

Chapitre 4 : Utilisation des collections pour la restauration des populations végétales

1. Définitions et contexte

Les collections biologiques (herbiers, collections zoologiques, paléontologiques et microbiologiques) représentent des archives vivantes de la biodiversité passée et présente. Elles fournissent des données cruciales sur la distribution, la diversité génétique, la morphologie et l'écologie des espèces. Dans un contexte de dégradation des écosystèmes et de disparition accélérée des espèces, ces collections constituent des ressources essentielles pour guider les programmes de restauration écologique et de réhabilitation des habitats. Selon Hobbs et Harris (2001), la restauration vise à rétablir la composition, la structure et le fonctionnement des écosystèmes dégradés, et les collections scientifiques sont une référence indispensable pour identifier des objectifs réalistes et scientifiquement fondés.

Les collections végétales, qu'elles soient issues de banques de graines, de cultures in vitro ou de jardins botaniques, constituent des sources essentielles de matériel végétal pour les programmes de restauration écologique. La **réintroduction** consiste à réimplanter une espèce dans une zone où elle a disparu, tandis que le **renforcement de population** vise à accroître la taille et la diversité génétique d'une population existante mais fragile. Ces deux approches s'intègrent dans une stratégie combinée de conservation ex situ et in situ, permettant de restaurer la biodiversité, d'assurer la survie des espèces menacées et de rétablir les fonctions écologiques (Bellis et al., 2024 ; Center for Plant Conservation, 2017).

La restauration écologique des populations végétales menacées repose largement sur l'utilisation de techniques d'élevage adaptées pour produire du matériel végétal de qualité destiné à la réintroduction ou au renforcement de populations. Ces techniques permettent de recréer ou de consolider des populations dans leur habitat naturel, en assurant leur viabilité écologique et génétique à long terme (Bellis et al., 2024).

2. Rôle des collections dans la restauration

2.1. Référence taxonomique et identification

- Les collections permettent de déterminer avec précision les espèces présentes historiquement dans une zone donnée.
- Elles facilitent l'identification correcte des espèces à réintroduire lors de projets de restauration.
- **Exemple** : en restauration forestière, les herbiers permettent de retrouver les espèces végétales caractéristiques d'une forêt originelle.

2.2. Conservation de la diversité génétique

Les échantillons conservés dans les collections contiennent des informations génétiques utiles pour sélectionner des populations adaptées. En restauration, cela permet d'éviter les goulots d'étranglement génétiques et d'assurer la résilience des populations réintroduites (Frankham et al., 2010).

2.3. Reconstitution des écosystèmes historiques

Les collections renseignent sur la composition floristique et faunistique passée d'un site avant dégradation.

Exemple : les collections paléontologiques et paléoécologiques aident à comprendre la dynamique des écosystèmes préindustriels.

2.4. Suivi et évaluation

Les collections servent de points de comparaison pour évaluer la réussite de la restauration. La Comparaison entre populations actuelles et spécimens historiques pour mesurer la reconstitution de la biodiversité.

2.5. Exemples d'application

➤ Restauration de la flore

-Utilisation des herbiers pour identifier les espèces locales et éviter l'introduction d'espèces allochtones.

Exemple : en Afrique du Nord, les collections botaniques aident à restaurer les formations steppiques dégradées par le surpâturage.

➤ Restauration faunistique

Collections zoologiques (mammifères, oiseaux, mollusques) permettent de savoir quelles espèces étaient présentes historiquement dans une région.

Exemple : réintroduction d'espèces d'escargots endémiques dans les îles du Pacifique à partir des données de collections muséales (Coote et al., 2004).

➤ Restauration microbienne et des sols

Collections de microorganismes (banques de semences microbiennes, champignons mycorhiziens) favorisent la régénération des sols.

Exemple : utilisation de champignons mycorhiziens stockés dans des collections pour améliorer la croissance des plantes lors de la restauration minière.

2.6. Limites et précautions

Accessibilité : certaines collections ne sont pas numérisées ou difficilement accessibles.

État de conservation : les spécimens anciens peuvent être dégradés, limitant leur exploitation génétique.

Approche éthique et juridique : la Convention sur la diversité biologique (CDB, 1992) impose des règles sur l'accès et le partage des ressources génétiques.

