevé à mettre en place selon les caractéristiques de la population (figure 10).

| | Nb de zones homogènes* | Surface réduite* <1000m ² | Surface moyenne* 1000m ² <X<2000m ² | Surface importante* >2000m ² |
|---|------------------------|---|--|--|
| Densité faible* (<1pied/m ²) | 1 | | Relevé exhaustif | |
| | 2-3 | | | |
| | >3 | | | |
| Densité moyenne* (1<Y<10pieds/m ²) | 1 | | | |
| | 2-3 | | | |
| | >3 | | | |
| Densité forte* (>10pieds/m ²) | 1 | | Echantillonnage | |
| | 2-3 | | | |
| | >3 | | | |

FIG 10. Densité de pieds de l'espèce - exemples de cas. *Chiffres donnés à titre indicatif



Dispositif de suivi utilisé sur une prairie à Orchis papillon pour évaluer les capacités de détection d'un drone. © J. G.

FICHE 4 - LE MATERIEL DE SUIVI

Connaitre les outils de base et savoir les utiliser pour répondre aux besoins du suivi sur le terrain

Il existe un panel d'outils permettant de réaliser efficacement le protocole de suivi choisi. Certains sont incontournables, d'autres viennent améliorer ou compléter les études. Une liste non exhaustive est ainsi abordée dans cette fiche pour savoir et comprendre quel matériel peut être mobilisé pour collecter telle ou telle donnée.

INTÉRÊTS

Avoir une liste du matériel de suivi qu'il est possible ou souhaitable d'utiliser sur site est intéressante pour le naturaliste qui débute. Avec le temps, les habitudes et les retours d'expérience simplifient la phase de préparation et les outils à prévoir et à utiliser sur le terrain deviennent aussi évidents que la gourde d'eau ou les chaussures à porter.

Dans quelques années, il faut aussi s'attendre à ce que certains outils soient remplacés ou complétés par des appareils ou des technologies plus performantes. La feuille de notes, un crayon et une gomme restent toutefois des basiques ou des alternatives incontournables qui doivent toujours accompagner le naturaliste dans son expertise de terrain.

CONDITIONS OPTIMALES

La réalisation du protocole choisi nécessite de s'être projeté sur le terrain et de s'être imaginé dans l'action. Avant l'installation du dispositif de suivi ou la réalisation du protocole, il peut être intéressant de le déployer en conditions réelles dans un jardin ou dans un espace vert près de chez soi.

Cette simulation, qui sera probablement jugée futile par le naturaliste expert, permet de se rendre compte du dimensionnement, de la maniabilité, de l'assemblage, des oublis, des difficultés de mise en place des outils ou des relevés à réaliser. Cette étape permet ainsi de conforter ou de réajuster le protocole et le choix ou la complétude des outils, mais aussi d'acquérir une première expérience. Lorsque ces outils sont électroniques, il faudra être vigilant sur l'état des batteries et veiller à les recharger ou à avoir des piles de rechange. Les protéger des chocs, de l'eau et de la boue est également important.

MISE EN OEUVRE

Selon le choix du suivi, un dispositif sera mieux adapté qu'un autre. Sans être exhaustive, cette fiche cite le matériel usuellement utilisé.

L'apport des nouvelles technologies est également à prendre en compte. On ne reviendra pas sur l'usage simple et toujours efficace du carnet de notes et du crayon à papier, ni sur l'usage de vêtements adaptés au contexte météo et d'extérieur !

Le décamètre

Il permet de mesurer une distance ou de caractériser des repères centimétriques et métriques dans l'espace. De 20m à 50m, ils sont généralement enroulables, résistants à l'eau et peu encombrants. Ils permettent de réaliser des relevés réguliers, de positionner des quadrats ou de quadriller une zone de suivi.



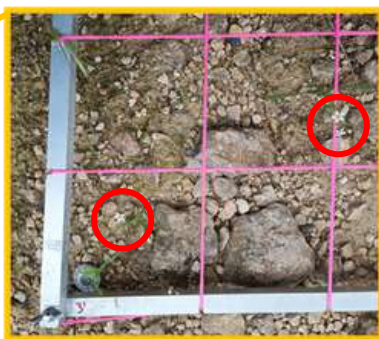
Décamètre de 50 m utilisé pour réaliser des transects.
© J. G.

Le quadrat ou la placette

Il s'agit d'un carré, parfois d'un rectangle ou d'un cerceau, dont la surface est connue. En bois, en métal, en PVC, en mètre ruban ou simplement constitué d'un fil tendu et de 4 piquets, le quadrat est posé au sol pour appréhender un espace en plusieurs unités d'échantillonnage. Il peut être divisé en mailles égales facilitant le comptage de pieds et de plantules ou le recouvrement d'une espèce au sein du quadrat. L'avantage du dispositif est qu'il peut être déplacé et positionné autant de fois que nécessaire sur la surface d'étude, de façon à répéter le même mode opératoire et à avoir un échantillonnage suffisant.

Le quadrat d'1m² (1x1 m) est classiquement utilisé pour des pieds peu nombreux, peu volumineux, bien individualisables et pour une grande surface d'étude. Un quadrat de 0,25m² (50x50 cm) peut être mobilisé pour les espèces dont les individus sont nombreux, peu volumineux, isolables et sur une petite surface d'étude.

Le quadrat n'est pas bien adapté quand la végétation est de hauteur variable ou pour travailler sur une espèce dominée par d'autres plus hautes qu'elle.

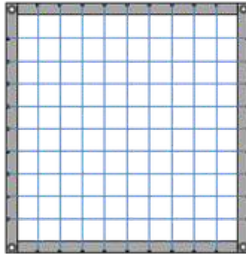


Quadrat d'1m² divisé en 100 mailles de 10x10 cm permettant l'étude de la Sabline des chaumes (ronds rouges). © J. G.

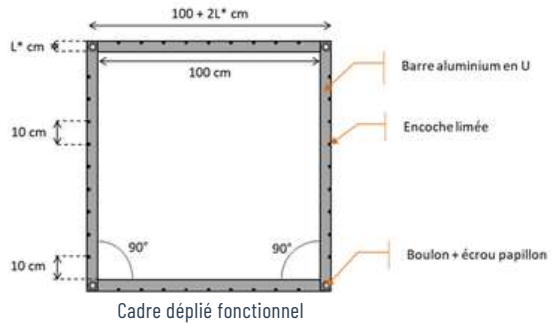
La fabrication d'un quadrat est souvent artisanale. Pour les bricoleurs, un plan de construction est proposé figure 12 :

Matériel

- 4 barres aluminium en U
- 4 boulons + 4 écrous papillon
- Perceuse + foret à métaux
- Feutre
- Lime manuelle plate fine
- Scie à métaux
- Décimètre



Quadrat maillé tous les 10 cm avec une ficelle



Cadre déplié fonctionnel



Cadre plié transportable

Schéma de fabrication d'un quadrat d'1m x 1m en aluminium et maillage de 10cm x 10 cm. © J. G.

Le transect

C'est une ligne graduée souvent matérialisée par un décimètre ou une ficelle régulièrement marquée (tous les 10 cm par exemple), tendue et posée au sol. Il est utilisé pour relever et compter les espèces qui entrent en contact avec cette ligne (technique du "point-contact") ou combiné avec des relevés dans des quadrats contigus (bande) ou distants (Fiche 11). Le transect permet d'envisager l'étude d'un gradient (substrat, pente, hydrologie, exposition, etc.) qui peut influencer un changement de végétation ou la présence ou la densité d'une espèce. Il peut aussi permettre le suivi d'espèces (annuelles en général) dont la présence fluctue dans l'espace et selon les années.



Transect de 10 quadrats d'1m² permettant l'étude d'un gradient de perturbation. © J. G.

Les points fixes

Il s'agit de repères physiques permettant de localiser des entités végétales à suivre ou l'emplacement de dispositifs permettant le suivi (quadrats, transects) et de les retrouver année après année. Il peut s'agir d'éléments fixes, bien visibles, identifiables et a priori immuables, dans le paysage (rocher, arbre, piquet de clôture, grillage, angle de bâtiment, etc.).

Ils peuvent également être installés temporairement ou non pour repérer des dispositifs au sol, pour orienter un déplacement ou encore pour "marquer" ou identifier des individus (piquets, sardines, fanions, marques de peinture, cordelettes colorée...).

Le ruban de chantier ou rubalise peut être utile mais pour une brève durée car, en plastique, il ne résiste pas au vent, se dégrade au cours du temps et contribue à une pollution visuelle et environnementale.



Clou d'arpentage masqué par la végétation retrouvé avec un détecteur à métaux. © J. G.

D'autres repères sont à positionner en tenant compte du contexte et des usages sur le site : fauche, labours, circulation piétonne, cryo et bioturbation... Des clous d'arpentage ou des aimants enterrés dans le sol, plus discrets et sûrs, seront alors utilisés. Un détecteur de métaux permettra de les retrouver.

Enfin, utilisés en combinaison, l'identification ou l'installation de plusieurs points fixes augmente les chances de retrouver les éléments à suivre.



Outils de géolocalisation et de saisie numérique

Plusieurs outils équipés d'un récepteur GPS (Global Positioning System ou Géopositionnement par satellite) existent dans le commerce (tablette, Smartphone, montre connectée...).

Ils permettent d'obtenir les coordonnées XY d'un point, de géolocaliser des repères ou des individus, de tracer des itinéraires ou de délimiter des surfaces. Leur précision peut être métrique ou centimétrique.

Leur coût varie notamment en fonction du niveau de précision. Les données GPS sont exploitables sous des logiciels SIG tels que QGIS, ArcGIS ou MapInfo.

Il est possible de collecter d'autres informations géolocalisées sur le terrain en utilisant des applications comme QField, OruxMaps ou Google Maps... La préparation préalable de projets géomatiques permet notamment d'avoir un visuel sur des couches d'informations spécifiques (scan 25 de l'IGN, orthophotos, mailles, données antérieures, zones d'études...).

De série ou avec les protections nécessaires, ces outils sont généralement résistants à des conditions extrêmes de froid, de pluie ou de chocs. En hiver, le naturaliste devra également porter des gants compatibles avec l'usage tactile de ces outils pour qu'ils fonctionnent correctement. Ils sont aussi dépendants de la couverture réseau, du coût des logiciels et des applications et de l'autonomie de la batterie. Il arrive également que certaines données ne s'enregistrent pas comme prévu ; privilégier aussi la saisie dans un document type "Drive"... ou utiliser un simple papier et crayon !

Le réseau Centipède RTK (Real Time Kinematic ou Cinématique en Temps Réel) est un réseau collaboratif, ouvert et Open source qui requiert une connexion 4G. Il est basé sur l'utilisation de récepteurs fixes (stations de base) et de récepteurs mobiles (rovers) pour calculer une position relative avec une précision centimétrique. Les stations de base sont installées chez des acteurs publics et privés (particuliers, agriculteurs,...) qui contribuent à la couverture d'une grande partie de la France métropolitaine. Les avantages de cette technologie sont également son coût et la possibilité de fabriquer soi-même aussi bien une base RTK qu'un rover.

Pour plus d'informations consulter le site : <https://docs.centipede.fr/>

Enfin, ils permettent également la prise de photos géoréférencées et la saisie directe de données dans des formulaires, fiches, bordereaux et autres tableurs à préparer qui peuvent réduire le temps de retranscription.



Le Smartphone ou la tablette peut généralement relever des coordonnées GPS de l'ordre de 3 à 5 m de précision sauf s'ils se connectent à des réseaux GPS (RTK - voir encadré ou PPK) via des applications dédiées, permettant une précision au centimètre. En cas de brouillard, dans des milieux accidentés ou en cas d'absence de réseau, les données GPS peuvent perdre en fiabilité et en précision.

Chargement sur Smartphone d'un projet QField préparé en amont du terrain. © J. G.

Le drone

Il fait partie des technologies récentes de plus en plus utilisées pour des études naturalistes. Il a de nombreux atouts en matière de précision d'images, de géolocalisation et de rendu. Il est très utile pour repérer et compter des individus en fleur ou retrouver des zones de suivi au même emplacement chaque année.

Les étapes de télédétection et de géo-traitement des images permettent de mieux connaître et comprendre comment une espèce se répartit dans son biotope par exemple.

L'usage du drone a toutefois des limites liées aux conditions de vol, à la prise d'images et au temps d'analyse ; il n'est ainsi utilisable ni en milieu fermé ni par temps venteux et pluvieux, ni à proximité de lignes électriques, ni pour des espèces discrètes ou masquées par la végétation. Son coût et celle de la formation pour le piloter peuvent également être dissuasifs.



Utiliser un drone professionnel nécessite un pilote formé.
© J. G.

Les enregistreurs de paramètres abiotiques

En complément des précédents dispositifs permettant le suivi de la flore ou de la végétation, il peut être attendu de réaliser des enregistrements ou des relevés de paramètres abiotiques.

Par exemple, les piézomètres permettront de mesurer le niveau de la nappe d'eau en milieu humide. L'étude des variations d'ensoleillement, de température, d'humidité, de vent ou de pluie nécessite l'usage d'enregistreurs spécifiques, respectivement de luxmètre, thermomètre, hygromètre, anémomètre et pluviomètre. Il est conseillé de disposer de plusieurs exemplaires de ces outils pour avoir des résultats plus fiables et pallier d'éventuelles pannes.



Les pluviomètres permettent d'évaluer la quantité d'eau tombée sur une période donnée. © J. G.

Pour aller plus loin...

Ces dispositifs permettent d'acquérir différents types d'informations :

| Dispositif | Type de données biotiques collectées | | | |
|----------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------|---|
| | Présence / absence | Surface / recouvrement | Individu / espèce | Partie de plante (tiges, fleurs, fruits...) |
| Règle ou décimètre | | | | R4 |
| Quadrat ou placette | Q1 | Q2 | Q3 | |
| Transect | T1 | T2 | T3 | |
| Point fixe | F1 | | F3 | |
| GPS | G1 | G2 | G3 | |
| Portable ou tablette | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Drone | D1 | D2 | D3 | D4 |

Exemples d'objectif d'utilisation du dispositif de suivi pour collecter des données

R4 : Mesure de la longueur, du diamètre ou de la distance entre des tiges

Q1 : Présence ou non de l'espèce dans le quadrat

Q2 : Recouvrement de l'espèce dans le quadrat

Q3 : Dénombrement des individus de l'espèce dans le quadrat

T1 : Présence ou non de l'espèce le long du transect

T2 : Estimation du recouvrement ou de la capacité d'extension de l'espèce selon une fréquence de points contacts le long du transect (méthode du radar - Fiche 8)

T3 : Caractérisation d'un habitat d'après les espèces contactées à intervalles réguliers sur le transect

F1 : Présence ou non de l'espèce au droit d'un point fixe

F3 : Dénombrement d'individus de l'espèce présents à l'emplacement du point fixe

G1 : Présence ou non de l'espèce aux points GPS (remplace ou complète le point fixe matérialisé)

G2 : Délimitation cartographique de l'aire de présence de l'espèce et mesure de sa surface

G3 : Géolocalisation d'individus

P1 : Idem G1, avec biais de précision

P2 : Idem G2, avec biais de précision, complète Q1 et Q2 avec possibilité de prendre des photos (étude diachronique - Fiche 10)

P3 : Prise de données et de photos géoréférencées. Idem G3, avec biais de précision

P4 : Prise de données et de photos

D1 : Présence de l'espèce selon son niveau de détectabilité dans la zone d'étude

D2 : Si l'espèce est détectable, idem G2

D3 : Si l'espèce est détectable, prises d'images aériennes et idem G3

D4 : Si l'élément est détectable, estimation d'un pourcentage ou d'une dynamique phénologique (étude diachronique)



Pour ce suivi exhaustif de Sérapias en cœur, la pose de fanions sur plusieurs hectares avec l'appui d'observateurs formés est une aide précieuse. © J. G.

FICHE 5 – LE DISPOSITIF DE SUIVI

Dimensionner et installer un suivi répondant au mieux au sujet de l'étude et au contexte

La mise en œuvre du protocole de suivi, par l'installation du dispositif approprié sur le terrain, nécessite parfois des allers-retours entre ce qui a été imaginé et ce qu'il est possible de faire sur site, avec les moyens et le temps impartis. Elle demande donc un certain délai de réflexion pour bien répondre à la question posée.

INTÉRÊTS

Le dispositif de suivi correspond à l'ensemble des outils et du matériel mobilisé sur le terrain (Fiche 4) permettant l'observation et la prise de données.

Il est à l'interface d'un protocole (Fiche 7) et d'un relevé (Fiche 8). Il est la composante appliquée d'un protocole qui vise à acquérir des données représentatives des caractéristiques d'une population et de son évolution.

Le dispositif de suivi conditionne la prise de données sur site de tel ou tel caractère du végétal ciblé : effectif, recouvrement ou phénologie par exemple (Fiche 8). Il nécessite pour cela un dimensionnement et une installation particulière dans le temps. Les relevés seront ensuite analysés (Fiche 9) pour tenter de répondre à la question initiale.

CONDITIONS OPTIMALES

Proportionner et installer correctement le dispositif de suivi nécessite d'avoir la connaissance de plusieurs éléments :

- Le contexte écologique de terrain défini à l'issue de visite de site, de données bibliographiques ou d'historiques de suivi et de gestion.
- La biologie de l'espèce et la répartition des individus : issus de données bibliographiques, retours d'expérience, relevés de répartition antérieurs et récents.
- La liste du matériel de suivi disponible, mobilisable, utile ou à concevoir.
- La possibilité de s'appuyer sur l'aide de collègues ou de partenaires sensibilisés aux enjeux et aux besoins.

