

Mise en réseau des habitats dans le paysage agricole

Chances et risques

Daniela Csencsics, Tsipe Aavik, Christian Hedinger, Rolf Holderegger, Robert Home, Daniela Keller, Irmi Seidl, Maarten J. van Strien, Antonia Zurbuchen et Janine Bolliger



Fig. 1. Le site Emerald en Haute-Argovie – les habitats forment-ils un réseau dans de tels paysages agricoles?

La perte d'habitats proches de l'état naturel et l'exploitation intensive des terres ont pour effet d'appauvrir sérieusement la biodiversité des paysages agricoles. Face à ce constat, de nombreux pays européens ont mis en œuvre des programmes agro-environnementaux financés par les pouvoirs publics afin de promouvoir la biodiversité dans les régions agricoles. En lançant le projet Emerald – pendant du grand projet Natura 2000 de l'Union Européenne – la Suisse respecte son engagement de contribuer à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne 1979, entrée en vigueur en Suisse le 1^{er} juin 1982/RS 0.455). Diverses méthodes permettent d'élargir la diversité des espèces, notamment celle des espèces cibles inscrites au projet Emerald (p. ex. l'agrion de Mercure, le sonneur à ventre jaune), ainsi que de conserver et promouvoir à long terme leurs milieux naturels. L'efficacité de tels projets est généralement mesurée à l'aune du nombre d'espèces ou de la densité des populations d'espèces cibles. Mais cela ne dit pas si les habitats existants sont reliés entre eux, ni si comment des animaux et des plantes colonisent des habitats nouvellement créés. La science peut répondre à ces questions à l'aide de la génétique du paysage.

La génétique du paysage est utilisée entre autres pour étudier l'expansion spatiotemporelle des organismes: Où, sur quelles distances et comment les animaux et les

plantes se répandent-ils? Quels éléments du paysage favorisent ou empêchent leur expansion? De telles analyses ne sont guère réalisables à l'aide des méthodes conventionnelles, car ces dernières ne permettent pas de définir si des organismes peuvent aussi se reproduire dans ces milieux. Seules les méthodes génétiques peuvent y répondre. En les combinant avec des données géographiques, il est possible par exemple de déterminer les effets de corridors ou de barrières des éléments du paysage. Les analyses génétiques des organismes à l'échelle du paysage offrent donc un large potentiel à la pratique de la protection de la nature, car elles élargissent les connaissances fondamentales sur la dissémination possible des espèces, elles démontrent le besoin de valorisations écologiques et permettent la réalisation de suivis en faveur d'une protection durable et efficace de la nature.

Dans le cadre du projet ENHANCE, des méthodes écologiques et génétiques ont été mises en œuvre pour étudier l'influence d'un paysage agricole suisse, morcelé et intensivement exploité, sur la mise en réseau des habitats de diverses espèces animales et végétales. Des spécialistes en sciences sociales ont également déterminé comment la population perçoit et juge les mesures d'interconnexion et de valorisation des habitats dans les zones agricoles. Une grande part des recherches a été réalisée dans le site Emerald en Haute-Argovie (Fig. 1).



Fig. 2. Lors des recherches effectuées dans le projet ENHANCE, le criquet marginé (*Chorthippus albomarginatus*) se trouvait plus souvent dans des prairies exploitées intensivement que dans les surfaces de compensation écologique. Ses populations étaient génétiquement très semblables, ce qui signifie qu'il peut facilement se répandre dans le paysage (KELLER *et al.* 2013a).

Le site Emerald en Haute-Argovie

La région Emerald en Haute-Argovie fait partie du projet national de promotion des espèces Emerald. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a compilé dans des bases de données l'ensemble des connaissances acquises sur les plantes, les animaux et leurs habitats en Suisse et il a évalué les espèces rares et menacées. La région en Haute-Argovie a été désignée site Emerald, car elle abrite 18 espèces menacées en Europe. Ce site comprend 18 communes situées dans les cantons d'Argovie, de Berne, Lucerne et Soleure. L'objectif est de promouvoir à long terme une nature et un paysage diversifiés et attrayants qui mettent en valeur les particularités de la région. Des éléments paysagers, jadis nombreux et qui se sont raréfiés ou ont disparu aujourd'hui, seront ainsi créés ou revalorisés. Cela est particulièrement important sur le Plateau suisse, fortement touché par ces pertes en biodiversité.