Collections scientifiques → Informations taxonomiques et génétiques



Définition des objectifs de restauration



Sélection des espèces et sources génétiques adaptées



Mise en œuvre de la restauration écologique



Suivi et comparaison avec les collections historiques

Les collections biologiques constituent des archives uniques pour la connaissance et la conservation de la biodiversité. Leur valorisation en restauration écologique permet de garantir la pertinence taxonomique, la représentativité génétique et la fidélité historique des écosystèmes restaurés. Toutefois, leur utilisation doit être accompagnée d'une réflexion éthique et d'une gestion durable, notamment à travers la numérisation et l'accessibilité globale des collections.

3. Principes de la réintroduction et du renforcement

3.1 Objectifs

L'objectif principal des programmes de réintroduction et de renforcement est de rétablir des populations viables et autonomes, capables de se reproduire et de se maintenir dans leur habitat naturel. Il s'agit également d'augmenter la diversité génétique pour limiter les risques de dérive génétique et d'inbreeding, de restaurer les interactions écologiques telles que la pollinisation et la dispersion des graines, et de rétablir la structure démographique adaptée aux conditions locales

3.2 Critères de succès

Le succès des réintroductions dépend de plusieurs critères fondamentaux : la sélection d'un site adéquat avec un habitat favorable et des menaces identifiées et maîtrisables, le choix d'un matériel végétal de provenance locale ou ajustée (stratégie de provenancing) pour garantir une adaptation optimale, la constitution d'un effectif fondateur suffisamment important pour capturer une diversité génétique significative, la qualité sanitaire et physiologique des plants utilisés, ainsi que la planification temporelle de la transplantation en fonction des conditions climatiques locales. Enfin, un suivi à long terme est indispensable pour évaluer la survie, la reproduction et la dynamique de la population restaurée (Center for Plant Conservation, 2017 ; Bellis *et al.*, 2024).

3.3 Propagation ex situ

Les plantes destinés à la réintroduction sont souvent multipliés en serre, pépinière ou via culture in vitro afin d'obtenir des individus prêts à être transplantés. L'utilisation des banques de graines permet de produire des lots frais, tandis que les techniques in vitro et la cryoconservation sont essentielles pour les espèces difficiles à multiplier autrement (Bellis *et al.*, 2024).

La première étape consiste à produire des plants de qualité à partir de semences ou de fragments végétaux, souvent en conditions contrôlées. Les méthodes courantes incluent :

- **Culture en pépinière** : multiplication de jeunes plants à partir de graines ou de boutures dans des environnements protégés, assurant un contrôle des conditions de croissance (lumière, température, humidité) (Center for Plant Conservation, 2017).
- **Culture in vitro** : pour les espèces difficiles à propager ou rares, la culture de tissus ou d'organes en milieu stérile permet de multiplier rapidement un grand nombre d'individus génétiquement identiques ou diversifiés (Massatti *et al.*, 2018). Cette méthode réduit aussi le risque de maladies et facilite l'acclimatation.

Cryoconservation : conservation à très basse température pour préserver du matériel végétal sur le long terme, qui pourra être régénéré au moment opportun (Bellis *et al.*, 2024).

3.4 Préparation des plantes

Acclimatation des plantes

Après multiplication, une phase d'acclimatation est essentielle. Elle consiste à habituer progressivement les plants aux conditions environnementales naturelles (variations de température, intensité lumineuse, disponibilité en eau), souvent dans des serres à lumière naturelle ou en pépinière extérieure (Center for Plant Conservation, 2017). Cette étape améliore la survie des plants une fois transplantés sur le terrain.

Avant la transplantation, les plantes subissent une phase d'acclimatation progressive aux conditions naturelles, avec une exposition contrôlée à la lumière, température et sol du site de réintroduction. La santé phytosanitaire est également contrôlée pour éviter la dissémination de parasites et maladies. Le choix de la durée de culture (jeunes plants plus résistants ou plants plus âgés) dépend de l'espèce concernée (Center for Plant Conservation, 2017).

3.5 Transplantation et gestion sur le terrain

La transplantation peut être directe ou issue d'un élevage préalable. Une planification rigoureuse de l'espacement et de la densité de plantation est primordiale pour favoriser la croissance et limiter la compétition. Des mesures de protection contre les herbivores, les adventices et les stress hydriques sont souvent nécessaires pour assurer la survie initiale des plants (Bellis et al., 2024).

