

Conservation et restauration de la flore dans un contexte anthropisé, quelles solutions ?

La montagne est un milieu naturel fragile. Un aménagement n'y est jamais sans incidences environnementales – dégradation des sols et des couverts végétaux – et après perturbation, les pelouse naturelles d'altitude ont besoin de temps pour retrouver un équilibre.

Depuis plus de dix ans, dans les Pyrénées, les gestionnaires et les aménageurs montagnards développent l'utilisation des semences sauvages et locales pour les revégétalisations en altitude : une approche basée sur la préservation et la valorisation de la biodiversité associant praticiens, gestionnaires de milieux et scientifiques.



Tout a commencé dans les années 1980, au sein d'une zone protégée des Pyrénées, par une question simple : comment reconstituer la flore après des travaux, lorsque le semis de plantes exogènes au territoire est règlementairement impossible ? Nous avons alors constaté que les revégétalisations en Pyrénées (100 à 150 hectares concernés chaque année) étaient toujours réalisées avec des plantes exogènes¹ fortement fertilisées ne recouvrant les sols que partiellement et transitoirement, car mal adaptées au contexte de l'altitude. Les terrassements, induits par des projets touristiques, de circulation ou économiques accentuent fortement l'érosion des sols. Pour limiter ces processus *via* la revégétalisation, nous avons cherché à utiliser des plantes locales, c'est-à-dire issues de collectes en montagne pyrénéenne. Adaptées aux conditions écologiques de l'altitude, elles s'implantent durablement et parviennent à réaliser un cycle de végétation complet, contrairement aux espèces des mélanges commerciaux classiques. De plus, elles évitent les risques de compétition ou d'hybridation avec la flore locale et sont donc bénéfiques à la conservation et à la restauration des écosystèmes impactés par des activités anthropiques. Pour les rendre disponibles aux aménageurs en quantité suffisante, nous avons cherché à les collecter *in situ* et à les multiplier, tout en évaluant le coût de ces semences pour les utilisateurs. Afin de vérifier *in situ* leur efficacité technique décrite pour les Alpes autrichiennes (Krautzer, 2006), nous avons mis en place des semis comparatifs permettant aux acteurs

de l'aménagement d'apprécier l'efficacité et le coût de cette alternative. Enfin, aujourd'hui, nous accompagnons les gestionnaires et décideurs des chantiers dans la recherche d'ajustements technico-économiques selon les caractéristiques des sites concernés.

Du gispet à la filière de semences « Pyrégraine de nèou »

Des plantes locales, mais lesquelles ?

Nous avons besoin de plantes capables de se développer rapidement en terrain accidenté, remanié, oligotrophe et soumis à l'érosion et aux variations de températures et d'humidité. Nous avons collecté *in situ* et expérimenté la culture des plantes vivaces de montagne, jusqu'ici peu pratiquée. Il nous a fallu douze années pour identifier des espèces et des techniques de production de semences adaptées (la plupart des plantes ayant un cycle de développement de deux ans ou plus avant fructification). Actuellement, nos partenaires multiplicateurs cultivent l'Avoine des montagnes, la Brize moyenne, la Canche flexueuse, la Fétuque de Cagire, la Fétuque de Gautier, la Fétuque noirâtre, le Pâturin alpin, l'Anthyllide des Pyrénées, le Lotier alpin, le Trèfle alpin, l'Achillée millefeuille, le Plantain lancéolé et la Laïche toujours verte sur une surface totale de plus de six hectares.

1. Espèces non présentes naturellement ou espèces présentes, mais celles semées étant d'origine génétique lointaine.



❶ D'après le témoignage de responsables de chantiers, la technique du replaquage de touffes (ici sur Gispert) prend deux fois plus de temps et revient deux fois plus cher (4 euros/m²) qu'un terrassement sans valorisation des couvertures végétales existantes.

© B. Dupin (CBNMPM)

Quelles garanties pour réglementer la production ?