MISE EN ŒUVRE

Dimensionner le dispositif

Surface des quadrats

La surface minimale des quadrats dépend de la densité et de la variabilité de répartition des individus de l'espèce sur la zone d'étude (zones d'iso-densité – Fiche 8). La surface des quadrats est ainsi à adapter :

- A la taille de l'espèce (Hill & *al.*, 2001). Le quadrat est généralement réduit pour le suivi de taxons de très petite taille (*Crassula tillaea*, *Arenaria controversa*, *Exaculum pusillum*,...) et plus grand pour des taxons plus volumineux (*Rosa gallica*, *Ligularia siberica*, *Gentiana lutea*,...). Un quadrat de 1 à 2 m² est conseillé pour échantillonner des espèces de la couche herbacée. Il peut couvrir jusqu'à 4 m² pour le suivi de grands sujets (Hill & *al.*, 2001).
- A la densité de l'espèce sur la station (Sutherland, 1996 ; Elzinga & *al.*, 2001). Une faible densité peut nécessiter des placettes plus grandes pour un échantillonnage représentatif.
- A l'indicateur à utiliser. Si la présence est relevée pour calculer une fréquence d'occurrence, la taille du quadrat doit permettre d'éviter des valeurs extrêmes, c'est-à-dire inférieures à 10% ou supérieures à 90% (Bonnet & *al.*, 2014 ; Hill & *al.*, 2001).
- Au temps disponible. Dénombrer dans un grand quadrat prend plus de temps (Hill & *al.*, 2001).

La forme des quadrats peut varier, une forme carré ou rectangulaire sera par exemple plus adaptée à des individus répartis de manière hétérogène sur la zone d'étude ou en touffes très denses par endroit (Elzinga & *al.*, 2001).

Dans le contexte fixé par ce guide, des quadrats d'1m x 1m ou de 50cm x 50cm paraissent les mieux adaptés.

Longueur d'un transect




La longueur d'un transect dépend des mêmes paramètres que la surface d'un quadrat. Elle peut toutefois varier en fonction du nombre de milieux à échantillonner (Fiers, 2003), notamment si un gradient écologique est étudié (luminosité, humidité, gestion...).

Dans un milieu herbacé, la longueur d'un transect est généralement inférieure à 50 m (Hill, 2005).

Nombre de quadrats et distance entre points-contacts

Le nombre de répétitions garantit la fiabilité des résultats. Il est lié à la variabilité des données et à la précision statistique souhaitée. Une répartition homogène des pieds induit une moindre quantité de quadrats de relevé. De même, répéter la pose de quadrats permet de réduire la marge d'erreur et de diminuer l'intervalle de confiance autour d'une moyenne estimée.

Le nombre de quadrats dépend aussi de la surface de la zone d'étude, de l'homogénéité de la station suivie et des moyens à disposition (humains, matériel, temps, budget...). Diminuer la taille des quadrats et en installer un plus grand nombre est souvent préférable (Bonnet & *al.*, 2018). Pour un transect de points-contacts, la distance entre les relevés effectués sur le transect varie notamment selon la hauteur de la végétation (tableau 2).

| Type de végétation | Hauteur de la végétation | Distance entre les relevés |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
|  | Pelouse rase (< 5 cm) | 10 à 50 cm |
|  | Végétation basse (5 à 15 cm) | 50 à 100 cm |
|  | Pré de fauche (~40 cm de hauteur) | 100 à 500 cm |

TAB 2. Transect de points-contacts : distance possible entre les relevés d'après la hauteur de la végétation.

Les retours d'expérience plébiscitent la pose *a minima* d'une trentaine de quadrats. Cela peut correspondre à l'installation de 20 à 30 quadrats de suivi sur 3 zones aux caractéristiques différentes (humidité, ensoleillement, substrat, gestion...).

Positionner les dispositifs

Dans le cadre d'un suivi après une dégradation ou une restauration (contexte de type 1), l'état de référence détermine la zone de mise en place des dispositifs de suivi. Ces dispositifs doivent être installés en priorité sur l'ancienne zone de présence des pieds détruits. En l'absence de données et dans le cadre d'une méthode de relevé par échantillonnage, les quadrats sont disposés aléatoirement sur la parcelle (Fiche 3, figure 9).

Les dispositifs de suivi peuvent également s'adapter à l'évolution démographique de la population (figure 11), selon une démarche itérative tenant compte des observations de terrain.

Dans la plupart des cas, il s'avère nécessaire de s'appuyer sur une ou deux années d'observation juste après les opérations de modification de l'habitat (dégradation ou transfert de graines). La première année d'observation permettra de localiser les zones d'expression de l'espèce suivie.

L'année suivante, le dispositif de suivi sera conforté ou modifié en fonction de la manière dont la population s'exprime (pieds isolés ou denses, répartition hétérogène ou homogène, etc.). Il est intéressant aussi d'installer des quadrats sur des zones où l'espèce est absente mais l'habitat favorable. Ils permettent d'évaluer la dynamique de colonisation.

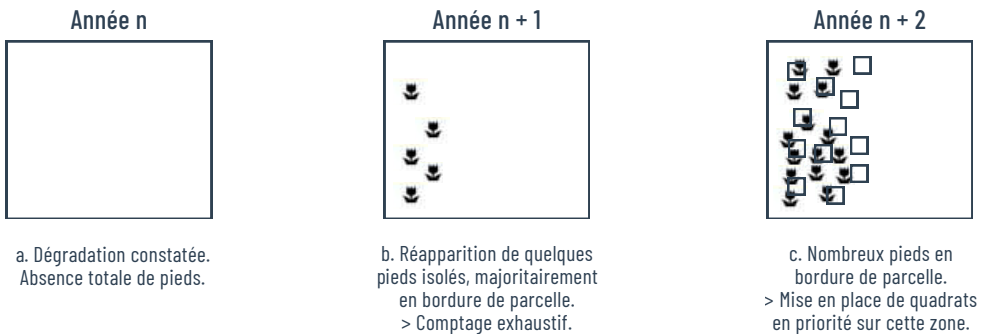


FIG 11. Modification du dispositif de suivi après évolution démographique de la population dégradée.

Dans le cas d'un relevé exhaustif, le dispositif de suivi peut consister à installer des repères (marques identifiables ou fanions) dans l'espace, de façon à faciliter le déplacement, les observations et la prise de notes sur le terrain (Fiche 3).

Temporalité du dispositif

Permanence du dispositif

L'installation de dispositifs fixes est à privilégier pour le suivi de stations d'espèces vivaces. Il ne l'est pas forcément pour des espèces annuelles sauf si leur répartition interannuelle est stable et leur densité importante. La permanence du dispositif est assurée grâce à des repères paysagers existants relativement pérennes ou implantés volontairement (Fiche 4). Ils sont reportés sur une carte ou traduits en coordonnées GPS.

Durée, fréquence et période de suivi

Des suivis sur 30 à 50 ans sont aujourd'hui généralement attendus par les services de l'État lors de mesures compensatoires. La durée dépend de l'espèce et, dans le cadre d'une dégradation ou d'une restauration (type 1), du temps de cicatrisation supposé du milieu (Bonnet & *al.*, 2018). Cinq ans après impact, l'évolution démographique des stations se stabilise justifiant d'espacer les suivis (Bonnet & *al.*, 2014).

Exemple de fréquence de suivi sur 30 ans (N = année de la dégradation ou de la restauration) : N+1, +2, +3, +5, +7, +10, +15, +20, +25, +30

Dans le cas d'un objectif de dénombrement de tous les individus, augmenter la fréquence de suivi les deux premières années (passage au moins deux fois par an) peut être intéressant pour s'assurer de relevés exhaustifs.

La période du suivi est celle durant laquelle l'espèce est observable. Selon son objectif (évaluation des effectifs, du taux de germination/survie, pourcentage de pieds fleuris, etc.), le suivi doit être mené pendant la période adéquate.



Suivi de Sabline des chaumes après transfert de la banque de graines du sol sur un site récepteur. © J. G.

FICHE 6 – L'ARBRE DÉCISIONNEL

Suivre les options de l'arbre décisionnel pour choisir un protocole

L'arbre décisionnel reprend les informations des précédentes fiches pour guider vers le protocole de suivi le plus adapté possible. Il est une étape nécessaire mais pas suffisante pour réaliser des suivis.

INTÉRÊTS

L'arbre décisionnel (page suivante) est au cœur de la démarche de réflexion et de prise de décision pour le naturaliste qui doit proposer et justifier un protocole expérimental de suivi auprès d'un porteur de projet ou des services de l'État par exemple. Cet arbre peut également permettre d'identifier rapidement un protocole alternatif en cas d'imprévu in situ. Il est enfin à la base du choix des indicateurs à relever sur le terrain (Fiche 8) pour amorcer l'analyse des données (Fiche 9).

CONDITIONS OPTIMALES

L'utilisation de cet arbre nécessite de la préparation pour se poser les bonnes questions et doit intervenir avant d'installer un dispositif de suivi sur le terrain. Les choix dichotomiques faits doivent traduire des situations de terrain parfois complexes à analyser en faisant appel au sens critique du naturaliste pour argumenter et présenter ses choix.

Forcément, l'arbre décisionnel n'envisage pas tous les cas de figure et reste donc perfectible.

Les retours d'expérience de chacun ou des pistes d'amélioration sont alors les bienvenus et pourront être partagés à l'adresse : contact@cbtnpmp.fr en précisant dans l'objet : "Guide de suivi UrbaFlora". Merci !

MISE EN OEUVRE

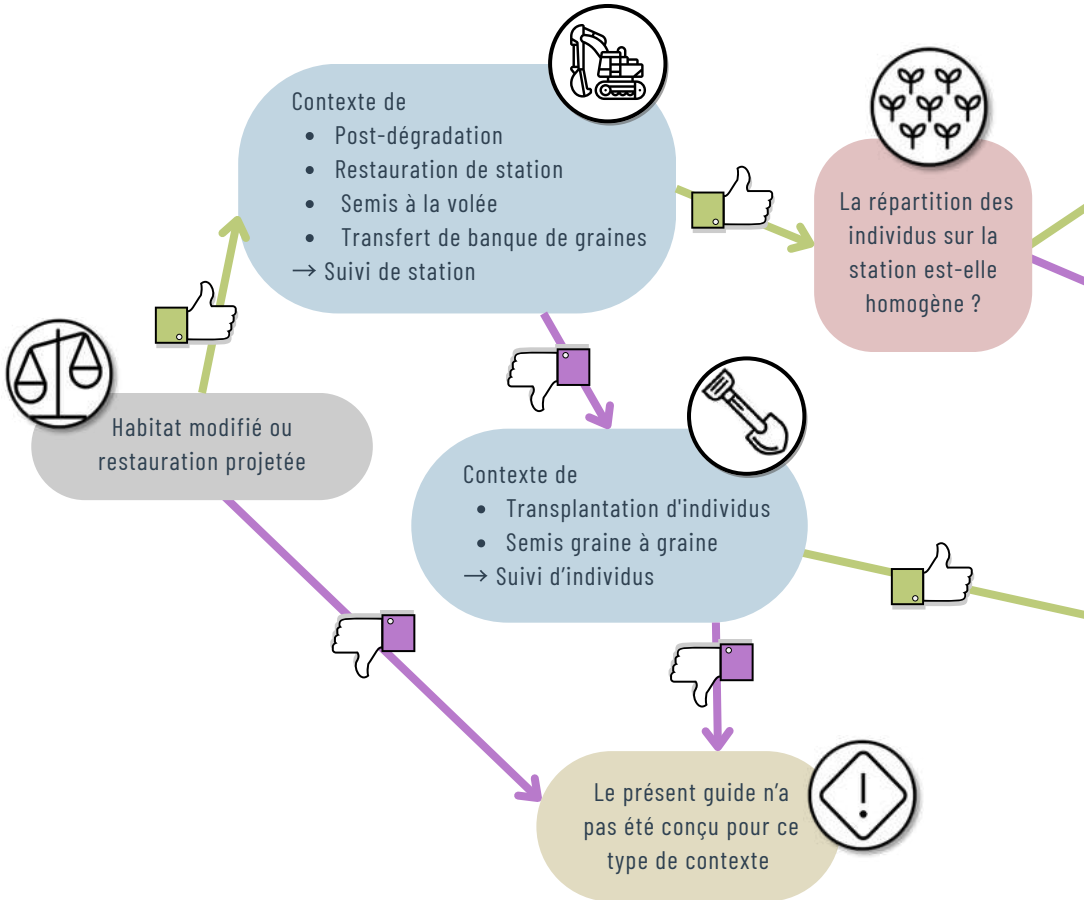
L'arbre décisionnel permet en quelques étapes d'arriver à un protocole de suivi le plus adapté possible au cadre de l'étude. Il est pour cela nécessaire de répondre aux questions posées et de bifurquer sur l'arbre.

Les réponses se trouvent dans le contexte de la mesure dérogatoire, celui de la dégradation, dans le comportement et la biologie de l'espèce, dans l'habitat de présence ou d'accueil.

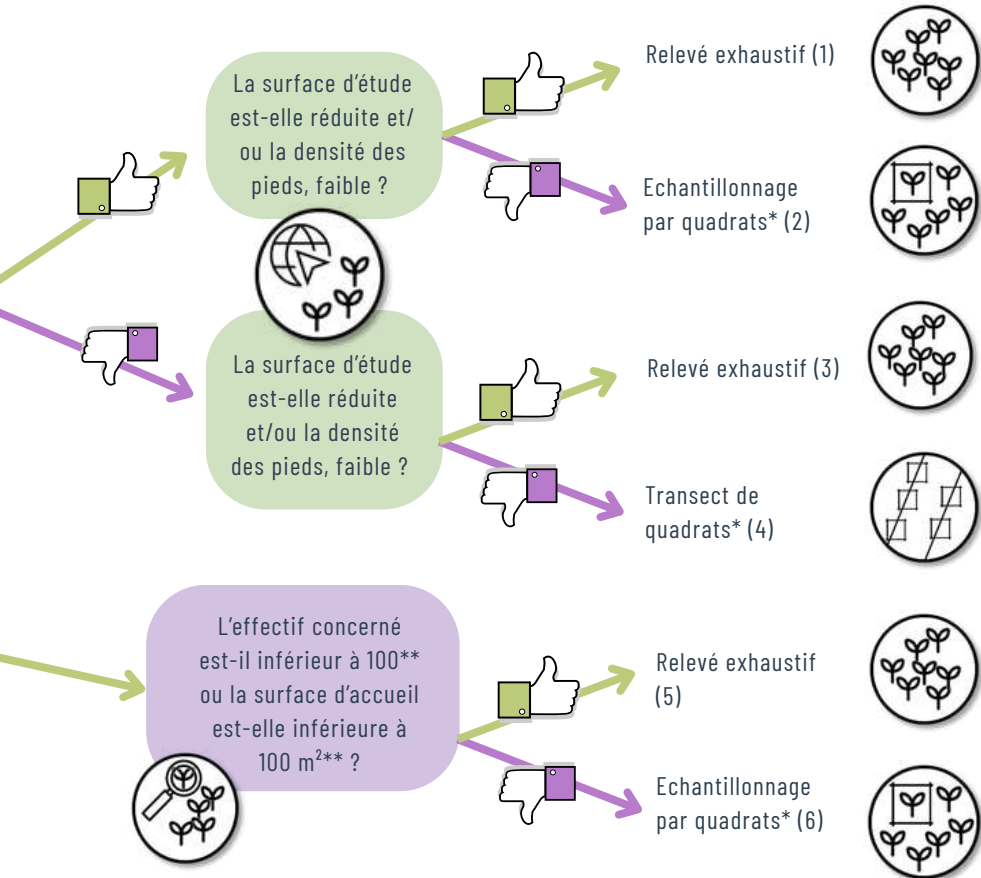
Ce protocole va parfois aussi dépendre de l'opportunité de réaliser le suivi à plusieurs observateurs, qui devront alors avoir un même niveau de technicité lors des observations. Dans ce cas, il doit être affiné après une phase d'observation ou expérimentale d'un à deux ans.

Le protocole peut aussi être adapté pour tenir compte de nouveaux constats sur le caractère dénombrable ou non des individus (Fiche 7).

Cette possible évolution mérite d'être étudiée et discutée en amont avec les experts, les services et les acteurs techniques impliqués de façon à s'assurer que tous les enjeux sont bien pris en compte.



Le comité de suivi pourra ainsi orienter les décisions techniques pour la mise en œuvre voire l'évolution du protocole de suivi.



* Selon la biologie de l'espèce et les conditions du suivi, le dispositif de suivi pourra être permanent ou non.

** Seuils à valeur indicative, soumis à l'appréciation de l'observateur.

(1) à (6) - Méthodes de suivi donnant lieu au relevé de différentes données - se référer à la Fiche 8



Abeilles solitaires et araignée crabe sur une géophyte de prairie de fauche, l'Orchis lacté. © J. G.