4. Techniques d'élevage liées à la réintroduction

4.1. Introduction

La réintroduction d'espèces menacées est une stratégie de conservation visant à restaurer des populations viables dans leur habitat naturel (IUCN/SSC, 2013). Pour cela, des programmes d'élevage conservatoire (ex situ) permettent de maintenir et d'accroître les effectifs en captivité, puis de préparer des individus capables de survivre et de se reproduire dans le milieu naturel. Ces techniques doivent combiner des approches génétiques, comportementales et sanitaires afin de maximiser les chances de succès après la libération.

4.2. Objectifs de l'élevage avant réintroduction

- Préserver la diversité génétique et éviter la consanguinité.
- Produire un nombre suffisant d'individus pour relâcher.
- Maintenir ou rétablir les comportements naturels (alimentation, reproduction, défense).
- Préparer les animaux aux conditions écologiques de leur futur habitat

4.3. Techniques principales

4.3.1. Gestion génétique

- Utilisation de registres généalogiques (studbooks) pour contrôler les croisements.
- Planification des accouplements afin de maximiser la variabilité génétique.
- Préservation de gamètes ou embryons (cryoconservation) pour éviter la perte de lignées.

4.3.2. Enrichissement comportemental

- Aménagement des enclos pour simuler l'habitat naturel (substrat, végétation, cachettes).
- Introduction de proies ou d'aliments dissimulés afin de stimuler la recherche de nourriture.
- Limitation des contacts humains pour éviter l'imprégnation.

4.3.3. Techniques de reproduction

- Reproduction naturelle assistée : gestion de la photopériode, climat et nourriture pour stimuler la reproduction.
- Reproduction artificielle : insémination artificielle, transfert d'embryons, incubation artificielle (utile quand les effectifs sont faibles).

4.3.4. Préparation à la réintroduction

- Conditionnement progressif : acclimatation au climat, régime alimentaire et aux prédateurs naturels.
- Semi-liberté : enclos extérieurs ou zones protégées permettant aux animaux de développer des capacités adaptatives.
- Pré-exposition à certaines pressions naturelles pour éviter un choc lors du relâcher.

5. Programmes de renforcement de populations de plantes

5.1. Introduction

La dégradation des habitats, les pressions anthropiques et le changement climatique provoquent un déclin marqué de nombreuses populations végétales. Lorsque les populations naturelles deviennent trop petites ou fragmentées, elles risquent l'extinction locale à cause de la consanguinité, de la dérive génétique et de la perte de viabilité reproductive (Frankham et al., 2010). Dans ce contexte, les programmes de renforcement des populations représentent une stratégie de conservation visant à augmenter la taille et la viabilité de populations existantes grâce à l'introduction d'individus supplémentaires issus d'élevage ex situ ou de translocations depuis d'autres populations naturelles (IUCN/SSC, 2013).

Dans le cas où la population existe mais est trop faible, le renforcement vise à augmenter son effectif et sa diversité génétique. Parfois, il est recommandé de mélanger des provenances différentes afin d'introduire une diversité génétique plus large et de restaurer des traits adaptatifs, comme cela a été démontré pour *Arenaria grandiflora* en France (Maurice et al., 2013). Le matériel végétal issu des collections ex situ est utilisé pour fournir des individus adaptés, ce qui renforce l'efficacité des programmes (Bellis et al., 2024).

5.2. Définition, Objectifs et stratégies

- **Renforcement de population** : introduction d'individus dans une population existante d'une espèce pour accroître son effectif, sa diversité génétique et sa résilience.
- **Différence avec la réintroduction** : la réintroduction vise à recréer une population disparue dans un site historique, tandis que le renforcement agit sur une population encore présente mais affaiblie. Le renforcement vise à augmenter la taille et la diversité génétique des populations existantes mais fragiles. L'apport d'individus élevés ex situ améliore la résilience face aux aléas environnementaux et génétiques (dérive, inbreeding) (Maurice et al., 2013). Il s'agit de :

- Sélectionner des provenances locales ou adaptées (provenancing) pour éviter la maladaptation.
- Introduire un nombre suffisant d'individus pour maximiser la diversité génétique
- Adapter les techniques au cycle biologique et à la dynamique démographique des espèces
- Augmenter le nombre d'individus et réduire le risque d'extinction locale.
- Restaurer la variabilité génétique et contrer les effets d'endogamie.
- Améliorer la reproduction et la dispersion naturelle.
- Maintenir ou rétablir la fonctionnalité écologique de l'espèce.