Domaines skiables, bureau d'études, multiplicateurs de semences, gestionnaires de sites, collectivités et conservatoire botanique ont régulièrement échangé pour savoir comment utiliser des plantes locales, être sûrs de leur provenance et de leur qualité. Nous avons donc choisi de créer un cahier des charges valorisé par le dépôt de la marque collective « Pyrégraine de nèou », en 2010. Les règles de production et d'utilisation des semences imposent notamment de collecter des semences mères au dessus de 1 000 m d'altitude, de se limiter à quatre générations de semences, d'assurer leur traçabilité, de vérifier leur pureté spécifique et leur capacité germinative et de formuler des mélanges d'au moins cinq espèces. Le conservatoire botanique en est le régulateur, tandis que producteurs, utilisateurs et prescripteurs peuvent y adhérer. Une filière de production de semences est en cours de structuration (sur le modèle de l'expérience accomplie dans ce domaine en Autriche). Les premiers mélanges de semences de la marque devraient être commercialisés à partir de 2016.

Quels coûts pour une production de semences sauvages d'origine locale ?

Collecter des semences mères dans le milieu naturel coûte cher, car les sites de collecte sont généralement difficiles d'accès et la production de semences des populations naturelles varie fortement en fonction des espèces, des sites et des années. Pour obtenir 1 kg de semences mères, le temps de collecte sur site peut varier entre une demi-journée et huit jours selon l'espèce considérée. Satisfaire les besoins en revégétalisation en Pyrénées nécessitait donc de multiplier ces semences.

Les productions sur deux ans des neuf principales espèces varient de 160 kg/ha à 1 000 kg/ha, avec un rendement moyen de 461 kg/ha. Avec un montant des contrats de production de l'ordre de 3 000 euros/ha pour deux ans de culture, le coût des semences après récolte est en moyenne de 6,5 euros/kg. En incluant les coûts de transport, de tri, d'ensachage et de commercialisation des graines, ces semences pourront être vendues entre 15 et 20 euros/kg. En comparaison, le prix d'un mélange commercial de revégétalisation est aujourd'hui aux alentours de 4 à 5 euros/kg.

Pratiques et partenaires au cœur de la démarche

Des techniques plus écologiques, mais lesquelles ?

Depuis les années 2000 et la création d'une mission d'appui technique dédiée à la revégétalisation, nous avons échangé avec les aménageurs du massif pour mieux comprendre leurs pratiques. Ces savoirs, valorisés au travers du programme *Ecovars* (Dupin *et al.*, 2014), portent généralement sur la préparation des sols, la valorisation des touffes de plantes et de la terre végétale lors du chantier, l'utilisation de semences, d'agents fixateurs et de fertilisants organiques adaptés aux substrats en place et à l'intensité des processus d'érosion.

Transplantation de végétaux par plaques (ou touffes)

Prélevée avant les travaux, avec le godet de la pelle mécanique, par plaques entières avec une vingtaine de centimètres de sol, la végétation est transplantée et repositionnée après terrassement sur un substrat meuble (photo ❶). La couverture végétale est reconstituée en un temps record, et des micro-écosystèmes riches en semences, plantules, mousses et micro-organismes du sol sont ainsi réimplantés.

❶ Les rendements de récolte à la brosseuse varient fortement en fonction des sites.

| Lieu de récolte | Altitude | Nombre de récoltes sur 4 ans | Surface collectée (ha) | % de graines | Rendement moyen en semences (kg/ha) | % de germination | Productivité du travail (kg/h) |
|-------------------|----------|------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| Aubisque * | 1 600 | 4,0 | 1,3 | 34 | 3,1 | 18 | 2,3 |
| Caoubère * | 1 900 | 4,0 | 1,4 | 43 | 3,6 | 20 | 3,2 |
| Contrebandiers * | 1 600 | 1,0 | 0,1 | 64 | 12,8 | 78 | 5,1 |
| Cureille * | 1 693 | 2,0 | 0,4 | 45 | 13,6 | 82 | 4,9 |
| Auroise * | 1 700 | 4,0 | 0,6 | 67 | 18,4 | 28 | 6,1 |
| Bernazaou ** | 1 360 | 3,0 | 0,3 | 41 | 19,6 | 83 | 3,6 |
| Arrivée T6 ** | 1 750 | 2,0 | 0,5 | 71 | 22,0 | 40 | ND |
| Pla loudic ** | 1 400 | 3,0 | 0,3 | 46 | 25,6 | 61 | 4,7 |
| Taoulet ** | 1 520 | 3,0 | 0,2 | 55 | 34,5 | 60 | 10,5 |
| Altiport ** | 1 580 | 2,0 | 0,3 | 58 | 35,0 | 55 | ND |
| Nouvelle route ** | 1 520 | 2,0 | 0,2 | 58 | 63,2 | 63 | 11,0 |

* pelouse d'altitude ; ** prairie de montagne.