FICHE 7 – LA MÉTHODE DE RELEVÉ

Connaitre la biologie et le mode de développement de l'espèce pour un relevé méthodique

Une fois le protocole de suivi établi, l'étape suivante consiste à préciser la méthode de relevé de l'espèce ciblée. Cela nécessite de qualifier le mode de développement et notamment le caractère "dénombrable" de l'espèce. Pour cela, il faut connaître son cycle biologique, son mode de multiplication et sa densité sur le terrain.

INTÉRÊTS

Les plantes parviennent à se maintenir dans leur habitat en adoptant diverses stratégies d'accès aux ressources disponibles (lumière, eau, minéraux, pollinisateurs...) pour leur survie, leur développement et leur reproduction. Si ces conditions changent, plusieurs options s'offrent à elles : migrer, s'adapter, végéter, entrer en dormance ou disparaître. Le mode de développement de l'espèce varie selon sa biologie et les conditions stationnelles (sol, exposition, hygrométrie, gestion, taille et état de la population...).

Il est également possible que l'espèce alterne entre une situation de "dénombrable" et de "indénombrable" en fonction de la densité des individus par exemple (figure 12). Dans ce cas, le protocole de suivi devra en tenir compte et anticiper ce changement en proposant un suivi évolutif à justifier (Fiche 5).

Enfin, l'observation de terrain s'avère souvent nécessaire pour appréhender, confirmer ou compléter le mode de développement ou les connaissances biologiques de l'espèce.

CONDITIONS OPTIMALES

La bibliographie, les flores et parfois les manuels ou sites de jardinage sont les principales sources de connaissance de la biologie et de l'écologie des plantes.

Cycle de développement, germination, floraison, fructification, dissémination, sénescence ou encore modes de multiplication permettent d'identifier les critères pour la méthode de suivi.

MISE EN OEUVRE

Le caractère dénombrable d'une espèce se définit en tenant compte de :

- Le cycle biologique : annuel ou vivace
- La multiplication : sexuée ou végétative
- La densité : pieds agglutinés ou distants



Rose de France, © J. G.



Mousse fleurie, © C. B.



Orchis lacté, © L. G.

a. Espèces en situation indénombrable :

Rose de France, pieds clonaux, denses et issus d'une multiplication végétative.
Mousse fleurie, espèce annuelle de petite taille, à forte densité ici.

b. Espèce en situation dénombrable :
pieds distincts d'Orchis lacté à hampe florale individuelle.

FIG 12. Cas concrets d'identification du caractère dénombrable selon les contextes.

| Situation dénombrable | Situation indénombrable | | Situation dénombrable puis indénombrable |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--|
| | Clonalité | Compacité | |
| <p>Pieds ou touffes espacés</p> | <p>Pieds ou touffes</p> | <p>Pieds ou touffes espacés</p> | |

TAB 3. Transect de points-contacts : distance possible entre les relevés d'après la hauteur de la végétation.

Notons que la situation indénombrable "compacte" correspond à des individus dont le dénombrement reste possible à condition d'avoir du temps et d'intervenir sur une petite surface. Le risque est également d'abimer les plantes enchevêtrées en cherchant à distinguer chaque pied.

La situation indénombrable peut s'appliquer également à certains herbiers aquatiques denses dont les pieds submergés peuvent ne pas pouvoir être isolés les uns des autres.

Selon les espèces, le recouvrement de l'habitat peut être plus ou moins continu avec des centaines d'individus ou de pousses issues d'un même individu (ramets ou clones) par mètre carré ou plus lâche, avec quelques pieds seulement par mètre carré. Il est également possible que la littérature soit lacunaire pour une espèce donnée. Il faudra alors s'intéresser aux espèces du même genre, où éventuellement étudier la famille correspondante. Les observations de terrain peuvent également venir compléter ces manques (tableau 4).

A l'issue d'observations non exhaustives sur le terrain, le caractère dénombrable de plusieurs taxons est proposé dans le tableau suivant :

| Taxon | Situation dénombrable | Situation indénombrable | |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------|
| | | clonalité | compacité |
| Aphyllanthe de Montpellier | | X | |
| Aster de la Saint Michel | X | | |
| Carex | | X | |
| Céphalaire de Transylvanie | X | | X |
| Cicendies | X | | |
| Droséras | X | | |
| Flûteau nageant | | X | |
| Fritillaire pintade | X | | |
| Genêt très épineux | | | X |
| Iris à feuilles de graminée | | X | |
| Isoètes | X | | X |
| Jacinthe de Rome | X | | X |
| Ligulaire de Sibérie | | X | |
| Lupin à feuilles étroites | X | | X |
| Marisque | | X | |
| Millepertuis des marais | | X | |

| Taxon | Situation dénombrable | Situation indénombrable | |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------|
| | | clonalité | compacité |
| Mousse fleurie | X | | X |
| Nénuphar jaune | | X | |
| Œillet superbe | X | X | |
| Orchis et Ophrys | X | | |
| Potamots | | X | |
| Pulicaire | X | | X |
| Renoncule à feuilles d'Ophioglosse | X | | X |
| Rose de France | | X | |
| Sabline des chaumes | X | | X |
| Scirpes | | X | X |
| Séneçon de Rodez | X | X | |
| Sérapias en cœur | X | | |
| Spiranthes | X | | |
| Subulaire aquatique | X | | X |
| Trèfle écailléux | X | | X |
| Tulipes | X | X | |

TAB 4. Cas concrets d'identification du caractère dénombrable selon les contextes.



Des fanions repèrent les individus ou les petits groupes de *Sérapias* en cœur pour faciliter le comptage et éviter les doublons. © J. G.

FICHE 8 – LES DONNÉES À RELEVER

Définir les éléments qui caractérisent une population pour déterminer son état ou son évolution

L'arbre décisionnel permet d'aboutir à un choix de protocole. Il va faciliter l'obtention ou la mesure de données qui dépendent des caractéristiques de l'espèce suivie. Ces données sont à la base des analyses qui concluront sur la tendance démographique de la population ciblée.

INTÉRÊTS

Les analyses statistiques permettant de statuer sur l'évolution démographique d'une population ou le succès d'une opération s'appuieront sur les séries de données collectées sur le terrain.

Une réflexion approfondie sur le choix des données à relever est donc indispensable pour garantir la fiabilité et la robustesse des résultats. Un protocole bien défini contribuera aussi à faire gagner un temps précieux lors de son application sur le terrain.

CONDITIONS OPTIMALES

Les données à relever sont intimement liées aux questions initialement posées. Elles cibleront ainsi des individus ou des tiges selon le caractère dénombrable ou indénombrable de l'espèce visée (Fiche 7), des plantules, des fleurs ou des fruits. Il s'agira de les dénombrer ou de mesurer des distances ou un recouvrement, etc.

Les périodes d'observations devront être choisies pour que l'espèce cible soit bien identifiable dans la végétation.

Ces données seront obtenues sur le terrain par la mise en œuvre du protocole de suivi comprenant l'installation du dispositif, la prise de mesures sur l'espèce et, éventuellement, la répétition des opérations.

C'est une étape intermédiaire, souvent longue et fastidieuse, qui devra être menée le plus rigoureusement possible pour éviter tout biais d'observation. Le matériel à utiliser est là pour améliorer la description de l'espèce *in situ* et aider à la prise de données (Fiche 4).

MISE EN ŒUVRE

Données cartographiques

Zone d'étude

La zone d'étude suivie est à caractériser par (Queré, 2005) :

- une localisation géographique : carte, commune, numéro de la ou des parcelles cadastrales, lieu-dit, coordonnées GPS du centroïde de la zone, polygone du contour,
- des précisions écologiques (habitats),
- un croquis positionnant le dispositif de suivi.

Le périmètre de la station de l'espèce et la localisation des différents groupes de plantes (figure 13) doivent être cartographiés pour évaluer la dynamique de l'espèce dans l'espace et le temps. Les individus isolés sont à localiser aussi précisément que possible (Fiche 4).

Surface occupée

Le suivi surfacique peut être mis en œuvre de différentes manières : tracé manuel sur carte papier ou enregistrement GPS du trajet parcouru. Une fois enregistré dans l'outil cartographique, celui-ci sera en mesure de calculer la surface occupée. Une autre méthode précise consiste à sélectionner un repère fixe (borne, arbre, poteau...) au centre de la station (figure 14.a).

Les limites de la station sont ensuite mesurées au décamètre à partir du repère et en fonction des points cardinaux. Le suivi surfacique obtenu prend la forme d'un graphique de type "radar" (figure 14.b), particulièrement adapté à de petites surfaces.



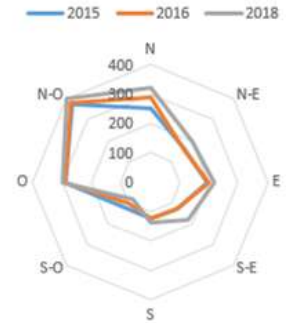
FIG 13. Localisation des différents groupes de pieds (en rouge) de Fritillaire pintade sur une station (périmètre jaune) (d'après outil web UrbaFlore - Vue aérienne : BD ORTHO® ©IGN 2022).

Cette méthode peut également être mobilisée pour suivre :

- une espèce à développement centripète (*Iris graminea*, *Rosa gallica*...);
- une espèce à croissance lente ;
- une espèce annuelle à faible dissémination ;
- des individus récemment transplantés...



a. Mesure de l'extension de la surface avec un point fixe et un décimètre

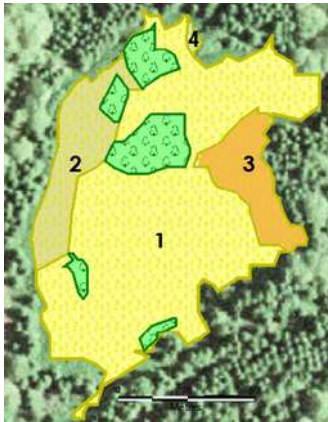


b. Suivi surfacique par la méthode "radar"

FIG 14. Suivis d'Iris à feuilles de graminée par la méthode radar (Ecotone, 2018).

Zones d'iso-densité

Si différentes densités de pieds s'expriment sur une grande station, des zones d'iso-densité peuvent être cartographiées (figure 15).



Carte des zones d'iso-densité de Ligulaire de Sibérie (Gire & al, 2009)



Cartographie des zones d'iso-densité de Fritillaire pintade (Deméautis, 2015)

FIG 15. Exemples de représentations de zones d'iso-densité.

Données de présence / absence

Le relevé de présence ou d'absence de l'espèce dans une zone définie, indépendamment du nombre de pieds, est assez simple à produire, en particulier si l'espèce est indénombrable. La subdivision de cette zone en plusieurs petites permet d'affiner les informations et d'obtenir un indicateur encore plus précis.

- *Indicateur à calculer à partir de cette donnée (Fiche 9) : site occupancy, fréquence d'occurrence, permettant d'obtenir un taux de (re)colonisation.*

Données d'effectif

L'effectif est le nombre d'individus d'une même espèce présents dans un périmètre donné. Cet effectif peut être subdivisé pour tenir compte du stade de développement (plantule, juvénile, adulte) et/ou du caractère végétatif (pieds stériles) ou florifère (pieds fertiles) des individus.

Rapporté à la surface, cet effectif permet de calculer la densité. Pour les espèces indénombrables, le nombre de tiges par unité de surface peut être un indicateur utile même s'il est moins fiable que le nombre d'individus, le nombre de tiges pouvant varier d'une année à l'autre sans que le nombre d'individus n'évolue significativement. Le nombre de tiges par individu présente également un intérêt pour caractériser la population, son état et son évolution dans le temps.

Il permet de quantifier la vigueur et la maturité de la population, sa densité et sa structure, sa stratégie de reproduction et reflète les conditions environnementales locales comme la gestion.

Le comptage des individus fleuris est souvent plébiscité car la détectabilité et l'identification de l'espèce sont assurées (orchidées par exemple). Il doit toutefois être précisé dans les bilans de suivi. Il entraîne également une sous-estimation de l'effectif réel de la population dont il faut avoir conscience et incite donc à rechercher et à dénombrer, lorsque cela est possible, la présence d'individus végétatifs.

- *Indicateurs à calculer à partir de cette donnée (Fiche 9) : densité, taux de recolonisation, taux d'accroissement, taux de survie, taux de germination N+1, capacité de reproduction.*

Données de recouvrement

Le taux de recouvrement d'une plante est le rapport entre la surface projetée au sol de ses parties aériennes et la surface d'étude. Ce taux est souvent exprimé en pourcentage de la surface du relevé (Hill & al., 2005). Il peut être estimé visuellement (figure 16) en s'appuyant sur l'échelle des coefficients de Braun-Blanquet ou calculé à partir d'un ensemble de quadrats.

$$\text{Taux de recouvrement} = \frac{S_i}{S_t}$$

S_i = surface couverte par l'espèce i

S_t = surface totale étudiée



Taux de recouvrement dans chaque maille : 10%



Taux de recouvrement dans chaque maille : 50%

FIG 16. Représentations schématiques du taux de recouvrement de la végétation (Delassus, 2015).

- *Indicateur à calculer à partir de cette donnée (Fiche 9) : médiane des taux de recouvrement (lorsque les taux ont été relevés dans plusieurs quadrats).*

Pour identifier les éléments et les données à relever, la Fiche 4 permet d'apporter des précisions.

Données à relever sur le terrain (X) en fonction des choix faits dans l'arbre décisionnel (Fiche 6) :

| Méthode (Fiche 6) | Espèce dénombrable ? (Fiche 7) | Zone d'étude et surface occupée | Délimitation des zones d'iso-densité | Présence/absence | Effectif (pied ou tige) | Taux de recouvrement |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | Oui | X | | | X | |
| | Non | X | | X | | X |
| 2 | Oui | X | X | | X | |
| | Non | X | X | X | | X |
| 3 | Oui | X | | | X | |
| | Non | X | | | | X |
| 4 | Oui | X | X | | X (par zones) | |
| | Non | X | X | X (par zones) | | X (par zones) |
| 5 | Oui | X | | | X | |
| | Non | X | | | X | X |
| 6 | Oui | X | | | X | |
| | Non | X | | X | X | X |



Des piquets numérotés en bois matérialisent les bandes de transplantation d'iris à feuilles de graminée et facilitent le suivi. © M. R.

FICHE 9 – L'EXPLOITATION DES DONNÉES

Calculer des variables adaptées au contexte et à partir des informations de terrain

Les données relevées sur le terrain doivent être saisies et mises en forme dans un tableur. Compilées, organisées et triées, elles vont être traitées pour en extraire des informations qui vont caractériser l'état de la population dont elles sont issues.

INTÉRÊTS

L'exploitation des données relevées sur le terrain (Fiche 8) a pour objectif le calcul de variables à comparer dans le temps et entre plusieurs conditions stationnelles, un site témoin (Fiche 2) et un site restauré par exemple. Ces données qualifient la population étudiée et informent sur son évolution.



MISE EN ŒUVRE

Les données de suivi permettent le calcul de plusieurs variables en lien avec le type de contexte.

CONDITIONS OPTIMALES

Plusieurs variables peuvent être calculées à partir des données de terrain. Elles sont liées au type de contexte présenté dans la Fiche 1. Le calcul de ces variables est facilité par l'utilisation de tableurs comme Excel qui permettent d'organiser les données, sous forme de tableaux croisés dynamiques, et de répéter des calculs. Pour être comparées, les variables pourront être représentées sous la forme de graphiques (Fiche 12).

Pour tout type de contexte (Fiche 1)

| | | |
|--------|---|---|
| Type 1 |  | Dégradation ou restauration d'une station d'espèce protégée Transfert de banque de graines Semis à la volée |
| Type 2 |  | Transplantation d'individus / de groupes d'individus marqués séparément Semis graines à graines |

Effectif

L'effectif qui correspond au nombre d'individus ou de tiges, est la variable la plus simple à suivre. Elle nécessite cependant de pouvoir correctement discriminer l'espèce (floraison, feuilles ou fruits caractéristiques...) parmi d'autres, et l'individu (attention au caractère clonal de l'espèce - Fiche 7) parmi d'autres individus de la même espèce.

Densité

La densité d'une espèce i (D_i) est le nombre d'individus ou de parties d'individus (tiges) de cette espèce i par unité de surface.

$$D_i = \frac{x_i}{S}$$

x_i = Nombre d'éléments de l'espèce i
dénombrés sur S
 S = Surface d'étude

Dans le cas d'un échantillonnage par placettes p , la densité moyenne (D_m) de la station est :

$$D_m = \frac{\sum D_p}{N_p}$$

$\sum D_p$ = Somme des densités de chaque placette p
 N_p = Nombre de placettes

A partir de la densité de chaque placette (D_i), la variance (σ^2) peut être calculée pour avoir la mesure de la dispersion des valeurs d'un ensemble de données par rapport à leur moyenne ; une variance faible signifie que les données sont regroupées autour de cette moyenne.

$$\sigma^2 = \frac{\sum (D_i - D_m)^2}{N_p}$$

La racine carrée de la variance permet d'obtenir l'écart-type (σ).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D_m)^2}{N_p}}$$

Il est exprimé dans la même unité que les données servant à son calcul, ce qui le rend plus facilement interprétable que la variance.

