Effets de mélanges de semences sur la diversité génétique et la performance

Tsipe Aavik[1,2], Daniel Bosshard[2], Peter Edwards[2], Rolf Holderegger[2,3] et Regula Billeter[2,4]
[1]Institut d'écologie et des sciences de la terre, Université de Tartu, 51005 Tartu, Estonie
[2]Institut de biologie intégrée, EPF Zurich, 8092 Zurich, Suisse
[3]Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, 8903 Birmensdorf, Suisse
[4]School of Life Sciences and Facility Management ZHAW, 8820 Wädenswil, Suisse
Renseignements: Regula Billeter, e-mail: regula.billeterschelske@zhaw.ch

Figure 1 | Diverses mesures de valorisation ont été prises en Haute-Argovie, par exemple la renaturation de prairies exploitées extensivement. La bande visible sur la photo fait partie d'une surface de compensation écologique ensemencée à l'aide d'un mélange de semences sauvages contenant aussi des graines de la silène fleur de coucou *(Lychnis flos-cuculi)*.

Introduction

La perte de grandes surfaces d'habitats naturels à la suite de l'exploitation intensive des terres a entraîné une diminution significative de la biodiversité dans les paysages agricoles (Billeter *et al.* 2008). Diverses mesures ont été prises pour stopper ces pertes et développer les réseaux entre les habitats restants. Les surfaces de compensation agricoles vont dans ce sens. Comme le réservoir local d'espèces est trop appauvri pour permettre une colonisation naturelle d'espèces typiques à partir des environs, ces surfaces sont souvent ensemencées à l'aide d'un mélange de graines. Cette démarche pose cependant certains problèmes (Vander Mijnsbrugge *et al.* 2010). D'une part, les semences des mélanges peuvent ne pas provenir de la même région. Il est alors possible qu'elles soient peu ou pas du tout adaptées aux surfaces renaturées (Bischoff *et al.* 2006). C'est pourquoi Info-Flora a proposé aux producteurs de semences de n'utiliser que des semences de la même région biogéographique pour leurs mélanges (http://www.infoflora.ch/fr/flore/semences-plantes-sauvages/). Mais même si les graines proviennent de la même région, leur multiplication dans le jardin du producteur peut entraîner des pertes d'adaptation aux conditions naturelles (Schoen & Brown 2001). En outre, les mélanges ne sont en général accompagnés d'aucune information sur la qualité génétique des semences. Pourtant, la diversité biologique peut exercer un effet significatif sur la performance à court terme des plantes et ainsi influencer de façon déterminante le succès des ensemencements. Une diversité génétique élevée aide également à conserver la capacité d'adaptation des plantes. Il importe donc de connaître la composition génétique et la performance des mélanges de semences afin d'éviter des conséquences négatives dues à des semences mal adaptées et/ou génétiquement appauvries. Cette étude visait à étudier la diversité génétique et la performance de populations naturelles et de populations semées de *Lychnis flos-cuculi* dans le paysage agricole de Haute-Argovie. En outre, des essais ont été menés en plein champ et en jardin d'essai, afin d'étudier l'adaptabilité à l'environnement local des plantes issues de populations naturelles et de populations issues d'ensemencements, ainsi que de plantes élevées à partir de graines obtenues directement chez les producteurs. Enfin, une expérience en chambre climatique, en conditions contrôlées, a permis d'étudier la réaction des mêmes catégories de plantes à la disponibilité en eau et en nutriments.

Matériel et méthodes

Populations étudiées, relevés de terrain et analyses génétiques

L'étude a été menée dans une région du réseau Emeraude, localisée en Haute-Argovie et sur le canton de Berne. Il s'agit d'une région agricole typique de cultures et de pâturages. A la suite de la construction de Rail 2000, de nombreuses surfaces de compensation ont été créées entre 2001 et 2003 le long de fossés et de ruisseaux. Ces bandes ont été ensemencées à l'aide d'un mélange de semences issues de plantes sauvages (fig. 1) contenant la silène fleur de coucou étudiée (*Lychnis flos-cuculi*; fig. 2). En 2005 et 2006, de nouvelles mesures de valorisation ont été réalisées et de nouvelles surfaces ensemencées avec le même mélange. En 2009 et 2010, toutes les populations de *L. flos-cuculi* ont été cartographiées dans le périmètre d'étude. *Lychnis flos-cuculi* a été semée à huit endroits et quinze populations naturelles de cette espèce ont été trouvées. Le mélange de semences a en outre été répandu dans des prairies humides à trois emplacements, si bien qu'il n'était pas possible de savoir avec certitude si les populations rencontrées étaient naturelles ou semées. ›

Figure 2 | La silène fleur de coucou *(Lychnis flos-cuculi)* est une espèce des prairies calcicoles et humides. Cette plante est rare dans les espaces agricoles exploités intensivement; elle est en général localisée sur le bord des fossés et des ruisseaux ou en lisière.