Le projet de recherche ENHANCE

Le projet de recherche ENHANCE a été réalisé entre 2008 et 2012 au Centre de compétence Environnement et durabilité CCES du domaine des EPF (WSL 2012). L'objectif était d'établir les relations entre la mise en liaison des habitats et les schémas d'expansion de diverses espèces animales et végétales dans des habitats urbains, aquatiques et agricoles. Ces recherches scientifiques ont été complétées par des études socio-économiques permettant d'établir la valeur que la population accorde à la mise en connexion des habitats. ENHANCE était un projet interdisciplinaire qui a bénéficié de l'expérience d'une trentaine de chercheurs issus des EPF de Zurich et de Lausanne, du WSL et de l'EAWAG. Les résultats présentés ici se rapportent aux équipes du WSL et de l'EPFZ chargées de l'étude des paysages agricoles.

Les paysages agricoles diversifiés sont utiles à de nombreuses espèces

Les surfaces de compensation écologique offrent à la faune et à la flore, en complément des réserves naturelles, des niches écologiques au milieu de terres agricoles intensivement exploitées. Elles enrichissent la diversité du paysage, favorisent la diversité des espèces, leur interconnexion et rendent possible un redéploiement des espèces menacées.

Certaines espèces, comme le criquet marginé (*Chorthippus albomarginatus*; Fig. 2) s'adaptent bien aux terres agricoles exploitées intensivement et ne sont pas tributaires des surfaces de compensation écologique. Néanmoins, de telles espèces généralistes profitent de ces surfaces, par exemple pour s'y réfugier pendant la fenaison.

Les abeilles sauvages profitent des lieux de butinage proches

Il existe en Suisse quelque 600 espèces d'abeilles sauvages. Aux côtés des abeilles mellifères, elles sont les principales pollinisatrices des plantes cultivées et des plantes sauvages. Elles contribuent ainsi largement à la production alimentaire. La quantité de pollen dont les abeilles ont besoin pour élever leur progéniture est énorme: pour alimenter une seule larve, plusieurs centaines de fleurs sont nécessaires à certaines espèces. Cela signifie qu'elles doivent faire plus de cinquante allers et retours entre leur nid et les plantes nourricières (ZURBUCHEN *et al.* 2010a). Les prairies très fleuries situées le plus près possible de leur nid sont donc des lieux de butinage propices.

La diversité des espèces et les effectifs d'abeilles sauvages ont fortement diminué en Europe centrale ces cinq dernières décennies. En Suisse, 45 pour cent des espèces d'abeilles sauvages sont menacées. La perte croissante de surfaces, le morcellement du paysage et l'intensification de l'agriculture ont fait disparaître de petits biotopes, comme les surfaces enherbées, les tas de branches et de bois, le bois mort, ainsi que des prairies à grande diversité floristique. Cette perte d'espace de vie est néfaste à de nombreuses espèces d'abeilles. Si les lieux propices à la nidification et au butinage disparaissent ou si leur disposition

spatiale change, les abeilles doivent parcourir de plus grandes distances entre ces deux sites. Elles dépensent donc plus d'énergie. Jusqu'à un certain point, elles peuvent s'habituer à voler plus loin, mais les espèces d'abeilles limitées dans leur faculté de vol n'arrivent souvent plus à atteindre les prairies adéquates. Pour réussir à sauvegarder et à favoriser à long terme les populations d'abeilles sauvages dans les zones agricoles, il faut donc savoir comment elles réagissent aux modifications spatiales entre leur nid et leur source de nourriture.

Moins de longues distances parcourues et plus de courtes distances

Lors d'une expérimentation réalisée dans le cadre du projet ENHANCE, les spécialistes ont examiné les distances parcourues par les femelles butineuses de l'osmie crochue (*Hoplitis adunca*; Fig. 3) et de l'abeille masquée (*Hylaeus punctulatus*) entre leur nid et les plantes nourricières (ZURBUCHEN *et al.* 2010b). Ils ont placé à cet effet des pots de fleurs – l'unique source de nourriture offerte dans l'aire expérimentale à ces deux abeilles hautement spécialisées – en les éloignant petit à petit du nid des abeilles (Fig. 4). Les distances parcourues, tant par la grande osmie crochue (max. 1400 mètres) que par la petite abeille masquée (max. 1100 mètres) sont étonnantes (Fig. 5). Il ressort de la littérature que la taille du corps



Fig. 3. La plante nourricière sur laquelle l'osmie crochue (*Hoplitis adunca*) s'est spécialisée est la vipérine commune (*Echium vulgare*).

et la distance de butinage maximale ont un lien positif. Toutefois, de telles distances n'ont été réalisées que par quelques individus de chacune des deux espèces. La majorité des abeilles a volé beaucoup moins loin. Il a été constaté que l'allongement des trajets allait de pair avec une diminution du nombre d'abeilles encore capables d'alimenter leur couvain en pollen: la moitié des osmies crochues ont abandonné leurs activités de nidification dès 300 mètres de distance et la moitié des abeilles masquées à 225 mètres déjà.