Il permet également de calculer un intervalle de confiance de la moyenne (IC) qui fait intervenir la densité moyenne (D_m), l'écart-type (σ) et la taille de l'échantillon (N_p) et un niveau de confiance (en général 95%). On peut ainsi être sûr à 95% que la vraie valeur de la moyenne de l'échantillon se trouve dans cet intervalle.

$$IC = D_m \pm 1,96 \frac{\sigma}{\sqrt{N_p}}$$

Moyenne et médiane d'une variable

La moyenne (ou moyenne arithmétique : m) est une mesure qui représente le point d'équilibre de toutes les valeurs observées. Elle se calcule en additionnant l'ensemble des valeurs et en divisant le résultat par le nombre de valeurs. C'est une valeur théorique qui ne correspond pas toujours à une valeur réelle. Elle est sensible aux valeurs extrêmes.

La médiane est la valeur centrale d'un ensemble de valeurs ou d'une distribution, c'est-à-dire que 50% des données relevées lui sont supérieures et que 50% lui sont inférieures. Elle permet de lisser les valeurs extrêmes et de minimiser les données aberrantes ou biaisées, ce qui, dans ce cas, en fait une variable plus robuste que la moyenne.

La moyenne peut être un bon choix si les données sont normalement distribuées et ne présentent pas de valeurs aberrantes significatives. La médiane peut être plus représentative si les données présentent une asymétrie considérable ou des valeurs aberrantes.

Il s'agit donc de sélectionner la mesure qui correspond le mieux aux caractéristiques des données.

Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence (F) correspond à un taux d'occupation d'une espèce dans l'espace (Gauthier & al., 2013). Selon Bonnet & al. (2014) et Elzinga & al. (2001), elle est utilisable lorsqu'une espèce est indénombrable (Fiche 7). Elle est obtenue à partir des données de présence / absence relevées dans chaque quadrat.

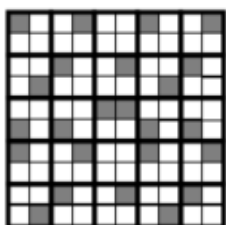
$$F = \frac{N}{Nt}$$

N = nombre de placettes où l'espèce est présente
Nt = nombre total de placettes

Cas proposé



Fréquence d'occurrence sur un transect de quadrats. Les individus de l'espèce sont présents dans 4 quadrats sur un total de 6, soit un taux d'occupation de l'espace de 57%.



Fréquence d'occurrence dans un quadrat divisé en 100 mailles. Les individus de l'espèce apparaissent dans 24 mailles sur 100, soit un taux d'occupation de l'espace de 24%.

La fréquence d'occurrence permet d'avoir une idée de la probabilité de contacter l'espèce sur une surface donnée. Une fréquence d'occurrence élevée, c'est-à-dire proche de 1, indique que l'espèce est fortement présente et abondante dans l'espace étudié, tandis que proche de 0, elle indique la rareté de l'espèce.

Richesse, fréquence et contribution spécifique

Il s'agit ici de variables de description de la végétation qui complètent les précédentes et apportent des informations sur la place ou la dynamique de l'espèce cible par rapport aux autres espèces : tendance à la régression, au maintien ou à l'expansion dans l'habitat.

La richesse spécifique (R) est le nombre d'espèces comptabilisées dans le milieu. Elle peut être complétée par la fréquence spécifique (F) de chacune de ces espèces qui correspond au rapport du nombre de mailles (ou de quadrats) où l'espèce est présente sur le nombre total de mailles (ou de quadrats).

Ce rapport permet de calculer la contribution spécifique (C), variable de la présence plus ou moins importante de l'espèce i au sein de la station, selon la formule :

$$C_i = \frac{F_i}{\Sigma F}$$

F_i = fréquence spécifique de l'espèce i
 ΣF = somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées

Suivi de station en contexte de type 1

Type 1



Dégradation ou restauration d'une station d'espèce protégée
Transfert de banque de graines
Semis à la volée

Taux d'accroissement

Sur le terrain, l'accroissement ou la recolonisation de l'espèce se traduit soit par une extension de son aire de présence, mesurée par la fréquence d'occurrence, soit par une augmentation de la densité de la population. Il peut se calculer à partir de différentes variables : nombre d'individus, densité ou fréquence, et à différentes échelles : ensemble de la station ou placettes.

Le taux d'accroissement annuel de la population (λ_n) correspond à la variation du nombre ou de la densité d'individus dans cette population entre 2 années consécutives.

$$\lambda_n = \frac{N_{n+1}}{N_n} \quad N_n = \text{nombre d'individus ou densité l'année } n$$

Si $\lambda > 1$, la population s'accroît, si $\lambda < 1$, la population régresse et si $\lambda = 1$, elle est stable. Plusieurs années de suivi permettent de calculer le taux d'accroissement moyen (moyenne des λ_n).

Pour calculer le taux d'accroissement annuel d'une station, il faudra s'intéresser à l'évolution de :

- la surface de l'aire de présence,
- la fréquence d'occurrence,
- ou le recouvrement moyen de l'espèce cible.

Suivi d'individus en contexte de type 2

Type 2



Transplantation d'individus / de groupes d'individus marqués séparément
Semis graines à graines

Taux de germination

Le taux de germination (G) est une variable du succès d'une opération de semis, dès lors que le nombre initial de graines est connu (N_0). Valable uniquement pour l'année qui suit le semis (N_1), il sera ensuite remplacé par le calcul du taux d'accroissement annuel de la station (λ_n).

$$G = \frac{N_1}{N_0} \quad N_1 = \text{nombre de plantules dénombrées l'année qui suit le semis}$$
$$N_0 = \text{nombre de graines initialement semées}$$

Ce taux peut toutefois être biaisé par différents facteurs : banque de graines déjà existante, germinations asynchrones, prédation, etc.

Taux de reprise et taux de survie

Le taux de reprise (R_n) permet d'évaluer la capacité d'une espèce à se maintenir juste après une transplantation. Il se base sur le nombre de pieds transplantés et marqués et correspond au rapport entre le nombre d'individus vivants et le nombre initial de pieds déplacés (N_0). "Marquer" les individus (Fiche 4) permet de les identifier dans le temps et de les différencier de nouveaux individus (issus de germinations ou de multiplication végétative : marcottage, drageonnage...).

$$R_n = \frac{N_n}{N_0} \quad \begin{array}{l} N_n = \text{nombre d'individus marqués comptés l'année } n \\ N_0 = \text{nombre d'individus initialement déplacés} \end{array}$$

Après plusieurs années, si des pieds marqués ont survécu, le taux de reprise n'a plus de sens et doit être remplacé par le taux de survie (S_n). Il correspond au rapport entre le nombre d'individus survivants en année $n+1$ (N_{surv}) et le nombre d'individus qui ont repris (N_n). Il permet de qualifier le succès d'une opération de transplantation. Il peut être calculé chaque année à partir de l'effectif de l'année précédente.

$$S_n = \frac{N_{\text{surv}(n+1)}}{N_n} \quad N_{\text{surv}} = \text{nombre d'individus survivants}$$

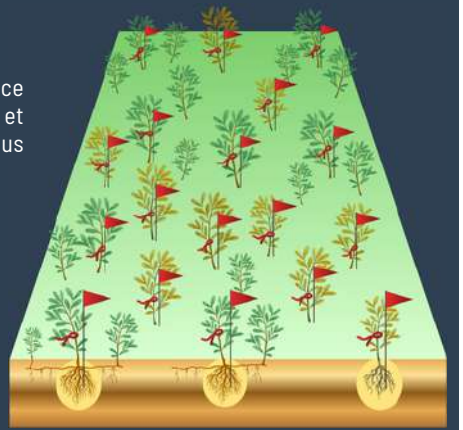
CAS CONCRET

Sur un site récepteur, 18 pieds d'une espèce vivace drageonnante ont été déplacés, géoréférencés et marqués à l'aide d'une corde nouée sur la tige (clous d'arpentage comme marquage alternatif).

Résultat des suivis

$n+1$: 10 pieds marqués sont vivants.
 $n+2$: 8 pieds marqués sont vivants et plusieurs pieds non marqués sont identifiés.

Le **taux de reprise** à $n+1$ est de 55,6% ($=10/18$)
Le **taux de survie** à $n+2$ est de 80% ($=8/10$)



Taux de floraison et de fructification

Les taux de floraison (T_f) et de fructification (T_{fr}) renseignent sur l'état de la station et son potentiel de reproduction, de dissémination et de stabilité. Le taux de floraison (T_f) correspond au rapport entre le nombre d'individus ou de tiges florifères (N_f) et le nombre total d'individus ou de tiges (N_t). Le taux de fructification (T_{fr}) illustre le rapport entre le nombre de fruits (N_{fr}) et le nombre de fleurs (N_{fl}). Ce taux peut être calculé par individu ou en tenant compte de la totalité des fleurs et fruits produits par l'ensemble des individus étudiés.

$$T_f = \frac{N_f}{N_t} \quad \begin{array}{l} N_f = \text{nombre d'individus ou de tiges florifères} \\ N_t = \text{nombre total d'individus ou de tiges} \end{array}$$

$$T_{fr} = \frac{N_{fr}}{N_{fl}} \quad \begin{array}{l} N_{fr} = \text{nombre de fruits} \\ N_{fl} = \text{nombre de fleurs} \end{array}$$



Dans cette friche perturbée s'est exprimé du Trèfle écailleux en mémoire à sa prairie humide de fauche disparue. © J. G.

FICHE 10 - L'ÉTUDE DIACHRONIQUE D'IMAGES AÉRIENNES

Comprendre l'évolution d'un paysage pour mieux appréhender la dynamique d'une espèce

Agriculture, sylviculture, industries, transports, urbanisation, nivellement de sol, etc. sont autant de pressions que l'être humain exerce sur l'environnement et qui façonnent inlassablement le paysage. Les éléments naturels qui le constituent, flore et végétation, sont ainsi soumis à des impacts réguliers dont l'évolution est particulièrement visible sur des clichés aériens.

INTÉRÊTS

L'étude diachronique d'orthophotos permet de mettre en avant divers processus d'évolution du paysage. L'analyse comparative, par superposition ou juxtaposition, de photos aériennes prises à différentes dates, doit permettre de comparer des éléments d'intérêt du paysage à partir de repères identiques dans le temps.

Associées aux photographies annuelles, ces données indiquent et illustrent l'évolution du milieu (Queré, 2005), ainsi que les grandes tendances de la station étudiée.

Dans le cadre de mesures de restauration, l'étude diachronique permet de retracer l'évolution et l'intérêt écologique d'un milieu et de justifier du périmètre à restaurer.

Dans un contexte de dégradation, elle peut permettre de localiser et d'évaluer la surface impactée ainsi que l'année de la perturbation pour préciser la zone sur laquelle pourra être réalisée une remise en état par exemple. Un suivi de la capacité de résilience ou de recolonisation de l'espèce cible pourra ensuite être mené.

CONDITIONS OPTIMALES

Des photographies aériennes précises et prises à différentes époques sont accessibles sur le site "Remonter le temps" de l'IGN : <https://remonterletemps.ign.fr/> rubrique "Télécharger".

MISE EN ŒUVRE

Sur le site "Remonter le temps" de l'IGN, il s'agit de trouver le périmètre d'intérêt à partir des toponymes des cartes IGN. Il faut ensuite repérer, à différentes dates, des éléments visuels fixes sur les photos aériennes : bâtis, routes, intersections de chemins, ruisseaux, haies, etc. Les photos sont à choisir en fonction de leur netteté et de l'intervalle de temps souhaité pour

illustrer au mieux des changements évidents et explicables du paysage tels que remembrement, déprise agricole, urbanisation, nouvelle route...

La série de photos qui suit, permet de retracer un certain historique de l'usage et de la gestion du sol et de sa végétation : cultivée, prairiale ou ligneuse (friche, haie, fourrés...).

1954



1960



1968



1979



1981



1991



2001



2010



2013



2022



Etude diachronique à Brax (31) sur un site abritant actuellement de l'Orchis lacté et de la Rose de France – Sources : IGN - Photothèque Nationale (photos 1954 à 2013) et Géoportail (photo 2022). Les étoiles correspondent à des repères fixes.

Les différents contextes observés permettent de se projeter dans la succession des conditions écologiques qui peuvent expliquer la présence actuelle d'une station d'espèce. Ici, l'Orchis lacté, présent sur une bande de prairie gyrobroyée, et la Rose de France, en bordure de route, se sont retrouvés, au gré des usages successifs, dans des milieux qui ont pu être des prairies de fauches, des cultures,

des zones refuges, des haies, des espaces urbanisés, etc. qui ont participé à l'évolution (expansion/régression) locale des stations. La Cicendie naine, une autre espèce protégée qui a disparu, était présente dans un fossé dont la fonctionnalité s'est perdue probablement en lien avec un enrichissement et une urbanisation progressive qui a modifié les flux d'eau.

Bilan de l'étude diachronique

| | |
|---------------------------|--|
| Atouts ou forces | Des images téléchargeables gratuitement Des images calées, facilement superposables Un rendu assez précis rendant l'interprétation aisée |
| Faiblesses ou contraintes | Des images indisponibles à certaines dates Des images en noir et blanc Hétérogénéité du contraste et de la luminosité Des usages agricoles parfois non interprétables Des images légèrement déformées ou parfois inversées |



Confrontations au terrain et concertation participent au choix et à l'amélioration des suivis. © J. G.

FICHE 11 - LES RETOURS D'EXPÉRIENCES

Enrichir son expérience et la partager avec les autres

La diversité des contextes d'étude est l'occasion de mettre en avant les retours d'expérience issus de suivis passés. Il est parfois complexe de se projeter dans la démarche de suivi car chaque cas étudié est unique. Partager ses expériences permet ainsi d'aller plus loin.

INTÉRÊTS

Les retours d'expérience nous plongent dans des situations vécues. Certaines expériences ont ainsi pu aboutir à une démarche et à des résultats fiables et robustes quand d'autres ont mis en avant des lacunes et des besoins d'amélioration.

Cette fiche de retour d'expérience doit permettre d'immerger l'utilisateur dans des contextes divers, ou de le confronter à ses propres expériences, avec l'idée d'aboutir à une conclusion générale si les constats, positifs ou négatifs, convergent. Ces mises en situation sont un socle commun pour partager et construire ses propres logiques mentales et pratiques, à partir de quelques exemples.

CONDITIONS OPTIMALES

Il est important de rendre compte des résultats et des analyses par des écrits pour constituer des retours d'expérience. Ils doivent être illustrés de photos du site, de la population, des pieds, des opérations de suivi mises en œuvre, etc. Leur compilation sera d'autant plus facilitée que leur mise en forme et leur contenu sont complets, harmonisés et accessibles au plus grand nombre.

Un formulaire ou une procédure à suivre peuvent aider à mieux interpréter des contextes, des analyses, des conclusions. Pour cela, le CBN propose une fiche modèle reprenant des données de base à collecter pour s'assurer de la reproductibilité et de la robustesse des analyses. Il s'agit, par exemple, de la localisation géographique du site, du nom de l'espèce cible, d'éléments de contexte, du cheminement choisi au sein de l'arbre décisionnel, des paramètres d'études, des indicateurs à renseigner et d'une conclusion.

MISE EN ŒUVRE

Cette fiche propose plusieurs cas concrets inspirés de situations rencontrées sur le terrain. Chacun est abordé sous la forme d'une brève présentation du contexte et d'une fiche technique de synthèse reprenant un maximum d'informations pour illustrer la démarche de suivi. Une fiche modèle de suivi terrain (présentée à la fin) peut être produite en se basant sur les données de contexte synthétisées dans le tableau 1.

| | | |
|----|--|---|
| 1 | Commune, département Localisation sur carte | |
| 2 | Parcelle(s) cadastrale(s) | |
| 3 | Propriétaire | |
| 4 | Exploitant | |
| 5 | Taxon ciblé | |
| 6 | Contexte (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Dégradation • Restauration • Transplantation • Semis à la volée • Semis graine à graine • Transfert banque de graines du sol |
| 7 | Porteur de projet | |
| 8 | Nom(s) de l'observateur | |
| 9 | Identifiant unique suivi | |
| 10 | Date suivi | |
| 11 | Durée suivi (installation comprise) | |
| 12 | Description site | |
| 13 | Dimensions ou surface de suivi (Lxl) | |
| 14 | Données associées à l'état initial | |
| 15 | Contexte et perturbation : type d'impact, année, effectifs concernés (impactés, évités, transplantés...) | Préciser les informations connues avant impact ou à l'issue de la 1 ^{ère} observation |
| 16 | Occupation espèce dans espace (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Homogène • Hétérogène |
| 17 | Relevé possible sur totalité site (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non > à Préciser |
| 18 | Densité (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Faible • Intermédiaire • Elevée |
| 19 | Méthode retenue (Fiche 6) (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Exhaustif • Echantillonnage par quadrats • Transect de quadrats |

| | | |
|----|--|--|
| 20 | Taxon dénombrable (Fiche 7) (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non > Préciser |
| 21 | Données retenues (Fiche 8) (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Zone d'étude et surface occupée • Délimitation des zones d'isodensité • Présence/absence • Effectif • Taux de recouvrement |
| 22 | Placettes témoins (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non |
| 23 | Nombre de quadrats | |
| 24 | Dimensions quadrat (Lxl ou Rayon) | |
| 25 | Dispositif permanent (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non |
| 26 | Quadrat avec échantillonnage (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Simple • Stratifié • Systématique (préciser distance inter-quadrats) |
| 27 | Suivi phytosociologique (rayer la mention inutile) | <ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non |
| 28 | Localisation dispositif avec orthophoto légendée et identification des quadrats + transects (distances à préciser) | Préciser par des schémas explicatifs, figures, photos, localisations... |
| 29 | Si relevé exhaustif | <ul style="list-style-type: none"> • Année • Effectif (selon stade phénologie) • Total des effectifs |
| 30 | Si relevé quadrat | <ul style="list-style-type: none"> • Vue des quadrats • Orientation du quadrat et valeur de la donnée relevée dans le quadrat |

TAB 5. Principales informations à relever pour indiquer le contexte et les données de suivi.