Résumé

Des mélanges de semences de plantes sauvages sont souvent utilisés pour ensemencer des surfaces renaturées, notamment pour augmenter la diversité des espèces. Mais les conséquences de tels mélanges sur la diversité génétique et sur la performance sont souvent peu claires. La diversité génétique de populations naturelles et de populations issues de semis de la silène fleur de coucou *(Lychnis flos-cuculi)* a été étudiée en Haute-Argovie, sur le Plateau suisse. En outre, les effets de la diversité génétique, de l'origine et des conditions environnementales sur la croissance et la capacité de survie des plantes ont été mesurées en plein champ, en jardin d'essai et en chambres climatiques. La diversité génétique de ces deux types de population ne se distingue presque pas, mais le taux de consanguinité est significativement plus élevé dans les populations semées que dans les populations naturelles. La composition des deux types de populations est également très différente. Les plantes issues de graines obtenues directement chez les producteurs ont fleuri moins souvent et tendanciellement plus tard que les populations naturelles. Mais sinon, l'origine ou la diversité génétique n'influencent pas la performance des plantes. En conclusion, l'ensemencement avec des mélanges de semences est une mesure adéquate, surtout lorsque la production de semences s'effectue sur une base génétique suffisamment large. Dans ce cas, pratiquement aucun effet négatif sur la performance n'est attendu. Mais lorsque c'est possible, la colonisation naturelle à partir de l'espace environnant est préférable.

Nous avons déterminé la taille de chaque population et récolté des feuilles de 30 individus par population. Ces feuilles ont été séchées et préparées en vue de l'analyse ADN, pour laquelle nous avons utilisé six marqueurs microsatellites (Galeuchet *et al.* 2002; Moccia *et al.* 2009). Le déroulement de ces analyses est décrit en détail dans Aavik *et al.* (2012). Les critères de performance suivants ont également été décrits, pour 30 individus choisis au hasard dans 20 populations: nombre de fleurs, nombre de tiges par plante et hauteur de la plante. En outre, 100 graines par plante ont été récoltées et pesées. Nous avons déterminé le taux de germination de 50 graines prélevées chaque fois sur 15 individus par population et semées dans des boîtes de Petri. Le nombre de graines ayant germé a été compté après 30 jours. Enfin, des échantillons de sol ont été prélevés pour chaque population, afin de déterminer les teneurs en nitrate et en phosphore et l'humidité du sol a été mesurée (détails sur la méthode: voir Aavik *et al.* en impression).

Expérimentations

Afin de comparer la performance de plantes issues de populations naturelles, d'un ensemencement ou de semences obtenues directement chez les producteurs, nous les avons semées en plein champ et dans le jardin d'essai de l'EPF à Hönggerberg (Zurich). Nous avons dans ce but utilisé des semences de deux populations de Haute-Argovie issues de semis ainsi que des semences de deux producteurs différents. L'expérience a débuté en septembre 2010 sur deux sites en Haute- Argovie et au jardin d'essai. Sur le terrain, quatre platebandes ont été installées à chaque endroit, avec six plots chacune. Dans le jardin d'essai, 24 pots ont été remplis d'un mélange de terre et de sable, puis recouverts d'une fine couche d'humus. Nous avons semé 200 graines dans chaque plot, que ce soit sur le terrain ou au jardin. Les semences de chaque origine ont été semées une fois dans chaque platebande avec une origine par plot (deux populations naturelles, deux populations semées et les semences de deux producteurs). Dans le jardin d'essai, chaque origine a été semée dans quatre pots différents. En mai 2011, le nombre de plantules a été réduit à dix individus qui ont pu poursuivre leur croissance. En septembre 2011, le taux de survie a été mesuré, ainsi que divers critères de performance (diamètre de la rosette, feuille la plus longue, hauteur de la plante, nombre de pousses, nombre de fleurs et biomasse des individus séchés). Dans une deuxième expérience, nous avons étudié l'effet des nutriments et de l'humidité du sol sur la performance des plantes, avec les mêmes populations utilisées dans l'essai en chambre climatique mentionnée précédemment. Nous avons choisi au hasard 36 plantules de chaque population et les avons repiquées en pot. Les 216 pots obtenus au total ont été répartis de façon aléatoire dans les trois chambres climatiques. Quatre traitements différents ont été réalisés, qui consistaient à combiner de faibles et de fortes quantités d'eau avec des doses d'engrais faibles et fortes. Le début de la floraison de chaque plante a été notifié. Après 70 jours, nous avons mesuré la hauteur des plantes en fleur, le dia-

