

# Recommandations pour la conservation ex situ et l'introduction de plantes menacées

## Table des matières

<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Récolte de graines d'espèces menacées dans les populations naturelles</b>	<b>3</b>
2.1	L'objectif de la récolte	3
2.2	Choix des espèces et autorisations	3
2.3	Importantes recommandations lors de la récolte de graines	4
2.4	Où conserver les graines ou les plantes ?	5
<b>3.</b>	<b>Recommandations pour la conservation ex situ d'espèces menacées</b>	<b>5</b>
3.1	Dérive génétique et consanguinité : les risques et recommandations	5
3.2	Croisement d'individus éloignés : les risques et recommandations	6
3.3	Sélection horticole et adaptation aux conditions en jardin	6
3.4	Hybridation : les risques et recommandations	7
3.5	Mutations successives : les risques et recommandations	7
<b>4.</b>	<b>Recommandations pour l'introduction d'espèces menacées</b>	<b>8</b>
4.1	Quand entreprendre des projets d'introduction ?	8
4.2	Que faut-il savoir avant toute introduction ?	8
4.3	Sélection d'un habitat adapté	9
4.4	Introduire de nombreux individus pour se prémunir des fluctuations environnementales	10
4.5	Sélection du matériel végétal - diversité génétique et adaptation locale	10
4.6	Au final, quel matériel utiliser ?	10
4.7	Autres conseils pratiques pour les introductions	10
	<b>Annexe 1: les lignes directrices IUCN</b>	<b>12</b>
	<b>Annexe 2: Littérature et liens</b>	<b>13</b>

# Recommandations pour la conservation ex situ et l'introduction\* de plantes menacées

## 1. Introduction

La mise en culture et la conservation de plantes sauvages menacées en dehors de leur milieu naturel (*ex situ*) représentent un moyen de prévenir l'extinction d'espèces. Selon la situation, les espèces multipliées *ex situ* peuvent être introduites à nouveau dans leur milieu naturel. Cette procédure ne doit cependant en aucun cas se substituer aux mesures de conservation des populations existantes dans la nature (*in situ*). Cependant, les mesures *in situ*, la conservation *ex situ* et l'introduction\* sont souvent complémentaires.

La stratégie mondiale pour la conservation des plantes, GSPC, que la Suisse a ratifié dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique, CBD, prévoit que 75% des espèces menacées soient conservées *ex situ* et que 20% d'entre elles restent disponibles pour des programmes d'introduction.

Soutenu par ces exigences légales et en raison de la situation concrète des espèces *in situ*, la conservation *ex situ* et l'introduction de plantes sauvages menacées dans leurs habitats naturels sont de plus en plus utilisées, cela également en Suisse depuis quelques années.

Les pages suivantes contiennent des conseils pratiques et des recommandations pour la récolte de graines dans les populations de plantes sauvages indigènes menacées de Suisse, leur conservation *ex situ* et leur introduction. Les recommandations sont basées sur les UICN Guidelines, (lignes directrices UICN), sur la législation suisse, sur les conclusions du congrès traitant de cette thématique qui s'est tenu à Berne en 2015, sur la littérature et les expériences de la pratique.

Dans l'élaboration des recommandations, des experts des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJB), de l'Institute of Plant Sciences (IPS) de l'université de Berne ainsi que d'Info Flora se sont particulièrement impliqués.

\*Introduction : ce terme réunit les renforcements de populations existantes, la réintroduction de populations dans leur aire de répartition historique et la nouvelle introduction hors de l'aire de répartition historique.

## 2. Récolte de graines dans les populations naturelles d'espèces menacées

### 2.1 L'objectif de la récolte

La récolte de graines de plantes sauvages peut avoir différents objectifs :

- Elle peut servir à la mise en culture et l'utilisation de graines de plantes sauvages non menacées, utilisées dans des mélanges de semences pour l'agriculture, l'horticulture, les routes et voies de chemin de fer. Des recommandations spécifiques sont disponibles pour ce type d'utilisation ;
- Les graines récoltées peuvent être utilisées à des fins de formation, de recherches ou pour être montrées dans des jardins botaniques. Il est important de s'assurer en priorité que cette récolte ne menace pas la population source ;
- Les graines récoltées sont destinées à **la conservation *ex situ* de l'espèce dans une banque de semences / un jardin** et/ou pour **l'introduction de l'espèce**, après multiplication, **dans un milieu naturel approprié**. Des directives importantes doivent être respectées pour éviter les risques de consanguinité, hybridisme et sélection.

**Les recommandations ci-dessous concernent la récolte de graines pour la conservation *ex situ* et pour l'introduction de plantes sauvages menacées.**

### 2.2 Choix des espèces et autorisations

**Avant tout prélèvement** il faut décider **quelles espèces** récolter. Il est utile de consulter les listes suivantes:

- Espèce menacée au niveau mondial / en Europe / en Suisse (Listes Rouges)
- Espèce prioritaire au niveau national (Liste d'espèces prioritaires au niveau national)
- Espèces endémiques ou subendémiques suisses
- Espèces menacées d'extinction à court terme, au niveau du pays, d'une région ou localement
- Espèces protégées en Suisse ou dans un canton suisse
- Espèces avec une valeur socio-culturelle

Avant tout prélèvement il faut sélectionner **des populations appropriées**. De plus, il est important de décrire les conditions locales et la distribution exacte des individus sur lesquels des semences sont récoltées. Une visite préalable peut être planifiée dans ce sens, de même que pour une détermination précise de l'espèce.

Avant tout prélèvement il faut se munir des **autorisations indispensables** auprès des services cantonaux de protection de la nature, qui se chargera d'en informer la confédération, et d'un éventuel propriétaire foncier. D'autres autorisations peuvent également s'avérer utiles. De plus, il est crucial que les différents acteurs, le plus souvent les jardins botaniques, coordonnent leurs efforts. Info Flora transfère dans sa base de données les informations relatives au matériel *ex situ* et à son introduction.

## 2.3 Importantes recommandations lors de la récolte de graines

Le matériel récolté doit représenter au mieux le pool génétique de la population source. Afin d'atteindre cet objectif différentes recommandations sont à suivre. Le site internet d'**Ensconet**, le European Native Seed Conservation Network, donne de plus amples informations, plus spécialement la page avec les instructions pour la récolte de graines de plantes sauvages.