Les couleurs montrent des liens logiques entre les rubriques et les choix (se rapporter aux Fiches 6, 7 et 8).

Dans les exemples de cas concrets qui suivent, la localisation du suivi ou les acteurs impliqués n'ont pas été précisés car ils ont été jugés superflus vis-à-vis des objectifs de cette fiche. Les numéros entre parenthèses font référence aux numéros du tableau 5.

Illustrations du contexte de type 1

| | |
|---|--|
| <p>Type 1</p>  | <p>Dégradation ou restauration d'une station d'espèce protégée Transfert de banque de graines Semis à la volée</p> |
|---|--|

EXEMPLE 1. Sérapias en coeur - *Serapias cordigera*

Objectifs du suivi : Déterminer si le travail du sol a détruit une partie des individus et si la population est en capacité de se régénérer.

Les éléments disponibles à N+1 après modification de l'habitat :

- Retour d'expérience : recolonisation généralement lente par les géophytes.
- Constat terrain : l'espèce fleurit sur la zone perturbée.
- État initial : cartographie des pieds fleuris disponible l'année N-1.



Le suivi est réalisé dans un contexte de (6) : dégradation.

Ce contexte est lié à (15) : un hersage sur 10 à 15 cm de profondeur fin 2022, sur une majeure partie de la population, sur un site correspondant à (12) : une friche agricole.

Des données correspondant à un état initial sont (14) : disponibles avec un effectif de 679 pieds fleuris géolocalisés en 2022.

La zone de suivi couvre une surface de (13) : ~4ha.

L'occupation de l'espèce sur le site est (16) : homogène, avec une densité (18) : faible.

Un relevé sur l'ensemble du site est (17) : possible.

Les remarques suivantes sont apportées : Pieds faciles à identifier et nombreux observateurs permettant de réduire la surface de suivi par personne.

Dans ces conditions, la méthode de suivi retenue (19- Fiche 6) correspond à : un relevé exhaustif.

Le taxon est (20- Fiche 7) : dénombrable, car : les pieds sont bien individualisés et distants.

Les données à relever sont (21- Fiche 8) : effectifs (pieds fleuris) et zone d'étude et surface occupée.

Le suivi sur des placettes témoins est (22) : possible.

Nombre et caractéristique des dispositifs (23 et 24) : non concerné.

Le dispositif mis en place est (25) : non permanent.



Sérapias en coeur réapparaissant dans une lande dégradée par un hersage. © J. G.

EXEMPLE 2. Sabline des Chaumes - *Arenaria controversa*

Objectifs du suivi : Déterminer quels sont les effets de l'implantation d'un parc photovoltaïque (PV) au sol sur la dynamique d'une population d'espèce annuelle héliophile.



Les éléments disponibles à N+1 après modification de l'habitat :

- Retour d'expérience : recolonisation généralement rapide par les thérophytes.
- Constat terrain : l'espèce a peu fleuri l'année qui a suivi la mise en service du parc (2022).

Le suivi est réalisé dans un contexte de (6) : modification de l'ensoleillement, de la pluviométrie, des températures.

Ce contexte est lié à (15) : une mesure de suivi liée à l'installation d'un parc solaire en 2021, sur un site correspondant à (12) : une ancienne carrière d'extraction de calcaire.

Des données correspondant à un état initial sont (14) : disponibles, avec un effectif de plus de 100 000 pieds d'après l'étude d'impact de 2020.

La zone de suivi couvre une surface de (13) : ~6ha.

L'occupation de l'espèce sur le site est (16) : homogène, avec une densité (18) : hétérogène.

Un relevé sur l'ensemble du site est (17) : impossible.

Les remarques suivantes sont apportées : Les effectifs et la surface impactée sont trop importants.

Dans ces conditions, la méthode de suivi retenue (19- Fiche 6) correspond à : un échantillonnage par quadrat.

Le taxon est (20- Fiche 7) : dénombrable, car : les pieds sont bien individualisés et peu denses.

Les données à relever sont (21- Fiche 8) : effectifs (pieds fleuris) et zone d'étude et surface occupée.

Le suivi sur des placettes témoins est (22) : possible.

Nombre et caractéristique des dispositifs (23 et 24) : 22 quadrats d'1 m² avec des mailles 10x10 cm sont répartis sous les panneaux et la zone témoin. Des capteurs météo permettent d'enregistrer l'ensoleillement, la pluviométrie et la température selon la zone.

Le dispositif mis en place est (25) : permanent.

L'échantillonnage est (26) : stratifié.

Un suivi phytosociologique est (27) : réalisé.

Le dispositif est le suivant (28) : (schéma, incluant les enregistreurs météo, non présenté ici mais à transmettre).

Données des relevés par quadrat : oui (non présenté ici mais à transmettre).



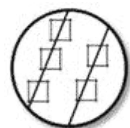
Modification du biotope de la Sabline des chaumes après installation et gestion d'un parc photovoltaïque. © J. G.

EXEMPLE 3. Sabline des chaumes - *Arenaria controversa*

Objectifs du suivi : Déterminer si les mesures de transfert de banque de graines du sol permettent le développement et le maintien durable de l'espèce.

Les éléments disponibles à N+1 après translocation :

- Retour d'expérience : recolonisation généralement rapide par les thérophytes.
- Constat terrain : l'espèce n'a pas fleuri à N+1 mais à N+2 ans après le régalage.



Le suivi est réalisé dans un contexte de (6) : transfert de banque de graines du sol.

Ce contexte est lié à (15) : une mesure d'accompagnement liée à la création d'un parc solaire.

Sur un site correspondant à (12) : une ancienne carrière d'extraction de calcaire.

Des données correspondant à un état initial sont (14) : Site d'accueil sans individu - Prélèvement de sol sur $\sim 600\text{m}^2 \times 10\text{cm}$ de profondeur et régalage sur $\sim 1200\text{m}^2$ sur 5 cm d'épaisseur.

La zone de suivi couvre une surface de (13) : $\sim 1200\text{m}^2$.

L'occupation de l'espèce sur le site est (16) : hétérogène, avec une densité (18) : élevée.

Un relevé sur l'ensemble du site est (17) : impossible.

Les remarques suivantes sont apportées : Les pieds sont de petite taille et la surface est trop importante.

Dans ces conditions, la méthode de suivi retenue (19- Fiche 6) correspond à : un transect de quadrats.

Le taxon est (20- Fiche 7) : dénombrable, car : les pieds sont bien individualisés et peu denses.

Les données à relever sont (21- Fiche 8) : effectifs (pieds fleuris), zones d'isodensité et zone d'étude et surface occupée.

Le suivi sur des placettes témoins est (22) : Pas de site témoin sur place pour faire une comparaison de la dynamique démographique.

Nombre et caractéristique des dispositifs (23 et 24) : 20 quadrats d' 1m^2 avec des mailles $20 \times 20\text{cm}$.

Le dispositif mis en place est (25) : permanent.

L'échantillonnage est (26) : systématique.

Un suivi phytosociologique est (27) : réalisé.

Le dispositif est le suivant (28) : (schéma non présenté ici mais à transmettre).

Données des relevés par quadrat : oui (non présenté ici mais à transmettre).

Remarque : Recolonisation lente par les vivaces ne posant pas de souci de concurrence actuellement. Forte progression des effectifs de Sabline.



Zone d'accueil de la translocation du sol contenant la banque de graines de Sabline des chaumes. © J. G.

Illustrations du contexte de type 2

Type 2



Transplantation d'individus / de groupes d'individus marqués
séparément
Semis graines à graines

EXEMPLE 4. Rose de France - *Rosa gallica*

Objectifs du suivi : Déterminer si les mesures de transplantation permettent le développement et le maintien durable de l'espèce.



Les éléments disponibles à N+1 après translocation :

- Retour d'expérience : recolonisation généralement lente puis rapide par les chaméphytes.
- Constat terrain : l'espèce n'a pas fleuri l'année qui a suivi la transplantation / le taux de reprise après transplantation est très bon pour la Rose de France.

> NB : La transplantation de pieds de Rose de France est désormais considérée comme une mesure de **réduction** d'impact.

Le suivi est réalisé dans un contexte de (6) : transplantation de 350 pieds.

Ce contexte est lié à (15) : une mesure de réduction dans le cadre de la création d'un rond-point.

Sur un site correspondant à (12) : une ancienne prairie en cours d'enfrichement.

Des données correspondant à un état initial sont (14) : Site d'accueil sans individu - Création de tranchées sur site d'accueil, transplantation à racines nues entre novembre et février, arrosages réguliers.

La zone de suivi couvre une surface de (13) : ~450m².

L'occupation de l'espèce sur le site est (16) : homogène, avec une densité (18) : faible.

Un relevé sur l'ensemble du site est (17) : possible.

Les remarques suivantes sont apportées : Individus plantés avec régularité et paillé avec des copeaux de bois sur 10cm d'épaisseur.

Dans ces conditions, la méthode de suivi retenue (19- Fiche 6) correspond à : un relevé exhaustif, puis un échantillonnage par quadrat si les pieds drageonnent.

Le taxon est (20- Fiche 7) : dénombrable initialement, car : les pieds régulièrement espacés formeront un massif avec le temps.

Les données à relever sont (21- Fiche 8) : effectifs, taux de recouvrement (dans un 2e temps) et zone d'étude et surface occupée.

Le suivi sur des placettes témoins est (22) : Pas de site témoin sur place pour faire une comparaison de la dynamique démographique.

SUITE EXEMPLE 4. Rose de France - *Rosa gallica*

Nombre et caractéristique des dispositifs (23 et 24) : non concerné initialement mais un protocole est à prévoir quand les pieds seront indénombrable (Fiche 7).

Le dispositif mis en place est (25) : non concerné.

L'échantillonnage est (26) : néant.

Un suivi phytosociologique est (27) : non réalisé.

Le dispositif est le suivant (28) : schéma non présenté ici mais à transmettre, tenant compte des pieds d'origine géolocalisés + contour des surfaces couvertes).

Données des relevés par quadrat : oui (non présenté ici mais à transmettre).

Les taux de reprise et de survie sont à calculer et à transmettre.

Remarques : Difficulté de gestion liée à la présence de prunelliers et de ronces. Un gyrobroyage à 15 cm de hauteur et tous les 3 à 5 ans est préconisé entre octobre et novembre. L'export est facultatif mais conseillé. Éventuellement, arrachage manuel des prunelliers et des ronces.



a.



b.

Transplantation pied à pied de Rose de France dans une bande de préservation en contexte périurbain : a) paillassage de la surface après translocation ; b) reprise des pieds en année n+X. © J. G.

EXEMPLE 5. Trèfle écailleux - *Trifolium squamosum*

Objectifs du suivi : Déterminer si les mesures de semis graines à graines permettent le développement et le maintien durable de l'espèce.

Les éléments disponibles à N+1 après translocation :

- Retour d'expérience : recolonisation généralement rapide par les thérophytes.
- Constat terrain : l'espèce n'a pas germé l'année qui a suivi le semis.



Le suivi est réalisé dans un contexte de (6) : semis graine à graine de 5000 graines.

Ce contexte est lié à (15) : une mesure d'accompagnement dans le cadre de la création d'une voie piéton/cycle, sur un site correspondant à (12) : une prairie de fauche.

Des données correspondant à un état initial sont (14) : Site d'accueil sans individu, préparé en griffant le sol - Semis en lignes avec espacements réguliers.

La zone de suivi couvre une surface de (13) : 20 m².

L'occupation de l'espèce sur le site est (16) : homogène, avec une densité (18) : forte (250 graines/m²).

Un relevé sur l'ensemble du site est (17) : possible.

Les remarques suivantes sont apportées : le relevé est possible car la surface à suivre est faible.



Dans ces conditions, la méthode de suivi retenue (19- Fiche 6) correspond à : un échantillonnage par quadrat. Si le nombre de germinations est faible, il peut être complété par un relevé exhaustif.

Le taxon est (20- Fiche 7) : indénombrable si le taux de germination est fort.

Les données à relever sont (21- Fiche 8) : présence/absence, effectif, taux de recouvrement, zone d'étude et surface occupée.

Le suivi sur des placettes témoins est (22) : Pas de site témoin sur place pour faire une comparaison de la dynamique démographique.

Nombre et caractéristique des dispositifs (23 et 24) : 20 quadrats de 0,5 x 0,5 m.

Le dispositif mis en place est (25) : aléatoire.

L'échantillonnage est (26) : simple.

Un suivi phytosociologique est (27) : réalisé.

Le dispositif est le suivant (28) : non concerné.

Données des relevés par quadrat : oui (non présenté ici mais à transmettre).

Remarques : Être vigilant sur l'apparition de plantes exotiques envahissantes (PEE) et envisager un griffage du sol si besoin.

Quadrat de 50 x 50 cm permettant de comptabiliser les effectifs et le recouvrement du Trèfle écailleux. © J. G.

Exemple de fiche terrain permettant de consulter et d'organiser les données de suivi

| | | | |
|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Propriétaire | <input type="text"/> | Commune | <input type="text"/> |
| Exploitant | <input type="text"/> | Taxon | <input type="text"/> |
| Chargé du suivi | <input type="text"/> | Parcelle cadastrale | <input type="text"/> |

Fiche SUIVI

CBNPM
Vallon de Salut BP 70315
65203 Begnères de Bigorre
05.62.95.85.30

N°

Contexte

| | | |
|---|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Dégradation | <input type="checkbox"/> Semis à la volée | <u>Autres informations :</u> |
| <input type="checkbox"/> Restauration | <input type="checkbox"/> Semis graine à | |
| <input type="checkbox"/> Transplantation | graine | |
| <input type="checkbox"/> Transfert de banque de graines | | |

| Observateurs | Dates | Observateurs | Dates |
|--------------|-------|--------------|-------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Localisation du site

Description :

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| <u>Orthophotographie (1 : 5000) :</u> | <u>Carte IGN (1 : 15.000) :</u> |
|---------------------------------------|---------------------------------|

Longueur :

Largeur :

Surface :

Données préalables

1 - Issues de la bibliographie

Etat de référence (source, n° arrêté préfectoral...) :

2 - Constatées sur le terrain

| <u>Etat initial:</u> | | | | | |
|----------------------|---------------|------------------|--|--------------|---|
| Année | Type d'impact | Travaux réalisés | Effectif ou surface restant / transplanté / semé | Localisation | |
| | | | | | <u>Etat initial visuel (ou description) :</u> |
| | | | | | |

Habitat :

Gestion :

Autres informations :

Fiche suivi - p.1

Choix de la méthode de suivi

- Occupation de l'espace : Homogène Hétérogène
- Densité : Faible Intermédiaire Elevée Hétérogène (zones d'iso-densité)
- Relevé possible sur l'ensemble du site ? : Oui Non Cause :
- Méthode retenue (se reporter à l'arbre décisionnel) :
- Relevé exhaustif sur l'ensemble du site (pointage GPS)
 - Échantillonnage par quadrats
 - Transects de quadrats

Choix des données

- Taxon dénombrable : Oui Non Cause :
- Données retenues (se reporter à l'arbre décisionnel) :
- Zone d'étude et surface occupée
 - Délimitation des zones d'iso-densité
 - Présence /absence
 - Effectif (pied ou tige)
 - Taux de recouvrement

Modalités du dispositif de suivi

- Placettes témoins : Non Oui + nombre :
- Nombre de placettes :
- Dimension des placettes :
- Permanence du dispositif : Non Oui (identifier les repères sur la carte suivante)
- Type d'échantillonnage aléatoire : Simple Stratifié Systématique (préciser la distance entre quadrats)
- Suivi complémentaire :
- Localisation du dispositif (orthophotographie avec échelle, légende, identification des quadrats, des transects et indication des distances si besoin) :

Fiche suivi – p.2

Localisation des groupes de plantes

Date :

Suivi terrain

1 - Dans le cas d'un relevé exhaustif

Evolution de l'effectif / de la surface occupée :

| Année | VG | FL | FR | SE | TOTAL | Année | VG | FL | FR | SE | TOTAL | Année | VG | FL | FR | SE | TOTAL | |
|-------|----|----|----|----|-------|-------|----|----|----|----|-------|-------|----|----|----|----|-------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

VG : végétatif, FL : florifère, FR : fructifère, SE : sénescent. Préciser le pourcentage de présence de chaque stade phénologique.

2 - Dans le cas d'un relevé par quadrat

Vue des quadrats (noter l'orientation du quadrat et la valeur de la donnée relevée dans le quadrat correspondant) :

| | | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | Q12 |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Q13 | Q14 | Q15 | Q16 | Q17 | Q18 |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Fiche suivi - p.3

Compléments photographiques

Date :

Estimation du temps passé

Mise en place du dispositif :

Suivi :

Fiche suivi - p.4



Transect de quadrats pour le suivi de Sabline des chaumes après dégradation de son habitat. © J. G.

Cette fréquence est liée à la biologie et aux capacités de réponse des végétaux à un nouvel environnement. Les espèces annuelles, souvent pionnières, vont ainsi réagir rapidement à une perturbation du milieu. Le premier suivi (protocole ou non) doit donc être réalisé dans les mois qui suivent les mesures de modification de l'habitat ou de translocation.