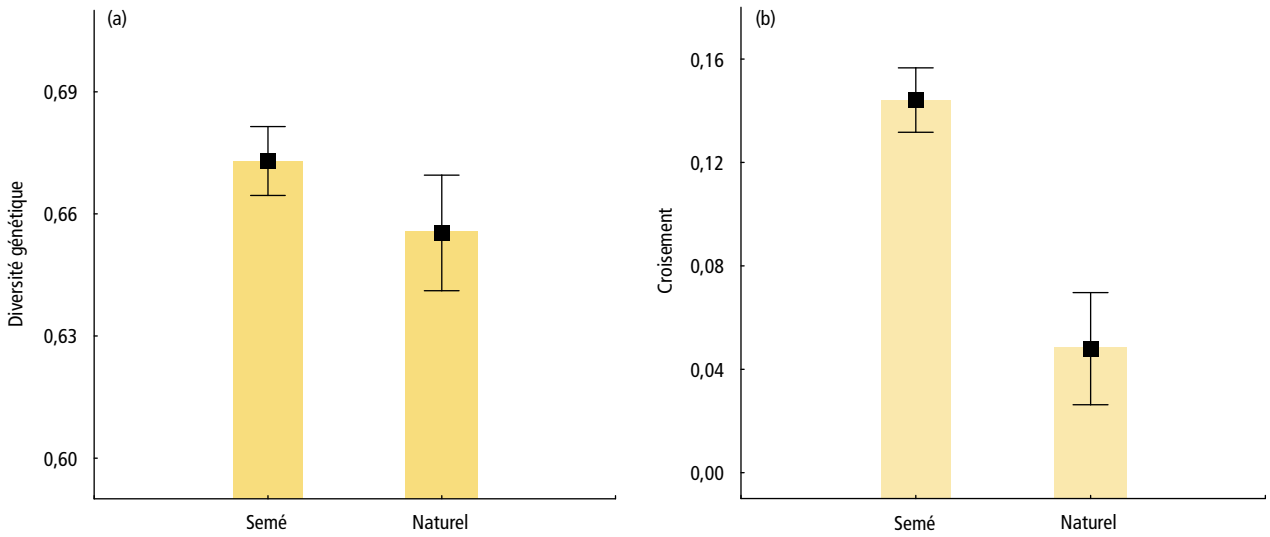

Figure 3 | (a) Diversité génétique (moyenne ± erreur-standard) et (b) coefficient de consanguinité de populations semées et naturelles de la silène fleur de coucou *(Lychnis flos-cuculi)* en Haute-Argovie (Aavik *et al.* 2012). Les populations semées présentent une consanguinité significativement plus élevée que les populations naturelles (pseudo-F1,20=11,634, P=0,003).