5.3. Techniques de mise en place

- **Transplantation directe** : implantation des plants en pleine terre dans les sites ciblés, en respectant les densités et espacements pour favoriser la croissance et reproduction.
- **Protection des plants** : mise en place de dispositifs contre les herbivores (filets, barrières), arrosage d'appoint en période sèche, lutte contre les adventices (Center for Plant Conservation, 2017).
- **Suivi et gestion adaptative** : surveillance régulière des plants pour détecter mortalité, croissance, floraison, et ajuster les interventions si nécessaire.

5.4. Étapes d'un programme de renforcement

5.4.1. Évaluation initiale

Étude de l'état de la population (taille, structure démographique, reproduction). Analyse de la diversité génétique pour déterminer les besoins en renforcement. Diagnostic des menaces (pâturage, déforestation, maladies, espèces invasives).

5.4.2. Sélection des sources de matériel végétal

Utilisation de banques de semences, de collections vivantes (jardins botaniques) ou de populations naturelles proches. Choix d'individus génétiquement diversifiés et adaptés au milieu local. Éviter les mélanges inappropriés qui pourraient causer une dépression d'exogamie.

5.4.3. Production et préparation des plantes

Germination contrôlée en pépinière. Multiplication végétative (boutures, marcottes, micropropagation in vitro) pour espèces rares. Conditionnement préalable pour renforcer la résistance (endurcissement, acclimatation progressive).

5.4.4. Transplantation et suivi

Plantation dans la zone de population existante, en respectant la densité naturelle. Protection contre les herbivores ou perturbations initiales (grillages, paillages). Suivi écologique : taux de survie, croissance, reproduction, intégration dans la population.

5.5. Facteurs de succès

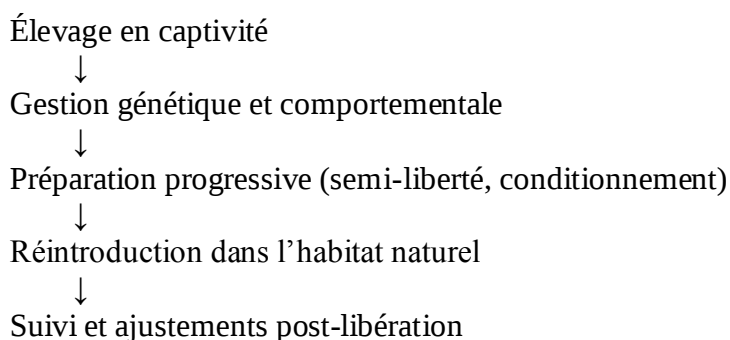
- Santé et suivi vétérinaire (vaccination, dépistage des maladies).
- Choix d'un site adapté (ressources suffisantes, faible pression humaine).
- Libération au stade de vie le plus approprié (ex. juvéniles pour certains reptiles et amphibiens).
- Suivi post-libération (radio-pistage, GPS, observations) pour ajuster les méthodes.
- Choix d'un site où les menaces ont été atténuées (gestion des pressions humaines).
- Utilisation d'un nombre suffisant d'individus pour assurer un effet démographique significatif.
- Intégration des aspects génétiques et écologiques dans la sélection du matériel.
- Implication des communautés locales dans la gestion et le suivi.