► **Transfert de foin (vert ou sec)**

On utilise des foins fauchés sur des prairies riches en graminées au moment de la maturité des semences. Directement (foin vert) ou après stockage (foin sec ou fonds de grange), le produit de fauche est épandu sur le sol de la parcelle à revégétaliser préalablement ameubli. Le site est ainsi ensemené et recouvert d'un mulch favorable au développement des diverses plantules (Krautzer *et al.*, 2006 ; Scotton *et al.*, 2009 ; Scotton *et al.*, 2012).

Récolte de semences à la brosseuse

Des prairies riches en graminées sauvages sont récoltées à la maturité des semences des espèces prédominantes (tableau ❶). Les semences sont ensuite projetées par semis hydraulique dans un mélange d'eau, de fertilisants, d'agents fixateurs et/ou de mulch (Scotton *et al.*, 2012). Trente récoltes ont été effectuées sur onze parcelles différentes, permettant d'obtenir des rendements moyens de 3 à 63 kg/ha en fonction des années, de la composition spécifique des parcelles, de la densité en épis mûres et de la pression de pâturage. Ces rendements diminuent avec l'altitude. La qualité du produit récolté est également variable : entre 34 et 71 % de graines dans le poids total, présentant 18 à 83 % de germination. La productivité du travail de récolte sur site oscille entre 2,3 kg et 11 kg par heure.

Ces résultats sont comparables à ceux du projet Alpgrain (Koch *et al.*, 2014), pour des prairies situées entre 500 et 1 500 m d'altitude. Dans les Pyrénées, nous avons collecté entre 9 et 21 espèces selon les parcelles, ce qui est légèrement inférieur aux 25 espèces obtenues dans les Alpes, sur un habitat de type Festuco-Agrostion (Scotton *et al.*, 2009). Ceci peut s'expliquer notamment par les différences d'altitude et de composition floristique des milieux brossés.

Des résultats expérimentaux à l'appui

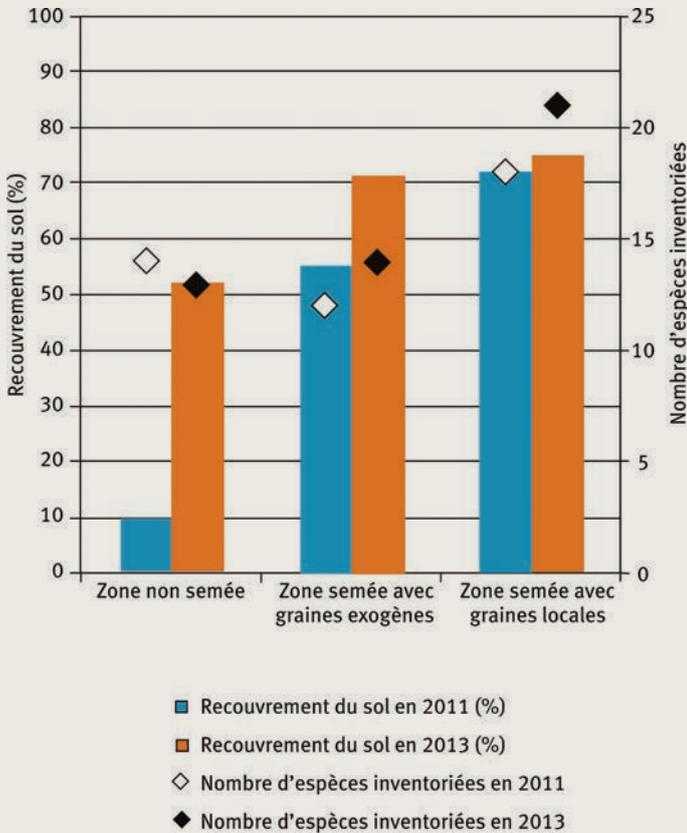
Un premier site expérimental a été installé à l'automne 2008 sur une piste de ski à Peyragudes, dans les Hautes-Pyrénées, à plus de 2 000 m d'altitude, par une projection hydraulique de semences. Une parcelle a été revégétalisée avec un mélange classiquement utilisé en domaine skiable, composé de semences exogènes (semées à 250 kg/ha, la dose normale d'utilisation de ces espèces exogènes commerciales en revégétalisation d'altitude), une autre avec des espèces locales (à 100 kg/ha, car les graines utilisées sont plus petites et donc plus légères), et une troisième a été laissée nue après le terrassement. Ces parcelles sont proches (séparées par une bande de 2 m environ) et bénéficient des mêmes conditions édaphiques, hydrométriques, d'exposition...