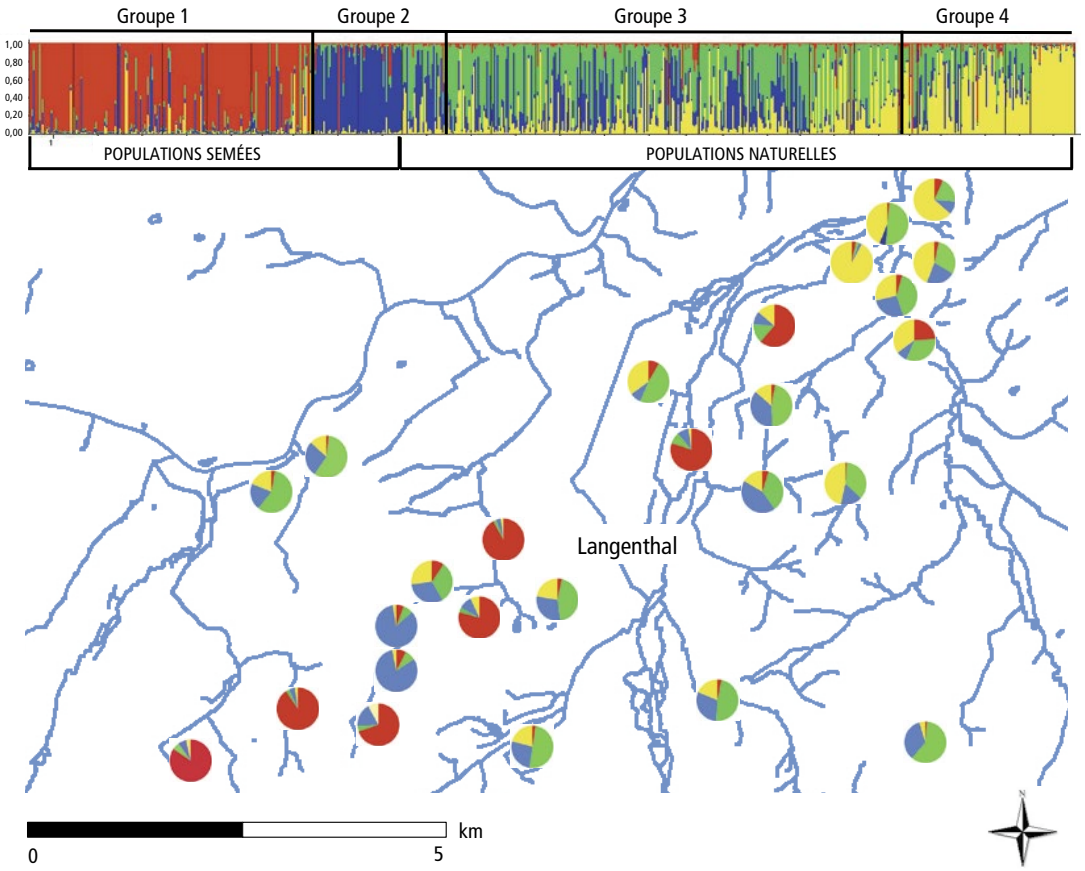

Figure 4 | Groupes génétiques à l'intérieur des 26 populations étudiées de la silène fleur de coucou *(Lychnis flos-cuculi)* en Haute-Argovie (Aavik *et al.* 2012). Chaque colonne composant le graphique du haut indique l'appartenance d'un individu à l'un des quatre groupes génétiques. Les diagrammes circulaires du bas montrent la localisation des populations et les couleurs représentent les groupes qui les composent. Les lignes bleues de la carte représentent les fossés et les ruisseaux.

mètre de la rosette, le nombre de pousses et de fleurs par plante ainsi que la biomasse des plantes séchées (Aavik *et al.*, en impression).

Analyses statistiques

Pour déterminer la diversité génétique et les coefficients de consanguinité des populations étudiées, nous avons utilisé le programme FSTAT 2.9.3.2 (Goudet 1995). Les différences entre les populations naturelles et semées ont été vérifiées à l'aide de tests de permutation non paramétriques dans R (R Development Core Team 2011). Les données sur la taille des populations ont été transformées en logarithme et introduites comme covariables dans l'analyse. La composition génétique des populations a été étudiée à l'aide du programme STRUCTURE 2.3.3 (Pritchard *et al.* 2000). Nous nous sommes appuyés sur des modèles linéaires pour analyser les effets de la diversité génétique, de la taille des populations et de leur origine sur la performance hauteur des plantes, nombre de tiges et de fleurs et poids des graines. L'effet de ces variables explicatives sur le taux de germination des graines a été analysé à l'aide d'un *generalized linear model* (GLM), le poids des graines étant pris en compte en tant que covariable. Dans l'expérience en plein champ et dans le jardin d'essai, l'effet de l'origine (naturelle, semée ou producteurs) et du lieu de l'expérience (champ ou jardin) sur la biomasse et le diamètre des rosettes a été analysé avec un *linear-mixed effects model* (LME). L'effet de l'origine et du lieu de l'expérience sur la probabilité qu'une plante fleurisse a été évalué avec un *generalized linear mixed model* (GLMM). Dans l'expérience en chambre climatique, nous avons analysé l'effet de l'origine, de la fertilisation et de l'arrosage sur la biomasse, le diamètre, la hauteur, le début de la floraison et le nombre de fleurs avec des LMEs. Les effets des traitements et de l'origine des semences sur la probabilité de floraison ont été évalués avec des GLMMs. La signifiance des facteurs fixes dans les GLMMs a été analysée avec des *likelihood ratio tests*.