### Les recommandations pour la récolte brièvement résumées:

- La population source ne doit pas être menacée – **la conservation *in situ* a la priorité**. Lors de la récolte, on ne devrait jamais collecter plus de 20% des graines qui ont atteint la bonne maturité.
- Au sein d'une population, les graines devraient être collectées sur au moins 50 (mieux 200) individus différents bien répartis au sein de la population, ou sur plus de 50% des individus présents (sans toutefois dépasser 20% des graines présentes).
- Le choix des individus doit être arbitraire. Il doit se porter aussi bien sur les individus chétifs, petits ou dont la croissance semble moins rapide ou qui sont abrutis que les individus plus grands et robustes.
- Prélever sur des individus tant au centre qu'en périphérie de la population.
- Dans le cas d'une population répartie sur des micro-habitats différents, la récolte doit se porter sur suffisamment d'individus de chacun des micro-habitats.
- Un nombre suffisant de graines devrait être récolté sur chaque individu, dans l'idéal 5'000 graines par population (cela est tributaire de l'espèce / de la production de graines).
- Si l'espèce s'auto-pollinise, le nombre d'individus prélevés devrait être doublé.
- Les prélèvements devraient être échelonnés dans le temps de sorte à récolter des graines à la fois sur des fleurs précoces que tardives. Dans le cas où cela n'est pas possible, la récolte devrait avoir lieu lorsque les graines d'un maximum d'individus ont atteint leur maturité.
- Chaque récolte doit être précisément documentée.

### A considérer lors de la conservation dans une banque de semences ou dans un jardin botanique :

- Les différentes populations collectées sont conservées et multipliées séparément. On parle d'échantillon ou d'accession. De la sorte, on assure la présence de chaque génotype lors d'une introduction ultérieure de différentes sources (voir introduction d'espèces menacées).
- Dans l'idéal, les prélèvements qui concernent un taxon devraient être faits sur cinq populations réparties dans l'aire de répartition proche. Les conditions écologiques de chaque population doivent être connues et décrites. Chaque population est conservée séparément (échantillon ou accession).

Les prélèvements sont rarement parfaits. Dans tous les cas cependant, il est important qu'ils reflètent au mieux la diversité génétique d'une population. Et tout aussi important est une description précise des conditions écologiques de la population source.

## 2.4 Où conserver les graines ou les plantes ?

La banque de semences est certainement la méthode la moins coûteuse d'une conservation à long terme.

Les **Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève** possède une **banque de semences** qui permet la conservation à long terme de graines dans des conditions optimales. La technique qui permet de conserver les graines est la cryoconservation. Chaque échantillon (ou accession) est divisé en deux lots, dont l'un reste disponible pour d'éventuels projets de recherches ou d'introductions ultérieurs, l'autre est conservé à long terme. Le risque existe alors que ces espèces, déconnectées des éventuels changements climatiques, sont exclues de toute évolution naturelle.

Pour de plus amples informations, veuillez vous adresser aux Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève. [http://www.ville-ge.ch/cjb/conservation\\_activites\\_exsitu\\_semence.php](http://www.ville-ge.ch/cjb/conservation_activites_exsitu_semence.php)

La conservation *ex situ* peut également se dérouler dans les **jardins botaniques**. Une fois encore, plusieurs paramètres doivent être respectés pour éviter les risques de sélection et d'hybridation. Consultez à ce sujet les pages sur la conservation *ex situ*.

## 3. Recommandations pour la conservation ex situ d'espèces menacées

La conservation *ex situ* englobe la culture dans un jardin botanique et/ou l'intégration dans une banque de semences d'un échantillon (ou d'une accession) d'une espèce dont l'origine est sauvage, connu et documenté. Pour chaque population source, le matériel obtenu est prélevé sur plusieurs individus et il doit être représentatif de la diversité génétique de cette population.

L'objectif de la conservation *ex situ* est d'empêcher l'extinction locale, régionale ou mondiale d'une espèce. Lorsque l'introduction d'une espèce menacée est planifiée, il est généralement nécessaire de multiplier *ex situ* le matériel végétal récolté. Cependant, tant la conservation *ex situ* que la multiplication *ex situ* de matériel végétal représentent divers risques. Pour prévenir ces derniers, risques et recommandations sont décrits ci-dessous.

### 3.1 Dérive génétique et consanguinité : les risques et recommandations

**Dérive génétique** : de petites populations qui, à cause de facteurs externes, ont perdu une partie de leurs individus et donc de leur matériel et diversité génétique, peuvent avoir un pool de gènes significativement différent et appauvri par rapport à leur pool de gènes originel. Cette perte peut diminuer la fitness des plantes et réduire la capacité de la population à s'adapter aux changements environnementaux.

**Consanguinité et dépression de consanguinité** : Un autre problème lié aux petites populations est la consanguinité car la probabilité de croisements répétés entre individus étroitement apparentés augmente. En conséquence la diversité génétique de la population diminue peu à peu.

Pour **éviter les risques de dérive génétique et de consanguinité** lors d'une mise en culture, il est important de prélever un maximum d'individus ou des graines sur un maximum d'individus dans la population naturelle. Selon diverses sources de la littérature, il serait idéal d'obtenir entre 500-5'000 individus. Voir également les recommandations pour le prélèvement de matériel dans des populations naturelles.

En Suisse, les échantillons (ou accession) d'une espèce qui sont récoltés sur des populations différentes ne sont jamais mélangés, pour le moins jusqu'à aujourd'hui (et à notre connaissance). Cependant, si le matériel prélevé provient de petites populations dont la vitalité est réduite, on suppose que le risque de dérive génétique et de consanguinité est élevé. Dans de telles situations, il peut être judicieux de mélanger dans les cultures ex situ du matériel végétal provenant de plusieurs populations voisines avec un habitat analogue. Les risques qui en découlent sont une hybridation et une dépression hybride, estimés moindre que la dérive génétique.

### 3.2 Croisement d'individus éloignés : les risques et recommandations

Lorsque des individus de différentes populations éloignées sont cultivés ensemble, il y a le risque que des gènes inadaptés soient transmis, ce qui peut engendrer une perte de la diversité génétique et d'adaptabilité environnementale. Ce phénomène est aussi appelé admixture et dépression d'admixture.

Pour empêcher la dépression d'admixture, des individus provenant de populations différentes devraient être mélangés uniquement lorsque leurs habitats ont **des conditions écologiques très similaires** (critère prioritaire) et que les populations sources sont **localisées à proximité** l'une de l'autre. La distance et les éventuels obstacles naturels qui les séparent doivent être considérés en particulier (en cas d'obstacles naturels peu significatifs, la distance peut être légèrement augmentée). Dans ce cas, une évaluation par des experts est indispensable.

### 3.3 Sélection horticole et adaptation aux conditions en jardin

Dans une culture en jardin, il existe le risque que dans un temps très court (quelques générations), des modifications génétiques se produisent qui bouleversent les propriétés des plantes. Les plantes s'adaptent aux conditions en jardin et ne sont peut-être plus, ou moins bien, adaptées aux conditions de leurs populations naturelles. A cause des conditions *ex situ* d'autres propriétés pourraient être sélectionnées.