Ce premier suivi reflète souvent l'état de stress occasionné par la perturbation récente. Cet état de stress est censé diminuer dans le temps alors qu'un équilibre biologique s'installe progressivement dans l'écosystème, en lien notamment avec la gestion mise en œuvre. Il est donc recommandé de mettre en place le suivi dès la première année après la mesure perturbatrice, de façon à optimiser l'interprétation des résultats.

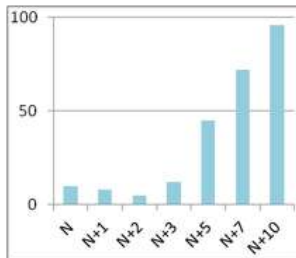
L'ensemble des suivis et résultats sont à valoriser sous la forme d'articles techniques ou scientifiques permettant le partage des retours d'expérience et l'enrichissement de la connaissance sur ces opérations.

MISE EN ŒUVRE

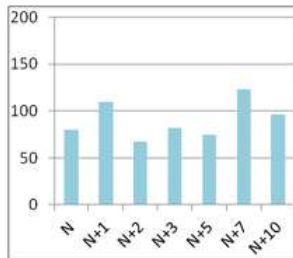
La mise en forme des résultats obtenus facilite leur interprétation. Diagrammes, courbes ou cartes diachroniques de répartition d'individu sont les principales représentations graphiques utilisées pour partager et interpréter plus aisément les résultats d'un suivi. Pour cette fiche, plusieurs exemples d'histogrammes sont proposés pour illustrer des résultats et une ou plusieurs interprétations possibles permettant de conclure sur les effets d'une mesure perturbatrice sont émises.

Même si ces éléments sont essentiels, cette fiche n'aborde ni les méthodes statistiques à utiliser, ni le calcul de la précision des données, marges d'erreur et intervalles de confiance, pour les estimations faites. Des outils statistiques comme R-studio ne sont pas non plus développés et il est recommandé de consulter des productions bibliographiques spécifiques (ex : Poinot, 2004; Borcard & *al.*, 2025).

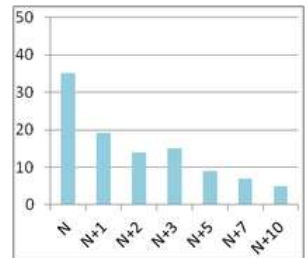
Cas 1



a.



b.



c.

FIG 17. Evolution d'un paramètre étudié selon une certaine périodicité de suivi (Fiche 5).

Sur la figure 17.a, le constat est celui d'une hausse progressive du paramètre étudié. Sur la figure 17.b, le paramètre étudié oscille autour d'une valeur moyenne correspondant à une certaine stabilité du paramètre. Sur la figure 17.c, le paramètre étudié diminue progressivement ce qui traduit une régression.

Cas 2

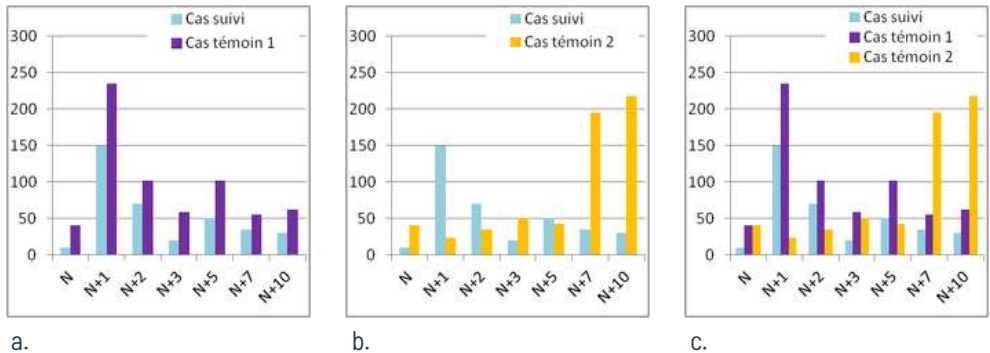


FIG 18. Evolution constatée du paramètre étudié en comparaison avec le(s) témoin(s) (Fiche 2).

Trois situations sont envisagées dans la figure 18 mettant systématiquement en avant une **régression** du paramètre étudié dans la population suivie (barres bleues) alors que l'année N+1 montrait une hausse importante des effectifs en lien par exemple avec une réouverture du milieu (stimulation de la floraison) ou un griffage du sol (stimulation de la germination).

Sur la figure 18.a, l'évolution du paramètre étudié est similaire pour les placettes cible et témoin. Il s'agit donc ici d'une diminution généralisée, indépendante de mesures "modificatrices" (restauration, dégradation, translocation...). La raison de ce constat peut être climatique, biologique ou liée à la gestion. On peut conclure à une **évolution cohérente** du paramètre étudié de la population cible.

Si le suivi est réalisé sur plusieurs années consécutives, la représentation sous forme de courbe peut être utilisée. Dans ce cas, il pourra même être possible d'estimer un taux de progression ou de régression correspondant à la pente de la courbe.

Sur la figure 18.b, le paramètre étudié progresse dans la population témoin. On peut conclure à une **régression** du paramètre étudié au sein de la population cible et à un **échec** de la mesure. Les raisons de cette régression peuvent être biologiques, liées aux caractéristiques de la mesure : technique utilisée, choix du site récepteur, gestion...

Pour la figure 18.c, avec deux témoins (ou plus), il est difficile de conclure et il semble qu'il y ait une **problématique** liée au choix des populations témoins dont les conditions stationnelles (sol, exposition, hygrométrie, gestion, taille et état de la population...) diffèrent probablement trop de la population cible.

Cas 3

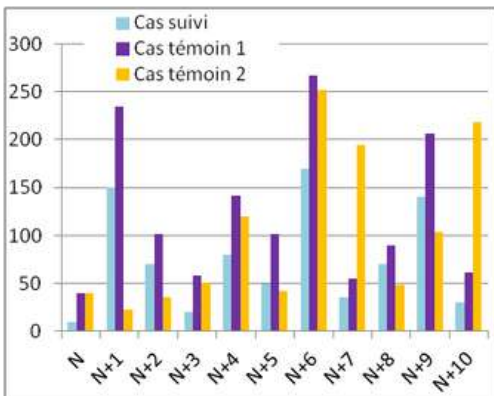


FIG 19. Évolution constatée du paramètre étudié selon une fréquence annuelle.

La figure 19 se base sur la figure 18 du cas précédent, avec des années supplémentaires de suivi (N+4, +6, +8, +9). Dans ce cas, il s'avère que les conclusions précédentes sont à nuancer car la progression ou la régression ne sont plus aussi nettes. C'est une situation qui peut s'observer pour des espèces annuelles fortement météo-dépendantes (espèces dites "à éclipse"). Dans ce cas, un suivi sur 10 années consécutives pourrait être plus adapté et fiable.

Cas 4

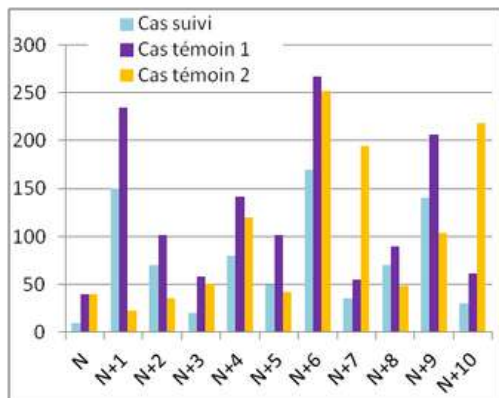
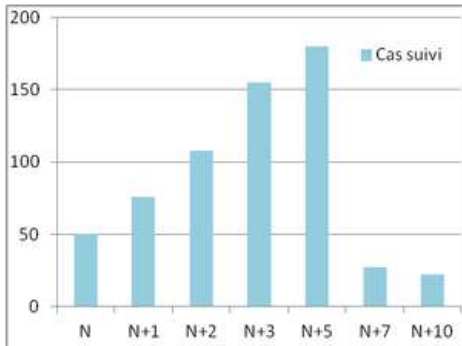


FIG 20. Évolution constatée du paramètre étudié.

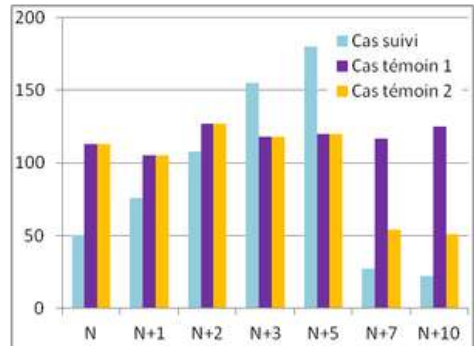
La figure 20 semble mettre en évidence une forte régression du paramètre étudié à N+1, puis une stabilité jusqu'à N+5 et enfin une progression dès N+7 ans. On pourrait donc conclure que ce paramètre progresse et que les mesures prises ont été efficaces. Cependant, à partir de N+7, plusieurs questions peuvent se poser. Pour simplifier, on considère que le paramètre étudié est l'**effectif détectable** de la population.

| Dans le cas d'une translocation | Dans le cas d'une étude de résilience après dégradation |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • S'agit-il des mêmes pieds qu'à N ? (importance du marquage des pieds) • S'agit-il de nouveaux individus issus des graines produites par les survivants de la translocation et qui ont mis 7 ans avant d'être détectés ? <ul style="list-style-type: none"> • Dans ce 2^e cas, quel effet sur la diversité génétique de la station qui s'est régénérée à partir de quelques individus seulement ? | <ul style="list-style-type: none"> • S'agit-il des mêmes pieds qu'à N ? • S'agit-il de nouveaux individus issus des graines produites par les survivants qui ont réussi à fleurir juste après la perturbation ? • S'agit-il des survivants qui ont mis du temps avant d'être détectés ? • S'agit-il d'un mélange des deux ? |

Cas 5



a.



b.

FIG 21. Évolution constatée du paramètre étudié.

Sur la figure 21.a, une nette augmentation du paramètre étudié est constatée les premières années, suivie d'une chute brutale en N+7. Plusieurs causes possibles peuvent être envisagées : gestion du site ou de ses abords (changement de pratiques, nouveaux intrants...), conditions météorologiques (sécheresse, gelées tardives, inondations...), facteurs biotiques (prédation, pathogènes...) ou même biais d'observation.

Sur la figure 21.b, l'évolution du témoin 1 ne suit pas la même tendance que la population cible et le témoin 2. Sous réserve d'un choix judicieux des sites témoins (voir cas 2, figure 18.c), les causes météorologiques peuvent être écartées.

Les causes susceptibles d'expliquer cette différence pourrait être liée à un accident de gestion ou à l'émergence d'une problématique locale (maladie, prédation, drainage, pollution...). Dans ce cas, le témoin 2 ne sera plus en mesure de jouer son rôle et le témoin 1 doit pouvoir prendre le relai.

A défaut de s'appuyer sur plusieurs témoins, il est nécessaire de s'attacher à en identifier au moins un qui possède des garanties suffisantes (proximité, stabilité, bon état, gestion...) dans la durée (30 à 50 ans). En l'absence de témoin valable, tous les résultats de suivi perdent en qualité et en robustesse comme l'exposent les précédents exemples. Ils sont donc tout aussi précieux que le site principal objet du suivi.



Le suivi du Seneçon de Rodez sur la Causse comtal, après réouverture et gestion pastorale, contribue aux retours d'expérience. © L. G.

FICHES ESPÈCES ET CATÉGORIES DE MENACES

Fritillaire pintade

Jacinthe de Rome

Orchis lacté

Orchis papillon

Renoncule à feuilles d'Ophioglosse

Rose de France

Séneçon de rodez

Sérapias en cœur

Trèfle écailleux

Tulipe sauvage



© J. G.



Fritillaire pintade

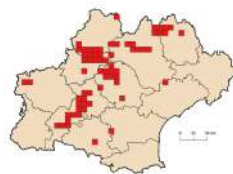
Fritillaria meleagris L.

Liliacées ; vivace-géophyte.

Son nom vient du latin *fritillus* qui désigne un "cornet pour jeter les dés" (en raison de la forme de ses fleurs) et de *meleagris* qui signifie "pintade" (faisant référence à l'aspect tacheté semblable au plumage de l'oiseau).

Habitats : Prairies humides de fauche ou marécageuses, bords de ruisseau ouverts ou arborés, suintements, milieu ensoleillé ou à mi-ombre.

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SINP Occitanie - 12/2025

Description : La Fritillaire pintade est une plante à tige dressée et ronde de 20 à 40 cm de hauteur. Ses feuilles étroites, larges de 5 à 10 mm sont plus ou moins arquées et espacées sur la tige. Elle possède des fleurs toujours penchées, solitaires, rarement par 2 ou 3. Les fleurs sont en forme de cloches pourpres panachées en damier rose-blanchâtre. Son fruit est une capsule aussi large que longue qui se redresse avant de s'ouvrir pour disperser ses nombreuses graines beiges et aplaties.



Floraison : mars - avril

Dissémination : juin

Observation : février - juin



Gestion favorable :

Faucher ou tondre tardivement à partir de mi-juin et évacuer les végétaux coupés



À proscrire :

Tonte précoce, désherbage, fertilisation, cueillette, piétinement, ombrage dense



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Préoccupation mineure



Espèce protégée* dans les départements du Gers, Tarn-et-Garonne, Haute-Garonne

* Arrêté du 30 décembre 2004

État de conservation : L'état de conservation de la Fritillaire pintade est plutôt bon. Certaines populations se retrouvent protégées de l'urbanisation car elles occupent des zones inondables et donc inconstructibles. Dans d'autres contextes, la problématique de conservation tient à la mise en culture, à l'abandon des prairies ou à de la fauche précoce et répétée.

Populations en chiffres : 98% des 240 populations de l'espèce occupent des milieux humides du bassin de la Garonne (Touch, Louge, Aussonnelle...), de St Gaudens à Toulouse. Les effectifs sont variables et atteignent quelques dizaines de pieds en ripisylve à plusieurs centaines d'individus en prairie de fauche.





© L. G.



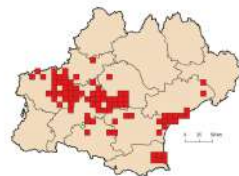
Jacinthe de Rome

Bellevalia romana L. Rchb

Liliacées ; vivace-géophyte.

Emblématique des prairies humides de fauche et pâturées, la Jacinthe romaine est bien présente dans les bassins versants de la Garonne et de la Save. Elle a la particularité de produire plusieurs hampes florales fin avril, ce qui échelonne sa floraison et profite aux pollinisateurs.

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SNP Occitanie - 10/2/2025

Habitats : Prairies humides de fauche et bords de ruisseau, ensoleillés ou à mi-ombre.

Description : La Jacinthe de Rome est une plante bulbeuse de 20 à 40 cm de haut, munie à la base de 4 à 5 feuilles arquées vers le sol, en forme de gouttière étroite et plus longues que la tige. L'inflorescence, conique au début de la floraison, s'allonge et devient plus lâche à maturité. Les fleurs sont petites, blanches à verdâtres à étamines violettes, et portées par un axe également violacé. Les fruits sont des capsules qui sèchent à maturité et laissent échapper de grosses graines rondes et noires.



Floraison : avril - mai
Dissémination : juin
Observation : novembre - juillet



Gestion favorable :
Facher ou tondre tardivement à partir de mi juin et évacuer les végétaux coupés



À proscrire :
Tonte précoce, désherbage, fertilisation, cueillette, piétinement, ombrage dense



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Préoccupation mineure

État de conservation : Globalement, l'état de conservation de l'espèce est bon pour la grande majorité des populations (74%). Pour 18 % d'entre elles, des menaces de fermeture du milieu, d'urbanisation ou de mise en culture persistent. Les populations restantes ont quant à elles été dégradées ou détruites. Dans certaines franges urbaines, la pullulation des sangliers qui consomment les bulbes, contribue également à la régression de l'espèce.

Populations en chiffres : Dans le cadre de la veille effectuée pour cette espèce, environ 90 % des 170 populations connues de cette espèce sont présentes dans les aires urbaines d'Auch à Castres en passant par Toulouse. Leur effectif varie de quelques pieds (12%) à plusieurs milliers (21 %) dans leur habitat de prédilection, la prairie humide de fauche.



Espèce protégée* en France
* Arrêté ministériel du 20 janvier 1982 modifié





© L. G.



Orchis lacté

Neotinea lactea L. Poir. R.M. Bateman, A.M. Pridgeon & M.W. Chase
Orchidacées ; vivace-géophyte.

Présente en périphérie toulousaine, cette petite orchidée du pourtour méditerranéen atteint sur ce territoire sa limite ouest de répartition. Son nom vient de la coloration blanc de lait de ses fleurs. Elle affectionne principalement les prairies de fauche, souvent en compagnie de l'Orchis bouffon et de la Saxifrage granulée.

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SNP Occitanie - 12/2025

Habitats : Prairies de fauche ou bords de route suffisamment ensoleillés.

Description : L'Orchis lacté mesure 10 à 20 cm de haut. D'aspect robuste mais discret, il possède des feuilles simples, sans pétiole, entières et à nervures parallèles. De couleur vert glauque, elles sont organisées en rosette à la base. Les fleurs blanc crème sont petites et disposées en épi, dense et assez court (3 à 7 cm). Parfois rosées car mouchetées de nombreux points pourpres, elles se distinguent de celles des autres espèces par des sépales réunis en casque et formant trois pointes et un labelle bombé.