5.6. Études de cas

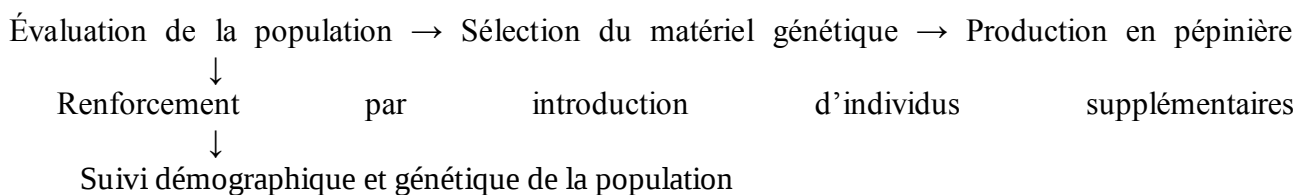
- Condor de Californie (*Gymnogyps californianus*) : élevage en captivité avec nourrissage via marionnettes pour éviter l'imprégnation humaine (Wallace et al., 1994).
- Lynx ibérique (*Lynx pardinus*) : élevage en semi-liberté avec enrichissement pour maintenir les comportements de chasse (Simón et al., 2012).
- Escargots endémiques du Pacifique : élevage ex situ et relâchers progressifs guidés par les collections muséales (Coote et al., 2004).
- *Pulsatilla patens* (Europe du Nord) : renforcement réussi grâce à la plantation de semis issus de pépinières, avec amélioration du recrutement naturel (Jakobsson & Eriksson, 2000).
- *Cypripedium calceolus* (Sabot de Vénus, orchidée rare en Europe) : renforcement par transplantation de plantules cultivées in vitro (Kull, 1999).
- Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*, Algérie et Maroc) : programmes de renforcement par plantation d'individus jeunes produits en pépinière pour compenser la mortalité liée aux sécheresses et pressions anthropiques (Quézel & Médail, 2003).

5.7. Limites et défis

- Risque de dépendance vis-à-vis de l'élevage et faible autonomie après libération.
- Coûts élevés et infrastructures spécialisées nécessaires.
- Taux de survie parfois faible sans préparation écologique adéquate.
- Contraintes éthiques et juridiques (Convention sur la diversité biologique, 1992).
- Risque d'introduire des pathogènes via les plants.
- Faible survie si les conditions écologiques ne sont pas restaurées.
- Perte d'adaptations locales si les sources génétiques ne sont pas soigneusement choisies.



Les techniques d'élevage liées à la réintroduction jouent un rôle crucial dans la sauvegarde des espèces menacées. Leur succès dépend d'une approche intégrée combinant génétique, écologie, comportement et suivi vétérinaire, ainsi que d'une préparation progressive à la vie sauvage. Ces méthodes, appliquées avec rigueur scientifique, constituent une clé essentielle pour la restauration de la biodiversité.



Le renforcement de populations de plantes est une technique efficace pour améliorer la survie et la résilience des espèces menacées. Son succès repose sur une planification scientifique rigoureuse,

incluant l'évaluation écologique, la gestion génétique et le suivi post-transplantation. En combinaison avec la protection des habitats, il constitue un outil précieux de la conservation végétale et de la restauration écologique.

5.8. Monitoring, évaluation et adaptabilité

L'évaluation de la réussite des programmes ne doit pas se limiter à la survie des plants lors des premiers mois, mais s'étendre sur plusieurs générations pour observer la floraison, la fructification, la régénération naturelle et la stabilité génétique des populations (Massatti et al., 2018). Un suivi régulier permet d'adapter les pratiques (arrosage, protection, éclaircissage) en fonction des résultats observés, garantissant ainsi une gestion dynamique et efficace des populations restaurées (Center for Plant Conservation, 2017).

5.9. Facteurs clés de succès et limites

Les principaux défis des programmes de restauration incluent le risque de maladaptation si la provenance des plants n'est pas bien choisie, les coûts élevés liés à la production, au transport et au suivi des plants, ainsi que les perturbations naturelles imprévues (incendies, herbivorie, variations climatiques). La réussite à long terme dépend fortement de la collaboration entre chercheurs, gestionnaires, communautés locales et institutions. Les avancées en génomique offrent aujourd'hui des outils prometteurs pour guider le choix des provenances et optimiser les programmes (Bellis et al., 2024 ; Maurice et al., 2013).

- Le choix rigoureux du matériel végétal est capital, pour garantir adaptation locale et diversité génétique (Massatti et al., 2018).
- La phase d'acclimatation améliore la robustesse des plants lors de la transplantation (Bellis et al., 2024).
- Les coûts et efforts de suivi à long terme sont importants, mais indispensables pour assurer la pérennité des populations restaurées.
- Les risques de maladaptation ou d'échec persistent si le site n'est pas bien choisi ou si des pressions biotiques/abiotiques ne sont pas contrôlées (Maurice et al., 2013).