Pour éviter une adaptation des plantes aux conditions en jardin, il est important que leur culture reproduise au mieux les conditions environnementales de leur habitat naturel („culture biotope“): type de sol, offre en eau et en nutriments. Elles devraient même être en concurrence avec d'autres espèces typiques de leur habitat.

Si la germination a lieu en serres et que les jeunes plants sont ensuite replantés en couches, il est important de conserver à la fois les germinations précoces et tardives ainsi que les plants les plus grands et les plus chétifs. Ainsi la diversité génétique de la population est conservée et il n'y a pas de

sélection horticole sur certains critères tels qu'une germination précoce et une belle floraison. De plus, une multiplication avec pour objectif une introduction doit être aussi courte que possible. Le principe du „premier entré - premier sorti“ s'applique ici.

### 3.4 Hybridation : les risques et recommandations

En jardin, le risque d'hybridation ou de croisement entre des individus de différents taxa apparentés existe alors que dans la nature elles ne poussent pas ensemble. Cela peut aboutir à des descendants stériles ou à des hybrides fertiles avec comme conséquence d'affecter l'intégrité génétique de l'espèce.

Les espèces dont **les genres sont connus pour s'hybrider devraient être cultivées à distance l'une de l'autre**. Les satellites des jardins botaniques revêtent ici toute leur importance. Cela compte également pour une même espèce récoltée dans des populations très différenciées ou avec des origines géographiques très éloignées.

Lorsqu'un éloignement spatial n'est pas possible, il est conseillé en période de floraison de protéger les plantes contre une pollinisation croisée par des filets et de les polliniser à la main ou à l'aide de colonies d'abeilles portables.

### 3.5 Mutations successives : les risques et recommandations

Chaque organisme subit des mutations spontanées. Dans les populations naturelles, on suppose que les mutations délétères ne se maintiennent pas car elles sont sélectionnées négativement et éliminées (par exemple à cause des conditions environnementales). Dans les cultures *ex situ*, les plantes sont généralement gâtées, c'est à dire qu'elles ne subissent ni stress hydrique ni nutritif et sont libérées de toute plante concurrente ainsi que des herbivores. Des individus atteints de mutations délétères peuvent alors survivre. Des mutations peuvent s'accumuler dans la population et, en théorie, diminuer la réussite d'une introduction des plantes dans la nature.

Une des règles les plus importantes est celle consistant à **limiter le nombre de générations en culture *ex situ***. Cette règle permet également de réduire les risques de dépression de consanguinité et de dérive génétique. La mise en culture "biotope", c'est-à-dire proche des conditions naturelles, réduit également une accumulation de mutations.

## 4. Recommandations pour l'introduction d'espèces menacées

L'introduction de plantes menacées est de plus en plus considérée comme une mesure importante pour la conservation de la biodiversité. Malgré son importance, elle n'est pas considérée comme une alternative à la conservation des espèces *in situ*. Car la priorité en matière de protection de la nature réside dans la conservation d'un maximum de populations naturelles dans leurs habitats préservés. Les introductions peuvent cependant représenter des mesures complémentaires très utiles face au déclin de la biodiversité.

Le terme "introduction" englobe les renforcements, les réintroductions et les nouvelles introductions. On parle aussi de transfert d'espèces ou translocation (voir également les lignes directrices UICN).

<b>Renforcement:</b>	Introduction d'individus dans une population existante
<b>Réintroduction:</b>	Création d'une nouvelle population dans son aire de répartition originelle / historique
<b>Nouvelle introduction:</b>	Création d'une nouvelle population en dehors de son aire de répartition originelle / historique

### 4.1 Quand entreprendre des projets d'introduction?

- Lorsqu'il ne subsiste que quelques populations de l'espèce et que celles-ci sont en déclin
- Lorsque les mesures de conservation *in situ* entreprises ont été jugées insuffisantes pour une conservation à long terme de l'espèce
- Lorsque les risques et les raisons du déclin sont connus
- Lorsque le risque d'extinction de l'espèce est élevé si uniquement des mesures *in situ* sont prises
- L'espèce se distingue facilement des autres espèces et sous-espèces apparentées, excluant toute hybridation

### 4.2 Que faut-il savoir avant toute introduction?

La biologie de l'espèce doit être bien documentée. Cela comprend des informations sur:

- Les conditions d'habitat de l'espèce doivent être connues: Relevés de végétation, facteurs microclimatiques, paramètres du sol, etc. sont des informations indispensables d'un habitat approprié à une introduction.
- Mode de reproduction: est-ce que l'espèce s'autoféconde? Ou est-elle allogame et dépendante d'une pollinisation croisée? Ces connaissances sont primordiales pour la mise en culture *ex situ* et le matériel introduit.



- L'espèce est-elle annuelle ou pérenne? Le choix entre une introduction par des graines ou des plants adultes en dépend - dans le cas d'espèces pluriannuelles, le taux de réussite semble augmenter avec des plants adultes, dans le cas d'espèces annuelles, la colonisation atteint également de bons résultats lorsque des graines sont semées.
- Est-ce que l'espèce est dioïque? Des individus mâles et des individus femelles doivent alors être plantés à proximité immédiate l'un de l'autre.
- Est-ce que l'espèce entretient une relation mutualiste? Une inoculation avec un organisme du sol est alors peut-être nécessaire.

### 4.3 Sélection d'un habitat adapté

La raison la plus fréquente de l'échec d'une introduction est due à un habitat inadapté. C'est pourquoi une évaluation correcte du milieu de l'habitat source et d'introduction est primordiale dans la réussite d'une introduction. Non seulement la biologie et l'écologie de l'espèce concernée doit être connue, mais également l'habitat de la population source et de l'habitat choisi pour l'introduction doivent être connus avec précision.

### 4.4 Introduire de nombreux individus pour se prémunir des fluctuations environnementales

Les fluctuations environnementales peuvent affecter considérablement les populations, plus particulièrement lorsqu'elles sont petites. Lors de la plantation d'individus ou de l'ensemencement de graines il est probable que, au cours des premières années, la population diminue de manière significative avant d'augmenter à nouveau, on parle de goulot d'étranglement. Il n'est alors pas inhabituel que les effectifs de la population déclinent de 90%. C'est pourquoi il est primordial que l'effectif des individus réimplantés soit élevé afin d'assurer la survie de la population. Un nombre élevé d'individus augmente également les chances que les génotypes non adaptés soient sélectionnés négativement et éliminés au profit des génotypes adaptés.

Il est souvent difficile de recommander un nombre exact d'individus lors d'une introduction. Compte tenu de l'espèce et de l'environnement, un nombre plus ou moins grand d'individus est nécessaire pour assurer l'indépendance d'une population. **Il existe les règles d'or suivantes:**

- La nouvelle population devrait être constituée d'au moins 500 individus
- Les individus devraient provenir d'au moins 50 plantes représentatives, de préférence > 180
- Dans un environnement aux conditions variables, le nombre d'individus devrait être plus élevé que dans un milieu stable.