Floraison : avril

Dissémination : juin

Observation : décembre - juin



Gestion favorable :

Faucher ou tondre tardivement à partir de mi juin et évacuer les végétaux coupés



À proscrire :

Tonte précoce, désherbage, fertilisation, cueillette, piétinement, ombrage



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Vulnérable

État de conservation : L'état de conservation de l'espèce est préoccupant. Les prairies de fauche en bon état qui abritent encore cette orchidée, se raréfient. L'urbanisation est responsable de la disparition de 40 % des populations initialement connues. Elle détruit les habitats propices et isole et fragmente les populations. Elle modifie également les pratiques agricoles favorables (fauche tardive, foin pour l'élevage...) car l'entretien de parcelles enclavées dans la trame urbaine devient plus contraignant.

Populations en chiffres : Sur 98 populations historiquement recensées, 67 sont présentes dans l'aire urbaine de Toulouse, et l'ouest toulousain en abrite 70 %. Les effectifs sont très hétérogènes et la majorité des populations (60 %) affiche moins de 50 pieds. Près de 50 % des populations sont observées en prairie mais l'espèce se rencontre également en espaces verts (23 %) et en bord de route (18 %).



Espèce protégée* en Midi-Pyrénées

* Arrêté ministériel du 30 décembre 2004





© J. G.

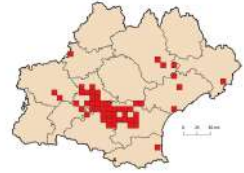


Orchis papillon

Anacamptis papilionacea L. R.M.Bateman, A.M.Pridgeon & M.W.Chase
Orchidacées ; vivace-géophyte.

Cette orchidée terrestre tient son nom du latin "papilio" ou papillon, qui fait allusion à la forme de ses fleurs. L'inflorescence massive organisée en épi de fleurs rose violette ne passe pas inaperçue. Cette particularité lève ainsi tout risque de confusion.

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SNP Occitanie - 12/2025

Habitats : Prairies de fauche ou bords de route bien ensoleillés.

Description : Cette orchidée assez robuste mesure de 15 à 40 cm de haut.

Ses feuilles, typiques des orchidées, sont élancées et à nervures parallèles. Les fleurs attirent le regard par leurs grandes dimensions et leur couleur. Après la pollinisation, elles sont remplacées par des capsules pleines de milliers de graines fines et légères qui seront disséminées par le vent. La production d'un nouveau tubercule à chaque printemps permet à la plante de persister durablement dans le sol et de résister à la sécheresse estivale. L'été, le pied entre en effet en repos végétatif et n'est plus visible.



Floraison : mai

Dissémination : juin

Observation : février - juin



Gestion favorable :

Faucher ou tondre tardivement à partir de mi juin et évacuer les végétaux coupés



À proscrire :

Tonte précoce, désherbage, fertilisation, cueillette, piétinement, ombrage



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Vulnérable

État de conservation : L'état de conservation de l'espèce est relativement bon mais fragile. L'espèce est en effet menacée par l'urbanisation et l'enfrichement. Comme les populations de l'espèce sont concentrées sur deux secteurs géographiques et avec des effectifs souvent importants, la rareté de l'espèce est souvent mise en doute par les riverains qui la côtoient. Sa présence engage pourtant fortement la responsabilité des communes qui l'accueillent.

Populations en chiffres : Avec plus de 80 populations identifiées en aires urbaines, cette espèce est essentiellement présente dans le secteur du Lauragais (85% des populations). Une vingtaine de communes sont concernées par sa présence. L'Orchis papillon est parfois très abondant, formant des populations de quelques pieds en bord de routes à plusieurs milliers en prairies de fauche.



Espèce protégée* en Midi-Pyrénées

* Arrêté ministériel du 30 décembre 2004





© J. G.



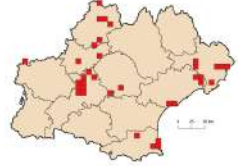
Renoncule à feuilles d'Ophioglosse

Ranunculus ophioglossifolius Vill.

Renonculacées ; annuelle-thérophyte.

La Renoncule à feuilles d'Ophioglosse est une plante discrète qui affectionne les milieux très humides. En Midi-Pyrénées, elle se rencontre souvent dans des milieux restant en eau une certaine partie de l'année, en hiver notamment. Elle a la particularité de produire des feuilles flottantes en début de développement puis lancéolées au fur et à mesure que l'eau du milieu disparaît.

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SINP Occitanie - 12/2/2015

Habitats : Fossés, mares, dépressions temporairement en eau et ensoleillés.

Description : La Renoncule (ou Bouton d'or) à feuilles d'Ophioglosse est une plante à tige dressée et creuse de 10 à 40 cm de hauteur. Les feuilles de la base ont un long pétiole et un limbe en forme de cœur, alors que les autres feuilles sont allongées, pointues, à bords légèrement dentés et ont un pétiole très court. Elle possède de petites fleurs (moins de 1 cm de diamètre), jaune pâle et portées par un long pédicelle.



Floraison : mai - juillet
Dissémination : mai - août
Observation : février - août



Gestion favorable :
Faucher ou tondre tardivement à partir de mi juin et évacuer les végétaux coupés



À proscrire :
Tonte précoce, désherbage, ombrage dense, curage



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Vulnérable

État de conservation : Les populations de l'espèce présentent un état correct de conservation. Certaines toutefois pâtissent d'une fermeture ou du comblement de leur habitat, du busage ou du curage des fossés, de l'élargissement de la voirie ou d'une modification de l'écoulement des eaux.



Espèce protégée* en Midi-Pyrénées

* Arrêté ministériel du 30 décembre 2004

Populations en chiffres : Dans les aires urbaines de Midi-Pyrénées, les 92 populations de l'espèce sont observées essentiellement autour de Toulouse (92 %). Elles occupent surtout des fossés souvent interconnectés. Les effectifs fluctuent d'un site et d'une année à l'autre notamment en fonction des conditions météorologiques. Il arrive ainsi d'observer seulement quelques pieds dans un fossé ou une dépression quand ailleurs ou l'année suivante, des milliers d'individus fleurissent.





© J. G.



Rose de France

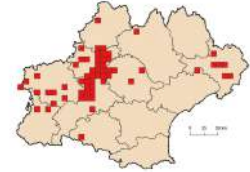
Rosa gallica L.

Rosacées ; vivace - chaméphyte.

Originaire d'Europe et d'Asie centrale, la Rose de France est à l'origine de la plupart des rosiers cultivés jusqu'au début du XIX^e siècle.

La variété *officinalis*, à fleurs doubles ou semi-doubles, semble avoir été cultivée dès l'Antiquité au Moyen- Orient pour ses qualités ornementales et médicinales. La Rose de France reste une espèce sauvage dont l'aire de répartition est en régression sur notre territoire.

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SINP Occitanie - 12/2025

Habitats : Lisières forestières, haies, talus, fossés, bords de routes et chemins ruraux, parfois dans les bois clairs, ensoleillés ou à mi-ombre.

Description : Arbrisseau ne dépassant pas 1 m de haut, la Rose de France produit une souche formant des tiges souterraines (drageons). Les tiges dressées et peu ramifiées sont couvertes de poils glanduleux et d'aiguillons inégaux. Elles portent des feuilles à stipules étroites, composées de 3 à 7 folioles, d'un vert mat ou grisâtre, qui sont souvent pubescentes sur la face inférieure. Essentiellement solitaires, les grandes fleurs de 5 à 15 pétales généralement rose vif, sont très odorantes. Le fruit (cynorrhodon) est rouge vif et souvent globuleux.



Floraison : mai

Dissémination : décembre - février

Observation : mars - novembre



Gestion favorable :

Maintenir et entretenir les haies, tailler à 10 cm, tous les 2 ou 3 ans en fin d'automne



À proscrire :

Désherbage, ombrage dense, travail du sol, coupe estivale



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Vulnérable

État de conservation : En Midi-Pyrénées, la Rose de France est dans un état de conservation globalement bon. Dans les haies et fossés, les populations de l'espèce restent cependant dépendantes de l'entretien : traitements phytosanitaires, fréquences et périodes de coupe, arrachages de haies... La fragilité globale de l'espèce est également amplifiée par le cumul des projets urbains.

Populations en chiffres : Presque 300 populations de Rose de France occupent 6 des 12 aires urbaines de Midi-Pyrénées. Elles couvrent des surfaces allant de un à plusieurs centaines de mètres carrés. L'espèce est essentiellement connue et concentrée dans le grand ouest toulousain (75 % des populations). Quelques populations sont également réparties dans le Frontonnais et de façon éparse dans le Tarn-et-Garonne, le Gers, le Lot et le Tarn notamment.



Espèce protégée* en France

* Arrêté ministériel du 20 janvier 1982 modifié





© L. G.



Séneçon de Rodez

Senecio ruthenensis Mazuc & Timb. -Lagr.

Astéracées ; vivace - hémicryptophyte.

Endémique et présent sur le Causse comtal en Aveyron, le Séneçon de Rodez est ainsi très localisé en France (d'autres populations sont également connues en Lozère et en Charente). La forte responsabilité du département et de la Région vis-à-vis de cette espèce est à l'origine d'un plan régional d'actions (2014-2019).

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SINP Occitanie - 12/2025

Habitats : Lisières et clairières de chênaies pubescentes et pelouses, sur sols calcaires, ensoleillés à mi-ombre.

Description : Le Séneçon de Rodez est une plante robuste de 30 à 60 cm de haut. Sa tige, poilue sur sa partie supérieure, porte des feuilles un peu molles et velues. Les feuilles de la base sont oblongues, sinuées-crênelées sur les bords et atténuées en pétiole ailé, celles de la tige sont sessiles, bien plus étroites et un peu embrassantes à la base. À la floraison, 3 à 7 capitules solitaires sont composés de fleurs jaune vif à jaune orangé en tube au centre, entourées de 10 à 15 fleurs ligulées. Le fruit est un akène glabre surmonté d'une aigrette de soies blanches un peu plus longues que l'akène.



Floraison : juin
Dissémination : juillet
Observation : mai - juillet



Gestion favorable :
Faucher ou tondre de fin juillet à mars et évacuer les végétaux coupés, maintenir un pâturage extensif et une mosaïque d'habitats



À proscrire :
Fauche précoce et pâturage en période de développement, soit de mai à juin, labour, dépôt de matériaux



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Préoccupation mineure

État de conservation : L'état de conservation des populations de Séneçon de Rodez est relativement bon notamment grâce à l'abondance des populations réparties sur le Causse comtal. L'espèce craint cependant l'abandon du pastoralisme qui entraîne la fermeture du causse mais également l'urbanisation et la création de routes.

Populations en chiffres : Plus de mille observations ont été faites sur le Causse comtal, au nord de l'aire urbaine de Rodez. Présente essentiellement en pelouse (50% des populations) et en prairies (17%), l'espèce se rencontre également en friche et en sous-bois clair. 73% des populations ont moins de 50 pieds tandis que 6% dépassent le millier d'individus.



Espèce protégée* en France

* Arrêté ministériel du 20 janvier 1982 modifié





© J. B.



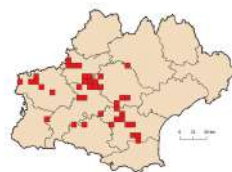
Sérapias en cœur

Serapias cordigera L.

Orchidacées ; vivace - géophyte.

Son nom provient de "Serapis", dieu égyptien maître de la fertilité (en raison de la croyance populaire qui lui prêtait des vertus aphrodisiaques) et de "cordigera" qui signifie en forme de cœur (en raison de la forme de son labelle).

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SINP Occitanie - 12/2025

Habitats : Anciens vignobles gérés de façon extensive, prairies fauchées, pelouses maigres et landes, suffisamment ensoleillés.

Description : Le Sérapias en cœur mesure de 15 à 40 cm. Ses tiges sont veinées de rouge et maculées de points pourpres à leur base. Elle possède 5 à 9 feuilles lancéolées, étalées à pendantes. L'inflorescence est un épi ovoïde, court et dense composé de 3 à 10 fleurs. Les fleurs possèdent un labelle en forme de cœur, de couleur pourpre sombre, velu et finement rayé de noir. La base du labelle est munie de deux callosités noires divergentes.



Floraison : mai
Dissémination : juin
Observation : février - juin



Gestion favorable :
Faucher ou tondre tardivement à partir de juillet et évacuer les végétaux coupés, limiter le développement des ligneux



À proscrire :
Fauche précoce, labour, herbicides, fertilisation, cueillette, piétinement, ombrage



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
En danger

État de conservation : Les populations de Sérapias en cœur présentent un état de conservation moyen. Elles sont notamment menacées par la fermeture du milieu (68 %), l'urbanisation (18 %) et la mise en culture (4 %). Certaines encore sont dégradées ou menacées par l'installation de parcs photovoltaïques.

Populations en chiffres : Près de 140 populations de Sérapias en cœur sont suivies. Elles sont majoritairement présentes dans le Frontonnais (92% des populations), dans les aires urbaines de Toulouse et de Montauban. D'une population à l'autre et d'une prairie à l'autre, les effectifs varient de quelques dizaines de pieds à plus de mille parfois.



Espèce protégée* en Midi-Pyrénées
* Arrêté ministériel du 30 décembre 2004







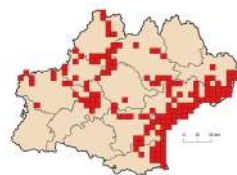
Trèfle écailleux

Trifolium squamosum L.

Fabacées ; annuelle - thérophyte.

Le Trèfle écailleux, aussi appelé Trèfle squameux ou Trèfle maritime, a pris différentes dénominations latines : *Trifolium maritimum* subsp. *maritimum*, *Trifolium squarrosus* ou encore *Trifolium squamosum* var. *squamosum*. Son nom latin actuel, selon le référentiel taxonomique Taxref17, est *Trifolium squamosum*.

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SNP Occitanie - 12/2025

Habitats : Prairies humides et bord de cours d'eau de la plaine à l'étage collinéen.

Description : L'espèce est annuelle (thérophyte), pubescente à tiges dressées ou ascendantes, rameuses, de 10 à 40 cm. Ses feuilles sont alternes et à l'exception des feuilles supérieures qui sont opposées, divisées en folioles ovales velues sur les deux faces ou seulement en-dessous de la nervure principale. Les stipules sont étroites. Les fleurs blanches à rosées sont groupées en inflorescences solitaires de forme ovale, à l'extrémité d'un court pédoncule, dont la floraison s'échelonne de mai à juin. La dissémination des graines assure la pérennité des populations puisque la plante sèche au cours de l'été.



Floraison : mai

Dissémination : juin

Observation : avril - juillet



Gestion favorable :

Faucher ou tondre tardivement à partir de juillet et évacuer les végétaux coupés. Perturbation superficielle et occasionnelle du sol



À proscrire :

Fauche précoce, désherbage, fertilisation, ombrage, labours profonds, drainage



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Préoccupation mineure

État de conservation : Le Trèfle écailleux est considéré comme très rare en secteur de plaine, mais les prospections postérieures à 2000 ont cependant permis d'acquérir de nouvelles données de présence. L'état de conservation de l'espèce en ex-Midi-Pyrénées reste préoccupant dans la mesure où ses populations sont souvent sous-évaluées et que l'espèce est souvent découverte à l'occasion des phases préalables à des projets d'aménagement.

Populations en chiffres : A l'exception des Hautes-Pyrénées et de l'Ariège, le Trèfle écailleux est observé dans tous les départements d'ex-Midi-Pyrénées. Les effectifs des populations peuvent aller de quelques pieds à plusieurs milliers d'individus.



Espèce protégée* en Midi-Pyrénées

* Arrêté ministériel du 30 décembre 2004





© L. G.



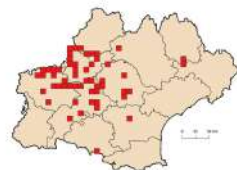
Tulipe sauvage

Tulipa sylvestris subsp. *sylvestris* L.

Liliacées ; vivace - géophyte.

La Tulipe est l'une des plantes bulbeuses les plus connues du public et aussi l'une des plus importantes du monde horticole. La Tulipe sauvage fleurissait nos campagnes et plus précisément les cultures, les vignes et les vergers. Elle trouve maintenant refuge en bord de route, de chemin et de champ.

Distribution en Occitanie par mailles de 10 km (date ≥ 2000)



Source des données : SNIP Occitanie - 12/2025

Habitats : Talus herbeux, terres cultivées, vignobles et vergers gérés de façon extensive, bosquets, suffisamment ensoleillés.

Description : La Tulipe sauvage est une plante à bulbe produisant des caïeux qui multiplie la plante. Sa tige fine est haute de 20 à 50 cm et possède en général, à sa base, 3 feuilles très allongées, pliées en gouttière, légèrement glauques. La fleur est jaune vif, odorante, unique et penchée avant la floraison. Elle est constituée de 6 pétales, les externes plus étroits et lavés de vert. Le fruit est une capsule allongée, beige clair, long d'environ 3 à 4 cm qui libère ses graines en fin de printemps. Les individus peuvent rester stériles (production de feuilles mais sans fleur) pendant plusieurs années avant de refleurir.