À l'aide de carrés de 0,5 m² disposés aléatoirement en dix points de chaque parcelle, trois et cinq ans après les travaux, nous avons mesuré le recouvrement du sol et inventorié les espèces végétales.

Après trois ans, le recouvrement était de 72 % avec un mélange d'espèces locales, contre 54 % pour une revégétalisation avec des espèces commerciales, ce qui est cohérent avec les résultats dans les Alpes sur l'inadéquation des espèces commerciales à assurer une revégétalisation adaptée en altitude (Krautzer *et al.*, 2006) (figure ❶).

En trois ans, le mélange d'espèces locales a déjà permis d'enrayer les processus d'érosion, en garantissant plus de 70 % de recouvrement (Krautzer *et al.*, 2006). Deux années plus tard, le recouvrement des deux parcelles ensemencées avoisine les 75 %. Au-delà de ce seuil, l'augmentation du recouvrement végétal semble contrainte par la compaction du sol (notamment dans les fines rigoles créées par les chenilles des pelles mécaniques) et le pâturage.

❶ Le taux de recouvrement du sol et le nombre d'espèces sont des indicateurs de la réussite technique de la revégétalisation en montagne.

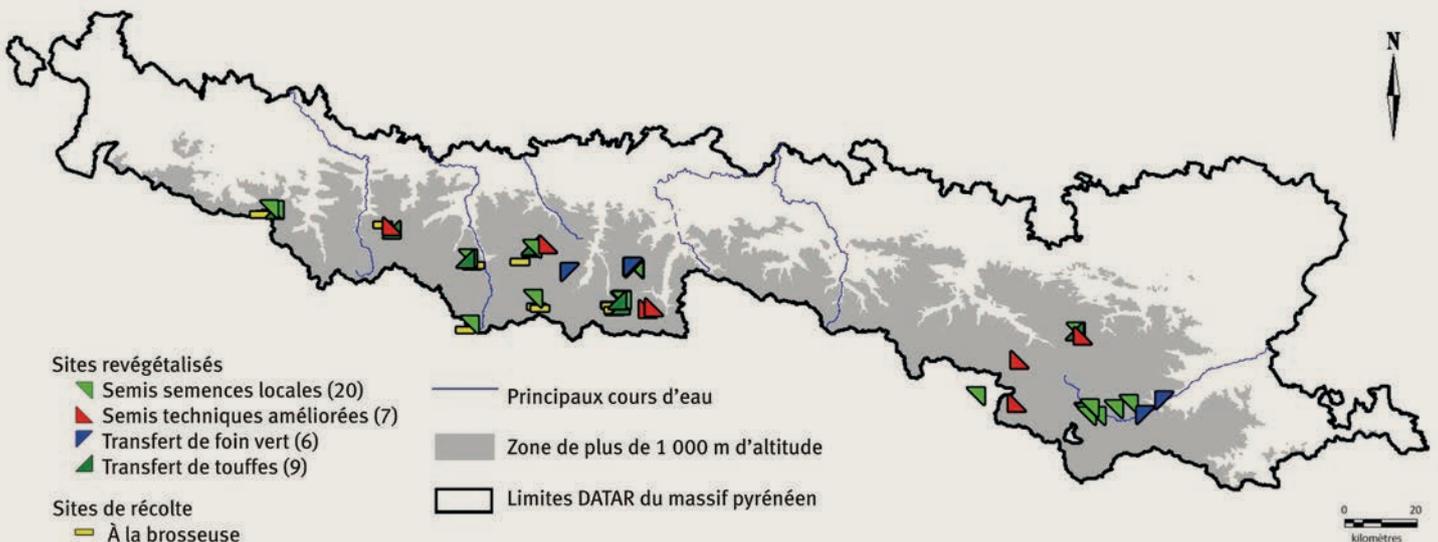


Après cinq années, la parcelle ensemencée avec des semences locales est plus riche en espèces que celle revégétalisée avec des espèces du commerce (21 et 14 espèces respectivement). La Campanule de Scheuchzer, l'Angélique des Pyrénées, le Conopode dénudé, l'Euphrase raide, le Gispet, la Paronique à feuilles de renouée et le Trèfle alpin, caractéristiques des pelouses d'altitude, ont pu revenir sur la parcelle ensemencée avec des semences d'origine locale. À l'exception du Trèfle alpin, ces espèces ne se sont pas développées dans la parcelle revégétalisée avec des semences exogènes. Les seules espèces résiduelles du mélange exogène sont la Fétuque rouge et le Trèfle hybride, sur 8 espèces initialement semées, les autres espèces ayant disparu probablement du fait de leur non-résistance aux conditions écologiques de l'altitude. Dans le témoin non ensemencé, apparaissent des espèces xérophiles telles que la Scléranthe à crochets et le Thym à nervures saillantes, dénotant un habitat plus rocailleux.

Si nous avons pu voir que les semences locales coûtaient plus cher au kilo, elles sont plus efficaces à des niveaux d'utilisation bien moindres (100 kg/ha contre 250 kg/ha) et nécessitent peu de fertilisation.