Fig. 4. Nids artificiels et pots de plantes nourricières d'espèces spécifiques. En déplaçant les pots, on a obligé les abeilles à récolter le pollen à des distances précises de leur nid.

Les longues distances de butinage font baisser le nombre de descendants

Lors d'une deuxième expérimentation en plein champ, des osmies crochues et des abeilles *Chelostoma rapunculi* ont été placées dans des sites de nidification différents. Pour chacune des deux espèces, un grand massif composé de pots de fleurs a été disposé de façon à ce que les femelles

doivent parcourir des distances de vol différentes pour retourner récolter le pollen de cette seule source de nourriture présente dans l'aire expérimentale. Tant l'osmie crochue que *Chelostoma rapunculi* ont approvisionné de moins en moins de cellules larvaires à mesure que la distance de butinage augmentait. Pour une augmentation allant jusqu'à 300 m, l'osmie crochue

a alimenté environ un tiers de larves en moins. Chez *Chelostoma rapunculi*, c'est environ la moitié de larves en moins pour une augmentation allant jusqu'à 600 m. Plus la distance de butinage s'accroît, plus l'abeille a besoin de temps pour récolter le pollen destiné au couvain; cela explique la diminution du nombre de descendants alimentés pendant la période de reproduction. En réalité, on peut estimer que l'accroissement des distances à parcourir a encore plus de répercussions négatives sur la reproduction: les abeilles ayant une activité de vol intense vieillissent plus rapidement et meurent plus tôt. En outre, les nids laissés longtemps sans surveillance sont plus souvent attaqués par des parasites. C'est pourquoi lors de distances de butinage accrues, jusqu'à 74 pour cent des descendants périssent (Peterson et Roitberg 2006). Pour conserver et favoriser les populations d'abeilles sauvages riches en espèces et en individus, les nids et les zones de butinage doivent se trouver dans un rayon d'environ 300 mètres. Les distances de vol courtes augmentent donc considérablement la performance de reproduction des abeilles sauvages.

En prenant des mesures ciblées de promotion, notamment en créant côte à côte un réseau de surfaces très fleuries et de petits biotopes, l'agriculteur peut contribuer à conserver et promouvoir une faune apicole riche, qui favorise à son tour la pollinisation de la faune sauvage et des plantes cultivées.

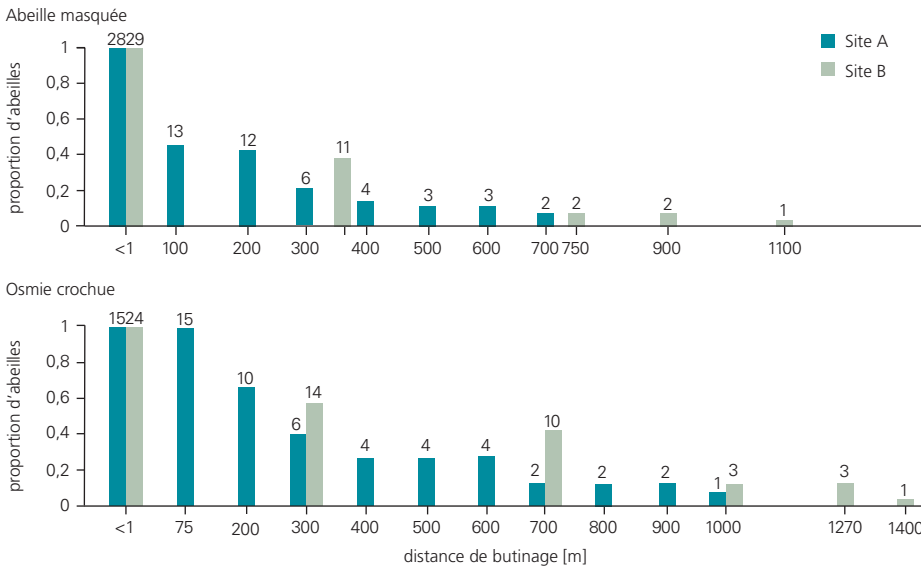


Fig. 5. Proportion d'abeilles masquées et d'osmies crochues femelles qui ont butiné des plantes en pots à des distances toujours plus éloignées de leur nid. Les chiffres au-dessus des colonnes indiquent le nombre d'individus observés.