Pour introduire une plante pérenne, la plantation de jeunes plants au lieu d'un ensemencement serait avantageuse. Effectivement, la probabilité qu'une jeune plante devienne adulte est plus élevée qu'une graine devienne adulte. De plus, une plante adulte produisant des semences, contribue de à la production de graines. Plus une plante doit avoir des années pour fleurir et produire des graines, plus le nombre de graines semées lors de l'introduction doit être élevé pour créer une population viable. Pour des annuelles et des espèces à courte durée de vie, l'investissement supplémentaire pour les cultiver et les replanter n'est pas obligatoire.

## 4.5 Sélection du matériel végétal - diversité génétique et adaptation locale

De nombreuses études soulignent l'importance d'une diversité génétique élevée pour la survie des populations et par conséquent dans le succès de l'introduction de plantes menacées. Plus une population est diversifiée, plus grande est la probabilité qu'elle s'adapte à une évolution des conditions environnementales. De plus, une diversité génétique élevée protège contre la consanguinité. Une augmentation de la diversité génétique peut être obtenue en mélangeant du matériel végétal provenant de différentes populations.

Cependant, la crainte persiste souvent qu'en mélangeant différentes populations, éloignées ou non, que ce matériel végétal introduit n'est pas adapté aux conditions environnementales locales. Plus particulièrement lors de renforcements de populations en déclin avec du matériel végétal provenant d'autres populations, des **adaptations locales** pourraient être perdues. Ce phénomène, appelé **dépression d'admixture**, avait été principalement démontré lors de l'introduction de matériel provenant de populations très éloignées (plus de 200 km). Les résultats des études menées jusqu'à aujourd'hui suggèrent cependant que les risques d'une dépression de consanguinité sont beaucoup plus élevés que ceux d'une dépression d'admixture. Cependant, puisque tant la consanguinité et le fait de ne pas être adapté, influencent la viabilité d'une population, la provenance du matériel devrait être examinée attentivement avant toute introduction.

## 4.6 Au final, quel matériel utiliser?

Le matériel utilisé détermine la réussite de l'introduction! Dans l'idéal, le matériel introduit doit à la fois refléter les conditions environnementales locales, le pool génétique local et refléter une population génétiquement diversifiée.

### *Utilisation de matériel adapté*

Une multitude d'études montre que les plantes sont adaptées aux conditions abiotiques et biotiques de leur milieu. Quelques règles:

- Le matériel utilisé doit provenir de populations aux conditions climatiques, environnementales et d'habitats analogues. Cela est généralement le cas de populations voisines.
- Si l'on soupçonne une adaptation locale très forte, par exemple à la présence de métaux lourds dans le sol, il est conseillé de n'utiliser que du matériel de provenance locale.

### *Utilisation d'un matériel diversifié*

Pour garantir une adaptation rapide aux conditions locales actuelles et futures, il est important que le matériel à introduire ait une diversité génétique élevée. Par conséquent, ce dernier doit, si possible, être représentatif du pool génétique de la population source (consulter également recommandation pour la récolte des semences).

Jusqu'à aujourd'hui il était recommandé, dans les projets d'introduction, de n'utiliser que du matériel provenant d'une seule et même population. Il n'y avait généralement aucune information sur le système reproducteur, le mode de dissémination et la structure génétique qui aurait pu justifier le mélange de différentes populations.

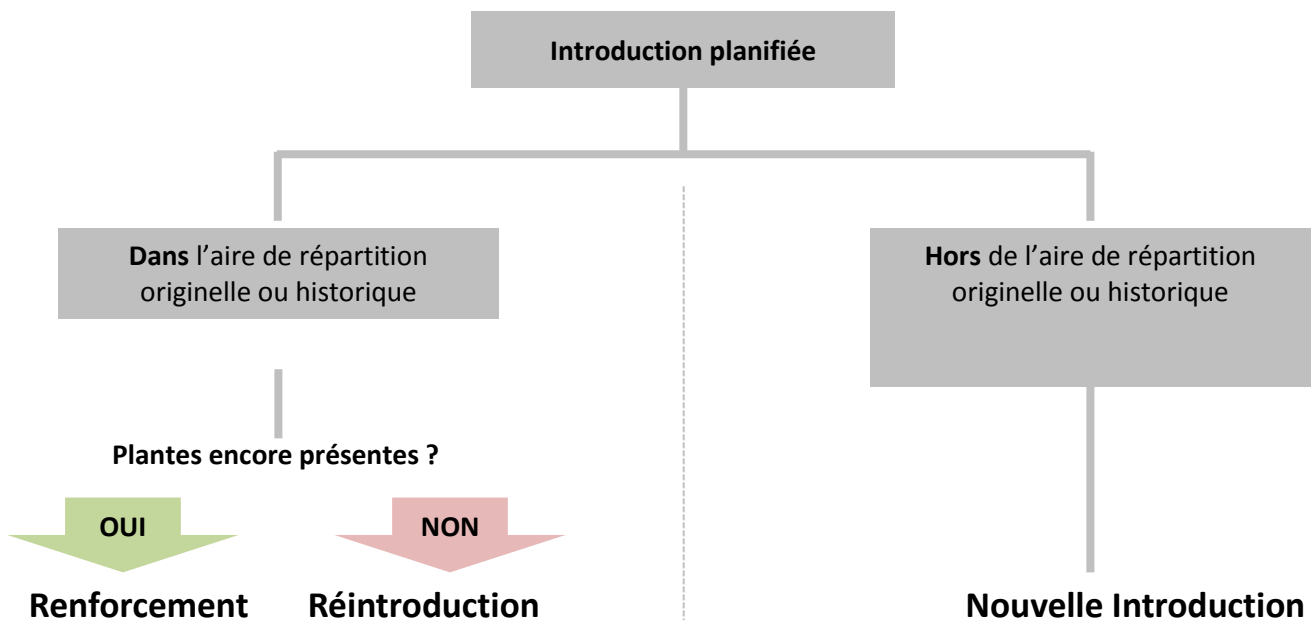
**Des études récentes indiquent cependant qu'une diversité génétique plus élevée obtenue avec des plantes provenant de plusieurs populations conduit à une meilleure réussite des introductions.** Bien qu'il existe des exemples montrant un taux de réussite élevé avec du matériel provenant d'un seul site, il semble qu'un mélange de populations provenant de différents sites soit actuellement bénéfique aux populations introduites. L'adaptation aux conditions futures dues aux changements climatiques serait également meilleure. L'introduction de matériel végétal provenant de plusieurs populations voisines, **avec des habitats analogues**, semble de ce fait avoir tout son sens.