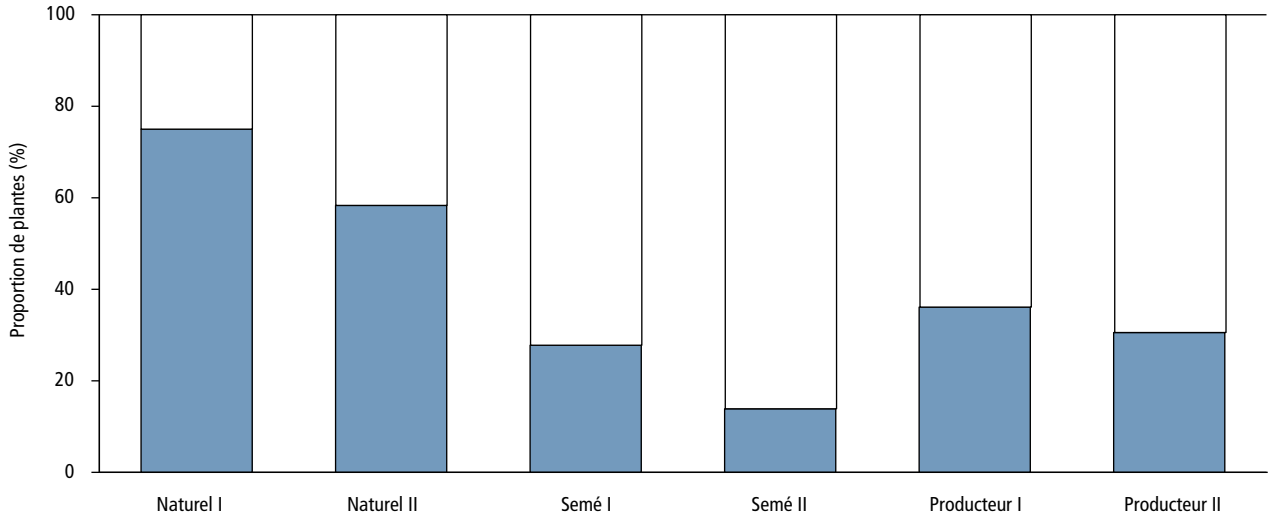

Figure 5 | Proportion de plantes avec floraison (bleu) et sans floraison (blanc) de la silène fleur de coucou *(Lychnis flos-cuculi)* dans l'essai en chambre climatique (GLMM, $_{\chi}2$=38,87, P < 0,001; Aavik *et al.* en impression). Les plantes sont issues de semences de populations naturelles, de populations semées et de mélanges obtenus directement chez les producteurs.

Résultats et discussion

Propriétés génétiques de populations naturelles et semées

L'analyse des données génétiques n'a pas révélé de différences significatives en termes de diversité génétique entre les populations naturelles et semées de *L. floscuculi* (fig. 3a). Les populations issues de semis ont cependant indiqué un coefficient de consanguinité nettement plus élevé (fig. 3b). Cela peut être dû à plusieurs facteurs. Il est possible d'une part que les semences obtenues chez les producteurs proviennent à l'origine de populations de petite taille qui souffraient déjà de consanguinité. D'autre part, il est aussi possible que les producteurs n'aient collecté leurs semences que sur un petit nombre d'individus, ce qui entraînerait un goulot d'étranglement génétique. Mais ce dernier pourrait aussi être la conséquence de la production de semences répétée par le producteur à partir du même stock (de semences; Schoen et Brown 2001). Pour éviter la consanguinité dans les mélanges de semences, il est donc indispensable de collecter les semences destinées à la production dans de grandes populations et sur de nombreux individus. En outre, le stock de graines doit être renouvelé régulièrement, après un faible nombre de cycles de reproduction déjà. La composition génétique des populations semées s'est distinguée nettement de celle des populations naturelles, alors même que les semences utilisées provenaient de la même zone floristiques (fig. 4; Aavik *et al.* 2012). Il est intéressant d'avoir pu différencier deux groupes génétiques distincts à l'intérieur des populations semées (fig. 4). Comme les producteurs de semences conservent en général séparément les semences de chaque population, il est probable que les deux groupes mis en évidence proviennent de deux populations choisies à l'origine pour la collecte des graines. En outre, des différences génétiques entre deux groupes peuvent se renforcer par la production répétée de semences chez le producteur.

Performance des plantes d'origine différente

Etant donné les nettes différences observées sur le plan génétique entre populations naturelles et semées de *L. flos-cuculi*, nous nous attendions à obtenir également des écarts sensibles en matière de performance entre les plantes. Mais ce ne fût pas le cas. Ni la consanguinité ni la composition génétique différente n'a eu d'effet significatif sur la performance des plantes dans notre expérimentation, ni en plein champ, ni dans le jardin d'essai, ni dans les chambres climatiques. Malgré cela, nous avons obtenu certains résultats intéressants. Les plantes issues de semences de populations semées ou de semences obtenues chez les producteurs ont fleuri moins fréquemment que les plantes issues de populations naturelles (fig. 5; Aavik *et al.* en impression). Différentes explications de ce phénomène sont possibles. D'une part, les stations des populations naturelles étaient plutôt humides et riches, tandis que celles des populations semées étaient plutôt sèches et peu riches. Des études antérieures ont montré que la reproduction sur des sta-