Fig. 6. Les prairies extensives en tant qu'habitats: Dans leur domaine d'expansion, le gomphocère roux est plus exigeant que le criquet mélodieux. Ce dernier n'a pas besoin de structures paysagères particulières pour se répandre.

L'exploitation extensive pour les orthoptères

Les orthoptères sont des espèces indicatrices utiles pour détecter les changements qui se produisent dans les zones agricoles: la durée d'une génération n'étant que d'un à deux ans, ils réagissent rapidement aux modifications de leur habitat. En outre, de nombreux orthoptères profitent de la gestion extensive des herbages (Fig. 6). En effet, 80 pour cent de ces espèces colonisent en Suisse des prairies dans des paysages cultivés ouverts et 43 pour cent sont utilisées comme espèces cibles pour évaluer la promotion de la biodiversité.

En Haute-Argovie, le gomphocère roux (*Gomphocerippus rufus*) et le criquet mélodieux (*Chorthippus biguttulus*) sont plus fréquents dans les surfaces d'exploitation extensive que dans les prairies intensives.



Fig. 7. Le criquet ensanglanté (*Stethophyma grossum*) s'installe volontiers dans les prairies irriguées traditionnelles.



Fig. 8. Les dernières prairies irriguées conservées en Suisse se trouvent en Haute-Argovie. Ce sont les vestiges d'un mode d'exploitation du paysage jadis répandu sur le Plateau suisse; il consistait à utiliser un dispositif d'irrigation hautement développé dans une culture purement herbagère.

Les deux espèces ont été soumises à une analyse génétique, afin de déterminer leurs voies d'expansion. Alors que le criquet mélodieux se répand dans le paysage agricole indépendamment des biotopes qui le composent, le gomphocère roux a besoin de structures forestières ouvertes (trouées, chemins) ou de lisères de forêt (KELLER *et al.* 2013a).

Tandis que les orthoptères décrits ci-dessus sont moins exigeants en termes d'habitat, le criquet ensanglanté (*Stethophyma grossum*) a besoin de prairies humides (Fig. 7 et 8). Dans le site Emeraude, en Haute-Argovie, ces prairies sont des surfaces de compensation écologique. Etant donné que les habitats du criquet ensanglanté se sont raréfiés ces dernières décennies et sont très fragmentés aujourd'hui, l'espèce figure sur la Liste rouge des espèces animales menacées en Suisse. Pour que cet orthoptère puisse survivre à long terme, il importe de relier les habitats encore existants. L'expansion du criquet ensanglanté étant difficile à déterminer, les connaissances en la matière sont très lacunaires. Mais les analyses en génétique du paysage montrent désormais comment cette espèce se répand dans la nature (Fig. 9). Elles indiquent en effet que les zones et prairies humides sont non seulement un habitat pour les criquets ensanglantés, mais elles favorisent aussi leur expansion. Les populations de criquets ensanglantés éloignées les unes des autres