#### **4.7 Autres conseils pratiques pour les introductions**

- Dans le cas de plantes vivaces, le taux de réussite est plus élevé lorsque des plants sont utilisés plutôt que des graines.
- Dans le cas de plantes vivaces, des individus de différentes tailles et à différents stades de leur cycle de vie, semis, plantes juvéniles et plantes adultes devraient être utilisés.
- Lorsque seulement quelques graines sont disponibles, il est absolument indispensable de multiplier les plantes ex situ. Ces dernières devront, si possible, être replantées à l'état adulte pour augmenter leurs chances de survie.
- Dans le cas de plantes annuelles (ou avec une durée de vie très courte), il est judicieux de semer des graines.
- Dans l'idéal, les introductions devraient être effectuées plusieurs années consécutives pour conserver un maximum de la variation génétique prélevée – les fluctuations annuelles des conditions climatiques favorisant différents génotypes.
- De manière générale, il est recommandé d'irriguer les plantes après les avoir replantées et jusqu'à ce qu'elles se soient établies. Si des graines sont semées (par exemple dans le cas de plantes annuelles) une irrigation supplémentaire dans la phase de germination et un protocole d'irrigation sont recommandés afin d'optimiser le taux de réussite d'introductions ultérieures.

## Annexe 1: les lignes directrices IUCN

En 2013, l'UICN, Union internationale pour la conservation de la nature, a actualisé ces recommandations pour les introductions – [Guidelines for reintroductions and other conservation translocations](#). Les introductions (=translocations) sont divisées en trois modes : renforcement (renforcement), réintroduction (reintroduction), nouvelle introduction (introduction).



Dans le cadre d'introductions planifiées d'espèces (=conservation translocation), dont les objectifs sont de réduire la vulnérabilité de l'espèce ou de restaurer les fonctions du milieu, on distingue les introductions **dans** l'aire de répartition historique (=population restoration) et les introductions **hors** de l'aire de distribution historique (=conservation introduction).

Les introductions planifiées dans l'aire de répartition historique consistent en un **renforcement** (=renforcement) ou des **réintroductions** (=reintroduction). Lors d'un renforcement, une population existante est renforcée par l'apport d'autres individus, dans le cas de réintroductions, une nouvelle population est fondée dans l'aire de répartition historique de l'espèce.

Les nouvelles introductions ou les introductions planifiées hors de l'aire de répartition historique de l'espèce sont de deux sortes. On parle de "**assisted colonisation**" ou "colonisation assistée" lorsque la nouvelle introduction empêche l'extinction de l'espèce et de "**ecological replacement**" ou "remplacement écologique" lorsque la nouvelle introduction assure une fonction écologique spécifique.

## Annexe 2: Littérature et liens

### Evaluation des cultures ex situ:

Cavender N, Westwood M, Bechtoldt C et al. (2015) Strengthening the conservation value of ex situ tree collections. *Oryx*, 1–9.

Cibrian-Jaramillo A, Hird A, Oleas N, Ma H, Meerow AW, Francisco-Ortega J, Griffith MP (2013) What is the Conservation Value of a Plant in a Botanic Garden? Using Indicators to Improve Management of Ex Situ Collections. *The Botanical Review*, 79, 559–577.

Havens K, Vitt P, Maunder M, Guerrant, E.O.G., Dixon K (2006) Ex Situ Plant Conservation and Beyond. *BioScience*, 56, 525–532.

### Choix des espèces pour la conservation ex situ:

Cires E, De Smet Y, Cuesta C et al. (2013) Gap analyses to support ex situ conservation of genetic diversity in Magnolia, a flagship group. *Biodiversity and Conservation*, 22, 567–590.

**Farnsworth EJ, Kliensky S, Brumback WE, Havens K (2006) A set of simple decision matrices for prioritizing collection of rare plant species for ex situ conservation. *Biological Conservation*, 128, 1–12.**

Griffiths KE, Balding ST, Dickie JB, Lewis GP, Pearce TR, Grenyer R (2014) Maximizing the Phylogenetic Diversity of Seed Banks. *Conservation Biology*, 29,70-81.

### La récolte de semences dans les populations naturelles :

Bower AD, Clair B St., Erickson V (2014) Generalized provisional seed zones for native plants. *Ecological Applications*, 23, 515–522.

**Breed MF, Stead MG, Ottewell KM, Gardner MG, Lowe AJ (2012) Which provenance and where? Seed sourcing strategies for revegetation in a changing environment. *Conservation Genetics*, 14, 1–10.**

Broadhurst LM, Lowe A, Coates DJ, Cunningham S a., McDonald M, Vesk P a., Yates C (2008) Seed supply for broadscale restoration: maximizing evolutionary potential. *Evolutionary Applications*, 587–597.

Caujapé-Castells J, Pedrola-Monfort J (2004) Designing ex-situ conservation strategies through the assessment of neutral genetic markers : Application to the endangered *Androcymbium gramineum*. *Conservation Genetics*, 5, 131–144.

**Guerrant EO, Fiedler PL, Havens K, Maunder M (2004) Revised genetic sampling guidelines for conservation collections of rare and endangered plants. In: *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild*, pp. 419–441. Island Press, Washington.**

Guerrant EO, Havens K, Vitt P (2014) Sampling for Effective Ex Situ Plant Conservation. *International Journal of Plant Sciences*, 175, 11–20.

Havens K, Vitt P, Still S, Kramer AT, Fant JB, Schatz K (2015) Seed sourcing for restoration in an era of climate change. *Natural Areas Journal*, 35, 122–133.

**Hoban S, Schlarbaum S (2014) Optimal sampling of seeds from plant populations for ex-situ conservation of genetic biodiversity, considering realistic population structure. *Biological Conservation*, 177, 90–99.**

Malaval S, Lauga B, Regnault-Roger C, Largier G (2010) Combined definition of seed transfer guidelines for ecological restoration in the French Pyrenees. *Applied Vegetation Science*, 13, 113–124.

**Vander Mijnsbrugge K, Bischoff A, Smith B (2010) A question of origin: Where and how to collect seed for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology*, 11, 300–311.**

Prasse R, Kunzmann D, Schröder R (2010) Entwicklung und praktische Umsetzung naturschutzfachlicher Mindestanforderungen an einen Herkunftsnachweis für gebietseigenes Wildpflanzensaatgut krautiger Pflanzen. Abschluss Bericht: DBU Projekt 23931, Leibniz Universität Hannover.

Saura M, Perez-Figueroa, Fernandez J, Caballero A (2008) Preserving population allele frequencies in ex situ programs. *Conservation Biology*, 22, 1277–1287.

Vitt P, Havens K, Kramer AT, Sollenberger D, Yates E (2010) Assisted migration of plants: Changes in latitudes, changes in attitudes. *Biological Conservation*, 143, 18–27.