D'autres parcelles expérimentales ont été mises en place dans des conditions différentes : après semis de fauche de prairie, après balayage de fonds de grange, après transfert de touffes ou de foin vert. Les résultats de ces revégétalisations n'étaient pas comparables avec la parcelle de Peyragudes ici analysée, car les produits semés étaient différents. À partir de 2015, un système d'information géographique dédié nous permettra de suivre plus systématiquement les recouvrements obtenus avec nos semis d'espèces locales réalisés en 2012 (Andorre) et 2014 (Tourmalet – Hautes-Pyrénées et La-Pierre-Saint-Martin – Pyrénées-Atlantiques).

❷ Sur l'ensemble de la chaîne des Pyrénées, des chantiers pilotes d'utilisation de semences locales ou de techniques écologiques constituent un intéressant réseau de références.



Comment impliquer les acteurs dans la durée ?

Plus de quinze domaines skiables en Pyrénées ont déjà expérimenté des revégétalisations avec des techniques de reconstitution des sols et d'ensemencement plus écologiques, depuis le début du programme Ecovars. Des collectivités, des associations, des parcs nationaux ou régionaux, des réserves naturelles, des instituts de recherche, des services de l'État, des lycées agricoles, des chambres d'agriculture, des agriculteurs-multiplicateurs, des bureaux d'études en environnement et, depuis peu des entreprises de travaux publics, sont aussi impliqués dans des multiplications de plantes pyrénéennes d'altitude ou dans des chantiers les utilisant (figure 2). Nos partenariats pour de meilleures pratiques s'étendent aussi aujourd'hui en Andorre et en Espagne.

Malgré un travail d'animation régulier sur le territoire, la mobilisation des décideurs reste fragile. De nombreux aménageurs préfèrent utiliser des semences exogènes facilement disponibles dans le commerce, considérant que cette option permet de former des couverts végétaux temporaires en attendant que le site soit recolonisé par des plantes locales. Ils peuvent parfois se décourager en évaluant les moyens humains et financiers à réunir pour valoriser des semences locales (transfert de foin, collecte mécanisée de semences à la brosseuse ou multiplication de semences). Bien qu'insignifiants par rapport aux coûts totaux des travaux d'aménagement et d'entretien des infrastructures concernées, ces derniers peuvent être perçus comme trop élevés par rapport aux résultats visibles à court terme. Depuis plusieurs années, nous avons cherché à augmenter l'adhésion à la démarche, en s'appuyant sur les témoignages des opérateurs les plus motivés, en initiant des journées d'échange et en développant la stratégie de communication « Oui à la réintroduction des semences sauvages des Pyrénées ».