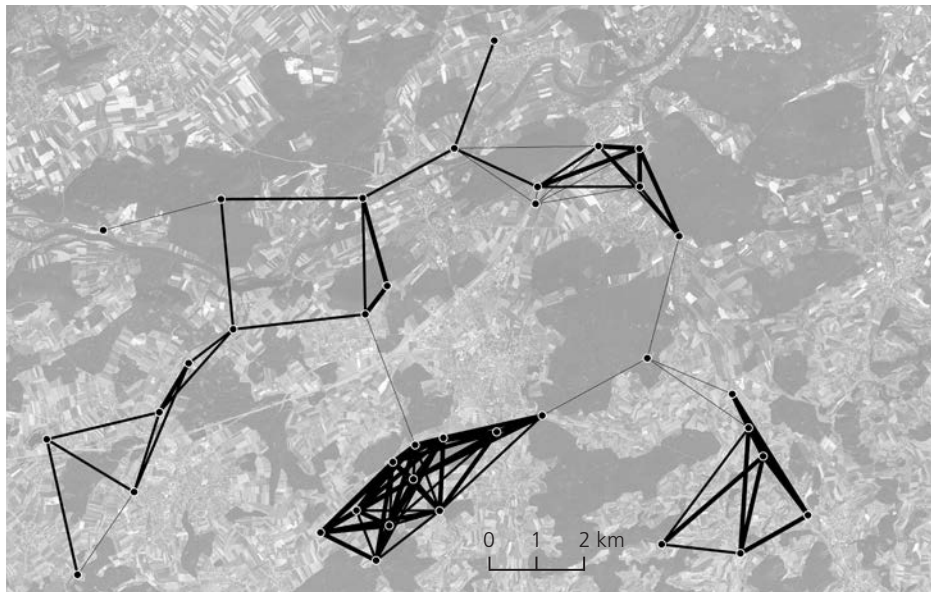


Fig. 9. Les lignes indiquent l'échange génétique entre les populations de criquets ensanglantés examinées (points noirs): plus la ligne est épaisse, plus l'échange génétique est fréquent.

(à plus de trois kilomètres) ont beaucoup moins d'échanges génétiques que celles se trouvant à proximité. En conséquence, les zones et prairies humides ne sont reliées pour cette espèce que lorsqu'elles sont situées dans un rayon de trois kilomètres (KELLER *et al.* 2013b).

Les espèces spécialisées ont besoin de mesures particulières

L'agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*; Fig. 10) vit dans les ruisseaux et les fossés de prairies où l'eau s'écoule lentement (Fig. 11). Ses habitats disparaissant, cette espèce est menacée d'extinction dans



Fig. 10. L'agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*) naît dans la végétation des rives sur des tiges verticales et vole de mai à août.



Fig. 11. Les fossés de prairies peu visibles sont des habitats typiques de l'agrion de Mercure.

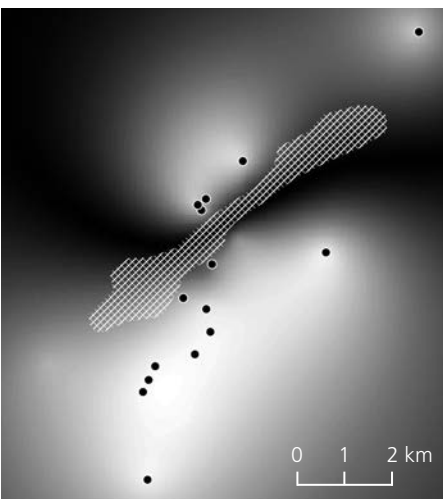


Fig. 12. Les populations examinées (points noirs) sont mieux reliées entre elles dans les zones claires. Un point culminant (en hachuré) concorde avec l'isolement génétique (en noir).

toute l'Europe. L'un de ses principaux milieux de vie en Suisse se trouve dans le site Émeraude en Haute-Argovie. Afin de promouvoir cette espèce, les acteurs du projet de ce site ont entretenu, jusqu'en 2012, quelque 20 kilomètres de fossés et de ruisseaux de prairies, dont près d'un tiers était peuplé d'agrions de Mercure. Le long de ces cours d'eau, des bandes tampons, larges d'un à 12 mètres, ont été soumises à une culture extensive et les fossés ont été régulièrement désherbés.

Des mesures de protection et d'entretien réussies

Les recensements des effectifs d'agrions de Mercure entre 2009 et 2012 ont révélé une évolution positive de sa présence en Haute-Argovie. Les effectifs ont ainsi pu se maintenir, voire légèrement augmenter dans la plupart des ruisseaux de prairies. Des cours d'eau ont même été nouvellement colonisés à des distances allant jusqu'à 1200 mètres des populations existantes. Toutefois, le nombre concret d'individus par année a fluctué. Le tarissement des sections de cours d'eaux en automne 2009 et au printemps 2010 notamment, a eu des conséquences néfastes à certains endroits: quelques tronçons de ruisseaux ne s'étaient pas encore repeuplés en 2012.

L'évolution des effectifs d'agrions de Mercure en Haute-Argovie, en principe positive, montre que les mesures d'entretien et de protection ont réussi, mais aussi que les populations peuvent disparaître rapidement sous l'effet des fluctuations de leur milieu.

Il est donc important d'interconnecter les populations d'une région afin de faciliter leur réintroduction de manière constante et sur le long terme.

La mise en réseau des populations

Le réseau établi dans un paysage peut être structurel ou fonctionnel. Lorsqu'il est structurel, cela signifie que certains éléments du paysage sont reliés physiquement entre eux, par exemple lorsque des prairies extensives sont reliées par des haies ou des ruisseaux. Le réseau fonctionnel, par contre, se rapporte aux mouvements des effectifs d'une espèce (migration, expansion, flux génétique). Le fait qu'un réseau structurel soit également fonctionnel est déterminé par le potentiel d'expansion des organismes.