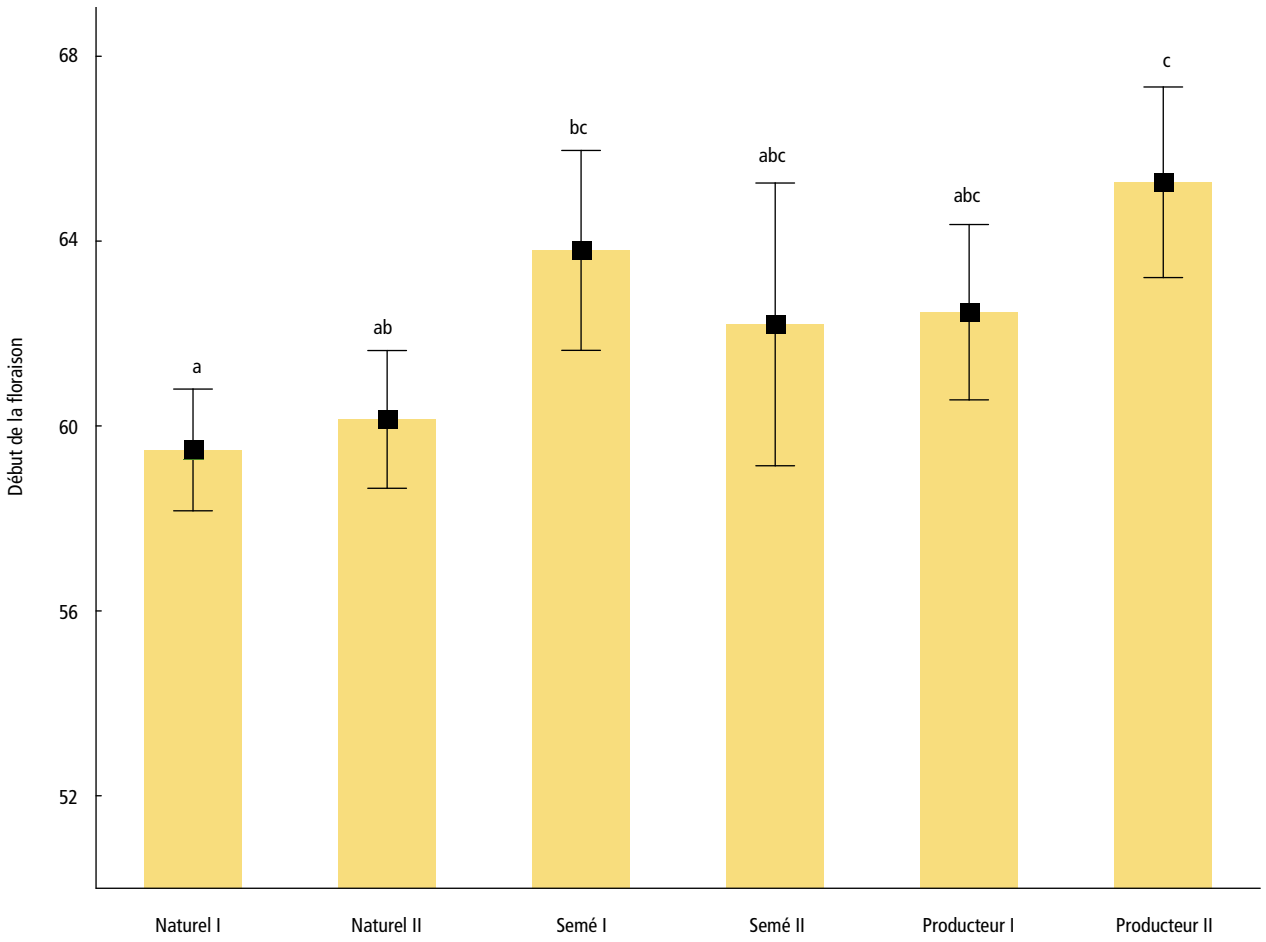

Figure 6 | Début de la floraison (moyenne ± erreur standard) de la silène fleur de coucou *(Lychnis flos-cuculi)* dans l'essai en chambre climatique (LME, F5,79=6,31, P < 0,001; Aavik *et al.* en impression). Les lettres désignent des groupes qui ne se distinguent pas statistiquement (Tukey HSD Tests). Les plantes sont issues de semences de populations naturelles, de populations semées et de mélanges obtenus directement chez les producteurs.