Conclusion

Dans l'ensemble, on constate un intérêt croissant pour limiter l'impact environnemental des activités humaines sur les Pyrénées (meilleure gestion de la circulation des engins de travaux et d'entretien, transfert de touffes de végétaux, utilisation de semences locales...). Cependant,

les étapes pour renforcer l'adoption de ces alternatives par les praticiens sont encore nombreuses, nécessitant un travail d'animation constant. L'émergence de la filière de production de semences « Pyrégraine de nèou » permettant la mise sur le marché de semences adaptées aux spécificités écologiques des sites d'altitude est un point essentiel. Elle contribuera à la réduction des coûts d'entretien des infrastructures touristiques, routières et hydro-électriques revégétalisées tout en générant des revenus pour des producteurs de semences implantés dans la région. Elle permettra aussi de conserver des écosystèmes diversifiés et des paysages caractéristiques. Cette filière pourrait alors faciliter d'autres productions locales : plantes messicoles, de prairie montagnarde, plantes rustiques d'engazonnement ou de fleurissement en milieu urbain.

La création de références technico-économiques sur différents types de sites revégétalisés et le suivi des recouvrements du sol via un système d'information géographique actuellement en cours d'élaboration, sont aujourd'hui des priorités. La conduite d'études sur les services écosystémiques liées aux actions de revégétalisation avec des plantes d'origine locale est envisagée. Ces travaux nous permettront de mieux comprendre les facteurs de réussite des techniques diffusées. Ils permettraient également de donner des ordres de grandeur aux gestionnaires d'aménagements et d'espaces naturels sur les fonctions assurées par les différents types de restauration écologique proposés. ■

Les auteurs

Sandra MALAVAL et Brice DUPIN

Conservatoire botanique national des Pyrénées
et de Midi-Pyrénées
Vallon de Salut – BP 70315
F-65203 Bagnères-de-Bigorre – France
✉ sandra.malaval@cbnmp.fr
✉ brice.dupin@cbnmp.fr

Georges DANTIN

Bureau d'études Amidev
2 avenue du Marché Brauhauban
F-65000 Tarbes – France
✉ amidev.georges@orange.fr

EN SAVOIR PLUS...

✉ DUPIN, B., MALAVAL, S., COUÉRON G., CAMBECEDES, J., LARGIER, G., 2014, avec la collaboration de DANTIN, G. (Amidev), PRUD'HOMME, F., BERGES, C., et CORRIOL, G., *Comment reconstituer la flore en montagne pyrénéenne ? Une guide technique de restauration écologique*, Ed. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Bagnères de Bigorre, 114 p.

✉ KOCH, E.-M., BASSIGNANA, M., CURTAZ, A., BARREL, A., SPIEGELBERGER, T., 2014, *Récolte et utilisation des semences locales pour la revégétalisation des terrains de montagne : l'exemple du projet Alp'Grain*, 48 p. Disponible sur : <URL : <http://www.irstea.fr/production-de-semences-locales-alpgrain>, le projet Alp'Grain> (consulté le 23/01/2014).

✉ KRAUTZER, B., WITTMANN, H., PERATONER, G., GRAISS, W., PARTL, C., PARENTE, G., VENERUS, S., RIXEN, C., STREIT, M., 2006, *Site-specific high zone restoration in the alpine region: the current technological development*, Ed. Federal Research and Education Centre (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein, Irtdning, Austria, 135 p.

✉ SCOTTON, M., PICCININ, L., DAINESE, M., SANCIN, F., 2009, Seed Harvesting for Ecological Restoration: Efficiency of Haymaking and Seed-Stripping on Different Grassland Types in the Eastern Italian Alps, *Ecological Rest*, n° 27, p. 66-75.

✉ SCOTTON, M., RIEGER, E., FEUCHT, B., TAMEGGER, C., JAHN, F., ŠEVCÍKOVÁ, M., SEMANOVÁ, L., KRAUTZER, B., GRAISS, W., HASLGRÜBLER, P., KIRMER, A., STOLLE, M., 2012, Techniques for harvesting seeds and plant material in species-rich grassland, in: Practical handbook for seed harvest and ecological restoration of species-rich grasslands, University of Padova, Italy, in: SCOTTON, M., KIRMER, A., KRAUTZER, B., (eds.), p. 21-32.



Touffe d'Avoine des montagnes (*Helictotrichon sedenense*),
une espèce utilisée pour revégétaliser les sols calcaires.