Selon une étude de marquage dans le site Émeraude, les agrions de Mercure se

répandent à l'intérieur d'un système de ruisseaux et parcourent des distances allant jusqu'à 500 mètres environ. Mais aucun échange entre différents systèmes de ruisseaux n'avait été observé au préalable. Les méthodes en génétique du paysage peuvent en revanche démontrer plus facilement les cas d'expansion rare. Il en résulte effectivement que l'agrion de Mercure se répand sur des distances plus courtes (jusqu'à 1,5 kilomètre) principalement le long des cours d'eau; pour de plus longues distances allant jusqu'à 4,5 kilomètres, cette petite libellule survole le paysage en suivant une ligne plutôt droite. Ainsi, les populations d'agrions de Mercure spatialement séparées dans le site Émeraude de Haute-Argovie ne sont génétiquement pas isolées les unes des autres, mais reliées de façon fonctionnelle (KELLER *et al.* 2013c); néanmoins, les points culminants et les forêts entravent leur expansion, tandis que les paysages agricoles ouverts n'ont pas d'effet de barrière (Fig. 12). L'échange génétique sur de longues distances est important, car il assure la liaison entre les populations. Mais comme ces échanges sont plus fréquents sur de courtes distances, les nouvelles populations peuvent créer un lien qui favorise l'expansion et l'interconnexion des habitats.

L'effet écologique justifie les coûts

La planification d'un concept d'entretien des cours d'eau a occasionné des coûts pour les cinq communes participant au projet de l'agrion de Mercure. Ce concept englobait la désignation des cours d'eau à prendre en considération ainsi que l'élaboration et la réalisation des mesures nécessaires. Les communes ont également eu recours à des conseillers en écologie avant d'entreprendre leurs travaux d'entretien et les soins aux espèces ligneuses. Des contrats ont dû être conclus avec les agriculteurs cultivant les terres où se trouvent les ruisseaux et fossés en question, et ceci afin d'assurer un entretien approprié des bandes tampons et d'en régler la rémunération. En outre, la présence de l'agrion de Mercure dans le site Émeraude en Haute-Argovie a été médiatisée et la population a été encouragée à accepter les mesures de protection et promotion. Les premières années surtout, des coûts exceptionnels s'y sont ajoutés, par exemple lorsqu'un ruisseau devait être désherbé une première fois ou que des incitations financières étaient nécessaires pour encourager certaines communes à entretenir ces ruisseaux et fossés.

Les ensemencements comportent des risques

Les surfaces de compensation écologiques sont souvent ensemencées avec des mélanges de semences, par exemple lorsque l'espèce de plante désirée ne peut pas être réintroduite naturellement. Mais de tels ensemencements présentent des risques si les mélanges ne proviennent pas de la même



Fig. 13: La silène fleur de coucou (*Lychnis flos-cuculi*) se trouve dans des prairies et marais semi-humides à humides; elle ne pousse pas dans les prairies très fertilisées.

région et s'ils sont mal adaptés aux conditions environnementales des nouvelles surfaces de compensation. En outre, les informations sur la diversité génétique des mélanges de semences sont souvent inexistantes. Cette diversité influence l'aptitude des plantes à survivre et ainsi la réussite des ensemencements. Une diversité génétique élevée procure aux plantes une plus longue capacité d'adaptation. Les peuplements de la silène fleur de coucou (*Lychnis flos-cuculi*; Fig. 13), qui furent ensemencés avec des mélanges de semences commerciales se distinguent nettement des peuplements naturels du point de vue génétique et ils présentent une endogamie (consanguinité végétale) plus élevée (AAVIK *et al.* 2012; Fig. 14). Les différences dans la période de floraison entre les peuplements ensemencés et les peuplements naturels signifient aussi que le matériel des producteurs de semences provenait de peuplements soumis à d'autres conditions environnementales (AAVIK *et al.* 2014). De telles inégalités pourraient être évitées si le matériel de reproduction destiné aux mélanges était récolté dans de grands peuplements, s'il provenait de nombreux individus issus de la même région (SKEW 2009) et si le stock de semences était renouvelé régulièrement.