Floraison : mars - avril
Dissémination : juin - juillet
Observation : février - juin



Gestion favorable :
Faucher ou tondre tardivement à partir de fin juin et évacuer les végétaux coupés, travail superficiel et autumnal du sol



À proscrire :
Tonte précoce, herbicides, fertilisation, cueillette, piétinement, ombrage dense, labour profond et printanier



Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées :
Préoccupation mineure

État de conservation : La grande majorité des populations de l'espèce est en sursis. Les pratiques qui lui permettaient de se maintenir (travail du sol à l'automne) en vignes et vergers mobilisent aujourd'hui des phytosanitaires qui lui sont fatals. Dans d'autres cas, l'abandon des terres agricoles a favorisé la friche qui a parfois même été remplacée par des constructions. L'entretien différencié des milieux où les tulipes sauvages subsistent s'avère aujourd'hui le principal garant de leur survie.

Populations en chiffres : Les populations se retrouvent essentiellement le long d'un axe allant de Moissac à Castres, en passant par Rabastens et Toulouse. Leurs effectifs peuvent paraître conséquents mais la majeure partie des individus se révèlent stériles ; les pieds fleuris ne représentent généralement que 10 à 15 % des effectifs totaux et la fructification n'est pas systématique. Avec moins d'une cinquantaine de populations dans les aires urbaines de Midi-Pyrénées, l'espèce nécessite une attention particulière.



Espèce protégée* en France

* Arrêté ministériel du 20 janvier 1982 modifié



BIBLIOGRAPHIE

Bonnet V., Bianchin N., Kristo O., 2018. Notice de recommandations pour le suivi des mesures Eviter, Réduire, Compenser "flore protégée" - DREAL Auvergne-Rhône-Alpes - janvier 2018.

Bonnet V., Fort N., Dentant C., Bonet R., Salomez P., Till-Bottraud I., 2015 - Méthodologie de suivi des espèces végétales rares mise en place par un réseau d'acteurs de la conservation. *Botany letters*, 162 (1) : 27-36.

Borcard D., Gillet F., Legendre P., 2025. L'écologie numérique en R. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 504 p.

Castagné H., Blanchard F., 2006. Bilan de la transplantation conservatoire de *Tulipa agenensis* et *Anemone coronaria* sur la commune de Saint-Quentin-de-Baron (Gironde, Entre-Deux-Mers), CBN Sud-Atlantique.

Collectif (Réseau des acteurs de la conservation Alpes-Ain), 2011. Suivi de la flore d'intérêt communautaire et patrimoniale des sites Natura 2000 des Hautes-Alpes, Bilan 2011.

Deméautis G., 2015. 1, 2, 3 ... 15 ... 100 5 000 ... 10 000 ... Fritillaires ? ... Ouah ! Suivi des plantes protégées de Haute Garonne (part 1.). *L'Épêche du Midi*, n°52 : 17-18.

Dausse A., Colasse V., Gallet S., 2024. Suivis floristiques. Carnets de protocoles et indicateurs de suivis du Réseau sur la restauration des zones humides de Bretagne. Agence de l'eau Loire-Bretagne Région Bretagne / DREAL Bretagne. Forum des Marais Atlantiques, Brest. 60 p.

Delassus L., 2015. Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 25 p., annexes (document technique).

Ecotone, 2018. Suivi des stations d'Iris à feuilles de graminée, 2015 - 2018.

Elzinga C., Salzer D., Willoughby J, 2001. *Measuring & Monitoring Plant Populations*.

Fiers V. et coll., 2003. Études scientifiques en espaces naturels. Cadre méthodologique pour le recueil et le traitement de données naturalistes. Cahiers techniques de l'ATEN n°72. Réserves Naturelles de France. Montpellier. 96 p.

Fiers V., 2004. Guide pratique : Principales méthodes d'inventaire et de suivi de la biodiversité. Réserves naturelles de France.

Gauthier P., Thompson J., 2013. C'est possible : suivre une population sans pouvoir identifier les individus, *Espaces naturels*, janvier 2013, n°41 : 27-29.

Gire L., Olicard L., 2009. Mise en place d'un suivi sur *Ligularia siberica* sur le site Natura 2000 "Plateau central de l'Aubrac aveyronnais".

Hill D., M. Fashman, G. Tucker, M. Shewry and P. Shaw. 2005. *Handbook of Biodiversity and Monitoring: Survey, Evaluation and Monitoring*. Cambridge : Cambridge University Press. 573 p.

Pavlik B.M., 1994. Demographic monitoring and the recovery of endangered plants. In: *Restoration of endangered species. Conceptual issues, planning and implementation* : 322-350.

Pichillou T., 2013, Suivi de la transplantation des pieds d'Ail rose (*Allium roseum*) sur la commune de Cubzac-les-ponts (33), Année n°1, BIOTOPE Sud-Ouest.

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. Université de Montpellier. [en ligne : https://www.researchgate.net/publication/374551559-Les_plantes_sont_immobiles_et_attendent_qu%27on_vienne_les_compter_confronter_mesures_in_situ_et_simulations_numeriques_pour_ameliorer_les_methodes_de_suivi_des_populations_de_plantes]

Poinsot D., 2004. Statistiques pour statophobes. [en ligne : https://perso.univ-rennes1.fr/denis.poinsot/Statistiques_%20pour_statophobes/STATISTIQUES%20POUR%20STATOPHOBES.pdf]

Queré E., 2005. Guide méthodologique pour la mise en place de suivis de la végétation dans les sites Natura 2000, Conservatoire Botanique National de Brest.

Salvaudon A., 2006. Mémento de terrain n°83, Gestion des milieux et des espèces : Suivi de la végétation, ATEN. [en ligne : <https://fr.scribd.com/document/951009797/3-5-Fiche-suivi-de-la-vegetation>]

Sutherland W. J., 1996. *Ecological Census Techniques*, Cambridge University Press, 1996, 2006. [en ligne : <https://www.researchgate.net/profile/William-Sutherland-3/publication/273070581-Ecological-Census-Techniques-A-Handbook/links/5f493bd4299bf13c504b9e03/Ecological-Census-Techniques-A-Handbook.pdf>]

GLOSSAIRE

Abondance : Nombre absolu ou densité d'individus par unité de surface pour une zone et une espèce donnée.

Accompagner (dans la séquence ERC) : Action complémentaire aux mesures ERC consistant à améliorer la connaissance (translocation, suivis...), la sensibilisation ou la gestion.

Aire d'étude : Zone géographique délimitée dans laquelle est menée une étude écologique (inventaire, suivi, expérimentation).

Aire de présence : Contour géographique dans lequel les individus de l'espèce sont effectivement observés à un moment donné.

Arrêté préfectoral : Acte réglementaire pris par le préfet qui définit des mesures ERC et A (accompagnement) sur un territoire pour des habitats, espèces ou zones naturelles.

Capacité de reproduction : Possibilité pour un organisme de produire une descendance viable, mesurée par le nombre de jeune ou le taux de survie à un stade de la reproduction.

Comité de suivi : Instance pluri-acteurs (scientifiques, gestionnaires, autorités, usagers) chargée de veiller à la bonne mise en œuvre de dispositifs ou de programmes de gestion, de restauration ou de suivi écologique, de valider des évolutions et ajustements de mesures le cas échéant.

Compenser (dans la séquence ERC) : Mesure qui vise à apporter une contrepartie aux incidences négatives notables, directes ou indirectes du projet sur l'environnement, et ce lorsque les atteintes n'ont pu être ni évitées, ni suffisamment réduites.

Elle doit se situer en priorité sur ou à proximité du site impacté, avoir une pérennité, viser à maintenir voire améliorer la qualité environnementale, et être dimensionnée de manière à permettre la non-perte nette de biodiversité.

Conditions stationnelles : ensemble des caractéristiques climatique, microclimatique, pédologique, topographique, d'exposition, anthropique et non anthropique, surfacique et de conservation d'une espèce, etc. liées à une station.

Contexte écologique : Ensemble des conditions climatiques, physiques, chimiques, biologiques, géographiques et culturelles qui participent au développement des êtres vivants dans un environnement donné.

Contribution spécifique : Importance relative d'une espèce dans la composition totale d'un écosystème, calculée selon sa biomasse, son abondance ou son influence fonctionnelle.

Dégradation : Processus par lequel un écosystème perd sa structure, ses fonctions ou sa biodiversité sous l'effet de pressions.

Densité : Nombre d'éléments constitutifs d'une espèce (individus, tiges, fleurs...) par unité de surface.

Dérogation : Autorisation exceptionnelle permettant de s'écarter d'une interdiction ou règle standard dans un cadre légal, avec des mesures à mettre en œuvre en faveur d'une espèce protégée impactée par un projet d'aménagement.

Doctrine ERC (Éviter, Réduire, Compenser) :

Cadre de gestion environnementale consistant à éviter les impacts écologiques, les réduire s'ils ne peuvent l'être totalement, puis les compenser en dernier recours.

Dominance : Dans une communauté végétale, situation où une espèce est présente dans une certaine proportion par rapport aux autres, influençant la structure ou le fonctionnement de cette communauté (relevé phytosociologique).

Échantillon : Sous-ensemble d'une population ou d'un ensemble de données choisi pour mesurer ou estimer les caractéristiques de cette population.

Eviter (dans la séquence ERC) : Mesure qui modifie un projet ou une action d'un document de planification afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet ou cette action engendrerait. L'évitement doit être engagé le plus tôt possible (phase conception, localisation, alternatives) pour supprimer, autant que faire se peut, les atteintes à l'environnement.

Fréquence d'occurrence : Pourcentage de relevés dans lesquels une espèce cible est observée correspondant à la régularité de présence dans un ensemble d'observations.

Fréquence spécifique : Pourcentage de relevés dans lesquels une espèce apparaît, permettant de décrire sa régularité de présence.

Habitat : Lieu ou type de lieu dans lequel des espèces trouvent les conditions nécessaires à leur survie et à leur reproduction.

Impact : Effet mesurable, direct ou indirect, d'une action sur un écosystème ou une espèce.

Indicateur : Mesure quantitative ou qualitative utilisée pour évaluer l'état, le fonctionnement ou l'évolution d'un système écologique.

Intervalle de confiance : Fourchette d'estimation calculée à partir d'un échantillon, qui a une probabilité donnée (souvent 95 %) de contenir la vraie valeur du paramètre de la population.

Médiane : Valeur qui partage une série de données ordonnées en deux moitiés égales.

Méthode : Ensemble des démarches et techniques employées pour réaliser une étude, un suivi ou une gestion : choix de variables, échantillonnage, analyses, traitement des données.

Paramètre : Propriété mesurable d'un système ou d'un modèle qui influence son comportement.

Population : Ensemble d'individus d'une même espèce vivant dans une aire géographique donnée et pouvant interagir.

Protocole : Production détaillant les modalités précises de mise en œuvre d'une étude, d'un suivi ou d'une intervention.

Réduire (dans la séquence ERC) : Lorsque les impacts négatifs sur l'environnement n'ont pu être pleinement évités à un coût raisonnable, il convient de réduire la dégradation restante. Cela peut concerner la durée, l'intensité ou l'étendue de l'impact, ou une combinaison de ces éléments (réduction géographique, technique ou temporelle).

Relevé : Opération de terrain consistant à collecter des données par observation, comptage, mesure.

GLOSSAIRE (suite)

Résilience : Capacité d'un écosystème à résister à une perturbation puis à récupérer ou se réorganiser tout en conservant ses fonctions et sa structure.

Restauration écologique : Processus d'assistance à la récupération d'un écosystème dégradé, endommagé ou détruit, afin de retrouver sa structure et ses fonctions d'origine.

Richesse spécifique : Nombre total d'espèces distinctes présentes dans une aire ou une communauté écologique donnée.

Site d'étude : Lieu géographique décrit par ses caractéristiques (habitats, topographie, gestion...), choisi et délimité pour mener une étude écologique.

Site occupancy : Proportion d'unités spatiales (sites, parcelles, habitats) effectivement occupées par une espèce, tenant compte de la probabilité de détection imparfaite.

Station : Lieu ou zone caractérisé par un ensemble de conditions abiotiques et biotiques où est implantée une espèce.

Suivi : Ensemble des opérations, parfois répétées dans le temps et dans l'espace, visant à mesurer, observer et analyser l'évolution de variables écologiques.

Taux d'accroissement : Taux de variation du nombre d'individus dans une population au cours du temps qui dépend des taux de germination, de mortalité et de colonisation.

Taux de recolonisation : Proportion de sites, d'habitats ou de surfaces recolonisés par une espèce après une perturbation ou une disparition. Il reflète la dynamique spatiale et la capacité de dispersion d'une population.

Taux de floraison : Proportion d'individus ou de tiges qui produisent des fleurs au cours d'une période donnée.

Taux de fructification : Pourcentage de fleurs ayant produit un fruit.

Taux de germination : Pourcentage de graines d'un lot qui germent dans un intervalle de temps donné.

Taux de recouvrement : Pour une plante, rapport entre la surface projetée au sol de ses parties aériennes et la surface d'étude.

Taux de survie : Proportion d'individus d'une cohorte ou d'une population qui restent en vie après une période donnée.

Translocation : Action de déplacer des individus (transplantation) ou graines (semis ou transfert de banque de graines du sol) d'une espèce d'un site d'origine vers un site récepteur.

Transplantation : Déplacement d'une plante d'un site d'origine vers un site récepteur.

Unité de gestion : Espace d'un seul tenant et homogène en termes d'habitat dans lequel est appliquée une gestion uniforme.

Variable : Caractéristique mesurable d'un système écologique susceptible de varier dans le temps ou l'espace.

Zone de prospection : Espace délimité dans lequel des inventaires ou la recherche d'une espèce sont menés.

LISTE DES FIGURES

FIG 1. Schéma représentant les différentes aires d'observation.

FIG 2. Unité de gestion délimitée d'après les éléments paysagers identifiables en vue aérienne.

FIG 3. Vues aériennes d'une station partiellement dégradée de Sérapias en cœur.

FIG 4. Occupations de la Fritillaire pintade dans l'espace

FIG 5. Densité de pieds de l'espèce - exemples de cas.

FIG 6. Cas de suivi individuel possible (a) ou non (b).

FIG 7. Exemples de relevé exhaustif d'une zone d'étude linéaire selon le caractère dénombrable ou non (Fiche 7) de l'espèce.

FIG 8. Exemples de relevé exhaustif sur une zone d'étude de type prairie avec une espèce dénombrable (Fiche 7).

FIG 9. Stratégies d'échantillonnage aléatoire (d'après Fiers, 2003).

FIG 10. Densité de pieds de l'espèce - exemples de cas.

FIG 11. Modification du dispositif de suivi après évolution démographique de la population dégradée.

FIG 12. Cas concrets d'identification du caractère dénombrable selon les contextes.

FIG 13. Localisation des différents groupes de pieds (en rouge) de Fritillaire pintade sur une station (périmètre jaune)(d'après outil web UrbaFlore).

FIG 14. Suivis d'Iris à feuilles de graminée par la méthode radar (Ecotone, 2018).

FIG 15. Exemples de représentations de zones d'iso-densité.

FIG 16. Représentations schématiques du taux de recouvrement de la végétation (Delassus, 2015).

FIG 17. Evolution d'un paramètre étudié selon une certaine périodicité de suivi (Fiche 5).

FIG 18. Evolution constatée du paramètre étudié en comparaison avec le(s) témoin(s)(Fiche 2).

FIG 19. Evolution constatée du paramètre étudié selon une fréquence annuelle.

FIG 20. Evolution constatée du paramètre étudié.

FIG 21. Évolution constatée du paramètre étudié.

LISTE DES TABLEAUX

TAB 1. Exemples d'états initiaux de zones d'étude pour proposer des objectifs chiffrés.

TAB 2. Transect de points-contacts : distance possible entre les relevés d'après la hauteur de la végétation.

TAB 3. Transect de points-contacts : distance possible entre les relevés d'après la hauteur de la végétation.

TAB 4. Cas concrets d'identification du caractère dénombrable selon les contextes.

TAB 5. Principales informations à relever pour indiquer le contexte et les données de suivi.

Référence à citer

Garcia J., Cambecèdes J. & Hervieu-Lepage A. 2025. Guide technique. Espèces floristiques en habitat modifié - Mieux les suivre - On vous guide. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. p.109

Rédaction : Jérôme Garcia, chargé de conservation, avec les contributions de Jocelyne Cambecèdes, responsable du Pôle Conservation & restauration écologique, Andaine Hervieu-Lepage, Anne-Sophie Rudi-Dencausse, Anouar Hamdi, Christelle Pineau, Anne Gaultier, Nicolas Soubies et Hugo Santacreu. **Relecture** : Michaël Douette, directeur général. **Conception graphique** : Laure Menanteau Design graphique & Yasmine Peytavin, chargée de communication. **Impression** : Péré impression. **Crédits photographiques** : © J. G. Jérôme Garcia ; © M. R. Maïlys Rumeau ; © L. L. Laura Lannuzel ; © L. G. Lionel Gire ; © C. B. Christophe Bergès ; © A. H-L. Andaine Hervieu-Lepage ; Couverture : J. Garcia.

Ce guide est publié par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées dans le cadre du programme « Concilier les activités humaines avec la préservation et la restauration de la diversité végétale (2022-2025) - URBAFLORE » co-financé par l'Europe via le Fonds européen de développement régional (FEDER), l'État, la Région Occitanie.