tions humides et riches a tendance à se faire par graine, alors que sur des stations sèches et pauvres en nutriments, la reproduction végétative est plus fréquente (Jacquemyn *et al.* 2005). De plus, les plantes des populations semées et des populations issues des semences des producteurs ont subi moins de concurrence que celles des populations naturelles, plus productives et plus denses. Le *Lychnis flos-cuculi* se développe plutôt de façon clonale en cas de faible concurrence, alors que la reproduction est davantage sexuée si la concurrence est forte (Chaloupecká et Lepš 2004). La croissance clonale des plantes dans les populations semées et dans celles issues des semences des producteurs pourrait donc refléter les conditions de station, autrement dit la concurrence sur les sites renaturés. Le renforcement de la croissance sans floraison peut influencer la performance. Les populations dont la floraison est moins dense sont en général moins attrayantes pour les pollinisateurs (Sandring et Agren 2009). *Lychnis flos-cuculi* peut s'autopolliniser, mais la consanguinité que cela implique peut réduire la performance (Hauser et Loeschcke 1995). A long terme, la réduction de la reproduction sexuée peut mener à une diminution de la diversité génétique et de l'échange génétique entre populations (Jacquemyn *et al.* 2005). Dans notre étude, les plantes issues de populations naturelles ont fleuri plus tôt que les plantes des populations semées ou issues des semences des producteurs (fig. 6; Aavik *et al.* en impression). Les différences dans la période de floraison résultent probablement de l'adaptation à des régimes d'exploitation différents. Les populations fauchées régulièrement fleurissent en général plus tôt (Reisch et Poschlod 2011). Toutes les populations naturelles incluses dans l'étude ont été fauchées une fois par an. La sélection va donc y favoriser les plantes qui fleurissent et produisent des graines mûres plus tôt. Dans les jardins des producteurs, en principe, ›

cette sélection n'existe pas. La floraison plus tardive des populations semées peut cependant influencer le succès des valorisations écologiques. Les prairies extensives des surfaces de compensation peuvent être fauchées à partir du 15 juin. Cette date ne correspond pas à la période de production maximale des graines de *L. flos-cuculi* (Leng *et al.* 2011). En Haute-Argovie, on fauche souvent les bords de prairies jouxtant des fossés encore plus tôt, afin de créer des conditions favorables à une espèce de libellule menacée. Cela peut gêner la reproduction de plantes semées, dont les graines mûrissent plus tard que celles des populations naturelles. Des périodes de floraison variables rendent les échanges génétiques par le pollen plus difficiles entre populations naturelles et semées. Une analyse en Haute-Argovie a en effet révélé que ce taux d'échange pour *L. flos-cuculi* était faible (Aavik *et al.* 2013).

Conclusions

Cette étude montre que les populations issues de mélanges de semences commercialisées sont génétiquement différentes des populations naturelles. Cela pourrait être évité si les graines d'origine utilisées pour produire ces mélanges de semences étaient issues de grandes populations et prélevées sur de nombreux individus de la même région. Le stock de graines utilisé pour la reproduction doit aussi être renouvelé régulièrement. Par exemple, les différences de périodes de floraison entre des populations semées et naturelles indiquent que le matériel des producteurs de semences provient à l'origine de populations soumises à d'autres conditions de station et de concurrence ainsi qu'à un autre régime d'exploitation. Cependant, les différences mentionnées n'ont exercé jusqu'à présent aucun effet sur la performance des plantes. Ceci montre que l'ensemencement à l'aide de mélanges de semences est une méthode particulièrement adéquate lorsque la production des semences repose sur une base génétique suffisamment large. Dans ces conditions, on ne peut guère s'attendre à des effets négatifs sur la performance. Lorsque c'est possible, il faut cependant préférer la colonisation spontanée à partir de l'environnement naturel. ■

Remerciements
Ce travail a été soutenu financièrement par le «Competence Centre Environment and Sustainability» (CCES; projets ENHANCE et GENEREACH) et par l'Union européenne (T. A. Mobilitas subvention MJD113).