L'ensemencement avec des mélanges de semences n'est judicieux que si la production de ce matériel repose sur une base génétique suffisamment large. Les mélanges produits dans une culture maraîchère peuvent être remplacés par des semences battues issues de prairies «donatrices» soigneusement sélectionnées. Mais un ensemencement naturel est idéal dans la mesure du possible.

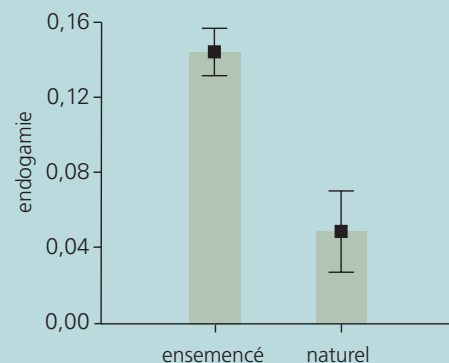


Fig. 14. Les peuplements de silène fleur de coucou (*Lychnis flos-cuculi*) ensemencés en Haute-Argovie présentent une plus forte endogamie que les peuplements naturels (AAVIK *et al.* 2012).

La promotion de l'agrion de Mercure en Haute-Argovie coûte 140 000 francs par an, un montant d'autant plus modeste que l'Office fédéral de l'Agriculture (OFAG) en finance 90 000 francs à l'aide de paiements directs. Ces dépenses permettent d'atteindre un haut degré de protection de l'agrion de Mercure menacé dans toute l'Europe.

Le soutien apporté par la population

La mise en œuvre des mesures d'interconnexion nécessite l'apport de fonds publics et c'est grâce à l'aide du public que les autorités peuvent les appliquer au mieux. Les sondages réalisés auprès de la population suisse révèlent qu'elle préfère en grande part les paysages variés, comportant différents éléments de connexion, aux paysages agricoles monotones. Les habitants des régions du site Émeraude en Haute-Argovie ne se démarquent pas du reste de la population suisse. Au contraire, les informations de la campagne Émeraude sur la particularité et la protection de l'agrion de Mercure les rend plus conscients

de l'importance des faits: un plus grand nombre de personnes que dans le reste de la Suisse ont ainsi découvert cette libellule peu visible et l'ont trouvée belle (HOME *et al.* 2014). Cette attitude positive envers les organismes vivants dans la nature et les espèces emblématiques a déjà été observée dans des études antérieures (HOME *et al.* 2009, voir Notice pour le praticien 48 La biodiversité en ville – pour l'être humain et la nature).

Conclusion et perspective

Un grand nombre d'espèces végétales et animales profitent des terres agricoles cultivées extensivement et d'un réseau de surfaces de compensation écologique de bonne qualité. Mais pour les espèces dont l'habitat nécessite des conditions spécifiques, des mesures particulières doivent être prises, comme le montre l'exemple de l'agrion de Mercure. Les mesures générales et spéciales destinées à l'établissement de réseaux fonctionnels sont mieux acceptées

par la population si elles sont accompagnées de campagnes d'information. Les résultats du concept de surfaces de compensation écologique sont généralement positifs en ce qui concerne la mise en réseau des habitats, la disposition spatiale des surfaces jouant ici un rôle majeur.

Parmi les points négatifs, soulignons notamment le manque fréquent de contrôles des mesures de protection de la nature, qui devraient garantir une interconnexion à long terme des habitats. Lors de tels contrôles, des synergies entre la science et la pratique pourraient être davantage utilisées afin d'apporter un appui ciblé à la planification de la protection de la nature.

Personnes à contacter

Daniela Csencsics et Janine Bolliger
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
daniela.csencsics@wsl.ch
janine.bolliger@wsl.ch