**Zippel E (2009) ENSCONET Protokolle und & Empfehlungen für Saatgutbanken (Deutsche Fassung des ENSCONET Curation Protocols & Recommendations), Royal Botanic Garden Kew, London.**

### Exemples de diversité génétique dans les cultures ex situ et banques de semences :

Borner A, Chebotar S, Korzun V (2000) Molecular characterization of the genetic integrity of wheat ( *Triticum aestivum* L.) germplasm after long-term maintenance. *Theoretical and Applied Genetics*, 100, 494–497.

Brütting C, Hensen I, Wesche K (2012) Ex situ cultivation affects genetic structure and diversity in arable plants. *Plant Biology*, 15, 1–9.

Chebotar S, Röder MS, Korzun V, Saal B, Weber WE, Börner A (2003) Molecular studies on genetic integrity of open-pollinating species rye (*Secale cereale* L.) after long-term genebank maintenance. *Theoretical and Applied Genetics*, 107, 1469–76.

**Christe C, Kozłowski G, Frey D et al. (2014) Do living ex situ collections capture the genetic variation of wild populations? A molecular analysis of two relict tree species, *Zelkova abelica* and *Zelkova carpinifolia*. *Biodiversity and Conservation*, 23, 2945-2959.**

Ensslin A, Sandner TM, Matthies D (2011) Consequences of ex situ cultivation of plants: Genetic diversity, fitness and adaptation of the monocarpic *Cynoglossum officinale* L. in botanic gardens. *Biological Conservation*, 144, 272–278.

Gómez OJ, Blair MW, Frankow-Lindberg BE, Gullberg U (2005) Comparative Study of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces Conserved ex situ in Genebanks and in situ by Farmers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52, 371–380.

Greene SL, Kisha TJ, Yu L-X, Parra-Quijano M (2014) Conserving plants in gene banks and nature: investigating complementarity with *Trifolium thompsonii* Morton. *PLoS one*, 9, e105145.

**Lauterbach D, Burkart M, Gemeinholzer B (2012) Rapid genetic differentiation between ex situ and their in situ source populations: an example of the endangered *Silene otites* (Caryophyllaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 168, 64–75.**

Li Q, Xu Z, He T (2002) Ex situ genetic conservation of endangered *Vatica guangxiensis* (Dipterocarpaceae) in China. *Biological Conservation*, 106, 151–156.

Miao Y, Su J, Zhang Z, Lang X, Liu W, Li S (2015) Microsatellite markers indicate genetic differences between cultivated and natural populations of endangered *Taxus yunnanensis*. *Botanical Journal of the Linnean Society*.

**Namoff S, Husby CE, Francisco-ortega J, Noblick LR, Lewis CE, Griffith MP (2010) How well does a botanical garden collection of a rare palm capture the genetic variation in a wild population? *Biological Conservation*, 143, 1110–1117.**

Del Rio AH, Bamberg JB, Huamann Z, Salas A, Vega SE (1997) Assessing changes in the genetic diversity of potato gene banks. 2. In situ vs ex situ. *Theoretical and Applied Genetics (TAG)*, 199–204.

Rucinska A, Puchalski J (2011) Comparative molecular studies on the genetic diversity of an ex situ garden collection and its source population of the critically endangered polish endemic plant *Cochlearia polonica* E. Fröhlich. *Biodiversity and Conservation*, 20, 401–413.

Yokogawa M, Kaneko S, Takahashi Y, Isagi Y (2013) Genetic consequences of rapid population decline and restoration of the critically endangered herb *Polemonium kushianum*. *Biological Conservation*, 157, 401–408.

### Management des cultures ex situ

**Basey A, Fant JB, Kramer A (2015) Producing native plant materials for restoration: ten rules to maximize genetic diversity. *Native Plants Journal*, 16, 37–52.**

**Ensslin, A, Tschöpe, O, Burkart, M & Joshi, J (2015) Fitness decline and adaptation to novel environments in ex situ plant collections: Current knowledge and future perspectives. *Biological Conservation*, 192, 394–401.**

Guerrant EO, Fiedler PL (2004) Accounting for sample decline during ex situ storage and reintroduction. In: *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild* (eds Guerrant EO, Havens K, Maunder M), pp. 365–386. Island Press, Washington.

Hamilton NRS, Chorlton KH (1996) Regeneration of accessions in seed collections: a decision guide. *Handbook for Genebanks* No. 5. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

**Havens K, Guerrant EO, Maunder M, Vitt P (2004) Guidelines for ex situ conservation collection management. Minimizing risks. In: *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild* (eds Guerrant EO, Havens K, Maunder M), pp. 454–473. Island Press, Washington.**

Lauterbach D (2013) Ex situ-Kulturen gefährdeter Wildpflanzen – Populationsgenetische Aspekte und Empfehlungen für Besammlungen, Kultivierung und Wiederausbringung. *Anliegen Natur*, 35, 32–39.

**Lawrence MJ (2002) A comprehensive collection and regeneration strategy for ex situ conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59576, 1–11.**

### Exemples des conséquences d'une conservation ex situ sur la fitness et le phénotype :

**Ensslin A, Sandner TM, Matthies D (2011) Consequences of ex situ cultivation of plants: Genetic diversity, fitness and adaptation of the monocarpic *Cynoglossum officinale* L. in botanic gardens. *Biological Conservation*, 144, 272–278.**

**Schröder R, Prasse R (2013) From nursery into nature: A study on performance of cultivated varieties of native plants used in re-vegetation, their wild relatives and evolving wild × cultivar hybrids. *Ecological Engineering*, 60, 428–437.**

Schröder R, Graf MD, Jochum J, Rode G, Schemmel J (2013) Testing the Effects of a Regionalized Seed Production on the Germination Behavior of Wild Plant Species. *Ecological Restoration*, 31, 295–301.

## Les risques génétiques lors de la conservation ex situ

Ensslin, A, Tschöpe, O, Burkart, M & Joshi, J (2015) Fitness decline and adaptation to novel environments in ex situ plant collections: Current knowledge and future perspectives. *Biological Conservation*, 192, 394–401.

Frankham R (2008) Genetic adaptation to captivity in species conservation programs. *Molecular ecology*, 17, 325–33.

Frankham R, Manning H, Margan SH, Briscoe DA (2000) Does equalization of family sizes reduce genetic adaptation to captivity? *Heredity*, 357–363.

Hamilton MB (1994) Ex situ conservation of wild plant species: Time to reassess the genetic assumptions and implications of seed banks. *Conservation Biology*, 8, 39–49.

Havens K, Guerrant EO, Maunder M, Vitt P (2004) Guidelines for ex situ conservation collection management. Minimizing risks. In: *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild* (eds Guerrant EO, Havens K, Maunder M), pp. 454–473. Island Press, Washington.