Bibliographie

- Aavik T., Edwards P., 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., Holderegger R., Edwards P. J. & Billeter R., 2013. Patterns of contemporary gene flow suggest low functional connectivity of grasslands in a fragmented agricultural landscape. *Journal of Applied Ecology* **50**, 395–403.
- Aavik T., Bosshard D., Edwards P., Holderegger R. & Billeter R., en impression. Fitness in naturally occurring and restored populations of a grassland plant *Lychnis flos-cuculi* in a Swiss agricultural landscape. Restoration Ecology.
- Billeter R., Liira J., Bailey D., Bugter R., Arens P., Augenstein I., Aviron S., Baudry J., Bukacek R., Burel F., Cerny M., De Blust G., De Cock R., Diekötter T., Dietz H., Dirksen J., Dormann C. F., Durka W., Frenzel M., Hamersky R., Hendrickx F., Herzog F., Klotz S., Koolstra B., Lausch A., Le Coeur D., Maelfait J. P., Opdam P., Roubalova M., Schermann A., Schermann N., Schmidt T., Schweiger O., Smulders M. J. M., Speelmans M., Simova P., Verboom J., van Wingerden W., Zobel M. & Edwards P. J., 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology* **45**, 141–150.
- 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.
- Chaloupecká E. & Lepš J., 2004. Equivalence of competitor effects and tradeoff between vegetative multiplication and generative reproduction: case study with Lychnis flos-cuculi and Myosotis nemorosa. *Flora* **199**, 157–167.
- Goudet J., 1995. FSTAT (version 1.2): a computer program to calculate F-statistics. *Journal of Heredity* **86**, 485–486.
- Hauser T. P. & Loeschcke V., 1995. Inbreeding depression in Lychnis flos-cuculi *(Caryophyllaceae)*: effects of different levels of inbreeding. *Journal of Evolutionary Biology* **8**, 589–600.
- Jacquemyn H., Brys R., Honnay O., Hermy M. & Roldan-Ruiz I., 2005. Local forest environment largely affects below-ground growth, clonal diversity and fine-scale spatial genetic structure in the temperate deciduous forest herb Paris quadrifolia. *Molecular Ecology* **14**, 4479–4488.
- Leng X., Musters C. J. M. & de Snoo G. R., 2011. Effects of mowing date on the opportunities of seed dispersal of ditch bank plant species under different management regimes. *Journal for Nature Conservation* **19**, 166–174.
- Pritchard J. K., Stephens M. & Donnelly P., 2000. Inference of Population Structure Using Multilocus Genotype Data. *Genetics* **155**, 945–959.
- R Development Core Team (2011) R: a language and environment for statistical computing. http://www.r-project.org.
- Reisch C. & Poschlod P., 2011. Morphology and phenology of Scabiosa columbaria from mown and grazed habitats – results of a simulation experiment. *Flora* **206**, 887–891.
- Sandring S. & Agren J., 2009. Pollinator-mediated selection on floral display and flowering time in the perennial herb *Arabidopsis lyrata*. *Evolution* **63**, 1292–1300.
- Schoen D. J. & Brown A. H. D., 2001. The conservation of wild plant species in seed banks. *BioScience* **51**, 960–966.
- 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.

Riassunto

Diversità genetica nelle miscele di semente di piante selvatiche

Miscele di semente di piante selvatiche sono spesso usate per la rinaturalizzazione di superfici, in particolare allo scopo di aumentare la biodiversità in aree povere di specie. Tuttavia, le conseguenze di simili miscele per la diversità genetica e la «fitness» sono spesso poco chiare. Attraverso questo studio abbiamo analizzato la diversità genetica delle popolazioni naturali e di quelle seminate del fior di cuculo *(Lychnis flos-cuculi)* nella regione dell'Argovia superiore nell'Altipiano svizzero. Mediante prove in campo, vivaio e in camere climatiche abbiamo misurato gli effetti che diversità genetica, provenienza e condizioni climatiche esercitano sulla crescita e la capacità di sopravvivenza delle piante. La diversità genetica delle popolazioni naturali e seminate era molto simile, ma le popolazioni seminate presentavano una consanguineità significativamente più elevata. Inoltre, anche nella loro composizione genetica, le popolazioni naturali si differenziavano notevolmente da quelle seminate. Le nostre prove hanno mostrato che piante seminate, così come piante ottenute da semente acquistata presso produttori, fioriscono meno frequentemente e, tendono a fiorire più tardi rispetto alle piante di popolazioni naturali. La provenienza e la diversità genetica non hanno, percontro, praticamente nessun influsso sulla «fitness» delle piante. Ne deduciamo che la semina con miscele di sememente rappresenta una misura sensata soprattutto quando la produzione dei semi avviene su una base genetica sufficientemente ampia. In quel caso non ci si deve aspettare effetti negativi sulla «fitness». Quando possibile dovrebbe essere favorito l'insediamento naturale proveniente dalle zone limitrofe.

Summary

Genetic and fitness consequences of using wildflower seed mixtures in ecological restoration

Wildflower seed mixtures are widely used for restoration in areas with impoverished species pools. However, the genetic and fitness consequences of using seed mixtures are often not considered in practical restoration. We studied the genetic characteristics of sown and naturally occurring populations of the grassland plant *Lychnis flos-cuculi* in an agricultural landscape in the Oberaargau region in Switzerland. Furthermore, we examined various fitness parameters of these populations, and carried out experiments in the study area, in an experimental garden and in climate chambers, in order to study the effect of genetic diversity, origin and environmental conditions on the viability of plants. Sown and natural populations were characterized by similar genetic diversity. Inbreeding coefficients, by contrast, were significantly higher in sown populations. Sown populations were genetically different from natural populations. Experiments revealed that plants originating from sown populations and from seed companies were less likely to produce flowers and tended to flower later than plants from natural populations. We conclude that there was no substantial influence of origin and genetic diversity on plant fitness. However, seed mixtures used for restoration should originate from genetically diverse sources to avoid potential negative consequences for fitness. Wherever possible, natural recolonization should be favoured.

Key words: ecological compensation areas, genetic diversity, grasslands, inbreeding, seed mixtures.