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*. *Biol. Conserv.* 145, 195–204.
- AAVIK, T.; BOSSHARD, D.; EDWARDS, P.; HOLDEREGGER, R.; BILLETER, R., 2014: Fitness in naturally occurring and restored populations of a grassland plant *Lychnis flos-cuculi* in a Swiss agricultural landscape. *Restor. Ecol.* 22, 1: 98–106.
- HOME, R.; KELLER, C.; NAGEL, P.; BAUER, N.; HUNZIKER, M., 2009: Selection criteria for flagship species by conservation organizations. *Environ. Conserv.* 36, 2: 139–148.
- HOME, R.; ANGELONE, S.; HUNZIKER, M.; BOLLIGER, J., 2014: Public preferences for ecosystem enhancing elements in agricultural landscapes in the Swiss lowlands. *J. Integr. Environ. Sci.* 11, 2: 93–108.
- KELLER, D.; VAN STRIEN, M.J.; HERRMANN, M.; BOLLIGER, J.; EDWARDS, P.J.; GHAZOU, J.; HOLDEREGGER, R., 2013a: Is functional connectivity in common grasshopper species affected by fragmentation in an agricultural landscape? *Agric. Ecosyst. Environ.* 175: 39–46.
- KELLER, D.; HOLDEREGGER, R.; VAN STRIEN, M.J., 2013b: Spatial scale affects landscape genetic analysis of a wetland grasshopper. *Mol. Ecol.* 22: 2467–2482.
- KELLER, D.; SEIDL, I.; FORRER, C.; HOME, R.; HOLDEREGGER, R., 2013c: Schutz der Helmsazurjungfer *Coenagrion mercuriale* (*Odonata Coenagrionidae*) am Beispiel des Smaragd-Gebiets Oberaargau. *Entomo Helv.* 6: 87–99.
- SKEW, Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen (Hrsg.) 2009: Empfehlungen für die Nutzung von Saatgut einheimischer Wildpflanzen. 3. überarbeitete Auflage. Available from World Wide Web <<http://www.infoflora.ch/de/flora/wildpflanzensaatgut>> Stand: 7. 4. 2014.
- PETERSON, J.H.; ROITBERG, B.D., 2006: Impacts of flight distance on sex ratio and resource allocation to offspring in the leafcutter bee, *Megachile rotundata*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 59: 589–596.
- WSL Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (ed.) 2012: ENHANCE. Enhancing ecosystem connectivity through intervention – benefits for nature and society? Final Report. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL, 81 S.
- ZURBUCHEN, A.; CHEESMAN, S.; KLAIBER, J.; MÜLLER, A.; HEIN, S.; DORN, S., 2010a: Long foraging distances impose high costs on offspring production in solitary bees. *J. Anim. Ecol.* 79: 674–681.
- ZURBUCHEN, A.; LANDERT, L.; KLAIBER, J.; MÜLLER, A.; HEIN, S.; DORN, S., 2010b: Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biol. Conserv.* 143: 669–676.

Illustrations

T. Aavik (Fig. 1 et 13), Ch. Roesti (Fig. 2), A. Krebs (Fig. 3), A. Zurbuchen (Fig. 4), D. Keller (Fig. 6, 7, 10 und 11), W. Stirnimann (Fig. 8)

Référence bibliographique

CSENCICS, D.; AAVIK, T.; HEDINGER, C.; HOLDEREGGER, R.; HOME, R.; KELLER, D.; SEIDL, I.; VAN STRIEN, M.J.; ZURBUCHEN, A.; BOLLIGER, J., 2014: Mise en réseau des habitats dans le paysage agricole. *Chances et risques. Not. prat.* 53: 8 S.

Pour de plus amples informations

www.wsl.ch/enhance
www.smaragdoberaargau.ch

Notice pour le praticien ISSN 1012-6554

Concept

Les résultats de la recherche sont élaborés pour constituer des pôles de savoir et des guides d'action à l'intention des acteurs de la pratique. Cette série s'adresse aux milieux de la foresterie et de la protection de la nature, aux autorités, aux écoles ainsi qu'aux non-initiés.

Les versions allemandes de cette série sont intitulées

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876.

Les éditions italiennes paraissent occasionnellement dans le périodique

Notizie per la pratica (ISSN 1422-2914) et/ou **Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi**.

Les dernières parutions (consultez www.wsl.ch/notices)

N° 52: Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. T. LACHAT *et al.* 2013. 12 p.

N° 51: Relevé dans l'espace des loisirs de proximité. M. BUCHECKER *et al.* 2013. 8 p.

N° 50: Espèces invasives de capricornes provenant d'Asie – Écologie et gestion. B. WERMELINGER *et al.* 2013. 16 p.

N° 49: Protéger et favoriser les champignons. SENN-IRLET, B. *et al.*, 2012. 12 p.

N° 48: La biodiversité en ville – pour l'être humain et la nature. M.K. OBRIST *et al.* 2012. 12 p.

N° 47: Mesurer et éviter l'étalement urbain. C. SCHWICK *et al.* 2011. 12 p.

N° 46: Vivre avec les incendies de forêt. T. WOHLGEMUTH *et al.* 2010. 16 p.

Managing Editor

Martin Moritzi
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-mail: martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/notices

Traduction: Monique Dousse, WSL
Mise en page: Jacqueline Annen, WSL
Impression: Rüegg Media AG