Hufford KM, Mazer SJ (2003) Plant ecotypes: Genetic differentiation in the age of ecological restoration. *Trends in Ecology & Evolution*, 18, 147–155.

Hurka H, Neuffer B, Friesen N (2004) Plant genetic resources in botanical gardens. *Acta Horticulturae*, 651, 35–44.

Husband BC, Campbell LG (2004) Population responses to novel environments; implications for ex situ plant conservation. In: *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild* (eds Guerrant EO, Havens K, Maunder M), pp. 231–285. Island Press, Washington.

Lauterbach D (2013) Ex situ-Kulturen gefährdeter Wildpflanzen – Populationsgenetische Aspekte und Empfehlungen für Besammlungen, Kultivierung und Wiederausbringung. *Anliegen Natur*, 35, 32–39.

Lesica P, Allendorf FW (1999) Ecological genetics and the restoration of plant communities: Mix or match? *Restoration Ecology*, 7, 42–50.

McKay JK, Christian CE, Harrison S, Rice KJ (2005) “How Local Is Local?”—A review of practical and conceptual issues in the genetics of restoration. *Restoration Ecology*, 13, 432–440.

Montalvo AM, Williams SL, Rice KJ et al. (1997) Restoration Biology : A population biology perspective. *Restoration Ecology*, 5, 277–290.

Schaal BB, Leverich WJ (2004) Population genetic issues in ex situ conservation. In: *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild* (eds Guerrant EO, Havens K, Maunder M), pp. 267–285. Island Press, Washington.

Schoen DJ, Brown AHD (2001) The conservation of wild plant species in seed banks. *BioScience*, 51, 960–966.

Schoen DJ, David JL, Bataillon TM (1998) Deleterious mutation accumulation and the regeneration of genetic resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 394–399.

Vitt P, Havens K (2004) Integrating quantitative genetics into ex situ conservation and restoration practices. In: *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild* (eds Guerrant EO, Havens K, Maunder M), pp. 286–304. Island Press, Washington.

Weeks AR, Sgro CM, Young AG et al. (2011) Assessing the benefits and risks of translocations in changing environments: a genetic perspective. *Evolutionary Applications*, 4, 709–725.

### Recommandation pour l'introduction d'espèces menacées:

Albrecht MA, Maschinski J (2012) Influence of founder population size, propagule stages, and life history on the survival of reintroduced plant populations. In: *Plant Reintroduction in a Changing Climate: Promises and Perils* (eds Maschinski J, Haskins KE). Island Press, Washington.

Bischoff A, Steinger T, Müller-Schärer H (2010) The importance of plant provenance and genotypic diversity of seed material used for ecological restoration. *Restoration Ecology*, 18, 338–348.

Dalrymple SE, Stewart GB, Pullin AS (2011) Are re-introductions an effective way of mitigating against plant extinctions? *CEE Review*, 07-008, (SR32).

Dalrymple SE, Banks E, Stewart GB, Pullin AS (2012) A meta-analysis of threatened plant reintroductions from across the globe. In: *Plant Reintroduction in a Changing Climate: Promises and Perils* (eds Maschinski J, Haskins KE). Island Press, Washington.

Dorner J (2002) An introduction to using native plants in restoration projects. Plant Conservation Alliance, U.S. Environmental Protection Agency.

Frankham R (2015) Genetic rescue of small inbred populations: meta-analysis reveals large and consistent benefits of gene flow. *Molecular Ecology*, 24, 2610–2618.

Frankham R, Bradshaw CJA, Brook BW (2014) Genetics in conservation management: Revised recommendations for the 50/500 rules, Red List criteria and population viability analyses. *Biological Conservation*, 170, 56–63.

Godefroid S, Piazza C, Rossi G et al. (2011) How successful are plant species reintroductions? *Biological Conservation*, 144, 672–682.



- Guerrant EO (2013) The value and propriety of reintroduction as a conservation tool for rare plants. *Botany*, 91, v–x.
- Hufford KM, Mazer SJ (2003) Plant ecotypes: Genetic differentiation in the age of ecological restoration. *Trends in Ecology & Evolution*, 18, 147–155.
- Kephart SR (2004) Inbreeding and reintroduction: Progeny success in rare *Silene* populations of varied density. *Conservation Genetics*, 5, 49–61.
- Knight TM (2012) Using population viability analyses to plan reintroductions. In: *Plant Reintroduction in a Changing Climate: Promises and Perils* (eds Maschinski J, Haskins KE). Island Press, Washington.
- Lauterbach D (2013) Ex situ-Kulturen gefährdeter Wildpflanzen – Populationsgenetische Aspekte und Empfehlungen für Besammlungen, Kultivierung und Wiederausbringung. *Anliegen Natur*, 35, 32–39.
- Maschinski J, Falk DA, Wright SJ, Possley J, Roncal J, Wendelberger KS (2012) Optimal locations for plant reintroductions in a changing world. In: *Plant Reintroduction in a Changing Climate: Promises and Perils* (eds Maschinski J, Haskins KE). Island Press, Washington.
- Maschinski J, Albrecht MA, Monks L, Haskins CE (2012b) Center for plant conservation best reintroduction practice guidelines. In: Plant Reintroduction in a Changing Climate: Promises and Perils (eds Maschinski J, Haskins CE), pp. 277–307. Island Press, Washington.**
- Maschinski J, Wright SJ, Koptur S, Pinto-Torres EC (2013) When is local the best paradigm? Breeding history influences conservation reintroduction survival and population trajectories in times of extreme climate events. *Biological Conservation*, 159, 277–284.
- Maunder M (1992) Plant reintroduction : an overview. *Biodiversity and Conservation*, 61, 51–61.
- Menges ES (2008) TURNER REVIEW No. 16. Restoration demography and genetics of plants: When is a translocation successful? *Australian Journal of Botany*, 56, 187.
- Prasse R, Kunzmann D, Schröder R (2010) Entwicklung und praktische Umsetzung naturschutzfachlicher Mindestanforderungen an einen Herkunftsnachweis für gebietseigenes Wildpflanzensaatgut krautiger Pflanzen. Abschluss Bericht: DBU Projekt 23931, Leibniz Universität Hannover.
- Ramp Neale J (2012) Genetic considerations in rare plant reintroduction: Practical Applications (or How are we doing?). In: *Plant Reintroduction in a Changing Climate: Promises and Perils* (eds Maschinski J, Haskins KE), pp. 71–88. Island Press, Washington.
- Vergeer P, Sonderen E, Ouborg NJ (2004) Introduction Strategies Put to the Test : Local Adaptation versus Heterosis. Conservation Biology, 18, 812–821.**
- Vergeer P, van den Berg LJJ, Roelofs JGM, Ouborg NJ (2005) Single-family versus multi-family introductions. *Plant Biology*, 7, 509–15.
- Vitt P, Havens K, Kramer AT, Sollenberger D, Yates E (2010) Assisted migration of plants: Changes in latitudes, changes in attitudes. *Biological Conservation*, 143, 18–27.
- Weeks AR, Sgro CM, Young AG et al. (2011) Assessing the benefits and risks of translocations in changing environments: a genetic perspective. *Evolutionary Applications*, 4, 709–725.
- Exemples d'introduction de plantes menacées:**
- Aavik T, Edwards PJ, Holderegger R, Graf R, Billeter R (2012) Genetic consequences of using seed mixtures in restoration: A case study of a wetland plant *Lychnis flos-cuculi*. *Biological Conservation*, 145, 195–204.
- Aavik T, Bosshard D, Edwards PJ, Holderegger R, Billeter R (2014) Fitness in Naturally Occurring and Restored Populations of a Grassland Plant *Lychnis flos-cuculi* in a Swiss Agricultural Landscape. Restoration Ecology, 22, 98–106.**
- Baer SG, Gibson DJ, Gustafson DJ et al. (2013) No effect of seed source on multiple aspects of ecosystem functioning during ecological restoration: cultivars compared to local ecotypes of dominant grasses. *Evolutionary Applications*, n/a–n/a.
- Baker K, Lambdon P, Jones E et al. (2014) Rescue, ecology and conservation of a rediscovered island endemic fern (*Anogramma ascensionis*): ex situ methodologies and a road map for species reintroduction and habitat restoration. 461–477.
- Betz C, Scheuerer M, Reisch C (2013) Population reinforcement – A glimmer of hope for the conservation of the highly endangered Spring Pasque flower (*Pulsatilla vernalis*). *Biological Conservation*, 168, 161–167.
- Bischoff A, Vonlanthen B, Steinger T, Müller-Schärer H (2006) Seed provenance matters — Effects on germination of four plant species used for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology*, 7, 347–359.
- Bischoff A, Steinger T, Müller-Schärer H (2010) The importance of plant provenance and genotypic diversity of seed material used for ecological restoration. Restoration Ecology, 18, 338–348.**
- Crémieux L, Bischoff A, Müller-Schärer H, Steinger T (2010) Gene flow from foreign provenances into local plant populations: Fitness consequences and implications for biodiversity restoration. *American journal of botany*, 97, 94–100.
- Drayton B, Primack RB (2012) Success rates for reintroductions of eight perennial plant species after 15 years. Restoration Ecology, 20, 299–303.**



Hufford KM, Mazer SJ (2003) Plant ecotypes: Genetic differentiation in the age of ecological restoration. *Trends in Ecology & Evolution*, 18, 147–155.

Kephart SR (2004) Inbreeding and reintroduction: Progeny success in rare *Silene* populations of varied density. *Conservation Genetics*, 5, 49–61.

**Krauss SL, Dixon BOB, Dixon KW (2002) Rapid Genetic Decline in a Translocated Population of the Endangered Plant *Grevillea scapigera*. *Conservation Biology*, 16, 986–994.**

**Lofflin DL, Kephart SR (2005) Outbreeding, seedling establishment, and maladaptation in natural and reintroduced populations of rare and common *Silene douglasii* (Caryophyllaceae). *American Journal of Botany*, 92, 1691–1700.**

Maschinski J, Wright SJ, Koptur S, Pinto-Torres EC (2013) When is local the best paradigm? Breeding history influences conservation reintroduction survival and population trajectories in times of extreme climate events. *Biological Conservation*, 159, 277–284.

Maurice A-C, Abdelkrim J, Cisel M et al. (2013) Mixing plants from different origins to restore a declining population: ecological outcomes and local perceptions 10 years later. *PloS one*, 8, e50934.

**Noël F, Prati D, van Kleunen M, Gygas A, Moser D, Fischer M (2011) Establishment success of 25 rare wetland species introduced into restored habitats is best predicted by ecological distance to source habitats. *Biological Conservation*, 144, 602–609.**

Raabová J, Münzbergová Z, Fischer M (2007) Ecological rather than geographic or genetic distance affects local adaptation of the rare perennial herb, *Aster amellus*. *Biological Conservation*, 139, 348–357.

Schröder R, Prasse R (2013) From nursery into nature: A study on performance of cultivated varieties of native plants used in re-vegetation, their wild relatives and evolving wild × cultivar hybrids. *Ecological Engineering*, 60, 428–437.

Vergeer P, Sonderen E, Ouborg NJ (2004) Introduction Strategies Put to the Test : Local Adaptation versus Heterosis. *Conservation Biology*, 18, 812–821.

Vergeer P, van den Berg LJJ, Roelofs JGM, Ouborg NJ (2005) Single-family versus multi-family introductions. *Plant Biology*, 7, 509–15.

### **Autres documents internationaux**

Wyse Jackson PS, Sutherland LA (2000) International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Botanic Gardens Conservation International (BGCI), Richmond, UK.

BGCI (2012) International Agenda for Botanic Gardens in Conservation: 2nd edition. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.

BGCI (2014) Building living plant collections to support conservation: A guide for public gardens. 1-4 pp.

CBD (2011) Decisions adopted by the conference of the parties to the convention of biological diversity at its tenth meeting. 82–353.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD) (2002) Global Strategy for Plant Conservation. <http://www.cbd.int/doc/publications/pc-brochure-en.pdf> (accessed January 2010).

### **Bases de la génétique des population:**

Brown A.D.H. (1992) Human Impact on Plant Gene Pools and Sampling for Their Conservation Human impact on plant gene pools and sampling for their conservation. *OIKOS*, 63, 109–118.

**Ellstrand NC, Elam DR (1993) Population genetic consequences of small population size: Implications for plant conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24, 217–242.**

Falk DA, Holsinger KE (1991) Genetics and the conservation of rare plants. Oxford University Press, Oxford.

Frankham R (1999) Quantitative genetics in conservation biology. *Genetical Research*, 74, 237–44.

**Kawecki TJ, Ebert D (2004) Conceptual issues in local adaptation. *Ecology Letters*, 7, 1225–1241.**

**Leimu R, Fischer M (2008) A meta-analysis of local adaptation in plants. *PLoS One*, 3, 1–8.**

**Leimu R, Mutikainen PIA, Koricheva J, Fischer M (2006) How general are positive relationships between plant population size, fitness and genetic variation? *Journal of Ecology*, 94, 942–952.**

**Reed DH, Frankham R (2003) Correlation between Fitness and Genetic Diversity. *Conservation Biology*, 17, 230–237.**

**Willi Y, Van Buskirk J, Hoffmann AA (2006) Limits to the Adaptive Potential of Small Populations. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*.**

Young A, Boyle T, Brown T (1996) The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology & Evolution*, 5347, 413–418.